

# Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> MONOKRİSTALINDA FOTOKEÇİRİCİLİYİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

A.H.Kazımzadə, L.H.Həsənova, Ə.Z.Məmmədov, S.Ə.Cahangirova, M.Ə.Aslanov

*Bakı Dövlət Universiteti*

CuInS<sub>2</sub>-In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> sisteminin hal diaqramının tədqiqi bu sistemdə yeni üçqat Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> birləşməsinin alındığını göstərmişdir [1]. Ərimə temperaturu 1080<sup>0</sup>S olan birləşmə polimorfizmə malikdir və 800<sup>0</sup>S-də başqa modifikasiyaya keçir. Rentgenoqrafik tədqiqatlar göstərmişdir ki, Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristal monoklin struktura malikdir və onun parametrləri aşağıdakı kimidir: a=6,60 ; b=6,91 ; c=8,12A<sup>0</sup>; β=89; z=1.

Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> tezbuxarlanan bütün maddələrin sintezi zamanı istifadə edilən təhlükəsizlik tədbirlərinin nəzərə alındığı xüsusi sobalarda sintez olunmuş və yavaşəritmə üsulu ilə təkmil monokristal göyərtilmişdir. Alınmış monokristallar metallik parıltıya və layvari quruluşa malikdir. Baxılan işdə 77-300 K temperatur intervalında və 1,00-2,50 eV enerji diapazonunda Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalının fotokeçiriciliyinin xüsusiyyətləri öyrənilmişdir. Lazımı ölçüdə nümunələr monolit monokristaldan kəsilərək hazırlanır və təbii halda kəsilmiş layların səthi güzgü parıltısına malik olduğundan, onların mexaniki işlənməyə ehtiyacı olmur. Nümunələrə gümüş pastasından omik kontakt qoyulmuşdur. Fotokeçiriciliyin ölçülməsi spektral ayırma qüvvəsi 10-15 A<sup>0</sup> olan modulyasiya metodu ilə aparılmışdır. Ölçülən nümunələr monoxromatordan sonra qoyulmuş kriostatda yerləşdirilmişdir. Modulyasiya tezliyindəki siqnal B9-2 sinxron detektoru ilə U-2-6 gücləndiricisində qeyd olunmuşdur.

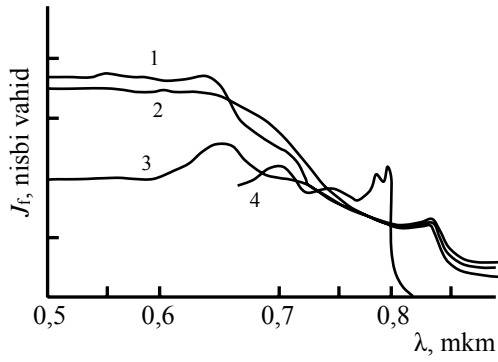
Fotokeçiriciliyin spektral asılılığı otaq və azot temperaturunda adi və polyarizə olunmuş işıqla çıxarılmışdır (şəkil 1). Bütün temperaturalarda fotokeçiriciliyin spektrində fundamental udma sərhəddində (E=1,52 eV) struktur müşahidə olunur ki, bu struktur Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalının udma spektrinin tədqiqi zamanı da müşahidə olunmuşdur və baxılan kristalda eksiton udma mexanizmi ilə izah olunmuşdur [2].

İşdə 77-300 K temperatur intervalında Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalının fundamental udma oblastında lüks-ampere xarakteristikası da ölçülmüşdür. Aşağı temperatur intervalında 10<sup>12</sup>-10<sup>16</sup> kV/sm<sup>2</sup>-s intensivlikdə məxsusi udma oblastında VAX xəttidir. Otaq temperaturunda VAX zəif işıqlanmada xətti, orta və güclü işıqlanmada isə xəttiə yaxındır.

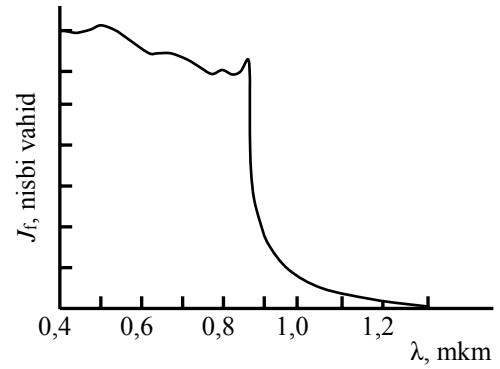
Udma sərhəddinin uzundalğalı hissəsinin forması azot və otaq temperaturunda kəskin fərqlənir. 77 K -də fotocəryanın qiyməti praktiki olaraq sıfıra qədər azalır.

