

УДК 621. 315. 592

## NADİR TORPAQ ELEMENTİ (Er) İLƏ AŞQARLANMIŞ GaS MONOKRİSTALININ ELEKTRİK, FOTOELEKTRİK VƏ LÜMINESSENSİYA XASSƏLƏRİNƏ QAMMA - ŞÜALANMANIN TƏSİRİ

T.B. Tağıyev

AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu  
[tbtagiye@mail.ru](mailto:tbtagiye@mail.ru)

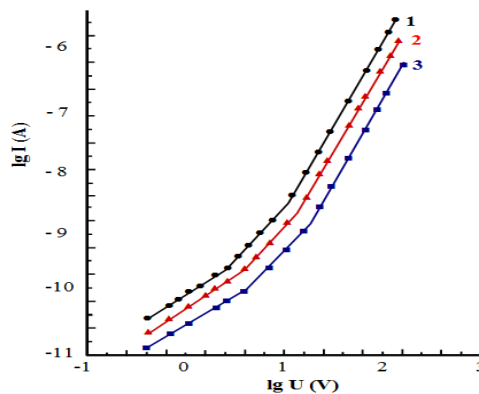
**Xülasə:** Enerjisi 1,33eV olan qamma kvantlar ilə  $D=30-100$  krad dozalarda otaq temperaturunda şüalandırılmış GaS 0,1at % laylı monokristalının elektrik, fotoelektrik və lüminessensiya xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, şüalanma dozasının kiçik qiymətlərində  $D \leq 50$  krad elektrik keçiriciliyinin qiyməti azalır, fotokeçiriciliyin və lüminessensiyanın intensivliyi artır. Müşahidə olunan xarakteristikaları izah etmək üçün defekt əmələ gəlmə modeli təklif olunmuşdur.

**Açar sözlər:** doza, intensivlik, lüminessensiya, elektrik keçiriciliyi, aşqar, radiasiya defekti, monokristal.

### Tədqiqatın metodikası və nəticələri

Tədqiq olunan GaS<Er> 0.1at% monokristalı Bridjmen üsulu ilə alınmış, otaq temperaturunda müqaviməti  $10^9$  om tərtibində və p-tip keçiriciliyə malik monokristaldır. Nümunələr enerjisi 1,33 MeV olan  $\gamma$ -kvantları ilə  $D=30 \div 100$  krad dozalarla  $Co^{60}$  izotopu əsasında yığılmış URİ qurğusunda şüalandırılmışdır. Omik kontaktlar kristalın şərhlərinə perpendikulyar istiqamətdə indiumla yaradılmışdır. Elektrik və fotoelektrik ölçmələri standard metodika əsasında aparılmışdır [1]. Fotolüminessensiya spektrləri SDA-1 spektrometri ilə çəkilmişdir. Lüminessensiya həyəcanlandırmaq üçün yüksək təzyiqlə malik DRŞ-250-3 və DRŞ-500m civə lampasından istifadə edilmişdir. Nümunə tutqacda yerləşdirilir və civə lampasının spektrindən işıq filtirlərinin (337,1nm) köməyi ilə ayrılmış güclü monoxromatik işıq seli ilə işıqlandırılır. Spektrometrdə enerji qəbuledicisi FEU-39A və FEU-62 fotoelektron gücləndiricisindən istifadə olunur.

Şəkil 1-də GaS<Er> 0,1 at % monokristalının otaq temperaturunda müxtəlif şüalanma dozalarında Volt-Amper xarakteristikası (VAX) göstərilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi, VAX əyriələrində üç hissə : xətti  $J \sim U$ , kvadratik  $J \sim U^2$  və kubik  $J \sim U^3$  müşahidə olunur. Şüalanmadan sonra əyrinin xarakteri dəyişmişdir, ancaq cərəyanın qiyməti tədqiq olunan gərginlik oblastında kiçildir. Şüalanma dozasından asılı olaraq omik oblastdan kvadratik və kubik oblasta keçid qiymətləri böyük gərginlik oblastına doğru sürüşür.

