

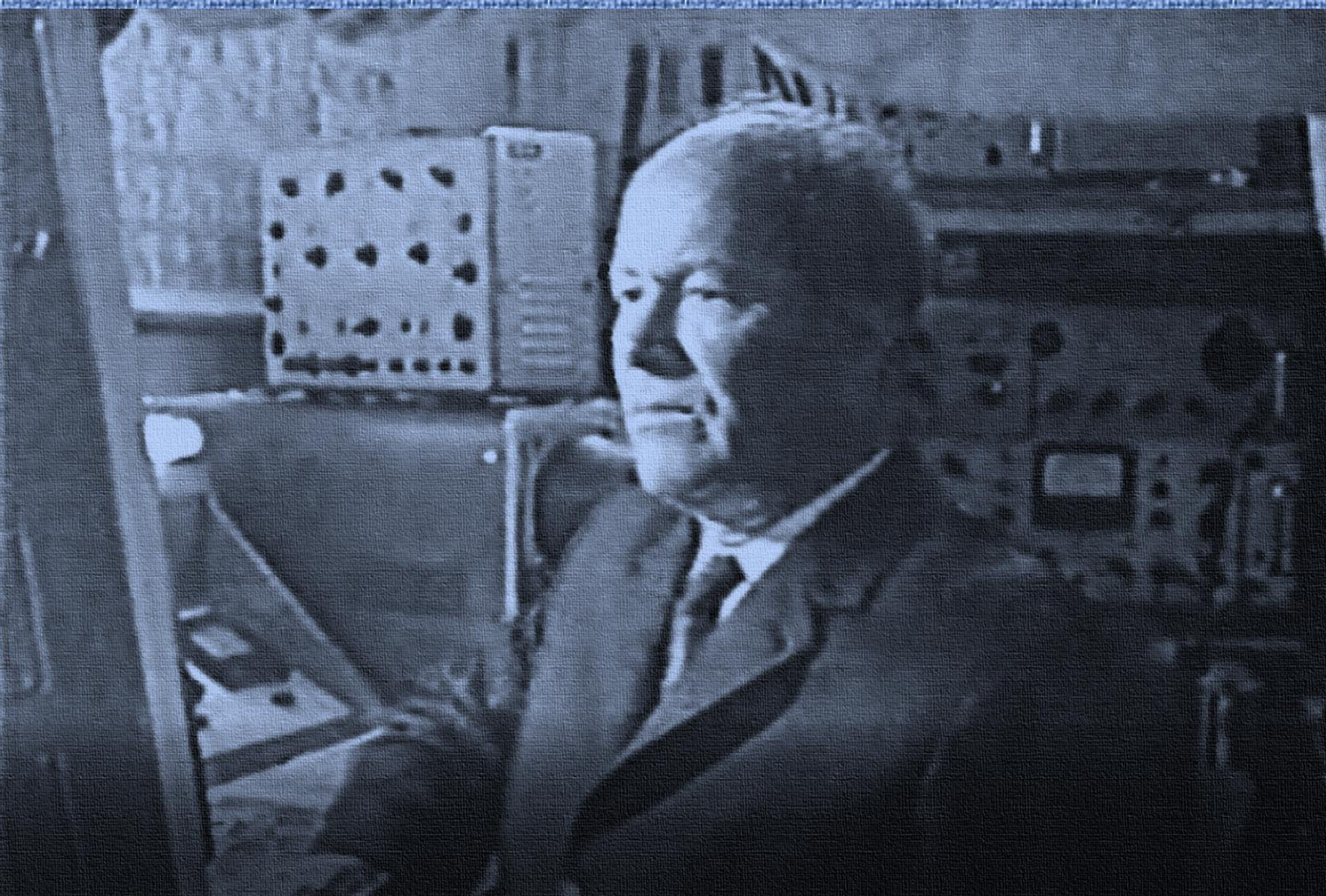
**Academician G.B. Abdullayev
Centenary International Conference
and School**

Modern Trends in Condensed Matter
Physics

MTCMP - 2018

September 24-26, 2018

Baku, Azerbaijan



Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu

**Akademik H.B. Abdullayevin
100 illiyinə həsr olunmuş
beynəlxalq konfrans və məktəb**

Modern Trends in Condensed Matter Physics

MTCMP - 2018

TEZİSLƏR

Azerbaijan National Academy of Sciences
H.M. Abdullayev Institute of Physics

**Academician G.B. Abdullayev
Centenary International Conference
and School**

Modern Trends in Condensed Matter

MTCMP - 2018

TEZISES

Konfrans, kondensə olunmuş hal fizikasının akademik H.B. Abdullayevin elmi irsi ilə sıx əlaqəsi olan sahələrini, eləcə də, Azərbaycanda inkişafı onun adı ilə bağlı olan digər elm sahələrini (radiasiya fizikası, astrofizika, fiziki kimya, kristalloqrafiya, biofizika, idarəetmə sistemləri) əhatə edir.

SƏDRLƏR:

A.A. Əlizadə (Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası), A.M. Paşayev (Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyası), N.T. Məmmədov (Fizika İnstitutu, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası)

KONFRANSIN MÖVZUSU:

- Yarımkəçiricilər;
- Qeyri-trivial topologiyalı aşağı ölçülü materiallar;
- Elm və texnikada tətbiqlər.

MƏKTƏBİN MÖVZUSU:

- Bərk cisim fizikası, yüksək enerjilər fizikası, nüvə fizikası, riyaziyyat və digər elm sahələrində informasiya texnologiyaları;
- Zərrəcik detektorları və fotoçeviricilər;
- Virtual təhsil sistemləri.

FƏXRİ QONAQLAR:

J.İ. Alferov (Rusiya); V.A. Matveev (BNTİ); V.Y. Pançenko (Rusiya); E.P. Velixov (Rusiya)

DƏVƏTLİ MƏRUZƏLƏR:

A. Atalar (Türkiyə); M. Budzinski (Polşa); E.V. Çulkov (İspaniya); K. Vakita (Yaponiya); A.S. Vodopyanov (BNTİ); S.N. Dmitriev (BNTİ); A.H. Hacıyev (Azərbaycan); C. Kim (Cənubi Koreya); V.V. Korenkov (BNTİ); L. Kostov (Bolqariya); A.A. Levçenko (Rusiya); M.A. Məmmədov (Azərbaycan); T.M. Nağıyev (Azərbaycan); H.M. Paşayev (Azərbaycan); N.A. Rusakoviç (BNTİ); A. Xvedelidze (Gürcüstan); K. Şafer (CERN); A.M. Şikin (Rusiya); İ. Ştekl (Çexiya); V.N. Şvetsov (BNTİ); Y. Şim (Yaponiya); B.S. Yuldaşev (Özbəkistan)

PROQRAM KOMİTƏSİ:

SƏDRLƏR:

N.T. Məmmədov (Azərbaycan), R.Z. Saqdeyev (ABŞ)

KOMİTƏ ÜZVLƏRİ:

C.Ş. Abdinov (Azərbaycan); S.H. Abdullayeva (Azərbaycan); R.M. Əliquliev (Azərbaycan); A.H. Bayramov (Azərbaycan); Q.L. Belenkiy (ABŞ); M.Q. İtkis (BNTİ); V.D. Kekelidze (BNTİ); E.V. Çulkov (İspaniya); M. Kuskuna (İtaliya); V.V. Korenkov (BNTİ); D. Linko (Fransa); S.İ. Mehdiyeva (Azərbaycan); T.R. Mehdiyev (Azərbaycan); Q.S. Orucov (Azərbaycan); S. Şorr (Almaniya); A.M. Şikin (Rusiya)

The conference covers the fields of condensed matter physics, closely related to the scientific heritage of academician G.B. Abdullayev, as well as the fields of other sciences (radiation physics, astrophysics, physical chemistry, crystallography, biophysics, control systems), development of which in Azerbaijan is associated with his name.

CHAired BY:

Alizadeh A.A. (Azerbaijan National Academy of Sciences), Pashayev A.M. (Azerbaijan National Aviation Academy), and Mamedov N.T. (Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences)

CONFERENCE TOPICS:

- Semiconductors
- Low-dimensional systems with nontrivial topology
- Application in science and technics

SCHOOL TOPICS:

- Information technologies in solid state physics, high energy physics, nuclear physics, mathematics and other fields of science
- Particle detectors and photoconvertors
- Virtual training systems

HONORARY GUESTS:

Alferov Zh.I.(Russia); Matveev V.A.(JINR); Panchenko V.Y.(Russia); Velikhov E.P. (Russia)

INVITED SPEAKERS:

Atalar A. (Turkey); Budzinsky M. (Poland); Chulkov E.V.(Spain); Dmitriev S.N. (JINR); Hacıyev A.H. (Azerbaijan); Kim J. (South Korea); Khvedelidze A. (Georgia); Korenkov V.V. (JINR); Kostov L. (Bulgaria); Levchenko A.A. (Russia); Mamedyarov M.A. (Azerbaijan); Nagiyev T.M. (Azerbaijan); Pashayev H.M.(Azerbaijan); Rusakovich N.A. (JINR); Schaefer C. (CERN); ; Stekl I. (Czech Republic); Shvetsov V.N. (JINR); Shim Y. (Japan); Wakita K. (Japan); Vodopyanov A.S. (JINR); Yuldashev B.S. (Uzbekistan)

PROGRAM COMMITTEE:

CHAIRS:

Mamedov N.T.(Azerbaijan), Sagdeev R.Z. (USA)

MEMBERS:

Abdinov D.Sh.(Azerbaijan); Abdullayeva S.G.(Azerbaijan); Aliguliyev R.M.(Azerbaijan); Bayramov A.H.(Azerbaijan); Belenky G.L. (USA); Itkis M.G. JINR); Kekelidze V.D.(JINR); Chulkov E.V.(Spain); Cuscuna M.(Italy); Korenkov V.V.(JINR); Lincot D.(France); Mehdiyeva S.I.(Azerbaijan); Mehdiyev T.R.(Azerbaijan); Orudzhov G.S.(Azerbaijan); Shorr S.(Germany); Shikin A.M. (Russia)

KONFRANS VƏ MƏKTƏBİN * TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ

SƏDRLƏR:

N.T. Məmmədov (Azərbaycan), V.V. Korenkov * (BNTİ)

SƏDR MÜAVİNLƏRİ:

C.Ş. Abdinov (Azərbaycan), R.M. Əliquliev (Azərbaycan), A.H. Bayramov (Azərbaycan), E.S. Babayev (Azərbaycan), S.H. Bağırova (Azərbaycan), E.İ. Cəfərov (Azərbaycan), D.V. Kamanin * (BNTİ)

TƏŞKİLAT KOMİTƏSİNİN ÜZVLƏRİ:

N.M. Abdullayev (Azərbaycan); R.Q. Ələkbərov * (Azərbaycan); Y.N. Əliyeva (Azərbaycan); X.N. Əhmədova (Azərbaycan); S.M. Bağırova (Azərbaycan); A. Bereza * (Polşa); N.A. Cavadov * (BNTİ); F.B. İmranov (Azərbaycan); F.T. Xəlilzadə * (Azərbaycan); S. Xarizanova * (Bolqariya); A. Kotova * (BNTİ); T.R. Mehdiyev (Azərbaycan); İ.A. Nəsimov (Azərbaycan); L.B. Uvarova * (BNTİ)

Təşkilat komitəsinin ünvanı: AZ-1143, Bakı ş., H. Cavid pr. 131 AMEA Fizika İnstitutu

E-mail: mtcmp2018@physics.science.az

ORGANIZING COMMITTEE OF CONFERENCE AND SCHOOL*:

CHAIRS:

Mamedov N.T. (Azerbaijan), Korenkov V.V.* (JINR)

DEPUTY CHAIRS:

Abdinov D.Sh. (Azerbaijan), Aliguliyev R.M.*(Azerbaijan), Bayramov A.H. (Azerbaijan), Babayev E.S., (Azerbaijan), Bagirova S.G., (Azerbaijan), Jafarov E.I. (Azerbaijan), Kamanin D. V.* (JINR)

MEMBERS:

Abdullayev N.M. (Azerbaijan); Alekperov R.G* (Azerbaijan); Akhmedova Kh.N. (Azerbaijan); Aliyeva Y.N. (Azerbaijan); Bagirova S.M. (Azerbaijan); Bereza A.* (Poland); Imranov F.B. (Azerbaijan); Javadov N.A. (JINR); Khalilzade F.T.* (Azerbaijan); Kharizanova S.* (Bulgaria); Kotova A.* (JINR); Mehdiyev T.R. (Azerbaijan); Nasibov I.A (Azerbaijan); Uvarova L.V.* (JINR)

Address: 131 Javid ave.,AZ-1143 Baku, Azerbaijan, Institute of Physics ANAS

E-mail: mtcmp2018@physics.science.az

CONTENT - MÜNDƏRİCAT

1. Surface analysis of photovoltaic films of CuInS ₂ and CZTS Kazuki Wakita	1
2. Photo-induced localized-deformation in ternary thallium compounds Yonggu Shim, Ryosuke Itakura, Makoto Imanishi, Kazuki Wakita and Nazim Mamedov	2
3. IBR-2 - pulsed source for neutron scattering research at JINR V.N. Shvetsov	4
4. The Alice experiment at Cern Large Hadron Collider Alexander S. Vodopyanov	5
5. Basic and applied researches at heavy ion accelerators of the Flerov laboratory of nuclear reactions S.N. Dmitriev	6
6. Trends in the development of distributed computing and Big data technologies to support mega-science projects Vladimir Korenkov	8
7. Wave and vortex motions on the surface of a classical and quantum liquid A.A. Levchenko	10
8. Depth profile of atoms chemical composition and optical properties of near surface layers of implanted semiconductors M. Kulik, H.M. Przewlocki, D. Kołodynska, A.I. Madadzada, T.V. Phuc and A. Drozdziel	11
9. Metamorphic ordered InAsSb alloys: A new platform for topological electronics and IR optoelectronics Sergey Suchalkin and Gregory Belenky	12
10. Modern trends in topological matter: from topological insulators and quantum spin hall effect to quantum anomalous hall effect and axion insulators E.V. Chulkov	13
11. More on algebraic properties of the discrete Fourier transform raising and lowering operators Natig M. Atakishiyev	14
12. Iron based superconductors: Electronic structure, physical properties and applications Iman N. Askerzade	15
13. Influence of noble gases irradiation on the formation of transient layers in multilayer systems Afag I. Madadzada, M. Kulik, D. Kołodynska, and E.B. Asgerov	16
14. Materials and nanostructures for plasmonics at UV/VIS frequencies Marco Esposito, Daniela Simeone, Mario Scuderi, Iolena Tarantini, Angelo Melcarne, Giuseppe Calafiore, Antonio De Luca, Francesco Todisco, Daniele Sanvitto, Stefano Cabrini, Vittorianna Tasco, Adriana Passaseo and Massimo Cuscunà	17

15. EPR characterization of connective tissue dysplasia for medical applications
D.Kh. Khaibullina, M.I. Ibragimova, A.I. Chushnikov, I.V. Yatsyk, R.G. Esin, and V.Yu. Petukhov 19
16. К вопросу об аномалиях электрофизических параметров в слоистых моноселенидах полупроводниковых соединений $A^{III}B^{VI}$
А.Ш. Абдинов, Р.Ф. Бабаева 20
17. Электрические и гальваномангнитные свойства нерелаксированной гетероэпитаксиальной структуры $InAs_{1-x}Sb_x$
Н.А. Абдуллаев, Г.Л. Беленький, Г. Кипшидзе, О.А. Алиев, Х.В. Алигулиева, К.М. Джафарли, К.Ш. Кахраманов, Н.Т. Мамедов, В.Н. Зверев 21
18. Ce_2SnSe_4 birləşməsinin elektrik və istilikkeçiriciliyi
V.Ə. Abdurahmanova, N.M. Abdullayev, H.M. Əskərov, Ş.S. İsmayilov 23
19. Разработка технологии и коммутации охлаждающих термоэлементов на основе халькогенидов висмута и сурьмы
А.А. Магеррамов, Ф.Х. Мамедов, К.Г. Халилова 24
20. Спектр пропускания $Bi_2Se_3<Se>$
С.Р. Азимова, И. Касымоглы, Н.А. Абдуллаев, К.Ш. Кахраманов, Н.М. Абдуллаев 25
21. Cığss əsaslı konsentratordlu günəş çeviriciləri
N.N. Abdulzadə, V.M. Andreev, D.A. Əhmədova, N.N. Mursakulov, Ç.Ə. Səbzəliyeva, M. Yakuşev 26
22. Морфология поверхности тонкой пленки $Cu_2ZnSnSe_4$, полученной методом магнетронного распыления
Н.Н. Абдулзаде, Д.А. Ахмедова, Н.Н. Мурсакулов 27
23. Условия роста полностью однородных монокристаллов при моделировании распределения примесей Ga и Sb в монокристаллах Ge-Si, выращенных методом двойной подпитки расплава
З.А. Агамалиев, Э.М. Исламзаде, Г.Х. Аждаров 28
24. Подвижность свободных носителей заряда в кристаллах $Ge_{1-x}Si_x$ ($0 \leq x \leq 0.30$), комплексно-легированных примесями Ga, Sb и Ni
З.А. Агамалиев 29
25. Kramers-Kronig analysis of diffuse reflectance spectra of $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ferrites
Sh.A. Ahmadova, A.A. Sadigova, Sh.N. Aliyeva, T.R. Mehdiyev 30
26. Исследование электрофизических свойств твердых растворов системы $TlInTe_2-TlYbTe_2$
А.М. Ахмедова 31
27. Neutron diffraction study of $As_{40}Se_{60}$, $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$ chalcogenide glasses
R.I. Alekberov, A.I. Isayev, S.I. Mekhtiyeva, M. Fábíán 32
28. Термообработка аморфных плёнок $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$, получаемых в электрическом поле
Э.Ш. Алекперов, А.М. Назаров 33
29. Фотодиоды на основе $Cd_xHg_{1-x}Te$ с градиентом концентрации носителей
А.А. Алиев, Н.Д. Исмаилов, Р.И. Мухтарова, А.А. Раджабли 34

30. Переходы Вервея в спектрах Раман рассеяния нанопленок (Ni-Zn) ферритов
И.Ф. Юсибова, Ш.Н. Алиева, Т.Р. Мехтиеv 35
31. Spectral variability of the line HeI 5876 Åe/Be Herbig type star HD 179218
A.N. Adigezalzade 36
32. Электронные и физико-химические явления в контакте металл - $Pb_{1-x}Mn_xTe$
Т.Д. Алиева, Н.М. Ахундова 37
33. Механизм переноса электрического заряда и теплоты в кристаллах $SnTe$ и $Sn_{1-x}Mn_xTe$
Г.З. Багиева, Г.Д. Абдинова, Н.Б. Мустафаев, Д.Ш. Абдинов 38
34. Structural features of manganese containing topological insulators on the basis of Bi_2Te_3
I.R. Amiraslanov, Z.S. Aliyev, P.A. Asgerova, A.B. Nuriyeva 39
35. Моделирование и свойства многокомпонентных магнитных систем $FeS-PbS-M_2S_3$ ($M = Ga, In$)
М.М. Асадов, С.Н. Мустафаева, У.А. Гасанова, О. М. Алиев, К.И. Янушкевич, С.А. Никитов 40
36. Yüksek təzyiqlərdə $BaFe_{11.1}In_{0.9}O_{19}$ birləşməsinin kristal quruluşu
S.H. Cabarov, Ə.İ. Məmmədov, R.Z. Mehdiyeva, A.V. Truxanov, E.V. Lukin, R.E. Hüseyinov 41
37. Pulse shape discrimination of gamma-rays and fast neutrons with silicon photomultipliers
G.S. Ahmadov, F.I. Ahmadov, R.A. Akbarov, D. Berikov, M. Holik, R. Mammadov, S.M. Nuruyev, A.Z. Sadigov, Z.Y. Sadygov, S.I. Tyutyunnikov, Yu.N. Kopatch 42
38. Низкотемпературные магнитооптические исследования связанных экситонов в $TiGaS_2$
С.З. Джафарова 43
39. Cross sections of the $^{66}Zn(n, \alpha)^{63}Ni$ reaction at 4.0, 5.0 and 6.0 MeV
Yu. M. Gledenov, I. Chuprakov, M. V. Sedysheva, E. Sansarbayar, Guohui Zhang, Zhimin Wang, Xiao Fan, Luyu Zhang, Huaiyong Bai, Jinxiang Chen, L. Krupa, G. Khuukhenkhuu 44
40. Azərbaycanca yarımmkeçiricilər fiikası elmi istiqamətində tədqiqatların başlanması
Cilovdarlı (Abbasov) Abbas Əli Oğlu 45
41. Характеристики эпитаксиальных слоев InSb, выращенных методом ЖФЭ, а также p-n и p⁺-p структур на их основе
Ш.О. Эминов 46
42. Фотоприемники ИК-излучения на основе варизонных эпитаксиальных слоев $HgCdTe$
Ш.О. Эминов 47
43. Особенности электрохимического синтеза пористых структур на основе наноструктурированного анодного оксида алюминия для солнечных ячеек
Ш.О. Эминов, Х.Д. Джалилова, И.С. Гасанов, Н.Д. Исмаилов, А.А. Раджабли, Д.А. Гулиев, Г.Х. Мамедова, И.И. Гурбанов, А.А. Алиев 48
44. The determination of intrinsic viscosity by viscometer
A.H. Asadova, E.A. Masimov 49

45. $\text{Ca}(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_2\text{S}_4:\text{Eu}^{2+}$ bərk məhlullarının lüminessensiya xassələri
E.Q. Əsədov, B.H. Tağıyev, T.Ş. İbrahimova, K.O. Tağıyev 50
46. Фурье-ИК спектры отражения и оптические свойства γ -облученного сульфида галлия
Н.Н. Гаджиева, Р.С. Мадатов, Ф.Г. Асадов 51
47. Низкотемпературная теплоемкость, температура Дебая, фазовый переход и энтропия в кристаллах TlTe
А.М. Абдуллаев, Э.М. Керимова, Н.З.Гасанов, Ш.Дж. Ализаде, С.С.Абдинбеков, А.К. Заманова 52
48. Оптические свойства твердых растворов $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$
Н.З. Гасанов, Э.М. Керимова, А.И. Гасанов, К.М. Гусейнова 53
49. ZnSe monokristalinin, yüksək hidrostatik təzyiqlik altında, müqavimətinin anizotropiyası
Ş.H. Qasimov, İ. Qasimoğlu, H.M. Əsgərov 54
50. Двойное поперечное скольжение в Bi_2Te_3
Э.М. Годжаев, С.Ш. Кахраманов, С.И. Мамедова 55
51. $\text{Pd}_{1-x}\text{Fe}_x$ thin films prepared by three methods: molecular beam epitaxy, magnetron sputtering and ion implantation
I.V. Yanilkin, A.I.Gumarov, I.R.Vakhitov, A.A.Rodionov, R.V.Yusupov, M.N.Aliyev, L.R. Tagirov, V.I. Nuzhdin, R.I. Khaibullin 56
52. Superlattice structure YBaS_4S_7 nano thick films
E.Sh. Hajiyev 57
53. Trap characterization in yttria (Y_2O_3) by thermoluminescence: T_m-T_{stop} and heating rate methods application
Nizami Hasanli, Mehmet Isik, Serdar Delice 58
54. Влияние электротермополяризации на структуры наноконпозиций на основе PbCrO_4 , PbCrO_4
А.С. Гусейнова 60
55. Край оптического поглощения монокристаллов $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle$
К.М. Гусейнова, Н.З. Гасанов, Э.М. Керимова 62
56. Магнитные свойства соединений $\text{Ni}_{0.25-x}\text{Cu}_x\text{Fe}_{0.75}\text{Cr}_2\text{S}_4$ ($0 \leq x \leq 0.2$)
А. Ахмедов, М. Алджанов, М. Наджафзаде, И. Ибрагимов, Г. Султанов 63
57. Influence of fullerenes C_{60} on operating characteristics of liquid crystal MBBA
T.D. Ibragimov, A.R. Imamaliyev, G.F. Ganizade 64
58. Azərbaycan ərazisindəki neftlərin buraxma spektrlərinin araşdırılması
A. Sadiqova, Ş.Ə. Əhmədova, F.R. Babayev, Q.S. Martinova, T.R. Mehdiyev 65
59. Распределение носителей заряда в p-n переходах с точки зрения теории нечетких множеств Л.Заде
Э.А. Исаева, А.М. Алиева 66
60. Er, Ag və Ge aşqarlarının InSe monokristallarının rentgen-dozimetric xassələrinə təsiri
E.M. Kərimova, A.Ə. İsmayılov 67

61. Фоторезисторы на основе $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с локальными приповерхностными n^+ областями
Н.Д. Исмаилов, Р.И. Мухтарова, А.А. Раджабли, Ш.О. Эминов 68
62. О подавлении Оже-рекомбинации в неохлаждаемых фотоприемниках на основе $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$
Н.Д. Исмаилов 70
63. Preparation and study of electrically conductive ceramic nanocomposites based on the Azerbaijan bentonite raw material and multi-walled carbon nanotubes
S.H. Abdullayeva, A.B. Huseynov, A.O. Israfilov, S.A. Mammadova 72
64. New electromagnetic methods of slowdown and trapping of particles
A.Ch. Izmailov 73
65. Investigation of low dimensional materials on sapphire substrate for sensor application
Sevda Abdullayeva, Gulnaz Gahramanova, Nahida Musayeva, Teymur Orujov, Rasim Jabbarov 75
66. Полная проводимость кремниевых микропиксельных лавинных фотодиодов
Э.А. Джафарова, З.Я. Садыгов, А.А. Довлатов, Л.А.Алиева, Э.С. Тапдыгов, К.А. Аскерова 76
67. Influence of inter-facial phases on thermal and electrical conductivity in GaSb-CrSb eutectic system
M.V. Kazimov, D.H. Arasly, İ.Kh. Mammadov, R.N. Rahimov, A.Ə. Khalilova 77
68. Люминесценция кристаллов $\text{EuGa}_2\text{S}_4\text{:Er}$
О.Б. Тагиев, Ф.А. Казимова, Т.Ш. Ибрагимова, С.О. Гусейнова 78
69. Микроволновый спектр молекулы третичного бутилового спирта $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$
Ч.О. Каджар, С. Б. Казымова, А.С. Гасанова, Ф.Г. Мамедов 79
70. Control of ferromagnetism in cobalt ion implanted rutile (TiO_2) by electro-migration of oxygen vacancies
R.I.Khaibullin, V.V.Bazarov, V.F. Valeev, N.M. Lyadov, I.R. Vakhitov, A.I.Gumarov, and L.R. Tagirov 80
71. Gemological issues of ion implantation in oxide minerals and diamond
R.I. Khaibullin, O.N. Lopatin, V.I. Nuzhdin, A.G. Nikolaev 81
72. Тензометрические характеристики системы InSb с марганцем
И.Х. Мамедов, А.А. Халилова, Д.Г. Араслы, Р.Н. Рагимов, М.А. Алиева 82
73. Electron paramagnetic resonance and selective laser spectroscopy of Er^{3+} ions in pyrochlore-structure $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$
B.M. Khaliulin, I.F. Gilmutdinov, R.G. Batulin, I.E. Mumdzhi, A.A. Rodionov, S.I. Nikitin, R.V. Yusupov 83
74. Azərbaycan ərazisindəki neftlərin buraxma spektrlərinin araşdırılması
A.Ə. Sadiqova, Ş.Ə. Əhmədova, T.R. Mehdiyev 84
75. Magnetic resonance studies of TiO_2 and ZnO single crystals implanted with 3d ions
B. Rameev, Ö. Karataş, B. Ozkal, C. Okay, S. Kazan, S. Güler, R.I. Khaibullin 85

76.	De Sitter cosmological model and the problem of dark matter and energy В.А. Rajabov	86
77.	Межзонное поглощение в квантовой точке в форме эллипсоидного вращения Г.Б. Ибрагимов, Б.Г. Ибрагимов	87
78.	Поглощение света в квантовом сужении в продольном магнитном поле Г.Б. Ибрагимов, Р.З. Ибаева	88
79.	Temperature dependence of photoluminescence of ZnIn ₂ Se ₄ T.G. Kerimova, I.A. Mamedova, N.A. Abdullayev, M. Feldman	89
80.	Комбинационное рассеяние света и эллипсометрические исследования полиэтилена, наполненного нанокристаллитами Bi ₂ Te ₃ А.Ю. Гамзаева, Э.Г. Ализаде, Г.Х. Аждаров, И.А. Мамедова, Н.Т. Мамедов, Н.А. Абдуллаев, З.И. Бадалова, К.Ш. Кахраманов	90
81.	Dielectric properties of (TlGaS ₂) _{0.98} (AgGaS ₂) _{0.02} thin films Kemal Ulutaş, Şahin Yakut, Deniz Bozoğlu, Solmaz Mustafaeva, Elmira Kerimova, S.G. Jafarova, Deniz Değer	92
82.	Нейтроннографические исследования микроструктуры функциональных материалов на основе железа Б. Мухаметулы	93
83.	Yarımkeçiricilerde kritik nöqtələrin müxtəlif halları üçün kompleks dielektrik funksiyasının spektral asılılıqlarının müqayisəsi M. H. Hüseyinliyev	94
84.	Sm _x Sn _{1-x} Se ₂ sistem kristallarının elektrik keçiriciliyinə γ -şualarının təsiri V.Ə. Abdurahmanova, N.M. Abdullayev, Ş.S. İsmayilov	95
85.	Нейтронные исследования структурных механизмов формирования оптических свойств в композитных стеклянных материалах С.Е. Кичанов, Д.П. Козленко, Г.П. Шевченко, В.С. Гурин, Г.Е. Рачковская, Б.Н. Савенко	96
86.	Электроннограммы от нанопленок монокристаллов с гексагональной кристаллической решеткой, вращающихся вокруг случайных осей. М.Г. Кязумов	97
87.	Microstructure and perpendicular magnetic anisotropy of thin iron films formed by ion-beam assisted deposition N.M. Lyadov, F.G. Vagizov, I.R. Vakhitov, A.I. Gumarov, Sh.Z. Ibragimov, D.M. Kuzina, I.A. Faizrakhmanov, R.I. Khaibullin, V.A. Shustov	98
88.	Infrared luminescence of Dy - doped CdIn ₂ S ₄ single crystals Z. Kadiroğlu, I.G. Nasibov, J.T. Guseynov, M.A. Aliev, I. Kasumoğlu	99
89.	Силовые константы межатомных связей в соединениях A ² B ₂ C ₄ ⁶ (пр.гр. S ₄ ²) Т.Г. Керимова, И.А. Мамедова, И.Г. Насибов, З.И. Бадалова, Х.К. Ширалиева, Н.А. Абдуллаев, Н.Т. Мамедов	100
90.	Исследование системы Ag ₂ SnS ₃ -AgSbS ₂ Ш.Г. Мамедов, Р.Д. Курбанова, Ф.М. Мамедова	102

91. AgGaS₂-PbGa₂S₄ sisteminin tədqiqi
S.K. Cahangirova, Ş.H. Məmmədov, Ö.M. Əliyev 103
92. FeS-FePbGa₄S₈-FeGa₂S₄ alt sisteminin tədqiqi
Ü.A. Nəsənova, Ş.H. Məmmədov, Ö.M. Əliyev 105
93. Комбинационное рассеяние и оптическое поглощение света в халькогенидных стеклообразных полупроводниках системы As-Ge-Se
А.И. Исаев, С.И. Мехтиева, Х.И. Мамедова, Р.И. Алекберов, С.С. Бабаев, Н.Н. Эминова 107
94. Synthesis and photoluminescent properties of iodinated multi walled carbon nanotubes
S.H. Abdullayeva, S.A. Mammadova, A.B. Huseynov, A.O. Israfilov 108
95. Hipotetik heksaqonal kristallik quruluşlu İnTe kristalının təzyiq altında dayanıqlığı
B.H. Mehdiyev 109
96. Влияние γ -излучения на ЭПР спектры твердых растворов Cd_{1-x}Mn(Fe)_xTe
М.А. Мехрабова, И.Р. Нуриев, Т.И. Керимова, Р.Д. Касымов, А.А. Абдуллаева 110
97. Структура эпитаксиальных пленок Cd_{1-x}Mn(Fe)_xSe и влияние гамма излучения на их оптические свойства
М.А. Мехрабова, И.Р. Нуриев, Н.Г. Гасанов, Э.И. Мирзоев, З.И. Сулейманов, Н.И. Гусейнов, С.С. Фарзалиев, Н.В. Фараджев 112
98. Seysmik sensorlar əsasında mühafizə detektorlarının hazırlanması
А.Н. Мəmmədli, S.S. Süleymanov, N.Y. Süleymanova, Т.Е. Əzizli 114
99. Gd_xSn_{1-x}Se₂ kristallarında elektrik müqavimətinin temperatur asılılığının anomal dəyişməsi
M.S. Murquzova 115
100. Role of sulphur in the aerosol assisted CVD growth of single wall CNTs
N.N. Musayeva, R.F. Hasanov, S.S. Babayev 116
101. Особенности роста и морфология поверхности эпитаксиальных пленок пмп халькогенидов A²B⁶
И.Р. Нуриев 117
102. Microstructural, macroscopic length and lattice parameters changes in gamma-irradiated boron carbide
M.N. Mirzayev, Kh.F. Mammadov, R.N. Mehdiyeva 118
103. Влияние легирования сурьмой на диэлектрические коэффициенты монокристалла TlInSe₂
С.Н. Мустафаева 119
104. Диэлектрические характеристики монокристалла CdGa₂S₄. В переменных электрических полях радиочастотного диапазона
С.Н. Мустафаева, Д.Т. Гусейнов 120
105. Two-dimensional electron gas formation at AlGaN/GaN interfaces
P. Caban, R. Thorpe, L. Feldman, K. Pedersen and V.N. Popok 121
106. Synthesis and electrical characterizations of Er-doped TlInS₂ layered semiconductor
Serdar Gören, Arzu I. Nadjafov, Vafa B. Aliyeva, Andrey P. Odrinsky, Tofiq G. Mammadov, and Mir Hasan Yu. Seyidov 122

107. Magnetoelectricity and phase transitions in metal ion implanted ternary layered chalcogenides F.A. Mikailzade, M.Y. Seyidov, M. Maksutoğlu, R.I. Khaibullin, T.G. Mammadov	124
108. Optical absorption characteristics of InGaSe_2 layered - semiconductor in the visible spectral region. experimental and theoretical investigations Asuman Cengiz, Yurii M. Chumakov, Yasin Şale, Tofiq G. Mammadov, Faik A. Mikailzade and Mir Hasan Yu. Seyidov	125
109. Effect of terbium – doping on electronic properties of InInS_2 layered semiconductor Serdar Gören, Arzu I. Nadjafov, Vafa B. Aliyeva, Andrey P. Odrinskii and Mir Hasan Yu. Seyidov	126
110. $\text{Ag}_8\text{Ge}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}_6$ məhlulların alınması və fiziki-kimyəvi xassələri A.S. Qəhrəmanova, A.Ə. Xəlilova, R.N. Rəhimov	127
111. Электретный эффект в композитах на основе термопластических полимеров и сегнетопьезокерамик семейства цирконата-титаната свинца М.А. Курбанов, Б.Г. Худаяров, И.С. Рамазанова, Г.Х. Гусейнова, А.Ф. Нуралиев, О.А. Алиев, Ф.Н. Татардар, А.Ф. Гочуева	128
112. İfratkeçirici FeSe -də fluktuasiya keçiriciliyi S.S. Rəhimov, Ş.C. Qurbanov, S.M. Bağirova	129
113. $(\text{AgSbSe}_2)_{0.95}(\text{PbTe})_{0.05}$ - in termoelektrik xassələri S.S. Rəhimov, A.A. Səddinova	130
114. Refinement the crystal structure of the $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_{1+x}\text{S}_3$ A.B. Rahimli, Y.R. Aliyeva, I.R. Amiraslanov	131
115. Preparation and structural peculiarities of high-density polyethylene films with embedded InP and Ge particles S.S. Rashidova, S. M. Rzayeva, T.H. İsmailov	132
116. New silicon photomultiplier with small probability of after pulsing and optical crosstalk effects A.Z. Sadigov, F.I. Ahmadov, G.S. Ahmadov	133
117. Dağıdıcı və stabiləşdirici amillərin təsirindən sonra nanogil əlavəli polietilen nanokompozitlərin elektrik parçalanmasında molekulyar proseslər A.R. Sadıqova, M.Ə. Ramazanov, A.Ə. Hədiyeva	134
118. Magnetic properties of antiferromagnetic chain ternary sulphides KFeS_2 and TlFeS_2 Z. Seidov, V. Tsurkan, H-A. Krug von Nidda, I. Filipova, D. Croitori, A. Günther, A. Kiiamov, F. Vagizov, L.R. Tagirov and A. Loidl	135
119. To the processes of hydration in solutions G.M. Shahbazova, E.A. Masimov	136
120. Главная организация по физике Se и Te в СССР Н.Б. Солтанова	137
121. Ultra-thin PDFE alloys and heterostructures for cryo-spintronics L.R. Tagirov, I.V. Yanilkin, I.R. Vakhitov, A.I. Gumarov, A. Esmaeili, R.V. Yusupov, M.N. Aliyev, R.I. Khaibullin	138

122. Электропроводность монокристаллов твердых растворов $\text{GaSe}_x\text{Te}_{1-x}$ в сильных электрических полях с учетом экранирования
А.М. Пашаев, Б.Г. Тагиев, О.Б. Тагиев, Р.Ф. Мехтиеv, И.З. Садыхов 139
123. Оптические постоянные p-AgCuS при разных углах падения света
Г.С. Гаджиева, Х.Д. Джалилова, Л.Н. Алиева, Ф.А.Казымова, Т.Ш. Ибрагимова 140
124. About origin of ferromagnetism in rutile (TiO_2) implanted with vanadium ions
I.R. Vakhitov, A.A. Shemukhin, N.M. Lyadov, V.F. Valeev, B.Z. Rameev, L.R. Tagirov, R.I. Khaibullin 141
125. Poly(3-hexylthiophene) (P3HT) based organic field - effect transistor: fabrication, electronic characterizations and device simulation
Dilek Taşkin Gazioglu, Maharram Z. Zarbaliyev, Fatih Dumludağ, Savaş Berber and Mirhasan Yu. Seyidov 142
126. Оптимальные операционные параметры для получения монокристаллов соединений типа $\text{A}^{\text{III}}\text{-B}^{\text{V}}$ с заданным концентрационным профилем методом зонной плавки
З.М. Захрабекова, А.И. Алекперов, В.К. Кязимова, Г.Х. Аждаров 143
127. Компьютерное моделирование концентрационных профилей примесей алюминия и индия в монокристаллах германий-кремний, выращенных методом двойной подпитки расплава
З.М. Захрабекова, В.К. Кязимова, А.И. Алекперов, Г.Х. Аждаров 144
128. Морфология поверхности тонкой пленки $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$, полученной методом магнетронного распыления
Н.Н. Абдулзаде, И.А. Алиев, Д.А. Ахмедова, С.Ш. Кахраманов, Н.Н. Мурсакулов 145
129. Влияние общей вязкости жидкостей на амплитуды опто-акустической волны
М.А. Мусаев, Г.Т. Гасанов, А.Н. Джафарова, Н.Н. Гашимова, А.Н. Зейналов 146
130. Об одном методе расчета магнитных элементов с учетом петли гистерезиса
Н.Я. Мамедов, А.Н. Джафарова, М.А. Джафарова 147
131. Наночастицы в импульсных магнитных полях – измерительные методики и эксперимент
Д.А. Балаев, А.А. Красиков, А.А. Балаев, А.А. Дубровский, С.И. Попков 148
132. Dielectric relaxation behavior of TlSe thin films
Şahin Yakut, Kemal Ulutaş, Deniz Bözoglu, Deniz Deger 150
133. Использование ядерно-физических методов для анализа отходов горнообогатительной промышленности
И.З. Каманина, С.П. Каплина, Н. Е. Пухаева, М.В. Густова, М.В. Фронтасьева 151
134. Inelastic electronic light scattering in doped bulk and engineered semiconductor nanostructures
В.Н. Vairamov 152
135. Термодинамический анализ системы $\text{As}_2\text{S}_3\text{-As}_2\text{Se}_3\text{-InSe}$
М.М. Асадов, Р.С. Магаммедрагимова, И.И. Алиев, О.М. Алиев 154
136. Термодинамический расчет и определение изотермического сечения $\text{As}_2\text{S}_3\text{-As}_2\text{Se}_3\text{-InSe}$
Р.С. Магаммедрагимова, И.И. Алиев, О.М. Алиев, М.М. Асадов 155

137. Response of silver chalcogallates to X-rays S.M. Asadov, S.N. Mustafaeva, V.F. Lukichev	156
138. О тепловом излучении Юпитера и Сатурна А.А. Атаи, Э.Р. Юзбашев	157
139. Диэлектрические свойства растворов моногалогенозамещенных бензола С.Т. Азизов, О.А. Алиев	158
140. The structural features of crystalline phases of the GaSe-InSe system K.K. Azizova, S.S. Babayev, Y.R. Aliyeva, I.R. Amiraslanov	159
141. $Cu_{1,80-x}ZnTe$ monokristallarının alınması və rentgenoqrafik tədqiqi ($x=0.025, 0.050, 0.075, 0.10$ at.%) H.B. Qasimov, R.M. Rzayev	160
142. Теплопроводность наноструктурированных экструдированных образцов твердого раствора $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$ Б.Ш. Бархалов, М.М. Тагиев, Г.З. Багиева, Р.Ю. Алиев, К.И. Магеррамова	161
143. Pulse shape discrimination of gamma-rays and fast neutrons with silicon photomultipliers G.S. Ahmadov, F.I. Ahmadov, R.A. Akbarov, D. Berikov, M. Holik, R. Mammadov, S.M. Nuruyev, A.Z. Sadigov, Z.Y. Sadygov, S.I. Tyutyunnikov, YU.N. Kopatch	162

SURFACE ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC FILMS OF CuInS_2 and CZTS

KAZUKI WAKITA

*Chiba Institute of Technology, 2-17-1 Tsudanuma,
Narashino, Chiba 275-0016, Japan
kazuki.wakita@it-chiba.ac.jp*

Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS) is a type of near-field optical spectroscopy [1]. TERS uses a metal-coated tip that acts as a plasmonic antenna to enhance the Raman scattering from a nanometric sample. We can determine the spectrum of a small volume of sample in the close to the tip.

In this work, we present surface analysis of CuInS_2 and $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) films using confocal spectroscopy and TERS. Figures 1 and 2 show imaging of Cu_2S nanophases on CZTS films deposited by pulse laser deposition method. In this observation, we find the Cu_2S phase is distinguished at a high resolution of approximately 10 nm. In conclusion, we successfully observed the phases on CZTS films with a high resolution on the nanoscale using TERS.

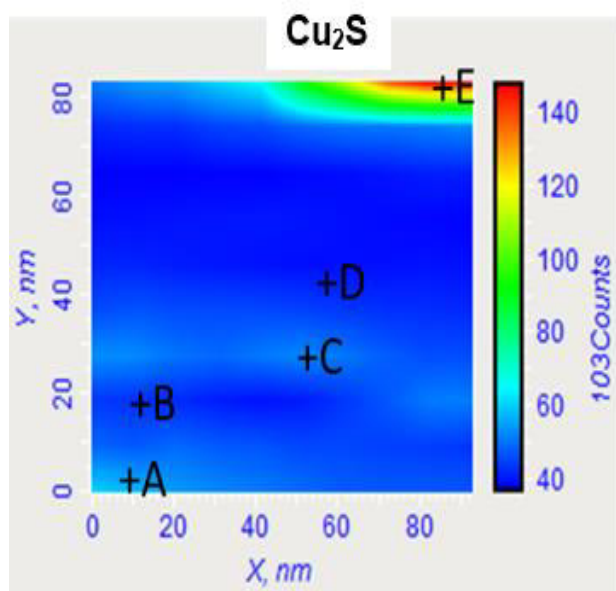


Fig. 1 TERS mapping image between 450 and 500 cm^{-1} showing Cu_2S phases on the CZTS film.

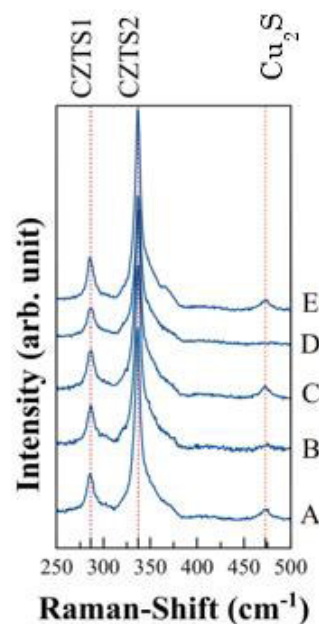


Fig. 2 TERS spectra at points of A – E in Fig. 1 on CZTS film

[1] T. Yano, *et al.* Nat. Commum. 4, 2592 (2013)

PHOTO-INDUCED LOCALIZED-DEFORMATION IN TERNARY THALLIUM COMPOUNDS

YONGGU SHIM^a, RYOSUKE ITAKURA^a, MAKOTO IMANISHI^a,

KAZUKI WAKITA^b and NAZIM MAMEDOV^c

^a Graduate School of Engineering, Osaka Prefecture University,
1-1 Gakuen-cho, Nakaku, Sakai, 599-8531, Japan

^b Chiba Institute of Technology,
2-17-1 Tsudanuma, Narashino, Chiba 275-0016, Japan

^c Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences,
H. Javid ave. 33, baku Az-1143, Azerbaijan
shim@pe.osakafu-u.ac.jp

Materials that reversibly change shape and/or size in response to light irradiation (light-responsive materials) have been extensively studied for light-driven actuators in application [1]. In recent years, it was found that localized-deformation of the surface relief by light irradiation on inorganic ternary thallium compounds [2, 3]. This phenomenon is expected to make them promising materials for new light-controlled devices, such as motors, pumps, manipulators, and optical devices. In this study we would like to show the results of the characteristic evaluation for photo-induced deformation phenomena in layered ternary compounds.

The experiments were performed on the sample-surface parallel and normal to the layer plane ((001) and (100) plane) of single-bulk crystalline TlInS₂. The CW-LD laser beam was irradiated on the sample surface as a pump beam. The quantitative evaluation of the surface relief changing was measured with a surface scanning laser confocal displacement meter.

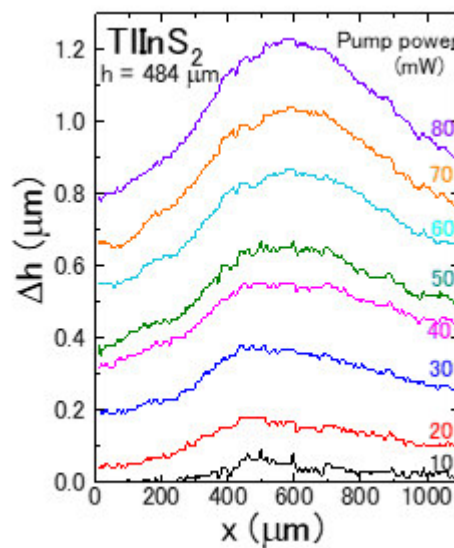


Fig.1 Surface profile of (001) plane in TlInS₂ during light irradiation.

Figure 1 shows the surface profile of TlInS₂ during the pump-beam irradiation. We can see the convex curve structure around the pump-beam spot due to the localized thermal expansion of the sample. The expansion of the center part is gradually increased with increasing pump power and reaching the size of micrometer order.

ACKNOWLEDGMENT: This work was partially supported by JSPS KAKENHI Grant Number 15K05993.

- [1] *S. Kobatake, S. Takami, H. Muto, T. Ishikawa, M. Irie*, Nature 446, 778 (2007)
- [2] *N. Mamedov, K. Wakita, Y. Shim, K. Abe, N. Ogushi*, Thin Solid Films 517, 1434 (2008)
- [3] *Y. Shim, T. Asahi, K. Wakita, N.T. Mamedov, E.N. Alieva, N.A. Abdullaev*, Tech. Phys. Lett. 44, 643 (2018)

IBR-2 - PULSED SOURCE FOR NEUTRON SCATTERING RESEARCH AT JINR

V.N. SHVETSOV

*Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia,
shv@nf.jinr.ru*

Joint Institute for Nuclear Research (JINR), which was established in 1956 by 12 countries, at present is a partnership of eighteen member-countries committed to the goal of collective performance of theoretical studies, building and operating of the world's leading facilities for research in condensed matter physics, nuclear physics and elementary particle physics. Participation of six associated member-countries in JINR activities is based on bilateral agreements signed on the governmental level. The

The IBR-2 fast pulsed reactor is operated by the Frank Laboratory of Neutron Physics (FLNP), one of the seven JINR Laboratories. FLNP provides user access to the 15 modern neutron scattering instruments enabling high level research, based on neutron scattering techniques and complementary methods to investigate the structure, dynamics and microscopic properties of nanosystems and novel materials, which are of great importance for the development of nanotechnologies in the fields of electronics, pharmacology, medicine, chemistry, modern condensed matter physics and interdisciplinary sciences.

Current status of the IBR-2 reactor as well as the complex of it's spectrometers will be presented.

THE ALICE EXPERIMENT AT CERN LARGE HADRON COLLIDER

ALEXANDER S. VODOPYANOV

Joint Institute of Nuclear Research

The ALICE (A Large Ion Collider experiment) at CERN ("Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire" or European Council for Nuclear Research) is located on the territory of Switzerland and France. Founded in 1954, the CERN laboratory sits astride the Franco-Swiss border near Geneva. It was one of Europe's first joint ventures and now has 22 member states.

The ALICE Collaboration has built a dedicated detector to exploit the unique physics potential of nucleus-nucleus collisions at LHC (Large Hadron Collider) energies. The aim is to study the physics of strongly interacting matter at the highest energy densities reached so far in the laboratory. In such condition, an extreme phase of matter - called the quark-gluon plasma - is formed. Our universe is thought to have been in such a primordial state for the first few millionths of a second after the Big Bang.

BASIC AND APPLIED RESEARCHES AT HEAVY ION ACCELERATORS OF THE FLEROV LABORATORY OF NUCLEAR REACTIONS

S.N. DMITRIEV

*JINR, Flerov Laboratory of Nuclear Reactions,
141980, Dubna, Russia
dmitriev@iinr.ru*

The Laboratory of Nuclear Reactions, founded by Academician G.N. Flerov in 1957, is one of the foremost world centers of low- and intermediate-energy heavy ion physics.

