

NAZİLƏ MAHMUDOVA,
İBRAHİM QASIMOĞLU
AMEA Naxçıvan Bölməsi

E-mail: nazile.mahmudova.2017@mail.ru

γ-ŞÜASININ TƏSİRİNDƏN SONRA CuGaSe₂ MONOKRİSTALINDA MƏNFİ FOTOVOLTAİK EFEKTİN YARANMASI

γ – şüalarının təsirindən sonra CuGaSe₂ monokristallarında yaranan mənfəi fotovoltaiik effektin qiyməti və işarəsinin dəyişməsi müşahidə olunmuşdur. Alınan nəticələrdən istifadə edərək lokal səviyyələr və kristalın enerji səviyyələri haqqında məlumat almağın mümkün olduğu göstərilmişdir.

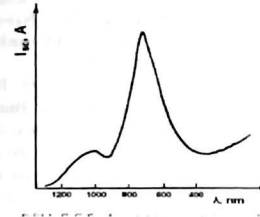
Açar sözlər: qısa qapanma cərəyanı, fotovoltaiik effekt, CuGaSe₂.

CuGaSe₂ monokristalı A¹B^{III}C^{VI}₂ qrupuna daxil olan yarımkeçirici birləşmələr ailəsinə mənsubdur və xalkopirit strukturunda kristallaşır (fəza qrupu D¹²_{2d}). Obyektin qadağan olunmuş zonası, günəş elementləri üçün optimal olan qiymətə yaxındır (300 K-də E_g = 1,65 eV). Bu birləşmə yarımkeçirici cihazqayırırma, xüsusilə fotoelementlər, işıqyeyədicici cihazların hazırlanmasında böyük üstünlüyə malikdir. Texniki məqsədlər üçün istifadəyə yararlıdır. Bizim təərimizdən həmin nümunədə müsbət fotovoltaiik effekt öyrənilmişdir [1]. Hazırkı işdə isə mənfəi fotovoltaiik effektə aid işlərin nəticələri verilmişdir. Işıqlanma MDR-23 cihazı vasitəsilə həyata keçirilmişdir. Qısa qapanma cərəyanının dalğa uzunluğundan asılılığını ölçmək üçün nümunə dəqiq olan elektro-metrik voltmetrə (B7-30) birləşdirilmişdir. Ölçmələr azot temperaturunda aparılmışdır. Kristallar qaz daşıyıcıları üsulu ilə alınmışdır. Daşıyıcı rolunu yod oynamışdır. Keçiricilik p-tipdir. Nümunəyə qurğuşun konteynerdə yerləşən ⁶⁰Co izotoplarından çıxan γ-şüaları ilə təsir edilmişdir. Qamma kvantın enerjisi 1,25 MeV-dir. Təcrübələr müqavimətləri 10²-10⁷ Om·cm tərtibində olan iynəşəkilli kristallarda aparılmışdır. Mövzunun aktuallığı ondan ibarətdir ki, ilk dəfə olaraq xarici təsirin hesabına kristalın potensial çəpərinin hündürlüyünün dəyişməsi ilə fiziki xassələrini idarə etmək üçün yeni bir iş görülmüşdür. Məsələn, A¹B^{VI} kristallarında (CuGaSe₂ onların analogudur) aşqarlar vasitəsilə polikristallik layların ölçülərini dəyişməklə bunu həyata keçirmişlər [2]. Biz isə bunu γ-şüaları vasitəsilə defektlər yaratmaqla həyata keçiririk. Aparılan təcrübələr göstərir ki, bu defektlər keçiricilikdə fəal iştirak edirlər. Məsələnin qoyuluşu – CuGaSe₂ monokristallarının təmiz nümunəsində qısa qapanma cərəyanının spektral asılılığını müəyyənləşdirdikdən sonra, γ-şüası ilə zaman etibarli ilə (t = 5; 15; 30 dəq.) şüalandırıldıqdan sonra, fiziki xassələrdə baş verən dəyişmələrin öyrənilməsi, konkret olaraq γ- kvantlarının təsirindən sonra meydana çıxan mənfəi fotovoltaiik effektin tədqiq olunmasından ibarətdir. Təcrübənin metodikasi isə ilkin və şüalanmadan sonrakı spektrlərin müqayisəsinə əsaslanaraq həyata keçirilmişdir.