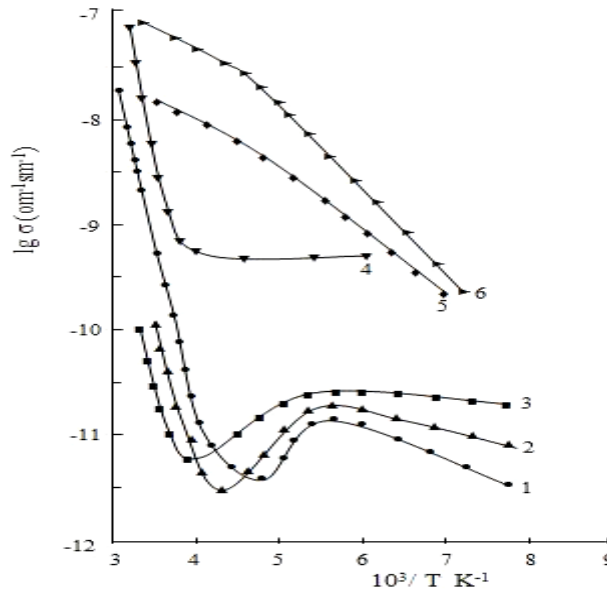


Şəkl. 1. GaS<Er> 0,1 at% monokristalının otaq temperaturunda VAX  
1.  $D \gamma = 0$ , 2.  $D \gamma = 30$  krad, 3.  $D \gamma = 50$  krad

Lampert nəzəriyyəsinə [2] əsasən VAX - ın kvadratik oblastından tutma faktorunun qiyməti müxtəlif dozalarda hesablanmışdır. Müxtəlif dozalarda hesablanmış tutma faktorunun qiyməti əsasında aktivləşmə enerjisinin və cərəyanın keçməsində aktiv mərkəzlərin konsentrasiyası hesablanmış və cədvəldə verilmişdir.

Material	Tələlərin yerləşmə dərinliyi, eV	Tələnin konsentrasiyası, sm <sup>-3</sup>	Tutma faktoru, θ	Konsentrasiya, sm <sup>-3</sup>
GaS	1,054	2,4·10 <sup>13</sup>	2,2·10 <sup>-2</sup>	4,2·10 <sup>8</sup>
GaS<Er>0,1 at%, D <sub>γ</sub> =0	0,134, 1.028	2,1·10 <sup>12</sup>	1,44·10 <sup>-3</sup>	6,08·10 <sup>7</sup>
GaS<Er>0,1 at%, D <sub>γ</sub> =30krad	0,063; 0,880	9,8·10 <sup>11</sup>	6,6·10 <sup>-4</sup>	3,77·10 <sup>7</sup>
GaS<Er>0,1 at%, D <sub>γ</sub> =50krad	0,036; 0,880	6,2·10 <sup>11</sup>	2,2·10 <sup>-4</sup>	2·10 <sup>7</sup>

Aparılmış eksperimentlər nəticəsində Lampert nəzəriyyəsi əsasında cərəyanın keçmə mexanizminin monopolyar injeksiya ilə şərtləndiyi müəyyən edilmişdir.



