

## QAMMA ŞÜALANMANIN GeS MONOKRISTALININ VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASINA TƏSİRİ

A.S. ƏLƏKBƏROV, L.V. ƏLİYEVƏ, Ş.E. ƏLİYEVƏ

*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*

*Bakı, Ü.Hacıbəyov küç., 34*

Son illətdə GeS laylı monokristalına olan maraq xeyli artmışdır. Amerikan alimləri sübut etmişlər ki, xüsusi texnologiyanın köməyi ilə alınmış anostruktur külli miqdarda günəş enerjisini akkumulyasiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Radiasiya şüaları, o cümlədən qamma şüalanma laylı kristallara əlavə defektlər yaradır. Həmin defektlər əvvəlki kristalla müqayisədə daha fəthəssas strukturların yaradılmasına yeni imkanlar açır. Volt-ampere xarakteristikasının (VAX) tədqiqi yüksək müqavimətli kristallarda zəbt etmə səviyyəsinin dərinliyini, yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını, lokal səviyyələrin qadağan olunmuş zonada paylanmasının xarakterini müəyyən etməyə imkan verir.

**Açar sözlər:** nanostruktur, volt-ampere xarakteristikası, qamma şüalanma, zəbt etmə səviyyələri, monoporiyar injeksiya, tələlərin tam dolma gərginliyi, fotokeçiricilik.

**PACS:** 72.40

Elmi ədəbiyyatdan məlumdur ki, laylı kristallar digər maddələrlə müqayisədə güclü anizotropluğu ilə seçilir.

Bu tip kristalların digər xarakterik cəhəti onların fiziki xassələrinə radiasiya şüalanmasına əsaslı təsir göstərməsidir [1].

Aparığımız tədqiqat işində məqsəd yüksəkmüqavimətli ( $\sim 10^6\text{--}10^8 \text{Om}\cdot\text{sm}$ ) *p*-GeS laylı monokristalında injeksiya cərəyanının gərginlikdən asılılığı və bu prosesə müxtəlif dozalı (30krad və 100krad) qamma şüalanmasının təsirinin öyrənilməsidir.

GeS polikristalını sintez etmək üçün xüsusi müqaviməti  $500\text{Om}\cdot\text{sm}$  olan germaniumdan, V-5 markalı kükürddən istifadə olunmuşdur. Sintez prosesi havası  $10^{-4}$  mm.c.st. sorulmuş, daxili diametri 12mm, uzunluğu 15sm olan kvarts ampulalarda birbaşa əritmə metodu ilə aparılmışdır. Sintez prosesinin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün germanium polikristalını həvəngdəstədə toz halına salınaraq tərzidə çəkilmiş və sobanın temperaturu tədricən artırılmışdır [2].

*p*-GeS laylı monokristalını Bricmen üsulu ilə yetişdirilmişdir. Sobanın yuxarı hissəsinin temperaturunu  $700^\circ\text{C}$ , aşağı hissəsinin temperaturunu isə  $600^\circ\text{C}$  seçilmişdir. Ampulanın zonalar arasında keçmə sürəti 2mm/saat olmuşdur. Polikristalların rentgen-faza analizi D8ADVA markalı difraktometrə,  $100 \leq 2\theta \leq 80^\circ$  bucaq intervalında tədqiq olunmuşdur. Laylararası məsafə TOPAS və EVA proqramları əsasında hesablanmışdır [3].

*p*-GeS laylı monokristalının VAX kristalın baza müstəvisində çıxarılmışdır. Onun kontaktları gümüş pastasından hazırlanmışdır. Qamma şüalanmanın mənbəyi kimi  $\text{Co}^{60}$  izotopu seçilmiş, bütün ölçülər otaq temperaturunda aparılmışdır.

