

Bi₂Te_{2,7}Se_{0,3}<Ni> KRİSTALLARINDA İŞIĞIN UDULMA DİNAMİKASI

N.M. ABDULLAYEV, S.R. ƏZİMOVA

Elm və Təhsil Nazirliyi Fizika İnstitutu,
H. Cavid prospekti 131, Bakı, Azərbaycan AZ 1143
sevinc.azimova.82@mail.ru

Laylı, termoelektrik Bi₂Te_{2,7}Se_{0,3}<Ni> monokristalları spektroskopik üsulla geniş diapazonda tədqiq edilmişdir. Nikel aşqarının materialın işıq enerjisinin udulma əmsalına təsirinin dinamikası öyrənilmiş, defektlərin mövcudluğu ilə bağlı xüsusiyyətlər aşkar edilmiş və infraqırmızı oblastda elektron keçidləri Ni²⁺ aşqar ionlarının koordinasiya xüsusiyyətləri təsdiqlənmişdir.

Açar sözlər: xalkogen, klaster, vakansiya, kvintet, IQ udulma.

PACS: 02.70Hm

1. GİRİŞ

Laylı, termoelektrik Bi₂Te_{2,7}Se_{0,3} monokristalının nikellə aşqarlanması elektroliz üsulu ilə mümkündür. Bu halda biz göstərdik ki, nikelin əvəzlənməsi strukturda NiTeSe zəncirləri əmələ gətirir. Eyni zamanda, Van-der-Vaals təbəqələrində Ni_{1,7}Te klasterləri əmələ gəlir.

Bənzər texnoloji təcrübələrdən məlumdur ki, PbTe kristallarında artıq tellur, əlavə buxar təzyiqi yaradır ki, bu da Raul qaydasına tabedir. Bu, p-tipli PbTe-nun bərk məhlul kimi təqdim edilməsinin qanunauyğunluğunu göstərir. İndium ilə aşqarlanmış qurğuşun telluridin kvazi qapalı həcmində tavlama təcrübələri göstərmişdi ki, kristal səthinin üzərində tellur buxarı yoxdur. Stexiometrik xalkogendən qalıq tellur indium atomlarına güclü şəkildə bağlanır. Bu, mahiyyətə kovalent əlaqə ilə InTe aşqar komplekslərinin əmələ gəlməsinin dolayı, lakin inandırıcı sübutudur [1]. Böyümə zamanı kristala daxil olan elektro-aktiv indiumun məhdudlaşdırıcı konsentrasiyası effektiv əmsalının - K_{eff} qiyməti ilə dəyişir. Eyni zamanda, komplekslərdə indium aşqarının azalmasına gətirib çıxara bilər ki, bu da cərəyanın artmasına səbəb olur.

Bərk məhlulun ehtimalını pozan müxtəlif struktur vahidlərinin olması ilə izah edilən IQ spektrlərində incə quruluşu izah etmək üçün klaster modelləri təqdim edilmişdir [2]. Tətbiq olunan REI modellərində əsas fərziyyə eyni növə aid ionların kristalların qarışığı vasitəsilə eyni fazada hərəkət etməsi qarışıqlı qəfəsə özəyin daxil olmasını təsdiqləyir.

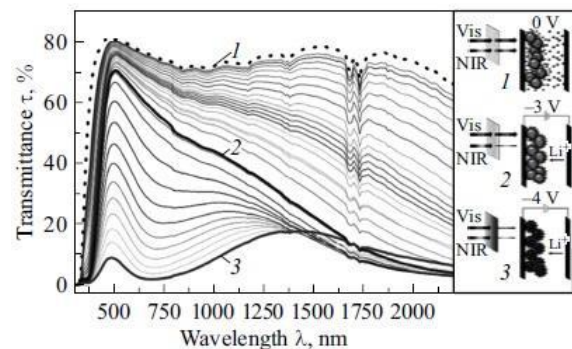
Prosnikov işlərində göstərilmişdir ki, şüşəvari xalkogenidlərdə klasterlərin mövcudluğu fotoinduksiya proseslərini zəiflədir [3].

Yarımqeçiricilərdə işıqın udulması müxtəlif proseslərlə əlaqələndirilə bilər: geniş tezlik diapazonunda baş verən udulma, o cümlədən sərbəst yükdaşıyıcılar tərəfindən son dərəcə aşağı tezlikli udulma, kristal qəfəs vibrasiyaları ilə udulma və nəhayət, müxtəlif enerji diapazonlarında elektron halları arasında keçidlərlə əlaqəli infraqırmızı, görünən və ya ultrabənövşəyi diapazonlarda udulma və s. Nəhayət, bu, atomun təbəqələrdə elektronları həyəcanlandıran və praktiki olaraq fərdi həyəcanlanmış atomlarında lokallaşdırılmış rentgen şüalarının udulmasıdır [4].

