

GaSe NANOZƏRRƏCİKLƏRİNİN FOTOKEÇİRİCİLİYİ

A.M. ƏLİYEVƏ

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fizika İnstitutu,
AZ 1143, Bakı şəhəri, H.Cavid pr. 131
mail: ay_ten15@rambler.ru

Təqdim olunan iş GaSe nanozərrəciklərinin alınmasına və fotoelektrik xarakteristikalarının təcrübi tədqiqinə həsr olunmuşdur. "Pulverisette" cihazı vasitəsilə GaSe nanozərrəcikləri alınmış və yüksək optik həyəcanlaşmada GaSe laylı kristallarında fotokeçiricilik təcrübi tədqiq olunmuşdur.

Açar sözlər: GaSe, nanozərrəcik, lüminessensiya, fotokeçiricilik, eksiton.

PACS: 76.60.Lc, 78.67.Bf, 78.67.Lf.

Yarımkəçiricilərin nanotexnologiyada tətbiqində, hazırda az öyrənilmiş, ancaq çox böyük perspektivə malik olan layvari A³B⁶ yarımkəçirici birləşmələri mühüm yer tutur.

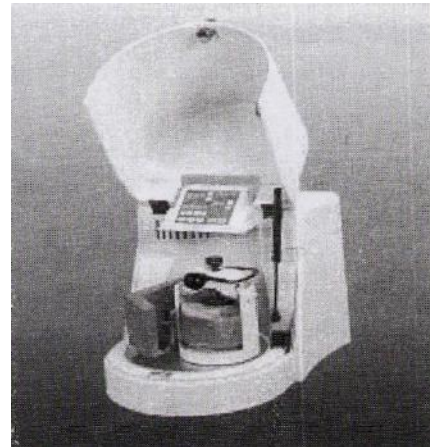
Lay boyunca atomlar arasında ion-kovalent rabitənin və laylar arasında isə zəif Van-der Vaals rabitəsinin olması onların fiziki xassələrinin güclü anizotrop olmasına səbəb olur. Bu səbəbdən, layvari A³B⁶ yarımkəçirici birləşmələrində müşahidə olunan bir sıra effektlər digər anizotrop kristallarda meydana gəlmir. Digər tərəfdən bu kristalların səthində yarımqiç kimyəvi əlaqələrin demək olar ki, olmaması (<10¹⁰sm⁻²) bu layvari yarımkəçiricilərdən "Kvant nöqtəsinin" yaranmasında altlıq kimi, fullerlərin, polimerlərin, həmçinin Van-der Vaals epitaksiyaların hazırlanmasında istifadə olunmasına imkan verir.

Bu maddələr əsasında hazırlanmış, spektrin görünən, ultrabənövşəyi və yaxın infraqırmızı diapazonda işləyən fotoqəbuledicilər özlərinin yüksək həssaslıq, sürətli detektə etmək qabiliyyəti və radiasiya dayanıqlığı ilə fərqlənirlər. A³B⁶ yarımkəçirici birləşmələri, xüsusilə GaSe və InSe kristalları, böyük qeyri-xətti nüfuzluq əmsalına malik olduqlarından, onlarda bir sıra qeyri-xətti optik effektlər aşkar edilmiş və öyrənilmişdir: harmonikaların generasiyası, ikifotonlu optik udulma, işıq parametrik generasiyası, optik bistabillik effekti, zonalı parametrik generasiyası, yarımkəçirici lazerlər, nanosaniyəli lazer detektorları, optik filtrlər və s. GaSe kristalları əsasında lazer və termik oksidləşmə nəticəsində radiusu 40-48Å olan "nanolülələr" hazırlanmışdır. D.F. Kelley və Tu V. Chikan [1] yüksək temperaturlu kimyəvi sintez əsasında ölçüləri 2÷6nm olan GaSe nanozərrəcikləri almışlar.

Bizim təqdim etdiyimiz işdə GaSe nanohissəcikləri "Pulverisette" cihazı vasitəsi ilə hazırlanmışdır. Cihazın quruluşu şəkil 1-də verilmişdir. Tədqiq olunan maddə cihazın içərisindəki küvetə qoyularaq, ağır küre şəklindəki dəmirlərin arasında yerləşdirilmişdir. Kürelər fırlandıqca maddə onlar arasında yavaş-yavaş kiçik hissəciklərə parçalanır. 150 saat fasiləsiz iş müddətində GaSe kristallarının kiçik ölçülü hissəciklərini əldə etmək mümkün olmuşdur.

