



Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005"
International Conference "Fizika-2005"
Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9
İyun
June 2005
Июнь

№42
səhifə
page 169-170
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

**Cu₃In₅S₉ MONOKRİSTALINDA OPTİK SABİTLƏRİN ANİZOTROPIYASI
VƏ ELEKTROOPTİK EFEKT**

ABASOVA A.Z., HƏSƏNOVA L.H.

Bakı Dövlət Universiteti, Z.Xəlilov küç.23, 4390523

Cu₃In₅S₉ monokristalı layvari quruluşa malik olduğundan onda anizotropiyanın varlığı gözlənilir. Bunu təsdiqləmək üçün müxtəlif kristalloqrafik istiqamətlərdə sındırma əmsalının dispersiya əyriləri çıxarılmış və bu əmsalları xarakterizə edən parametrlər hesablanmışdır.

Elektrooptik effektin (EO) tədqiqi Cu₃In₅S₉ monokristalında elektrooptik effektin kvadratik, yəni kristalın simmetriya mərkəzinə malik olduğu müəyyən edilmişdir.

CuInS₂-In₂S₃ sisteminin hal diaqramının tədqiqi bu sistemdə yeni üçqat Cu₃In₅S₉ birləşməsinin əmələ gəldiyini göstərmişdir [1]. Ərimə temperaturu 1080°C olan birləşmə polimorfizmə malikdir və 800°C-də başqa modifikasiyaya keçir. Rentgenoqrafik tədqiqatlar göstərmişdir ki, Cu₃In₅S₉ monokristalı monoklin struktura malikdir və onun parametrləri a=6,60; b=6,91; c=8,12Å⁰; β=89; z=1.

Tədqiq olunan maddə tezbuxarlanan bütün maddələr üçün nəzərdə tutulan təhlükəsizlik tədbirlərinin nəzərə alındığı xüsusi sobalarda sintez edilmiş və yavaşəritmə üsulu ilə təkmil Cu₃In₅S₉ monokristalı göyərtilmişdir. alınmış monokristallar metallik parıltıya və layvari quruluşa malikdir.

Struktur təhlildən görüldüyü kimi Cu₃In₅S₉ birləşməsi monoklin qəfəsə malikdir, lakin a=b və β≈90. Ona görə optik sabitlərin təhlilində Cu₃In₅S₉-un strukturunu psevdotetraqonal götürmək olar. Baxılan işdə optik sabitlər iki istiqamətdə araşdırılmışdır. Laylara perpendikulyar istiqamətdə (E||lay) və laylara paralel istiqamətdə (E⊥lay). Kristal layvari olduğundan asanlıqla güzgü səthinə malik istənilən qalınlıqlı nümunə hazırlamaq olar.

Udma və sındırma əmsalını təyin etmək üçün müxtəlif qalınlıqlı nümunələrdə və müxtəlif bucaq altında buraxma əmsalları ölçülmüşdür.

Şəkil 1-də n₀(E||lay) əmsalı və n₁(E⊥lay) sındırma əmsallarının dispersiya əyriləri verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi udma sərhəddinə yaxınlaşdıqca sındırma əmsallarının qiyməti böyüyür [2]. Məlumdur ki, udma əmsalı sındırma əmsalı ilə Zellmeyer ifadəsi ilə əlaqədardır:

$$n^2 - 1 = \sum \frac{f_i}{\omega_{0i}^2 - \omega^2} \quad (1)$$

burada f_i – ossilyatorun gücü, ω_{0i}² – i-ci ossilyatorun məxsusi rəqslərinin tezliyi, ω – düşən işığın tezliyidir. Lakin təcrübi məlumatların təhlilində müəyyən yaxınlaşmaların nəzərə alındığı Zellmeyerin aşağıdakı ifadəsindən istifadə edilir:

$$n_0^2(\lambda) - 1 = s_0 \lambda_0^2 [1 - (\lambda_0 / \lambda)^2] - 1 \quad (2)$$

burada λ₀ – ossilyatorun orta vəziyyəti, S₀ – ossilyatorun orta qüvvəsidir.

(n²-1)-1~f(λ²) asılılığından istifadə edərək işığın müəyyən istiqamətdə yayılması üçün S₀ və λ₀ – 1 təyin etmək olar. Baxılan halda iki cüt parametr (s_{0L}, λ_{0L}, s_{0||}, λ_{0||}) təyin olunur. Onlar kristalın «C» oxuna perpendikulyar (n₀) və paralel (n_{||}) sındırma əmsallarına məxsusdur.

Cu₃In₅S₉ kristallarının elektrooptik xassələrinin tədqiqi otaq temperaturunda adi polarizasiya – optik üsulla aparılmışdır. ölçmələr dəyişən və sabit elektrik sahələrində aparılmışdır. Polarizasiya – optik üsulun əsası ondan ibarətdir ki, işıq polarizator, kristal lövhə və analizator sistemindən keçdikdə nümunədən keçən işığın nisbi intensivliyi aşağıdakı ifadələrlə təyin olunur [3]:

$$J = \cos^2(\alpha - \beta) - \sin 2\alpha \cdot \sin 2\beta \cdot \sin^2 \Gamma(J)/2$$

burada α-polyarizatorda rəqslərin istiqaməti ilə işığın yayılma istiqamətinə perpendikulyar olan indikatrissa kəsiyi ellipsinin baş oxu arasındakı bucaq, β - analizatorda rəqslərin istiqaməti ilə ellipsin həmin oxu arasındakı bucaq, Γ – tədqiq olunan nümunədə iki dalğa

arasındaki fazalar fərqiçdir və aşağıdaki ifadədən təyin olunur:

$$\Gamma(J) = 2\pi d \cdot \Delta n / \lambda$$

burada d – işığın nümunədəki optik yolunun uzunluğu, λ – dalğa uzunluğu, Δn – ikiqat sınmanın dəyişməsidir:

$$\Delta n = n_{ij}^3 r_{ijk} E_k$$

n_{ij} – uyğun kristalloqrafik istiqamətlərdə sındırma əmsalı, r_{ij} – elektrooptik əmsallar, E_k – tətbiq edilən elektrik sahəsinin intensivliyidir. Aparılan təcrübə şəraitində $ij=1,2$; $k=3$.