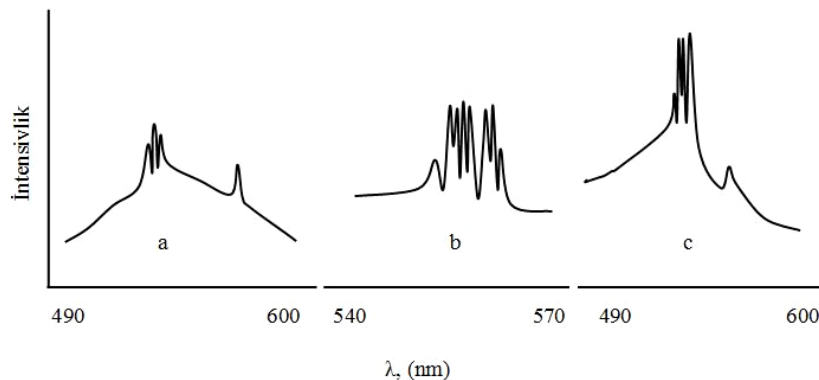
Şək. 2. GaS:Er 0,1 at % monokristalının elektrik keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı  
 1- GaS: Er 0,1 at % D<sub>γ</sub>=0 2- GaS: Er 0,1 at % D<sub>γ</sub>=20 krad; 3- GaS: Er 0,1 at % D<sub>γ</sub>=50 krad  
 4- GaS təmiz; 5- GaS:Er, 0,1 at % λ=478 nm; 6- GaS: Er, 0,1 at % λ=455 nm

Qrafikə nəzər saldıqda görürük ki, təmiz GaS monokristalının elektrik keçiriciliyinin T=125÷185K intervalında dəyişmir, T=185÷300K intervalında isə kəskin artır. GaS monokristalının 0,1at % Er ilə aşqarladıqda elektrik keçiriciliyində kəskin dəyişikliklər baş verir. Belə ki, T=142÷185K intervalında elektrik keçiriciliyi artır, temperaturun sonrakı artımında (T=185-235K) azalır, sonra isə otaq temperaturuna qədər artır. GaS<Er>0,1 at % monokristalını

$D=20,50$  krad doza ilə şüalandırıldıqda aşağı temperaturda ( $T=140\div 185K$ ) elektrik keçiriciliyinin qiyməti dozanın artması ilə ilkin nümunəyə nisbətən artır.  $T=185-230K$  intervalında elektrik keçiriciliyinin azalması müşahidə olunur və keçiriciliyin sönmə dərinliyi  $GaS\langle Er\rangle 0,1$  at % monokristalına nəzərən azalır. Elektrik keçiriciliyinin sönmə dərinliyi dozanın artması ilə artır və ikinci səviyyəyə keçmə temperaturu yüksək temperaturlar oblastına doğru sürüşür. Öyrilərdən hesablanmış elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə enerjiləri hesablanmış və cədvəldə verilmişdir.

Şəkil 2-də (əyri 5,6)  $GaS\langle Er\rangle 0,1$  at % monokristalının  $\lambda=455nm$  və  $\lambda=475nm$  dalğa uzunluqlu monoxromatik işıqla işıqlandırıldıqda fotokeçiriciliyin temperatur asılılığı verilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi fotokeçiriciliyin dəyişmə xarakteri dalğa uzunluğundan asılı eyni qanunauyğunluqla dəyişir.  $T=140\div 185K$  temperatur intervalında fotokeçiriciliyin aktivləşmə enerjisi  $E=0,48eV$  olan eksponensial qanunla dəyişir. Temperaturun sonrakı artmasında isə  $\Delta\sigma_f$  zəifləyir və  $\Delta\sigma_f \leq \sigma_f$  temperatur oblastında isə  $\Delta\sigma_f$  qiyməti temperaturun artması ilə azalır. Düşən şüanın intensivliyinin dəyişməsi  $\Delta\sigma_f$ -nin temperaturdan asılılığının xarakteri hiss ediləcək dərəcədə dəyişdirmir. Bu onunla əlaqədardır ki,  $GaS\langle Er\rangle 0,1$  at % monokristalında qeyri taraz daşıyıcıların rekombinasiyası, daşınması və yaranması mikrokristallik faza ilə əlaqədardır. Digər halda isə yaşama müddəti temperaturla aktiv olaraq azalır.

Əgər aşağı temperaturlarda ( $T<280K$ ) qeyri taraz yükdaşıyıcıların rekombinasiyası tunnel xarakterlidirsə və ona uyğun olaraq temperaturdan asılı deyilsə, müşahidə olunan aktivləşmə enerjisi qeyri-taraz yükdaşıyıcıların yürüklüyünün aktivliyi ilə təyin olunur, hansı ki, potensial çəpərin artması ilə əlaqədardır. Potensial çəpər oblastında temperaturun artması ilə rekombinasiya hallarının mümkün artımı fotokeçiriciliyin temperaturdan asılılığını yüksək temperatur oblastında zəiflədir.