GaSe nanozərrəciklərin fotohəssaslığını ölçmək üçün xüsusi nümunələr hazırlanmışdır. Nanozərrəciklər izopropil spirtin içərisinə tökülmüş və sonra şüşə çubuqla qarışdırılmışdır və nəticədə xırda zərrəciklərin

suspenziyası alınmışdır. Ağır zərrəciklər qabın dibinə çökmüşdür, sonra suspenziya başqa qaba tökülmüşdür. Şüşə pipet vasitəsi ilə suspenziya sital altlığa damcılanmışdır. Spirt buxarlandıqdan sonra altlığın üzərində ancaq tədqiq olunan maddədən ibarət nazik lay qalmışdır. Bu layın qalınlığı ≤50 mkm olmuşdur. Bu üsulla alınmış nümunə 4 saat ərzində T=750 K-ə qədər qızdırılmışdır. Nümunəyə gümüş (Ag) pastası vasitəsi ilə kontaktlar qoyulmuşdur. Nümunənin ölçüləri 10mm×10 mm, elektrodun ölçüləri 2mm×8 mm, elektrodlar arasındakı məsafə 6mm.

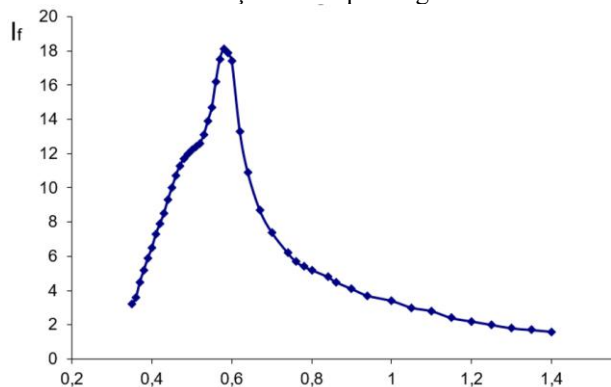


Şəkil 1. Pulverisette cihazı.

Elektrodlar planar konfigurasiya şəklində qoyulmuşdur. Fotokeçiriciliyin spektral asılılığı "CARL ZEİSS" firmasının VSU 2P monoxromatoru vasitəsi ilə ölçülmüşdür. Işıq mənbəyi kimi DKSS -150 tipli Ksenon lampasından istifadə olunmuşdur. Fotocərəyan "U5-9" tipli sabit cərəyan gücləndiricisinə verilmiş və B7-21 tipli universal rəqəmli voltmetr vasitəsi ilə ölçülmüşdür. Təcrübədə alınmış əyriyə "ENDİM 620.02" tipli potensiometr vasitəsi ilə çəkilmişdir. Nümunəyə 25V gərginlik verildikdə qaranlıq cərəyan 6,5×10⁻¹¹ A olmuşdur. Fotocərəyanı ölçə bilmək üçün qaranlıq cərəyan U5-9 potensiometri vasitəsi ilə kompensasiya olunmuşdur.

Şəkil 2-də fotokeçiriciliyin spektral asılılığı verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, GaSe nanozərrəciyin fotohəssaslığı 0,35÷1,4mkm intervalı əhatə edir. Spektrin əsas maksimumu ~ 0,6 mkm uyğun gəlir. Bundan

əlavə, daha qısa dalğa oblastında ($\lambda=430\text{nm}$) daha bir pik müşahidə olunur. Bu pik elə fotoluminessensiya spektrində müşahidə olunan xətlə üst-üstə düşür. Fotohəssaslığın çox geniş diapazonu əhatə etməsi nanohissəciklərin müxtəlif ölçüdə olduqlarını göstərir.



Şəkil 2. GaSe nanozərrəciklərinin fotokeçiricilik spektri.

