

UDC: 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

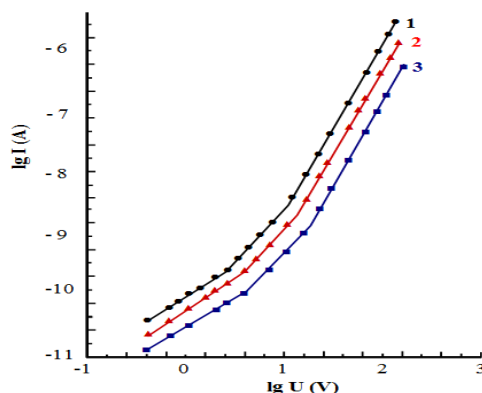
Xülasə: Enerjisi 1,33eV olan qamma kvantlar ilə D=30-100 krad dozalarda otaq temperaturunda şüalandırılmış GaS 0,1at % laylı monokristalının elektrik, fotoelektrik və lüminessensiya xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, şüalanma dozasının kiçik qiymətlərində $D \leq 50$ krad elektrik 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 γ -kvantları ilə D=30÷100 krad dozalarla Co⁶⁰ izotopu əsasında yığılmış URİ qurğusunda şüalandırılmışdır. Omik kontaktlar kristalın şərtlərinə 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 əyrilərində üç hissə: xətti J~U, kvadratik J~U² və kubik J~U³ müşahidə olunur. Şüalanmadan sonra əyrinin xarakteri dəyişmir, ancaq cərəyanın qiyməti tədqiq olunan gərginlik oblastında kiçilir. Şüalanma dozasından asılı olaraq omik oblastdan kvadratik və kubik oblasta keçid qiymətləri böyük gərginlik oblastına doğru sürüşür.

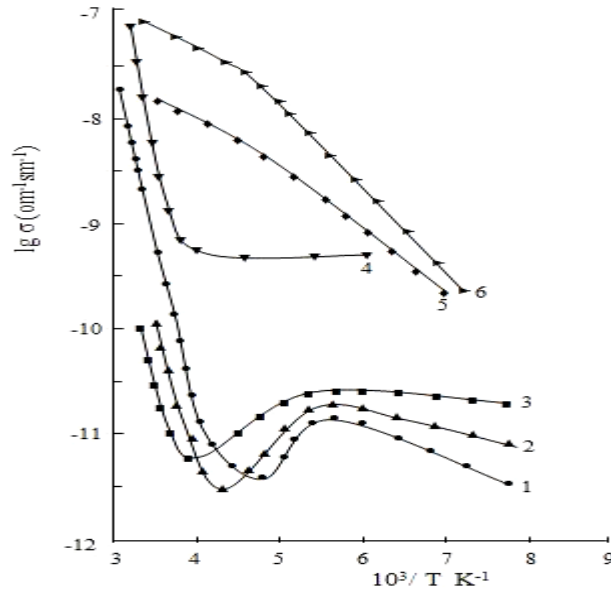


Şək. 1. GaS<Er> 0,1 at% monokristalının otaq temperaturunda VAX
1. $D\gamma=0$, 2. $D\gamma=30\text{krad}$, 3. $D\gamma=50\text{krad}$

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^{-3}	Tutma faktoru, θ	Konsentrasiya, sm^{-3}
GaS	1,054	$2,4 \cdot 10^{13}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$4,2 \cdot 10^8$
GaS<Er>0,1 at%, $D\gamma=0$	0,134, 1.028	$2,1 \cdot 10^{12}$	$1,44 \cdot 10^{-3}$	$6,08 \cdot 10^7$
GaS<Er>0,1 at%, $D\gamma=30\text{krad}$	0,063; 0,880	$9,8 \cdot 10^{11}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$3,77 \cdot 10^7$
GaS<Er>0,1 at%, $D\gamma=50\text{krad}$	0,036; 0,880	$6,2 \cdot 10^{11}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^7$