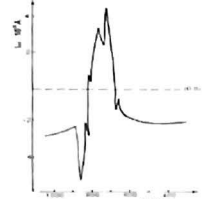
Şəkil 1-dən görüldüyü kimi, sönmənin mövcud olması kristalın qadağan olunmuş zonasında “γ” və “s” rekombinasiya mərkəzlərinin olmasından xəbər verir.

Şəkil 2-dən görüldüyü kimi, γ-şüasının təsirindən sonra mənfəi fotovoltaiik effekt təsvir edən əyri mürəkkəb forma almışdır və xarici təsirin hesabına, təmiz kristalın spektrində müşahidə olunmayan incə quruluş elementləri meydana çıxmışdır.

Bizə görə bu yeni quruluşlar böyük enerjiyə malik γ- kvantların maddənin atomları ilə toqquşması hesabına yaranan Kompton effektinin nəticəsidir. Güclü zərbədən sonra maddənin atomları yerini dəyişmiş və əmələ gələn defektlər konsentrasiyasının artması-na səbəb olmuşdur.

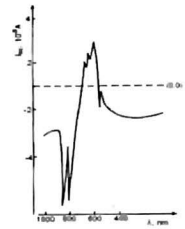


Şəkil 1. CuGaSe₂-də qısa qapanma cərəyanının spektral asılılığı.

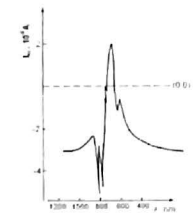


Şəkil 2. CuGaSe₂ –də γ-şüalanmasının təsirindən sonra (5 dəq.) qısa qapanma cərəyanının spektral asılılığı.

Şəkil 2, 3, 4 spektrlərindən görüldüyü kimi, γ – şüalanmadan sonra fotovoltaiik effekt işarəsinə dəyişir. Γ-şüalarının gücünün artmasından asılı olaraq, mənfəi fotovoltaiik effektin qiymət və işarəti də ona uyğun olaraq dəyişir. Axırncı təcrübədə şəkil 4-də spektrin kiçik bir hissəsi müsbət voltaiik effektə məxsus olmuşdur. Şüalanmadan sonra çəkilən spektrlərin aşqarlara aid hissəsində yeni kəskin maksimumların meydana gəldiyini müşahidə etmək olar. Bunları elektron-deşik cütünün yaranması ilə də izah etmək olar. Yeni maksimumlar CuGaSe₂-də mövcud olan luminessensiya maksimumları ilə eynilik təşkil edir [3].



Şəkil 3. CuGaSe₂-də γ-şüalanmanın təsirindən sonra (15 dəq.) qısa qapanma cərəyanının spektral asılılığı.



Şəkil 4. CuGaSe₂-də γ-şüalanmanın təsirindən sonra (30 dəq.) qısa qapanma cərəyanının spektral asılılığı.

γ-şüasının gücünü təcrübədən-təcrübəyə artırıraq da qısalığı əldə edilən mənfəi fotovoltaiik effektin qiymətinin dəyişməsi, bizzə anomol fotovoltaiik effektin mövcudluğunu göstərir. Eyni ilə anomol fotokeçiricilikdə olduğu kimi, CuGaSe₂ monokristalında yaranan mənfəi fotovoltaiik effektini yeni yaranan eksitonlar və aşqar səviyyələri ilə də əla-

NEGATIVE PHOTOVOLTAIC EFFECT IN A γ -IRRADIATED
CuGaSe₂ SINGLE CRYSTALS

The changing of value and sign of negative photovoltaic effect has been observed in γ -irradiated CuGaSe₂ single crystals. It was shown that by using the experimental results one can obtain information on local and energy levels in crystal.

Keywords: short circuit current, photovoltaic effect, CuGaSe₂.