Şək. 3.  $GaS:Er 0,1$  at % monokristalının şüalanmadan əvvəl və sonra fotolüminessensiya spektrləri  
a)  $GaS:Er - D_\gamma=0$ ; b)  $GaS:Er - D_\gamma=30$  krad; c)  $GaS:Er - D_\gamma=100$  krad

Şəkil 3-də Er ilə aşqarlanmış  $GaS$  monokristalının şüalanmadan əvvəl (əyri 1) və şüalanmadan sonra (əyri 2,3) fotolüminessensiya spektrləri  $77K$  temperaturda göstərilmişdir. Aşqarlanmış kristalda  $\lambda=496, 546, 551, 555nm$  maksimumlar müşahidə olunur. Şüalanmadan sonra ( $D=30,50krad$ ) spektrlərin intensivlikləri artır. Belə kristallarda rekombinasiya proseslərində əsas rolu sürətli - s və asta - r mərkəzləri oynayır. Şüalanmadan sonra  $GaS\langle Er\rangle 0,1$  at % monokristalında yeni - r mərkəzlərinin yaranması və onların konsentrasiyasının,  $Ga$  vakansiyalarının konsentrasiyasından böyük olması fotolüminessensiyanın artmasına və elektrik keçiriciliyinin azalmasına səbəb olur. Bu mərkəzlər digər asta rekombinasiya mərkəzləri kimi akseptor tiplidir.

Beləliklə  $\gamma$ - şüaları ilə GaS<Er>0,1 at % monokristalını şüalandırdıqda həssas - r rekombinasiya mərkəzlərini kompensasiya edən dayaz akseptor səviyyələri yaranır ki, bu da fotohəssaslığın və luminessensiya spektrlərinin artmasına səbəb olur.

### *Ədəbiyyat*

1. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Физматгиз.м.1963.
2. Ламперт М.А.. Марк П. Инжекционные токи в твердых телах. Мир. Москва 1973.с416

## **ВЛИЯНИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ СВОЙСТВА ЛЕГИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ (Er) МОНОКРИСТАЛЛОВ GaS.**

**Т.Б. Тагиев**

**Резюме:** Исследовалось влияние облучения  $\gamma$ - квантами с энергией  $E_\gamma = 1,33$  МэВ и дозой  $D_\gamma = 30-100$ крад на электрические, фотоэлектрические и фотолюминесцентные свойства монокристаллов GaS, легированных Er. На основе анализа экспериментальных данных установлено, что при легировании примесями редкоземельного элемента Er и  $\gamma$ -излучений фоточувствительность и интенсивность фотолюминесцентного излучения в исследуемых образцах увеличивается. Для объяснение наблюдаемых характеристики предложен модель образование дефектов.

**Ключевая слова:** облучения, легирования, излучения, энергия, интенсивность, фотопроводимость.

## **THE INFLUENCE OF GAMMA-RADIATION ON ELECTRICAL, PHOTOELECTRICAL, LUMINESCENT PROPERTIES OF MONOCRYSTAL GaS DOPED WITH RARE SURFACE ELEMENT (Er)**

**T.B. Taghiyev**

**Abstract:** The influence of gamma-quanta with the energy of 1.33eV on electrical, photoelectrical, luminescent properties of GaS 0.1at% layered monocrystal irradiated with  $D = 30-100$ krad doses at room temperature has been studied. It has been established that the value of electroconductivity decreases at the low value of radiation  $D \leq 50$ krad, and the intensity of photoconductivity and luminescence increases. Defect formation model has been offered in order to explain the observed characteristics.

**Key words:** dose, intensity, luminescence, electroconductivity, doping, radiation defect, monocrystal