

NADİR TORPAQ METALLARININ GeSe LAYLI MONOKRİSTALININ FOTOELEKTRİK VƏ OPTİK XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

A.O. DAŞDƏMİROV, A.S. ƏLƏKBƏROV

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,

Bakı şəhəri, Azərbaycan Respublikası

aydin60@inbox.ru

GeSe laylı monokristalın spektrin infraqırmızı oblastında fotohəssas yarımkeçirici maddədir. Nadir torpaq metalları, əsasən laylar arasında interkalyasiya etməklə kristalların fiziki xassələrinə, o cümlədən fotoelektrik və optik xassələrinə təsir edir. Müəyyən edilmişdir ki, Nd atomları aşqar defektləri yaratmaqla fotokeçiricilik spektrində əlavə maksimum vardır. Aşqarın konsentrasiyası artması FK spektrində qeydə alınan incə quruluşların silinməsinə səbəb olur.

Açar sözlər: laylı monokristal, nadir torpaq metalları, eksiton, fotokeçiricilik, udulma spektri

PACS: 81.05.-t

Laylı kristalların əsas fərqləndirici cəhətlərindən biri onların fiziki xassələrinin, o cümlədən fotokeçiriciliyinin güclü anizotropluğu malik olmasıdır. Bunu nəzərə alaraq həm GeSe, həm də GeSe:Nd monokristallarının FK spektri polyarlaşmış işıqda aparılmışdır. Bunun üçün MDP-2 monoxromatoru üzərində qurulmuş qurğuda nümunənin üzərinə düşən işıq polarizatorndan keçirilərkə alınmışdır.

Nd aşqarlarının GeSe laylı kristalının FK spektrinə təsirini müəyyən etmək üçün kristalın özünün FK spektrini tədqiq etmək lazımdır.

1-ci şəkildəki qrafikdən görüldüyü kimi, GeSe kristalının FK spektrində məxsusi udulma oblastında, ($T=100\text{K}$ temperaturunda, $E//a$ polyarizasiyasında) zona-zona keçidi ilə bağlı $h\nu_1=1,4$ eV və $h\nu_2=1,57$ eV maksimumları qeydə alınmışdır.

Kristallik GeSe kristalı düzkeçidli yarımkeçirici maddə olub, otaq temperaturunda qadağan olunmuş zonanın eni $E_g=1,29$ eV-dur [1].

$\Lambda_1 \rightarrow \Lambda_1$ keçidi $E//a$ polyarizasiyasında düz keçidlə bağlı olub enerjisi $h\nu_1=1,4$ eV-dur.

$\Lambda_2 \rightarrow \Lambda_2$ keçidi $E//b$ polyarizasiyasında düz keçidlə bağlı olub enerjisi $h\nu_2=1,57$ eV-dur.

Aşağı temperaturlarda ($T=100\text{K}$) enerjisi $E=1,35\text{eV}$ olan maksimum eksiton dissosiasiyası nəticəsində yaranır [2,3,6]. Həmin müəlliflər kristaldakı eksiton fotokeçiriciliyinin aşağıdakı mexanizmlərini təklif etmişlər:

–eksiton kristaldakı rəqslər–fononlardan səpilərkə elektron və deşiklərlərə dissosiasiya olunmaqla fotocərayən yaradır;

–kristalda stixometriyadan kənarlaşması nəticəsində zonalar arasında yaranan keçidlər eksiton keçiriciliyini stimullaşdırır;

–ışığın təsiri ilə generasiya olunan eksiton kristalda miqrasiya etməklə ya anni-hilyasiya olunmaqla işıq şüalandırır, ya da aşqar atomları ilə toqquşaraq elektron-deşik cütünə dissosiasiya olunur.

Birinci varianta gəldikdə temperaturun aşağı düşməsi ilə eksiton piki kiçilməli idi. Belə ki, temperaturun enməsi kristalda fononların eksponensial olaraq azlmasına səbəb olur. Təcrübədə isə, əksinə, temperaturun azalması həmin maksimumun kəskin artması qeydə alınır.

İkinci variant o zaman doğru olardı ki, eksitonun dissosiasiya olunması ilə yaranan elektron və deşiyin effektiv yaşama müddəti fononlar tərəfindən generasiya olunan elektron və deşiklərin yaşama müddətindən böyük olsun. Bu fakt eksitonların termik generasiyası zamanı mümkün deyil.