(Akademik Cavad Abidinov tərəfindən təqdim edilmişdir)

qələndirmək olar. $E < E_g$ oblastında mənfəi fotovoltaiik effektin yaranması üçün aşqar səviyyələrin boşalması mühüm rol oynayır. Belə fərz edirik ki, sərbəst yüklərin yerini dəyişməsi eksitonların dağılmasına səbəb olur, bu isə öz növbəsində donor-akseptor səviyyələrinin konsentrasiyasının artması deməkdir. Eksitonların parçalanması elektrik sahəsi ilə də baş verir. CuGaSe₂ monokristalında öz analoqlarına ($A^{II}B^{VI}$) uyğun olacaq, səthdəki cərəyanlar həcmdəki cərəyanları üstələyir. Bunu fotocərəyanın qiymətinin müxtəlif gərginliklərdə müxtəlif olması ilə izah edə bilərik [4]. Kiçik müqavimətə malik olan kristallarda, xüsusən kompensasiya olunmuş kristallarda Fermi səviyyəsi valent zonası ilə akseptor səviyyəsi arasında yerləşir. Akseptorların konsentrasiyası ($N_a - N_d$)-dən asılı olur. γ -şüasının gücünü artırıdınca yeni yaranan donorlar tərəfindən [5] sərbəst deşiklərin tutulması keçiriciliyin kompensasiya olunmasına gətirib çıxarır.

Fermi səviyyəsi qadağan olunmuş zonaya tərəf hərəkət etməyə başlayır. Bununla da kristalın müqaviməti artır, yəni keçiriciliyin azalmasını müşahidə edirik. Bunu şəkil (2; 3; 4) spektrinə baxanda görürük. γ -şüasının gücünü artırıdınca mənfəi fotovoltaiik effektin spektri bütöv olaraq aşağıya sürüşür ki, bu cərəyanın qiymətinin azalması deməkdir. Nəticə ondan ibarətdir ki, γ -şüasının gücünü dəyişməklə mənfəi fotovoltaiik effektin spektrinə təsir etmiş oluruq. Bu da yuxarıda deyildiyi kimi, potensial çəpərin boyunun dəyişməsi hesabına baş verir, bu isə γ - şüasının təsirindən sonra yaranan defektlər hesabına spektrin istənilən formada yuxarı və aşağıya doğru hərəkət etdirilməsini təmin edir. Şəkil 2; 3; 4 spektrlərindən görünür ki, γ -şüasının gücündən asılı olaraq mənfəi fotovoltaiik effektin spektri öz qiymət və istiqamətini dəyişir. Bu faktordan istifadə etməklə kristalın optik oxu, enerji quruluşu haqqında söz deyə bilərik, həmçinin lokal səviyyələr haqqında məlumat əldə edə bilərik.

ƏDƏBİYYAT

1. Kasumoglu İ., Bagirov A. Photovoltaic effect in CuGaSe₂ // Fizika, 2002, c. 8, № 2, s. 19-22.
2. Сердюк В.В., Стис Л.Е., Гиретски А.Е., Чермерсюк Г.Г., Штилевич А.М. Прыжковая проводимость в халькогенидных стеклообразных полупроводниках // ФТР, 1984, v. 1, т. 18, с. 142-146.
3. Mudriy A.V., Bodnar I.V., Victorov I.A., Gremenjuk V.F., Patuk A.I., Shakin I.A. Exitonic photoluminescence properties of CuInSe₂ and CuGaSe₂ semiconductor compounds // Salford, 8-12 sept., 1997, pp. 413-416.
4. Касумоглу И., Мамедова И. А., Мехтиева Г.С. Влияние поляризуемого поля на прыжковую проводимость в монокристаллах CuGaSe₂ // АМЕА-нын Хəbərləri, 2012, № 2, s. 93-96.
5. Брацловский У.Ю., Брудный В.Н. // ФТР, 1974, т. 8, v. 5, с. 963-965.

Назиля Махмудова, Ибрагим Касумоглу

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В
Г-ОБЛУЧЕННОМ МОНОКРИСТАЛЛЕ CuGaSe₂

После γ -облучения в монокристаллах CuGaSe₂ наблюдалось изменение значения и знака отрицательного фотоэффекта. Показано, что используя результаты исследования, можно получить информацию о локальных и энергетических уровнях кристалла.

Ключевые слова: ток короткого замыкания, фотовольтаический эффект, CuGaSe₂.