The scientific activity of the Laboratory is concentrated on the synthesis and study of heavy and light exotic nuclei in reactions induced by beams of accelerated stable and radioactive isotopes, radiation effects and physical bases of nanotechnology, accelerator physics and technic.

The basic experimental facilities of the Laboratory are the isochronous cyclotrons U400 and U 400M, equipped with high-efficiency ECR ion sources.

The synthesis of heavy and the heaviest elements and the study of their nuclear and chemical properties are of highest priority in the basic research programme of FLNR. The scientists of the Laboratory managed to make a break-through in the synthesis of superheavy elements and in the understanding of the problem of their stability. Due to the achieved high efficiency of acceleration of the heavy ion beams and the considerable improvement of the experimental methods, isotopes the new elements 113 -118 were synthesized for the first time. The International Unions of pure and applied physics (IUPAP) and chemistry (IUPAC) recognized the priority of Dubna in the discovery of elements 114 – 118. The new elements 105, 114, 115 and 115 were named “dubnium”, “flerovium”, “moscovium”, and “oganesson” as sign of recognition of the key role of the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions in the outlining of the scientific strategy and synthesis of superheavy elements.

In accordance with the development program, the first in the world Superheavy Element Factory is being built in the Laboratory on the basis of the new high current cyclotron DC280. The main task of the Factory is the synthesis of new chemical elements with atomic numbers 119 and higher, as well as a detailed study of the nuclear and chemical properties of previously discovered superheavy elements.

Beams of the radioactive isotopes tritium, helium-6 and helium-8 are used to study the formation of exotic nuclear systems. Evidence has been found for the existence of the "di-neutron", resonance states of hydrogen-4 and hydrogen-5 have been studied. The modernized cyclotron U400M combined with the new fragment separator ACCULINNA-II will serve as the basic facilities for the studies of extremely neutron-rich and neutron-pure light nuclei.

The research programme in the field of applied physics includes production and study of membrane materials, modification of materials by the irradiation with heavy ions and production of radioisotopes for medicine and ecology. The specialized Laboratory of nanostructural investigations will provide the further progress in this direction.

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF DISTRIBUTED COMPUTING AND BIG DATA TECHNOLOGIES TO SUPPORT MEGA-SCIENCE PROJECTS

KORENKOV VLADIMIR

JINR, 141980, Dubna, Russia

The experiments at the Large Hadron Collider (LHC) at CERN (Geneva, Switzerland) played a leading role in scientific research not only in elementary particle physics and nuclear physics, but also in the field of Big Data Analytics. Global distributed system for processing, storage and analyzing data WLCG (Worldwide LHC Computing GRID) brings together the resources of about 180 computer centres in 50 countries, the total storage capacity is more than 1 Exabytes. Data processing and analysis is carried out using high-performance complexes (Grid), academic, national and commercial resources of cloud computing, supercomputers and other resources. JINR is actively involved in the integration of distributed heterogeneous resources and the development of Big data technologies to provide modern megaprojects in such high-intensity fields of science as high energy physics, astrophysics, bioinformatics and others. JINR is actively working on the construction of a unique NICA accelerator complex, which requires new approaches to the implementation of distributed infrastructure for processing and analysis of experimental data.

The report provides an overview of major integrated infrastructures to support mega-projects and trends in their evolution. The report also presents the main results of the Laboratory of Information Technologies Joint Institute for Nuclear Research (JINR) in the development of distributed computing.

The basis of the JINR computing infrastructure is Multifunctional Information and Computing Complex (MICC) of JINR, which currently has the following basic components:

- Engineering and network infrastructure
- the Central Information and Computing Complex (CICC) of JINR with home built up compute elements (CE) and mass storage elements (SE),
- the grid-center Tier-2 site for experiments at the Large Hadron Collider (LHC) and other virtual organizations (VOs) in the grid environment,
- the grid center Tier-1 for CMS experiment,
- the heterogeneous cluster "HybriLIT" and supercomputer "GOVORUN" for parallel computing,
- the distributed cloud infrastructure of JINR Member States
- prototype of computer complex for the experiments at NICA;

The MICC JINR resources are used for the storage, processing, analysis and data modeling in the fields of particle physics, nuclear physics and physics of condensed matter. The grid center resources of the MICC JINR are part of the global grid infrastructure WLCG (Worldwide LHC Computing Grid), developed for the LHC experiments.

A brief overview of the projects in the field of the development of distributed computations performed by LIT in Russia, CERN, the USA, China, JINR Member States. The analysis works on the integration of technology HPC, grid, cloud, BigData for large international projects.

**WAVE AND VORTEX MOTIONS ON THE SURFACE OF
A CLASSICAL AND QUANTUM LIQUID**

A.A. LEVCHENKO

*Institute of Solid State Physics RAS,
Chernogolovka, Russia*

In this report, the results of experimental investigations of the interaction of nonlinear waves on the surface of water, liquid hydrogen and superfluid helium are presented. Three and four wave interactions lead to the formation of a turbulent distribution $E(k)$ in the system of surface waves, in which direct and inverse flow of energy are observed. Two nonlinear waves propagating along the surface of a liquid at an angle to each other create vortex motion, the intensity of which is determined by the frequency and amplitude of waves. In the vortex system, the flow of energy from large scales to small ones is established - direct energy cascade $E(k)$. The peculiarities associated with the influence of discreteness in the spectrum of surface oscillations on wave and vortex interactions are observed on turbulent distributions.

This work was supported by the Russian Science Foundation, Grants No. 14-22-00259 and No. 17-12-01525.

DEPTH PROFILE OF ATOMS CHEMICAL COMPOSITION AND OPTICAL PROPERTIES OF NEAR SURFACE LAYERS OF IMPLANTED SEMICONDUCTORS

M. KULIK^{1,2}, H. M. PRZEWŁOCKI³, D. KOŁODYNSKA⁴,
A.I. MADADZADA^{1,5}, T.V. PHUC^{1,6} and A. DROZDZIEL²

¹ Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research,
Joliot-Curie str. 6, Dubna, Moscow reg., Russia, 141980;

²Institute of Physics Maria Curie Skłodowska University, Lublin,
Sq. Marii Curie Skłodowskiej 1, 20-031 Lublin, Poland;

³ Institute of Electron Technology, Av. Lotników, 32/46, 02-668 Warszawa, Poland;

⁴Faculty of Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin Poland;

⁵National Nuclear Research Center JSC, 370143, Baku, Azerbaijan

⁶Institute of Physics, 10 Dao Tan, Ba Dinh, HaNoi, VietNam.

mkulik@hektor.umcs.lublin.pl;

The influence of ion irradiation on change of depth profiles distribution of atoms and chemical composition in the near-surface layers of semiconductors were studied using the Rutherford Backscattering Spectrometry (RBS) method [1] and X-ray photoelectron spectroscopy method [2]. The atoms on the implanted surface of samples in contact with air atoms and form native oxide layers. The thicknesses of these layers were determined on the basis of measurements carried out using the RBS and nuclear reaction analyze [2]. The description of the model used in typical study and approximation errors were presented on the basis of the investigation of the near surface layers the implanted GaAs with Xe⁺ and In⁺ ions. The optical properties of the near surface layers, ions irradiated semiconductors are very often examined by the Spectroscopic Ellipsometry [3]. This method is non-destructive and very sensitive and precise. The ellipsometric measurements make it possible to determine directly the formation of an amorphous layer in the near surface of irradiated semiconductors and changes in the dielectric function spectra near the critical point [4].

Changes in the shape and intensity of the dielectric spectra were observed in the spectra near the critical point [5]. These effects can be explained by the accumulation of radiation damage and the increase in amorphization.

- [1] *M.Mayer* "RBS – Rutherford Backscattering Spectrometry", Max-Planck-Institut fuer Plasmaphysik EURATOM Association Garching Geramny, 2003
- [2] *J. T. Grant*, "Methods for quantitative analysis in XPS and AES" Surface and Interface Analysis, 14, (1989) 271-283
- [3] *J.R. Cameron*, Elastic scattering of alfa-particles by oxygen, Phys. Rev. 90 (1953) 839
- [4] *H. Fujiwara*, Spectroscopic ellipsometry: principles and applications, Maruzen Co. Ltd. Tokyo, Japan 2003
- [5] *P. Lautenschlager, M. Garriga, S. Logothetidis, and M. Cardona*, "Interband critical points of GaAs and their temperature dependence" Phys. Rev. B 35, (1987) 9174

METAMORPHIC ORDERED InAsSb ALLOYS: A NEW PLATFORM FOR TOPOLOGICAL ELECTRONICS AND IR OPTOELECTRONICS

SERGEY SUCHALKIN AND GREGORY BELENKY

*State University of New York at Stony Brook,
Stony Brook, New York, 11794-2350, USA*

Recently proposed metamorphic $\text{InSb}_x\text{As}_{1-x}/\text{InSb}_y\text{As}_{1-y}$ alloys with controllable composition ordering [1,2] manifest a new class of materials where the bandgap can be precisely engineered. While remaining viable candidates to compete with the state-of-the-art mercury-cadmium-telluride (MCT) compound materials in the field of infrared detection and imaging, the new low-bandgap InAsSb ordered alloys (OA) are a new platform for investigation of intriguing physical phenomena such as the quantum spin Hall effect and Majorana zero modes. The new materials can be the base for complex structures such as barrier heterostructures and superconductor-topological insulator proximity devices.

We present experimental and theoretical analysis of carrier energy spectrum and band structure parameters of short period metamorphic $\text{InSb}_x\text{As}_{1-x}/\text{InSb}_y\text{As}_{1-y}$ and InSb/InAsSb OA with different periods and layer thicknesses. It was shown that the SL bandgap can be varied in the range from 120meV to zero values by only changing the ordering period. Further increase of the period leads to inversion of the valence and conduction bands. Magneto-optical experiments demonstrated that almost gapless superlattices are characterized by Dirac-like carrier dispersion. Fermi velocity in these systems can be controlled by varying the overlap between the electron and hole states [3,4]. The effects of dimensional quantization, tunneling and interface scattering on the OA energy spectrum will be discussed.

- [1] *G. Belenky, D. Wang, Y. Lin, D. Donetsky, G. Kipshidze, L. Shterengas, D. Westerfeld, W. L. Sarney, S. P. Svensson, Applied Physics Letters, 102, 111108 (2013)*
- [2] *G. Belenky, Y. Lin, L. Shterengas, D. Donetski, G. Kipshidze, Suchalkin, Electronic Letters, 51, 917 (2015)*
- [3] *S. Suchalkin, G. Belenky, M. Ermolaev, S. Moon, Y. Jiang, D. Graf, D. Smirnov, B. Laikhtman, L. Shterengas, G. Kipshidze, S. P. Svensson, W.L. Sarney, Nano Letters 18, 412 (2018)*
- [4] *M. Ermolaev, S. Suchalkin, G. Belenky, S. Moon, Y. Jiang, D. Graf, D. Smirnov, B. Laikhtman, G. Kipshidze, S. P. Svensson, W.L. Sarney, submitted to Applied Physics Letters*

MODERN TRENDS IN TOPOLOGICAL MATTER: FROM TOPOLOGICAL INSULATORS AND QUANTUM SPIN HALL EFFECT TO QUANTUM ANOMALOUS HALL EFFECT AND AXION INSULATORS

E.V. CHULKOV

*Donostia International Physics Center (DIPC), Departamento de Física de Materiales UPV/EHU and CFM-MPC UPV/EHU, San Sebastián/Donostia, Spain;
Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russian Federation;
Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation*

Topological insulators (TIs) are narrow-gap semiconductors characterized by the gapless Dirac-like surface state and protected by time-reversal (TR) symmetry. Two-dimensional TIs or quantum spin Hall insulators (QSHIs) are realized in thin film insulators and possess this state at the film edge where spin transport can be effectuated. Introduction of a magnetic field (external or internal) breaks TR symmetry and causes splitting of the topological surface state at the Dirac point thus making the surface insulating. These ferromagnetic TIs realize quantum anomalous Hall effect (QAHE) in two-dimensional systems. Internal magnetic field in TIs can be created in various ways, in particular, by introducing vacancies or carbon atoms [1], doping with 3d-transition metal atoms [2], displaying magnetic semiconductors or organic overlayers as well as bulk materials on the surface of three- or two-dimensional TIs [3-5]. Magnetic field effect on the TI surface state (SS) can be also realized due to extension of the TI SS into the magnetic overlayer [6-8]. Antiferromagnetic TIs can realize such intriguing effects as magnetoelectric effect [9] and axion insulator phase [10]. Here I present and discuss recent results of the study of nonmagnetic, ferro-, and antiferro-magnetic topological insulators and heterostructures.

New method for engineering of heterostructures that results systematically in a big splitting of the Dirac cone is discussed and new perspectives for realizations of exotic topological phases are outlined.

- [1] *S. Roy et al.*, Phys. Rev. Lett. 113 (2014) 116802
- [2] *J. Henk et al.*, Phys. Rev. Lett. 109 (2012) 076801
- [3] *V.N. Men'shov et al.*, Phys. Rev. B 88 (2013) 224401
- [4] *M.M. Otrokov, E.V. Chulkov, and A. Arnau*, (2015), Phys. Rev. B 92 (2015) 165309
- [5] *S.V. Eremeev et al.*, (2013), Phys. Rev. B 88 (2013) 144430
- [6] *T. Hirahara et al.*, Nano Letters, 17, 3493 (2017)
- [7] *M.M. Otrokov et al.*, JETP Lett. 105, 297 (2017)
- [8] *M.M. Otrokov et al.*, 2D Materials, 4, 025082 (2017).
- [9] *R.S.K. Mong, A.M. Essin, and J.E. Moore*, Phys. Rev. B 81 (2010) 245209
- [10] *J. Wang, B. Lian, and S.-C. Zhang*, Phys. Rev. B 93 (2016) 045115

MORE ON ALGEBRAIC PROPERTIES OF THE DISCRETE FOURIER TRANSFORM RAISING AND LOWERING OPERATORS

NATIG M. ATAKISHIYEV

*Universidad Nacional Autonoma de Mexico
Instituto de Matematicas, Unidad Cuernavaca
Cuernavaca, 62210, Morelos, Mexico*

In the present work we discuss some additional findings concerning algebraic properties of the N-dimensional discrete Fourier transform (DFT) raising and lowering difference operators, recently introduced in [1, 2]. In particular, we argue that the most authentic symmetrical forms of discretization of the integral Fourier transform may be constructed as the discrete Fourier transforms based on the odd points N only, while in the discrete Fourier transforms on the even points N this symmetry is spontaneously broken. This heretofore undetected distinction between odd and even dimensions is shown to be intimately related with the newly revealed algebraic properties of the above-mentioned DFT raising and lowering operators and, of course, is very consistent with the well-known formula for the multiplicities of the eigenvalues, associated with the N-dimensional discrete Fourier transform.

- [1] *M.K. Atakishiyeva and N.M. Atakishiyev.* On the raising and lowering difference operators for eigenvectors of the finite Fourier transform, *Journal of Physics: Conference Series*, 597, 012012, 2015
- [2] *M.K. Atakishiyeva and N.M. Atakishiyev.* On algebraic properties of the discrete raising and lowering operators, associated with the N-dimensional discrete Fourier transform, *Advances in Dynamical Systems and Applications*, 11, No.2, pp. 81{92, 2016

**IRON BASED SUPERCONDUCTORS:
ELECTRONIC STRUCTURE, PHYSICAL PROPERTIES AND APPLICATIONS**

IMAN N. ASKERZADE

*Computer Engineering Department of Ankara University, Turkey
Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences*

The surprising discovery of superconductivity in layered Fe-based materials, with transition temperatures climbing as high as 55 K, has led to thousands of publications on this subject over the past five years. While there is general consensus on the unconventional nature of the Cooper pairing state of these systems, several central questions remain - including the role of magnetism, the nature of chemical and structural tuning, and the resultant pairing symmetry - and the search for universal properties and principles continues. This is one of the main reasons that, after only five years, we have an extensive and reliable set of thermodynamic, transport, surface and spectroscopic data with which to analyze the general and universal properties of this new class of superconductors. Soon after the discovery of superconductivity in Fe-based compounds [1], they have been indicated as the new unconventional superconductors which could compete with high-T_c cuprates for application purposes. For Fe-based materials, several common features have been identified: in general, superconductivity appears upon chemical doping of an antiferromagnetic parent compound, with an optimal doping level which yields the largest transition temperature; the parent compound is an almost compensated semimetal, whose Fermi surface fulfills the nesting condition; the presence of Fe, which is used to be considered detrimental for superconductivity, may be a crucial ingredient therein, instead and finally spin fluctuation mediated pairing has been suggested [2]. Main peculiarity of superconductivity in Fe-based compounds is related with multiband character of state [3-5].

In this presentation, we consider review of physical properties of the Fe based superconductors. The two-band Ginzburg-Landau theory, generalized for the anisotropic effective mass in different bands, is used for the calculation of different physical quantities such as specific heat jump, angular effects of upper critical field, anisotropy parameter of critical magnetic fields, fluctuation conductivity and vortex lattice structure. The results of microscopical simulations for Fermi surface of Fe based compounds are taken into account during the calculations. It is shown that presented theory is in qualitative agreement with the experimental data.

- [1] *Y. Kamihara, et al.*, J. Am. Chem. Soc. 130,3296(2008)
- [2] *I.I. Mazin, et al.*, Phys. Rev. Lett. 101,057003(2008)
- [3] *Z.A. Ren, Z.X. Zhao*, Adv. Mater. 21,4584(2009)
- [4] *I. Askerzade*, Unconventional superconductors: anisotropy and multiband effects, Springer - Verlag,177p. (2012)
- [5] *I.R. Shein, A.L. Ivanovskii*, Solid State Commun. 150,152(2010)

INFLUENCE OF NOBLE GASES IRRADIATION ON THE FORMATION OF TRANSIENT LAYERS IN MULTILAYER SYSTEMS

AFAG I. MADADZADA^{1,2}, M. KULIK^{1,3},
D. KOŁODYNSKA⁴, and E.B. ASGEROV^{1,2}

¹*Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Russia*

²*National Nuclear Research Center JSC, 370143, Baku, Azerbaijan*

³*Institute of Physics, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin Poland*

⁴*Faculty of Chemistry, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin Poland*

*d.kolodynska@poczta.umcs.lublin.pl

Multilayer systems such as SiO₂/TiO₂/Si and TiO₂/SiO₂/Si have important physical properties, including high dielectric constants, adjustable wide refractive index range, and electro-optic effects. They have been widely used in chemical sensors, in optics, microelectronics, and other fields.

In this study, multilayer systems were subjected to surface irradiation with ions of noble gases, and the atomic and chemical compositions and optical properties of the near-surface regions were investigated.

The surfaces of the samples SiO₂/TiO₂/Si, SiO₂/TiO₂/SiO₂/Si and SiO₂/TiO₂/SiO₂/TiO₂/Si were implanted with Ne⁺ and Xe⁺ ions. Atomic concentrations and depth profiles of the elements were obtained on the basis of RBS measurements.

It was found that transient layers were formed in the systems after ion implantation. Their atomic composition changed with the change of the energy and the mass of the implanted ions. Dielectric function spectra of the examined layers were determined in the energy range from 1 eV to 5 eV at room temperature. The measurements were made using the SE method. The dielectric function of the transient layers was determined using EMA approximation. The thickness of the layers determined by the SE method was in good agreement with the estimated values, obtained on the basis of measurements by RBS methods.

XPS measurement results collected for the samples implanted with Xe ions showed that the near-surface SiO concentration increases as ion energy decreases. These changes were not observed within the error limits for samples implanted with Ne ions. These differences can be explained and attributed to radiation damage, which depends on the mass of incoming ions.

**MATERIALS AND NANOSTRUCTURES FOR PLASMONICS
AT UV/VIS FREQUENCIES**

**MARCO ESPOSITO,^{a,c} DANIELA SIMEONE,^a MARIO SCUDERI,^d
IOLENA TARANTINI,^c ANGELO MELCARNE,^c GIUSEPPE CALAFIORE,^f
ANTONIO DE LUCA,^{b,e} FRANCESCO TODISCO,^{a,g} DANIELE SANVITTO,^a
STEFANO CABRINI,^f VITTORIANNA TASCO,^a ADRIANA PASSASEO^a
and MASSIMO CUSCUNÀ^a**

^a *CNR NANOTEC Institute of Nanotechnology, Via Monteroni, Lecce 73100, Italy*

^b *CNR NANOTEC Institute of Nanotechnology, Via P. Bucci, Rende 87036, Italy*

^c *University of Salento, Department of Mathematics and Physics Ennio De Giorgi,
Via Arnesano, Lecce 73100 Italy*

^d *CNR IMM Institute for Microelectronics and Microsystems, Strada VIII, Catania 95121, Italy*

^e *University of Calabria, Department of Physics, Via P. Bucci, Rende 87036, Italy*

^f *Molecular Foundry, Lawrence Berkeley National Laboratory,
One Cyclotron Road, Berkeley 94720, CA, United States*

^g *Center for Nano Optics, University of Southern Denmark,
Campusvej 55, DK-5230 Odense M, Denmark*

Metallic nanoparticles (NPs) have the remarkable ability to localize light below the diffraction limit, and get high intensity local electromagnetic (EM) fields due to the collective oscillation of the conduction electrons, known as localized surface plasmon resonances (LSPRs). Because of the enormous impact of nanoantennas in biosensing applications, [1] in advanced miniaturized photonics such as plasmonic nanolasers, [2] or in quantum electrodynamics for strong light-matter interactions with emitting molecules, [3] it is necessary to investigate and design plasmonic nanostructures capable to work in the UV/VIS spectral range. Silver [4,5] and Aluminium [6] have recently shown to be two possible candidates to cover this spectral range.

Here, we study the stability of Ag and Al upon exposure to indoor air demonstrating a completely different behavior. Ag undergoes tarnishing effect because of chemisorbed sulfur-based contaminants, that would preclude its use for plasmonic-based devices, due to a significant broadening and weakening of the LSPRs. Nevertheless, our study provides a straightforward and low-cost solution to achieve stable Ag NPs by passivating them with a self-assembled monolayer of hexanethiols. Conversely, Al forms a few nm-thick stable oxide layer almost immediately on exposure to air, that preserves the nanoparticles from further degradation, ensuring long-term durability. Therefore, several practical applications for aluminum-based nanoantennas working at UV/VIS frequencies could be envisioned. Actually, we demonstrate a controllable and reliable fabrication process of Al bowtie dimers with challenging nanogaps down to 3 nm, by combining electron and helium ion beam lithography technologies. [6] Optical investigation of the proposed

ultra-narrow gap bowtie nanoantennas highlights the possibility to observe enhanced light scattering in the visible range, of particular interest for disruptive biosensing and nanophotonics applications.

- [1] *I. Lieberman, et al.* Plasmon-Resonance-Enhanced Absorption and Circular Dichroism. *Angew. Chem.* 2008, *120* (26), 4933–4935
- [2] *A. Yang, et al.* Real-Time Tunable Lasing from Plasmonic Nanocavity Arrays. *Nat. Commun.* 2015, *6*, 6939
- [3] *F. Todisco, et al.* Toward Cavity Quantum Electrodynamics with Hybrid Photon Gap-Plasmon States. *ACS Nano* 2016, *10* (12), 11360–11368
- [4] *F. Todisco, et al.* Exciton-Plasmon Coupling Enhancement via Metal Oxidation. *ACS Nano* 2015, *9* (10), 9691–9699
- [5] *M. Scuderi, et al.* Nanoscale Study of the Tarnishing Process in Electron Beam Lithography-Fabricated Silver Nanoparticles for Plasmonic Applications. *J. Phys. Chem. C* 2016, *120* (42), 24314–24323
- [6] *D. Simeone, et al.* Tailoring Electromagnetic Hot Spots towards Visible Frequencies in Ultra-Narrow Gap Al/Al₂O₃ Bowtie Nanoantennas. *ACS Photonics* 2018, DOI: 10.1021/acsp Photonics.8b00665

EPR CHARACTERIZATION OF CONNECTIVE TISSUE DYSPLASIA FOR MEDICAL APPLICATIONS

D.Kh. KHAIBULLINA¹, M.I. IBRAGIMOVA², A.I. CHUSHNIKOV², I.V. YATSYK²,

R.G. ESIN¹, and V.Yu. PETUKHOV²

¹*Kazan State Medical Academy, Kazan, Russia*

²*Zavoisky Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center of RAS,*

Vatutina 13, 420064 Kazan, Russia

dina.khaibullina@mail.ru

Connective tissue dysplasia is a multi-organ and multi-system pathology with progressive clinical course. The prevalence of this pathology in the population according to various authors varies from 26 to 80 %. Despite the considerable progress of clinical medicine in the diagnosis and treatment of this disease, its pathogenesis is still not fully installed. According to modern concepts the trace elements play an important role in the development and implementation of clinical manifestations of connective tissue dysplasia. In particular, the special role is given to magnesium ions. This fact comes from a physiological point of view that the main part of Mg^{2+} is concentrated in bone, tooth enamel and in tissues with high metabolic activity (brain, heart *et al.*). At the same time, there are no practically any data on the impact of other trace elements to the pathogenesis of connective tissue dysplasia inside the human organism.

At present work X-band EPR study of blood serum samples collected from patients with back pain related to connective tissue dysplasia (n=17) and controls (volunteers of adult outpatient department, n=3) was carried out in the temperature range 5–80 K using the spectrometer *Bruker EMX-300*. EPR spectra gives the possibility for obtaining the quantitative information about such ions as Cu^{2+} in ceruloplasmin (Cp) and Fe^{3+} in transferrin.

In all patients EPR serum blood spectra the high level of Cu^{2+} - Cp was revealed. It must be emphasized that all patient's blood parameters such as the rate of blood sedimentation, C-reactive protein, rheumatoid factor (all of them are the characteristics of inflammatory process in the body) were in the normal range. At the same time, it is now established that the concentration of Cp in the serum increased in acute and chronic inflammatory processes. The increased level of the Cp indicates tissue damage and infections as well. It should also be noted that in some cases were registered the changes in Cu^{2+} - Cp shape line. For such patients the changes in Cu^{2+} - Cp shape line were correlated with biochemical parameters as elevated levels of the type I collagen (b-cross-laps) in the serum and secretions of deoxypyridinoline in urine. We think that in the pathogenesis of connective tissue dysplasia the role of copper is undervalued and requires further research. The data obtained will certainly be of interest for medical applications.

К ВОПРОСУ ОБ АНОМАЛИЯХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В СЛОИСТЫХ МОНОСЕЛЕНИДАХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ $A^{III}B^{VI}$

А.Ш. АБДИНОВ¹, Р.Ф. БАБАЕВА²

¹Бакинский Государственный Университет

Азербайджанская Республика, Az 1145, г. Баку, ул. З.Халилова, 23

²Азербайджанский Государственный Экономический Университет (UNEC)

Азербайджанская Республика, Az 1001, г. Баку, ул. Истиглалият, 6

babaeva-rena@yandex.ru

В диапазоне $T \approx (77 \div 450)$ К исследована температурная зависимость удельной электропроводности (σ), коэффициента Холла (R_H) и подвижности свободных носителей заряда (μ) в слоистых моноселенидах полупроводниковых соединений $A^{III}B^{VI}$ (моноселенидов галлия и индия) с различным технологическим происхождением. Установлено, что с понижением температуры от 300 К до 77 К в исследуемых образцах значение R_H почти не меняются, а величина σ и μ - сильно уменьшаются. Причем ход кривых зависимостей $\sigma(T)$ и $\mu(T)$ при этом почти совпадает. В монокристаллах обоих полупроводников в области низких температур (при $T \leq (200 \div 230)$ К, в зависимости от величины σ обнаружен аномальный характер зависимости подвижности свободных носителей заряда от исходного (имеющего место при 77 К) значения удельной проводимости образца. В частности, μ с повышением температуры увеличивается по активационному закону.

Показано, что обнаруженные в области температур $T \leq (200 \div 230)$ К аномалии электрофизических параметров, в том числе подвижности свободных носителей заряда в высокоомных монокристаллах исследуемых полупроводников не могут объясняться лишь в рамках теории о подвижности в квазиупорядоченных кристаллических полупроводниках. В низкоомных монокристаллах при всех рассмотренных температурах, а также во всех изучаемых кристаллах в области высоких температур - зависимость $\mu(T)$ подчиняется закономерности, которая характерна квазиупорядоченным кристаллическим полупроводникам при доминировании рассеяния свободных носителей заряда на акустических колебаниях решетки. Наблюдаемые аномалии электрофизических параметров, прежде всего, связаны с наличием в их свободных энергетических зонах дрейфовых барьеров с высотой ($\Delta \epsilon_i$) при 77 К для различных образцов (в зависимости от исходного значения σ) кристаллов селенида галлия и индия $\sim 0.05 \div 0.15$ эВ и $\sim 0.10 \div 0.20$ эВ, соответственно.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА НЕРЕЛАКСИРОВАННОЙ ГЕТЕРОЭПИТАКСИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$

**Н.А. АБДУЛЛАЕВ¹, Г.Л. АрьфвшмфКИЙ², Г. КИПШИДЗЕ², О.А. АЛИЕВ¹,
Х.В. АЛИГУЛИЕВА¹, К.М. ДЖАФАРЛИ¹, К.Ш. КАХРАМАНОВ¹,
Н.Т. МАМЕДОВ¹, В.Н. ЗВЕРЕВ³**

¹*Институт физики НАН Азербайджана, Az-1143 Баку, Азербайджан*

²*Stony Brook Unversty, Stony Brook, New York 11794, USA*

³*Институт физики твёрдого тела РАН, 142432, Черноголовка, Россия*
abnadir@physics.ab.az

Нерелаксированные слои твёрдого раствора $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($x=0,43$ и $x=0,38$) были получены методом молекулярно-лучевой эпитаксии с использованием градиентных буферов GaInSb и AlGaInSb [1]. Высокое качество полученных тонких пленок подтверждается результатами исследований высокоразрешающей рентгеновской дифракции и микро-рамановского рассеяния [2].

Исследования электропроводности проводились в широкой области температур 5-300К. Из температурных исследований сопротивления выявлен активационный характер зависимости сопротивления от температуры и для соединения $\text{InAs}_{0,57}\text{Sb}_{0,43}$, энергия активации составляла 120meV, что согласуется с данными о ширине запрещённой зоны из оптических измерений [1].

Гальваномагнитные измерения проводились при температуре 5К и в магнитных полях вплоть до 8Т. Из данных измерений эффекта Холла выявлен электронный характер проводимости с концентрацией электронов $n=6 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ (для $\text{InAs}_{0,62}\text{Sb}_{0,38}$) и $n=5 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ (для $\text{InAs}_{0,57}\text{Sb}_{0,43}$). Как видно, с увеличением содержания атомов Sb концентрация электронов в твёрдом растворе $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ уменьшается.

Исследования магнитосопротивления выявили большое положительное магнитосопротивление в гетероэпитаксиальных структурах $\text{InAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($x=0,43$ и $x=0,38$): при величине магнитного поля $B=7\text{T}$ сопротивление возрастает почти 13 раз, т.е. $\Delta\rho/\rho=12$. Это свидетельствует о высокой подвижности носителей заряда – электронов. Кроме того, на полевой зависимости магнитосопротивления наблюдаются биения, характерные для осцилляций Шубникова-де Газа.

Проведен Фурье-анализ осцилляций магнитосопротивления. Оцененная из периода осцилляций магнитосопротивления величина концентрации носителей заряда оказалась примерно равной $n=10^{17} \text{ cm}^{-3}$, что удовлетворительно согласуется с данными по измерению эффекта Холла.

Работа выполнена при финансовой поддержке US National Science Foundation (Grant No DMR1160843) и Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской республики (грант № EIF/MQM/Elm-Tehsil-1-2016-1(26))-71/16/1).

- [1] *G.L. Belenky, D. Donetsky, G. Kipshidze, D. Wang, L. Shterengas, W.L. Sarney, S.P. Svensson.* Appl. Phys. Lett., 2011, 99, 141116.
- [2] *R.R. Guseynov, V.A. Tanriverdiyev, G. Kipshidze, Y.N. Aliyeva, Kh.V. Aliguliyeva, N.A. Abdullayev, N.T. Mamedov.* Semiconductors, 2017, 51, 524.

Ce₂SnSe₄ BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRİK VƏ İSTİLİKKEÇİRİCİLİYİ

V.Ə. ABDURAHMANOVA¹, N.M. ABDULLAYEV¹, H.M. ƏSKƏROV¹, Ş.S. İSMAYİLOV²

¹. AMEA H.B.Abdullayev Fizika İnstitutu

². AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu
abdurrahman.vafa@gmail.com

Ce₂SnSe₄ birləşməsində elektrik və istilik keçiriciliyini ölçülmüsdür. Təcrübələr T=77-850 K temperatur intervalında aparılmışdır. Ce₂SnSe₄ birləşməsi SnSe-Ce₂Se₃ kəsiyində 1:1 nisbətində alınır. Müəyyən olunmuşdur ki, Ce₂SnSe₄ birləşməsi kristallaşdığı zaman T=825⁰C temperaturunda parçalanma baş verir. Buna görə sintezdən sonra yenidən toz halına gətirilmiş və presləmə üsulu ilə onun kristalı alınmışdır. Nümunənin fiziki-kimyəvi analizi edilmişdir: rentgenfaza analizi, DTA, sıxlığı təyin edilmişdir. Alınan nəticələr Ce₂SnSe₄ monokristalının tam stexiometrik tərkibə uyğun olduğu müəyyən edilmişdir.

Müəyyən olunmuşdur ki elektrik keçiriciliyi 4 dəfə azalmışdır ($\sigma_{\text{SnSe}}=14,0 \text{ Om}^{-1}\text{sm}^{-1}$), T=300-420K temperatur intervalında 1-ci akseptor səviyyəsinin aktivləşmə enerjisi $\varepsilon_1 \approx 0,29 \text{ eV}$ tərtibindədir və T-nin sonrakı artımında daha dərinə yerləşmiş 2-ci akseptor zolağının həyəcanlanması hesabına σ -nın qiyməti sürətlə artır ($\varepsilon_2 \approx 0,8 \text{ eV}$) və məxsusi keçiricilik oblastına yaxınlaşır (T>625). $\sigma(T)$ asılılığının analizi göstərir ki, Ce₂SnSe₄ birləşməsinin termik qadağan olunmuş zonasının qiyməti $\Delta\varepsilon_g \approx 0,88 \text{ eV}$ tərtibindədir və elektrik keçiriciliyinin mexanizmi bir növ zonalar arası sıçrayışlı keçidlər hesabına baş verir. Lorens ədədinin $L_0=2,45 \cdot 10^{-8} \text{ Vt} \cdot \text{Om}/\text{K}^{-2}$ qiymətindən istifadə etməklə müxtəlif temperaturlar üçün elektron keçiriciliyinin (χ_{el}) qiyməti təyin olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, T=300K-də χ_{el} ümumi istilikkeçiriciliyin 0,14% -ni təşkil edir və temperaturun artması ilə T \geq 620K-də $\chi_{el} \approx 0,41\%$ artır. Müxtəlif temperaturlar üçün $\chi_q = \chi_0 - \chi_{el}$ hesablanmış və müəyyən olunmuşdur ki, χ -nın qiyməti temperaturun artması ilə tədqiqat apardığımız temperatur intervalında T \leq 700K-ə qədər mütənasib azalır. Ce₂SnSe₄ kristalında fononların əsasən nöqtəvi defektlərdən səpilməsi üstünlük təşkil edir. T \geq 700K-də bipolar diffuziyanın intensivləşməsi hesabına istilik müqavimətinin xətti asılılığı qismən pozulur və maddənin istilikkeçiriciliyi artır.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И КОММУТАЦИИ ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕРМОЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХАЛЬКОГЕНИДОВ ВИСМУТА И СУРЬМЫ

А.А. МАГЕРРАМОВ, Ф.Х. МАМЕДОВ, К.Г. ХАЛИЛОВА
Институт Физики им Г.М. Абдуллаева НАН Азербайджана, Баку
aydinm842@yandex.ru

Рассмотрена возможность применения технологий осаждения металлических покрытий для формирования низкоомных защитных покрытий в зоне контакта металла токоведущей шины с ветвями термоэлемента.

Метод пайки, используемый при сборке охлаждающего термопреобразователя, способствует активизации химического взаимодействия или диффузионных процессов на контактах припой-полупроводник и припой-металл. В случае же изготовления термопреобразователя для работы в вакууме, проводится его обезгаживание под откачкой при температуре до 420К. Очевидно, что в этом случае процессы химического взаимодействия припоя в областях контакта как с полупроводником, так и с металлом токоведущей шины, резко активизируются. Предотвратить вышеуказанные процессы возможно путем нанесения на контактирующие поверхности антидиффузионных слоёв, которые должны смачиваться известными припоями. В практике, нанесение антидиффузионных слоёв проводят как методами электрохимического или химического осаждения, так и вакуумного распыления. Каждый из этих методов имеет свои положительные и отрицательные стороны.

Повышение толщины антидиффузионного металлического покрытия возможно путём нанесения последовательно на торцы ветвей термоэлементов двух металлических плёнок. При таком подходе в качестве первой плёнки, покрывающей торцы ветвей термоэлементов, можно использовать тугоплавкие металлы, например хром, химически менее инертные к материалу ветвей термопреобразователя при температурах, необходимых для технологических операций над охладителем, а в качестве второго покрытия - никель, который хорошо смачивается известными припоями. Для предварительной оценки начала химического взаимодействия материалов ветвей термоэлементов на основании халькогенидов висмута и сурьмы с никелем и хромом, методом дифференциально-термического анализа (ДТА) проведена запись нагревания смесей порошков «п» - $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,88}\text{Se}_{0,12}$ и «р» - $\text{Sb}_{1,5}\text{Bi}_{0,5}\text{Te}_3$ с порошками никеля и хрома.

По предложенному способу были изготовлены экспериментальные термоэлементы из зонно-направленных кристаллов «п» - $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,88}\text{Se}_{0,12}$ и «р» - $\text{Sb}_{1,5}\text{Bi}_{0,5}\text{Te}_3$,

СПЕКТР ПРОПУСКАНИЯ $\text{Bi}_2\text{Se}_3\langle\text{Se}\rangle$

С.Р. АЗИМОВА, И. КАСЫМОГЛЫ, Н.А. АБДУЛЛАЕВ,

К.Ш. КАХРАМАНОВ, Н.М. АБДУЛЛАЕВ

*Институт Физики им Г.М. Абдуллаева НАН Азербайджана, Баку
sevinc_azimova_82@mail.ru*

В докладе рассмотрены оптические процессы на поверхности тонких пленок Bi_2Se_3 и их спектры пропускания.

Особенностью зарождения новой фазы на поверхности подложек из $\text{A}_2^{\text{V}}\text{B}_3^{\text{VI}}$ по сравнению с гомогенным образованием являются различные дефекты: точечные и линейные.

Поверхности даже идеальных кристаллов, имеющие *небольшое* отклонение от плотноупакованной ориентации, являются ступенчатыми, поверхностными вакансиями, выходом дислокаций, межзеренными границами и наноструктурами. Наноструктуры служат ориентирующими центрами при росте пленок и являются рассеивающими центрами света. Поверхность вносит существенное разнообразие в механизмы роста зародышей. На поверхности различают следующие основные способы миграции атомов и распространения энергии:

- трехмерная или объемная диффузия атомов и трехмерный отвод тепла;
- одномерная диффузия атомов вдоль ступеней подложки.

Электронно-микроскопические изображения получали на АСМ марки ИС-AFM. Рентген - дифракционные (РД) исследования проводились на установке марки Philips Panalytical. Приготовление чистой поверхности путем скола специальными инструментами осуществлялось вдоль базисной плоскости (0001). Для всех легированных образцов помимо АСМ - изображения поверхности (0001) $\text{A}_2^{\text{V}}\text{B}_3^{\text{VI}}$ в 3D масштабе исследованы АСМ - изображения в 2D масштабе, функции распределения наночастиц с одинаковыми размерами, плотность распределения наноплашек на поверхности (0001) по высоте.

В монокристаллах $\text{Bi}_2\text{Se}_3\langle\text{Se}\rangle$ между слоями $\text{Te}^{(2)}$ - $\text{Te}^{(1)}$ получены наноструктуры, имеющие наноразмеры 5-20нм и влияющие на коэффициент пропускания в длинноволновой области λ (750 ÷ 900нм).

CİGSS ƏSASLI KONSENTRATORLU GÜNƏŞ ÇEVİRİCİLƏRİ

N.N. ABDULZADƏ¹, V.M. ANDREEV², D.A. ƏHMƏDOVA¹, N.N. MURSAKULOV¹,
Ç.Ə. SƏBZƏLİYEV¹, M. YAKUŞEV³

¹ AMEA-nın H.M Abdullayev adına Fizika İnstitutu

² A.F.Ioffe adına FTİ, Sankt-Peterburq

³ Fizika Bölümü, SUPA, Strathclyde Universiteti, Glasgow G4 0NG, Birləşmiş Krallıq
nmursakulov@physics.ab.az

İşdə göstərilmişdir ki, maqnit sistemləri sürüşdürülmüş iki maqnetrondan isti-fadə etməklə maqnetron tozlandırılması və MOCVD texnologiyalarının inteqrasiyası vasitəsi ilə I-III-VI (Cu(InGa)(SeS) (CİGSS), III-V (GaAlAs , GaInP və digərləri) və IV (Ge, Si) əsaslı yüksək effektivliyə malik çoxkaskadlı konsentratorlu günəş elementlərinin alınması mümkündür.

Maqnit sistemləri sürüşdürülmüş iki maqnetrondan istifadə etməklə maqnetron tozlandırılması üsulu ilə qadağan olma oblastının təbəqənin qa-lınlığının artması istiqamətində sabit və ya varizon şəkildə alınması mümkünlüyü I-III-VI nazik təbəqələrinin çoxkaskadlı, mürəkkəb strukturlu günəş elementlərində aktiv uducu rol oynaması daha məqsədəuyğundur. MOCVD texnologiyası vasitəsi III-V birləşmələrinin istənilən konsentrasiyaya malik epitaksial təbəqələrinin alınması mümkünlüyü onun vasitəsi ilə çoxkaskadlı strukturlarda kaskadlar arası kommu-tasiya elementlərinin yaradılması üçün istifadə edilir. III-V materiallarına nisbətən I-III-VI materialı hesabına aktiv təbəqədə optik udma əmsalının artırılması və xüsusi müqavimətin azalması sayəsində günəş elementlərinin effektivliyinin xeyli artmasına, həmçinin günəş elementinin maya dəyərinin kəskin şəkildə aşağı düşməsinə gətirib çıxarır. Konsentrator- foto-elektrik çevirici (FEÇ) cütünün optik oxu günəşə istiqamətlənməlidir. Bu zaman konsentrasiya etmənin tərtibi 500-1000 və daha çox olan zaman element-günəş cütünün qarşılıqlı uzlaşmasının həndəsi dəqiqliyi və günəşi izləmənin bucaq dəqiqliyi çox yüksək olur. Əhəmiyyətli dərəcədə yüksək konsentrasiya edilmiş günəş şüaları ilə işləyən FEÇ-nin istehsalının inkişaf etdirilməsi başqa tip çeviricilərə nisbətən FİƏ-nin 2-3 dəfədən çox olması, və FEÇ-i üçün işlənən yarımkeçirici materialların istifadəsinin kəskin dərəcədə aşağı salınması, işıqlı gün ərzində qurğunun həmişə günəşə tərəf istiqamətlənməsi hesabına daha da çox elektrik enerjisi istehsal etməsidir.

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Н.Н. АБДУЛЗАДЕ, Д.А. АХМЕДОВА, Н.Н. МУРСАКУЛОВ

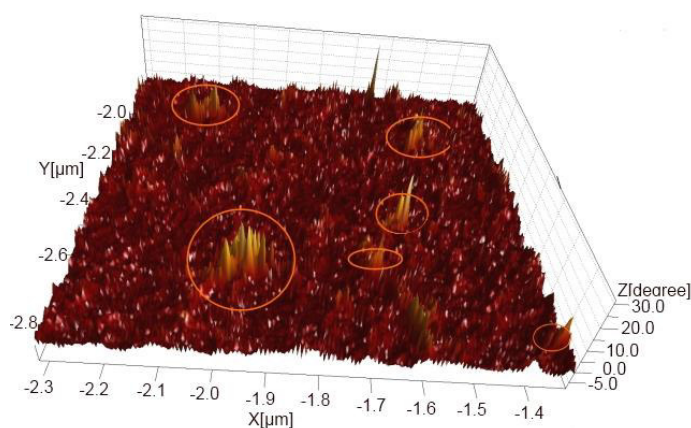
AMEA-nin H.M Abdullayev adına Fizika Institutu

nnmursakulov@physics.ab.az

Методом магнетронного распыления в атмосфере аргона на стеклянной подложке выращены тонкопленочные структуры $\text{Mo}/\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4/\text{CdS}/\text{Mo}$. Исследованы поверхностный рельеф и наноструктура пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ (CZTSe).

Пленки $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ (CZTSe) были получены толщиной 50-150 нм. Сделаны сравнительный анализ морфологии пленок, полученных непосредственно на стеклянной

подложке и на поверхности нижней металлической тонкой пленки из молибдена. Известно, что как электрические (например, удельная проводимость) и оптические свойства (коэффициенты отражения и поглощения) CZTSe зависят как от толщины пленки, так и от поведения проводимости с особенностями рельефа поверхности.



Целью данной работы является выявление активных поверхностных nano объектов методом атомно-силовой микроскопии. Рассмотрены поверхностные nano островки пленок CZTSe, полученных как на стеклянных подложках, так и на предварительно нанесенном на стекло пленке Mo. Получены следующие структуры: а) на поверхности CZTSe выявлены nano объекты с различным пространственным расположением nano островков (НО) регулярных равных высот - 5-10 нм; б) диффузионное – сконцентрированные НО с высотами более 15 нм. Установлено, что диффузионные процессы в виде коалесценции приводят к сближению отдельных малых наночастиц и образованию контактов между ними; могут взаимодействовать два, три и более НО. Все изложенное продемонстрировано на рисунке.

Работа поддержана фондом УНТЦ (проект № 6148).

**УСЛОВИЯ РОСТА ПОЛНОСТЬЮ ОДНОРОДНЫХ МОНОКРИСТАЛЛОВ
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ Ga и Sb В
МОНОКРИСТАЛЛАХ Ge-Si, ВЫРАЩЕННЫХ МЕТОДОМ ДВОЙНОЙ
ПОДПИТКИ РАСПЛАВА**

З.А. АГАМАЛИЕВ, Э.М. ИСЛАМЗАДЕ, Г.Х. АЖДАРОВ

Институт Физики НАН Азербайджана

zangi@physics.ab.az

В настоящей работе в пфанновском приближении решены теоретические задачи по распределению примесей Ga и Sb в однородных по составу основных компонентов монокристаллах Si-Ge, выращенных инновационным методом двойной подпитки расплава.

Цель работы: установление возможностей метода двойной подпитки для выращивания однородных монокристаллов системы Ge-Si с заданным составом основных компонентов и аксиальным концентрационным профилем примесей Ga и Sb.

Представлена концептуальная схема и описан метод выращивания и легирования кристаллов твердых растворов Ge-Si путём двойной подпитки расплава. С момента начала роста монокристалла из расплава Ge-Si<Ga, Sb> заданного состава, в него одновременно вводятся стержни из чистого Si и Ge.

При соответствующем подборе соотношения скоростей кристаллизации и подпитки расплава, концентрация основных компонентов (Ge и Si) в расплаве остается постоянной.

Представлены характерные кривые зависимости концентрации примесей Ga и Sb вдоль кристаллов $Ge_{0.75}Si_{0.25}$, выращенных методом двойной подпитки. Расчеты проведены для 5-ти различных режимов подпитывания расплава, обеспечивающих рост кристаллов с заданным составом основных компонентов. Особого внимания заслуживает возможность получения полностью однородных кристаллов твердых растворов $Ge_{1-x}Si_x$ как по составу основных компонентов, так и по концентрационному профилю примесей в матрице.

ПОДВИЖНОСТЬ СВОБОДНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В КРИСТАЛЛАХ $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ ($0 \leq x \leq 0.30$), КОМПЛЕКСНО-ЛЕГИРОВАННЫХ ПРИМЕСЯМИ Ga, Sb и Ni

З.А. АГАМАЛИЕВ

Бакинский Государственный Университет

zohrab@physics.ab.az

В настоящей работе представлены данные по результатам исследований температурных зависимостей подвижностей электронов (μ_e) и дырок (μ_h) в комплексно-легированных кристаллах $\text{Ge}\langle\text{Ga,Sb,Ni}\rangle$ и $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x \langle\text{Ga,Sb,Ni}\rangle$ ($0 < x \leq 0.30$) с учетом двукратного акцепторного действия примеси никеля и возникновения дополнительных термоиндуцированных акцепторных комплексов (АК) в матрицах.

Цель работы: определение экспериментальных температурных зависимостей μ_e и μ_h в комплексно-легированных примесями $\langle\text{Ga,Sb,Ni}\rangle$ кристаллах $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x$ ($0 \leq x \leq 0.30$) в интервале 77-300К и установление возможности количественной интерпретации полученных результатов в рамках существующих теорий и представлений, с учетом спектра основных энергетических состояний указанных примесей и дополнительных АК в запрещенной зоне кристаллов.

По данным температурных зависимостей коэффициента Холла и электропроводности Ge и комплексно-легированных кристаллов $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x \langle\text{Ga, Sb, Ni}\rangle$ ($0 < x \leq 0.30$) определены омические подвижности электронов и дырок в интервале 77-300К. Порядок концентрации мелких примесей (Ga, Sb) в матрице составлял $\sim 10^{16} \text{см}^{-3}$. Показано, что данные по подвижности свободных носителей заряда в кристаллах $\text{Ge}_{1-x}\text{Si}_x \langle\text{Ga, Sb, Ni}\rangle$, после термообработки образцов при 1000-1050К, приводящей к возникновению дополнительных АК, удовлетворительно согласуются с расчётными, полученными в рамках существующих теорий и представлений, с учётом рассеяния электронов и дырок на фонах, беспорядках сплава и ионизированных примесных центрах.