GaSe kristallarının fotokeçiricilik spektrlərində müşahidə olunan xüsusiyyətlər bu kristalların eksiton rezonansı oblastında qeyri-xətti optik udma prosesinin olması ilə izah oluna bilər. Doğrudan da, güclü lazer şüalarının təsiri ilə GaSe kristalında generasiya edən elektron-deşik cütləri neytral zərrəciklərə (eksitonlara) çevrilirlər. Lazer şüalarının intensivliyi artdıqca, eksitonların konsentrasiyası artır və eksitonların konsentrasiyasının müəyyən kritik qiymətində onlar arasında qarşılıqlı təsir baş verir. Bu qarşılıqlı təsir nəticəsində eksitonlar parçalanaraq, sərbəst elektron-deşik cütünə çevrilir. Bu da eksiton udulmasının yox olmasına səbəb olur [2]. Hesablamalar göstərir ki, GaSe kristalında la-

zer şüalarının $\sim 10\text{MVt/sm}^2$ intensivliyində generasiya edən elektron-deşik cütünün konsentrasiyası $4,5 \cdot 10^{19}\text{sm}^{-3}$ tərtibindədir, halbuki, bu kristallarda eksiton-eksiton qarşılıqlı təsirinin baş verməsi üçün tələb olunan konsentrasiya bundan bir neçə tərtib azdır ($n_{\text{Momm}} = 1 \cdot 10^{17}\text{sm}^{-3}$) [3].

GaSe kristalında müşahidə olunan fotokeçiriciliyin qeyri-xətti optik udma prosesi ilə əlaqədar olduğunu müəyyən etmək üçün, tarazlıqda olmayan yükdəşiyicilərin fotokeçiriciliyini xarakterizə edən $\alpha \cdot I_0$ kəmiyyətinin I_0 -dan asılılığı əyrisi qurulmuşdur. Bu zaman \square udma əmsalının müxtəlif intensivlikdəki qiyməti Kazımzadə A.H. və başqalarının [2] sayılı işindən götürülmüşdür. $\alpha \cdot I_0 \sim I_0$ asılılığının təcrübədən alınmış $\Delta\sigma \sim I_0$ asılılığı ilə müqayisəsi onların hər ikisinin intensivlikdən eyni tərzdə dəyişdiyini göstərir.

Beləliklə, GaSe kristalında yüksək optik həyəcanlanmada müşahidə olunan fotokeçiriciliyin qeyri-xətti optik udma prosesi ilə əlaqədar olduğunu söyləyə bilərik. GaSe kristalının fotoluminessensiya spektrində yüksək optik həyəcanlanmada müşahidə olunan L – zolağının təbiətini araşdıraraq. Bu zolağı aşqar şüalanması, bağlı eksitonların şüalanması və sərbəst eksitonlarda fononların iştirakı ilə gedən şüalanma ilə əlaqələndirmək mümkün deyil. L -zolağının eksiton molekulunun şüalanması ilə əlaqələndirilməsi ehtimalı da azdır, çünki bu şüalanmanın vəziyyəti eksiton xəttindən cəmi 6meV aralıdır. Oudur ki, 80K -də bu şüalanmanı təcrübədə görmək mümkün deyildir. L - zolağının ən çox ehtimal olunan təbiəti yüksək optik həyəcanlanmada baş verən eksiton-elektron və ya eksiton-eksiton qarşılıqlı təsiri ola bilər. Bizim aldığımız nəticələr eksiton-eksiton qarşılıqlı təsir mexanizminə daha yaxındır.

- [1] H.Tu.S. Yang, V. Chikan, D.F. Kelley. J. Phys. Chem. 2004, B 108, 4701-. (2, nano).
 [2] A.Г. Кязым-заде, А.А. Агаева, В.М. Салманов, А.Г. Мохтари. Неорганические материалы,

- 2007, т.43, с. 1419-. (9, nano).
 [3] A. Frova, Ph. Schmid, A. Grisel, F. Levy. Sol. Stat. Commun. 1977, v. 23, p. 45-49.

A.M. Alieva

PHOTOCONDUCTIVITY GaSe NANOPARTICLES

The present work is devoted to fabrication of GaSe nanoparticles. GaSe nanoparticles have been prepared with the use of “Pulverisette”, photoelectrical characteristics have been measured and investigated. Photoconductivity in GaSe layered crystals are experimentally investigated for high levels of optical excitation.

A.M. Алиева

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ НАНОЧАСТИЦ GaSe

Настоящая работа посвящена получению наночастиц GaSe. Наночастицы GaSe изготавливались с помощью прибора “Pulverisette”, фотоэлектрические характеристики измерялись и изучались. Экспериментально исследована фотопроводимость наночастиц GaSe при высоких уровнях оптического возбуждения.