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



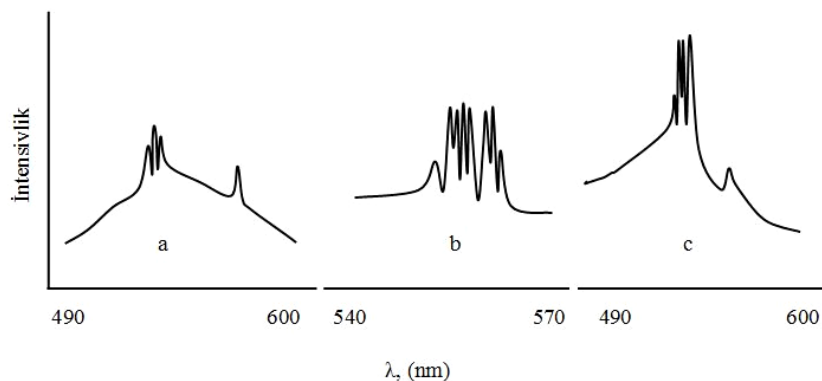
Şək. 2. GaS:Er 0,1 at % monokristalının elektrik keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı
 1- GaS: Er 0,1 at % $D_\gamma=0$ 2- GaS: Er 0,1 at % $D_\gamma=20$ krad; 3- GaS: Er 0,1 at % $D_\gamma=50$ krad
 4- GaS təmiz; 5- GaS:Er, 0,1 at % $\lambda=478$ nm; 6- GaS: Er, 0,1 at % $\lambda=455$ nm

Qrafikə nəzər saldıqda görürük ki, təmiz GaS monokristalının elektrik keçiriciliyinin $T=125\div 185K$ intervalında dəyişmir, $T=185\div 300K$ intervalında isə kəskin artır. GaS monokristalının 0,1at % Er ilə aşqarladıqda elektrik keçiriciliyində kəskin dəyişikliklər baş verir. Belə ki, $T=142\div 185K$ 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 şüalandırıdıqda 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<Er>0,1 at % monokristalına nəzərən azalır. Elektrik keçiriciliyinin sönmə dərinliyi dozanın artması ilə artır və ikinci səviyyəyə keçmə temperaturu yüksək temperaturlar oblastına doğru sürüşür. Əyriyədən hesablanmış elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə enerjiləri hesablanmış və cədvəldə verilmişdir.

Şəkil 2-də (əyri 5,6) GaS<Er>0,1 at % monokristalının $\lambda=455nm$ və $\lambda=475nm$ dalğa uzunluqlu monoxromatik işıqla işıqlandırdıqda 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<Er>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 tunel 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 fotoluminessensiya 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) fotoluminessensiya spektrləri 77K temperaturda göstərilmişdir. Aşqarlanmış kristalda $\lambda=496, 546, 551, 555$ nm maksimumlar müşahidə olunur. Şüalanmadan sonra ($D=30,50$ krad) spektrlərin intensivlikləri artır. Belə kristallarda rekombinasiya proseslərində əsas rol sürətli - s və asta - r mərkəzləri oynayır. Şüalanmadan sonra GaS<Er>0,1 at % monokristalında yeni - r mərkəzlərinin yaranması və onların konsentrasiyasının, Ga vakansiyalarının konsentrasiyasından böyük olması fotoluminessensiyanın artmasına və elektrik keçiriciliyinin azalmasına səbəb olur. Bu mərkəzlər digər asta rekombinasiya mərkəzləri kimi akseptor tiplidir.

Beləliklə γ - şüaları ilə GaS<Er>0,1 at % monokristalını şüalandırıqda həssas - r rekombinasiya mərkəzlərini kompensasiya edən dayaz akseptor səviyyələri yaradır ki, bu da ftohəssaslığın 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

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

T.B. Taghiyev

Institute of Radiation Problems of ANAS
tbtagiyev@mail.ru

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.

Keywords: dose, intensity, luminescence, electroconductivity, doping, radiation defect, monocrystal

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

Т.Б. Тагиев

Институт Радиационных Проблем НАНА
tbtagiyev@mail.ru

Резюме: Исследовалось влияние облучения γ -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 γ -излучений фоточувствительность и интенсивность фотолюминесцентного излучения в исследуемых образцах увеличивается. Для объяснения наблюдаемых характеристик предложен модель образования дефектов.

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