KRAMERS-KRONIG ANALYSIS OF DIFFUSE REFLECTANCE SPECTRA OF $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ FERRITES

Sh.A. AHMADOVA, A.A. SADIGOVA, Sh.N. ALIYEVA, T.R. MEHDIYEV

G.M. Abdullayev Institute of Physics of NASA

Azerbaijan AZ-1143, Baku, H. Javid ave., 131

The results of the analysis of infrared spectra $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ ferrite are presented [1] by Kramers - Kronig. The spectra of n , k , ϵ_i , ϵ_r , $\text{Im}(\epsilon^{-1})$ are calculated. As is known, the process involves the addition of ions Zn to the structure of zinc-nickel ferrite in the form $(\text{Zn}_x^{2+}\text{Fe}_{1-x}^{3+})[\text{Ni}_{1-x}^{2+}\text{Fe}_{1+x}^{3+}]\text{O}_4$, where there is change in the zinc in the substrate to the coherent change of Fe in A- and B-sublattices and Ni in B. On the sublattice, the ion junctions are derived from the A sublattice of the subgroup of Ni octahedral voids, thereby forming the FeO_6 complex. Precisely, this process is accompanied by changes in charge and spins distributions, and, consequently, with superfluous and double bonded interconnections of cation nickel and glue. It is shown that the observed spectra of spectra are reflected by the ferrite correlation with the Ni^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} and Fe^{3+} concentrations in the different concentrations.

This work was supported by the Science Development Foundation under The President of the Republic of Azerbaijan-Grant № EIF-BGM-3-BRFTF-2+/2017-15/04/1.

- [1] A.A. Sadigova, S.A. Ahmadova, Sh.N. Aliyeva, T.R. Mehdiyev, IR Diffuse Reflectance Spectra of Nanopowders of $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ Ferrites, AJP Fizika XXIV, 2018, s.26.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ $TlInTe_2-TlYbTe_2$

А.М. АХМЕДОВА

Азербайджанский Государственный Экономический Университет
arzu.70@bk.ru

В настоящем докладе проведено исследования электрофизических свойств твердых растворов системы $TlInTe_2-TlYbTe_2$ в широком интервале температур.

Установлено, что в системе $TlInTe_2-TlYbTe_2$ существует область растворимости до 12 моль% $TlInTe_2$ при 300К. Твердые растворы $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$, как и исходное тройное соединение $TlInTe_2$, кристаллизуются в тетрагональной сингонии. С целью выяснения влияния редко земельных элементов на фазовые переходы в решетке $TlInTe_2$, было исследовано тепловое расширение твердых растворов $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ в интервале температур 77-400К. Показано, что при переходе от $TlInTe_2$ к твердым растворам на его основе фазовый переход не наблюдается. Электропроводность, эффект Холла и термо э.д.с. измеряли при 300-1000 К.

Полученные результаты указывают на полупроводниковый характер проводимости твердых растворов $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ р-типа в исследуемом интервале температур. Температурные зависимости электропроводности и коэффициента Холла твердых растворов оказались сложными. Максимумы электропроводности наблюдались при температурах ~700, 715, 750 К, для твердых растворов $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$, где $x=0,01, 0,04, 0,09$, соответственно. С дальнейшим повышением температуры σ уменьшается, достигая минимума, снова резко растет. Такое поведение электропроводности в твердых растворах $TlIn_{1-x}Yb_xTe_2$ может быть связано с прыжковой проводимостью по примесям в «хвосте» локализованных состояний у дна зоны проводимости.

При исследовании электрофизических свойств твердых растворов системы $TlInTe_2-TlYbTe_2$ показано, что в области растворимости при частичном замещении атомов индия атомами иттербия ширина запрещенной зоны уменьшается по закону аддитивности.

NEUTRON DIFFRACTION STUDY OF $\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$, $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$, $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Te}_{30}$ CHALCOGENIDE GLASSES

R. I. ALEKBEROV^a, A. I. ISAYEV^a, S. I. MEKHTIYEVA^a, M. FÁBIÁN^{b,c}

^aInstitute of Physics named after academician G.M. Abdullayev's of Azerbaijan National Academy of Sciences, G. Javid ave 131, AZ1143 Baku, Azerbaijan

^bCentre for Energy Research, P.O.B. 49, H-1525 Budapest, Hungary

*^cWigner Research Centre for Physics, P.O.B. 49, H-1525 Budapest, Hungary
Rahim-14@mail.ru*

The chalcogenide glassy semiconductors (CGS) are characterized by unique physical properties. Such materials are transparent in the visible and near IR region of the spectrum, have high photosensitivity and optical nonlinearity.

In this work the partial, total and average coordination number of atoms and their neighbor distributions has been determined by the neutron diffraction method and application of the Reverse Monte Carlo modeling for experimental data in $\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$, $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$ and $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Te}_{30}$ chalcogenide glasses. The total coordination number of the arsenic and chalcogen atoms is 3 and 2 for all compounds. The average coordination number is 2.4, i.e. the 8-N rule is performed and main structural element is AsSe_3 type pyramids, where depending on the chemical composition is replaced by S or Te atoms. The proportion of homopolar bonds is significant in $\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$, $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$ compositions, but sharply decreases in $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Te}_{30}$. Neighbor distances between arsenic and selenium atoms in all compositions are the same within error: 2.35 Å (Se-Se); 2.45 Å (As-As) and 2.40 Å (As-Se). The existence of the medium range order (MRO) is proved by the analysis of the total and partial pair structural factors and correlation functions in above mentioned compositions. The geometric dimensions of the MRO area, i.e. the quasiperiodic of density fluctuations in MRO area and size of nano-voids have determined within Elliott's void-based model. Change of the optical and energy parameters has established by analysis of the optical transmission spectra depending on the chemical composition.

ТЕРМООБРАБОТКА АМОРФНЫХ ПЛЁНОК $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$, ПОЛУЧАЕМЫХ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Э.Ш. АЛЕКПЕРОВ¹, А.М. НАЗАРОВ²

¹Бакинский Государственный Университет

AZ1148 Азербайджан, Баку ул. Акад.З. Халилов-23

²Институт Физики НАНА AZ 1143 Азербайджан Баку пр. Г. Джавид-131

alekperoveldar@mail.ru

Рассмотрено влияние легирования атомов олова в электрическом поле в указанном концентрационном интервале на термическую устойчивость и кинетические параметры кристаллизации пленок $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ ($x=0.02\div 0.09$), существующих в трёх модификациях.

Температура кристаллизации аморфных пленок $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ варьировалась в следующих пределах $383 \div 455$, $358 \div 428$ и $370 \div 438$ К, что соответствует моноклинной, тетрагональной и ромбической сингониям. Исследуемые пленки в специальных углеродных капсулах, были защищены от окисления и реиспарения при переносе их в колонну электронографа. Плёнки осаждались на подложку KCl.

Изучена кинетика кристаллизации аморфных плёнок $TlIn_{1-x}Sn_xS_2$ для трёх модификаций. Получены изотермические кинематические электронограммы и проведена их интерпретация. Кристаллизующиеся плёнки соответствуют моноклинной фазе. Проведены измерения интенсивности, радиуса и ширины рефлексов и т.д. Указанные измерения проведены и для тетрагональной и ромбической сингоний исследуемого соединения. Построенные изотермы для трёх сингоний были сопоставлены с аналитическим выражением для кинетических кривых фазовых превращений $V_t = V_0[1 - \exp(-kt^m)]$. Установлено увеличение диапазона температур кристаллизации аморфных пленок до 70°C . Электрическое поле в отличие от примеси, повышающей температуру кристаллизации, понижает её на 10-15%. Выявлено, что в процессе фазового перехода в исследуемом интервале температур имеет место трёхмерный рост кристалликов. В кристаллических пленках, полученных после фазового перехода, параметры решётки элементарных ячеек увеличиваются соответственно сингониям в указанном составе (при $x=0.02\div 0.09$) на 5÷6%. В исследуемых плёнках наблюдается нарушение закона Вегаарда при значениях $x=0.05\div 0.07$, т.е. наблюдается резкий скачок в параметрах решётки. При легировании в постоянном электрическом поле $TlInS_2$ с примесью Sn, обнаруживаемое изменение энергии активации и параметров решётки при неизменной пространственной группе симметрии с учетом распределений электрического поля и олова, их ионных радиусов, координационных чисел, аддитивности радиусов атомов и т.д. следует считать закономерным.

ФОТОДИОДЫ НА ОСНОВЕ $Cd_xHg_{1-x}Te$ С ГРАДИЕНТОМ КОНЦЕНТРАЦИИ НОСИТЕЛЕЙ

А.А. АЛИЕВ, Н.Д. ИСМАЙЛОВ, Р.И. МУХТАРОВА, А.А. РАДЖАБЛИ

Институт Физики НАНА, Баку, Азербайджан
altriple.az@gmail.com

Фотодиоды на основе $Cd_xHg_{1-x}Te$ являются важнейшим элементом инфракрасной техники и широко применяются в аппаратуре гражданского и специального назначения. Однако, дефекты, сопровождающие процессы ионного травления и легирования, широко применяющиеся в технологическом цикле создания приборов, приводят к росту токов утечки и являются причиной ухудшения параметров фотоприемников, разрабатываемых на основе твердых растворов $Cd_xHg_{1-x}Te$. Распространение получило неоднородное легирование, характеризующееся повышением концентрации в приконтактной области, с целью уменьшения термической генерации вокруг омического контакта. Однако, происходящее при этом повышение барьера для носителей имеет порядок kT , что не позволяет значительно уменьшить эту компоненту темнового тока. В то же время очень мало изучено влияние градиента концентрации носителей за пределами области p-n перехода на параметры важнейшего класса ИК-фотодетекторов – фотодиодов на основе твердых растворов $Cd_xHg_{1-x}Te$. А между тем известно, градиентное легирование базы фотодиода может способствовать существенному улучшению параметров приборов на основе барьерных структур.

Исходя из этого решением уравнения непрерывности были получены выражения для темного и фототоков для фотодиода с экспоненциальным градиентом носителей заряда, а также генерационно-рекомбинационного и туннельных токов, дифференциального сопротивления, емкости в применении к узкозонным полупроводникам типа $Cd_xHg_{1-x}Te$. Из анализа полученных выражений видно, что темновой ток уменьшается с ростом градиента концентрации, который также приводит к снижению влияния поверхностной рекомбинации. Показано, что генерационно-рекомбинационный шум обратно пропорционален кубическому корню показателя экспоненты, а рост туннельных токов нивелируется уменьшением диффузионно-дрейфовых и генерационно-рекомбинационных токов, небольшой контактной разностью потенциалов и благодаря встроенному полю не высокими рабочими напряжениями. Из расчетных зависимостей темнового и фототоков следует, что улучшение параметра наблюдается больших значениях скорости поверхностной рекомбинации.

Результаты экспериментальных измерений темновых и фототоков фотодиодов $Cd_xHg_{1-x}Te$ ($x=0,2-0,3$) с достаточной точностью совпадают с расчетными.

ПЕРЕХОДЫ ВЕРВЕЯ В СПЕКТРАХ РАМАН РАССЕЯНИЯ НАНОПЛЕНОК (Ni-Zn) ФЕРРИТОВ

Ш.Н. АЛИЕВА, И.Ф. ЮСИБОВА, Т.Р. МЕХТИЕВ

*Институт Физики НАНА,
пр. Г. Джавида 131, AZ-1143, Баку, Азербайджан
Shahla-aliyeva22@rambler.ru*

Спектры Раман рассеяния тонких пленок $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ содержат две группы максимумов. Первая группа соответствует хорошо известным колебаниям кристаллической решетки [1]. Анализ полученных результатов позволяет предположить, что формируемый в результате электронной делокализации d-электрона Fe^{2+} иона на два ближайших Fe^{3+} иона анизотропный магнитный полярон малого радиуса, является причиной возникновения второй группы спектральных максимумов. Изменение толщины тонкой пленки вдоль волны зарядовой плотности, то есть в направлении [001], совместно с орбитальным упорядочением приводит к „выталкиванию“ заряда на поверхность пленки и энергия $\sim 0,11$ eV, соответствующая сильному максимуму второй группы Раман спектра представляет зарядовую щель между узлами катионов Fe^{2+} и Fe^{3+} октаэдрической подрешетки. Наблюдаемое изменение ширины зарядовой щели возникает в результате тетрагонального ян-теллеровского искажения октаэдров $Fe^{2+}O_6$ В-подрешетки, снимающего вырождение t_{2g} -орбиталей при движении от симметрии O_h к симметрии D_{4h} . Эти результаты согласуются с тримероновым механизмом перехода Вервея, который по существу является процессом упорядочения тримеронов. Величина энергетической щели равная 0.109 meV, определенная из спектров Раман рассеяния, согласуется по величине с найденной в экспериментах по малоугловому рассеянию нейтронов, а также с наблюдаемой в ЭПР спектрах $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ ферритов разных составов спиновой переориентации, возникновения магнитных неоднородностей и неколлинеарной магнитной структуры, особенности температурной зависимости концентрации и ориентации спинов ионов Fe^{3+} , находящихся в скошенных и суперпарамагнитном состояниях.

БЛАГОДАРНОСТЬ: Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики-Грант № EIF-BGM-3-BRFTF- 2+/ 2017-15/04/1.

[1] S. Aliyeva, S. Babayev, T. Mehdiyev, JRS 2018; 49 (2), 271

SPECTRAL VARIABILITY OF THE LINE
HeI 5876 Ae/Be HERBIG TYPE STAR HD 179218

A.N. ADIGEZALZADE

*N. Tusi Shamakhy Astrophysical Observatory of Azerbaijan National
Academy of Sciences, Y. Mamedaliyev settl., Shamakhy, Azerbaijan, AZ 5626
hadigozalzade@gmail.com*

We present infrared (IR) spectrophotometry ($R \approx 180$) of three Herbig Ae/Be stars surrounded by possible protoplanetary disks: HD 150193, HD100546 and HD 179218. We construct a mid-IR spectral energy distributions (SED) for each object by using 7.6–13.2 μm HIFOGS spectra, 2.4 -- 45 μm spectrophotometry from the *ISO* SWS, the 12, 25, 60, and 100 μm photometric points from IRAS, and for HD 179218, photometric bolometric data points from the Mt. Lemmon Observing Facility. The SEDs are modeled by using an expanded version of the *chigol97* two-layer, radiative and hydrostatic equilibrium, passive disk. This expanded version includes the emission from Mg-pure crystalline olivine (forsterite) grains in the disk surface layer. HD 150193 contains no crystals while HD 100546 and HD 179218 respectively show evidence of having crystalline silicates in the surface layers of their disks. We find that the inner region of HD100546 has a 37% higher crystalline-to-amorphous silicate ratio in its inner disk region (≤ 5 AU) compared to the outer disk region, while the inner disk region of HD 179218 has a 84% higher crystalline-to-amorphous silicate ratio in its inner disk region (≤ 5 AU) compared to the outer region. HD 150193 is best-fit by a small disk (~ 5 AU in radius) while HD 100546 and HD 179218 are best fit by larger disks (~ 150 AU in radius). The results of spectral observations of the Herbig Ae/Be type star HD 179218 are presented. Two wave-like cycles of variability in the parameters of hydrogen lines $H\alpha$ and $H\beta$ with a characteristic time of ~ 40 days are revealed. The first wave of variations is deeper; the branches of decreasing and increasing the spectral parameters of the lines are more clearly expressed. At the time of the first minimum, in the profile of the emission line $H\alpha$ the appearance and disappearance of additional blue and red emission components are observed. At the same time, narrow absorption components were discovered in the $H\beta$ line. Synchronously with this, a significant variation in the lines of He I, Si II, D NaI, [OI] was observed. In addition, the parameters of many spectral lines shows variations with smaller amplitude and with a characteristic time of 10-20 days. Possible mechanisms of the observed variability of the star are discussed.

ЭЛЕКТРОННЫЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КОНТАКТЕ

МЕТАЛЛ - $Pb_{1-x}Mn_xTe$

Т.Д. АЛИЕВА¹, Н.М. АХУНДОВА²

¹*Институт Физики им. Г.М. Абдуллаева НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан*

²*Азербайджанский Государственный Экономический Университет, Баку, Азербайджан
tunzalaaliyeva@ mail.ru*

Параметры полупроводниковых приборов определяются и свойствами контакта металл-полупроводник, являющихся их важнейшими элементами.

Теллурид свинца и его твердые растворы типа $Pb_{1-x}Mn_xTe$ являются перспективными среднетемпературными термоэлектриками и фоточувствительными материалами в области спектра 3-5 мкм. Это делает необходимым изучение свойств контактов структур на основе $PbTe$ и $Pb_{1-x}Mn_xTe$.

Учитывая это, в данной работе исследованы электрические и адгезионные явления на границе раздела $PbTe$ и $Pb_{1-x}Mn_xTe$ с эвтектикой в интервале 77-300К. Выяснено, что для всех составов отжиг приводит к росту проводимости кристаллов до 100 раз, что связано залечиванием структурных дефектов и улетучиванием избыточных атомов теллура в образце, приводящих к росту подвижности и уменьшению концентрации носителей тока.

Показано, что термически обработанные структуры $Pb_{1-x}Mn_xTe$ - мас. % 95In +4Ag+1Au) имеют достаточно низкоомные и механически прочные переходные контакты, и протекание тока в этом контакте соответствует механизму по металлическим шунтам. При этом в формировании контакта металл-полупроводник в указанных структурах решающую роль играют процессы диффузии Ag в приконтактную область и образование металлических шунтов за счет осаждения атомов In, Ag, Au на несовершенствах кристалла в приконтактной области, закорачивающих слой объемного заряда.

МЕХАНИЗМ ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА И ТЕПЛОТЫ В КРИСТАЛЛАХ SnTe и Sn_{1-x}Mn_xTe

Г.З. БАГИЕВА, Г.Д. АБДИНОВА, Н.Б. МУСТАФАЕВ, Д.Ш. АБДИНОВ
Институт Физики им. Г.М. Абдуллаева НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
bagieva-gjulandam@mail.ru

Получены монокристаллы SnTe и Sn_{1-x}Mn_xTe ($x = 0,0025; 0,005; 0,01; 0,02; 0,04$) и исследованы их электропроводность σ , коэффициент термоэдс α и теплопроводность χ в интервале 77-300К с целью получения сведений о механизме переноса электрического заряда и теплоты. Опыты проводились на неотожженных и отожженных при 473, 573, 773 К.

Выяснено, что σ неотожженных образцов с ростом температуры уменьшаются. Аналогичные $\sigma(T)$ имеют и отожженные образцы. С ростом температуры отжига σ образцов SnTe и образцов с $x=0,0025$ несколько растет, а для остальных образцов уменьшается; с ростом концентрации марганца σ падает.

Температурные зависимости коэффициента термоэдс SnTe, неотожженных образцов с $x=0,0025$ и $0,005$ и отожженного при 773 К образца с $x=0,04$ имеют минимумы при $\sim 190-200$ К. Во всех случаях с ростом температуры отжига значения α образцов при данной температуре падает.

С ростом температуры для всех образцов общая теплопроводность уменьшается. Линейный характер температурных зависимостей теплового сопротивления решетки свидетельствует о том, что тепловое сопротивление создается, в основном, за счет фонон-фононного рассеяния.

Показано, что влияние температуры, атомов Mn и отжига на α , σ кристаллов SnTe, Sn_{1-x}Mn_xTe удовлетворительно объясняются наличием в подрешетке олова вакансий и моделью двух валентных зон. Тепло в этих кристаллах переносится как колебаниями решетки, так и электронами проводимости, а в тепловом сопротивлении значительную роль играют дефекты, созданные вакансиями и атомами марганца.

STRUCTURAL FEATURES OF MANGANESE CONTAINING TOPOLOGICAL INSULATORS ON THE BASIS OF Bi_2Te_3

I.R. AMIRASLANOV, Z.S. ALIYEV, P.A. ASGEROVA, A.B. NURIYEVA

National Academy of Science, Institute of Physics, Baku, Azerbaijan

iamiraslan@gmail.com

Bi_2Te_3 is one of the most promising topological insulators. The blocks of this layered structure consist of quintuples of Te-Bi-Te-Bi-Te. The Bi_2Te_3 compound is a convenient matrix for the incorporation of magnetic impurities. It is shown that when the manganese is inserted up to nine percent, the structure of Bi_2Te_3 type is preserved [1]. We examined the interactions of Mn-Bi-Te elements with melting, at higher manganese contents. A further increase in concentration leads to the formation of structural blocks consisting of seven atomic layers. The first such compound consisting of seven-layer blocks (septuple) is MnBi_2Te_4 . However, in the interval between Bi_2Te_3 and MnBi_2Te_4 , several layered compounds with the general formula $\text{MnBi}_2\text{Te}_4 \cdot n\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ($n = 1-4$) are formed. It is not difficult to make sure that the number "n" corresponds to the number of quintuples located between the septuples. Among these compounds, the MnBi_2Te_4 structure has already been refined. For the values $n = 1$ and 2, namely, for MnBi_4Te_7 and $\text{MnBi}_6\text{Te}_{10}$ their structural analogues are known. However, the formation of compounds with the compositions $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$ ($n = 3$) and $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$ ($n = 4$) was first proved by us. It should be noted that the growth of individual crystals of ternary phases of these compounds with dimensions of few millimeters for technologists is an impossible task. The main reason for this is the formation of a very stable MnTe phase at high temperatures. As a result of a long and painstaking work, we managed to isolate these phases in sizes of 1-3 mm. The figure shows the diffraction patterns from the cleaves of the selected crystals. In these pictures, reflexes like (00l) are visible, which allow us to determine the "c" parameters of these phases. The report will discuss the structural features of the above-mentioned crystals.

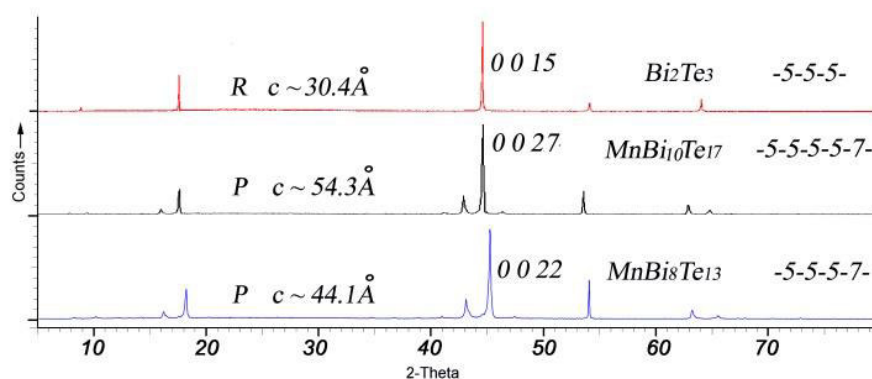


Fig.1. The diffraction patterns of $\text{MnBi}_8\text{Te}_{13}$ and $\text{MnBi}_{10}\text{Te}_{16}$

МОДЕЛИРОВАНИЕ И СВОЙСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАГНИТНЫХ СИСТЕМ FeS–PbS–M₂S₃ (M = Ga, In)

М.М. АСАДОВ¹, С.Н. МУСТАФАЕВА², У.А. ГАСАНОВА¹, О.М. АЛИЕВ¹,
К.И. ЯНУШКЕВИЧ³, С.А. НИКИТОВ⁴

¹Институт катализа и неорганической химии НАНА, Баку, Азербайджан
mirasadov@gmail.com

²Институт Физики НАНА, Баку, Азербайджан.
solmust@gmail.com

³Научно-практический научно-исследовательский центр материаловедения НАН Беларуси,

⁴Института радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова РАН,
Москва, Россия
icic.lab6@yandex.ru

С целью установления стабильных коннод системы FeS–PbS– In₂S₃(Ga₂S₃) учитывали возможные взаимодействия бинарных и тройных соединений системы. На основе экспериментальных данных по граничным разрезам FeS–PbS, FeS–In₂S₃ (Ga₂S₃), PbS–In₂S₃(Ga₂S₃) и результатам термодинамического анализа вычислены и построены изотермические сечения в системах FeS–PbS–In₂S₃(Ga₂S₃) при 298 К.

Установлено, что с увеличением давления ширина запрещенной зоны NiGa₂S₄ и FeGa₂S₄ уменьшается. Зависимость ширины запрещенной зоны для изученных образцов можно записать в виде $E_g(P) = E_g(0) - |\gamma|P$. Для NiGa₂S₄ значение $|\gamma|$ составляло -0.014 эВ/ГПа, а для FeGa₂S₄ $dE_g / dP = -0.011$ эВ/ГПа.

Апробирован способ расчета стандартных термодинамических функций многокомпонентных магнитных фаз. Анализированы зависимости проводимости образцов от давления при 300 К. Показано, что с возрастанием давления проводимость увеличивается, а ширина запрещенной зоны уменьшается. Энергия активации примесного уровня, расположенного в запрещенной зоне Fe_{1.5}Pb_{5.5}In₁₀S₂₂ составляет $E_t = 0.19$ эВ.

БЛАГОДАРНОСТИ: Исследования были поддержаны ФРНАР (грант № EİF-BGM-3-BRFTF-2+/2017-15/05/1), ФФИ Республики Беларусь (проект T18Aз-029) и (грант № 5 EİF-BGM-4-RFTF-1/2017).

YÜKSƏK TƏZYIQLƏRDƏ $\text{BaFe}_{11.1}\text{In}_{0.9}\text{O}_{19}$ BİRLƏŞMƏSİNİN KRİSTAL QURULUŞU

S.H. CABAROV¹, Ə.İ. MƏMMƏDOV¹, R.Z. MEHDİYEVA¹, A.V. TRUXANOV²,
E.V. LUKİN³, R.E. HÜSEYNOV¹

¹AMEA, Fizika İnstitutu, AZ-1143, Bakı, H.Cavid pr., 131

²MISIS, 119049, Moskva, Lenin pr., 4

³Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları İnstitutu, 141980, Dubna, J.Küri küç., 6

Multiferroiklər, ən çox tədqiq edilən və geniş tətbiq imkanlarına malik olan materiallardan biridir. Bu xassələrə malik olan birləşmələr həm seqnetoelektrik həm də ferromaqnit xassələrə malik olduqları üçün müxtəlif çeviricilərin hazırlanmasında geniş istifadə olunurlar. $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$, $\text{PbFe}_{12}\text{O}_{19}$, $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ və s. heksoferritləri geniş temperatur intervalında multiferroik xassələri göstərə bilən birləşmələrdirlər. Son zamanlarda bu birləşmələrin əsasında alınmış bərk məhlulların quruluş və maqnit xassələri geniş tədqiq edilir. Aşağı və yüksək temperaturlarda kifayət qədər öyrənilməsinə baxmayaraq, yüksək təzyiqlərdə bu birləşmələrin quruluş xassələri öyrənilməmişdir. Təqdim edilən işdə, yüksək təzyiqlərdə $\text{BaFe}_{11.1}\text{In}_{0.9}\text{O}_{19}$ birləşməsinin kristal quruluşu tədqiq edilmişdir.

Tədqiq edilən $\text{BaFe}_{11.1}\text{In}_{0.9}\text{O}_{19}$ birləşməsi yüksək təmizlik dərəcəsinə malik 99.9% Fe_2O_3 , 99.9% In_2O_3 və 99.9% BaCO_3 oksidlərindən sintez edilmişdir. Quruluş tədqiqatları $P = 0 - 5.5$ GPa təzyiq intervalında, neytron difraksiya metodu ilə IBR-2 reaktorunun 6-cı kanalında yerləşən DN-6 neytron difraktometrində yerinə yetirilmişdir (Neytron Fizikası Laboratoriyası, Birləşmiş Nüvə Tədqiqatları İnstitutu, Dubna, Rusiya). DN-6 neytron difraktometri, yüksək təzyiqlərdə tədqiqatlar aparmağa imkan verir. Yüksək təzyiqin alınması üçün safir zindanlardan istifadə olunur ki, bu zindanların köməkliyi ilə 10 GPa-a qədər təzyiq almaq mümkündür. Təzyiqin qiyməti, yaqutun lüminesensiya xətlərinə nəzərən 0.005 GPa dəqiqliyi ilə təyin edilmişdir. Təzyiq qradienti təxminən 10 %-dir. Alınmış spektrlər çoxkanallı analizatorda saxlanılmış və FullProf proqramı vasitəsilə Ritveld metodu ilə analiz olunmuşdur.

Yüksək təzyiqlərdə neytron difraksiyası ilə alınmış spektrlərə əsasən $P = 0 - 5.5$ GPa təzyiq intervalında $\text{BaFe}_{11.1}\text{In}_{0.9}\text{O}_{19}$ heksoferritin kristal quruluşu təyin edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, normal şəraitdə, otaq temperaturunda heksoqonal simmetriyaya və $P6_3mmc$ fəza qruplu kristal quruluşu malikdir. Qəfəs parametrləri: $a = b = 5.8913(2)\text{Å}$ və $c = 23.1754(9)\text{Å}$ qiymətlərinə uyğundur. Müəyyən edilmişdir ki, $P = 5.5$ GPa təzyiqə qədər quruluş və maqnit faza keçidi müşahidə edilmir. Berç-Murnagan tənliyi həll edilmiş, hərtərəfli sıxılma modulu və qəfəs parametrlərinin xətti sıxılma əmsalları təyin edilmişdir.

PULSE SHAPE DISCRIMINATION OF GAMMA-RAYS AND FAST NEUTRONS WITH SILICON PHOTOMULTIPLIERS

**G.S. AHMADOV^{a,b,c}, F.I. AHMADOV^{b,c}, R.A. AKBAROV^{a,b,c}, D. BERIKOV^{a,e},
M. HOLIK^d, R. MAMMADOV^c, S.M. NURUYEV^{a,b}, A.Z. SADIGOV^{b,c},
Z.Y. SADYGOV^{a,c}, S.I. TYUTYUNNIKOV^a, Yu.N. KOPATCH^a**

^aJoint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

^bAzerbaijan National Academy of Sciences- AD and IRP, Baku, Azerbaijan.

^cNational Nuclear Research Centre of MCHT, Baku, Azerbaijan.

^dInstitute of Experimental and Applied Physics, CTU, Prague, Czech Republic

*^eInstitute of Nuclear Physics of the National Nuclear Center of Kazakhstan,
050032 Almaty, Kazakhstan*

**ahmadovgadir@gmail.com*

Silicon photomultipliers (SiPM) have received a great deal of interest recently for use in a wide variety of fields. The fast neutron detection ability of SiPMs when coupled to related scintillators is a characteristic of utmost importance for nuclear-related applications. This work presents the fast neutron detection performance of two different silicon photomultipliers from two manufacturers. First SiMP (MAPD-3NK) from Zecotek Photonics consists of deeply burned cells and have an active area of $3.7 \times 3.7 \text{ mm}^2$. The second one (MPPC-S12572-010P) from Hamamatsu, however, has surface cell structure and an active area of $3 \times 3 \text{ mm}^2$. Both SiMPs have the same pixel density of 10000 mm^{-2} . Both SiPMs coupled to Stilbene ($5 \times 5 \times 5 \text{ mm}^3$) and p-terphenyl ($5 \times 5 \times 5 \text{ mm}^3$) plastic scintillators were tested using a PuBe neutron and a Ti-44 gamma source. Different digital n/g discrimination techniques were performed for the detectors and obtained results were compared. Results are also presented on Neutron/Gamma discrimination performance as a function of overvoltage for silicon photomultipliers, and the time response to scintillators is characterized for both SiPMs. Finally, the results indicate good fast neutron detection performance of the SiPMs and give a possibility to use these types of neutron detectors in fast neutron detection applications.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ МАГНИТООПТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЯЗАННЫХ ЭКСИТОНОВ В TlGaS_2

С.З. ДЖАФАРОВА

*Азербайджанский Государственный Экономический Университет (UNEC),
г. Баку, Азербайджан,
exiton_1992@mail.ru*

Результатами низкотемпературных исследований спектров магнитолюминесценции в различных геометриях эксперимента в монокристаллах TlGaS_2 , установлено, что люминесценция обусловлена распадом, связанным с собственными дефектами электронно-дырочных пар в TlGaS_2 .

В работе приведены исследования магнитооптических спектров люминесценции слоистого монокристалла TlGaS_2 при температурах 1,8 и 4,2 К. Измерения проводились в магнитном поле напряженностью до 70 кэ.

Установлено, что при низкой температуре, наблюдаемые линии люминесценции связаны с резонансной аннигиляцией связанных экситонов. Значительное сужение линий люминесценций при 1,8 К (полуширина линий $\sim 0,5 \text{ \AA}$) и применение спектрометра большой дисперсии позволяло четко наблюдать Зеемановское расщепление линий люминесценции.

Исследованы также взаимодействия поперечных и продольных магнитных полей на линии люминесценции кристалла TlGaS_2 . Различные расщепления этих линий в зависимости от направления магнитных полей объясняются слоистой структурой монокристалла TlGaS_2 . Наблюдаемые смещения линий люминесценции в сторону больших энергий относительно несмещенных линий при 1,8 К объясняется диамагнитным сдвигом исследованных экситонных состояний.

CROSS SECTIONS OF THE $^{66}\text{Zn}(n, \alpha)^{63}\text{Ni}$ REACTION at 4.0, 5.0 and 6.0 MeV

Yu. M. GLEDENOV¹, I. CHUPRAKOV^{1,2}, M.V. SEDYSHEVA¹, E. SANSARBAYAR^{1,6},
GUOHUI ZHANG³, ZHIMIN WANG³, XIAO FAN³, LUYU ZHANG³, HUAIYONG BAI³,
JINXIANG CHEN³, L. KRUPA^{1,5}, G. KHUUKHENKHUU⁶

¹*Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research,
Dubna, Russia*

²*The Institute of Nuclear Physics, Almaty, Kazakhstan*

³*State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology,
Institute of Heavy Ion Physics, Peking University, Beijing, China*

⁴*Flerov Laboratory of Nuclear Reactions, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna*

⁵*Institute of Experimental and Applied Physics,
Czech Technical University in Prague, Horska 3a/22, Prague 2, Czech Republic*

⁶*Nuclear Research Centre, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia*

Cross sections of the $^{66}\text{Zn}(n, \alpha)^{63}\text{Ni}$ reaction were measured at $E_n = 4.0, 5.0$ and 6.0 MeV performed at the 4.5-MeV Van de Graaff Accelerator of Peking University, China. A double-section gridded ionization chamber was used to detect the alpha particles. The foil sample of enriched ^{66}Zn was placed at the common cathode plate of the chamber. Monoenergetic neutrons were produced by a deuterium gas target through the $^2\text{H}(d, n)^3\text{He}$ reaction. The neutron flux was monitored by a BF₃ long counter. Cross sections of the $^{238}\text{U}(n, f)$ reaction were used as the standard to perform the (n, α) reaction measurement. Present results are compared with existing measurements, evaluations and TALYS-1.6 code calculations.

- [1] *M. B. Chadwick, E. Dupont, E. Bauge, A. Blokhin, et al.*, Nuclear Data Sheets, 118, 1 (2014).
- [2] ENDF: Evaluated Nuclear Data File, database version of September 02, 2014, <https://www-nds.iaea.org/exfor/endl.htm>
- [3] *X. Zhang, Z. Chen, Y. Chen, J. Yuan, G. Tang, G. Zhang, J. Chen, Y. M. Gledenov, G. Khuukhenkhuu, and M. Sedysheva*, Physical Review C 61, 054607 (2000).
- [4] *Yu. M. Gledenov, M. V. Sedysheva, V. A. Stolupin, Guohui Zhang, Jinhua Han, Zhimin Wang, Xiao Fan, Xiang Liu, Jinxiang Chen, G. Khuukhenkhuu, and P. J. Szalanski*, Physical Review C, 89, 064607 (2014).
- [5] *J. F. Ziegler*, SRIM-2013, <http://www.srim.org/#SRIM>

AZƏRBAYCANDA YARIMKEÇİRİCİLƏR FİZİKASI ELMI İSTİQAMƏTİNDƏ TƏDQIQATLARIN BAŞLANMASI

CİLOVDARLI (ABBASOV) ABBAS ƏLİ OĞLU

Azərbaycan MEA-nın Fizika İnstitutu AZ 1143, Bakı, H. Cavid pr., 131.

darli@bk.ru

Azərbaycanda fizika elmi üzrə təcrübə tədqiqatlarına 1919-cü ildə AXC dövründə BDU-nun yaranması ilə başlanmışdır. Tədqiqatlar əsasən neft və neft məhsullarının fiziki xassələrinin təyin edilməsinə neft və müxtəlif yeraltı sərvətlərin kəşfiyyatı və istehsalı kimi məsələlərin həllinə həsr olunurdu.

Bərk cisimlər fizikasına aid ilk elmi tədqiqat təcrübəsi 1924-cü ildə eyni zamanda Bakı Dövlət Universitetinin və Azərbaycan Politexnik İnstitutunun fizika kafedralarında yaradılmış “Elektrofizika” laboratoriyasında prof. S.N. Usaty və onun Simferapoldan gəlmiş tələbələri tərəfindən yerinə yetirilmişdir. Universitetdə poladın maqnit xassəsinin onun səth təbəqəsindən asılılığı, Politexnik İnstitutda isə anodu alüminium olan dövredə elektroliz hadisəsi tədqiq edilmiş və maraqlı nəticələr alınmışdır.

1932-ci ildə SSRİ EA-nın Zaqafqaziya Filialının Azərbaycan Şöbəsinin tərkibində Fizika Sektoru yaradılmış və onun qarşısına fizika tədqiqatlarını əlaqələndirmək və inkişaf etdirmək vəzifəsi qyulmuşdur. Fizika Sektorunda müəyyən istisnalar olsa da onun elmi yaradıcılıq planında əsasən neft və neft məhsullarının tədqiqinə aid mövzular geniş yer tutmuşdur.

Azərbaycanda yarımkeçiricilər fizikası elmi istiqamətində tədqiqatlara 1954-cü ildə, Azərbaycan SSR EA-nın Fizika-Riyaziyyat İnstitutunda akademik H.M.Abdulayevin rəhbərliyi ilə Yarımkeçiricilər Fizikası laboratoriyasında selen əsaslı yarımkeçiricilərin tədqiqi ilə başlanmışdır. İlk tədqiqatlarda selen p-n keçidlərinin fiziki xassələri, onlara radiaktiv, Rentgen və görünən işıq şüalarının təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu şüalar selen düzləndiricisinin elektrik keçiriciliyinin və termoelektrik hərəkət qüvvəsinin kəskin şəkildə artmasına səbəb olur. Bu nəticələr rentgen dozimetri, atom enerjisindən elektrik enerjisi istehsal etmək üçün Atom elektrik batareyası və fotomüqavimətlərin yaradılmasını mümkün etmişdir.

Zaman keçdikcə Fizika-Riyaziyyat İnstitutunda yarımkeçiricilər fizikası üzrə tədqiqatlar genişlənmiş və institutun əsas elmi istiqamətinə çevrilmişdir. 1960-cı illərdə artıq İnstitutun 19 laboratoriyasından 5-i yarımkeçirici maddələrin, daha 6 laboratoriya da H.M.Abdulayevlə razılaşdırılmış mövzuların tədqiqi ilə məşğul olmuşlar. Tədqiqatlardan alınan nəticələrin elmi və tətbiqi cəhətdən böyük əhəmiyyət kəsb etməsi yalnız İttifaq deyil, dünya alimlərinin diqqətinə səbəb olmuşdur.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ InSb, ВЫРАЩЕННЫХ МЕТОДОМ ЖФЭ, А ТАКЖЕ p-n и p⁺-p СТРУКТУР НА ИХ ОСНОВЕ

Ш.О. ЭМИНОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана
shikhamirem@gmail.com*

Представлены количественные оценки оптимальных электрических параметров исходных компонентов источника эпитаксии, подложки InSb и жидкофазных эпитаксиальных слоев (ЭС) InSb, геометрических параметров p-n- перехода на их основе для ИК-фотодиодов с заданным уровнем фоточувствительности. Показано, что оптимальными являются концентрации примеси в областях p-n-перехода: $n \approx 1 \div 2 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ и $p \approx 1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ при 77К, толщина p-области $\sim 1 \mu\text{м}$, а n-области $\geq 160 \mu\text{м}$. Установлены зависимости концентрации и подвижности дырок в ЭС от содержания акцепторной примеси (Cd) в растворе-расплаве In-Sb. Проведена оценка коэффициента K_s сегрегации Cd в InSb при ЖФЭ в широком интервале концентрации. Показано, что K_s для Cd в ЭС p-InSb зависит от концентрации примеси (C_L) в растворе In-Sb. K_s в области слабого легирования $C_L < 1 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$ зависит от типа легирующей примеси (Te или Cd) подложки InSb. В области $C_L \approx 1 \times 10^{17} - 4 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$ $K_s \sim 0.30$, а в области $C_L \approx 5 \times 10^{18} - 1 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$ $K_s \sim 0.25$. Описаны механизмы поведения акцепторной примеси, а также рассеяния дырок в эпитаксиальных слоях. В области концентраций дырок $1 \times 10^{16} - 1 \times 10^{19} \text{ см}^{-3}$ в слоях действует смешанный механизм рассеяния на акустических фононах и ионах примеси. Описана методика изготовления p⁺-n-фотодиода с напряжением холостого хода $\sim 120 \text{ мВ}$. Изучены зависимости ВАХ и динамического сопротивления, фототока короткого замыкания от толщины ЭС. Представлены характеристики p⁺-p структур. Показано, что при их запорном включении напряжение пробоя в 20-30 раз больше, чем при прямом включении. Аномально ранний инжекционный пробой связан с формированием областей n-типа в процессе термоконверсии в p-подложке при ее перегреве во время эпитаксии. ВАХ структуры объяснена в рамках модели возникновения электронно-дырочной плазмы при двойной инжекции электронов и дырок в кристалл и эффекта шнурования плазмы.

ФОТОПРИЕМНИКИ ИК-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВАРИЗОННЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ HgCdTe

Ш.О. ЭМИНОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана
shikhamirem@gmail.com*

Представлено описание и методы изготовления фотоприемников ИК излучения на основе варизонных эпитаксиальных структур (ЭС) из HgCdTe, выращенных методом жидкофазной эпитаксии. Архитектура конструкций и принципы действия этих устройств и преимущества по сравнению с аналогами основаны на использовании варизонного профиля распределения состава эпитаксиальных слоев HgCdTe по их толщине, эффекта квазиэлектрического поля, формирующегося в таких структурах, на идентичности параметров решеток подложки и ЭС, а также на изоляционных свойствах подложки CdZnTe. Конструкция фотоприемной ПЗИ матрицы (Рис 1), заключается в том, что на поверхности подложки CdZnTe создаются узкие канавки, в которых методом ЖФЭ выращиваются слои HgCdTe, а над ними создаются МДП ячейки.

ИК-фотоприемник с тремя спектральными фоточувствительными каналами (Рис.2) с дискретным изменением ширины запрещенной зоны вдоль поверхности эпитаксиального слоя исполнен в виде ПЗС и основан на фоточувствительных варизонных эпитаксиальных слоях, выращенных методом ЖФЭ на подложке CdZnTe, на поверхности которой изготовлены три ступеньки.

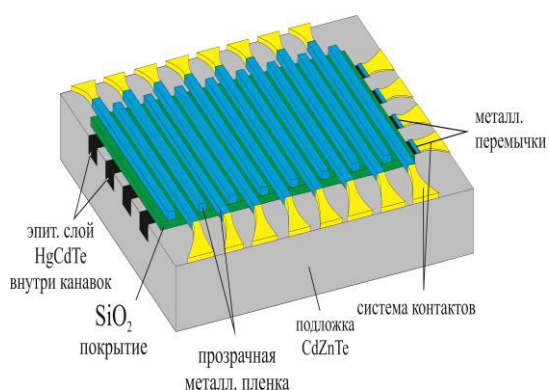


Рис 1. Матричный ПЗИ фотоприемник

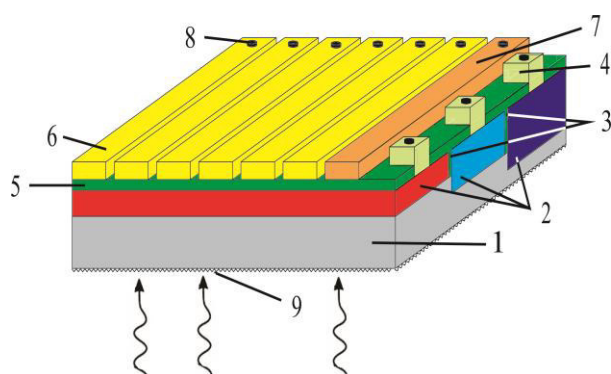


Рис.2. Трехканальный ИК- фотоприемник

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ПОРИСТЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО АНОДНОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ ЯЧЕЕК

**Ш.О. ЭМИНОВ, Х.Д. ДЖАЛИЛОВА, И.С. ГАСАНОВ, Н.Д. ИСМАИЛОВ,
А.А. РАДЖАБЛИ, Д.А. ГУЛИЕВ, Г.Х. МАМЕДОВА, И.И. ГУРБАНОВ, А.А. АЛИЕВ**

*Институт Физики НАН Азербайджана,
AZ 1143, Пр. Г. Джавида, 133, Баку, Азербайджан
shikhamirem@gmail.com*

В работе представлены результаты разработки технологических методик получения пористой матрицы из анодного оксида алюминия (АОА) и изучены возможности ее применения для изготовления наноструктурированных гетероструктур CdS/CdTe для преобразования и аккумуляции солнечной энергии.

Разработана методика изготовления структуры ITO/ CdS/CdTe, в которой CdS представляет собой вертикально ориентированные наностолбики, выращенные в порах АОА, а пространство между ними заполнено CdTe .

Проведен ряд предварительных работ по разработке методик изготовления слоев ITO, алюминия, АОА, а также электрохимического осаждения тонких слоев CdS, как на поверхность ITO, так и вовнутрь пор АОА.

Пленки ITO и алюминия наносились на стеклянные пластины методом реактивного высокочастотного магнетронного распыления на установке Z-550 Leybold-Heraouz .Наноструктура АОА толщиной 200-400 нм получалась анодным окислением Al в 4%-ном водном растворе щавелевой кислоты при 0-1°C в двухэлектродной электрохимической ячейке. Осаждение CdS проводилось из безводного раствора на основе этиленгликоля, содержащего 0.2M CdCl₂, 0.02M S₈, 0.1MNH₄Cl при T=100°C. Формирование CdTe проводилось либо электрохимическим осаждением, либо методом "close-spaced sublimation".

Исследовались морфология поверхности, EDX, элементный состав и дифрактограмма тонких пленок CdS, нанесенных электрохимическим методом осаждения на поверхность ITO. Выявлены особенности структурных, оптических и электрических свойств структур.

Представлены описание конструкции и метод реализации нового гибридного устройства, совмещающего фотовольтаическую солнечную ячейку на основе наноструктурированного гетероперехода CdS/CdTe и суперконденсатора на основе NiO, расположенных на противоположных поверхностях общей прозрачной стеклянной подложки, покрытой ITO.

THE DETERMINATION OF INTRINSIC VISCOSITY BY VISCOMETER

A.H. ASADOVA, E.A. MASIMOV
Baku State University
aynuramrahova@gmail.com

Agarose is one of two main constituents of agar and is generally extracted from seaweed. Once the agar has been processed, the agarose is in the form of a dry powder. It is then dissolved in an aqueous solution $>85^{\circ}\text{C}$, causing the chain to degrade [1,2]. The basic agarobiose repeat unit forms long chains with an average molecular mass of 120000 daltons, representing about 400 agarobiose units [4,5]. Our agarose (we use the agarose of CONDA company) forms as gel at 0.15% concentration. That is why for viscosity measurements and to determine intrinsic viscosity we used the concentration of agarose – 0.01%, 0.025%, 0.05%, 0.07%, 0.09%. Viscosity is a measure of the resistance of a fluid which is being deformed by either shear stress or tensile stress.

In this work intrinsic viscosity will be equal to $[\eta]=8.48\text{ mL/g}$. From the graph we can see that after 0.07% concentration of agarose there occurs structuration.

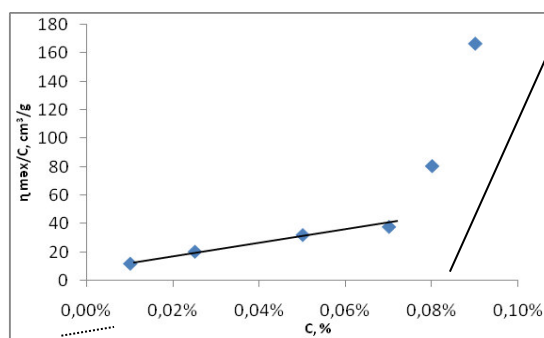


Figure 1. The dependence of reduced viscosity on the concentration

Intrinsic viscosity creates an additional loss of energy as the macromolecules turn into a solution when the solution flows, as a result of interaction with water. It also shows itself in intrinsic viscosity (Eq.3). If the quality of temperature of solvent (A2) increase with increasing of temperature intrinsic viscosity increase too.

- [1] *M. Andersson*, Characterisation of Chromatography Media Aimed for Purification of Biomolecules, Uppsala Universitet, 2014
- [2] *Y. Mu, A. Lyddiatt, A.W. Pacek*, Manufacture by water/oil emulsification of porous agarose beads: effect of processing conditions on mean particle size, distribution and mechanical properties, *Chem. Eng. Process. Process Intensif.* 44 (10) (2005) 1157–1166
- [3] *C. Rochas, and M. Lahaye*, (1989) *Carbohydrate Polymers* 10: 289-298.
- [4] *A.W. Adamson*, (1976) *Physical Chemistry of Surfaces*, John Wiley & Sons

Ca(Al_xGa_{1-x})₂S₄:Eu²⁺ BƏRK MƏHLULLARININ LÜMINESSENSİYA XASSƏLƏRİ

E.Q. ƏSƏDOV¹, B.H. TAĞIYEV², T.Ş. İBRAHİMOVA¹, K.O. TAĞIYEV³

¹ Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Fizika İnstitutu

² Milli Aviasiya Akademiyası

³ Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Kataliz və qeyri-üzvi

Kimya İnstitutu

elsenesedeov@gmail.com

Nadir torpaq elementləri ilə aktivləşdirilmiş, ümumi formulu II-III₂-VI₄ olan CaGa₂S₄ birləşməsinin lüminessensiya xassələri bu günə kimi kifayət qədər öyrənilmişdir [1]. Məlumdur ki, bu birləşmələr yüksək effektivli lüminessent material kimi işıqlandırma texnologiyalarında, bərk cisim elektronikasında, müasir dövrdə böyük tələbata malik ağ işıq diodlarının yaradılmasında və.s sahələrdə uğurla tətbiq olunurlar. Son zamanlarda bu tip birləşmələrə əlavə kationun daxil olunması ilə daha effektiv lüminoforların alınması aktualdır. Bu işdə CaGa₂S₄ birləşməsində Ga elementinin qismən Al elementi ilə əvəz olunmasından alınan bərk məhlulların fotolüminessensiya (FL) və termolüminessensiya (TL) xassələri tədqiq edilmişdir. Ca(Al_xGa_{1-x})₂S₄:Eu²⁺ bərk məhlullarında Al elementinin miqdarı artdıqca fotolüminessensiya spektrləri qısa dalğalara tərəf 44nm sürüşür. Temperatur 10-300K intervalında dəyişdikdə FL spektrlərində maksimumların yeri temperaturdan asılı olaraq dəyişmir inteqral intensivliyin qiymətində isə 30% azalma müşahidə olunur. Həmçinin Ca(Al_xGa_{1-x})₂S₄:Eu²⁺ bərk məhlullarında xarici həyacanlandırıcı mənbənin güc sıxlığının $3,5 \cdot 10^2 - 1,4 \cdot 10^6$ Vt/sm² geniş intervalında FL-nın effektivliyi və kinetkasına baxılmışdır. Ca(Al_xGa_{1-x})₂S₄:Eu²⁺ bərk məhlullarının qadağan olunmuş zonasında mövcud olan tələ səviyyələrinin təyin etmək üçün termolüminessensiya ölçmələri aparılmışdır. Al ionları Ga ionları ilə əvəz edildikcə, TL spektrlərində əlavə tələ səviyyələri yaranır bunu kristalın qızdırılması zamanı termolüminessensiya (TL) ayrılərində yeni maksimumların yaranması ilə izah edirik. Tələ səviyyələri lüminessensiyanın davamlılıq müddətinə mühüm təsir etdiyindən TL spektrlərinə uyğun tələ dərinlikləri, tezlik faktoru və tələlərin tutma kəsiyini hesablamışıq. Qeyd edək ki, tələlər tutma kəsiyinin qiymətlərinə görə üç qrupa bölünürlər: cəzbedici mərkəzlər ($10^{-15} - 10^{-12}$ sm²), neytral mərkəzlər ($10^{-18} - 10^{-15}$ sm²) və itələyici mərkəzlər ($10^{-19} - 10^{-22}$ sm²). Hesablamışıq ki, Ca(Al_xGa_{1-x})₂S₄:Eu²⁺ bərk məhlullarının tələlərdə tutma kəsiyi $10^{-18} - 10^{-17}$ sm² intervalında yerləşirlər ki, bu da neytral mərkəzlərə uyğun gəlir.