Üçüncü varianta gəldikdə, həqiqətən də $h\nu_{max}=1,32$ eV uyğun maksimumu GeSe kristalında miqrasiya edən eksitonların kation vakansiyalarından fotoaktiv parçalanması ilə əlaqələndirmək olar.

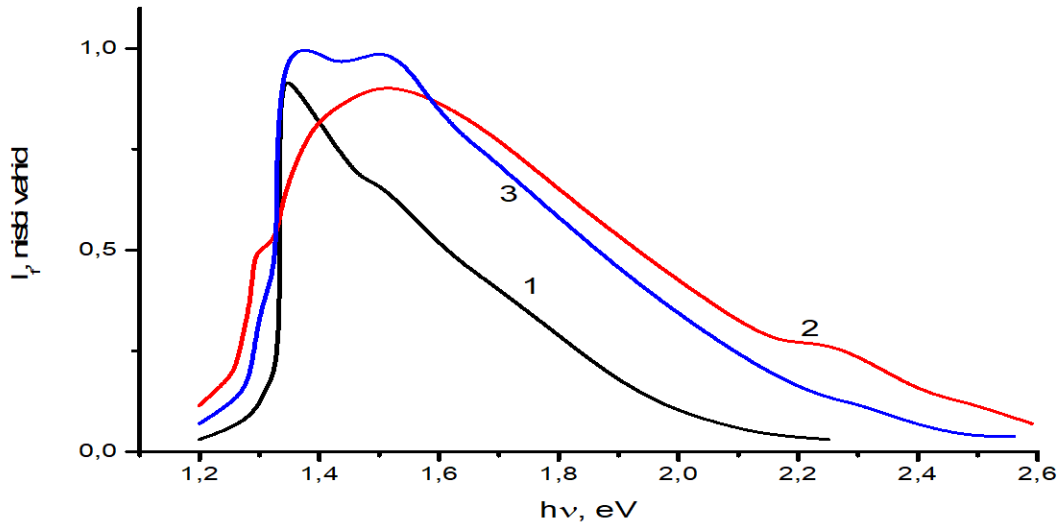
Stexiometriyadan kənarlaşmalar kristalda çoxsaylı ($10^{17} \div 10^{18} \text{ sm}^{-3}$) məxsusi defektlərin–kation vakansiyalarının yaranması kristalın elektrik keçiriciliyində “metallik” keçiriciliyin yaranmasına səbəb olur.

GeSe kristalına nəzərə alınacaq dərəcədə Nd aşqarının daxil edilməsi və Nd atom radiusunun ($0,96\text{Å}$) Ge atom radiusundan ($0,67\text{Å}$) kifayət qədər böyük olması kristalda əlavə defektlərin generasiya olunmasına gətirib çıxarır. Aşqar atomlarının vakansiyalarda lokallaşması vakansiyaların sayını azaltmaqla yanaşı yeni növ nöqtəvi defektlərin–aşqar defektlərinin konsentrasiyasını artırır ki, həmin defektlər də FK spektrində $h\nu_{max}=1,11$ eV uyğun maksimum yaradır (şəkil 2).

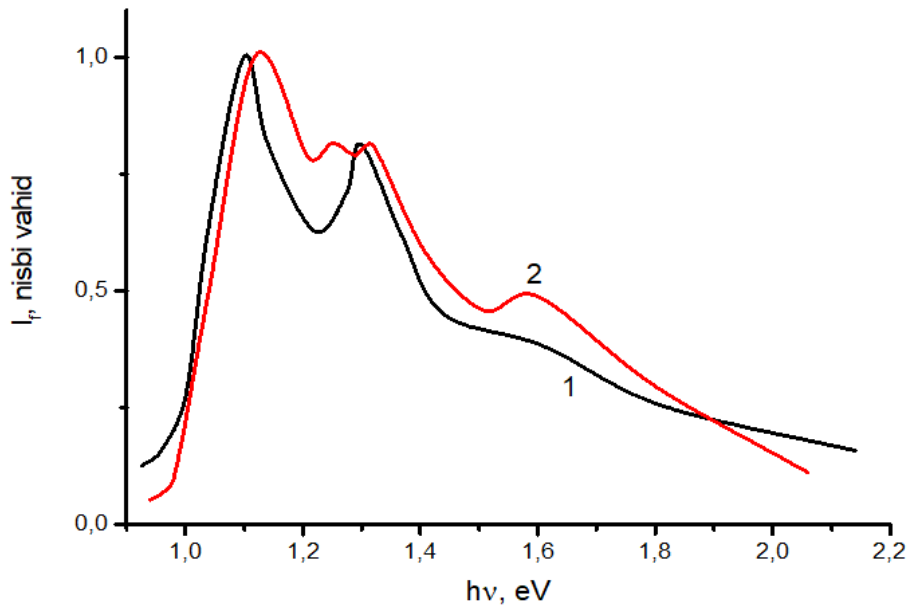
Vurulan aşqarın konsentrasiyasının sonrakı artımı kation vakansiyalarını kom-pensasiya etməklə yanaşı kristalın həcmində, interkalyasiya nəticəsində laylar arasında əlavə defektlər və atom kompleksləri yaradır, FK spektrində qeydə alınan incə quru-luşların silinməsinə səbəb olur (şəkil 3).