Yüksək temperaturalarda udma sərhəddinin uzundalğalı sərhəddində fotokeçiriciliyin spektral asılılığı tamamilə başqa xarakter daşıyır. Şəkil 1 və 2-də fotokeçiriciliyin 1,60 eV-dən 1,2 eV-ə qədər uzanan „quyruğu” aşkar müşahidə olunur. Otaq temperaturunda Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalında fotokeçiriciliyin „quyruğunun” meydana gəlməsi və 77 K-də onun müşahidə olunmaması adi aşqar fotokeçiricilik mexanizmi ilə çətinliklə izah olunur, belə ki bu halda baxılan hadisənin əksi müşahidə olunmalı idi, yəni yüksək temperaturalarda aşqar fotokeçiricilik görünməzdi və o, yalnız temperatur aşağı düşdükcə meydana gələrdi. Fotokeçiriciliyin „quyruğunun,, müşahidə olunması keyfiyyətcə Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalında işığın təsirlə yükdaşıyıcıların kompensəedici aşqar səviyyələrindən həyəcanlaşması ilə izah oluna bilər.

Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalında J<sub>f</sub> fotokeçiriciliyinin nisbi kvant effektivliyinin 1,25-2,50 eV oblastında tədqiqi göstərmişdir ki, 77 K-də E>1,7 eV qiymətlərində J<sub>f</sub> azalır. Otaq temperaturunda isə əksinə artaraq müəyyən sabit qiymətə yaxınlaşır (Şəkil 1,2).



Şəkil 1. Adi və polarizə olunmuş işığın təsiri ilə 20 mkm qalınlıqlı  $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$  monokristalında yaranan fotokeçiriciliyin spektral asılılığı: 1,4 ( uyğun olaraq 300 və 77 K) adi işıqla; 2- $E//C$  (300 K); 3- $E \perp C$  (300 K)



Şəkil 2. Qalınlığı 40 mkm olan  $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$  monokristalında fotokeçiriciliyin nisbi kvant effektivliyinin paylanma əyrisi ( $T=300\text{ K}$ ).

Fundamental udma oblastında fotokeçiriciliyin qiyməti tədqiq olunan nümunənin səthi halından əsaslı asılıdır, belə ki, səth hallarının sayı çox olduqca səthi rekombinasiyanın sürəti artır, bu isə fotocərəyanın azalmasına səbəb olur.  $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$  monokristalının səthi bütün layvari kristalların malik olduğu kristallik quruluşun xüsusiyyətlərinə görə xarici mühitdən atom və molekulların kimyəvi adsorbsiyasına həssas deyil. Buna görə fundamental udma oblastında əksər layvari kristallar yüksək fotokeçiriciliyə malik olur və bu xüsusiyyət layvari kristalları praktiki cəhətdən perspektivlidir.

Tədqiq olunan nümunənin fundamental udma oblastında otaq temperaturunda fotokeçiriciliyin nisbi kvant effektivliyinin praktiki olaraq sabit qiymət alması maddənin səthinin ətalətliyi ilə izah olunur.

Temperatur aşağı düşdükcə fundamental udma oblastında fotokeçiriciliyin azalmasını isə səthi rekombinasiyanın rolunun artması ilə izah etmək olar. Fundamental udma sərhəddindən böyük enerjide fotokeçiricilikdə müəyyən strukturlar müşahidə olunur. Onların təbiətini öyrənmək üçün fotokeçiriciliyə işığın polarizasiyasının təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki,  $E//C$  halında spektrdə əsaslı dəyişiklik yoxdur.

## ƏDƏBİYYAT

1. В.И.Тагиров, Н.Ф.Гахраманов, А.Г.Гусейнов. Новый класс тройных полупроводниковых соединений типа  $\text{A}_3\text{B}_5\text{C}_9$ , Баку 2001
2. Л.Г.Гасанова, А.З.Магамедов « Фотоэлектрические и оптические свойства монокристаллов  $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ . Ашгабад 1991 с.210-212