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir Qrant № EİF-BGM-3-BRFTF-2+/2017-15/01/1

- [1] A.N. Georgobiani, B.G. Tagiev, O.B. Tagiev, B.M. Izzatov. The photoluminescence of CaGa₂S₄ and CaIn₂S₄ doped with rare-earth elements //Cryst.Res. Techn., 1996, 31, pp.849-852.

ФУРЬЕ- ИК СПЕКТРЫ ОТРАЖЕНИЯ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА γ -ОБЛУЧЕННОГО СУЛЬФИДА ГАЛЛИЯ

Н.Н. ГАДЖИЕВА, Р.С. МАДАТОВ, Ф.Г. АСАДОВ
*Институт радиационных проблем НАН Азербайджана,
AZ 1143, Баку, ул. Вагабзаде 9, Азербайджан
nushaba6@mail.ru*

Слоистые монокристаллы сульфида галлия (GaS) являются перспективными материалами для детекторов излучений различного типа. На их основе изготавливаются радиационные детекторы гамма-квантов, работающих при комнатной температуре. Нами впервые рассматривались и анализировались радиационные эффекты и радиационная модификация структуры, обусловленные гамма-облучением в этих кристаллах методами колебательной (Фурье-ИК и Фурье-Раман) спектроскопии. Эти исследования важны и представляют особый интерес с практической точки зрения для прогнозирования стойкости материалов в условиях воздействия ионизирующих излучений.

Монокристаллы GaS были выращены методом Бриджмена. Фурье-ИК спектры отражения и поглощения образцов регистрировались на спектрометре FTIR Varian 3600 в области частот $\nu = 400-100 \text{ см}^{-1}$ при комнатной температуре. В настоящей работе исследованы особенности Фурье-ИК спектров отражения γ -облученных кристаллов GaS в области поглощенных доз $\Phi\gamma = 30-200$ крад при комнатной температуре. Получены и изучены дисперсионные зависимости реальной $\epsilon_1(\nu) = n^2 - k^2$ и мнимой $\epsilon_2(\nu) = 2nk$ частей диэлектрической проницаемости, функции $\text{Im } \epsilon^{-1}(\nu) = \epsilon_1^2 / (\epsilon_1^2 + \epsilon_2^2)$, а также коэффициентов поглощения $n(\nu)$ и преломления $k(\nu)$ для исходных и γ -облученных образцов GaS. Рассматривалось влияние γ -квантов на оптические параметры этих кристаллов. Установлено, что при сравнительно малых дозах $30 \leq \Phi\gamma \leq 100$ крад кристаллы сульфида галлия являются радиационно-стойкими, а при дозах $\Phi\gamma \geq 100$ Крад - не радиационно-стойкими.

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА ДЕБАЯ, ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД И ЭНТРОПИЯ В КРИСТАЛЛАХ TlTe

А.М. АБДУЛЛАЕВ, Э.М. КЕРИМОВА, Н.З. ГАСАНОВ, Ш.Дж. АЛИЗАДЕ,
С.С. АБДИНБЕКОВ, А.К. ЗАМАНОВА

*Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан, AZ-1143, пр. Г. Джавида, 131
ngasanov@yandex.ru*

Теплоемкость TlTe исследована в интервале 2-300К на адиабатической калориметрической установке. Полученные данные показали, что при низких температурах TlTe имеет большую теплоемкость по сравнению с другими соединениями A^{III}B^{VI}. Уже при 150К $C_p(T)$ достигает классического значения $C_p = 6R = 50 \frac{C}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, что, по-видимому, связано с более сильным затуханием химической связи с температурой, чем в других соединениях халькогенидов таллия.

Зависимость $C_p(T)$ обнаруживает в интервале 160–180К аномалию, указывающую на наличие фазового перехода. Максимальное значение аномалии находится при температуре $T_c \approx 172\text{K}$. Определены изменения ΔQ ($15.9 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$) энергии и ΔS ($0.09 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$) энтропии фазового перехода, коэффициенты термодинамического потенциала. Малая величина $\frac{\Delta S}{R} = 0.01$ указывает на то, что этот переход относится к переходам типа смещения. Поведение аномальной теплоемкости вблизи T_c удовлетворительно описывается теорией фазовых переходов Ландау.

В результате анализа теплоемкости определена характеристическая температура Дебая θ_D ($\approx 107\text{K}$). Рассчитаны температурные изменения энтропии. Проведен анализ различных теоретических подходов, используемых для описания решеточной теплоемкости.

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$

Н.З. ГАСАНОВ, Э.М. КЕРИМОВА, А.И. ГАСАНОВ, К.М. ГУСЕЙНОВА

Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана,

Баку, Азербайджан, AZ-1143, пр. Г. Джавида, 131

ngasanov@yandex.ru

Образцы для изучения спектров оптического поглощения монокристаллов твердых растворов $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$ ($x=0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1$) скалывались от монокристаллического слитка и имели форму тонких пластинок с толщиной $20 \div 100$ мкм. Свет направлялся на образцы перпендикулярно слоям (параллельно кристаллографической оси c). Исследования температурных зависимостей спектров оптического пропускания проводились при помощи азотного криостата с возможностью стабилизации температуры в интервале $77 \div 300$ К (точность стабилизации составляла $\pm 0,5$ К). В качестве монохроматора использовался МДР-23, приемника излучения - ФЭУ-100. Разрешение установки было не хуже 2 \AA .

Спектральные зависимости $(\alpha h\nu)^2$ от энергии фотона имеют ярко выраженные прямолинейные участки, что (как и рентгеновские данные) свидетельствует о равновесности выращенных кристаллов. Ширину запрещенной зоны E_g для кристаллов твердых растворов $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$ определяли экстраполяцией прямолинейного участка зависимости $(\alpha h\nu)^2$ от энергии фотона $h\nu$ до пересечения с осью абсцисс. Рассчитаны значения энергий E_g для всех изученных составов $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$.

Положение края фундаментального поглощения зависит от соотношения TlGaSe_2 и TlInS_2 в твердых растворах $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$. По мере увеличения концентрации TlGaSe_2 в твердых растворах происходит низкоэнергетическое смещение края оптического пропускания. При низкой температуре (150 К) значение ширины запрещенной зоны в зависимости от состава твердых растворов на $32\text{-}127$ мэВ больше, чем при комнатной температуре, что согласуется с известным изменением ширины запрещенной зоны трехкомпонентных соединений TlGaSe_2 и TlInS_2 .

Температурные зависимости ширины запрещенной зоны кристаллов твердых растворов $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$ имеют вид, характерный для сложных полупроводниковых соединений, с понижением температуры E_g возрастает.

Концентрационные зависимости E_g для твердых растворов $(\text{TlGaSe}_2)_x(\text{TlInS}_2)_{1-x}$ при 150 и 300 К имеет нелинейный вид в диапазоне $0 < x < 1$.

ZnSe MONOKRISTALININ, YÜKSƏK HİDROSTATİK TƏZYİQ ALTINDA, MÜQAVİMƏTİNİN ANİZOTROPIYASI

Ş.H. QASIMOV, İ. QASIMOĞLU, H.M. ƏSGƏROV
Azərbaycan MEA-nın H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu
Bakı şəh. AZ-1143, H. Cavid, 131
gasimoğlu@yahoo.com

ZnSe monokristal $A^{II}B^{VI}$ yarımkəçirici birləşmələr qrupuna daxildir. Qaz daşıyıcıları üsulu ilə alınmışdır, fəza simmetriya qrupu (43m)-dir. Geniş qadağan olmuş zonası var və kifayət qədər öyrənilmişdir. Yarımkəçiricilər elektronikasının cihaz hazırlanması sektorunda ZnSe, geniş tətbiqə malikdir. Məlumdur ki, ZnSe –dən optik cihazlar, prizmalar, güzgülər hazırlanır. Xüsusi optik sistemlərdə və CO₂ lazerlərində spektrin görünən və infraqırmızı oblastlarında (0,55-22mkm) işləyən cihazlar hazırlanır. Sinq xalkoqen qrupuna mənsub kristallarda, otaq temperaturunda, yüksək təzyiqlərdə, fəza keçidləri müşahidə olunur. $A^{II}B^{VI}$ tipli birləşmələrdə yüksək təzyiqli fəza keçidləri, həcm [1] və elektrik müqavimətinin [2,3] dəyişməsi ilə baş verir. 14GPa-dan böyük təzyiqlərdə, Sinq xalkoqen birləşmələri Cscl tipli quruluşa keçir. Nümunənin otaq temperaturudakı xüsusi müqaviməti $\rho=10^7$ om.sm-dir, sarı rənglidir, işığa həssasdır. Elektrik hərəkət qüvvəsinin işarəsinə görə keçiriciliyin n-tip olduğu müəyyən olunmuşdur. Hazırkı işdə yüksək hidrostatik təzyiqlərdə (0,9GPa) və otaq temperaturunda, ZnSe monokristalının müxtəlif istiqamətlərdə (010) – ρ_{\perp} , (001)- ρ_{\parallel} xüsusi müqavimətinin barik dəyişməsi öyrənilmişdir. Nümunələr paralelipiped şəkilindədir, qalınlığı 1mm, sahəsi 2x4 mm²-dir. Kantakların omik olması üçün, gümüş pastadan istifadə olunmuşdur. Ölçmələr berillum bronza materiallarından hazırlanmış yüksək təzyiqlərdə aparılmışdır [4]. Kristalda atomlar yaxınlaşanda qadağan olunmuş zonanın eni artıb və ya azala bilər. Deməli ZnSe monokristalının xüsusi müqavimətinin barik dəyişməsi 0,55GPa-a qədər təzyiqlərdə qadağan olunmuş zonanın eninin düz zona dəyişməsinə, 0,55GPa-dan böyük təzyiqlərdə isə, çəp zona dəyişməsinə uyğun gəlir.

- [1] C.F. Cline, D.R. Stephens. J. Appl. Phys. 1965, 36, N9, 2869
- [2] G.A. Samara, H.G. Drickamer. J. Phys. Chem. Sol., 1962, 23. N5, 457
- [3] S. Minomika, G.A. Samara, H.G. Drickamer. J. Appl. Phys. 33, N11, 3196
- [4] E.C.Ицкевич, A.H.Вороновский, A.Ф.Гаерликов, B.A.Сухонаров ПТЭ, 1966, т.6., с.161.

ДВОЙНОЕ ПОПЕРЕЧНОЕ СКОЛЬЖЕНИЕ В Bi_2Te_3

Э.М. ГОДЖАЕВ, С.Ш. КАХРАМАНОВ, С.И. МАМЕДОВА

Азербайджанский Технический Университет, Баку

geldar-04@mail.ru

Двойное поперечное скольжение является причиной формирования объемных дефектов и полос скольжения. В слоистых кристаллах типа Bi_2Te_3 основной плоскостью скольжения является (0001) , плоскостью поперечного скольжения является перпендикулярная к ней плоскость (1100) . Первый перегиб, двигаясь в плоскости (1100) , может совершить поперечное скольжение, перейдя в плоскость, параллельную основной плоскости (0001) . Такие два последовательных акта поперечного скольжения могут формироваться в виде двойных поперечных скольжений (ДПС). Примером результата являются крестообразные локализованные нано островки (НО), осевшие на местах парного перегиба. Такие парные перегибы могут выходить в межслоевое пространство в плоскостях поперечного скольжения. Переход части дислокаций из одной плоскости (0001) Bi_2Te_3 в другую такую же параллельную плоскость приводит к ДПС, с полосами скольжения. Взаимодействие таких открытых друг другу и внешнему воздействию систем приводит к формированию в них существенно-неравновесных, с термодинамической точки зрения, пространственных и временных структур. В данной модели развития пластической деформации вследствие действия механизма ДПС, если возмущение попадает в неустойчивую область, то происходит его рост, после чего в противоположных направлениях распространяются две полосы сдвига, каждая из которых описывается решением типа бегущей волны. Возможны два типа решений, зависящих от величины приложенного напряжения. При малых напряжениях пластическая деформация происходит во фронте полосы сдвига, за фронтом волны деформация остается постоянной.

**Pd_{1-x}Fe_x THIN FILMS PREPARED BY THREE METHODS: MOLECULAR BEAM
EPITAXY, MAGNETRON SPUTTERING AND ION IMPLANTATION**

**I.V. YANILKIN¹, A.I. GUMAROV¹, I.R. VAKHITOV¹, A.A. RODIONOV¹,
R.V. YUSUPOV¹, M.N. ALIYEV², L.R. TAGIROV^{1,3,4}, V.I. NUZH DIN³,**

R.I. KHAIBULLIN³

¹ Institute of Physics, Kazan Federal University, 420008 Kazan, Russia

amir@gumarov.ru

² Baku State University, Z. Khalilov 23, AZ-1148 Baku, Azerbaijan

³ Zavoisky Physical-Technical Institute of RAS, 420029 Kazan, Russia

⁴ Institute of Applied Research ASRT, 420111 Kazan, Russia

Palladium-iron alloy, Pd_{1-x}Fe_x, represents a unique class of ferromagnetic materials. A small, even less than 1 at.%, amount of iron atoms in palladium matrix induces ferromagnetism [1] at low temperatures..

In our study Pd_{1-x}Fe_x ($x = 0.01-0.1$) thin films of 20-60 nm were synthesized by three methods: molecular-beam epitaxy, magnetron sputtering and ion implantation. A comparison was made between the structural and magnetic properties of the resulting films. Depending on the method of synthesis, the properties of the resulting films vary greatly.

The Program of Competitive Growth of Kazan Federal University supported by the Russian Government is gratefully acknowledged, as well as the partial support by RFBR projects No 18-32-01041 and 16-02-01171-a. Synthesis and analysis of the films were carried out at the PCR Federal Center of Shared Facilities of KFU.

[1] *G.J. Nieuwenhuys Adv. Phys. 24, 515 (1975).*

SUPERLATTICE STRUCTURE YbAs₄S₇ NANO THICK FILMS

E.Sh. HAJIYEV

*Institute of Physics of Acad.of Science of Azerbaijan,
Baku, Azerbaijan
hellase75@gmail.com*

The study of crystallization kinetics of amorphous thin layers of the structure of phases and thin epitaxial layers in the nanoparticles of the Yb - As - S system and the ternary of the given systems is one of the perspective directions of the limited size structures. These compounds are one of the most promising materials in the development of nanoelectronics because the use of these materials opens up new opportunities for the creation of semiconductor materials and devices on the basis of nanometer-scale structure elements.

Films of YbAs₄S₇ compounds deposited on substrates from NaCl, KCl, NaBr, LiF, KJ at room temperature had an amorphous structure. The subsequent crystallization of films formed in an amorphous state leads to the formation of polycrystalline films with periods of the EH crystal lattices of rhombic syngonies.

A different picture is observed on the electron diffraction patterns taken from samples obtained on NaCl and KCl substrates heated above 473 K. In addition to the main reflections characteristic of the known lattices YbAs₄S₇, new satellite diffraction reflections also appear on the electron diffraction patterns. In the temperature range of LiF substrates from 573 to 613 K, a mixture of polycrystalline samples with a mosaic single crystal is formed. With increasing temperature, the intensity of the lines of the diffraction field corresponding to the polycrystalline decreases, and the point reflexes indicative of the formation of monocrystalline blocks increase. Further increase in substrate temperatures to 633 K leads to the formation of a mosaic YbAs₄S₇ single crystal. Indication of all reflections of the electron diffraction pattern from YbAs₄S₇, including additional weak ones, is possible with the parameters, $a \approx 2a_0 = 2.382$; $b \approx 2b_0 = 2.891$; $c \approx 2c_0 = 0.806$ nm.

These relationships indicate that the new crystal lattice should be considered as a superstructure of the known lattice of YbAs₄S₇ nanothick films.

TRAP CHARACTERIZATION IN YTTRIA (Y₂O₃) BY THERMOLUMINESCENCE: *T_m-T_{stop}* AND HEATING RATE METHODS APPLICATION

NIZAMI HASANLI^{a,b}, MEHMET ISIK^c, SERDAR DELICE^d

^aDepartment of Physics, Middle East Technical University, Ankara, Turkey,

^bVirtual International Scientific Research Centre, Baku State University, Baku, Azerbaijan

^cDepartment of Electrical and Electronics Engineering, Atılım University, Ankara, Turkey

^dDepartment of Physics, Hitit University, Corum, Turkey

Rare earth oxides are famous materials attracted much attention due to their unique physical and chemical properties. These compounds may be applicable for optoelectronics, luminescent and biomedical devices. Yttria is a rare earth oxide material becoming focus of interest in many research fields especially in LEDs and MOS transistor applications. In this study, thermoluminescence (TL) experiments for Y₂O₃ nanoparticles at cryogenic temperatures (10–250 K) were performed with heating rates ascended from 0.4 to 0.8 K/s. TL spectrum detected for 0.4 K/s exhibited overlapping seven peaks centered at peak maximum temperatures of 19, 62, 91, 115, 162, 196 and 125 K. Experimental $T_{\max}-T_{\text{stop}}$ method was applied to the TL spectra observed for different stopping temperatures (T_{stop}) to determine the number of peaks consisting in whole TL curve and to investigate the characteristics of related trapping levels. The analyses resulted in existence of one quasi-continuously distributed trap and six discrete, single trapping centers within the forbidden gap. Initial rise method was utilized to calculate activation energies of revealed trap levels responsible for observed TL peaks. Activation energy of the distributed trap centers was found to increase from 18 to 24 meV as a function of T_{stop} in the range of 10–16 K. Activation energies of six single trap centers were computed to be 49, 117, 315, 409, 651 and 740 meV. Heating rate dependencies of each TL peaks in the spectrum were also explored. The increase of heating rate leads to decrease of TL intensities and increase of peaks maximum temperatures.

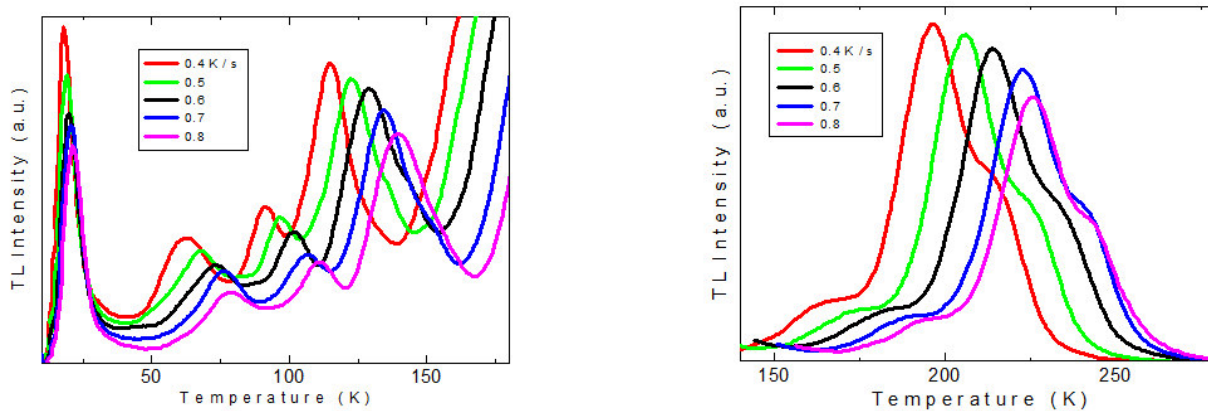


Figure. TL glow curves of Y₂O₃ nanoparticles with various heating rates.

The decrease of TL intensity with heating rate is the evidence of thermal quenching effect. Furthermore, structural characterizations of Y₂O₃ nanoparticles were accomplished using X-ray diffraction and scanning electron microscopy measurements.

ACKNOWLEDGMENT

This research was financially supported by Middle East Technical University (Ankara, Turkey) under the grant No. GAP-105-2018-2752.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОТЕРМОПОЛЯРИЗАЦИИ НА СТРУКТУРЫ НАНОКОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПЭ+1%PbCrO₄, ПЭ+0,5% PbCrO₄

А.С. ГУСЕЙНОВА

Институт Физики НАН Азербайджана, г. Баку

aem05@rambler.ru

Интенсивность поляризационных процессов во многом будет определяться свойствами полимерной матрицы, наполнителя и структуры межфазного слоя между компонентами нанокomпозиции. Поскольку нанокomпозиция является системой, состоящей из двух отличающихся по своим комплексным электрофизическим свойствам систем, то в ней вполне возможен процесс межслоевой поляризации. Вероятность развития этих вышеперечисленных физических процессов сильно зависит от условий поляризации, концентрации и глубины залегания ловушек в полимерной матрице и на границе раздела фаз полимера и наполнителя. Электротермополяризация нанокomпозиций, в свою очередь, меняет ее зарядовое состояние. Накопление носителей заряда на границе раздела фаз меняет межфазные взаимодействия, а это может привести к изменению прочностных свойств композиций [1-3].

Исследованы структурные изменения и спектры фотолюминесценции нанокomпозиций на основе ПП наполнителя MnO₂, в интервале длин волн $\lambda=250-1000$ нм. Спектры фотолюминесценции измеряли на спектрофлюориметре Cary Eclipse. Получение образца композита осуществляется методом горячего прессования при температуре плавления полимера и давлении 15 МПа в течение 3 минут с последующим охлаждением под давлением до комнатной температуры. Полученные образцы предварительно были подвергнуты электротермополяризации при температуре $T_n=353$ К в течение одного часа $t_n=1$ час. Напряженность электрического поля в пленке -10^6 В/м.

Показано, что до электротермополяризации при длинах 360; 374нм наблюдаются две максимума. После электротермополяризации тоже обнаруживаются две максимума при длинах 358; 373,07нм. Наиболее интенсивный из них вблизи 358нм, а второй максимум наблюдается как плечо первого, расположенное в области 373,07нм. Спектры фотолюминесценции ПЭ+PbCrO₄ до и после электротермополяризации мало изменяются, а интенсивность фотолюминесценции резко снижаются. Вероятно, наблюдаемая высокая стабильность фотолюминесцентных характеристик полученных нанокomпозитов объясняется уменьшением подвижности лигандов, присутствующих на поверхности частиц PbCrO₄ и в значительной мере определяющих их фотолюминесцентные характеристики.

Также показано, что спектры фотолюминесценции зависят от объемного содержания наполнителя и условий электротермополяризации. Наблюдаемые изменения спектров для

нанокomпозиций связаны с изменением надмолекулярной структуры полимеров, степенью взаимодействия полимера с наполнителем.

- [1] A.M. Magerramov, M.A. Ramazanov, F.V. Hajiyeva The effect of the electric-thermal polarization and discharge treatment on the charge state, strength, and photoluminescence properties of polypropylene and cadmium sulphide-based nanocompositions. J. Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2010, volume 46, Issue 5, p. 501-504.
- [2] M.A. Ramazanov, A.S. Quseynova Influence of polarization processes on the charge states and dielectric properties of polyethylene-based compositions with low-molecular additions PE+PbCrO₄ and PE+Cr Optoelectronics and Advanced Materials – Rapid Communications v. 7, №. 9-10, 2013, p.78
- [3] M.A. Ramazanov, F.V. Hajiyeva, A.M. Maharramov, U.A. Hasanova Effect of corona discharge on the structure and photoluminescence properties of nanocomposites based on polypropylene (PP) and zirconium dioxide (ZrO₂) nanoparticles J. Ferroelectrics Volume 507, Issue 1, p. 121-126, 2017.

КРАЙ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle$

К.М. ГУСЕЙНОВА, Н.З. ГАСАНОВ, Э.М. КЕРИМОВА
*Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, Азербайджан, AZ-1143, пр. Г.Джавида, 131
kama.mag@rambler.ru*

При помощи дифференциально-термического анализа и дифрактограмм синтезированных нами кристаллов $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle$ показано, что Dy замещает Ga в кристаллической структуре. Модифицированным методом Бриджмена-Стокбаргера были выращены из расплава монокристаллы слоистых полупроводниковых соединений TlGaSe_2 , в которых атомы Ga замещаются атомами Dy в количестве 1-2%. Изучена растворимость Dy в монокристаллах TlGaSe_2 . Анализ несовершенств в кристаллах $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle$ методами рентгеноспектрального микроанализа и просвечивающей электронной микроскопии позволил сделать вывод о том, что в кристаллах TlGaSe_2 имеются линейные дефекты, вдоль которых происходит сегрегация примеси.

Образцы для снятия спектров оптического поглощения изучаемых кристаллов скальвались от монокристаллического слитка и имели форму тонких пластинок с толщиной от 20 до 100 мкм. Свет направлялся на образцы параллельно кристаллографической оси c , т.е. перпендикулярно слоям. Исследования спектров оптического пропускания в интервале температур $77\div 300\text{K}$ проводились при помощи монохроматора МДР-23 и криостата «УТРЕКС».

Рассчитаны значения ширины запрещенной зоны E_g для всех изученных составов при помощи экстраполяции прямолинейного участка зависимости $(\alpha h\nu)^2$ от энергии фотона $h\nu$ до пересечения с осью абсцисс. При низких температурах в $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle$ не удается обнаружить полосу поглощения, связанную с образованием экситона вблизи прямого края. Температурный коэффициент dE_g/dT в интервале температур 80-120K для TlGaSe_2 составляет $-3\cdot 10^{-4}$ эВ/К, а для $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle \approx -7\cdot 10^{-4}$ эВ/К, т.е. отличается более чем в 2 раза. Величина коэффициента поглощения в $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle$ заметно выше, чем в TlGaSe_2 .

В интервале температур 120-300K для всех составов $dE_g/dT \approx -2,1\cdot 10^{-4}$ эВ/К. Коротковолновое смещение ширины запрещенной зоны у $\text{TlGa}_{0,99}\text{Dy}_{0,01}\text{Se}_2$ по отношению к TlGaSe_2 составляет около 90 мэВ, к примеру, при температуре 80K для TlGaSe_2 $E_g=2,192$ эВ, а для $\text{TlGa}_{0,99}\text{Dy}_{0,01}\text{Se}_2 - 2,287$ эВ, т.е. замещение 1-2% атомов галлия атомами редкоземельного элемента диспрозия заметно увеличивает ширину запрещенной зоны монокристалла TlGaSe_2 .

Зависимость E_g от концентрации Dy в исследованных составах $\text{TlGaSe}_2\langle\text{Dy}\rangle$ имеет линейный вид.

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ $\text{Ni}_{0.25-x}\text{Cu}_x\text{Fe}_{0.75}\text{Cr}_2\text{S}_4$ ($0 \leq x \leq 0.2$)

А. АХМЕДОВ, М. АЛДЖАНОВ, М. НАДЖАФЗАДЕ, И. ИБРАГИМОВ, Г. СУЛТАНОВ

Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана,

пр. Г. Джавида 131, AZ1143 Баку

Целью данных исследований является изучение влияния катионного замещения меди (Cu) на магнитные свойства шпинельной системы $\text{Ni}_{0.25-x}\text{Cu}_x\text{Fe}_{0.75}\text{Cr}_2\text{S}_4$ ($0 \leq x \leq 0.2$). Известно, что соединение FeCr_2S_4 обладает шпинельной структурой и является ферримагнетиком [1]. Проведенные измерения полевой и температурной зависимости удельной намагниченности соединений $\text{Ni}_{0.25-x}\text{Cu}_x\text{Fe}_{0.75}\text{Cr}_2\text{S}_4$ ($0 \leq x \leq 0.2$) показали, что магнитный момент и температура фазового перехода T_c увеличивается с увеличением концентрации меди.

- [1] *P. Gibart, J. Dormann, Y. Pellerin*, Magnetic properties of FeCr_2S_4 and CoCr_2S_4 , *phys.sat.sol.*, v.36, №1, p.187-194, 1969.

INFLUENCE OF FULLERENES C₆₀ ON OPERATING CHARACTERISTICS OF LIQUID CRYSTAL MBBA

T.D. IBRAGIMOV, A.R. IMAMALIYEV, G.F. GANIZADE

Institute of Physics of Azerbaijan National Academy of Sciences,

H.Javid av.131, Baku, AZ1143, Azerbaijan

tdibragimov@mail.ru

In the present work the results of investigation of influence of fullerenes C⁶⁰ on the threshold voltages of Freederickzs and Carr-Helfrich effects and switching times of Carr-Helfrich effect in nematic liquid crystal 4-methoxybenzilidene – 4' – butylaniline (MBBA) with negative dielectric anisotropy are presented. At this case the concentration of fullerenes was equaled to 0.5 wt.%.

It is shown that the clearing temperature, threshold voltages of both effects decreases in comparison with a pure liquid crystal. The threshold voltage of electrohydrodynamic instability at low frequencies and also critical frequency of disappearance of Williams' domains decrease.

Experimental results are explained by increasing of dielectric anisotropy, the bend elastic constant, and also suppression of ionic conductivity and rising of the number of the centers of turbulence at additive of fullerenes.

AZƏRBAYCAN ƏRAZISİNDƏKİ NEFTLƏRİN BURAXMA SPEKTRLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

**A.Ə. SADIQOVA¹, Ş.Ə. ƏHMƏDOVA¹, F.R. BABAYEV²,
Q.S. MARTINOVA², T.R. MEHDİYEV¹**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının:

¹*H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu AZ-1143, Azərbaycan, Bakı, H. Cavid pr.131*

²*Geologiya və Geofizika İnstitutu, AZ-1073, Azərbaycan, Bakı, H. Cavid pr.119*

Neft - parafin, nafta və aromatik homoloji seriyaya aid müxtəlif karbohidrogenlərin kompleks qarışığıdır. Parafin və ya nafta karbohidrogenlərinin neftdə üstünlüyünə əsaslanaraq, onu parafin və ya nafta tərkibli neft kimi təsnif etmək olar. Qeyd edək ki, sonuncunun tərkibində aromatik karbohidrogenlər daha çox üstünlük təşkil edir. Neft parafinlərin əsas fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri kristallaşma və ya ərimə temperaturlarının başlanğıc nöqtəsində onların faza çevrilmələridir.

Üzvi və qeyri-üzvi birləşmələrin, o cümlədən neft mənşəli strukturların öyrənilməsi üçün müxtəlif üsullar arasında infra-qırmızı spektroskopiyaya üsulu (İQS) mühüm yer tutur. Tədqiqat baxımından İQS universal metoddur. Neft və neft məhsullarının öyrənilməsi İQ spektrinin yaxın, orta və uzaq oblastlarında aparılır. Azərbaycan ərazisində olan neftlərdən West Azəri, East Azəri, Central, DWG Crude, Chirag1, WestChrag və Şahdəniz növlərini araşdırmaqla, onların polyarizasiya və temperatur asılılığına Bruker firmasının Vertex 70V cihazı ilə baxılmışdır. Onların buraxma və udulma spektrləri tədqiq edilmişdir. İQS üsulu ilə neftin xarakterizə edilməsi üçün aşağıdakı udulma oblastları istifadə edilir: 720-730 sm^{-1} olan oblast metilen qrupunun deformasiya olunmuş rəqslərə, 1200-1300 sm^{-1} oblast isə yelpikvari və dairəvi rəqslərə uyğundur. 1375-1460 sm^{-1} oblastında metil və metilen qrupların simmetrik və antisimmetrik deformasiya rəqslərinə uyğundur.

Bu iş Qrant №21LR-AMEA Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin “Elm Fondu”nun maliyyə dəstəyi ilə həyata keçirilmişdir.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В p-n ПЕРЕХОДАХ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ Л.ЗАДЕ

Э.А. ИСАЕВА, А.М. АЛИЕВА

*Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана,
Az-1143, Баку, проспект Г. Джавида 131,
elmira@physics.ab.az*

В физике продолжается изучение флуктуаций электрического напряжения, проводимости, концентрации носителей тока в металлах и полупроводниках. Из-за того, что разногласия между статистически ожидаемыми и полученными из эксперимента результатами, могут достигать даже 30% использование ТНМ Заде в этой проблеме целесообразно. Так, 0 из интервала $[0,1]$ значений функции принадлежности μ в ТНМ могло бы соответствовать событию, что флуктуаций нет, а значение 1 – тому событию, что имеют место флуктуации только одного сорта. Но реальные флуктуации генерируют бесконечное множество нечетких событий, которые могут быть оснащены всеми значениями μ .

Во всяком проводящем электричество теле, вследствие хаотического теплового движения носителей тока возникает флуктуационное напряжение, среднее по времени, которого равно 0, а средний квадрат на единицу полосы частот определяется формулой Найквиста. При выводе формулы Найквиста предполагается, что система находится в состоянии теплового равновесия и в металлах никаких отклонений от формулы Найквиста обнаружить не удавалось. Но в полупроводниках величина флуктуационного напряжения между концами кристалла при прохождении тока через него может на несколько порядков превышать значение, даваемое формулой Найквиста. Природа и происхождение таких флуктуационных шумов представляет, как практический, так и теоретический интерес. Они могут представлять собой хорошо известный фликкер-шум. Тепловой и дробовой шумы достаточно хорошо поддаются изучению и на сегодня существуют теории, объясняющие их природу, а вот фликкер-шум, наблюдаемый практически во всех явления природы, но при этом, являясь аномальным, до сих пор вызывает много споров.

Как известно, фликкер-шум наблюдается практически в любых электронных устройствах и его источниками могут быть неоднородности в проводящей среде, генерация и рекомбинация носителей заряда в транзисторах и т.п. одним из таких транзисторов является полевой транзистор, управляемый p-n переходом. В появлении фликкер-шума в этих транзисторах роль p-n переходов очевидна и именно в них мы будем рассматривать распределение носителей заряда с точки зрения ТНМ Заде.

**Er, Ag VƏ Ge AŞQARLARININ InSe MONOKRİSTALLARININ
RENTGEN-DOZİMETRİK XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ**

E.M. KƏRİMOVA*, A.Ə. İSMAYİLOV**

**AMEA Fizika İnstitutu, H. Javid pr. 131*

***Azərbaycan Texniki Universiteti H. Javid pr.25*

Təcrübi olaraq müəyyən edilmişdir ki, aşqarlanmamış InSe monokristallarından fərqli olaraq aşqarlanmış kristalların fətohəssaslığı kiçik dalğalı tərəfdən yumuşaq rentgen şüalanmasına doğru uzanır ki, inteqral rentgen-həssaslıq əmsalı yüksək qiymətlərə malik olur. Nəticədə onların rentgen-doziometrik xarakteristikalarının yüksəldilməsinə səbəb olur. InSe monokristalları əsasında günəş enerjisini effektiv çeviricilər olan perspektivli materiallar kimi qiymətləndirilir. Cədvəldə InSe, InSe+Ag (0,1at%), InSe+Er (0,1at%) və InSe+Ge (0,1at%) tərkibli detektorların bəzi fiziki parametrləri verilmişdir.

Cədvəl

Detektorun tərkibi	Boruda gərginlik U, kV	Ventil rejimində		Fotodiod rejimində	
		<i>a</i>	$K = \frac{\Delta J_p}{\Delta p} \cdot \frac{A \cdot d_{\text{əq}}}{p}$	<i>a</i>	$K = \frac{\Delta J_p}{U_n \Delta p} \cdot \frac{A \cdot d_{\text{əq}}}{p \cdot B}$
1	2	3	4	5	6
InSe	25	0,93	$7,90+7,70 \cdot 10^{-10}$	1,00	$5,70+6,73 \cdot 10^{-9}$
	30	0,83	$6,32+4,67 \cdot 10^{-10}$	1,00	$4,95+5,16 \cdot 10^{-9}$
	35	0,82	$5,00+3,80 \cdot 10^{-10}$	0,95	$3,18+3,45 \cdot 10^{-9}$
	40	0,78	$4,02+5,48 \cdot 10^{-10}$	0,93	$2,75+1,98 \cdot 10^{-9}$
	45	0,77	$3,16+5,80 \cdot 10^{-10}$	0,85	$2,04+1,30 \cdot 10^{-9}$
	50	0,76	$3,48+3,93 \cdot 10^{-10}$	0,80	$1,82+1,20 \cdot 10^{-9}$
InSe+Ag (0,1at%) InSe+Er (0,1at%)	25	1,06	$0,6440 \cdot 10^{-9} + 0,6838 \cdot 10^{-9}$	1,0	$0,5 \cdot 10^{-9} + 0,48 \cdot 10^{-8}$
	30	1,0	$0,5789 \cdot 10^{-9} + 0,4274 \cdot 10^{-8}$	0,98	$0,43 \cdot 10^{-8} + 0,46 \cdot 10^{-8}$
	35	1,05	$0,5477 \cdot 10^{-9} + 0,4025 \cdot 10^{-8}$	0,95	$0,42 \cdot 10^{-8} + 0,44 \cdot 10^{-8}$
	40	1,03	$0,5326 \cdot 10^{-9} + 0,3642 \cdot 10^{-8}$	0,94	$0,40 \cdot 10^{-8} + 0,38 \cdot 10^{-7}$
	45	0,9	$0,5273 \cdot 10^{-9} + 0,3643 \cdot 10^{-8}$	0,90	$0,37 \cdot 10^{-8} + 0,35 \cdot 10^{-7}$
InSe+Ge (0,1at%)	25	1,0	$0,98 \cdot 10^{-10} + 0,59 \cdot 10^{-9}$	1,0	$0,8187 \cdot 10^{-9} + 0,5827 \cdot 10^{-8}$
	30	0,96	$0,5015 \cdot 10^{-9} + 0,6065 \cdot 10^{-8}$	1,0	$0,5066 \cdot 10^{-9} + 0,5599 \cdot 10^{-8}$
	35	0,95	$0,6838 \cdot 10^{-9} + 0,3534 \cdot 10^{-8}$	1,0	$0,4771 \cdot 10^{-8} + 0,4965 \cdot 10^{-8}$
	40	0,84	$0,4677 \cdot 10^{-9} + 0,3378 \cdot 10^{-8}$	0,98	$0,4493 \cdot 10^{-8} + 0,2752 \cdot 10^{-8}$
	45	0,80	$0,4448 \cdot 10^{-9} + 0,3135 \cdot 10^{-8}$	0,88	$0,4493 \cdot 10^{-8} + 0,2618 \cdot 10^{-7}$
50	0,80	$0,4448 \cdot 10^{-9} + 0,2836 \cdot 10^{-8}$	0,88	$0,4496 \cdot 10^{-8} + 0,2618 \cdot 10^{-7}$	

ФОТОРЕЗИСТОРЫ НА ОСНОВЕ $p\text{-Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ С ЛОКАЛЬНЫМИ ПРИПОВЕРХНОСТНЫМИ n^+ ОБЛАСТЯМИ

Н.Д. ИСМАЙЛОВ, Р.И. МУХТАРОВА, А.А. РАДЖАБЛИ, Ш.О. ЭМИНОВ

¹ Институт Физики НАН Азербайджана, Az-1143, Баку, Азербайджан
ismailovnamik@yahoo.com

Одной из важных областей применения охлаждаемых ИК-фотоприемников (ФП) является регистрация экстремально слабого излучения при очень низком фоновом излучении в среднем (3–5 мкм) и дальнем (8–14 мкм) ИК-диапазоне. Для этих целей наибольшей пороговой чувствительностью обладают ФП на основе $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ (КРТ), в которых преобладает механизм Оже-рекомбинации. При этом наиболее высокие параметры ФП могут быть достигнуты на слабелегированном КРТ p -типа [1]. Однако, сложность практической реализации таких ФП заключается в получении однородного слабелегированного материала p -типа, сильном влиянии на коэффициент усиления эффекта вытягивания носителей заряда (ЭВН) и поверхностной рекомбинации [2, 3]. В настоящей работе предложен фоторезистор на КРТ p -типа с составом $x = 0.23\text{--}0.3$, в котором устранены указанные недостатки.

В данном типе фоторезистора в приповерхностной области методом ионной имплантации бора созданы множество локальных областей n^+ -типа проводимости с размерами $A \ll L_n$, расстояние между которыми $b < L_n$ (рис.1), здесь L_n – диффузионная длина электронов. Данные n^+ -области являются потенциальными ямами для электронов. Так как $b < L_n$, то значительная часть генерированных в p -объеме фоторезистора электронов будет диффундировать к границе p - n перехода и под действием его поля затянутся в n -область, и будут удерживаться там в течение времени τ_{ef} ; R_0C_0 (где R_0 , C_0 – сопротивление и емкость p - n перехода), которое при слабом фоне на несколько порядков может превышать время жизни τ в обычных фоторезисторах. Так как приложенное к образцу электрическое поле очень слабое по сравнению с полем p - n перехода, то при увеличении напряжения смещения носителей ЭВН наблюдаться не будет.

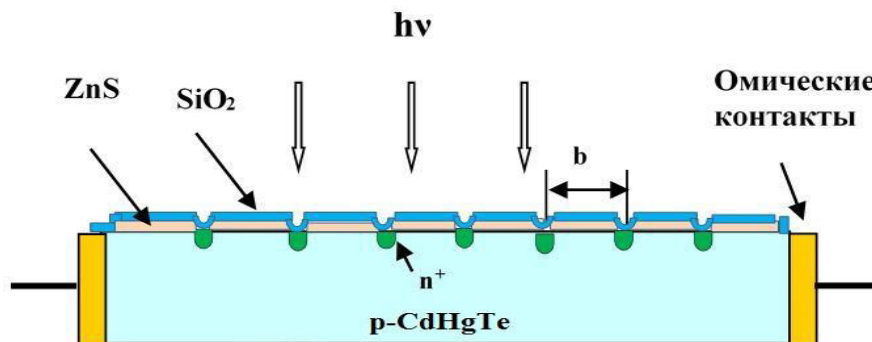


Рис. 1 Геометрическая модель фоторезистора

Для фотоприемника с $\lambda_c = 5$ мкм при уровне фона $\Phi = 10^{15}$ фотон/(см²·с), экспериментально наблюдалось увеличение фоточувствительности более чем в 10^3 раз по сравнению с однородным фоторезистором.

- [1] *Antoni Rogalski* // *Infrared Physics & Technology*. 2002. v.43. P.187-210
- [2] Фотоприемники видимого и ИК-диапазонов. Под ред. Р.Дж. Киесса. М.: Радио и связь. 1985. 328с.
- [3] *Risal Singh and Vardna Mittal* // *Defence Science Journal*. 2003. v.53. no 31. p.281

О ПОДАВЛЕНИИ ОЖЕ-РЕКОМБИНАЦИИ В НЕОХЛАЖДАЕМЫХ ФОТОПРИЕМНИКАХ НА ОСНОВЕ $Cd_xHg_{1-x}Te$

Н.Д. ИСМАЙЛОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана, Az-1143, Баку, Азербайджан
ismailovnamik@yahoo.com*

Для достижения высоких параметров фоточувствительности фотоприемников на основе узкозонных полупроводниках, требуется их охлаждение до температур от 77 до 200 К. Необходимость охлаждения значительно увеличивает массу, габариты и стоимость всей аппаратуры. Поэтому одной из актуальных задач является разработка неохлаждаемых фотоприемников ИК-диапазона с высокими параметрами фоточувствительности. Основным фактором, ограничивающим параметры неохлаждаемых фотоприемников, является Оже-процессами термогенерации носителей заряда. Для подавления Оже-процесса в слое поглощения были предложены несколько концепций, такие как неравновесный режим экстракции и эксклюзии в фотодиодах [1.2] и метод оптимизации [3] параметров в фоторезисторах. Однако, большие токи смещения в этих структурах обуславливают высокий уровень шумов вплоть до 10 МГц [4].

В данной работе представлен новый подход для реализации высоких параметров неохлаждаемых фотоприемников на основе $Cd_xHg_{1-x}Te$. Он заключается в том, что в область поглощения введено электрическое поле E , путем создания неоднородного по толщине слоя распределения акцепторов N_a . Пространственное разделение неравновесных носителей электрическим полем увеличивает время жизни неравновесных носителей, как приведено в [4] и описывается формулой;

$$\tau_r = \tau_o \cdot \exp(\phi_r/kT), \quad (1)$$

здесь τ_o – время рекомбинации в отсутствии пространственного разделения носителей. Рекомбинационный барьер ϕ_r , связанный с градиентом концентрации примеси $N_a(x)$, определяется по формуле:

$$\phi_r = kT/q \cdot \ln(p^+/p^-) \quad (2)$$

p^+ и p^- – концентрация дырок на противоположных сторонах образца.

Из (1) и (2) следует, что $\tau_r = \tau_o (p^+/p^-)$.

В работе [4] мы уже сообщали о наблюдении аномально больших значений τ_r фотопроводимости $p^+ - p - p^-$ структур из $Cd_xHg_{1-x}Te$ ($0.24 \leq x \leq 0.29$) в интервале $T=77-150$ К. Наблюдаемые большие значения $\tau_r=10-40$ мс указывают на подавлением всех типов рекомбинации внутренним электрическим полем. При комнатной температуре в этих структурах, благодаря подавлению Оже-процессов рекомбинации, наблюдаются времена

жизни, существенно превышающие теоретически расчетные в 10^2 раз. На их основе реализованы неохлаждаемые ИК- фотоприемники на область 3-5мкм с высокими параметрами чувствительности.

- [1] *T. Ashley, C.T. Elliot and A.T. Harker.* Non-equilibrium mods of operation for infrared detectors. *Infrared Phys.* Vol.26, No.5, pp.303-315,1986.
- [2] *T. Ashley, C.T. Elliot.* Non-equilibrium devices for infrared detection. *Electron. Lett.*, 1985,85, pp.451-452.
- [3] *M. Kalafi, H. Tajalli, M.S. Akhondi, F. Kaziev.* Realzation of uncooled photoconductor based on $Cd_xHg_{1-x}Te$ operating in 2-6 μm spectral range. *Infr.Phys.&Technol.*41(2000)293-297.
- [4] *Н.Д. Исмаилов, А.А. Раджабли Г.Х. Мамедва* Долговременная релаксация фотопроводимости и процессы рекомбинации в P^+-P-P структурах $Cd_xHg_{1-x}Te$ ($x=0.24-0.3$). *Azərbaycan MEA Xəbərləri. Fizika-Texnika və Riyaziyyat elmləri Seriyası, cild XXXVI №5, .2018. с.81-87*

**PREPARATION AND STUDY OF ELECTRICALLY CONDUCTIVE CERAMIC
NANOCOMPOSITES BASED ON THE AZERBAIJAN BENTONITE RAW MATERIAL
AND MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES**

S.H. ABDULLAYEVA^{1,2}, A.B. HUSEYNOV¹, A.O. ISRAFILOV¹, S.A. MAMMADOVA²

¹*Research & Development Center for High Technologies (RDCHT), MTCHT,
Inshaatchilar av., 2, Az-1073, Baku, Azerbaijan*

²*G.M. Abdullayev Institute of Physics, Azerbaijan NAS,
H. Javid av. 131, Az-1143, Baku, Azerbaijan
israfilov.aydin@mail.ru*

Over the last two and a half decades, the creation of composite materials with predetermined properties is one of the most important and intensively developing areas in modern materials science. The promising direction is the preparation of polyfunctional ceramic composites with electrical conductivity. One of the methods of manufacturing these materials is the modification of clay masses by carbon nanotubes (CNTs).

In the paper, multi-walled carbon nanotubes (MWNTs) synthesized from cyclohexane by the aerosol-assisted chemical vapor deposition (AACVD) method and bentonite clays (BC) taken from the various Azerbaijani deposits (Atyaly and Gobu) were selected as the starting materials for the production of hybrid materials. Nanocarbon-ceramic composites were obtained by dispersing nanotubes (1, 2, 4, and 8 %) in a bentonite mass diluted in distilled water and then calcining at 1050 °C under an inert atmosphere of argon for 2 hours.

SEM analysis identified that the obtained carbon nanotubes are high-quality without non-tubular forms of carbon (soot, coke). The XRD method confirmed that the target composites are represented by two main and predominant phases – MWCNTs and BC. Examination of the thermal oxidation resistance using thermal TGA / DTA method revealed that the experimental samples of nanocomposites are characterized by their stability in the air environment up to temperature ranges of 580-640 °C, in which the carbon skeleton of carbon nanotubulenes decomposes with the release of carbon oxides (CO, CO₂). As a result of the investigations of electrical characteristics, it was found that the intercalation of MWCNTs into the composition of the ceramic matrix leads to the appearance of electrical conductivity, the maximum value of which is fixed for specimens with 8 wt % of the nanotubes. When studying the influence of the nature of bentonite minerals on the electrophysical properties of composite materials, it was found that composites based on the ceramic matrix from bentonite clay of the Gobu deposit possess the greatest specific electrical conductivity. Fabricated composites, which are a system based on bentonite minerals and multi-walled carbon nanotubes, are promising materials for the development on their basis of various heating elements, electrodes and other products for use in various fields.