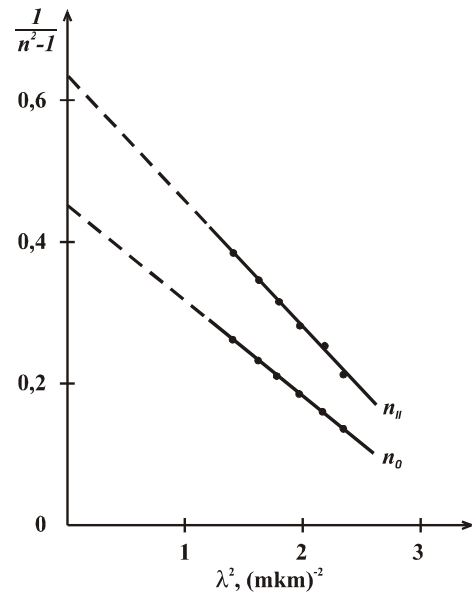
Asanlıqla görmək olar ki, polyarizasiya – optik üsulla yalnız Δn -i ölçmək olar və o r_{ijk} elektrooptik əmsalın işarəsini təyin etməyə imkan vermir və ancaq müəyyən konkret təcrübə şəraitində əmsalların mütləq qiymətlərini ölçməyə imkan verir.

Nümunəyə alçaq tezlikli elektrik sahəsi (10^4 Hs-ə qədər) tətbiq etdikdə məcburi ikiqat sınma əmsalının elektrik sahəsindən asılılığı tətbiq edilən elektrik sahəsi intervalında ($E \sim 5$ kV/sm) kvadratik olur ki, bunu şəkil 2-dən görmək olur (şəkildə 1 əyrisi). Δn -in elektrik sahəsinin intensivliyindən asılılıq əyrisindən $n_{ij}^3 r_{ijk} E_k$ kəmiyyətinin qiyməti hesablanmışdır ($2,3 \cdot 10^{-9}$ SQSE vah.).

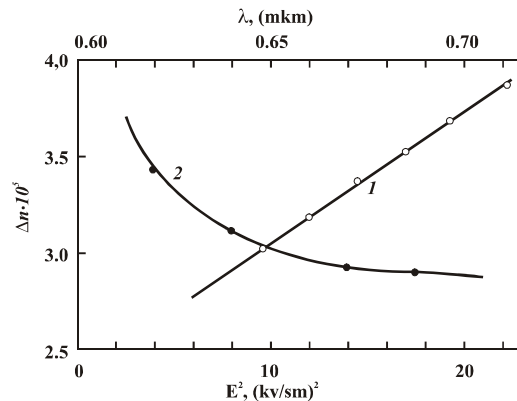
Sonra Δn -in dalğa uzunluğundan asılılığı öyrənilmişdir. Ölçmələr göstərmişdir ki, düşən işığın dalğa uzunluğu kiçildikcə və udma sərhəddinə yaxınlaşdıqca Δn artır (şəkildə 2 əyrisi).

Sabit və dəyişən elektrik sahələrində aparılan ölçmələr göstərmişdir ki, baxılan hallarda Δn -in qiymətləri müxtəlifdir və onlar arasındakı fərq düşən işığın dalğa uzunluğu udma sərhəddinə yaxınlaşdıqca artır (görünür bu onunla əlaqədardır ki, sabit sahə kristal boyunca bərabər paylanmır). $\lambda \approx 0,7$ mkm dalğa uzunluğunda $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ monokristalında fotoeffektin yaranması şüanın düşdüyü sərhəddə həcmi yüklərin toplandığını təsdiqləyir. Belə ki, işığın təsiri ilə elektron-deşik cütünün yaranması şüa ətrafında böyük həcmi yüklər yaradır və bu yüklər kristal daxilində sahəni azaldır.

Təcrübə olaraq $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ monokristalında kvadratik elektrooptik effektin müşahidə olunması bu kristalın simmetriya mərkəzinə malik olduğunu və deməli, onun $P2_1/m$ fəza qrupuna daxil olduğunu təsdiq edir.



Şəkil 1. $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ monokristallarının sındırma əmsalının dispersiya əyriyələri.



Şəkil 2. $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ monokristallarında Δn -in elektrik sahəsinin gərginliyindən ($\lambda = 0,65$ mkm. 1 əyrisi) və dalğa uzunluğundan ($E = 4,0$ kV/sm. 2 əyrisi) asılılıqları.

[1]. Тагиров В.И., Гасанова Л.Г., Магомедов А.З. Электрические свойства нового тройного полупроводникового соединения $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$ – (Неровновесные процессы в твердотельных и газовых плазмах-Баку.- 1983. с.95-96).

[2]. Тагиров В.И., Гасанова Л.Г., Магомедов А.З. Оптические свойства монокристаллов $\text{Cu}_3\text{In}_5\text{S}_9$. (Электрические и оптические свойства вещества. Ваку 1984, с.36-38).

[3]. Сонин А.С., Василевская А.С. Электрооптические кристаллы, (М., Атомиздат, 1971, с.328).