Yüksək müqavimətli kristallarda elektrik keçiriciliyi mürəkkəb mexanizmə malikdir. Bunun səbəbi, gərginliyin müəyyən qiymətindən sonra, elektrik sahəsinin təsiri ilə yüksəkdaşıyıcıların kontaktlardan injeksiya etmək nəticəsində fəza yüklərinin yaranmasıdır. İkiqat loqarifmik müstəvidə injeksiya cərəyanının gərginlikdən asılılığı, adətən, üç oblastdan ibarət olur. Gərginliyin kiçik qiymətlərdə injeksiya cərəyanının artımı xətti qanunla dəyişir:  $j = en_0\mu V/d$ , burada  $e$ -elementar yük,  $n_0$ -yükdaşıyıcıların konsentrasiyası,  $\mu$ -yükdaşıyıcıların yürüklüyü,  $V$ -kontakt-

lararası gərginlik,  $d$ - kontaktlararası məsafədir. Lampert müəyyən etdi ki, tələlərin konsentrasiyası böyük olan yüksəkmüqavimətli maddələrdə xətti oblastdan cərəyanın kəskin artım oblastına keçid birbaşa deyil, «kvadratik zəbt olunma» oblastından keçir [4]. Gərginliyin bu qiymətlərində elektrodlardan injeksiya olunan sərbəst yükdaşıyıcıların konsentrasiyası termodinamik fazalıqda olan yüksəkdaşıyıcıların konstruksiyasından kəskin şüətdə artır. Müstəvi elektrodlu laylı kontaktlarda volt-ampere xarakteristikası

$$J \approx 10^{-3} \frac{\mu e V^2}{d^3} \left[ \frac{A}{\text{sm}^2} \right]$$

qanunu ilə dəyişir.

Əgər yarımkeçiricidə dayaz tələlər mövcuddursa, elektrodlardan injeksiya olunan yükdaşıyıcıların bir hissəsi həmin tələlər tərəfindən zəbt olunur və cərəyanın artmasına mane olur. Tələlər tərəfindən yükdaşıyıcıların zəbt olunma əmsalı

$$\theta = \frac{N_c}{N_t} \cdot \exp\left(-\frac{E_t}{kT}\right)$$

düsturu ilə müəyyən olunur. Burada,  $N_c$  -keçirici zonaya injeksiya olunmuş yükdaşıyıcıların konstruksiyası,  $N_t$  -dayaz tələlərin konstruksiyası,  $E_t$ -tələlərin keçirici zonanın enerji potensialıdır.

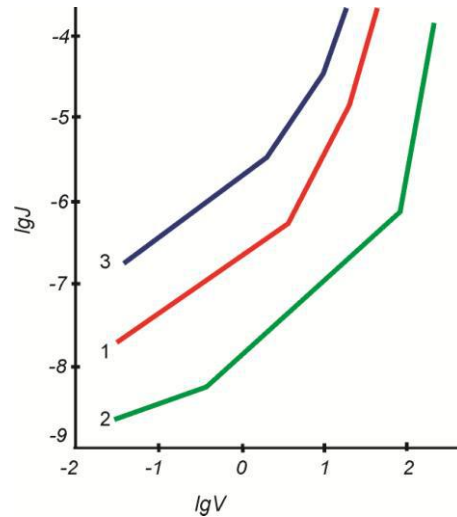
Dayaz tələlər yükdaşıyıcıların bir hissəsini zəbt etdiyindən injeksiya cərəyanı azalarsa, kvadratik Çayld-Lənqun qanunu ödənilir. Yüksəkmüqavimətli laylı kristallarda, o cümlədən *p*-GeS laylı kristallarda, dayaz tələlərlə yanaşı dərin tələlər də mövcuddur və onlar qadağan olunmuş zonada bircins paylanmışdır. Bu tip tələlərin təsiri nəticəsində cərəyan şiddəti gərginlikdən daha kəskin asılı olaraq dəyişəcək. Tələlərin tam dolma gərginliyindən sonra, yüksəkdaşıyıcıları zəbt edəcək dərin səviyyələr də tam dolduğundan, injeksiya cərəyanı  $J \sim U^n (n > 2)$  qanunu ilə artır. Təcrübələr göstərir ki, GeS laylı monokristalında  $n \approx 3$  təsadüf edir.