NEW ELECTROMAGNETIC METHODS OF SLOWDOWN AND TRAPPING OF PARTICLES

A.Ch. IZMAILOV

*Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences,
Javid av. 131, Baku, Az-1143, AZERBAIJAN
azizm57@rambler.ru*

Electromagnetic “cooling” and localization of microparticles (in particular, atoms and molecules) under conditions of the high vacuum are very important for a number of directions of physics and technologies including quantum information [1], ultra-high-resolution spectroscopy [2,3], and optomechanics of such particles [4].

Recently I have proposed sufficiently simple methods for the slowdown and trapping of various microparticles (including atoms and molecules) by means of external electromagnetic fields which induce (for such particles) potential wells having fixed spatial distributions but deepening over time up to some limit [5,6]. It is assumed that considered particles are under conditions of the high vacuum and forces acting on these particles are not dissipative, that is they move without friction. Depending on whether the particles have electric (magnetic) moment, it is possible to use the controllable electric (magnetic) field or far-off-resonance laser radiation for inducing of corresponding potential wells for given particles.

In the present work, I theoretically demonstrate possible applications of proposed methods for “cooling” and localization of particles for a number of nonstationary electromagnetic potential wells with different fixed spatial configurations. In particular, optomechanics of levitated particles by various far-off-resonance laser beams, amplifying over time (up to some limit), is analyzed. New schemes of traps and decelerators of polarizable particles, based on corresponding nonstationary gradient forces, are considered.

Proposed “cooling” and trapping methods may be applied in definite cases also for atoms and molecules in the ground quantum state [5,6]. It is necessary to note, that existing methods for slowdown of atoms by means of resonance laser radiation are inefficient for molecules because of their relatively complex quantum level structure. At the same time, the slowdown mechanism of particles by nonresonance light beams demonstrated in the present work is applicable also for “cooling” of ensembles of molecules in the ground quantum state.

The proposed methods of slowdown and trapping of atoms and molecules are promising for applications in ultra-high-resolution spectroscopy, high-precision frequency standards and in quantum computing processes. Moreover, such methods may be effectively used in quantum engineering of various levitated microparticles in high vacuum due to the strong suppression of

mechanical dissipative effects under considered situations. This work is the continuation of research carried out by author in recent papers [5,6].

- [1] *Arthur K. Ekert, and Anton Zeilinger* The Physics of Quantum Information /editors: Dirk Bouwmeester, / (Springer, 2013)
- [2] *W. Demtroder*, Laser Spectroscopy: Basic Concepts and Instrumentation (Springer, Berlin, 2014)
- [3] *W. Paul*, Electromagnetic traps for charged and neutral particles (Nobel Lecture), *Angewandte Chemie, International Edition in English*, V.29, 739-748 (1990)
- [4] *A. Ashkin*, Optical Trapping and Manipulation of Neutral Particles Using Lasers (World Scientific Publishing, 2006)
- [5] *A.Ch. Izmailov*, Trapping of classical particles by an electromagnetic potential well deepening over time, *Optics and Spectroscopy*, V. 119, 883-886 (2015)
- [6] *A.Ch. Izmailov*, On the motion control of microparticles by means of an electromagnetic field increasing with time for spectroscopic applications, *Optics and Spectroscopy*, V.122, 315-321 (2017)

INVESTIGATION OF LOW DIMENSIONAL MATERIALS ON SAPPHIRE SUBSTRATE FOR SENSOR APPLICATION

**SEVDA ABDULLAYEVA^{1,2}, GULNAZ GAHRAMANOVA^{1,2}, NAHIDA MUSAYEVA^{1,2},
TEYMUR ORUJOV^{1,2}, RASIM JABBAROV^{1,2}**

*¹Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences, 131
G. Javid ave., AZ1143 Baku, Azerbaijan*

*²Research and Development Center for High Technologies,
Ministry of Transport, Communication and High Technologies of Azerbaijan Republic,
2 Inshaatchilar ave., AZ 1073 Baku, Azerbaijan
rjabbarov@physics.ab.az*

Low dimensional materials composed of carbon and carbon nanomaterials are a remarkable class of materials with unique properties. Materials with a large surface area to volume ratio can be a good candidate in optoelectronics applications. The past decade has seen a rapid emergence in the use of nanomaterials for sensing applications including the development of high-sensitivity and high-specificity optical biosensors. CNTs since their discovery have become important scientific objects of extensive research due to their remarkable physical properties and technological applications. Carbon nanotubes (CNTs) share the mechanical strength of graphene, but the electronic structure has many features not seen in graphene, such as the van Hove singularities arising from the one-dimensional confinement, that lead to many interesting optical and electronic effects.

In this work, we mainly analyzed the CNTs on sapphire substrate for performance next generation sensors. The synthesis of CNTs on the c-plane sapphire substrate was performed by aerosol- chemical vapor deposition (A-CVD technique from SCIDRE) system with horizontal quartz reactor covered by movable electric furnace. The growth temperature was 850-1000°C.

Two different methods have been used:

1) The CNTs were synthesized by decomposition of cyclohexane (C_6H_{12}) and ferrocene ($Fe(C_5H_5)_2$) solution in different concentration on pure sapphire

2) The CNTs were grown on thin (10-20 nm thickness) Fe catalyzer deposited on sapphire substrate by E-beam evaporator. Pure cyclohexane was used as carbon source.

Atomic Force Microscopy (AFM), Scanning Electron Microscopy (SEM) and Raman spectroscopy methods have been used to observe morphology and structure of CNTs.

ПОЛНАЯ ПРОВОДИМОСТЬ КРЕМНИЕВЫХ МИКРОПИКСЕЛЬНЫХ ЛАВИННЫХ ФОТОДИОДОВ

Э.А. ДЖАФАРОВА¹, З.Я. САДЫГОВ², А.А. ДОВЛАТОВ³, Л.А.АЛИЕВА¹,

Э.С. ТАПДЫГОВ¹, К.А. АСКЕРОВА¹

¹*Институт Физики НАНА им. Г.Б. Абдуллаева, AZ-1143, пр. Г. Джавида 131, Баку, Азербайджан*

²*Объединенный Институт Ядерных Исследований, 141980, Дубна, Россия*

³*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности, AZ 1014, пр.Азадлыг, Баку, Азербайджан.
elmiraifan@mail.ru*

В последние годы благодаря новым технологическим возможностям широкое распространение находят новые фотодетекторы с высокой чувствительностью и эффективностью детектирования фотонов. Разработанные в последнее время микропиксельные лавинные фотодиоды (MAPD) имеют высокий коэффициент внутреннего умножения ($\sim 10^5$) при эффективности детектирования фотонов 20-40%. Конструкция MAPD представляет собой матрицу из n^+ областей (пикселей) диаметром 2-5мкм, расположенных в глубине, между двумя эпитаксиальными слоями p - типа, выполненных на подложке n -Si. Исследована полная проводимость кремниевых микропиксельных лавинных фотодиодов (MAPD) при воздействии малого переменного сигнала различной частоты (10кГц ÷ 1МГц). Показано, что при приложении к подложке n -Si положительного потенциала наблюдается уменьшение барьерной емкости ($U_{обр}=0 \div 3В$) с частотой переменного сигнала, что связано появлением последовательного сопротивления между двумя эпитаксиальными слоями p - типа при обеднении лавинного фотодиода. Вычислена концентрация ионизованных акцепторов в эпитаксиальном слое, а также ширина объемного заряда n^+ - p перехода. При отрицательном потенциале на подложке n -Si MAPD структуры измеряемая емкость экспоненциально возрастает с напряжением $U_{пр}$ и при выполнении условия $U_{пр} = U_{инв}$ происходит изменение знака реактивности с емкостного на индуктивный, что связано с модуляцией проводимости кремниевой подложки вследствие накопления заряда в области первого n^+ - p перехода. Величина отрицательной емкости, пересчитанная к значению индуктивности, составляет 50мГн при $U_{пр} = 0.65В$ ($f=100$ кГц), которое значительно превышает индуктивность полупроводниках плоских спиралей (15 мкГн), используемых в интегральных микросхемах.

INFLUENCE OF INTER-FACIAL PHASES ON THERMAL AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY IN GaSb-CrSb EUTECTIC SYSTEM

M.V. KAZIMOV, D.H. ARASLY, İ.Kh. MAMMADOV*,

R.N. RAHİMOV, A.Ə. KHALİLOVA

Institute of Physics of the Azerbaijan National Academy of Sciences
mobilkazimov@gmail.com

Diluted magnetic semiconductor materials based on III-V compounds and 3d-metals eutectic composites, having a stable composition and properties, are promising materials for spintronic devices. GaSb-CrSb eutectic composite, where CrSb antiferromagnetic needles are distributed in GaSb matrix is of significant interest.

Different models were proposed in order to determine composite physical parameters. In the present study, heat and electrical conductivity of the GaSb-CrSb eutectic composite was calculated based on the theory of effective ambient. It has been shown that in calculation of the heat and electrical conductivity, the inter-phase zones should be taken into consideration.

The effective electrical conductivity in the direction of crystallization (σ_{\parallel}) and perpendicular to it (σ_{\perp}) was calculated by the following expressions:

$$\sigma_{\perp} = \frac{(\sigma_1 - \sigma_2) \left(1 - \sqrt{\frac{c}{1+c}}\right) + \sigma_1 \sqrt{\frac{1+c}{c}}}{1 + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1}\right) \sqrt{\frac{1+c}{c-1}}}, \quad \sigma_{\parallel} = \sigma_1 \frac{1}{1+c} + \sigma_2 \frac{c}{1+c}$$

here σ_1 and σ_2 are the electrical conductivity of the matrix and metal phase, c is the volume of metal needles in the total volume.

The following formula is used for the effective thermal conductivity in parallel (K_{\parallel}) and perpendicular (K_{\perp}) to the metal needles:

$$K_{\parallel} = K_2 + (1 - c)((K_1 - K_2)), \quad K_{\perp} = K_2 + \frac{2K_2(1-c)(K_1 - K_2)}{2K_2 + c(K_1 - K_2)}, \quad c = \frac{V_i N_i}{1 - V_i N_i},$$

here N_i is the density of the metal phase, V_i is the volume of the metal needles.

ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КРИСТАЛЛОВ $\text{EuGa}_2\text{S}_4:\text{Er}$

О.Б. ТАГИЕВ, Ф.А. КАЗИМОВА, Т.Ш. ИБРАГИМОВА, С.О. ГУСЕЙНОВА

Институт Физики НАН Азербайджана,

Баку AZ 1143, Азербайджан

oktay@58mail.ru

В кристалле $\text{EuGa}_2\text{S}_4:\text{Er}$ ($\text{Er}=1, 5, 7\%$) при $\lambda_{\text{воз}}=337.1\text{нм}$ и $T=300\text{К}$ наблюдается одна интенсивная широкая полоса с $\lambda_{\text{max}}=550\text{нм}$, которая связана с внутрицентровым переходом $4f^65d \rightarrow 4f^7$ иона Eu^{2+} . В интервале 600-1600нм наблюдается серия полос в областях 650-700нм (${}^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), 800-850нм (${}^2H_{11/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$), 850-950нм (${}^4S_{3/2} \rightarrow {}^4I_{13/2}$) и 950-1000нм (${}^4I_{11/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$), 1500-1600нм (${}^4I_{13/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$). Эти линии связаны с ионами Er^{3+} . С увеличением концентрации Er^{3+} интенсивность этих линий увеличивается. Но интенсивность широкополосного излучения максимальна при 5% Er^{3+} . При $\lambda_{\text{воз}}=976\text{нм}$ и различных значениях мощности (10-1000 мВт) лазерного излучения, как при температуре 300К, так и при 77К наблюдается широкополосное излучение с $\lambda_{\text{max}}=550\text{нм}$ ионов Eu^{2+} и менее интенсивные линии излучения ионов Er^{3+} с $\lambda_{\text{max}}=665\text{нм}$, т.е. имеет место антистоксова люминесценция. В инфракрасной области (1500-1600нм) также наблюдается излучение ионов Er^{3+} . В зависимости от мощности накачки интенсивность максимума широкополосного излучения увеличивается с последующим переходом к насыщению, а интенсивность излучения с $\lambda_{\text{max}}=1541\text{нм}$ иона Er^{3+} увеличивается линейно с ростом мощности накачки. Интересная особенность антистоксовой люминесценции проявляется при 77К. Так как при начальных значениях мощности накачки (10-150мВт) в области 550нм мы наблюдаем только узкополосное излучения иона Er^{3+} . Увеличение мощности накачки сопровождается появлением в этой же области широкополосного излучения иона Eu^{2+} . Из зависимости максимума излучения от мощности накачки установлено, что начиная с мощности 555мВт интенсивность излучения ионов Er^{3+} уменьшается, а интенсивность излучения ионов Eu^{2+} почти с квадратичным наклоном растет. Предлагаем, что идет передача энергии от ионов Er^{3+} к ионам Eu^{2+} .

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики-Грант № EIF-BGM-3-BRFTF-2+/2017-15/01/1

МИКРОВОЛНОВЫЙ СПЕКТР МОЛЕКУЛЫ ТРЕТИЧНОГО БУТИЛОВОГО СПИРТА (СН₃)₃СОН

Ч.О. КАДЖАР, С. Б. КАЗЫМОВА, А.С. ГАСАНОВА, Ф.Г. МАМЕДОВ
*Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку, AZ-1143,
проспект Г. Джавида, 131,
kazymova-s@mail.ru*

В настоящей работе впервые проведено исследование микроволнового спектра молекулы третичного бутилового спирта (СН₃)₃СОН. Исследование вращательного спектра молекулы третичного бутилового спирта (СН₃)₃СОН проводилось в диапазоне частот 15.9-31.72 ГГц. Молекула третичного бутилового спирта (СН₃)₃СОН является молекулой типа асимметричного волчка (почти сжатый волчок с $\chi = 0.975$). Она содержит трех метильных, и одну гидроксильную группы с осью "а" перпендикулярной плоскости симметрии, в которой находятся дипольные моменты молекулы μ_b и μ_c . Эта молекула похожа на метиловый спирт и получается с заменой атомов водорода группой СН₃ в нем (метиловом спирте).

Прежде чем, начать теоретическую обработку и идентификацию спектра молекулы рассчитаны вращательные постоянные и компоненты дипольного момента исследуемой молекулы. Теоретическая обработка спектра осуществлялась вращательным гамильтонианом Уотсона А- редукции, включающим квартичные и секстичные центробежные термы. Идентифицировано 24 вращательных переходов. Определены центробежные постоянные и значительно уточнены вращательные постоянные исследуемой молекулы.

Определённые вращательные и центробежные постоянные исследуемой молекулы должны значительно облегчить дальнейшее исследование вращательных спектров этой молекулы и поисков определенных спектральных линий в атмосфере и межзвездном пространстве.

Третичный бутиловый спирт используют как: промежуточный продукт в производстве изобутилена высокой степени чистоты из газов нефтепереработки; алкилирующий агент; сырье для производства трет-бутилгидропероксида и искусственного мускуса; растворитель; антисептик. Следовательно, исследование вращательного спектра этой молекулы представляет собой весьма актуальную задачу.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики -Грант № EIF-BGM-3-BRFTF-2⁺/2017-15/03/1

CONTROL OF FERROMAGNETISM IN COBALT ION IMPLANTED RUTILE (TiO₂) BY ELECTRO-MIGRATION OF OXYGEN VACANCIES

R.I. KHAIBULLIN¹, V.V. BAZAROV¹, V.F. VALEEV¹, N.M. LYADOV¹,

I.R. VAKHITOV², A.I. GUMAROV², AND L.R. TAGIROV^{1,2}

¹⁾ Zavoiisky Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan, Russia

²⁾ Institute of Physics, Kazan Federal University, Kazan, Russia,

420029 Kazan, Sibirsky Trakt 10/7, Russia

rik@kfti.knc.ru

Last decade, the room temperature ferromagnetism in wide-gap n-type oxide semiconductors, such as TiO₂, ZnO, In₂O₃ etc., doped with 3d-ions has attracted considerable attention because of their potential applications in the spintronics. Spectroscopic studies have indicated that the 3d-dopant in oxide host can be found in two different states: either in neutral form as a dispersion of magnetic nanoclusters, or in oxidation state as substitutional ions in cation sites. In the last case, the physical origin of ferromagnetism in these 3d-ion diluted magnetic materials remains controversial.

To shed more light on microscopic mechanism of the long-range magnetic coupling in 3d-metal ions diluted oxide semiconductors we studied the influence of oxygen vacancies (Vo) on magnetic properties of rutile (TiO₂) doped with cobalt. First, magnetic semiconducting layers, Co_xTi_(1-x)O_(2-δ), doped homogeneously with magnetic Co²⁺ ions have been obtained by implantation with 40 keV Co⁺ ions into (001)-oriented single crystalline substrates of TiO₂. Then, we developed the original technique of the oxygen vacancies migration (or injection) under the applied DC electric field. Fast radiation-accelerated electro-migration of the oxygen vacancies into the selected region of the Co-implanted TiO₂ sample was observed. Besides, EDS element mapping in the sample plane have shown that there is no migration of Co dopant under DC electric field. At last, we studied in detail the influence of Vo density on the room-temperature magnetic hysteresis loops and thermo-magnetic curves of Co-implanted samples. It was found that the saturation magnetic moment in Co-doped rutile could be enhanced by 3-10 times in the region enriched with Vo, while it sharply diminishes in the region of sample depleted with Vo. Thus, our experiments give a strong indication for relevance of the Vo-mediated (so-called F-center) mechanism of ferromagnetism in the diluted magnetic oxide semiconductor Co_xTi_(1-x)O_(2-δ).

The work was supported by the program of Presidium of the Russian Academy of Sciences No.5 "Electronic spin resonance, spin-dependent electron effects and spin technologies".

GEMOLOGICAL ISSUES OF ION IMPLANTATION IN OXIDE MINERALS AND DIAMOND

R.I. KHAIBULLIN¹, O.N. LOPATIN², V.I. NUZH DIN¹, A.G. NIKOLAEV²

¹⁾ *Zavoisky Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan, Russia*

²⁾ *Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Kazan, Russia
420029 Kazan, Sibirsky Trakt 10/7, Russia
rik@kfti.knc.ru*

In this report, we review our activity on the development of ion-beam implantation for the production of gemstones or laser and sensor active materials. The implantation with 3d-ions into initially colorless crystals of oxide minerals (or their synthetic analogs) makes it possible to change efficiently the colorimetric and quantum-optic properties of rutile, corundum, quartz, beryl, olivine etc. The changing in color leads to the improvement of quality of these minerals and thus the value added. For examples, gems-like crystals: sky-blue sapphire, pale-pink ruby, citrine, light green emerald, golden beryl etc. had been produced in the result of the implantation with 40 keV Co⁺, Mn⁺, V⁺, Cr⁺ or Fe⁺ ions in the above colorless oxide minerals with subsequent high-temperature annealing. Diamonds colored in bright (fantasy) colors are of particular interest. The diamonds with fantasy color are of high commercial value. We have obtained the diamonds with fantasy yellow, amber-yellow, brown and black colors by using the implantation with He⁺ (helium) ions in the natural stones (Yakutia) without subsequent thermal treatment. Ion-beam treatment of diamonds (brilliants) is characterized by highly predictable results, high rate production and ecologically purity.

Thus, the results of our investigations show that ion-beam technology can be widely used for the creation of different color centers in transparent oxide matrices and diamond, as well for ennoblement of gemstone raw.

Decree 220 of the Russian Government (Agreement No. 14.W03.31.0028 with the host organization ZPTI of FRC Kazan SC of RAS) supported this work.

ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

InSb С МАРГАНЦЕМ

И.Х. МАМЕДОВ*, **А.А. ХАЛИЛОВА****, **Д.Г. АРАСЛЫ****,

Р.Н. РАГИМОВ**, **М.А. АЛИЕВА*****

**Национальная академия авиации Азербайджана, Баку, Бина, 25 км*

***Институт физики НАН Азербайджана, AZ -1143, Баку, пр. Г. Джавида, 131*

****ADNSU, AZ-1007, Баку, пр. Азадлыг, 20*

almaz@physics.science.az

Исследованы тензометрические характеристики тензорезисторов на основе эвтектического композита InSb-MnSb и InSb, легированного марганцем с концентрацией носителей заряда $5,6 \cdot 10^{17} \div 1,6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ в интервале температур 250-400К и деформаций $\pm 2 \cdot 10^{-3}$ отн.ед. Сплавлением необходимых весовых процентов компонент вертикальным методом Бриджмена со скоростью перемещения фронта кристаллизации 1мм/мин получена эвтектика InSb-MnSb с ориентированными внутри матрицы InSb иглами длиной $50 \div 100 \text{ мкм}$, диаметром 1мкм, плотностью $8,1 \cdot 10^4 \text{ мм}^2$. Характерная особенность таких эвтектик – наличие металлических включений в полупроводниковой матрице, что обуславливает некоторые физические особенности тензоэффекта. Наблюдаемые на эксперименте несимметричность деформационных характеристик тензорезисторов на основе InSb-MnSb, различие в величинах коэффициентов тензочувствительности p- InSb до $6 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$, а также смена знака температурного коэффициента тензочувствительности в образцах $p \geq 6 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$ обусловлено особенностями структуры валентной зоны p- InSb. Тензорезисторы были испытаны на стабильность, цикличность и старение. Исследования привели к созданию оригинальных тензорезисторов с линейными, безгистерезисными, термостабильными характеристиками и тензодатчиков с термокомпенсированной тензочувствительностью.

**ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE AND SELECTIVE LASER
SPECTROSCOPY OF Er³⁺ IONS IN PYROCHLORE-STRUCTURE Y₂Ti₂O₇**

B.M. KHALIULIN, I.F. GILMUTDINOV, R.G. BATULIN, I.E. MUMDZHI,

A.A. RODIONOV, S.I. NIKITIN, R.V. YUSUPOV

*Institute of Physics, Kazan Federal University, 420008 Kazan, Russia
botton95@gmail.com*

Pyrochlore-structure compounds with the general composition of R₂Ti₂O₇ where R is a rare-earth (RE) ion are intensely studied as the geometrically frustrated systems that at low temperatures reveal the unusual spin liquid and spin ice states. Explanation of the properties of these systems demands the information on the crystal field parameters. However, for concentrated compounds, the only available data is the energy structure of the ground RE-ion multiplet that is not enough for determination of all significant crystal field parameters. This difficulty can be overcome by studies of an isostructural diamagnetic crystalline system doped by RE-ions.

In our work, we report on the results of studies of the Y₂Ti₂O₇ single crystals doped with Er³⁺ ions by electron paramagnetic resonance and site-selective laser spectroscopy. We find that the majority of the impurity Er³⁺ ions substitute for Y³⁺ in the regular lattice site. Principal values of the g-factor were found from the EPR spectra: $g_{\parallel} = 2.29$ and $g_{\perp} = 6.80$.

Site-selective laser spectroscopy has revealed three types of the impurity Er³⁺-ion centers that dominate in the luminescence spectra. One of these centers was assigned to the Er³⁺ ions in the Y³⁺ regular site. Other two possess a defect nearby, most probably, the oxygen or titanium vacancy. The luminescence intensity of the dominant Er³⁺ ion center is low because the transitions involved in excitation and relaxation processes are strongly electric- and magnetic-dipole forbidden. Energy patterns of the ground and excited multiplets of Er³⁺ impurity centers were defined.

AZƏRBAYCAN ƏRAZISİNDƏKİ NEFTLƏRİN BURAXMA SPEKTRLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

A.Ə. SADIQOVA, Ş.Ə. ƏHMƏDOVA, T.R. MEHDİYEV

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu
AZ-1143, Azərbaycan, Bakı, H. Cavid pr.131*

Azərbaycan ərazisində olan neftlərdən West Azəri, East Azəri, Central, DWG Crude, Chirag1, West Chrag və Şahdəniz növlərini araşdırmaqla, onların polyarizasiya və temperatur asılılığına Bruker firmasının Vertex 70V cihazı ilə baxılıb. Həmin neftləri 35⁰C-dən 80⁰C-ə qədər 1⁰ fərqi ilə qızdıraraq parafinin əmələ gəlməsini müşahidə etmişik. Müəyyən olunmuşdur ki, spektrin 6000-10 sm⁻¹ tezlik intervalında parafinin aktiv olduğu aralıq 1500-400 sm⁻¹-dir.

Analiz 850 ⁰C temperaturunda Perkin Elmer Series II CHNS/O Analyser 2400 qurğusunda aparılmışdır. Nümunə 1.5-2 q kütləsində götürülür. Karbon və hidrogenin element analizi nəticədə karbon dioksid və suyun qalması ilə neft məhsulunun orqanik kütləsinin oksigen mühitində tamamilə yandırılmasına əsaslanır.

	C,%	H,%	N,%	S,%
West Chirag Oil	78,66	11,37	3,08	0,82
Central Oil	78,11	11,95	3,21	0,77
DWG Crude Oil	85,66	12,23	2,95	0,74
West Azeri Oil	87,93	12,72	3,09	0,81
Chirag Oil	90,39	13,04	2,74	0,84
East Azeri Oil	72,41	10,48	2,51	0,63

Neft digər yanacaq maddələrdən 78-79.5% - 86.7 %-a aralığında dəyişən karbonun yüksək miqdarı ilə fərqlənir. Təbii qazlarda karbonun miqdarı 42%-78% aralığında dəyişir. Hidrogenin neftdə miqdarı 11.0-14.5 % təşkil edir. Beləliklə, karbon və hidrogenin neftdə ümumi miqdarı 88-98 % təşkil edir. Nitrogenin neftdə miqdarı nadir hallarda 1-2.7 % -ı keçir. Neft yataqlarının dərinliyinin artması ilə bu miqdar azalır. Azot birləşmələri neftin yüksək qaynar fraksiyalarında, xüsusən də ağır qalıqlarında, məskunlaşır. Adətən nitrogen tərkibli birləşmələr iki qrupa bölünür: nitrogen qələvilər və neytral nitrogen birləşmələr. Təqdim olunmuş nümunələrdə nitrogenin miqdarı 2.5%-dən 3.2%-a qədər təşkil edir. .Kükürdün neftdə miqdarı 0.1-7.0 % ola bilər. Bu rəqəm 14 %-a qədər cəta bilər.

Oil	A ₂₀₀	A ₂₃₀	A ₂₅₅	C _{ab} ,%	C _{an} , %	C _{ef} , %	C _{maddə} /C _{məhlul}	ümumi aromatik tərkib, %
West Azeri	4.068	3.145	1.427	5.795851	3.823333	4.028729	0.11	13.64791
Central	3.8053	2.9747	1.2801	5.770603	3.808645	3.765306	0.1052	13.34455
DWG Crude	3.7747	3.7245	2.2362	5.988805	4.977228	7.281874	0.097037	18.24791
West Chirag	3.1306	3.0155	1.644	4.764921	3.870141	5.033575	0.102692	13.66864

Bu iş Qrant №21LR-AMEA Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin "Elm Fondu"nun maliyyə dəstəyi ilə həyata keçirilmişdir

MAGNETIC RESONANCE STUDIES OF TiO₂ AND ZnO SINGLE CRYSTALS IMPLANTED WITH 3d IONS

**B. RAMEEV^{1,2}, Ö. KARATAŞ², B. OZKAL², C. OKAY³, S. KAZAN²,
S. GÜLER², R.I. KHAIBULLIN¹**

¹*Zavoyski Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center of RAS,
420029 Kazan, Russian Federation*

²*Gebze Technical University, Department of Physics, 41400, Gebze-Kocaeli, Turkey*

³*Marmara University, Department of Physics, 81040 Göztepe-Istanbul, Turkey
rameev@gtu.edu.tr*

An interest to the studies of nanomagnetic materials is driven by their high value for both fundamental science and technology applications. Magnetic resonance has been proven as one of the most effective methods to probe various properties of magnetic materials, such as the local symmetry of dopants, the magnetic anisotropies, exchange interaction energies, damping parameters, crystal electric field, etc.

In this work electron magnetic resonance studies of magnetic nanomaterials produced by ion-beam implantation of magnetic 3d-ions into TiO₂ and ZnO oxide single crystals are presented. The results of both Electron Paramagnetic Resonance (EPR) studies of diluted ions in the single crystal host material and FerroMagnetic Resonance (FMR) studies of ferromagnetic layer formed by high fluence implantation of 3d-ions in the single crystal substrate are presented.

Our investigations demonstrate that magnetic resonance is very effective technique to study the local structural and magnetic properties of 3d-ion implanted oxides. EPR signals of Mn⁴⁺, Cr³⁺, Fe³⁺, Co²⁺, and other paramagnetic ions have been observed in single crystal TiO₂ (ZnO) substrates implanted and/or subsequently annealed at high temperatures. It has been shown that post-annealing procedure favours the 3d-ions to enter substitutionally into Ti⁴⁺ (Zn²⁺) lattice positions of the host crystal structure. The room-temperature anisotropic ferromagnetism in the *non-annealed* oxides, implanted with transition metals (Co, Fe, and others) have been also observed. We have also shown that the anisotropic ferromagnetism in the as-implanted TiO₂, ZnO thin films/plates is mainly related to the formation of metal magnetic nanoparticles in the implanted layer.

ACKNOWLEDGEMENTS. The authors acknowledge support from the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBİTAK) through the Project No. 115F472.

DE SITTER COSMOLOGICAL MODEL AND THE PROBLEM OF DARK MATTER AND ENERGY

B.A. RAJABOV

*N. Tusi Shamakhi Astrophysics Observatory, Azerbaijan National Academy of Sciences
balaali.rajabov@mail.ru*

1. In the de Sitter world, the elementary Wigner systems are identified by a spin and a parameter whose flat limit is a function of spin and mass, with different signs of energy. But, unlike the Minkowski world, we can not exclude negative energies from consideration.
2. It is shown that after contraction of unitary irreducible representations of the de Sitter group $SO(4,1)$, a direct sum of unitary irreducible representations of the Poincaré group with different signs of the rest mass is obtained.
3. Elementary systems on a cosmological scale can be in states with positive and negative energies. Elementary systems in a state with positive energy behave like a gravitating mass, and in a negative energy state as an anti-gravity mass.
4. Mysterious "dark matter" and "dark energy" consist of such elementary systems.
5. "Dark matter" and "dark energy" are the first manifestations of quantum properties on the scale of the universe. Until now, quantum phenomena have been encountered in the micro-world, and also as macroscopic quantum effects in the theory of condensed matter.
6. "Dark matter" and "dark energy" are carriers of information about the first moments of the universe after the Big Bang.
7. Considering the given phenomena of dark matter and dark energy in the general case of Einstein's spaces is a difficult task because today there is no quantum theory of gravity. The solution of this problem in general for the gravitational field requires not only new physical concepts but also new mathematics.

МЕЖЗОННОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В КВАНТОВОЙ ТОЧКЕ В ФОРМЕ ЭЛЛИПСОИДНОГО ВРАЩЕНИЯ

Г.Б. ИБРАГИМОВ, Б.Г. ИБРАГИМОВ
Институт Физики НАН Азербайджана, Баку

Достижения современных полупроводниковых технологий предоставляют широкие возможности для выращивания пирамидальных, сферических, цилиндрических, параболических, эллипсоидальных и других квантовых точек (КТ) различных геометрических форм и размеров. Полупроводниковые КТ, благодаря полной квантованности спектра носителей заряда в них, являются наиболее перспективными наноразмерными структурами.

В настоящей работе теоретически рассчитано межзонное поглощение в эллипсоидальных КТ. Для описания одноэлектронных состояний в эллипсоидальных КТ в радиальном направлении используется потенциал конфайнмента в виде двумерной осциляторной сферической ямы, а в z направлении одномерного гармонического осциллятора

$$U(\rho, z) = \frac{m^* \omega_1^2}{2} \rho^2 + \frac{m^* \omega_2^2}{2} z^2$$

где m^* - эффективная масса электрона, ω_1 и ω_2 - характерные частоты удерживающая потенциал эллипсоидальных КТ в радиальном и z направлениях соответственно, $\rho \leq R_0$, R_0 - радиус эллипсоидальных КТ в радиальном направлении. Была получена зависимость порога поглощения от параметров КТ. Получена правила отбора для переходов между уровнями с различными квантовыми числами.

ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА В КВАНТОВОМ СУЖЕНИИ В ПРОДОЛЬНОМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Г.Б. ИБРАГИМОВ, Р.З. ИБАЕВА

Институт Физики НАН Азербайджана, Баку

Современные полупроводниковые технологии позволяют создавать экзотические полупроводниковых структуры, такие как квантовые цилиндры, диски, кольца, сферические оболочки, поверхности псевдосферы, микросужения. Изменение формы и размеров наноструктуры существенно сказывается на спектральных свойствах. Изучение влияния магнитного поля и особенностей геометрической формы наноструктур на оптические и транспортные свойства является одним из актуальных направлений нанозлектроники.

В настоящей работе проведено исследование оптических свойств в квантовом сужении (КС) в продольном магнитном поле. В качестве модели потенциала конфинмента КС, выбирается потенциал «мягкой стенки»:

$$V(x, y, z) = m^* (\omega_0^2 x^2 + \omega_0^2 y^2 - \omega_z^2 z^2) / 2$$

где m^* – эффективная масса электрона; z – координата вдоль оси КС;

частота ω_z - определяется эффективной длиной КС $\omega_z = \sqrt{\hbar / (m^* L_z^2)}$: ω_0 – характерная частота двумерного гармонического осциллятора, потенциалом которого моделируется потенциал КС в плоскости, перпендикулярной оси КС. Векторный потенциал однородного магнитного поля \mathbf{A} , направленного вдоль оси КС.

Изучена зависимость коэффициента поглощения света в КС от величины внешнего магнитного поля. Рассмотрен предельный переход «микросужение → квантовая проволока».

TEMPERATURE DEPENDENCE OF PHOTOLUMINESCENCE OF ZnIn₂Se₄

T.G. KERIMOVA¹, I.A. MAMEDOVA¹, N.A. ABDULLAYEV¹, M. FELDMAN²

¹Institute of Physics NAS Azerbaijan, ave. G. Javid, 131, AZ 1143, Baku, Azerbaijan

²Spectra-Physics Inc., 3635 Peterson Way, Santa Clara, CA 95054, USA

taira-kerimova@mail.ru, irada_mamedova@yahoo.com

A²B₂³C₄⁶ group compounds attract attention of researchers due to their potential application in optical devices. ZnIn₂Se₄ is a typical member of this group. Electrical and optical properties for the first time have been studied in [1]. For energy gaps following values were obtained: E_{dir}=1,82 eV and E_{ind}=1,74 eV. In [2] photoluminescence of ZnIn₂Se₄ have been investigated in the range 55÷200K. Authors explained the wide emission band at 1,22 eV by energy level located in the band gap due to the anion I associated with V_{Zn} or antistructural defect of A_B type. Optical transmittance of ZnIn₂Se₄ (R3m, Z=4,5) in the range 160-293K we studied in [3]. Optical band gap at 293K determined as 1,72 eV. Absorption band at 850 nm is present in spectrum.

ZnIn₂Se₄ crystals were synthesized by direct fusion of stoichiometric quantities of highly pure components Zn, In and Se in vacuum (up to 10⁻⁴ mm Hg) sealed quartz tubes.

In the given work results of investigation of photoluminescence ZnIn₂Se₄ in a wide temperature range from 10K up to 300 K are presented. As the excitation source Nd:YAG laser with the wavelength λ_{ex}=532 nm and the second harmonic on wavelength λ_{ex}=400 nm of the titan-sapphire femtosecond MaiTai laser of the company Spectra-Physics were used. In PL spectrum for the first time the emission band at 725 nm (1,71 eV) with a short-wave shoulder at 690 nm (1,8 эВ) and less intensive infra-red wide band with a maximum at 886 nm (1,39 eV) is observed. Intensity of the emission bands is increases with temperature decrease and below 200K infra-red band becomes more intensively. Below 20K intra-red band is broaden in connection with merge with newly appearing band at ~790 nm. Emission peaks energies (1,78 eV and 1,43 eV at 20K) shift towards lower energies when temperature increase. In the linear range (20÷100K) the shift is dE/dT≈ -0,7 meV/K. Emission band with maximum at 1,71 eV at 300K is due to interband transition that coordinates with the optical absorption data [1]. The second infra-red band with maximum at 1,39 eV is connected with natural structural defects which bring to the presence of recombination centers. On the base of this experiment results the scheme of the energy levels is constructed.

This work was supported by the grant (grant № EIF-BGM-3-BRFTF-2⁺/2017-15/02/1) from Science Development Foundation under the President of Azerbaijan Republic.

- [1] J.A. Beun, R. Nitsche and M. Lichtensteiger, *Physica* 27, 448-452 (1961)
- [2] E. Grilli, M. Guzzi, and R. Molteniphys. *Phys. stat. sol. (a)* **37**, 399 (1976)
- [3] T.G.Kerimova, S.G.Асадуллаева, A.G.Sultanova, I.A.Mamedova, *AJP Fizika*, XIII №4 (2007)

**КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА И ЭЛЛИПСОМЕТРИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНА, НАПОЛНЕННОГО
НАНОКРИСТАЛЛИТАМИ Bi_2Te_3**

**А.Ю. ГАМЗАЕВА¹, Э.Г. АЛИЗАДЕ², Г.Х. АЖДАРОВ², И.А. МАМЕДОВА²,
Н.Т. МАМЕДОВ², Н.А. АБДУЛЛАЕВ², З.И. БАДАЛОВА², К.Ш. КАХРАМАНОВ²**
¹*Гянджинский Государственный Университет, AZ2003, Гянджа, Азербайджан*
²*Институт Физики НАН Азербайджана, Баку 1143, пр. Джавида 131, Азербайджан*
alizadeelv@gmail.com

Как известно, соединения типа Bi_2Te_3 и твёрдые растворы на их основе нашли практическое применение в качестве термоэлектрических материалов. Для более широкого использования необходимо повышение термоэлектрической эффективности, что обычно достигается легированием этих соединений или подбором определённых составов твёрдых растворов. Теоретические расчёты [1] указывают, что значительного увеличения термоэлектрической эффективности можно достичь использованием низкоразмерных структур (тонкие плёнки, нанонити, нанокристаллы и т.п.) на основе этих соединений.

Наноконкомпозиты были получены путём термического прессования полиэтилена низкой плотности (LDPE - Low Density Polyethylene) и монокристаллы Bi_2Te_3 в порошкообразном состоянии с весовой концентрацией 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% и 70%. Размеры нанокристаллитов Bi_2Te_3 не превышали 50 нм.

Исследования комбинационного рассеяния света проводились на трехмерном конфокальном рамановском микроспектрометре *Nanofinder 30 (Tokyo Instr.)*, длина волны возбуждения $\lambda = 532$ нм. Приёмником излучения служила охлаждаемая CCD-камера (-70°C), работающая в режиме счета фотонов. В геометрии обратного рассеяния для всех концентраций наполнителя Bi_2Te_3 отчётливо наблюдаются характерные для Bi_2Te_3 три КР-активные моды [2]: на частоте 62 см^{-1} (A_{1g}^1), на частоте $102,5 \text{ см}^{-1}$ (E_g^2) и на частоте 134 см^{-1} (A_{1g}^2). С увеличением концентрации наполнителя Bi_2Te_3 интенсивность рамановских мод возрастает.

Эллипсометрические измерения проводились на эллипсометре оптического диапазона *M-2000 DI (J.A. Woollam Co, Inc.)*. Спектральная зависимость эллипсометрических параметров Δ и Ψ снималась в диапазоне энергий фотонов 1-6 эВ с шагом 50 мэВ при углах падения в диапазоне $60^\circ - 75^\circ$. Методами спектроскопической эллипсометрии обнаружено отклонение номинальных концентраций наночастиц Bi_2Te_3 от их реального содержания в наноконкомпозите. Это связано с кластеризацией в образцах, и недостающая часть нанокристаллитов скапливается в кластерах. Вследствие неоднородности наноконкомпозитов предложены различные

многослойные модели. Проведены вычисления на основе аппроксимации эффективной среды (Effective Medium Approximation, ЕМА) приближением Бруггемана [3], получена дисперсия мнимой и действительной частей диэлектрической функции. В данной работе объяснена природа неоднородностей в нанокompозитах, путём изучения деполяризующих свойств нанокompозитов. Из исследования спектральной зависимости деполяризации оценен средний размер микрокластеров, который оказался равным примерно 250 нм.

Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской республики (гранты № EIF-BGM-3-BRFTF-2⁺/2017-15/02/1 и № EIF/MQM/Elm-Tehsil-1-2016-1(26))-71/16/1).

- [1] *L.D. Hicks, M.S. Dresselhaus.* Phys. Rev. B, 47, 12727 (1993)
- [2] *W. Richter, H. Kohler, C.R. Becker.* Phys. Stat. Sol. (b), 84, 619 (1977)
- [3] *D. Stroud.* Superlattices and Microstructures, 23, 567 (1998)

DIELECTRIC PROPERTIES OF (TiGaS₂)_{0.98} (AgGaS₂)_{0.02} THIN FILMS

**KEMAL ULUTAŞ¹, ŞAHİN YAKUT¹, DENİZ BOZOĞLU¹, SOLMAZ MUSTAFAEVA²,
ELMIRA KERIMOVA², S.G. JAFAROVA², DENİZ DEĞER¹**

*¹Istanbul University, Science Faculty, Physics Department,
Vezneciler, Istanbul, Turkey*

*²Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences
Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences
Baku, Azerbaijan*

(TiGaS₂)_{0.98} (AgGaS₂)_{0.02} thin film sample was deposited on glass substrate by thermal evaporation at 10⁻⁵ Torr high vacuum. The thickness of the sample was determined as 100 nm. Their dielectric properties have been investigated in the frequency range 0.1 Hz-2 MHz and within the temperature range 293-373K. The dielectric constant and dielectric loss factor of the samples were found to decrease with increasing frequency and increase with temperature in the given intervals. It is observed that two polarization regions were determined in the structure. First of these mechanisms which correspond to the dipolar polarization with long chain was observed at angular frequencies between 0.1 – 10² rad/s. The second mechanism which was attributed to the dipolar polarization with small branches was observed at angular frequencies between 10⁵– 10⁷ rad/s. The obtained results were interpreted depending on the structure.

НЕЙТРОНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

Б. МУХАМЕТУЛЫ

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы

Институт ядерной физики МЭРК, Алматы

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

bagdaulet_m@mail.ru

В представленной работе подробно описывается систематическое исследование микрокристаллической структуры дисперсионно-упрочненных сталей и функциональных сплавов на основе железа. Основным экспериментальным методом являлась дифракция нейтронов, для регистрации которой использовались дифрактометры с очень высокой разрешающей способностью, поскольку величина микроструктурных эффектов всегда была небольшой.

Нейтронные дифракционные эксперименты проведены с тремя типами дисперсионно-упрочненных аустенитных сталей X16H15M3T1, H26X5T3 и 40X4Г18Ф2, активно используемых в реакторостроении. Упрочняющими компонентами для них были Ni₃Ti (для первых двух) и VC (для третьей). Стали подвергались действию высоких температур (до 700°C) в течение различного времени (до 12 часов).

Вначале был проведен цикл нагрева (до 900°C) и последующего охлаждения (до 20°C) со скоростью около ±2 град/мин с исходным (после литья) образцом, в ходе которого каждую минуту измерялись спектры в режиме среднего разрешения. Эта процедура занимала около 15 часов, и приводила к диффузионному отжигу образца, т.е. гомогенизации состава и приближению к равновесному состоянию.

YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ KRİTİK NÖQTƏLƏRİN MÜXTƏLİF HALLARI ÜÇÜN KOMPLEKS DIELEKTRİK FUNKSIYASININ SPEKTRAL ASILILIQLARININ MÜQAYISƏSİ

M. H. HÜSEYNƏLİYEV

AMEA Naxçıvan Bölməsi Təbii Ehtiyatlar İnstitutu
mamedhuss@mail.ru

Məqalədə yarımkeçiricilərdə kritik nöqtələrin müxtəlif halları üçün kompleks dielektrik funksiyasının enerjiden asılılıq əyrilərinin müqayisəli təhlili verilmişdir. Təhlil "Graphicalanalysis" proqramı vasitəsilə kritik nöqtələri xarakterizə edən m -parametrinin dörd qiyməti üçün yerinə yetirilmişdir.

Ellipsometrik ölçmələrdən nəticə olaraq ε kompleks dielektrik funksiyasının ε_1 həqiqi və ε_2 xəyali hissələrinin enerjiden asılılıq qrafikləri alınır. Bu funksiya həm də 700-dən çox nöqtənin asılılığı şəklində rəqəmsal olaraq koordinatlarla verilmiş olur və ona görə də bu asılılığı Savitski-Golayalqoritmlərindən, SA alqoritmlərindən istifadə etmişlər.

Bildiyimiz kimi kompleks dielektrik funksiyası üçün nəzəri analitik ifadənin ikinci tərtib törəməsi $m \neq 0$ halında ki, $A^1 = -m(m-1)A$ və $\Omega = (\omega - E)^2 + \Gamma^2$. Burada A -amplituda, E - kritik nöqtə, Γ - genişlənmə, θ -isə eksiton faza bucağıdır. $d^2 \varepsilon_1(\omega)/d\omega^2$ və $d^2 \varepsilon_2(\omega)/d\omega^2$ əyriləri fittingə cəlb olunarkən ən yaxşı fitting halı A , E , Γ və θ -parametrlərindən əlavə həm də m sabitinin ala biləcəyi dörd qiymətdən birinin seçilməsi ilə müəyyən olunur. Fitting apararkən bu sabitlərdən hər hansı birinin seçilməsi həmin sabitin digər üç sabitlə müqayisədə eksperimental asılılıqla daha çox üst-üstə düşməsi, yəni fitting xətasının daha kiçik olması ilə müəyyən olunur ki, bu xəta "Graphicalanalysis" proqramında $RMSE$ göstəricisi ilə qiymətləndirilir.

m -in müxtəlif qiymətləri üçün aparılan fittinglərin bir-birlərindən nə qədər xəta ilə fərqlənmələrinə aydınlıq gətirmək üçün xüsusi olaraq $m = 0$ qiyməti üçün təxminən 100%-li fittingi mümkün olan eksperimental $d^2 \varepsilon_1(\omega)/d\omega^2$ və $d^2 \varepsilon_2(\omega)/d\omega^2$ əyriləri qurulmuş və həmin asılılıqların m -in digər qiymətləri ilə fittingi aparılaraq alınan $RMSE$ xətalrı müəyyən edilmişdir, fittinglər θ -nin uyğun olaraq $\pi/4$, $\pi/2$, $3\pi/4$ və π qiymətlərində alınmışdır.

Sm_xSn_{1-x}Se₂ SİSTEM KRİSTALLARININ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNƏ γ -ŞUALARININ TƏSİRİ

V.Ə. ABDURAHMANOVA, N.M. ABDULLAYEV, Ş.S. İSMAYILOV

AMEA Fizika İnstitutu

AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

Lantanoid metallarının iştirakı ilə olan termoelektrik materialların tədqiqində və onların kinetik parametrlərinə γ-şüalarının təsirini öyrənməkdə məqsəd: materialların deffektli quruluşa malik maddələrin kinetik xassələrinin dəyişməsinə təsirini; radiasiyaya, rütubətə qarşı davamlılığını öyrənilməsi və praktik əhəmiyyət kəsb edən tərkibləri araşdırmaqdır. Lantanoid metallarının iştirakı ilə olan yarımkeçirici materiallar göstərilən xarici təsirlərə qarşı çox davamlıdırlar [1]. Bu səbəbdən, lantanoid metallarından olan samarium elementinin iştirakı ilə olan Sm_xSn_{1-x}Se₂ termoelektrik tərkiblərinin kinetik parametrlərinə radiasiyanın təsiri öyrənilmiş və işdə elektrik keçiriciliyə aid alınan nəticələrin qısa xülasəsi verilmişdir. Sm_xSn_{1-x}Se₂ kristalların fiziki-kimyəvi analizi və bəzi kinetik parametrləri [2] müəllifləri tərəfindən öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, Sm metalı Sm_xSn_{1-x}Se₂ ərintilərində 0.4at%-i qədər bərk məhlul yaradır. Digər tərəfdən, bərk məhlul oblastında, tərkiblərdə Sm elementinin miqdarından asılı olaraq (~0,14at%Sm) keçiricilik tipi p-dən n-ə dəyişir. Maddələrin elektrik keçiriciliyinə γ-şüalarının təsirini öyrənmək məqsədi ilə: p=4,1·10¹⁷ və n=7,8·10¹⁷ sm⁻³ konsentrasiyalı nümunələri presləmə üsulu ilə alınmış [2] və onların hər biri üç hissəyə bölünmüşdür: bunlardan biri; 1p_A və 1n_A termik emala (T_{t.e}=673⁰C və t=72 saat), digər ikincisi isə eyni şəraitdə eyni zonada; MRX_γ-25 izotoplu ⁶⁰Co mənbəyindən udulmuş doza D_γ=20 kQr (E=0,31 Mev) tərtibindən (2P_b və 2n_b) olmaqla 2-ci və 3-cü nümunələr isə udulmuş doza D_γ=35 kQr (E=0,54 Mev) tərtibində (3p_v və 3n_v) olmuşdur. Təcrübələrdən alınan nəticələr aşağıdakı kimi olmuşdur: Hər iki: p və n tip nümunələrdə, termik emaldan sonra elektrik keçiriciliyi: p-tip nümunədə 18%, n-tipdə isə 14% artmışdır. 20 kQr şyalanmaya məruz qalmış nümunələr üçün isə uyğun olaraq: p-tip isə çox zəif azalma (~3%) azalma müşahidə olunmuşdur. Analoji olaraq D=35 kQr udulmaya məruz qalmış, 3-cü nümunələrdə: p-tip nümunədə 22% artım müşahidə olunur; n-tip nümunədə 16% azalır. Buradan görüldüyü kimi γ-şualanmaya məruz qalmış nümunələrin elektrik keçiriciliyində təcrübə xətası daxilində kəskin dəyişmələr müşahidə olunur. Radiasiya şualanmasına məruz qalmış Sm_xSn_{1-x}Se₂ kristallarını γ-kvantları ilə şualandırdıqda yaranan akseptor tipli radiasiya defektlərinin təbiəti eynidir və n-tipli nümunədə akseptor tipli nöqtəvi radiasiya defektləri ilə yükdaşıyıcıların kompensiyası getdiyindən nümunələrin elektrik keçiriciliyi azalır; p-tip nümunələrdə isə, əksinə artır.

- [1] «Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов» Изд. «Наука» Л. 1973, 290с.
- [2] А.П. Гуршимов «Физико-химическая природа сложных полупроводниковых материалов на основе моноселенида олова» Баку. 1991, 181с.

НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В КОМПОЗИТНЫХ СТЕКЛЯННЫХ МАТЕРИАЛАХ

С.Е. КИЧАНОВ¹, Д.П. КОЗЛЕНКО¹, Г.П. ШЕВЧЕНКО², В.С. ГУРИН²,

Г.Е. РАЧКОВСКАЯ³, Б.Н. САВЕНКО¹

¹Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

*²Научно-исследовательский институт физико-химических проблем БГУ,
Минск, Беларусь*

³Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

Исследования оптических материалов на основе стеклянных матриц с допированными в них переходными и редкоземельными элементами вызывают научный интерес в связи с их возможным использованием в производстве селективных оптических фильтров для лазерной техники с высокой термической и радиационной стойкостью.

Физические свойства и эксплуатационные характеристики допированных силикатных стекол в большей степени определяются характером локальной структуры сформированных оксидных нанокластеров и механизмами их образования в стеклянной матрице. Возможности управление оптическими свойствами стекол, а также создание совершенно новых стеклянных функциональных материалов определяют всестороннее исследование их физических свойств.

В представленном докладе приводятся результаты структурных исследований формирования оптических наночастиц в стеклянной матрице методом малоуглового рассеяния нейтронов. Эксперименты с помощью этого метода выполнены на спектрометре ЮМО на импульсном высокопоточном реакторе ИБР-2 в г. Дубна, Россия. Полученные структурные данные позволили получать уникальную информацию о структуре и морфологии оксидных нанокластеров в стеклянной матрице, а также о структурной эволюции этих нанокластеров при варьировании особенностей их химического синтеза.

ЭЛЕКТРОНОГРАММЫ ОТ НАНОПЛЕНОК МОНОКРИСТАЛЛОВ С ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКОЙ, ВРАЩАЮЩИХСЯ ВОКРУГ СЛУЧАЙНЫХ ОСЕЙ.

М.Г. КЯЗУМОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана,
AZ1143, г.Баку, пр.Г.Джавида,33
elmira@physics.ab.az, el_max63@yahoo.com*

Развитие нанотехнологий актуализировало разработку новых методов вращения и изучения наночастиц как искусственными закономерными вращениями, так и естественными, т.е. искривленными вокруг случайных осей. Установлено, что при вращении монокристаллической нанопленки с гексагональной сингонией вокруг любых осей, в интервале углов $(-\varphi, \varphi)$ на электронограммах наблюдаются узловые кривые (гиперболы и др.), вершины которых могли не соответствовать R_{hkl} . На каждой кривой, измеряя минимальное расстояние от центра электронограмм, можно установить R_{hkl} ($h, k = \text{const.}$). Зная R_{hkl} и R_{hkl} , можно по теореме Пифагора легко определить все параметры кристаллической решетки. R_{hkl} ($h, k = \text{const.}$) является общим катетом треугольников, соответствующим в масштабе $1/L\lambda$ отдельному узловому ряду hk в обратной решетке (ОР), а расстояния $R_{hkl}/L\lambda$ ($h, k = \text{const.}, l$ -меняется) – гипотенузами этих треугольников. На рис.1. представлены схемы вращения и регистрации гексагональной ОР на плоскости Эвальда. Получены и расшифрованы электронограммы от трехпакетного ромбоэдрического (3R) политипа CdInGaS_4 , искривленного вокруг оси a^* обратной решетки.

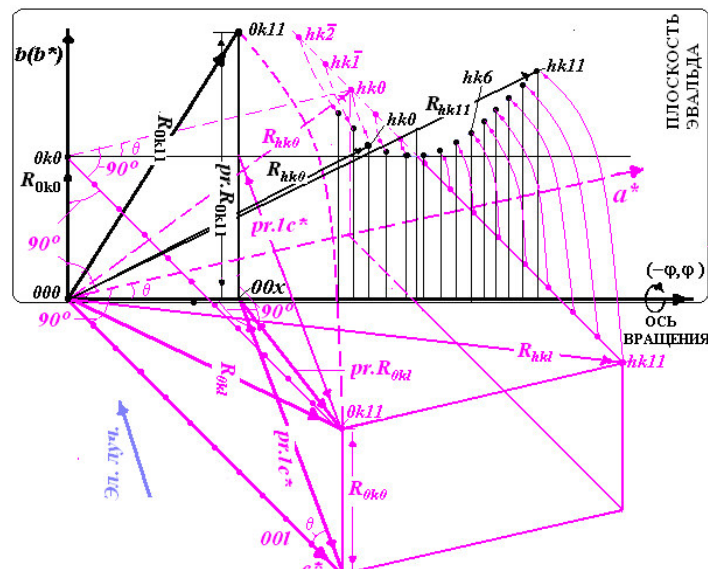


Рис.1. Схема вращения и регистрации на ПЭ гексагональной ОР. Для простоты, на рисунке пропущены процедуры умножения каждого R и пр.R на $1/L\lambda$.

MICROSTRUCTURE AND PERPENDICULAR MAGNETIC ANISOTROPY OF THIN IRON FILMS FORMED BY ION-BEAM ASSISTED DEPOSITION

**N.M. LYADOV¹, F.G. VAGIZOV², I.R. VAKHITOV², A.I. GUMAROV,
Sh.Z. IBRAGIMOV, D.M. KUZINA, I.A. FAIZRAKHMANOV,
R.I. KHAIBULLIN, V.A. SHUSTOV**

¹⁾ *Zavoisky Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center of RAS, Kazan, Russia*

²⁾ *Kazan Federal University, Kazan, Russia*

420029 Kazan, Sibirsky Trakt 10/7, Russia

nik061287@mail.ru

At present, magnetic films with perpendicular magnetic anisotropy (PMA) are of great interest for magnetic recording industry and spintronics. The magnitude and mechanism of the appearance of PMA are determined by film's microstructure depending on the method of production. In our work, thin films of iron (isotope ⁵⁷Fe) with thickness of about 100 nm have been deposited on silicon or silica substrates by ion beam assisted deposition (IBAD) technique. The influence of the type of substrate and the deposition rate of film on their microstructure, the magnetic phase composition and PMA value were studied by scanning electron microscopy, X-ray diffraction, Mossbauer spectroscopy, vibrational magnetometry, and differential thermomagnetic analysis. It was established that phase composition and magnetic properties of films depend substantially on the rate of their deposition, and, in fact, do not depend on the type of substrate. The strong PMA was observed in iron films formed at low (2-3 nm/min) and medium (~10 nm/min) deposition rates only. The microstructure of these films are characterized by the presence in them of nanocrystalline grains (with sizes 5-10 nm) of α -Fe phase, as well significant fraction of amorphous iron phase and nonmagnetic oxide phase of FeO (up to 20 %). Moreover, significant positive deformation (about 3%) of crystal lattice of α -Fe grains was observed. At a high deposition rate (20 nm/min) the PMA is not observed, and the percentage of FeO less than 1%. The effect of deposition rate on the crystallinity, phase composition and PMA in thin iron films we associate with the features of the IBAD process.

Lyadov N.M. is grateful to the RFBR (Project No. 18-32-00203) for the financial support of these studies.

INFRARED LUMINESCENCE OF Dy- DOPED CdIn₂S₄ SINGLE CRYSTALS

Z. KADIROĞLU, I.G. NASIBOV, J.T. GUSEYNOV, M.A. ALIEV, I. KASUMOĞLU

*Institute of Physics ANAS,
G. Javid ave.33, Az1143, Baku, Azerbaijan
zafark@mail.ru*

The CdIn₂S₄ is an attractive material with a potential capability for applications in photoconductors, solar cell and light emitting diodes.

This report presents the results of research of Dy atoms effect on photoluminescence spectra in CdIn₂S₄. For CdIn₂S₄ compound synthesis there have been used initial components elements with an atomic ratio Cd:In:S=1:2:4.015, in an evacuated quartz tube. The single crystals were obtained by crystallization of the melt by directional solidification with a constant gradient along the melt.

$\lambda=365$ nm line from a 1000 W high pressure mercury discharge lamp was used as the excitation source. The steady-state photoluminescence measurements were carried out at the facility, gathered on the base of the monochromator MDR-23. Photoluminescence spectra were measured of the pure (undoped) samples CdIn₂S₄ and Dy-doped CdIn₂S₄ crystals (the molar concentration of the Dy was $2 \cdot 10^{-3}$) in the range of energy 1.25÷3.00 eV at 100 K and 300 K.

In the case of undoped crystals single broad emission band with a maximum at 1.67eV and the two structures at energies 1.79÷1.85 eV and 1.90÷1.94 eV was observed at 100 K. Photoluminescence intensity with the rise of temperature decreases. When the sample temperature is raised to 300 K maximum at 1.67 eV does not change its position. The structure of the energy at 1.79÷1.85eV appears as a radiation maximum. Structure at 1.9÷1.94 eV has not been observed. It is shown that the introduction of Dy leads to the formation of long-wavelength emission bands of the luminescence spectrum. In Dy-doped CdIn₂S₄ samples revealed a single broad band with a maximum emission at 1.51 eV at 100 K and 1.57 eV at 300 K. Experiments show that the Dy is good activator for amplifying radiation output which decreases weakly with increasing temperature from 100 K to 300 K.

To explain radiation mechanism of the CdIn₂S₄ one can attract recombination model taking into account the position in the spectrum, shape and half-width of the (≈ 100 nm) detected emission bands: radiation occurs when free electrons are captured by holes in the local centers.

We analyzed our results and data reported in literature have proposed model for the recombination mechanism and scheme of levels localized in the band-gap of CdIn₂S₄. Some assumptions about the nature of deep centers in CdIn₂S₄ are made.

СИЛОВЫЕ КОНСТАНТЫ МЕЖАТОМНЫХ СВЯЗЕЙ

В СОЕДИНЕНИЯХ $A^2B_2^3C_4^6$ (пр.гр. S_4^2)

Т.Г. КЕРИМОВА, И.А. МАМЕДОВА, И.Г. НАСИБОВ, З.И. БАДАЛОВА,

Х.К. ШИРАЛИЕВА, Н.А. АБДУЛЛАЕВ, Н.Т. МАМЕДОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана,
Баку 1143, пр. Г.Джавида, 131, Азербайджан
taira-kerimova@mail.ru, irada_mamedova@yahoo.com*

Соединения $A^2B_2^3C_4^6$ обладают рядом свойств (двулучепреломление, яркая фотолюминесценция, фоточувствительность и др.), представляющих интерес для использования в полупроводниковом приборостроении. Поэтому всестороннее исследование физических свойств этих соединений представляет значительный интерес. Особое место принадлежит исследованиям фундаментальных характеристик (зонная структура, колебательные спектры, динамика решетки и др.), поскольку эти данные важны при объяснении физических свойств.

В настоящей работе приводятся результаты расчета динамики решетки $CdGa_2Te_4$ и $ZnGa_2Se_4$. Полученные результаты обсуждаются совместно с данными для $CdGa_2S_4$, $CdGa_2S_4$. Для расчета динамики решетки $CdGa_2Te_4$ и $ZnGa_2Se_4$ была использована модель силовых постоянных [1] примененная ранее нами для $CdGa_2S_4$ и $CdGa_2Se_4$ [2]. В динамическую матрицу были введены семь силовых констант, учитывающих взаимодействие как ближайших соседей, так и взаимодействие атомов анионной подрешетки. Полученные данные силовых констант межатомных связей приведены в таблице 1. Видно, что в соединениях $A^2B_2^3C_4^6$ значения силовых констант $f_1(A^{II}-C^{VI})$ значительно превышают значения силовых констант межатомной связи $f_2(B^{III}-C^{VI})$. Последнее свидетельствует о том, что природа химической связи в кадмиевых тетраэдрах более ковалентная, чем в галлиевых. Последнее согласуется с результатами [3].

Таблица 1. Значения силовых констант межатомных связей в $CdGa_2S_4$, $CdGa_2Se_4$, $CdGa_2Te_4$, $ZnGa_2Se_4$ в ед. 10^4 дин/см²

Силовые константы	$CdGa_2Te_4$ (дан.раб.)	$ZnGa_2Se_4$ (дан.раб.)	$CdGa_2Se_4$ [2]	$CdGa_2S_4$ [2]
$f_1 (A^{II}-C^{VI})$	13.71	9,23	13.9	14.28
$f_2(B^{III}_1-C^{VI})$	7.89	4,05	6.38	6.28
$f_3 (B_2^{III}-C^{VI})$	5.61	4,01	7,89	7.89
$f_4 (A^{II}-B^{III}_1)$	-1.68	-0,08	-10.6	-0.6
$f_5 (A^{II}-B^{III}_2)$	2.99	0,38	1.68	3.0
$f_6(B^{III}_+-B^{III}_2)$	1.87	3,92	1.03	3.0
$f_7(C^{VI}-C^{VI})$	1.77	1,29	1.37	0.74

- [1] *Е. Вильсон, Д. Дешус, П. Лросс* Теория колебательных спектров молекул- Мир, ИЛ, 1960, 327 с.
- [2] *Т.Г. Керимова, А.Ш. Хидиров, Э.Ю. Салаев, В.Я. Штейнирайбер* ФТТ,1985, т.27, в.6, с.1570-1572
- [3] *Г.Г. Гусейнов, Т.Г. Керимова, Р.Х. Нани* Известия АН Азерб.ССР, 1980, №4, стр.59-61

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ $\text{Ag}_2\text{SnS}_3\text{-AgSbS}_2$

Ш.Г. МАМЕДОВ, Р.Д. КУРБАНОВА, Ф.М. МАМЕДОВА

*Институт Катализа и Неорганическая химии им. академика М.Ф.Нагиева
НАН Азербайджана, Республика Азербайджан,
AZ1143 Баку, пр. Г.Джавида,113
msharafat@list.ru*

Исследование новых функциональных материалов, к которым относятся халькостаннаты серебра [1,2], является важным фактором развития современной науки и техники. Соединение Ag_2SnS_3 характеризуется конгруэнтным плавлением при 936К, относится к моноклинной сингонии: пр.г, $\text{Pna}2_1$ $a=6.27 \text{ \AA}$, $b=5.793 \text{ \AA}$, $c=13.719 \text{ \AA}$, $\beta=93.27^\circ$ [3]. AgSbS_2 относится к моноклинной сингонии с параметрами $a=12.861 \text{ \AA}$, $b=4.409 \text{ \AA}$, $c=13.282 \text{ \AA}$, $\beta=98.21^\circ$ [4]. Сплавы $\text{Ag}_2\text{SnS}_3\text{-AgSbS}_2$ синтезировались из лигатур ампульным методом в вертикальной печи, при температуре 1140К в течении 4 часов с механическим перемешиванием и медленным охлаждением. Отжиг проводился в вакуумированных кварцевых ампулах при 500-700К в течении 300 час, с дальнейшей закалкой в холодной воде. Для исследования были синтезированы 12 сплавов. Исследования $\text{Ag}_2\text{SnS}_3\text{-AgSbS}_2$ проводились методами дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА), микроструктурного (МСА) анализов, измерением микротвердости и плотности. Построен разрез фазовой диаграммы, который является квазибинарным сечением квазитройной системы $\text{Ag}_2\text{S-SnS}_2\text{-Sb}_2\text{S}_3$ и относится к эвтектическому типу. В системе $\text{Ag}_2\text{SnS}_3\text{-AgSbS}_2$ наблюдаются две изотермические линии (653К и 700К). Изотермическая линия 700К соответствует температуре эвтектики, отвечающей составу 30 мол% Ag_2SnS_3 . Изотермическая линия 653К соответствовала полиморфному превращению AgSbS_2 . Синтезированы сплавы с 98,95,93,91.90 моль% исходных компонентов. Сплавы отжигались в течение 350 час при 650К и 450К и затем закалялись. Изучением микроструктуры сплавов были определены границы растворимости, которая при комнатной температуре для Ag_2SnS_3 составляет 7мол% AgSbS_2 , а при 700К доходят до 15 мол%. С уменьшением температуры граница растворимости сужается и при 300К составляет 10 мол% Ag_2SnS_3 .

- [1] *M.B.Babanly, Y.A.Yusibov, V.T.Abishev*, Ternary chalcogenides based on copper and silver. BSU Publ., 1993, 342 p.
- [2] *E.Belandria, B.J.Fernandez*, Temperature Dependence of the Optical Absorption of the Ternary Compound Ag_2SnS_3 , Jpn.App.Phys, Vol.39, pp.293-295, 2000
- [3] *Kokhan O.P.* Thesis, Uzhgorod State University, Uzhgorod,1996
- [4] Miargyrite AgSbS_2 , 2001-2005 Mineral Data Publishing, version 1/
handbookofmineralogy.org/pdfs/miargyrite.pdf

AgGaS₂-PbGa₂S₄ SİSTEMİNİN TƏDQIQI

S.K. CAHANGIROVA, Ş.H. MƏMMƏDOV, Ö.M. ƏLİYEV

*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı şəhəri, Azərbaycan Respublikası
AMEA-nın M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu, Bakı şəhəri, Azərbaycan
msharafat@mail.ru*

Müasir günəş enerjetikasının ən aktual problemlərindən biri asan alınan, ekoloji təmiz, ən əsas işə günəş şüasını elektrik və digər enerji növlərinə çevirmək üçün effektiv fətohəssas materialların alınmasından ibarətdir. Bu nöqteyi nəzərdən xalkopirit quruluşlu AgGaS₂, PbInS₂, CuInS₂ və s. birləşmələr əsasında yeni mürəkkəb quruluşlu fətohəssas materialların axtarışı çox önəm kəsb edir.

Təqdim olunan işin məqsədi Ag₂S-Ga₂S₃-PbS kvaziüçlü sisteminin AgGaS₂-PbGa₂S₄ kəsiyi üzrə öyrənilməsi və alınan dəyişən tərkibli fazaların tədqiqindən ibarətdir. Ərintilərin sintezi yüksək təmizliyə malik Ag, Ga, Pb və kükürddən alınmış binar komponentlərdən (Ag₂S, Ga₂S₃, PbS) istifadə etməklə havası qovulmuş kvars ampulada 800-1000⁰C temperaturda aparılmışdır. 2 saat müdətində ərintilər ərimə temperaturundan yuxarıda saxlanıldıqdan sonra tədricən 800⁰C-ə qədər soyudulmuş və bu rejimdə 10 gün müddətində homogenləşdirildikdən sonra fiziki-kimyəvi analiz metodları ilə tədqiq olunmuşdur. Termiki analiz NTR-71 markalı aşağı tezlikli termonizamlayıcı cihazında (xromel-alyümel termocütündən, etalon olaraq Al₂O₃ – dən istifadə olunmuşdur, qızma sürəti 10⁰/dəq olmuşdur.), rentgenfaz analizi D2 Phaser difraktometrində (CuK_α şüalanma, Ni-filtri), mikroquruluş analizi MİM-7 mikroskopunda aparılmış, ərintilərin mikrobərkliyi isə PMT-3 cihazında təyin olunmuşdur.

Yuxarıda göstərilən fiziki-kimyəvi analiz metodlarının nəticələrinə əsasən qurulmuş AgGaS₂-PbGa₂S₄ sisteminin faza diaqramı şəkildə göstərilmişdir.

AgGaS₂ birləşməsi Qoryunovaya görə 1253K-də, işinin müəllifinə görə isə 1268K-də konqruent əriyir. Bizim tədqiqatların nəticələri görə 1266 K təşkil edir. AgGaS₂ xalkopirit tipində (fəza qrupu I42d) kristallaşır, elementar qəfəsin parametrləri a=0,574, c=1,026 nm və ya a=0,5754, c= 1,0299nm, piknometrik sıxlığı p=4,60q/sm³ olub, qadağan olunmuş zonasının eni ΔE=2,75 eV olan p-tipli yarımkəçiricidir. PbGa₂S₄ birləşməsi 1163K-də konqruent əriyir və ortorombik sinqoniyada kristallaşır.

Qurulmuş T-x diaqramından görüldüyü kimi, AgGaS₂-PbGa₂S₄ kəsiyi Ag₂S-Ga₂S-PbS kvaziüçlü sisteminin kvazibinar kəsiyi olub, evtektik tiplidir. Evtektik nöqtənin koordinantları aşağıdakı kimidir: tərkib – 45 mol% AgGaS₂, ərimə temperaturu 1100K. Sistemin likvidusu AgGaS₂ və PbGa₂S₄ birləşmələri əsasında alınan α və β bərk məhlulların ilkin kristallaşma əyrilərindən ibarətdir.

AgGaS₂-PbGa₂S₄ sistemi komponentlər əsasında məhdud olma sahələrinin əmələ gəlməsi ilə xarakterizə olunur. Mikroquruluş analizinin nəticələrinə görə AgGaS₂ əsasında 8 mol%, PbGa₂S₄ əsasında isə 18 mol % dəyişən tərkibli faza əmələ gəlir: α- bərk məhlullar rentgen quruluş analizinin nəticələrinə görə tetraqonal sinqoniyada kristallaşır: a=0,5754÷0,6042, c=1,026÷1,034 nm, d=4,60÷4,75 q/sm³.

PbGa₂S₄ əsasında əmələ gələn β- bərk məhlullar ortorombik sinqoniyada kristallaşır: a=2,044÷2,072, b= 2,064÷2,090, c=1,209÷1,224 nm, f.d. Fdd2, z=32, p=4,94÷4,80 q/sm³.

Göründüyü kimi, bərk məhlulda Ag⁺ ionlarının qatılığı artdıqca β- bərk məhlulların elementar qəfəsinin parametrləri həllolma intervalında xətti olaraq dəyişir. Bu β- bərk məhlulların əvəz olunma tipli olduğunu göstərir. Buna əsas isə Ag⁺və Pb²⁺ -nın ion radiuslarının r_{Ag⁺}=1,13Å, r_{Pb²⁺}= 1,12Å yaxınlığıdır.

İlkin tədqiqatların nəticələrinə görə həm α, həm də β-bərk məhlullar geniş qadağan olunmuş zonaya malik ρ-tipli yarımkəçiricilər olub, yüksək lüminisensiya və fotohəssaslıqla xarakterizə olunurlar.

FeS-FePbGa₄S₈-FeGa₂S₄ ALT SİSTEMİNİN TƏDQIQI

Ü.A. HƏSƏNOVA, Ş.H. MƏMMƏDOV, Ö.M. ƏLİYEV

AMEA-nın M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu,
Bakı şəhəri, Azərbaycan
msharafat@mail.ru

Məlumdur ki, dəmirin FeGa₂S₄ və FeGa₂S₅ tərkibli üçlü sulfid birləşmələri heyzenberq antiferromaqnetikləri kimi tədqiqatçıları maraqlandırır. Bu birləşmələrdə antiferromaqnetizmin səbəbi onların kristal quruluşlarının xüsusiyyətləri ilə izah olunur. Hər iki birləşmənin quruluşu növbələşən tetraedr və oktaedrlərin laylarından ibarət olub, qalium ionları tetraedrlərdə, dəmir ionları isə oktaedrlərdə yerləşir.

FeGa₂S₄ birləşməsi ZnAl₂S₄ quruluş tipində rombik sinqoniyada (a=1,289, b=0,751, c=0,609nm) kristallaşır, 1145 °C-də konqruent əriyir. FeS-Ga₂S₃ sistemində əmələ gələn Fe₂Ga₂S₅ birləşməsi isə 770 °C peritektik reaksiya ilə əmələ gəlir. FePbGa₄S₈ birləşməsi FeGa₂S₄-PbGa₂S₄ sisteminin tədqiqi zamanı əmələ gəldiyi və 1240K-də əridiyi müəyyən edilmişdir. FeS-Ga₂S₃-PbS kvaziüçlü sisteminin trianqulyasiyası aparılmış və onun altı alt sistemə bölündüyü müəyyən edilmişdir.

Tədqiqat işinin məqsədi FeS-FeGa₂S₄-FePbGa₄S₈ alt sisteminin tədqiqi və alınan dəyişən tərkibli fazaların xassələrinin öyrənilməsindən ibarətdir. Alt sistemi FeGa₂S₄-FePbGa₄S₈, Fe₂Ga₂S₅-FePbGa₄S₈ və FeS-FePbGa₄S₈ kəsikləri üzrə öyrənilmiş, onların faza diaqramları və FeS-FePbGa₄S₈-FeGa₂S₄ sisteminin likvidus səthinin proyeksiyası qurulmuşdur.

FeGa₂S₄-FePbGa₄S₈ kəsiyi kvazibinar olub, evtektik tiplidir. Evtektik nöqtənin koordinatları 50mol%FeGa₂S₄ və T=1075K. FeGa₂S₄ əsasında 400K-də həllolma 5mol.% təşkil edir. Bu bərk məhlullar rombik sinqoniyada kristallaşır və ikinci komponentin miqdarı artdıqca qanunauyğun olaraq artır: a=1,289÷1,294, b=0,751÷0,782, c=0,609÷0,618 nm. Fe₂Ga₂S₅ birləşməsi 770-də parçalanmaqla əridiyindən Fe₂Ga₂S₅-PbFeGa₄S₈ kəsiyi qismən kvazibinardır. Belə ki, göstərilən maye, fazanın tərkibi ərintilərin kristallaşması prosesində yerini dəyişirlər

Kəsiyin bütün ərintiləri üçlü peritektika temperaturunda kristallaşırlar. Belə ki, m+FeS↔Fe₂Ga₂S₅+FePbGa₄S₈ dördfazlı peritektik reaksiyası nəticəsində başlanğıç FeS və maye tamamilə sərf olunur. Ona görə də 650°C-dəki solidus xəttindən aşağıda biz yalnız iki faza-Fe₂Ga₂S₅ və FePbGa₄S₈ müşahidə edirik. Kəsiyin likvidusu komponentlərin (FeS və FePbGa₄S₈) ilkin kristallaşmasına müvafiq olan iki budaqdan AA₁ və CA₁ ibarətdir. C₁A₁ düz xətti və A₁P əyrisi ikili FeS+FePbGa₄S₈ evtetikasının ayrılmasına, A₁P-əyrisi isə 0-40mol.% PbFeGa₄S₈ intervalında ərintilərdə müşahidə olunan üçlü peritektik reaksiyaya müvafiq gəlir.

FeS-FePbGa₄S₈ kəsiyi kvazibinar olub, evtetik tiplidir. Evtetik nöqtənin koordinatları: 50mol.%FeS və T=900°C FePbGa₄S₈ əsasında 5mol%-ə qədər bərk məhlul əmələ gəlir. α-FeS↔β-FeS↔δ-FeS faza keçidi 550K və 350K-də müşahidə olunur. β-FeS↔δ-FeS faza keçidi yalnız 0-

60mol.%. $\text{FePbGa}_4\text{S}_8$ intervalında baş verir. FeS əsasında praktiki olaraq həllolma sahəsi müəyyən edilməmişdir.

Yuxarıda göstərilən kəsiklərin öyrənilməsi, həmçinin $\text{FeS-Ga}_2\text{S}_3$ və $\text{PbS-Ga}_2\text{S}_3$ sistemləri haqqında ədəbiyyat məlumatlarının analizi nəticəsində $\text{FeS-Ga}_2\text{S}_3\text{-PbS}$ kvaziüçlü sistemi $\text{FeS-FePbGa}_4\text{S}_8\text{-FeGa}_2\text{S}_4$ alt sisteminin likvidus səthinin proyeksiyası qurulmuşdur

Alt sistemin likvidus səthi 4 fazanın ilkin kristallaşma sahələrindən ibarət olub, ən böyük kristallaşma sahəsi dördlü $\text{FePbGa}_4\text{S}_8$ birləşməsini, ən kiçik kristallaşma sahəsi isə inkonqruent əriyən $\text{Fe}_2\text{Ga}_2\text{S}_5$ birləşməsinə aiddir. Bütün non və monovariant tarazlıqların xarakteri və koordinatları müəyyən edilmişdir.

**КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ И ОПТИЧЕСКОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА В
ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ
СИСТЕМЫ As-Ge-Se**

А.И. ИСАЕВ, С.И. МЕХТИЕВА, Х.И. МАМЕДОВА, Р.И. АЛЕКБЕРОВ,

С.С. БАБАЕВ, Н.Н. ЭМИНОВА

Институт физики НАН Азербайджана,

AZ-1143, Баку, пр. Г. Джавида, 131

physics.humay@mail.ru

Исследованы спектры комбинационного рассеяния и пропускание света, а также измерена плотность ХСП системы As-Ge-Se ($\text{Ge}_6\text{As}_8\text{Se}_{86}$, $\text{Ge}_{8.33}\text{As}_{16.67}\text{Se}_{75}$, $\text{Ge}_{20}\text{As}_{10}\text{Se}_{70}$, $\text{Ge}_{12.5}\text{As}_{25}\text{Se}_{62.5}$, $\text{Ge}_{18.2}\text{As}_{18.2}\text{Se}_{63.6}$, $\text{Ge}_{28}\text{As}_{17}\text{Se}_{55}$). На спектре состава $\text{As}_8\text{Ge}_6\text{Se}_{86}$ наблюдается широкая полоса, охватывающая интервал частоты $198 \div 285 \text{ см}^{-1}$ с характерными частотами 218, 220, 230, 236, 252 см^{-1} , плечом при интервале $265 \div 285 \text{ см}^{-1}$ и полоса при $178 \div 198 \text{ см}^{-1}$. С ростом содержания As и Ge первая полоса ослабляется, а вторая усиливается, что свидетельствует об изменениях, происходящих, как в видах связи, так и в структурных элементах. Максимум ($\sim 195 \text{ см}^{-1}$), наблюдаемый у всех кривых (особенно ярко проявляется в спектре составов 2-6), приписывается колебанию связи Ge-Se в тетраэдрах GeSe_4 .

Исследованием коэффициента оптического поглощения определена оптическая ширина запрещенной зоны и показано что, в исследованных материалах электронные переходы соответствуют к непрямым разрешенным переходам.

Построены график и зависимости оптической ширины запрещенной зоны (E_g), когезионной энергии, среднего значения энергия связи, плотности упаковки от параметров ближнего порядка, в частности, от среднего значения координационного числа (Z) и от параметра (R), определяемого, отношением числа ковалентной связи атомов халькогена к числу возможной ковалентной связи нехалькогенных атомов.

Полученные результаты объяснены в рамках модели химического упорядочения и изменениями, происходящими в концентрациях дефектных состояний в запрещенной зоне при изменении Z и R .

SYNTHESIS AND PHOTOLUMINESCENT PROPERTIES OF IODINATED MULTI WALLED CARBON NANOTUBES

S.H. ABDULLAYEVA^{1,2}, S.A. MAMMADOVA¹, A.B. HUSEYNOV², A.O. ISRAFILOV²

¹. *Institute of Physics named after G. M. Abdullayev, Azerbaijan National Academy of Sciences,
Baku, Azerbaijan*

². *Research and Development Center for High Technologies (Ministry of Transport, Communication
and High Technologies of Azerbaijan Republic)
samiras416@gmail.com*

This paper reports synthesis and photoluminescent properties of iodinated multi-walled carbon nanotubes (I-MWCNTs). MWCNTs were synthesized by aerosol - assisted chemical vapor deposition method (A-CVD) at 900⁰ C and functionalized by crystalline iodine atoms under increased pressure (approximately ~ 20 bar) in a sealed quartz ampoule at 400 °C for 3 hours. *X-Ray Diffraction (XRD)*, EDX analysis and Raman spectroscopy proved the presence of iodine atoms in I-MWCNTs. After functionalization, C-I bonds were formed over the CNTs surface, due to the interaction of large amount of iodine atoms (30% wt). The increase of the D/G ratio implies that more sp²-hybridized carbons are converted to sp³ - hybridized carbons after the introduction of iodine atoms. These bonds can form structure defects of carbon nanotubes which can play the role of radiative emission sites in I- MWCNTs. Photoluminescence experiments were carried out with the 325 nm laser excitation of samples in the 300-700 nm region. The excitation with 325 nm wavelength, takes place mainly in some defects on the MWCNTs surface due to the C-I bonds after iodination. I-MWCNTs have a wide emission spectrum with two emission peaks (430nm, 520nm). For the first time the intensity of these peaks was highly increased due to effective iodination of carbon nanotubes by our group.

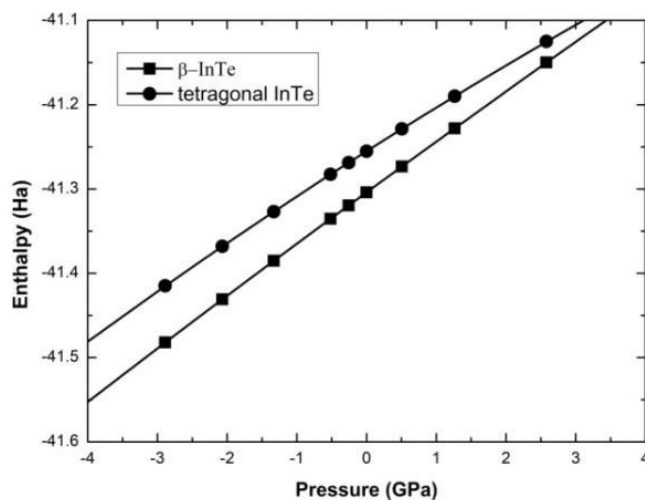
HİPOTETİK HEKSAQONAL KRİSTALLİK QURULUŞLU InTe KRİSTALININ TƏZYİQ ALTINDA DAYANIQLIĞI

B.H. MEHDİYEV

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,
AZ 1143, Bakı şəhəri, H.Cavid pr. 131
bachschi@yahoo.de*

İndiumun halkogenedləri ümumiyyətlə bir neçə kristallik quruluş, o cümlədən tetraqonal, romboedrik, kubik, ortorombik, monoklinik və heksaqonal quruluş nümayiş etdirirlər. InTe kristalının isə adi şəraitdə yalnız tetraqonal quruluşa malik olması məlumdur. Lakin ədəbiyyatda [1] müəlliflər belə bir fərziyyə irəli sürüblər ki, InTe heksaqonal quruluşda ola bilər. İlk prinsiplərdən aparılmış hesablamalarla müəlliflər [1] göstərmişlər ki, InTe kristalının tam enerjisi heksaqonal fazada tetraqonal fazasındakından cüzi artıqdır və beləliklə metastabil heksaqonal faza (β -InTe) prinsipcə mümkündür. Bizim üçün maraqlı olan bir sualı, hansı şəraitdə heksaqonal InTe tetraqonal InTe –dan daha dayanıqlıdır, cavablamaq üçün bu işdə bir də araşdırma aparmışıq və hər iki kristallik quruluş üçün entalpiyanı hesablamışıq.

Həmin hesablamalar göstərir ki, sıfır temperatur və təzyiğin (-4,+4) GPa qiymətləri arasında heksaqonal quruluş daha dayanıqlıdır.



Şək. 1. β -InTe və tetraqonal InTe üçün entalpiyaların təzyiqdən asılılığı.

[1] V. Zolyomi, N. D. Drummond, and V. I. Fal'ko, Phys. Rev. B 89, 205416 (2014)

ВЛИЯНИЕ γ -ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭПР СПЕКТРЫ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ

$\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}(\text{Fe})_x\text{Te}$

М.А. МЕХРАБОВА¹, И.Р. НУРИЕВ², Т.И. КЕРИМОВА¹,

Р.Д. КАСЫМОВ¹, А.А. АБДУЛЛАЕВА³

¹Институт Радиационных Проблем НАНА, Баку, Азербайджан

²Институт Физики им. академика Г.М.Абдуллаева НАНА, Баку, Азербайджан

³Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан
kerimova-tuba@rambler.ru

В данной работе было исследовано влияние γ -излучения на ЭПР спектры твердых растворов $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}(\text{Fe})_x\text{Te}$. С этой целью были синтезированы твердые растворы $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ ($x=0,1$) и $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$ ($x=0,03$). Были проведены ЭПР исследования исходных образцов. Выявлено, что в ЭПР спектре $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ ($x=0,1$) полученный сигнал является суперпозицией двух линий (рис.1,а). g - фактор первой широкой линии составляет $g=2.007$, ширина спектральной линии $\Delta H=227.3\text{Гс}$. Второй спектр является шестилинейной секстетной линией, которая образуется в атоме Mn^{2+} от взаимодействия магнитного момента ядра ($I=5/2$) со спином электрона ($S=1/2$), число этих линий $n=2I+1=6$. g -фактор линии составляет $g=2.007$, постоянная суперсверхтонкой структуры $A\approx 65.5\text{Гс}$, а ширина индивидуальных линий суперсверхтонкой структуры $\Delta H=22.1\text{Гс}$. Предполагается, что причиной образования обычного спектра со сверхтонкой структурой является малое количество Mn в составе твердого раствора.

Далее образцы облучались γ -квантами при дозах $D_\gamma \leq 605.6\text{кГр}$ в источнике ^{60}Co (энергией $E=1.17\text{МэВ}$ и $E=1.33\text{МэВ}$). При малых дозах облучения существенных изменений в ЭПР спектрах не наблюдаются, а при дозе облучения $D_\gamma=605.6\text{кГр}$ в $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ ($x=0.1$) наблюдаются изменения в параметрах: g -фактор составил $g=2.0088$, постоянная суперсверхтонкой структуры $A\approx 64.4\text{Гс}$, ширина индивидуальных линий суперсверхтонкой структуры $\Delta H\approx 22.1\text{Гс}$, а ширина широкого сигнала $\Delta H\approx 90\text{Гс}$ (рис.1,б).

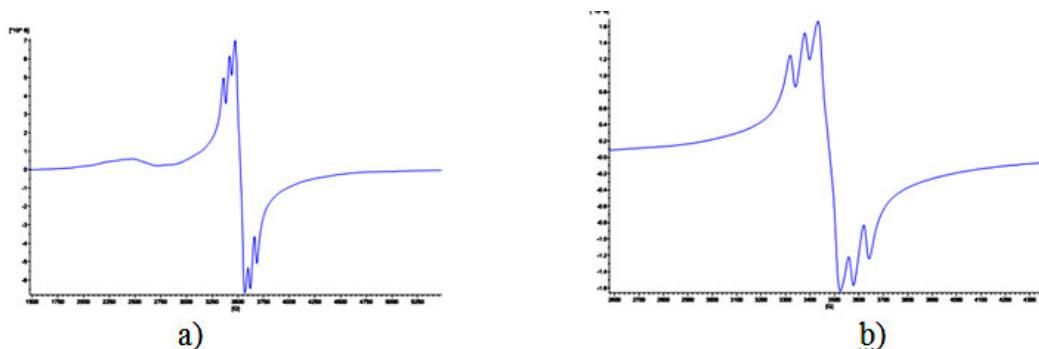


Рис.1. ЭПР спектры твердых растворов $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ $x=0,1$ а) $D_\gamma=0$, б) $D_\gamma=605.6\text{кГр}$

Для образцов $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$ с концентрациями Fe $0.0035 \leq x < 0.03$ в спектрах ЭПР не наблюдаются линии поглощения. Это может быть связано, скорее всего, с тем, что в этой области концентраций, ионы Fe имеют зарядовое состояние $2+$, которые не являются парамагнитными. При $x = 0.03$ наблюдается широкая линия с $g \approx 2.0$, ширина линии $\Delta H \approx 300$ - 325 Гс, на которую накладываются шесть узких линий с $\Delta H \approx 25$ - 30 Гс. В области низких полей наблюдается несимметричная линия с $g = 3.9$. Наличие несимметричной линии в ЭПР спектре образцов $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$, $x = 0.03$ связаны с ферромагнитным состоянием железа Fe^{3+} . Полученные результаты согласуются с литературными данными

При облучении твердых растворов $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$ ($x = 0.03$) при дозах $D_\gamma \leq 605.6$ кГр существенных изменений в ЭПР спектрах не наблюдаются.

СТРУКТУРА ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК $Cd_{1-x}Mn(Fe)_xSe$ И ВЛИЯНИЕ ГАММА ИЗЛУЧЕНИЯ НА ИХ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

**М.А. МЕХРАБОВА¹, И.Р. НУРИЕВ², Н.Г. ГАСАНОВ³, Э.И. МИРЗОЕВ²,
З.И. СУЛЕЙМАНОВ², Н.И. ГУСЕЙНОВ¹, С.С. ФАРЗАЛИЕВ², Н.В. ФАРАДЖЕВ²**

¹*Институт Радиационных Проблем НАНА, Баку, Азербайджана*

²*Институт Физики им. академика Г.М.Абдуллаева НАНА, Баку, Азербайджана*

³*Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджана*

m.mehrabova@science.az

Эпитаксиальные пленки твердых растворов полумангнитных полупроводников (ПМП) $Cd_{1-x}Mn(Fe)_xSe$, сочетающие в себе магнитные и полупроводниковые свойства, последние годы стали объектом интенсивных исследований. Эти материалы нашли свое успешное применение в различных областях оптоэлектроники. Надо отметить, что получению тонких пленок указанных ПМП и исследованию их физических свойств посвящено ряд работ, но исследование влияния ионизирующего излучения на физические свойства этих полупроводников до сих пор не изучена, что является важным фактором для получения радиационностойких и радиационночувствительных материалов. Поэтому, изучение влияния γ -излучения на физические свойства эпитаксиальных пленок $Cd_{1-x}Mn(Fe)_xSe$ является актуальной задачей.

В данной работе были синтезированы твердые растворы $CdSe$ и $Cd_{1-x}Mn(Fe)_xSe$ ($x=0.03$) и методом конденсации молекулярных пучков получены их тонкие пленки на стеклянных и слюдяных подложках в вакууме 10^{-4} Па при температуре подложки $T_{п}=300$ К и $T_{п}=670$ К с компенсацией и без компенсации паров Se в процессе роста.

Структуры пленок исследовались рентгенодифракционным методом. Дифрактограммы были получены на рентгеновской установке Bruker XRD D8 Advance. Показано, что на стеклянных подложках при температуре подложки $T_{п}=300$ К полученные пленки имеют поликристаллическую структуру в смеси с аморфной фазой. Увеличение температуры подложки ($T_{п}\geq 470$ К) приводит к получению поликристаллических пленок с кубической структурой ($a=6,05\text{Å}$). Выше $T_{п}>670$ К начинается эпитаксиальный рост.

Морфология поверхности эпитаксиальных пленок $Cd_{1-x}Mn(Fe)_xSe$ ($x=0.03$) полученных без компенсации и после компенсации дополнительным источником паров Se в процессе роста исследовалась электронномикроскопическим методом на сканирующем электронном микроскопе (Carl Zeiss Sigma VP). Установлено, что с использованием дополнительного компенсирующего источника паров Se , черные скопления, образующиеся вследствие частичного разложения испаряемого материала в процессе роста исчезают.

Были исследованы спектры поглощения и пропускания тонких пленок $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ ($x=0.03$), полученных на спектрофотометре UV-Visible SPECORD 210 PLUS при температурах $T_n=300\text{K}$ и $T_n=673\text{K}$ на подложках слюды и стекла. Показано, что при $T_n=300\text{K}$ пропускание $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ ($x=0.03$) на слюдяных подложках больше, чем на стеклянных. Определено, что ширина запрещенной зоны для $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ ($x=0.03$) составляет $E_g=1.72\text{эВ}$, а для CdSe $E_g=1.74\text{эВ}$. Это говорит о том, что с внедрением атомов Mn в кристаллическую решетку, а также с увеличением концентрации Mn в составе $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ происходит уменьшение ширины запрещенной зоны. Полученный результат подтверждается нашими теоретическими исследованиями, а также согласуется с литературными данными.

Изучено влияние γ -квантов на спектры пропускания и поглощения исследуемых эпитаксиальных пленок ПМП $\text{Cd}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ ($x=0.03$), полученных на стеклянных подложках при $T_n=673\text{K}$. Выявлено, что облучение γ -квантами при дозах $D_\gamma \leq 350\text{Qr}$ не приводит к изменениям ширины запрещенной зоны, но уменьшается оптическое пропускание.

SEYSMİK SENSORLAR ƏSASINDA MÜHAFİZƏ DETEKTORLARININ HAZIRLANMASI

A.H. MƏMMƏDLİ¹, S.S. SÜLEYMANOV¹, N.Y. SÜLEYMANOVA¹, T.E. ƏZİZLİ²

¹AMEA İşlər İdarəsi.Bakı,Azərbaycan

²AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

arzu_memmedli_92@mail.ru

Təqdim edilən işdə xüsusi əhəmiyyət kəsb edən ərazilərin, dövlət sərhədinin qorunmasına və nəzarətini həyata keçirməyə imkan verən yeni Perimetr Mühafizə Sistemlərinin (PMS) ilkin variantı hazırlanmışdır. Bu məqsədlə PMS-lərin əsasını təşkil edən elementlər müəyyən edilmiş və onların parametrləri tədqiq edilmişdir: MİC5209 stabilizatoru, siqnal gücləndirici, AD6542S gücləndiricisi, ATMEGA88P mikrokontroller çipi və qidalandırıcı Li-ion (3.7V) batareyasından istifadə edilmişdir. Perimetr mühafizə sistemləri (PMS) seysmik qeydedicilər əsasında hazırlanmışdır.

PMS-nin elektron bloklarının yığılması zamanı Proteus 8 Professional və Altium Designer proqram paketindən istifadə edilmişdir. Element hissələrinin seçilməsi zamanı cərəyan sərfiyyatının minimuma endirilməsinə xüsusi diqqət verilmişdir. Dövrənin ilkin variantı hazırlandıqdan sonra fayl ARES proqramına ötürülür və kontakt hissələrinin yeri müəyyənləşdirilir. Plataların hazırlanması və kəsim prosesi üçün “LPKF laser & electronics” qurğusundan istifadə edilmişdir. Bu qurğu Almaniya istehsalıdır və hal-hazırda təcrübələrin aparılması məqsədilə elektron plataların hazırlanmasında çox geniş istifadə edilir.

Gd_xSn_{1-x}Se₂ KRİSTALLARINDA ELEKTRİK MÜQAVİMƏTİNİN TEMPERATUR ASILILIĞININ ANOMAL DƏYİŞMƏSİ

M.S. MURQUZOVA

AMEA Fizika İnstitutu

Azərbaycan, Bakı, Az-1143, H.Cavid pr. 131

İsdə Gd_xSn_{1-x}Se₂ sistem bərk məhlulların elektirik müqavimətlərinin təcrübədən alınmış qiymətlərinin qısa analizi verilmişdir. Təcrübələri aparmaq üçün aşağıdakı kimi tərkiblər seçilmişdir: 1) x=0,005; 2) 0,05; 3) 0,10; 4) 0,15; 5) 0,2 at % Gd. Tərkiblər sintezdən sonra, yenidən toz halına salınmış və presləmə üsulu ilə, ölçüləri [(3x6) 20mm] olan formaya salınmışdır. Presləmə iki mərhələdə aparılmışdır: 1-ci mərhələdə P=7,5 ton/sm² təzyiq altında 5 dəqiqə saxlanılmışdır. Bundan sonra isti presləmə T=390⁰C üsulu ilə P=5,4 ton/sm² təzyiq altında 5 dəqiqə saxlanıldıqdan sonra, nümunələrdə homogenlik yaratmaq üçün yenidən ampulalara qoyulmuş vakuum yaradılmış və üfqi vəziyyətdə qızdırıcı içərisinə yerləşdirilmişdir. T=620⁰C temperaturunda t=120 saat saxlanılmışdır. Bundan sonra nümunələrin rentgen faza analizi (RFA) differensial termik analizi (DTA) edilmiş və stexiometrik tərkiblərə uyğun olduğu müəyyən edilmişdir. Nümunələrin müqavimətləri T=77-420 K-temperatur intervalında ölçülmüşdür. Təcrübədən alınan qiymətlər əsasında qrafikləri qurulmuş və analiz edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, N3(x₃=0,10 at % Gd) və N5 (x₅=0,15 at %) sayılı nümunələrin ρ(T) asılılığında ΔT= 85-98K temperaturunda elektrik müqavimətinin qiyməti anomal dəyişir. Başqa sozlə ρ-nun qiyməti ΔT intervalında artır və T-nin sonrakı artımında, yenidən yarımkeçirici kristallara məxsus qanunauyğunluqla, zəif eksponensial azalma müşahidə olunur. Məlumdur ki, Gd metalı aşağı temperaturalarda maqnit xassəlidir və maqnit momenti təxminən 9,5μ_B-a bərabərdir. Çox ehtimal ki, ΔT=85-98K temperatur intervalında ρ-nun anomal dəyişməsi polyarizə olunmuş maqnit mərkəzlərinin yaranması hesabına yükdaşıyıcılar bu mərkəzlərdə əlavə səpilir. Bu isə elektrik keçiriciliyinin azalmasına, başqa sozlə müqavimətinin artmasına səbəb olur.

ROLE OF SULPHUR IN THE AEROSOL ASSISTED CVD GROWTH OF SINGLE WALL CNTs

N.N. MUSAYEVA^{1,2}, R.F. HASANOV^{1,2}, S.S. BABAYEV¹

¹Institute of Physics, ANAS, 131, H. Javid ave., Baku, Azerbaijan

²R&D Center for High Technologies MCHT, 2, Inshaatchilar ave. Baku, Azerbaijan

nmusayeva@physics.ab.az

Single-walled carbon nanotubes (SWCNTs) have exceptional electrical and unique optical properties, rendering their use in various application fields, especially in transparent conducting films (TCFs). The fabrication methods of SWCNTs play a big role in their obtaining and controlling their diameters and structures.

For several years Sulphur has been known as a good promoter for the growth of carbon fibers in the metal-catalyzed chemical vapor deposition systems. In the present paper single-wall carbon nanotubes (SWCNTs) were synthesized by means of the Aerosol CVD method. A little amount of pure Sulphur powder was mixed with ferrocene, which is used as a catalyzer, and the high frequency (800 kHz) transducer transformed the solution (ferrocene/sulphur/x-lene) to the aerosol. The growth processes were carried out at 850- 950⁰C in the horizontal reactor at the atmospheric pressure.

The morphology of the samples was observed by the SEM and Raman spectroscopy with 532 nm laser being used to analyze the diameter distribution of the obtained SWCNTs. The presence of SWCNTs with the diameters of 0.8-1 nm in the samples has been determined.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЕНОК ПМП ХАЛЬКОГЕНИДОВ A^2B^6

И.Р. НУРИЕВ

Institute of Physics, ANAS, 131, H. Javid ave., Baku, Azerbaijan

Последние годы полумагнитные полупроводники (ПМП) халькогенидов A^2B^6 привлекают большое внимание. На основе этих материалов созданы приборы различного назначения, в том числе солнечные элементы, радиационные детекторы. Огромный научно-практический интерес представляют изучение их эпитаксиальных пленок. Приборы, созданные на основе эпитаксиальных пленок отличаются относительно простотой изготовления и высокими параметрами. На параметры приборов сильно влияют структурное совершенство и морфология поверхности пленок. В связи с этим требуется получение эпитаксиальных пленок с высоким кристаллическим совершенством и чистой, гладкой поверхностью без включения второй фазы.