Biz orta infraqırmızı udulma zolağının aşağı tezliklərə uyğun diapazonunda araşdırma aparacağıq. Udulma spektrindəki bu zolaq valent zolağı ilə keçiricilik zolağının enerji səviyyələri arasında optik keçidlərlə bağlıdır.

İnterferensiya minimumunun və maksimumlarının buraxma əmsalı nümunənin qalınlığından, həmçinin nümunəyə düşən radiasiya şüasının eninin ölçüsünün tərtibindən, ölçülərinin dəyişməsindən çox asılıdır. Otaq temperaturunda nümunə 600-2430 sm⁻¹ oblastda şəffafdır. Aşağı tezlikli udulma və interferensiya zolaqlarının şüa dəstəsinin amplitudasının azalması sərbəst yükdaşıyıcılarla əlaqələndirilir. Yüksək tezlikli udulma və interferensiya zolaqlarının amplitudasının azalması valent zolağı ilə Fermi səviyyəsi arasında keçidlə bağlıdır. Beləliklə, onlar zolağın enerjisini qiymətləndirirlər. Müəyyən edilmişdir ki, temperatur aşağı düşdükcə yüksək tezlikli udulma kənarı daha yüksək tezlikli oblasta keçir və bu, zolağın eninin artdığını göstərir [5].

Mayorovun tədqiqatlarında 10% tərkibli TiO₂ nanokristallarından Nb şəffaf 2.1 mkm qalınlığında elektrod hazırlanmışdır. Elektroxrom təbəqəsi elektrolit-dimetil sulfoksiddə 1 M LiCl + 0,1 M LiI məhlulu istifadə edilmişdir. Belə bir elektroxrom təbəqənin optik xüsusiyyətlərinin katod potensialının 0÷4V intervalında dəyişməsi nəticəsində alınan spektri şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Qalınlığı 2,1 mkm olan birkomponentli elektroxrom nazik təbəqəli 10% niobium tərkibli TiO₂ legirə olunmuş nanokristallarında katod potensialının 0 ÷ 4V (-0 (1), -3 (2), -4V (3)) intervalında spektral xüsusiyyətlərinin tədricən dəyişməsi [6].

Binar monokristallar və optik buraxma spektrləri haqqında yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, məqalədə $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ - ün nikellə birləşmiş laylı bərk məhlulları tədqiq edilir.

İşin məqsədi nikellə interkalyasiya olunmuş laylı $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ kristallarında orta udulma spektrini öyrənməkdir.

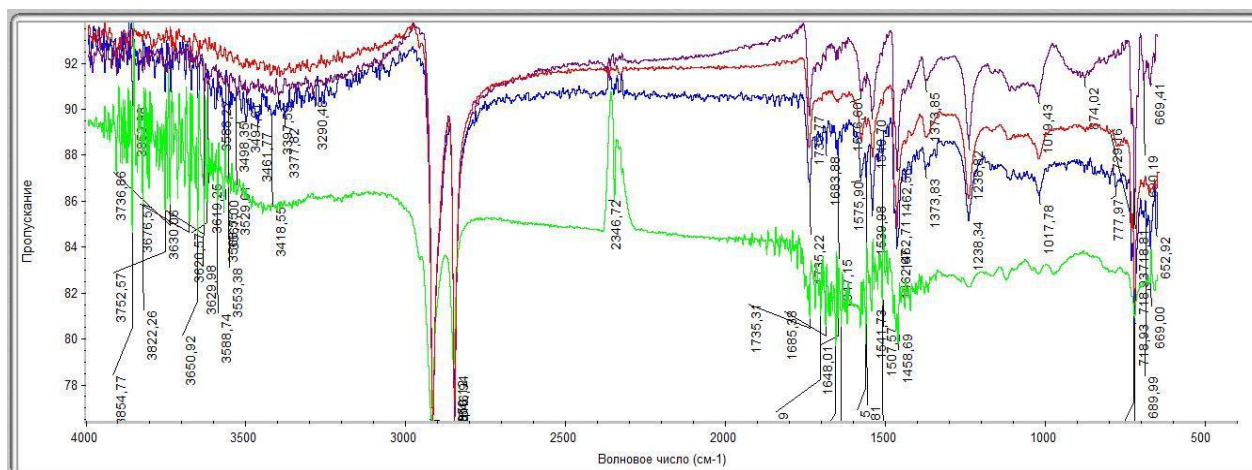
2. TƏCRÜBƏ

Təcrübə üçün laylanmış $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ və aşqarlanmış $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}<\text{Ni}>$ nümunələri Qeym üsulu ilə

aşındırılır, bu da eyni zamanda bütün laylı kristalların aşqarlanması prosesini idarə etməyə imkan verir.