Yüksəkmüqavimətli kristalların VAX-na, xətti, kvadratik və kubik oblastlarında keçid gərginliklərinə

xarici faktorlar, o cümlədən qamma şüalanma güclü təsir göstərir [5]. Otaq temperaturunda, müxtəlif şüalanma dozalarında (30krad və 100krad), injeksiya cərəyanının kontaktlar arasındakı gənginlikdən asılılıq qrafiki (ikiqat laqorifmik miqyasda) şəkildə göstərmişdir. Qrafikdən göründüyü kimi, aşağı şüalanma dozasında (30krad) injeksiya cərəyanının qiyməti azalır, kvadratik zəbtolunma oblasti ilə daha geniş gənginlik intervalını əhatə edir. Bunun səbəbi şüalanmanın təsiri ilə kristalda radiasiya defektlərinin yaranmasıdır. Həmin defektlər elektrodlardan injeksiya etmiş yüksəkdaşıyıcıları zəbt etdiyindən cərəyanın azalması müşahidə edilir. Yüksəkdaşıyıcıların konsentrasiyası az olduğundan tələlərin tam dolma gənginliyi böyük qiymət alır.

Şüalanma dozası 100krad etdikdə injeksiya cərəyanının artması, kvadratik zəbtolunma oblastının daralması baş verir. Şüalanmanın təsiri ilə dərin tələlər tərəfindən zəbt olunmuş yükdaşıyıcılar injeksiya cərəyanına yeni nəsil yükdaşıyıcılar əlavə edir ki, bu da tələlərin tam dolma gənginliyinin azalmasına, cərəyan şiddətinin isə kəskin artmasına səbəb olur [6].

Aparılan tədqiqatın nəticələri onu deməyə əsas verir ki, şüalanmanın kiçik dozalarında (30krad) yaranmış radiasiya defektləri yükdaşıyıcıları zəbt etdiyindən injeksiya cərəyanı azalır, yüksək dozalı şüalanmada isə, əksinə, tələlər tərəfindən zəbt olunmuş yükdaşıyıcılar cərəyanı kəskin artır.



Şəkil 1. 1- şüalanmadan əvvəl; 2-  $\varphi=300\text{krad}$   
3-  $\varphi=100\text{krad}$

Beləliklə, p-GeS laylı monokristalının qamma şüalanmadan əvvəl və sonra aparılmış VAX-nın tədqiqi göstərir ki, bu kristalda cərəyan keçiriciliyi monopolyar injeksiya hadisəsi ilə bağlıdır.

- |   |   |
|---|---|
| [1] P.C. Мадатов, А.С. Алекперов, О.М. Гасанов, Р.Б. Байрамов. Прикладная физика, 2014, №5, с.76-80 | [4] М. Ламперт, П. Марк. Инжекционные токи в твёрдых телах. М, Мир.1973, с.416.   |
| [2] А.С. Алекперов, Р.С. Мамедов, О.М. Гасанов. Радиотехника. 2014, в.178, с.59-62.                 | [5] А.З. Абасова, Р.С. Мадатов, В.И. Стафеев. Радиационно-стимулированные процессы в халькогенидных структурах. В, Элм. 2010, с.6 |
| [3] Р.С. Мадатов, А.С. Алекперов, Дж.А. Магеррамова. Кристаллография, 2015.                         | [6] А.С.Ələkbərov, G.Ş.Микайилова. Fizika XIX, М1, s.22-24.   |

A.S. Alekperov, L.V. Aliyeva, Ch.E. Aliyeva

### INFLUENCE OF GAMMA-QUANTUM ON VOLT – AMPERE CHARACTERISTIC OF GeS MONOCRYSTAL

Based on the analysis of a single crystal laminate CVC GeS, clothed with gamma-rays it is detected that at irradiation low doses (30krad) the injection current decreases and the voltage limit filling of traps increases. And at high irradiation doses (100krad) dependence is preserved, but the current value increases. In single crystals of layered mechanism of current flow is due to mono polar injection.

А.С. Алекперов, Л.В. Алиева, Ш.Э. Алиева

### ВЛИЯНИЕ ГАММА ИЗЛУЧЕНИЙ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНУЮ ХАРАКТЕРИСТИКУ МОНОКРИСТАЛЛА GeS

На основе анализа ВАХ слоистого монокристалла GeS, облученного гамма-квантами обнаружено, что при низких дозах облучения (30krad) инжекционный ток уменьшается, напряжение предельного заполнения ловушек увеличивается. А при больших дозах облучения (100krad) характер зависимости сохраняется, однако значение тока увеличивается. В слоистых монокристаллах механизм прохождения тока обусловлен монополярной инъекцией.

Qəbul olunma tarixi: 02.03.2015