В настоящей работе приводятся результаты исследований особенности роста и морфологии поверхности эпитаксиальных пленок полумагнитных полупроводников (ПМП) $Cd_{1-x}Mn(Fe)_xTe(Se)$ составов ($x=0,01-0,15$), выращенных на стеклянных и монокристаллических, слюдяных подложках методом конденсации молекулярных пучков в вакууме 10^{-4} Па. Для получения структурносовершенных пленок с чистой гладкой поверхностью без включения второй фазы были использованы дополнительные компенсирующие источники халькогенов (Se,Te). Структура пленок исследовалась рентгенодифракционным (Bruker XRD D8 Advance), морфология поверхности электронномикроскопическим (The Carl Zeiss Sigma VP Scanning Elektron) методами. Определены оптимальные условия получения структурносовершенных эпитаксиальных пленок. Установлено, что пленки, полученные на стеклянных подложках при температуре $T_{п}=300$ К имеют поликристаллическую структуру в смеси с аморфной фазой. Увеличение температуры подложки ($T_{п}\geq 470$ К) приводит к получению поликристаллических пленок с кубической структурой типа сфалерита. Пленки, полученные на монокристаллических слюдяных подложках при $T_{п}=300$ К имеют только поликристаллическую структуру. При температуре $T_{п}\geq 670$ К на обоих подложках получают монокристаллические эпитаксиальные пленки с направлением роста [111]. Электронномикроскопические исследования показали, что на поверхности пленок наблюдаются черные скопления, являющиеся продуктами окисления, образующиеся в процессе роста, которые исчезают с применением дополнительного компенсирующего источника халькогенов (Se,Te).

MICROSTRUCTURAL, MACROSCOPIC LENGTH AND LATTICE PARAMETERS CHANGES IN GAMMA-IRRADIATED BORON CARBIDE

M.N. MİRZAYEV^{1,2}, Kh.F. MAMMADOV², R.N. MEHDİYEVA²

¹*Joint Institute for Nuclear Research, 141980, Dubna, Russia*

²*Institute of Radiation Problems, ANAS, AZ1143, Baku, Azerbaijan*

matlab@jinr.ru

High performance ceramic insulator and window materials are required to construct forthcoming thermo-nuclear reactors. Mixtures of boron and carbon compounds were heated at approximately 2000°C. The reaction products have been studied by X-ray diffraction and by density and electrical measurements. A boron-carbide has been high melting temperature, exceptionally good hardness and high mechanical properties. Boron carbide B₄C is widely used as a neutron absorber in nuclear technology. Most of the after and before heavy ions irradiation examinations have shown that the structure of the material remains crystalline, in spite of very high atomic displacement rates. The experimentally investigated target material was boron-carbide. For this research was selected the boron carbide powder, with density 1.8 g/cm³, and a purity of 99.9 % (US Research Nanomaterials, Inc., TX, USA). Under statistical conditions were irradiated with ⁶⁰Co source by gamma rays at dose rate D = 0.27 Gy/sec 9.7, 48.5, 97, 145.5 и 194 kGy. The theoretical calculated values of the absorbed dose of dosimetric (ferrosulfate, cyclohexane) systems based on the electron density, is in good agreement with the experimental data. In the analysis of experiments giving the concentration defects before and after gamma irradiation and real volume V and the volume V_o of the isobaric perfect crystal as defined in V^x and the lattice constant a^x that result from X-ray diffraction experiments. Furthermore two new coefficients the X-ray thermal expansion coefficients β^x , compressibility k^x , will emerge. The volume V and V_o connected by eq.

$$V = V_o + n \frac{\partial g^f}{\partial P} \downarrow_T, \frac{\partial g^f}{\partial P} \downarrow_T \text{ is volume } v^f \text{ per defect.}$$

The phase analysis was performed by XRD using a D8ADVANCE X-ray diffractometer (Bruker). Scanning Electron Microscope, ZEISS, SIGMA VP) EDS component was used to perform the surface morphology and microcircular analysis. The analysis was measured at the 300 K standard room temperature. The error of determination did not exceed 1% at 300 K. Scanning Electron Microscopy (SEM) and X-ray diffraction have been performed. The SEM investigations show that the material remains crystalline up to a 145.5 kGy. The X-Ray diffraction analysis show a high structural disorder at high gamma irradiation dose and calculated lattice parameters and volume for perfect and irradiation crystal in the gamma irradiation dose ranging from 9.7 kGy to 194 kGy. Determined increases the lattice parameters 1.31 % and increases amorphisation of both 2.30 %.

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ СУРЬМОЙ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ МОНОКРИСТАЛЛА TlInSe_2

С.Н. МУСТАФАЕВА

*Институт физики НАН Азербайджана, г. Баку
solmust@gmail.com*

Монокристаллы TlInSe_2 , кристаллизующиеся в слоисто-цепочечной структуре, являются объектом многочисленных исследований. Как известно, физические характеристики полупроводниковых соединений существенно зависят от типа и концентрации введенных примесей. Так, легирование и интеркалирование монокристаллов TlInSe_2 различными металлами позволяет повышать их фото- и рентгеночувствительность. В настоящей работе приведены результаты изучения влияния сурьмы (0.5 мол.% Sb) на диэлектрические свойства и электропроводность полученных монокристаллов на основе TlInSe_2 . Диэлектрические коэффициенты $\text{TlInSe}_2 < \text{Sb} >$ измерены резонансным методом. Диапазон частот переменного электрического поля составлял $5 \cdot 10^4 - 3.5 \cdot 10^7$ Гц. В $\text{TlInSe}_2 < \text{Sb} >$ изучена частотная дисперсия тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta$), действительной (ϵ') и мнимой (ϵ'') составляющих комплексной диэлектрической проницаемости и ас-проводимости (σ_{ac}) поперек цепей. Легирование монокристаллов TlInSe_2 сурьмой приводило к модифицированию дисперсионных кривых $\text{tg}\delta(f)$, $\epsilon'(f)$, $\epsilon''(f)$ и $\sigma_{ac}(f)$. Во всей изученной области частот в $\text{TlInSe}_2 < \text{Sb} >$ имели место потери на электропроводность. При этом введение сурьмы в TlInSe_2 сопровождалось увеличением диэлектрической проницаемости и существенным уменьшением проводимости и тангенса угла диэлектрических потерь. При высоких частотах ас-проводимость монокристаллов $\text{TlInSe}_2 < \text{Sb} >$ подчинялась закономерности $\sigma_{ac} \sim f^{0.8}$, характерной для прыжкового механизма переноса заряда по локализованным вблизи уровня Ферми состояниям. Оценены плотность и энергетический разброс состояний, лежащих в окрестности уровня Ферми, среднее время и расстояние прыжков.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОКРИСТАЛЛА CdGa_2S_4 В ПЕРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

С.Н. МУСТАФАЕВА, Д.Т. ГУСЕЙНОВ
Институт физики НАНА, Баку, Азербайджан
solmust@gmail.com

Монокристаллы CdGa_2S_4 обладают широким спектром практически важных физических характеристик, таких как высокая фото-и рентгеночувствительность. Эти кристаллы характеризуются высоким электрическим сопротивлением, однако, в литературе отсутствуют сведения об их диэлектрических свойствах. Изучение диэлектрических свойств и электропроводности полупроводниковых кристаллов на переменном токе дает информацию о механизме процессов переноса заряда, о локализованных состояниях в запрещенной зоне, а также позволяет определить природу диэлектрических потерь, что и явилось целью настоящей работы.

Методом химических транспортных реакций были выращены монокристаллы CdGa_2S_4 и изучены их диэлектрические свойства. В монокристаллах CdGa_2S_4 изучены частотные зависимости действительной и мнимой составляющих комплексной диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь и ас-проводимости (σ_{ac}) в области частот $f = 5 \times 10^4 - 3.5 \times 10^7$ Гц. Установлено, что в диапазоне частот $f = 5 \times 10^4 - 3 \times 10^6$ Гц в CdGa_2S_4 имеют место релаксационные потери, сменяющиеся при $f \geq 3 \times 10^6$ Гц потерями сквозной проводимости. В области частот $f = 5 \times 10^4 - 3.5 \times 10^7$ Гц ас-проводимость монокристалла CdGa_2S_4 подчинялась закономерности $\sigma_{ac} \sim f^{0.8}$, характерной для прыжкового механизма переноса заряда по локализованным вблизи уровня Ферми состояниям. Оценены плотность (N_F) и энергетический разброс (ΔE) этих состояний $N_F = 3.3 \times 10^{18} \text{ эВ}^{-1} \cdot \text{см}^{-3}$, $\Delta E = 30 \text{ мэВ}$, среднее время (τ) и расстояние (R) прыжков $\tau = 5.7 \times 10^{-8} \text{ с}$ и $R = 170 \text{ \AA}$.

TWO-DIMENSIONAL ELECTRON GAS FORMATION AT AlGa_N/Ga_N INTERFACES

P. CABAN¹, R. THORPE², L. FELDMAN², K. PEDERSEN³ AND V.N. POPOK³

¹Institute of Electronic Materials Technology, 01-919 Warsaw, Poland

*²Department of Physics & Astronomy, Rutgers The State University of New Jersey,
08854 Piscataway, USA*

*³Department of Materials and Production, Aalborg University, 9220 Aalborg, Denmark
vp@mp.aau.dk

AlGa_N/Ga_N heterostructures are of high research and industrial interest for the production of high electron mobility transistors utilizing the two-dimensional electron gas (2DEG) induced at the interface due to polarization effects. Critical AlGa_N thickness is an important practical parameter which is under the study in this work.

Ultrathin layers of AlGa_N (between 2-12 nm thick) are grown on top of Ga_N in order to study 2DEG formation. The structures are prepared using the metal organic chemical vapour deposition method. Combining X-ray photoelectron spectroscopy and Rutherford backscattering, it is found that the Al contents is gradually increasing between 4-10 at.%, while Ga contents decreases from 44 to 35 at.% with thicknesses increase from 2 to 12 nm; N concentration is nearly constant, 50-55 at.%. Kelvin probe force microscopy is used to study variations of surface potential depending on AlGa_N layer thickness. Pure Ga_N samples show homogeneous potential distribution across the surface. Overall, the contact potential difference rises from pure Ga_N to AlGa_N/Ga_N following the theoretical estimates for these compound semiconductors. Growth of thin (ca. 2 and 4 nm) layers of AlGa_N leads to a mosaic-like potential distribution indicating that 2DEG is formed at the interface but it is not continuous because of the low layer thickness and poor stoichiometry. Homogeneity of the surface potential maps increases for 7-8 nm thick layers allowing to conclude about critical thickness of AlGa_N for 2DEG, which is in agreement with previous estimates (6 nm). Thus, the work brings important insights into the 2DEG formation at AlGa_N/Ga_N interfaces.

SYNTHESIS AND ELECTRICAL CHARACTERIZATIONS OF Er - Doped TlInS₂ LAYERED SEMICONDUCTOR

SERDAR GÖREN¹, ARZU I. NADJAFOV¹, VAFA B. ALIYEVA²,
ANDREY P. ODRINSKY³, TOFIG G. MAMMADOV², and MIR HASAN Yu. SEYIDOV^{1,2}

¹*Department of Physics, Gebze Technical University, 41400 Gebze, Kocaeli, Turkey*

²*Institute of Physics Azerbaijan National Academy of Sciences, AZ - 1143 Baku, Azerbaijan*

³*Institute of Technical Acoustics, National Academy of Sciences of Belarus, Vitebsk, 210023
Belarus*

The ternary compound TlInS₂ belongs to the class of $A^{III} B^{III} C_2^{VI}$ - type semiconductors and have recently attracted remarkable scientific and technological interest due to its layered structure as well as its unique physical and chemical properties. However, layered semiconductor materials of $A^{III} B^{III} C_2^{VI}$ - family are not only more difficult to grow but also difficult to integrate optoelectronic devices fabricated on base these compound to modern electronics. For semiconductor materials, the incorporation of dopants is essential, which could facilitate the development of functional devices with extensive applications by adjusting their electronic and optical characteristics. Rare earth doped $A^{III} B^{III} C_2^{VI}$ - semiconductors have led to great interest in these materials due to their potential use in electronics. Of particular interest are Er – ions which it is excellent luminescent centers.

In this work, we prepared the Er - doped TlInS₂ layered crystal using modified Bridgman method. The Er - doped TlInS₂ high quality monocrystal demonstrates significantly optical and electrical properties, which may expand the new direction for the application of $A^{III} B^{III} C_2^{VI}$ - layer material.

We have studied the temperature dependence of dielectric constant, dark and photo – current, thermally stimulated and thermally stimulated depolarization current as well as pyrocurrent. The chemical composition by EDX method, surface morphology, crystal structure, chemical state and optical luminescent properties of the Er - doped TlInS₂ were investigated also.

We have investigated the energy level of the trap states in Er - doped TlInS₂ semiconductor by using photo - induced current transient spectroscopy (PICTS) method. Different impurity centers are resolved and identified. Analyses of the experimental data were performed in order to determine the characteristic parameters of the Er – dopant and intrinsic defects. The energies and capturing cross section of deep traps were obtained by using the heating rate method. Energy level of the erbium related impurity was determined from thermally activated current spectroscopy and from PICTS method is compared. The agreement is acceptable. Possible positions of erbium deep level traps at high - symmetry sites of Er - doped TlInS₂ semiconductor are discussed. The nature of various anomalies in the temperature behavior of various physical properties of Er - doped TlInS₂ semiconductor related to Er defect deep levels is detected and discussed.

Experimental measurements of electronic properties of TlInS₂ + Er detected that weakly doped TlInS₂ semiconductor exhibits properties typical for highly compensated semiconductors. The main native impurity and defect levels which determine the compensation of the material are taken into account, namely: intrinsic shallow donors and deep level acceptors, and the deep Er - acceptor level.

MAGNETOELECTRICITY AND PHASE TRANSITIONS IN METAL ION IMPLANTED TERNARY LAYERED CHALCOGENIDES

F.A. MIKAILZADE^{1,2}, M.Y. SEYIDOV^{1,2}, M. MAKSUTOĞLU¹,
R.I. KHAIBULLIN³, T.G. MAMMADOV²

¹ Department of Physics, Gebze Technical University, Gebze, 41400, Kocaeli, Turkey

² Institute of Physics, National Academy of Sciences, Javid Ave. 33, Baku, Azerbaijan

³ Kazan Physical-Technical Institute of RAS, Sibirsky Trakt 10/7, 420029, Kazan, Russia
faik@gtu.edu.tr

Multiferroic materials, in which the interaction between ferroelectric and ferromagnetic substances produces a magnetoelectric effect, have been under great interest in recent decades due to their various physical properties and wide application potential in the next generation of multifunctional electronic devices [1]. It has been obtained that strong magnetoelectric effect via strain mediated interactions could be realized in the composites consisting of magnetostrictive and piezoelectric substances [2]. In recent years it has been suggested that an ion implantation is a very useful and effective technique for preparation of nanoparticulate multiferroic composite structures on the base of various ferroelectric crystals [3]. In this work we report the results of investigations of the succession of the incommensurate and commensurate ferroelectric phase transitions in TlInS₂ and TlGaSe₂ crystals and the study of the influence of external magnetic field on these structural transformations. *The samples were prepared by implantation with 40 keV Co⁺ and Fe⁺ ions into single crystalline plates of TlInS₂ and TlGaSe₂ at the fluencies between 0.5×10^{17} and 1.5×10^{17} ion/cm² and with ion current density of 8 μ A/cm². The implantation was carried out at room temperature and residual vacuum of 10^{-5} Torr by using the ion-beam accelerator *ILU-3* (Kazan Physical-Technical Institute of RAS). The temperature dependences of the dielectric susceptibility of the samples were measured. It has been revealed that the formation of metal nanoparticulate composite layer in the near-surface irradiated region in a result of high-fluency ion implantation brings to considerable shifts of well-known successive structural phase transition points and increase of the temperature hysteresis of the dielectric susceptibility. The application of the magnetic field in the direction perpendicular to implanted surface resulted to reverse shifts of the phase transition points. The observed peculiarities are considered as magnetoelectric effects, which appeared in a result of magnetoelectric lock-in interaction between domains of ferroelectric and ferromagnetic substances of the composite structure.*

[1] N.A. Spaldin, M. Fiebig, Science 309, 391 (2005)

[2] M. Fiebig, J. Phys. D: Appl. Phys. 38, R123 (2005).

[3] S. Kazan, F.A. Mikailzade, A.G. Sale, M. Maksutoglu, M. Acikgoz, R.I. Khaibullin, N.I. Khalitov, Ju. I. Gatiatova, and V. F. Valeev, Phys. Rev. B, 82, 054402 (2010).

**OPTICAL ABSORPTION CHARACTERISTICS OF TLGASE₂ LAYERED -
SEMICONDUCTOR IN THE VISIBLE SPECTRAL REGION. EXPERIMENTAL AND
THEORETICAL INVESTIGATIONS**

**ASUMAN CENGIZ^{1,2}, YURII M. CHUMAKOV^{1,3}, YASIN ŞALE¹, TOFIG G.
MAMMADOV⁴, FAIK A. MIKAILZADE^{1,4}, AND MIR HASAN Yu. SEYIDOV^{1,4}**

¹*Department of Physics, Gebze Technical University, 41400 Gebze, Kocaeli, Turkey*

²*Department of Physics, Kocaeli University, 41380 Kocaeli, Turkey*

³*Institute of Applied Physics, Moldavian Academy of Sciences, 2028 Kishinev, Moldova*

⁴*Institute of Physics Azerbaijan National Academy of Sciences,*

AZ - 1143 Baku, Azerbaijan

faik@gtu.edu.tr

In this work the optical absorption characteristics of TlGaSe₂ layered bulk semiconductor in the visible part of the spectrum are presented and discussed. The transmission spectra of TlGaSe₂ were recorded at normal light incidence on mirror surface of samples in the wavelength range of 400 – 900 nm in the temperature range of 19 to 300 K. The optical band gap was determined from the extrapolation of the linear region of the square of the absorption curve. As a result, layered semiconductor TlGaSe₂ is interpreted as a direct band gap semiconductor with a band - gap ~ 2.04 - 2.14 eV at 300 K. Nevertheless, other electronic inter - band transitions can occur on the optical transmission spectrum of TlGaSe₂. In many earlier experimental studies, this contribution in the absorption coefficient near the fundamental optical edge of TlGaSe₂ was attributed to indirect allowed inter - band transitions. We find that optical absorption edge of TlGaSe₂ is characterized by the presence of an Urbach - like tail and a high - energy Tauc absorption region. The Tauc slope and Tauc energy gap were extracted from the absorption coefficient data by using Tauc - procedure. Findings reveals that *amorphized* structure of TlGaSe₂ which is prominent in near conduction/valance band energy states, cannot be ignored for the understanding of the optical transition mechanisms in of this semiconductor. We also discuss the nature of the electron transitions forming fundamental optical absorption edge of TlGaSe₂. We use the first - principles calculation based on density - functional theory (DFT) to study the energy gap and extended states in undoped TlGaSe₂ layered semiconductor. The main purpose of this work is to study the effect of compositional and structural defects on density of state (DOS) tailing in this semiconductor material and compare their changes with the finding of the optical measurements.

By calculation of the band structure it is shown that vacancies may introduce defect levels inside the electronic band gap of TlGaSe₂. These vacancies introduced defect levels and can alter the optical properties of TlGaSe₂ strongly, causing the deviations from the properties of conventional direct band – gap semiconductors.

EFFECT OF TERBIUM – DOPING ON ELECTRONIC PROPERTIES OF TlInS_2 LAYERED SEMICONDUCTOR

SERDAR GÖREN¹, ARZU I. NADJAFOV¹, VAFA B. ALIYEVA²,
ANDREY P. ODRINSKII³, AND MIR HASAN Yu. SEYIDOV^{1,2}

¹*Department of Physics, Gebze Technical University, 41400 Gebze, Kocaeli, Turkey*

²*Institute of Physics Azerbaijan National Academy of Sciences, AZ - 1143 Baku, Azerbaijan*

³*Institute of Technical Acoustics, National Academy of Sciences of Belarus,
Vitebsk, 210023 Belarus*

Studies of TlInS_2 layered compound are of interest both from the fundamental and applied viewpoints since this material exhibits semiconducting and ferroelectric properties simultaneously. Doping of relevant element in TlInS_2 can tailor its intrinsic physical properties, such as photoluminescent, photoelectric and electronic properties which can extend its application prospects. On the other hand, rare earths have special electron - shell structure. Rare earth ions can become the better luminescence center based on its special 4f - electron transition at difference energy levels. Hence, rare earth doping of TlInS_2 layered semiconductor has become one interest for display applications involving ultraviolet, visible, and infrared light emission. For example, Terbium (Tb) is an important dopant for green emission that the major emission band is near 544 nm. From this point of view, Tb - doped TlInS_2 can be expected to be applicable to micro - and nano – optoelectronics.

In the present work, we investigate the photoelectrical and electronic properties of defect containing in Tb - doped - TlInS_2 . The aim of this work is first to identify various native and dopant defects and impurities in the structure of material under investigation by using photo - induced current transient spectroscopy (PICTS) method and thermally stimulated current (TSC) spectroscopy, and then to understand the effect of defects on the electronic properties Tb - doped - TlInS_2 .

Terbium doped TlInS_2 layered semiconductor was prepared by the modified Bridgman method. The elemental analysis carried out using energy dispersive X - ray (EDX) spectra confirms the incorporation of Tb ions in TlInS_2 structure.

Different impurity centers are resolved and identified. Analyses of the experimental data were performed in order to determine the characteristic parameters of the Tb – dopant and intrinsic defects. Energy level of the erbium related impurity was determined from thermally activated current spectroscopy and from PICTS method is compared. The agreement is acceptable. The nature of various anomalies in the temperature behavior of various physical properties of Tb - doped TlInS_2 semiconductor related to Tb defect deep levels is detected and discussed.

Ag₈Ge_{1-x}Mn_xTe₆ MƏHLULLARIN ALINMASI VƏ FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİ

A.S. QƏHRƏMANOVA, A.Ə. XƏLİLOVA, R.N. RƏHİMOV

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, Fizika İnstitutu

Ag₈GeTe₆ üçlü birləşməsi polimorf çevrilmələri və elementar özəkdə atomların sayının çoxluğu səbəbindən bir sıra qeyri adi xassələr kəsb edir: istilikkeçiriciliyi aşağı olur, kiçik enerji zolağına malik olur, T_≥500K temperaturlarda ion keçiriciliyi göstərir və həmçinin perspektivli termoelektrik material kimi xarakterizə olunur. Ag₈GeTe₆ birləşməsi əsasında bərk məhlul almaqla faza keçidlərin temperaturunu, onun parametrlərini dəyişmək və ya tənzimləmək mümkündür. Yüksək həlledicilik, diffuziya etmə qabiliyyətinə malik Mn daxil etməklə yaradılan bərk məhlullarda strukturu və xassələri dəyişmək mümkündür. Ag₈Ge_{1-x}Mn_xTe₆ bərk məhlulları sintez etmək üçün x=0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2 tərkibli nümunələr 1200K temperaturda əridilmiş, və otaq temperaturunadək tədricən soyudulmuşdur. Maddələrin homogenləşməsi üçün 48 saat müddətində, ~500K temperaturda tabı alınmışdır. Nümunələrdə rentgen-faza analizi aparılmış, DSC - diferensial darayıcı kalorimetrdə istilik selinin dəyişmə sürəti tədqiq olunmuşdur. Nümunələrdən alınmış rentgen şüaların difraksiya refleksləri bir-birinə identik olmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, Mn atomların miqdarı artdıqca reflekslər kiçik bucaqlara tərəf sürüşür (müstəvilər arası məsafənin qiymətləri azalır), başqa sözlə Mn atomları qəfəsin sıxılmasına gətirir.

100-900K temperatur bölümündə aparılmış DSC tədqiqatları göstərir ki, x=0.05 tərkib üçün 182K, 227.8K, 245K, 339.6K, 626K temperaturlarda, x=0.1 tərkibdə 227,6K 248K 627K temperaturlarda, x=0.2 tərkibdə isə 224.2, 348.8, 244,8, 331.6, 421.9 temperaturlarda endotermik keçidlər baş verir. Hər bir faza keçidində endotermik çevrilmənin entalpiyası müəyyən olunub. İstilik selinin dəyişmə sürətinə görə ayrı-ayrı fazalarda istilik tutumun temperatur asılılığı, və ona uyğun olaraq entropiya, entalpiyanın temperatur asılılıqları hesablanıb.

**ЭЛЕКТРЕТНЫЙ ЭФФЕКТ В КОМПОЗИТАХ НА ОСНОВЕ
ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ И СЕГНЕТОПЬЕЗОКЕРАМИК
СЕМЕЙСТВА ЦИРКОНАТА-ТИТАНАТА СВИНЦА**

**М.А. КУРБАНОВ, Б.Г. ХУДАЯРОВ, И.С. РАМАЗАНОВА, Г.Х. ГУСЕЙНОВА,
А.Ф. НУРАЛИЕВ, О.А. АЛИЕВ, Ф.Н. ТАТАРДАР, А.Ф. ГОЧУЕВА**
AMEA Fizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

Современная теория электретного эффекта исходит из того, что для обеспечения больших времен релаксации необходимо взаимодействие внутри диэлектрика двух разных типов зарядов: гетеро- и гомозарядов. Поэтому формирование этих двух видов зарядов внутри электрета является ключевым вопросом при разработке новых и более эффективных электретов. В настоящее время большое значение имеет создание композитных электретов на основе полимеров (матрица) и сегнетопьезокерамик различных структур. Целью работы является выявление некоторых особенностей формирования электретного эффекта в композите полимер-пьезоэлектрическая керамика.

Композитный электретный элемент получен методом горячего прессования. В качестве полимерной фазы использованы полиолефины (полиэтилен, полипропилен) и фторсодержащий полимер поливинилиденфторид (ПВДФ). В качестве пьезоэлектрической фазы выбраны пьезоэлектрики семейства цирконата-титаната-свинца (ЦТС) различных структур: ромбоэдрическая R_e , тетрагональная T и смешанная R_e+T .

Применяемые в качестве наполнителя двух- и многокомпонентные сегнетопьезоэлектрики на основе ЦТС имели ромбоэдрическую (R_e), тетрагональную (T) и смешанную структуру (R_e+T). Электретные свойства композиционных диэлектриков на основе полимеров полиолефинового ряда и сегнетопьезокерамик ЦТС рассматривались в зависимости от объемного содержания наполнителя, температуры и напряженности электрического поля поляризации.

Экспериментально установлено, что увеличение межфазного взаимодействия, разупорядоченности структуры полимерной матрицы на границе раздела фаз и времени релаксации граничного заряда приводит к росту макроскопических параметров композитных электретов и электретной разности потенциала ($U_{эл}$) и пьезомодуля d_{ij} .

İFRATKEÇİRİCİ FeSe-də FLUKTUASIYA KEÇİRİCİLİYİ

S.S. RƏHİMOV, Ş.C. QURBANOV, S.M. BAĞIROVA

AMEA Fizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

e-mail: sadiyar@mail.ru

Yuxarıtemperaturlu ifratkeçirici kupratların strukturuna analoji olan dəmir oksipnektidlərdə ifratkeçiriciliyin kəşf olunması dəmir əsaslı yuxarıtemperaturlu ifratkeçiricilərin öyrənilməsinə olan marağı daha da artırmışdır. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, çox sadə quruluşlu dəmir halkogenid birləşmələrində də ifratkeçirici hala keçid baş verir. Ümumi halda FeX kimi yazılan ifratkeçirici halkogen birləşmələrindən biri də FeSe-dir. FeX-in kristal quruluşu digər ifratkeçirici dəmir birləşmələrindən daha sadə olduğuna görə bu tərkiblərin tədqiqi daha çox maraq kəsb edir. Tədqiq olunan FeSe nümunəsinin rentgen analizi EVA və TOPAS proqramları ilə işləyən, Bruker firmasının D8-XRD ADVANCE difraktometri ilə aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, bu tərkib PbO tipli tetraqonal strukturda kristallaşır və qəfəs parametrləri $a=3.772\text{Å}$; $c=5.513\text{Å}$ -dir.

Bu işdə həmçinin FeSe ifratkeçiricisinin xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı tədqiq edilmiş və faza keçidi oblastında fluktuasiya keçiriciliyi tədqiq edilmişdir.

Təcrübi nəticələrə əsasən Ginzburq-Landau nəzəriyyəsinə əsasında hesablamalar aparılmış və 2D-3D krossover temperaturu ($T_{cr}=13.7\text{K}$), laylararası qarşılıqlı təsir parametri ($J=0,16$) və koherentlik uzunluğu ($\xi_0=1,98\text{Å}$) qiymətləndirilmişdir.

(AgSbSe₂)_{0.95}(PbTe)_{0.05} - İN TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

S.S. RƏHİMOV, A.A. SƏDDİNOVA
AMEA Fizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
sadiyar@mail.ru

AgSbSe₂ üçqat birləşməsi orta temperatur oblastında işləyən perspektiv p-tip termoelektrik materialdır. Praktikada istifadə üçün daha əlverişli tərkiblərin tapılması məqsədi ilə AgSbSe₂ birləşməsinin tədqiqində stexiometriyadan kənara çıxma və aşqarlanma geniş tətbiq edilir. p-tip (AgSbSe₂)_{0.95}(PbTe)_{0.05} bərk məhlul kristalı yavaş soyutmaq üsulu ilə sintez edilmişdir. Tədqiq olunmuş (AgSbSe₂)_{0.95}(PbTe)_{0.05} nümunənin rentgen quruluş analizi BRUCKER-D2 PHASER difraktometri vasitəsilə aparılmışdır və qəfəs sabitinin $a=5.78600\text{Å}$, fəza qrupu Fm-3m uyğun olan səthə mərkəzləşmiş kubik qəfəsə malik olması göstərilmişdir. Elektrikkeçirmə, termo e.h.q. və istilikkeçirmə əmsalları 80-520K temperatur intervalında tədqiq olunmuş və alınmış nəticələr verilmiş işdə təqdim olunmuşdur. Elektrikkeçirmə əmsalının temperatur asılılığında maksimum (450K), termo e.h.q.-nin temperatur asılılığında isə maksimum (350K) və minimum (450K) müşahidə edilmişdir. Tədqiq olunmuş nümunədə, həmçinin termoelektrik effektivliyi də qiymətləndirilmişdir. Termoelektrik effektivliyinin temperaturdan asılı olaraq artması və 500K-də maksimum $Z=0,2 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$ qiymətə malik olduğu göstərilmişdir.

REFINEMENT THE CRYSTAL STRUCTURE OF THE $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_{1+x}\text{S}_3$

A.B. RAHIMLI, Y.R. ALIYEVA, I.R. AMIRASLANOV

Institute of Physics ANAS

iamiraslan@gmail.com

The compounds of the $\text{Ga}_2\text{S}_3\text{-In}_2\text{S}_3$ system are well studied and the number of triple crystalline phases and polytypes grown with the general formula $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_{1+x}\text{S}_3$ is greater than ten. Most of them are characterized by a layered structure. Also, with the exception of one orthorhombic phase, all the others are belonging to rhombohedral or hexagonal crystal class. This phase was obtained by the chemical transport reaction from the pre-synthesized $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_{1+x}\text{S}_3$ ($0.25 \leq x \leq 0.50$). The transporting agent was I_2 . The crystal structure of orthorhombic GaInS_3 is presented in [1]. This structure is formed from articulated tetrahedral and octahedral fragments, with a ratio of 1: 1. Crystals of orthorhombic GaInS_3 intercalated with organic molecules [2]. The thermal decomposition of the obtained intercalates proceeds in two stages, which raised doubts about the stoichiometry of the composition. Obviously, octahedral positions can be populated only with indium atoms. However, tetrahedral positions can be inhabited not only by Ga atoms, but also by In atoms. Therefore, we have refined the crystal structure of $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_{1+x}\text{S}_3$. The refinement was carried out by the method of Rietveld on the basis of powder diffraction data. As a result, it was established that the crystals of the orthorhombic phase are characterized by the composition $\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{1.2}\text{S}_3$.

By high-temperature X-ray diffraction, we also studied the temperature dependence of the deintercalation of the mentioned in above intercalates $\text{Ga}_{0.8}\text{In}_{1.2}\text{S}_3 \cdot 4\text{-AP}$.

- [1] *И.Р. Амирасланов, Г.Г. Гусейнов, А.С. Кулиев, Х.С. Мамедов* Кристаллическая структура ромбического GaInS_3 . // Кристаллография, 1987, т. 32, №1, с. 243-244.
- [2] *И.Р. Амирасланов, Ю.Г. Асадов, А.А. Мусаев, Б.Г. Тагиев, Г.М. Нифтиева, Ч.О. Мамедьяров* Рентгенографическое и оптическое исследования интеркалированных кристаллов InGaS_3 . // Неорг. матер., 1990, т. 26, №8, с. 1614.

PREPARATION AND STRUCTURAL PECULIARITIES OF HIGH-DENSITY POLYETHYLENE FILMS WITH EMBEDDED InP and Ge PARTICLES

S.S. RASHIDOVA^a, S.M. RZAYEVA^a, T.H. ISMAILOV^b

*^aInstitute of Physics of Azerbaijan National Academy of Sciences,
Baku, 31, H.Cavidave. AZ 1025, Baku, Azerbaijan,*

*^bBaku State University,
23, Z.Khalilov, AZ1073, Baku, Azerbaijan;
rzayevasitare@gmail.com*

In the present work X-ray fluorescence microscopy (XRFM) in combination with X-ray diffractometry (XRD), atomic force microscopy (AFM) and Fourier -Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy is used to characterize the films of High Density Polyethylene (HDPE) with different thickness (10, 50, 100, 200 μm) and content (2,3,4,6,10 vol.%) of InP/Ge particles with the size of $<1 \mu\text{m}$. The distribution of the active components in the polymer matrix, surface morphology of the material as a function of InP/Ge content are determined. The HDPE films with dispersed InP and Ge particles as the fillers obtained by the method of mechanical grinding (Planetary Ball Mill PM 200, Retsch, Germany) were prepared by hot pressing under a pressure of 10 MPa and at a temperature of $T=140^\circ\text{C}$ of a homogeneous mixture of fillers with polymer matrix. The surface morphology and content of InP and Ge in various local zones of the polymer matrix for these films were determined by AFM and XRFM methods, respectively. The maps of the distribution of elements in a composite by scanning its surface with a spot of a beam 10 μm and 100 μm in diameter were constructed as a function of concentration of InP and Ge in the samples. The uniformity of the filler distribution in the films was controlled also by the FT-IR absorption spectra. The phase composition of inorganic fillers was determined from the X-ray diffraction (XRD) patterns. The dielectric and optical properties of materials depending on the content (up to 10 vol.%) of the inorganic fillers - indium phosphide and germanium in the films were studied.

The results of these studies are used to optimize preparation technology and required properties of these films.

NEW SILICON PHOTOMULTIPLIER WITH SMALL PROBABILITY OF AFTER PULSING AND OPTICAL CROSSTALK EFFECTS

A.Z. SADIGOV¹, F.I. AHMADOV¹, G.S. AHMADOV²

¹-National Nuclear Research Center, Baku, Azerbaijan

²-Joint Institute for Nuclear Research, Baku, Azerbaijan

saazik@yandex.ru

The avalanche photodiodes, also called silicon photomultipliers (SiPMs) have great potential applications in field of nuclear-physics, medical and communications. They are able to quickly and effectively register weak light current and single photons. However, due to high coefficients ($\approx 10^6$) of avalanche amplification of signal the optical crosstalk and after pulsing effects are manifested which significantly increase the noises.

Within the framework of this work, a new avalanche photodetector has been developed and experimentally implemented, where is possible to solve the above-mentioned problems, namely, to significantly reduce the likelihood of optical crosstalk and after pulses. The basic idea underlying the new SiPM is the reduction in avalanche amplification in pixels and use of an individual amplifying element for each pixel to obtain a sufficiently high gain. Such an individual amplifying element is a micro transistor which is connected to pixel. The n-p-n type micro transistor can be formed directly over a small portion of the p-type pixel area made on a n-type conductivity substrate. For example, a micro transistor can occupy not more than 1% of the area of a micro pixel, which means a minimal decrease in the sensitive area.

DAĞIDICI VƏ STABİLLƏŞDİRİCİ AMİLLƏRİN TƏSİRİNDƏN SONRA NANOGİL ƏLAVƏLİ POLİETİLEN NANOKOMPOZİTLƏRİN ELEKTRİK PARÇALANMASINDA MOLEKULYAR PROSESLƏR

A.R. SADIQOVA, M.Ə. RAMAZANOV, A.Ə. HADIYEVA

Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences, AZ-1143 Baku

arzu-sadigova@mail.ru

Yüksək sıxlıqlı polietilen (YSPE) sintetik polimerlər içərisində ən yaxşı dielektrikdir. Çox cüzi nəm və rütubət keçiriciliyinə malik olduğu üçün onun elektroizolyasiya xassələri uzun müddət suda saxlandıqdan sonra da dəyişmir. YSPE-nin elektrofiziki xassələri hərtərəfli araşdırılmışdır. Həmçinin ədəbiyyatda YSPE-nin elektret stabilliyi və elektrik aktiv qüsurların parametrləri haqqında geniş məlumat verilmişdir.

Kompozit material olaraq YSPE-yə daxil edilmiş qeyri-üzvü əlavə kimi istifadə olunan Na⁺ montimorillonit tərkibli nanogil (NG) götürülmüşdür. NG təbəqəli quruluşa malik, qalınlığı 1 nm, uzununa ölçüləri 50-150 nm olan gil minerallarının ümumi adıdır. İstifadə edilmiş NG ilə alınan YSPE nanokompozitlərin elektrik möhkəmliyində artım gözləmək mənasız olardı, çünki NG orta keçirici ($\rho=10^4 \text{ Om}\cdot\text{m}$) minerallar sinfinə aiddir.

YSPE və onun əsasında alınmış nanokompozitlərdən alınan məmulatlar istifadə olunaraq zaman keçdikcə köhnəlməyə başlayırlar, yaşama müddəti azalır. Köhnəlmə uzun illər çəkdiyi üçün köhnəlməni laboratoriya şəraitində də apara bilirik. Tədqiq etdiyimiz bu işdə destabilləşdirici (dağıdıcı) amil olaraq elektrik boşalmasından, stabilləşdirici amil olaraq isə orientasiyadan istifadə edilmişdir. Bu nümunələri elektrik boşalmasının və orientasiyanın təsirinə məruz qoymaqla baş verən dəyişikliklər müqayisəli şəkildə öyrənilmişdir.

Elektrik boşalmasının təsir etdiyi az vaxtlarda (2-3) saatda hər iki nümunənin elektrik möhkəmliyi (E) artır və köhnəlmənin müddəti artdıqca azalma gözlənilir. Nanokompozit nümunələrdə NG elektrik boşalmasının təsiri zamanı atomlararası rabitələrin qırılmasının, mikroboşluqlar və mikroçatlaqların əmələ gəlməsinin qarşısını almaqla oksidləşmə zamanı karbonil qrupların yaranmasını əngəlləyir.

Stabilləşdirici amil kimi istifadə olunan orientasiyanın təsirinin təcrübi nəticələri göstərir ki, orientasiya dərəcəsi artdıqca E-nin artması hər iki nümunə üçün fərqlidir

YSPE-yə əlavə edilən NG hissəciklərinin həcmi artdıqca nanokompozitlərin elektrik möhkəmliyi azalır. Elektrik boşalmasının təsir müddətindən asılı olaraq nanokompozitlərdə E-nin azalma sürəti YSPE-yə nisbətən azdır. Orientasiya dərəcəsi artdıqca E-nin artması hər iki nümunənin E-si artmışdır və saf YSPE-də artma sürəti nanokompozitə nisbətən çoxdur. NG stabilləşdirici amillərə nisbətən destruktiv proseslərdə daha aktiv rol oynayır.

**MAGNETIC PROPERTIES OF ANTIFERROMAGNETIC CHAIN TERNARY
SULPHIDES KFeS_2 AND TlFeS_2**

**Z. SEIDOV^{1*}, V. TSURKAN^{2,3}, H-A. KRUG VON NIDDA², I. FILIPOVA³, D. CROITORI³,
A. GÜNTHER², A. KHAMOV⁴, F. VAGIZOV⁴, L.R. TAGIROV^{4,5}, AND A. LOIDL²**

¹*Institute of Physics, Azerbaijan National Academy of Sciences, AZ-1143 Baku*

²*EP V, EKM, University of Augsburg, D-86135 Augsburg*

³*Institute of Applied Physics, MD-20208 Chisinau*

⁴*Institute of Physics, Kazan Federal University, 420008 Kazan*

⁵*E.K.Zavoisky Physical-Technical Institute of RAS, 420029 Kazan*

* zsyu@mail.ru

The ternary iron sulphides KFeS_2 and TlFeS_2 consisting chains of edge-sharing FeS_4 tetrahedra have been investigated by means of magnetic susceptibility, specific heat, and ESR measurements. The single crystals exhibit collinear antiferromagnetic (AFM) order with strongly reduced moments below 252K and 196K, respectively. For KFeS_2 compound the small anomaly in $C(T)$ and the corresponding low value of entropy at T_N indicate a significant spin reduction and the existence of AFM fluctuations even far above T_N . The specific heat measurements of TlFeS_2 do not show any anomaly at T_N [1]. The high temperature susceptibility data of KFeS_2 and TlFeS_2 suggest a one-dimensional metallic character along the chains.

- [1] *M. Aldzhanov, N. Guseinov, G. Sultanov, and M. Nadzafzade, Phys. Status Solidi B* **159**, K107 (1990).

TO THE PROCESSES OF HYDRATION IN SOLUTIONS

G.M. SHAHBAZOVA, E.A. MASIMOV

Bakı Dövlət Universiteti

shahbazova.gunel @ mail.ru, masimovspectr @ rambler.ru

Hydration is the process of attaching water molecules to the ions introduced into it, atoms, molecules. The process of hydration in the general case characterizes practically all the structural and energetic changes that occur in the solution. The degree of hydration is characterized by the number of hydration (h) and the thickness of the hydrate shell of the solute particles. There are many methods for determining the number of hydration based on the different properties of the solution. The obtained values of the number of hydration, determined by different methods, do not usually coincide. A simple and convenient method of determining the number of hydration based on determining the concentration dependence of the refractive index of the solution was proposed [1, 2]. The sum of the hydration numbers of the ions K^+ and Br^- was calculated using the formula given in [1, 2], which turned out to be equal to $h_{K^+} + h_{Br^-} = 24.2$. Further, the effects of polyethylene glycol (PEG-6000) on the sum of the hydration numbers for the K^+ and Br^- ions were studied. The introduction of the polymer in the solution is reduced by the number of hydration of the ions, which apparently is due to the role of the oxygen atom of PEG, competing with ions, in interaction with water molecules.

- [1] Э.А. Масимов, Х.Ф. Аббасов Journal of Qafqaz University N23, 2008, стр.59.
- [2] E.A.Masimov and H.F.Abbasov, Russian Journal of Physical Chemistry A, 2012, Vol. 86, No. 3, pp. 399–401.
- [3] E.A.Masimov and H.F.Abbasov, in Proceedings of the Conference on Chemical Thermodynamics, June 20 – July 6, 2007, p. 3S239.

ГОЛОВНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО ФИЗИКЕ Se и Te В СССР

Н.Б. СОЛТАНОВА

Институт физики НАНА

Пр. Г. Джавида 131, AZ-1143, Баку, Азербайджан

Physics_nas@rambler.ru

Вторая половина XX в. Технический прогресс, широкая применяемость полупроводников. Зарубежные ученые далеко опережали советскую науку. В 1955г. в Институте физики и математики АН Аз. ССР деятельность док. физ.-мат. наук, член-корр. АН Аз. ССР Г.Б.Абдуллаева была активной. В годовом плане уже появилась Проблема «Полупроводники и их техническое применение» под его руководством. Г.Б.Абдуллаев был одним из тех, кто ясно видел актуальность проблемы. Его научная интуиция помогла уловить пульс времени. В Отделе физики основными проблемами были физика нефти и физика полупроводников. Первое место уже заняла физика полупроводников. В 1957 г. Г.Б.Абдуллаев назначен директором Института физики и математики АН Аз. ССР. За короткий промежуток времени Институт, благодаря работам Г.Б.Абдуллаева и его учеников по получению кристаллов Se, Te, их сложных соединений, комплексному изучению их физических свойств и созданию новых полупроводниковых преобразователей приобрел авторитет одного из ведущих научных центров Советского Союза. В 1957 г. Институт физики и математики АН Аз. ССР утвержден головной организацией в СССР научно-технического направления «Физика и техника приборов на основе Se». Работы шли активно. В 1969 г. Институт физики АН Азербайджана был повторно утвержден головным в СССР по теме «Физика селена и теллура. Техника и приборостроение на их основе». Институт физики АН Аз. ССР в мировой науке был признан ведущим научным учреждением по исследованию физических свойств GaSe и Se. Заслуг и побед было достаточно. Во всех этих победах ясно видна научная и организаторская деятельность академика Г.Б.Абдуллаева.

ULTRA-THIN PdFe ALLOYS AND HETEROSTRUCTURES FOR CRYO-SPINTRONICS

**L.R. TAGIROV^{1,2)}, I.V. YANILKIN²⁾, I.R. VAKHITOV²⁾, A.I. GUMAROV²⁾,
A. ESMAEILI²⁾, R.V. KADIROĞLU²⁾, M.N. ALIYEV³⁾, R.I. KHAIBULLIN¹⁾**

¹⁾ *E.K. Zavoisky Physical-Technical Institute, FRC of RAS, Kazan, Russia*

²⁾ *Institute of Physics, Kazan Federal University, Kazan, Russia*

³⁾ *Baku State University, Z. Khalilov 23, AZ-1148 Baku, Azerbaijan,
Sibirsky trakt 10/7, 420029 Kazan, Russia*

ltagirov@mail.ru

Dilute palladium-iron (PdFe) alloys attract considerable interest because of their potential application in superconducting spintronics [1]. We studied growth conditions, structural and magnetic properties of nanoscale thickness films and heterostructures based on Pd_{1-x}Fe_x alloy with iron concentration in the range of $x=1-10$ at. %.

Molecular beam epitaxy (MBE) technique of the PCR Federal Center of Shared Facilities of KFU was used to synthesize either 20-50 nm thick epitaxial Pd_{1-x}Fe_x alloy films, or pure epitaxial Pd films for subsequent ion-beam implantation by Fe utilizing *ILU-3* ion-beam accelerator (KPhTI of RAS). For MgO/VN/Pd_{1-x}Fe_x ultra-thin superconductor-ferromagnet heterostructures the epitaxial vanadium nitride layer was synthesized using ultra-high vacuum magnetron sputtering technique (MST). The crystallinity and epitaxial growth conditions were verified applying *in-situ* LEED (low-energy electron diffraction) and XRD methods, the static magnetic properties were measured by Quantum Design PPMS-9 setup. The special attention was paid to Ferromagnetic Resonance (FMR) as an extremely sensitive and accurate technique to measure components of magnetic anisotropy of the studied systems. We found conditions for managing the magnetic switching properties of Pd_{1-x}Fe_x films.

In summary, we succeeded in growth and characterization of ultra-thin epitaxial Pd_{1-x}Fe_x films with controllable magnetic properties. This work was supported by RSF project No 18-12-00459.

[1] *J. Linder, J.W.A. Robinson, Superconducting spintronics, Nature Phys. 11, 307 (2015).*

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{GaSe}_x\text{Te}_{1-x}$ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ С УЧЕТОМ ЭКРАНИРОВАНИЯ

А.М. ПАШАЕВ¹, Б.Г. ТАГИЕВ^{1,2}, О.Б. ТАГИЕВ^{2,3}, Р.Ф. МЕХТИЕВ⁴, И.З. САДЫХОВ¹

¹ Национальная академия авиации, Баку, Азербайджан

² Институт физики НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

³ Филиал Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Баку, Азербайджан

⁴ Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан
bahadur34@mail.ru

Представлены результаты исследования эффекта Пула-Френкеля (ЭПФ) с учетом экранирования, в слоистых монокристаллах GaSe, GaTe и в твердых растворах на их основе в сильных электрических полях до 10^5 V/cm при температурах (103÷250K). В соответствии с

соотношением $\left(\frac{\sigma}{\sigma(0)}\right)^{1/2} \lg \frac{\sigma}{\sigma(0)} = E \sqrt{\frac{\varepsilon}{4\pi n(0)kT}}$ наблюдается линейная зависимость между

$\left(\frac{\sigma}{\sigma(0)}\right)^{1/2} \lg \frac{\sigma}{\sigma(0)}$ и величиной электрического поля E, (где σ электропроводность в сильных

электрических, а $\sigma(0)$ электропроводность в области выполнения закона Ома). При разных температурах (103÷250K) определены наклоны этих прямых на основании оценки концентрации $n(0)=(3 \cdot 10^{13} - 5 \cdot 10^{15}) \text{ см}^{-3}$ носителей тока в омической области электропроводности твердых растворов слоистых монокристаллов $\text{GaSe}_x\text{Te}_{1-x}$ ($x=1.00; 0.95; 0.90; 0.80; 0.70; 0.30; 0.20; 0.10; 0$).

ОПТИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ p-AgCuS ПРИ РАЗНЫХ УГЛАХ ПАДЕНИЯ СВЕТА

Г.С. ГАДЖИЕВА, Х.Д. ДЖАЛИЛОВА, Л.Н. АЛИЕВА,

Ф.А. КАЗЫМОВА, Т.Ш. ИБРАГИМОВА

*Институт Физики НАН Азербайджана
gulcahanhaciyeva@gmail.com*

Впервые тройное соединение p-AgCuS получено катионным замещением компонентов в бинарной системе Ag₂S-Cu₂S при температуре перитектики 903 К [1]. Из холловских измерений найдены концентрация ($3 \cdot 10^{16} \text{см}^{-3}$), подвижность ($0,75 \cdot 10^2 \text{см}^2 \text{В}^{-1} \text{с}^{-1}$) носителей заряда, электропроводность ($3,6 \cdot 10^2 \text{Ом}^{-1} \text{см}^{-1}$) соединения. Экспериментальные спектры регистрировались от поверхностей тонких плёнок толщиной 0,3-0,4 мкм, полученных термическим напылением p-AgCuS в вакууме $\sim 10^{-5}$ мм.рт.ст. на поверхность NaCl и оптическое стекло. Рентгенографический и электронографический анализы подтвердили идентичность полученных плёнок с исходной шихтой. Спектры отражения $R(\lambda)$ и пропускания $T(\lambda)$ снимались при разных углах падения света (0^0 ; 20^0 ; 55^0) на спектрометрах “Specord” и “ИКС” в инфракрасной (ИК) области спектра 2,5-25 мкм при комнатной температуре. Спектры поглощения рассчитывались по номограмме [2].