GeSe laylı kristalında, aşağı temperaturlarda, yaranan eksiton effektləri yalnız FK spektrində deyil, işığın udulma spektrində də mühüm rol oynayır.

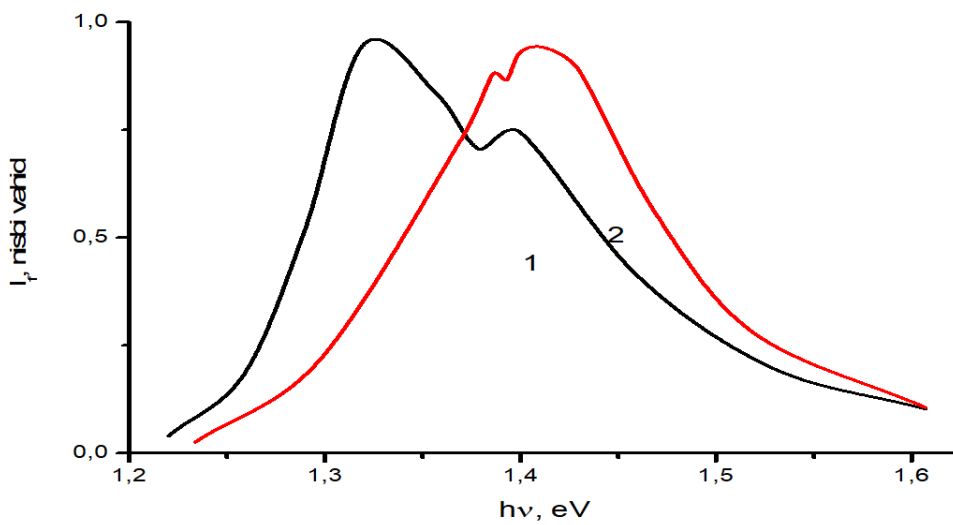
Yarımkeçirici kristalların zona quruluşu, qadağan olunmuş zonanın enini təyin etmək üçün ən dəqiq informasiyaları optik xassələrin tədqiqindən əldə etmək mümkündür. Müəlliflər [4-5] GeSe monokristalında udulmanın eksiton kənarını tədqiq etmişlər. Tədqiqat obyektini kimi Bricmen metodu ilə yetişdirilmiş qalınlığı $5 \div 100$ mkm olan laylı monokristallardan istifadə olunmuşdur. Ölçmələr 80K temperaturda, enerjinin $1,2 \div 1,6\text{eV}$ qiymətlərində aparılmışdır.



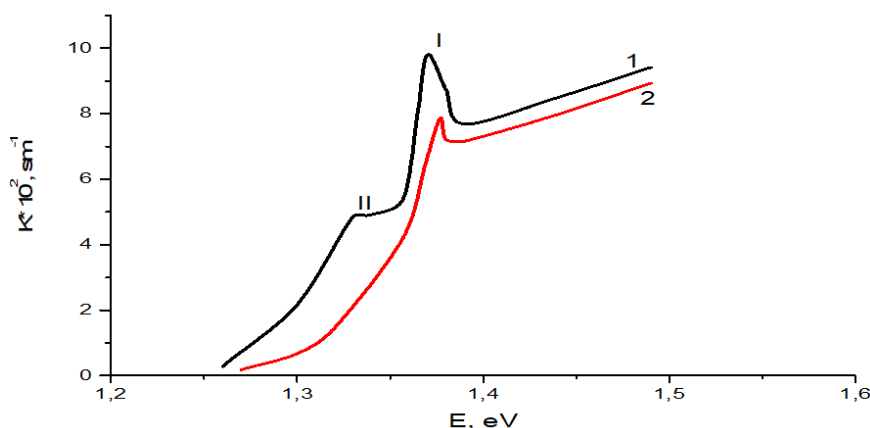
Şəkil 1. GeSe kristalının fotokeçiricilik spektri. 1- $E//a$; 2- $E//b$; 3-təbii işıq ($T=100$ K)



Şəkil 2. GeSe:0,5% Nd kristalının fotokeçiricilik spektri. 1- $E//a$; 2- $E//b$; ($T=100$ K).