Şəkil 3-dən görüldüyü kimi, $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ monokristalının buraxma spektrində bütün tədqiq olunan oblastda işığın buraxılmasının spektral xətləri aydın müşahidə olunur.

Göründüyü kimi, nümunələrin aşqarlanma müddəti artdıqca, qrafiklər aşağı sürüşür. Işıq keçiriciliyi ümumiyyətlə azalır. Həm monokristal kvintetlərdəki boş yerlərin doldurulması, həm də ehtimal olunur ki, Van- der Vaals laylarında klasterlərin formalaşması ilə piklərin eni azalır.



Şəkil 2. Spekrin görünən və orta infraqırmızı hissələrində təmiz $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$ (bənövşəyi) və nikel qatqılı $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}<\text{Ni}>$ -nin laylı bərk məhlulunun işıq buraxma spektrləri (1 sm qalınlığında, 1 dəq. (qırmızı), 3 dəq. (mavi), 5 dəqiqə. (yaşıl)).

İşığın maksimum udulması $2806\text{-}2920\text{ cm}^{-1}$ intervalına uyğun dalğa oblastına düşür. Şəkildə, spektrin yaşıl hissəsində $2806\text{-}2920\text{ cm}^{-1}$ - dalğa ədəmində ensiz udma xətti üçün 65-68%-ə uyğun gələn buraxa zolağı müşahidə edilmişdir.

3. Nəticə.

Defektlərin paylanması ilə əlaqədar aşqarlı Ni^{2+} ionlarının 5 dəqiqə ərzində aşqarlanmasına uyğun gələn dalğa ədədi $2806\text{-}2920\text{ cm}^{-1}$ olan interval oblastında işığın maksimum udulması aşkar edilmişdir.

- [1] Т.А.Смородина, Н.Н.Шефталъ, А.П.Цуранов. Вхождение примесных центров в кристаллический слой полупроводника. Ленинград. Издательство Наука. 1986 с. 104.
- [2] W.Richter, H.Kohler, C.R. Becker. Phys. Stat. Sol. (b), 84, 1977, p. 619. структуры.
- [3] М.А. Просников, А.Д. Молчанова, Р.М. Дубровин, К.Н. Болдырев, А.Н. Смирнов, В.Ю. Давыдов, А.М. Балбашов, М.Н. Попова, Р.В. Писарев. Динамика решетки и электронная струк-

- тура кобальт-титановой шпинели Co_2TiO_4 , твердого тела, 2016, том 58, вып. 12, с.150.
- [4] [http://www.ioffe.ru/coherent/index.html/Cohere nt/Lectures_files/Lect_opt.pdf].
- [5] Ю.А.Алещенко, А.В.Муратов, В.В.Павлова, Ю.Г.Селиванов, Е.Г.Чижевский. Инфракрасная спектроскопия $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$, Письма в ЖЭТФ, 2014, том 99, вы-пуск 4, 213–217.
- [6] В.А. Майоров. Оконные стекла - состояние и перспективы. Оптика и спектроскопия, 2018, том 124, вып. 4. с.25.

N.M. Abdullaev, S.R. Azimova

DYNAMICS OF LIGHT ABSORPTION IN CRYSTALS $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}<\text{Ni}>$

Layered thermoelectric single crystals of $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}<\text{Ni}>$ were investigated using the spectroscopic method in a wide interval. The dynamics of the effect of nickel impurity on the absorption coefficient of light energy by the material were studied, the features associated with the presence of the ordering of defects were found, the electronic transitions in the infrared region confirm the coordination features of impurity ions Ni^{2+} .

N.M. ABDULLAYEV, S.R. ƏZİMOVA

Н.М. Абдуллаев, С.Р. Азимова

ДИНАМИКА ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА В КРИСТАЛЛАХ $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}\langle\text{Ni}\rangle$

Исследовались слоистые термоэлектрические монокристаллы $\text{Bi}_2\text{Te}_{2,7}\text{Se}_{0,3}\langle\text{Ni}\rangle$ с использованием в широком интервале метода спектроскопии. Изучена динамика влияния примеси никеля на коэффициент поглощения энергии света материалом, обнаружены особенности, связанные с наличием упорядочения дефектов, электронные переходы в инфракрасной области подтверждают координационные особенности примесных ионов Ni^{2+} .