Спектр поглощения, построенный при разных углах падения света (0^0 ; 20^0 ; 55^0) для одной из плёнок p-AgCuS, имеет особенность в виде чередующихся максимумов и минимумов. Установлено, что наблюдаемые пики обусловлены поглощением света решёткой, которое накладывается на поглощение свободными носителями и определяются переходами дырок между соответствующими энергетическими подзонами валентной зоны.

В таблице приведены рассчитанные по спектрам $R(\lambda)$ и $T(\lambda)$ фундаментальные оптические постоянные: показатели преломления (n) и поглощения (k), описывающие поведение плоской электромагнитной волны в твёрдом теле, а также действительная и мнимая части диэлектрической проницаемости (ϵ_1 и ϵ_2), ответственные за поведение вещества в электромагнитном поле, и характеристические электронные потери ($-Im\epsilon^{-1}(\omega)$)

Таблица

Угол падения	Параметры				
	ϵ_1	ϵ_2	n	k	$-Im\epsilon^{-1}$
нормальный	11,16	4,31	3,4	0,63	0,03
20^0	8,26	5,16	3	0,86	0,076
55^0	5,19	5,79	2,55	1,14	0,096

- [1] М.И. Агаев, Ш.М. Алескерова, М.И. Заргарова Физико-химическое исследование систем Ag₂S-Cu₂S, Ag₂Se-Cu₂Se. ДАН Азерб. ССР, №5, 20 (1971)
- [2] A. Kahan, H.G. Upson Report on Determination of the Optical Absorption Coefficient. Project 5621. Cambridge Research laboratory, office of Aerospace Research, US (1971)

**ABOUT ORIGIN OF FERROMAGNETISM IN RUTILE (TiO₂)
IMPLANTED WITH VANADIUM IONS**

I.R. VAKHITOV¹), A.A. SHEMUKHIN²), N.M. LYADOV³) V.F. VALEEV³),

B.Z. RAMEEV³), L.R. TAGIROV^{1,3,4}), R.I. KHAIBULLIN³)

¹) Institute of Physics, Kazan Federal University, Kazan, Russia

²) Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow, Russia

³) Zavoisky Physical-Technical Institute, FRC Kazan Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia

⁴) Institute of Applied Research, Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

** 420111 Kazan, Kremlevskaya str. 16a, Russia,*

iskvakhitov@gmail.com,

Accelerated to 40 keV vanadium ions were implanted into single crystalline plates of rutile (TiO₂) with the dose of 1.5×10^{17} ions/cm² to synthesize diluted oxide magnetic semiconductor. Magnetic (VSM) measurements have shown that vanadium-implanted TiO₂ reveal ferromagnetic response at room temperature. The subsequent high-temperature annealing of the samples in air, as well as ion implantation with inert gas (argon) into rutile at the same dose, had been done to explore the contribution of radiation defects to magnetic properties of vanadium-implanted TiO₂.

The source and origin of ferromagnetism in vanadium-implanted TiO₂ samples were investigated by using structural methods: SEM, RBS in random/channeling modes, and XPS with depth profiling. In a result, vanadium implant was found in different valence states: in neutral form as a dispersion of magnetic nanoparticles in surface layer or in oxidation state (3+, 4+ or 5+) as the isolated ions of vanadium in interstitial or substitutional positions of rutile lattice. The observed ferromagnetism is referred to paramagnetic V^{3+,4+} ions which diffused into a bulk of rutile. These paramagnetic ions are linked into a ferromagnetic cluster by the indirect exchange via electron trapped by nearer point defects (oxygen vacancies). The oxygen vacancies were filled during annealing in air atmosphere that leads to suppression of the ferromagnetic response in vanadium-implanted rutile after the annealing.

This work was funded by RFBR grant (№18-32-01039-mol_a) and implemented utilizing equipment of the PCR Federal Center of Shared Facilities of KFU.

**Poly(3-hexylthiophene) (P3HT) BASED ORGANIC FIELD - EFFECT TRANSISTOR:
FABRICATION, ELECTRONIC CHARACTERIZATIONS AND DEVICE SIMULATION**

**DILEK TAŞKIN GAZIOĞLU¹, MAHARRAM Z. ZARBALIYEV^{2,4}, FATİH DUMLUDAĞ³,
SAVAŞ BERBER¹, AND MIRHASAN Yu. SEYIDOV^{1,4}**

¹*Department of Physics, Gebze Technical University, 41400 Gebze, Kocaeli, Turkey*

²*Department of Physics, Harran University, 63300 Urfa, Turkey,*

³*Department of Physics, Marmara University, 34722 Istanbul, Turkey*

⁴*Institute of Physics Azerbaijan National Academy of Sciences, AZ - 1143 Baku, Azerbaijan*

The fabrication and performance of poly (3 – hexylthiophene) (P3HT) based organic field - effect transistor (OFET) with bottom - contact top - gate configuration using Thermoplastic Polyurethane (TPU) as gate dielectrics, Gold (Au) and/or Silver (Ag) as source - drain electrodes are deposited.

The electro - spinning coating technique in air, under ambient conditions, was carried out to obtain the TPU polymer thin film organic gate insulator. TPU solution for electro - pinning solutions were prepared. Different electro - spinning processing time (1, 2, 3, 4, 5, and 6 h) were used for each solution to fabricate TPU organic gate insulator with different thicknesses. Finally, the TPU insulator layer was dried at 130 °C for 10 min.

Electronic properties of P3HT - based OFETs have been carried out by I – V measurements and the effect of TPU gate insulator thickness on the electrical performance of fabricated devices has been investigated. Values measured with respect to charge transport between source and drain are obtained.

Additionally, we present results of *ab initio* calculation for energies of the highest occupied molecular orbital (HOMO) and lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) of P3HT organic material. HOMO and LUMO energy diagram of P3HT molecular conductor was used for an analysis of charge transfer physical mechanism and experimental results.

The gate - voltage (V_G) dependence of the source - drain current – the source - gate voltage ($I_{DS} - V_{SG}$) characteristics of P3HT based OFET are analyzed. The effect of TPU gate dielectric layer thickness, type of metal contact in a bottom – gate and work function of metal electrodes in top - contact configuration on the performance of fabricated OFET devices, and charge carrier mobility (μ), threshold voltage (V_{th}), on - off ratio (I_{ON}/I_{OFF}) and their comparative analysis is received.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ СОЕДИНЕНИЙ ТИПА А^{III}-В^V С ЗАДАНЫМ КОНЦЕНТРАЦИОННЫМ ПРОФИЛЕМ МЕТОДОМ ЗОННОЙ ПЛАВКИ

З.М. ЗАХРАБЕКОВА, А.И. АЛЕКПЕРОВ, В.К. КЯЗИМОВА,

Г.Х. АЖДАРОВ

Институт Физики НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

E-mail: zangi@physics.ab.az

В широком ряду полупроводниковых твёрдых растворов особого интереса заслуживают монокристаллы твердых растворов полупроводниковых соединений типа А^{III}-В^V. Кристаллы этой системы широко используются в современной технике и решение технологических задач по выращиванию этих монокристаллов с заданным аксиальным распределением компонентов вдоль растущего слитка достаточно актуально на сегодняшний день.

В настоящей работе в пфанновском приближении решена задача концентрационного распределения компонентов вдоль кристаллов твёрдых растворов соединений типа А^{III}-В^V, выращенных методом зонной плавки. С учётом сложного изменения коэффициента сегрегации второго компонента с составом расплава, рассчитан ряд аксиальных концентрационных профилей компонентов в кристаллах этого типа. Показана возможность управления в широких пределах концентрационным распределением компонентов в рассматриваемых кристаллах путём изменения длины расплавленной зоны. Анализ полученных результатов определяет оптимальные технологические параметры для выращивания кристаллов твёрдых растворов соединений типа А^{III}-В^V с заданным однородным и переменным составами вдоль матрицы.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРИМЕСЕЙ АЛЮМИНИЯ И ИНДИЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ ГЕРМАНИЙ-КРЕМНИЙ, ВЫРАЩЕННЫХ МЕТОДОМ ДВОЙНОЙ ПОДПИТКИ РАСПЛАВА

З.М. ЗАХРАБЕКОВА, В.К. КЯЗИМОВА, А.И. АЛЕКПЕРОВ, Г.Х. АЖДАРОВ

Институт Физики НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
zangi@physics.ab.az

Работа многочисленных приборов, лежащих в основе современной микро- и оптоэлектронной промышленности, в подавляющем большинстве случаев определяется внедрёнными в кристалл примесями. Это определяет актуальность работ, направленных на контролируемое легирование полупроводниковых материалов.

В настоящей работе решена одномерная задача по аксиальному распределению примесей Al и In в однородных, по составу основных компонентов, кристаллах твёрдых растворов Ge-Si, выращенных методом двойной подпитки расплава. Теоретическую задачу аксиального распределения примесей решали в пфанновском приближении. Результаты математических расчётов демонстрируют возможность управления в широких пределах концентрационным профилем примесей в кристаллах Ge-Si заданного состава, путём соответствующего изменения соотношений скоростей кристаллизации и подпитывания расплава германиевым и кремниевым стержнями. Показано, что метод двойной подпитки расплава даёт уникальную возможность выращивания полностью однородных кристаллов Ge-Si< Al; In >, как по составу основных компонентов, так и по концентрационному профилю примесей.

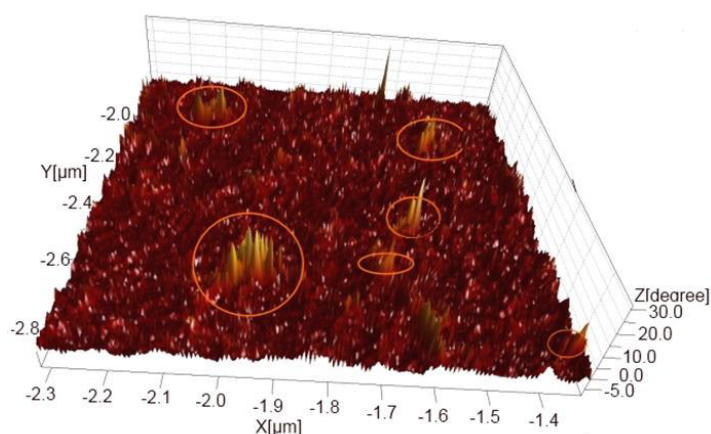
МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОЙ ПЛЕНКИ $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Н.Н. АБДУЛЗАДЕ, И.А. АЛИЕВ, Д.А. АХМЕДОВА,

С.Ш. КАХРАМАНОВ, Н.Н. МУРСАКУЛОВ

Институт Физики НАН Азербайджана
nnmursakulov@physics.ab.az

Методом магнетронного распыления в атмосфере аргона на стеклянной подложке выращены тонкопленочные структуры $\text{Mo}/\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4/\text{CdS}/\text{Mo}$. Исследованы поверхностный рельеф и наноструктура пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ (CZTSe). Пленки $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ (CZTSe) были получены толщиной 50-150 нм.



Сделаны сравнительный анализ морфологии пленок, полученных непосредственно на стеклянной подложке и на поверхности нижней металлической тонкой пленки из молибдена. Известно, что как электрические (например, удельная проводимость) и оптические свойства (коэффициенты отражения и поглощения) CZTSe зависят как от толщины пленки, так и от поведения проводимости с особенностями рельефа поверхности.

Целью данной работы является выявление активных поверхностных нано объектов методом атомно-силовой микроскопии. Рассмотрены поверхностные нано островки пленок CZTSe, полученных как на стеклянных подложках, так и на предварительно нанесенном на стекло пленке Mo. Получены следующие структуры: а) на поверхности CZTSe выявлены нанообъекты с различным пространственным расположением нано островков (НО) регулярных равных высот - 5-10 нм; б) диффузионные – сконцентрированные НО с высотами более 15нм. Установлено, что диффузионные процессы в виде коалесценции приводят к сближению отдельных малых наночастиц и образованию контактов между ними; могут взаимодействовать два, три и более НО. Все изложенное продемонстрировано на рисунке.

Работа поддерживалась фондом УНТЦ (проект № 6148).

ВЛИЯНИЕ ОБЩЕЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТЕЙ НА АМПЛИТУДЫ ОПТО-АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ

М.А. МУСАЕВ, Г.Т. ГАСАНОВ, А.Н. ДЖАФАРОВА,

Н.Н. ГАШИМОВА, А.Н. ЗЕЙНАЛОВ

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
Баку, Азербайджан, aymin@mail.ru*

Применяя спектральный метод с привлечением метода передаточных функций теоретически исследованы влияние общей вязкости (сумма сдвиговой и объемной вязкости) жидкости на формирование фронта опто-акустической волны и на амплитуды акустического давления.

При воздействии электромагнитного излучения на жидкость возбуждение акустической волны возможно за счет различных механизмов. Для описания термо-оптического возбуждения акустических волн в жидкостях в [1] применяя закон сохранения импульса получено следующее уравнение

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - C_0^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial Z^2} - \frac{b}{\rho_0} \frac{\partial^3 \varphi}{\partial t \partial Z^2} = -\frac{\alpha C_0^2 \beta}{C_p \rho_0} I_0 f(t) e^{-\alpha z} \quad (1)$$

где $b = \xi + \frac{4}{3}\eta$ общая вязкость, т.е. сумма сдвиговой и объемной вязкостей.

Опто-акустическая волна, возникающая при взаимодействии лазерных лучей с жидкостью, при распространении в жидкой среде несет с собой информацию о структуре и физических свойствах среды. Применяя метод передаточных функций можно установить влияние физических свойств жидкости на формирование и распространение опто-акустической волны. Данная задача математически сводится к решению дифференциального уравнения (1) при нулевых начальных условиях. Для решения уравнения (1) применяется спектральный метод.

[1] В.Э.Гусев, А.А. Карабуттов. Лазерная оптоакустика. Москва. Изд-во «Наука». 1991.С.304.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РАСЧЕТА МАГНИТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С УЧЕТОМ ПЕТЛИ ГИСТЕРЕЗИСА

Н.Я. МАМЕДОВ, А.Н. ДЖАФАРОВА, М.А. ДЖАФАРОВА

*Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности,
Баку, Азербайджан,
mr.nuraddin47@mail.ru*

В данной работе исследуется периодический процесс, возникающий в нелинейных ферромагнитных средах. При этом задача сводится к решению краевой задачи без начальных условий. Предложенный метод расчета магнитных элементов с учетом петли гистерезиса позволяет рассчитывать электротехнические устройства с магнитными элементами, принцип действия которых основан на использовании нелинейности в характеристике магнитного элемента.

При исследовании периодических процессов в нелинейных ферромагнитных средах с плоскопараллельным полем возникает необходимость решения следующей краевой задачи без начальных условий

$$\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} = \gamma \frac{\partial B}{\partial t}, \quad -\alpha < x < \alpha, \quad -\infty < t < \infty, \quad (1)$$

$$B = f(H, H_m) \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha H(\alpha, t) + \beta \frac{\partial H(\alpha, t)}{\partial x} &= \nu \sin \omega t \\ \alpha H(-\alpha, t) - \beta \frac{\partial H(-\alpha, t)}{\partial x} &= \nu \sin \omega t \end{aligned} \right\}, \quad -\infty < t < \infty \quad (3)$$

Зависимость (2) представляет собой семейство статических петель гистерезиса с различными значениями максимальной напряженности магнитного поля. Граничные условия (3) получаются путем совместного решения уравнения электрической цепи и уравнения поля. Из-за сложности аналитического решения поставленной задачи приходится использовать численный метод решения с применением метода конечных разностей. Но при этом возникает трудность, связанная с тем, что зависимость $H_m = H_m(x)$ неизвестна. Для определения этой зависимости в работе рассматривается вспомогательная краевая задача с использованием основной кривой намагничивания, решение которой позволяет определить выражение $H_m(x)$. Тем самым находится зависимость $B = f(H)$ при любых значениях переменной $x \in [-\alpha, \alpha]$. В дальнейшем для решения поставленной задачи (1), (2), (3) используется метод последовательных приближений в сочетании с методом прогонки.

НАНОЧАСТИЦЫ В ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ – ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Д.А. БАЛАЕВ, А.А. КРАСИКОВ, А.А. БАЛАЕВ, А.А. ДУБРОВСКИЙ, С.И. ПОПКОВ

*Институт физики им. Л. В. Киренского СО РАН,
– Обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН,
660036, Россия, Красноярск*

Импульсные магнитные поля широко используются в исследовательских лабораториях Мира. В большинстве случаев внимание исследователей сосредоточено на достижении наибольших значений магнитных полей чем на исследовательских методиках, которые можно использовать в импульсных магнитных полях. Однако, несколько альтернативное использование импульсных магнитных полей низкой частоты открывает возможность наблюдать эффекты, зависящие от скорости изменения магнитного поля [1,2].

Установка по исследованию в импульсных магнитных полях, сконструированная в Институте физики им. Л. В. Киренского позволяет проводить исследования намагниченности и магнитосопротивления в магнитных полях до 45 Т с возможностью изменения частоты и амплитуды магнитного поля.

В работе исследована динамика намагниченности наночастиц $e\text{-Fe}_2\text{O}_3$ со средним размером порядка 9 нм. Из сравнения петель гистерезиса намагниченности, полученных в квазистационарных условиях и в импульсных магнитных полях амплитудами до 20 Т и продолжительностями от 8 до 32 мс получено, что эффективная коэрцитивная сила значительно увеличивается с изменением скорости нарастания внешнего магнитного поля.

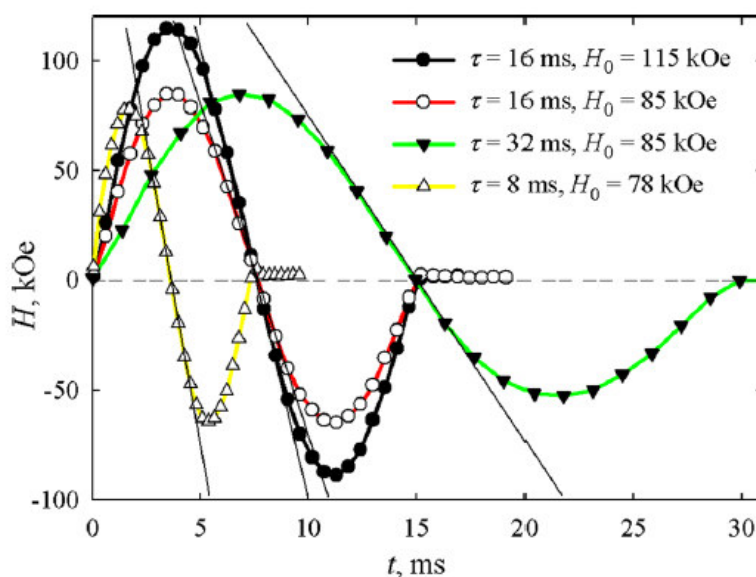


Рисунок. Временные зависимости импульсных магнитных полей различной длительности. Наклон линий показывает скорость изменения магнитного поля

Теоретическое объяснение этого поведения рассмотрено в работе [3]. При рассмотрении модели принимаются во внимание суперпарамагнитные свойства и магнитная анизотропия наночастиц, а также влияние поверхностного вклада, который оказывает незначительное влияние на частицах с размерами 25-50 нм и становится определяющим, при размере частиц меньше 10 нм.

В проведенном исследовании установлено значение поверхностной анизотропии нанодисперсного $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$, а также показано, что ниже 300 К вклад поверхностной анизотропии практически не зависит от температуры.

- [1] *D.A. Balaev, I.S. Poperechny, A.A. Krasikov et al. Phys. solid state, 59-8, 1547-1552, 2017*
- [2] *D.A. Balaev, I.S. Poperechny, A.A. Krasikov et al. Phys. solid state, 59-10, 1940-1946, 2017*
- [3] *D.A. Balaev, I.S. Poperechny, A.A. Krasikov et al. J. Appl. Phys. 117, 063908, 2015*

DIELECTRIC RELAXATION BEHAVIOR OF TlSe THIN FILMS

ŞAHİN YAKUT, KEMAL ULUTAŞ, DENİZ BOZOĞLU, DENİZ DEĞER

*Istanbul University, Science Faculty,
Physics Department, Vezneciler, Istanbul, TURKEY*

In this work, TlSe thin films of different thicknesses were deposited between Aluminum (Al) electrodes on glass substrates by thermal evaporation technique under 10^{-3} Torr. The ac measurements of the samples were made in the frequency range 10^{-1} Hz - 10^5 Hz and in temperatures from 213 to 393 K with increments of 10 K. TlSe thicknesses of the films range between 30-320 nm. The dielectric constant and dielectric loss factor of samples were found to decrease with increasing frequency and increase with temperature in the given intervals. The different polarization mechanisms were observed. The relaxation times were related with the polarization mechanisms by using Cole-Cole equation. It was observed that relaxation times decrease with increasing temperature.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ОТХОДОВ ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Каманина И. З.¹, Каплина С. П.^{1,2}, Пухаева Н. Е.², Густова М. В.², Фронгасьева М. В.²

¹ *Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация*

141980, Московская обл., г.Дубна, ул. Университетская, 19,

kamanina@uni-dubna.ru, dzerkachigoeva@yandex.ru, sv_kap@mail.ru

² *Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Российская Федерация*

141980, Московская обл., г.Дубна, ул. Жолио Кюри, д. 6,

nelli.pukhaeva@gmail.com, gust@jinr.ru, marina@nf.jinr.ru

Тема использования ядерно-физических методов для анализа отходов горно-обогатительной промышленности показана на примере проведенного анализа состава сухой части (пляжной зоны) Унальского хвостохранилища Мизурской обогатительной фабрики, расположенного в центральной части Алагирского района, Республика Северная Осетия-Алания, в долине р. Ардон. Пляжная зона занимает около 40% от площади хвостохранилища. Аналитические определения были выполнены в Объединённом институте ядерных исследований (ОИЯИ) г. Дубна Московской области. Для многоэлементного определения состава образцов использовали рентгенофлуоресцентный (РФА) и инструментального нейтронноактивационный анализ (ИНАА), что позволило получить данные по содержанию 39 элементов в составе хвостов. Содержание Ca, Ti, Cr, Mn, Cu, Sb в хвостах определяли двумя методами. Полученные с использованием РФА и ИНАА результаты в пределах ошибок определения совпадают. Унальское хвостохранилище представляет собой геохимическую аномалию с содержанием Zn, As, S, Cu, Sb, Se, Ag, In, Pb, Cd превышающим кларковые более чем в сотни и тысячи раз. Состав хвостов в разных частях хвостохранилища значительно различается, в том числе и по содержанию полезных компонентов. Значительное варьирование содержания ряда элементов в разных точках опробования вероятно связано с разным удалением от зеркала воды. В результате воздействия флотационных процессов происходит обогащение верхних 10 см сухой части пляжной зоны хвостохранилища, в том числе высокотоксичными элементами (Zn, As, Cu, Sb, Ni, Pb), что представляет опасность для окружающей среды и здоровья населения. Присутствие в составе хвостов полезных компонентов указывает на необходимость использования отходов Мизурской обогатительной фабрики, складированных на территории Унальского хвостохранилища как источник полезных ископаемых.

INELASTIC ELECTRONIC LIGHT SCATTERING IN DOPED BULK AND ENGINEERED SEMICONDUCTOR NANOSTRUCTURES

B.H. BAIRAMOV

*Ioffe Institute, Department of Solid State Physics, RAS, St. Petersburg, Russia
St. Petersburg National Research Academic University RAS, St. Petersburg, Russia
bairamov@mail.ioffe.ru*

Strong-light matter interactions at the nanometer scale are increasingly important for modern nanophotonic and emerging optical quantum technologies with engineered nanostructures. Strategy of interdisciplinary materials research of fundamental problems in nanoscale many-body light-matter interactions by the high spectral-resolution inelastic electronic light scattering spectroscopy in an extensive range of the chemical types and the carrier density from 10^{11} to 10^{18} cm^{-3} of the doping and background impurities in a wide bandgap semiconductors having technological relevance will be addressed. The experimental spectra observed together with the lattice excitations of the phonons demonstrate significant role of the influence of the electron–LO(Γ)-phonon interactions together with manifestation of the pure electronic excitations between the discrete quantized hydrogen atom-like $[1s(T_2) \rightarrow 2p_{\pm}]$ -, and $[1s_{3/2}(\Gamma_8) \rightarrow 2s_{3/2}(\Gamma_8)]$ electronic transitions. Characterizations of strain fields (attractive for optomechanical systems), compositional fluctuation, defects, chemical type and concentrations of impurities, mobility and concentration of free carriers, net acceptors (donor) and etc., were performed. New physical phenomena for advancing in an all-optical non-destructive and ultra-sensitive characterization techniques of semiconductor materials and nanostructures useful for simultaneous determination their crystalline and electron transport properties for optoelectronic device structures will be presented. Unique properties of interaction between light and matter can be controlled more efficiently by structuring quantum-size materials at a length scale shorter than the wavelength of interest. The crystalline semiconductor nc-Si/SiO₂ quantum dots, due to their unique physical and chemical properties, i.e., high quantum yield and possible wavelength tuning in a wide visible spectral range, are especially attractive for nanophotonic as nanosensors. The color center in crystals like nitrogen-vacancy (NV) center in diamond has emerged also as a very versatile solid-state system for quantum information technology. The main characteristics that make it exclusive are its paramagnetic ground state, intense luminescence, extremely long spin coherence times, coupling to nearby nuclear spins. In addition to these quantum photonic applications, NV centers in diamond have been studied also as biosensors for cellular and neural activities. New physical phenomena for advancing in an all-optical non-destructive and ultra-sensitive characterization techniques of semiconductor materials and nanostructures useful for simultaneous determination their crystalline and electron transport properties for optoelectronic device structures will be presented. The results

obtained provide key insights for improvements of design, control and optimization of electronic states of novel impurity systems and host materials properties for device micro- and nanostructures to impactful quantum technologies.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ $\text{As}_2\text{S}_3\text{--As}_2\text{Se}_3\text{--InSe}$

М.М. АСАДОВ, С. МАГАММЕДРАГИМОВА, И.И. АЛИЕВ,

О.М. АЛИЕВ

Институт катализа и неорганической химии НАНА, Баку, Азербайджан

mirasadov@gmail.com

Для проведения термодинамического анализа и моделирования фазовых равновесий в многокомпонентных системах необходимо определить термодинамические функции фаз участвующих в реакциях фазообразования.

В данной работе будут представлены полученные термодинамические данные для всех участвующих в реакциях соединений системы $\text{As}_2\text{S}_3\text{--As}_2\text{Se}_3\text{--InSe}$. В частности, рассчитаны выходные термодинамические константы: энтальпия ΔH_{298}^0 , энергия Гиббса ΔG_{298}^0 , энтропия S_{298}^0 образования соединений. Уравнения $\Delta G_{298}^0 = f(T)$ для обнаруженных соединений системы $\text{As}_2\text{S}_3\text{--As}_2\text{Se}_3\text{--InSe}$ анализированы с учетом справочных данных, составленных химических реакций, зависимости теплоемкости от температуры $C_p = f(T)$ и данных физико-химического анализа. Анализирована возможность протекания взаимных реакций и установлены конноды в исследуемой системе.

Вычисленные термодинамические константы соединений системы $\text{As}_2\text{S}_3\text{--As}_2\text{Se}_3\text{--InSe}$ сведены в таблицу.

Соединение	$-\Delta H_{298}^0$, кДж/моль	$-\Delta G_{298}^0$, кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/(моль К)	T_m , К
As_2S_3	158.99	157.98	163.59	593
As_2Se_3	86.10	88.40	194.55	630
InSe	117.99	113.20	83.89	903
InAs_2Se_4	204.90	201.60	278.44	1048
$\text{In}_3\text{As}_2\text{Se}_6$	440.06	428.30	446.22	1083
$\text{InAs}_2\text{S}_3\text{Se}$	276.98	271.96	247.48	643
$\text{In}_3\text{As}_2\text{S}_3\text{Se}_3$	512.96	499.92	415.26	1018
$\text{InAs}_2\text{SSe}_3$	228.59	225.57	839.37	1053
$\text{In}_6\text{As}_4\text{S}_3\text{Se}_9$	952.96	928.21	861.48	1093
$\text{InAs}_2\text{S}_2\text{Se}_2$	252.78	248.77	1051.84	615

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ As_2S_3 – As_2Se_3 – $InSe$

Р.С. МАГАММЕДРАГИМОВА, И.И. АЛИЕВ, О.М. АЛИЕВ, М.М. АСАДОВ

*Институт катализа и неорганической химии НАНА, Баку, Азербайджан
mirasadov@gmail.com*

Поиск новых материалов, обладающих высокими оптическими и люминесцентными свойствами, имеет практическое значение и изучение системы As_2S_3 – As_2Se_3 – $InSe$ является актуальным.

Опытным путем обнаружены тройные соединения $InAs_2S_2Se_3$ (M_1), $In_6As_4S_3Se_9$ (M_2), $InAs_2S_2Se_2$ (M_3), которые плавятся конгруэнтно и принимают участие в триангуляции системы As_2S_3 – As_2Se_3 – $InSe$.

На основе термодинамических расчетов и опытных данных проведена триангуляция системы As_2S_3 – As_2Se_3 – $InSe$ (рисунок).

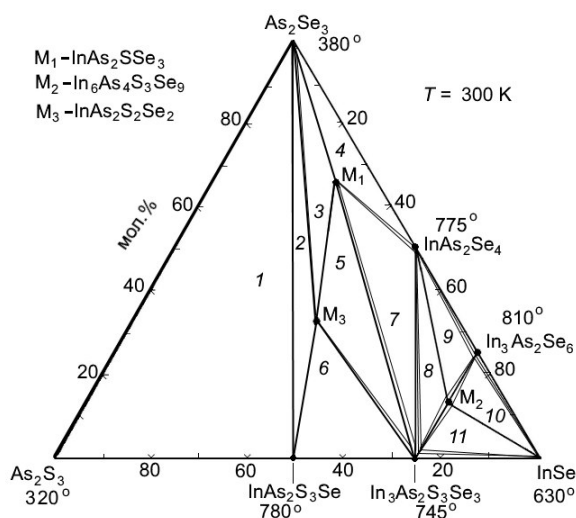


Рисунок. Изотермическое сечение фазовой диаграммы системы As_2S_3 – As_2Se_3 – $InSe$ при 298 К. 1 – As_2S_3 – As_2Se_3 – $InAs_2S_3Se$; 2 – As_2Se_3 – $InAs_2S_3Se$ – $InAs_2S_2Se_2$; 3 – As_2Se_3 – $InAs_2S_2Se_2$ – $InAs_2S_3Se$; 4 – As_2Se_3 – $InAs_2S_2Se_2$ – $InAs_2S_3Se$ – $InAs_2S_2Se_2$; 5 – $InAs_2S_2Se_2$ – $InAs_2S_3Se$ – $In_3As_2S_3Se_3$; 6 – $InAs_2S_2Se_2$ – $InAs_2S_3Se$ – $In_3As_2S_3Se_3$; 7 – $InAs_2S_2Se_2$ – $In_3As_2S_3Se_3$ – $InAs_2S_4$; 8 – $InAs_2S_4$ – $In_3As_2S_3Se_3$ – $In_6As_4S_3Se_9$; 9 – $InAs_2S_4$ – $In_6As_4S_3Se_9$ – $In_3As_2Se_6$; 10 – $In_3As_2Se_6$ – $InSe$ – $In_6As_4S_3Se_9$; 11 – $In_6As_4S_3Se_9$ – $InSe$ – $In_3As_2S_3Se_3$.

С участием четверных фаз $InAs_2S_2Se_3$ (M_1), $In_6As_4S_3Se_9$ (M_2) и $InAs_2S_2Se_2$ (M_3) в области обогащенной As_2Se_3 и $InSe$ оценены термодинамические функции образцов.

RESPONSE OF SILVER CHALCOGALLATES TO X-RAYS

S.M. ASADOV ^{1*}, S.N. MUSTAFAEVA ², V.F. LUKICHEV ³

¹Nagiev Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry, ANAS, Baku, Azerbaijan.
salim7777@gmail.com

²Institute of Physics, ANAS, Baku, Azerbaijan. *E-mail: solmust@gmail.com*

³*Institute of Physics and Technology of RAS, Moscow, Russia*
icic.lab6@yandex.ru

The aim of this study was to obtain optically homogeneous based AgGaS₂ single crystals with high X-ray sensitivity. Single crystals were grown by the Bridgman-Stockbarger technique and also using the method of chemical transport reactions (CTR). Built the dependences of the X-ray sensitivity coefficient on the X-ray dose for an AgGaS₂ single crystal at $T = 300$ K and $U = 60$ V. It can be seen that the X-ray sensitivity of AgGaS₂ varied from 1.3×10^{-11} to 1.4×10^{-10} (A min)/(V R). It was found that the X-ray sensitivity coefficient of AgGaS₂ increased with increasing radiation dose. The value of K increased fairly rapidly at $V_a = 25$ keV. At higher values of effective hardness of X-ray radiation, the $K(E)$ dependence flattened; the X-ray sensitivity depended only weakly on E at $V_a = 50$ keV. Similar patterns were observed in the case of the dose dependence of X-ray conductivity coefficient K_σ of AgGaS₂.

Single crystals of AgGaSe₂ grown by CTR method in comparison with AgGaS₂ and AgGaS_{2x}Se_{2-2x} had the highest X-ray sensitivity. At an effective radiation hardness of 30 keV and a dose rate of $E = 10$ R / min the coefficient of roentgen sensitivity $K = 5.4 \times 10^{-13}$ (A min)/(V R) for AgGaS₂ and $K = 15 \times 10^{-13}$ (A min)/(V R) for AgGaSe₂. The coefficient of X-ray conductivity AgGaSe₂ varies within 1.2–8.5 min/R an effective radiation hardness of $V_a = 25$ –50 keV and a dose rate of $E = 0.75$ –31.3 R / min. It was found that the X-ray sensitivity coefficient of AgGaS_{2x}Se_{2-2x} increased with increasing radiation dose. The value of K increased fairly rapidly at $V_a = 25$ keV.

ACKNOWLEDGMENT

Research has been supported by the SDFAR (grant № EIF-BGM-3-BRFTF-2+/2017-15/05/1), (grant № EIF-BGM-4-RFTF-1/2017) and grant № RFFI AzRus 1. «A3_a». 2018.

О ТЕПЛОВОМ ИЗЛУЧЕНИИ ЮПИТЕРА И САТУРНА

А.А. АТАИ¹, Э.Р. ЮЗБАШЕВ²

¹ Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н. Туси НАН Азербайджана,
Баку, Азербайджан

² Институт физики НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
atai51@mail.ru

В последнее время успехи в изучении физики низкоразмерных структур, топологических переходов металл-диэлектрик, а также создание современных лабораторий, где возможно получение огромных давлений (~ 700 ГПа – статическими методами) и (более 1 ТПа – динамическими методами) возобновили интерес к изучению физических процессов, происходящих в недрах гигантских планет, которые являются природными лабораториями для изучения уникальных явлений. Так, в недрах планет-гигантов, в экстремальных условиях (давление 8-40 Мбар, температура ~ 10000 К) вещество (в основном водород) находится в жидком металлическом состоянии и в зависимости от глубины залегания (от верхних слоев атмосферы до скалистых пород ядра), давления и температуры проявляет диэлектрические (молекулярный водород, в виде газа, жидкости и твердого состояния), полупроводниковые (так называемый «серый» водород в жидком атомарном состоянии) и металлические (металлический жидкий водород в жидком атомарном состоянии) свойства, а также, возможно, высокотемпературные сверхпроводящие свойства.

Известно, что планеты-гиганты излучают больше тепла, чем получают от Солнца. В научной литературе предложены ряд механизмов для объяснения происхождения источника этой внутренней энергии. В данной работе, исходя из некоторых предварительных расчётов, предлагается другой возможный механизм образования тепла в недрах Юпитера и Сатурна, а именно механизм конверсии энергии при превращении ортоводорода в пара-водород.

Известно, что превращение $o\text{-H}_2$ в $p\text{-H}_2$ сопровождается выделением тепла (~ 1400 Дж/мол), но не происходит без участия катализаторов. В жидкой фазе орто-пара конверсия H_2 может происходить с заметной скоростью, особенно при наличии катализатора, и сопровождается выделением теплоты. Таким образом, можно было ожидать, что в результате самопроизвольного установления равновесия при низких температурах будет происходить изменение определенных тепловых свойств H_2 со временем и безусловно это является важным фактором для понимания сущности механизма выделения внутренней энергии в планетах-гигантах. Такая особенность чувствительна ещё к обилию водорода, отношению орто- / пара-водорода, вертикальной структуре, а также зависимости профиля температур, давлений в атмосферах планет.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ МОНОГАЛОГЕНОЗАМЕЩЕННЫХ БЕНЗОЛА

С.Т.АЗИЗОВ, О.А.АЛИЕВ

*Азербайджан, г. Баку, AZ 1143,
пр. Джавида 131, Институт Физики
Национальной Академии Наук Азербайджана.
samir_azizov@mail.ru*

В полярных жидкостях диэлектрическая релаксация наблюдается в микроволновом диапазоне, которая охватывает спектр электромагнитных волн длиной от 30 см до 1 мм [1]. Изучение данного диапазона дает возможность для исследования релаксационных свойств. Интерес к исследуемым жидкостям объясняется их сравнительно простым строением, что позволяет использовать существующие теории для анализа экспериментальных данных. Известно, что в хлорбензоле, йодбензоле и бромбензоле существует небольшое распределение времен релаксации, которое уменьшается с повышением температуры [2]. Также известно, что для этих же соединений наличие единственного времени релаксации. При этом высокочастотный предел ε_∞ диаграммы Коул – Коула оказывается больше, чем квадрат показателя преломления n^2 , измеренного в инфракрасном диапазоне. Этот факт связан с вероятным существованием дополнительной области поглощения резонансного характера в субмиллиметровом диапазоне, что проявляется уже при длинах волн от 7 до 3 мм.

Измерены диэлектрические проницаемости ε' и диэлектрические потери ε'' двойных систем хлорбензол – бензол ($C_6H_5Cl - C_6H_6$), хлорбензол – н – гексан ($C_6H_5Cl - н - C_6H_{14}$), бромбензол – бензол ($C_6H_5Br - C_6H_6$), бромбензол – н – гексан ($C_6H_5Br - н - C_6H_{14}$), йодбензол – бензол ($C_6H_5I - C_6H_6$), йодбензол – н – гексан ($C_6H_5I - н - C_6H_{14}$) при длинах волн $\lambda = 3,26$ см ($20^\circ C$) и $\lambda = 12,80$ см ($20^\circ \div -100^\circ C$) в широких пределах изменения концентрации полярных молекул. Кроме того, была измерена равновесная диэлектрическая проницаемость ε_0 тех же систем на частоте 1 МГц при $20^\circ C$. Данные при $\lambda=12,80$ см получены по методу, описанному в [3], при $\lambda = 3,26$ см был использован метод [4].

- [1] *S.T. Azizov, O.A. Aliev, R.G. Abaszade*, International Journal of Latest Research in Science and Technology, Volume 5, Issue 4: Page No58-62, July - August 2016
- [2] *С.Т.Азизов, О.А.Алиев*, Fizika, vol. XXIII, №4, section: En, p. 13 – 16., 2017
- [3] *Л.М. Иманов, К.Э.Зульфугарзаде*, Изв.АН Азерб ССР, Серия физ.-мат. и техн. н., №6. 1960
- [4] *J.Ph. Poley*, L'Onde, Electr., 35, 435, 1955

THE STRUCTURAL FEATURES OF CRYSTALLINE PHASES OF THE GaSe-InSe SYSTEM

K.K. AZIZOVA, S.S. BABAYEV, Y.R. ALIYEVA, I.R. AMIRASLANOV

Institute of Physics ANAS

iamiraslan@gmail.com

Layered compounds of GaSe and InSe are some of the well-researched and promising materials for optoelectronics. The crystalline structures of these phases were deciphered in the fifties of the last century. However, this cannot be said of the crystal structure of $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{Se}$ and possible solid solutions based on the above-noted binary compounds. Those who have several articles are very scanty, and in some cases contradict each other. There is a need for a more detailed study of the regions of solid solutions. As is known, the crystal structures of GaSe and InSe contain intermetallic Ga-Ga and In-In "dumbbells", respectively. One of the tasks is to refine the nature of the interactions between Ga and In atoms in $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Se}$ solid solutions. Are Ga-In "dumbbells" formed? We obtained compounds $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Se}$, where x varies in the interval $0 \leq x \leq 1$, in increments of 0,1. The figure shows the diffraction patterns of all the ingots produced.

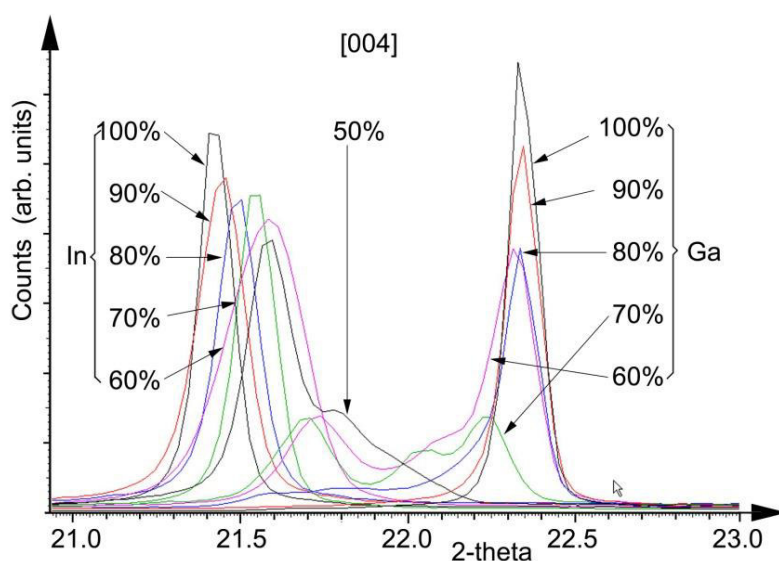


Fig.1. The diffraction peak (004), obtained from ingots of $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{Se}$.

As can be seen, the diffraction pattern obtained is rather complicated and contains some unexpected moments. For example, in the graph of the ingot, characterized by the composition $\text{Ga}_{0.7}\text{In}_{0.3}\text{Se}$, a third peak appears clearly and etc. The report will discuss issues arising from the obtained X-ray and Raman experiments.

Cu_{1.80-x}ZnTe MONOKRİSTALLARININ ALINMASI VƏ RENTGENOQRAFİK TƏDQIQI (**x=0.025, 0.050, 0.075, 0.10 at. %**)

H.B. QASIMOV, R.M. RZAYEV

Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti, Bakı, Azərbaycan

Təqdim olunan işdə Cu_{1.80-x}ZnTe sisteminin (x=0.025, 0.050, 0.075, 0.10 at.%) monokristallarının alınmasına, Cu_{1.80}Te kristal quruluşda əvəzədən izovalent metal atomlarının (Zn²⁺) konsentrasiyasının artımının (yəni, x-in qiymətinin artımının) kristal qəfəs parametrlərinə və faza keçid temperaturuna təsirinə baxılmışdır. Cu₂Te birləşməsi otaq temperaturunda a₀ =4.246 Å, c=7.289 Å, F.qr.D_{6h}¹-P66/mmm, Z=2 parametrlilik heksaqonal quruluşda kristallaşır. Cu₂Te birləşməsi 820 K temperaturdan yüksək temperaturda metastabildir və faza keçidinə məruz qalır. Cu_{1.95}Te-ZnTe sisteminin hal diaqramı əsasən 1311 K temperaturda ZnTe birləşməsinin Cu_{1.95}Te-da həllolma faizi 51 mol.%, Cu_{1.95}Te-un isə ZnTe birləşməsində həllolma faizi 3 mol.% təşkil edir. Bu isə Cu₂Te birləşməsi əsasında Cu_{2-x}ZnTe bərk məhlullarının yaranmasına və izovalent metal atomlarının geniş diapazonda qarşılıqlı əvəz olunmasına imkan verir. Cu_{1.80-x}ZnTe monokristallarının (x=0.025, 0.050, 0.075, 0.10 at.%) alınması və tədqiqi məqsədi ilə yüksək təmizliyə malik Cu, Zn, Te kimyəvi elementləri stexiometrik nisbətdə çəkilərək kvarts ampulaya doldurulmuş və 10⁻² Pa vakuum yaradılaraq sintez edilmişdir. Sintezi edilmiş nümunələrin monokristalları Bridgman üsulu ilə alınmışdır. Alınmış Cu_{1.80-x}ZnTe monokristal nümunələrin birfazalılığının öyrənilməsi məqsədilə nümunələr toz halına salınmış və rentgenfaza analizi aparılmışdır. Nəticədə müəyyən edilmişdir ki, alınmış nümunələr bircinslidir və otaq temperaturunda a=8.37Å, c=21.60Å parametrlilik heksaqonal quruluşda kristallaşır (a=2a₀, c=3a₀). Müşahidə olunan difraksiya xətlərinin hamısı müəyyən edilmiş parametrlər əsasında birqiymətli olaraq indekslənilir. X-in qiymətinin artması ilə difraksiya xətlərinin və kristal qəfəsdəki molekulların sayında dəyişiklik müşahidə olunmur, lakin difraksiya xətlərinin bəzilərinin intensivliklərində dəyişiklik müşahidə olunur. Bu isə Cu_{1.80}Te kristal quruluşda izovalent əvəz olunma zamanı bərk məhlulun yaranmasını göstərir. Müəyyən edilmişdir ki, X-in qiymətinin artması ilə kristal qəfəs parametrləri artır. Kristal qəfəs parametrlərinin bu artımını, Cu_{1.80}Te kristal quruluşda əvəz edən Zn²⁺ (0.83Å) və əvəz olunan izovalent Cu²⁺ (0.80Å) metal ionlarının ion radiuslarının fərqli olması ilə əlaqələndirilir. Qarşılıqlı əvəz olunma zamanı ion radiuslarının fərqi 3.75 % təşkil edir ki, bu da V.M.Qoldşmid izomorfizm şərti həddindədir -15%. Kristal qəfəs parametrlərinin X-dən asılılığı xətti xarakterlidir. Cu_{1.80}Te kristalı üçün müəyyən edilmiş heksaqonal↔kub faza keçid temperaturu 773 K [2], Cu_{1.80}Te kristal quruluşda əvəzədən metal atomlarının konsentrasiyası artdıqca faza keçid temperaturu artır və bu keçid monokristal-monokristal tip xarakterlidir. Cu_{1.80-x}ZnTe kristallarının yüksək temperatur kub kristal qəfəs parametrləri X-in qiymətinin artması ilə artır və bu artım xətti xarakterlidir.

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$

**Б.Ш. БАРХАЛОВ¹, М.М. ТАГИЕВ^{1,2}, Г.З. БАГИЕВА¹,
Р.Ю. АЛИЕВ¹, К.И. МАГЕРРАМОВА¹**

¹*Институт Физики им. Г.М. Абдуллаева НАН Азербайджана, Баку*

²*Азербайджанский Государственный Экономический Университет, Баку*

bbarhal@mail.ru

Представленная работа посвящена исследованию влияния размеров зерен на теплопроводность наноструктурированных экструдированных образцов твердого раствора $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3$. Образцы были изготовлены из порошков синтезированного материала с размерами зерен 12, 19, 40 и 50 нм, полученных измельчением в планетарной шаровой мельнице марки АГО-2У.

Выявлено, что теплопроводность исследованных образцов зависит от размеров зерен исходного порошка, использованного для изготовления образцов - с уменьшением размеров зерна значение коэффициента теплопроводности χ уменьшаются.

Для выяснения влияния на механизм теплопроводности образцов температуры и размера зерен нами были вычислены решеточные χ_p и электронные χ_e составляющие коэффициента теплопроводности и оценены их вклады в общую теплопроводность. Результаты вычислений показали, для всех исследованных образцов в интервале температур 90-300 К доля электронной составляющей коэффициента теплопроводности χ_e не превышает 1 % от общей теплопроводности, что свидетельствует в пользу того, что снижение общей теплопроводности с уменьшением размеров зерен связано с уменьшением решеточной теплопроводности. При этом, чем меньше размеры кристаллитов (зерен), тем больше вероятность рассеяния фононов на дефектах и на границах, и тем меньше значение теплопроводности.

PULSE SHAPE DISCRIMINATION OF GAMMA-RAYS AND FAST NEUTRONS WITH SILICON PHOTOMULTIPLIERS

G.S. AHMADOV^{a,b,c*}, **F.I. AHMADOV**^{b,c}, **R.A. AKBAROV**^{a,b,c}, **D. BERIKOV**^{a,e},
M. HOLIK^d, **R. MAMMADOV**^c, **S.M. NURUYEV**^{a,b}, **A.Z. SADIGOV**^{b,c},
Z.Y. SADYGOV^{a,c}, **S.I. TYUTYUNNIKOV**^a, **YU.N. KOPATCH**^a

^a*Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia*

^b*Azerbaijan National Academy of Sciences- AD and IRP, Baku, Azerbaijan.*

^c*National Nuclear Research Centre of MCHT, Baku, Azerbaijan.*

^d*Institute of Experimental and Applied Physics, CTU, Prague, Czech Republic*

^e*Institute of Nuclear Physics of the National Nuclear Center of Kazakhstan, 050032 Almaty, Kazakhstan*

*ahmadovgadir@gmail.com

Silicon photomultipliers (SiPM) have received a great deal of interest recently for use in a wide variety of fields. The fast neutron detection ability of SiPMs when coupled to related scintillators is a characteristic of utmost importance for nuclear-related applications. This work presents the fast neutron detection performance of two different silicon photomultipliers from two manufacturers. First SiPM (MAPD-3NK) from Zecotek Photonics consists of deeply burned cells and have an active area of 3.7x3.7 mm². The second one (MPPC-S12572-010P) from Hamamatsu, however, has surface cell structure and an active area of 3x3 mm². Both SiPMs have the same pixel density of 10000 mm⁻². Both SiPMs coupled to Stilbene (5*5*5 mm³) and p-terphenyl (5*5*5 mm³) plastic scintillators were tested using a PuBe neutron and a Ti-44 gamma source. Different digital n/g discrimination techniques were performed for the detectors and obtained results were compared. Results are also presented on Neutron/Gamma discrimination performance as a function of overvoltage for silicon photomultipliers, and the time response to scintillators is characterized for both SiPMs. Finally, the results indicate good fast neutron detection performance of the SiPMs and give a possibility to use these types of neutron detectors in fast neutron detection applications.



<http://www.physics.gov.az/mtcmp>