Şəkil 3. GeSe:Nd 1,0atm% laylı monokristalının fotokeçiricilik spektri. 1- $E//a$; 2- $E//b$; ($T=200$ K).



Şəkil 4. GeSe kristalında işığın udulma spektri. 1–E//a; 2–E//b; (T=80 K).

Digər laylı kristallar kimi GeSe kristalı da optik xassələrində güclü anizotropluğa malikdir. Bu mənada ölçmələr polyarlaşmış işıqda aparılmışdır. Işıq kristalın (a,b) müstəvisinə perpendikulyar, c oxuna paralel istiqamətində salınmışdır.

4-cü şəkildən göründüyü kimi, GeSe laylı kristalında udulma əmsalının tezlikdən asılılığı mürəkkəb xarakter daşıyır. E//a polarizasiyasında udulma əmsalı enerjinin 1,3 eV qiymətində kəskin artır. Halbuki, E//b polarizasiyasında həmin maksimum qeydə alınmır. Bu da kristalın anizotropluğunu sübut edir. E//a polarizasiyasında müşahidə edilən 1,362 eV uyğun maksimumu E//b polarizasiyasında zəif maksimum şəklində qeydə alınır.

Nümunənin qalınlığı azaldıqca udulma əmsalının artması baş verir [6-7]. Belə ki, müəlliflər udulma spektrini qalınlığı $2 \div 10$ mkm olan nümunələr üçün də aparmışlar[8]. Belə nazik lövhələri almaq üçün nümunənin səthinə yapışqanlı lent bərkidilmiş, sonra sistem benzola salınmışdır. Lent benzol tərəfindən həll edildikdən sonra kristal tədqiq edilmişdir.

Digər laylı kristallar kimi GeSe kristalı da optik xassələrində güclü anizotropluğa malikdir. Bu mənada ölçmələr polyarlaşmış işıqda aparılmışdır. Işıq kristalın (a,b) müstəvisinə perpendikulyar, c oxuna paralel istiqamətində salınmışdır.

- | | |
|---|--|
| <p>[1] В.А.Тагай, В.Н.Бондаренко, А.Н.Красико, Д.И.Блецкан, В.И.Шека. ФТП. 18, (3) 1433, 1976.</p> <p>[2] А.П.Захарчук, С.Ф.Терехова, С.М.Тодоров, Г.Г.Цебуля. ФТП. 10, (9) 2367, 1976.</p> <p>[3] М.Р.Лиситса, А.Р.Захарчук, С.Ф.Терехова, Г.Г.Цебуля, Л.К.Младов, С.М.Тодоров. Phys. Status Solidi B, 75, (1) K51, 1976.</p> <p>[4] Д.А. Гусейнова, А.М. Кулибеков, И.К. Нейманзаде. ФТП. 17, (2), 738, 1983.</p> | <p>[5] Д.А.Гусейнова, А.М.Кулибеков, Г.С.Оруджев. ФТП. 19, (6) 2059, 1985.</p> <p>[6] Т.Фукунэга, С.Сугай, Т.Киносада, К.Мурасе. Sol. St. Commun. 38, (3) 1049, 1981.</p> <p>[7] Ф.М. Гашизмзаде, Д.А. Гусейнова, А.М. Кулибеков, И.К. Нейманзаде, Г.С. Оруджев. Препринт Института Физики АН Аз.ССР, (47) 1982.</p> <p>[8] F.M.Gashimzade, D.G.Guliyev, D.A.Guseinova, V.Y.Shteinshrayber. J. Phys. Condens. Matter. 4, (3) 1081, 1992.</p> |
|---|--|

A.O. Dashdamirov, A.S. Alekperov

PHOTOELECTRIC AND OPTICAL OF GeSe LAYERED SINGLE CRYSTAL OF RARE EARTH METALS EFFECT ON PROPERTIES

GeSe layered single crystal is a photosensitive semiconductor material in the infrared region of the spectrum. Rare earth metals affect the physical properties of crystals, including photoelectric and optical properties, mainly by intercalating between layers. It was found that Nd atoms create an additional maximum in the photoconductivity spectrum by creating additional defects. Increasing the concentration of the additive leads to the deletion of fine structures recorded in the FC spectrum.