



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

7 - 9
 İyun
 June 2005
 Июнь

səhifə
 page 695-697
 стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

UDMA SPEKTRİNDƏN YARIMKEÇİRİCİNİN OPTİK KEÇİDLƏRİNİN MÜƏYYƏN EDİLMƏSİ MƏRHƏLƏLƏRİ VƏ ONLARIN CuInS_2 MONOKRİSTALINA TƏTBİQİ

SEYİDLİ H. S.¹, HÜSEYNƏLİYEV M. H.²

¹*Azərbaycan Müəllimlər İnstitutu*
Bakı şəhəri, K.Rəhimov küçəsi, 874-cü məhəllə

²*AMEA Naxçıvan Bölməsi, Təbii Ehtiyatlar İnstitutu*
Naxçıvan MR, Naxçıvan şəhəri, H.Əliyev pr. 76

Yarımkeçiricinin udma spektrindən udulmada iştirak edən optik keçidləri fərqləndirib ayırmağın mərhələləri araşdırılmışdır. CuInS_2 monokristalında udulmada $E_{g0}=1,525$ eV və $E_{g1}=1,57$ eV keçidlərinin iştirak etdiyi müəyyən edilmişdir.

Bildiyimiz kimi müəyyən enerji oblastında işığın udulması həmin oblastda fəaliyyətdə olan optik keçidlərin məcmusu hesabına yaranır. Bir qədər mükəmməl analiz aparmaqla yarımkeçiricinin udma spektrindən (və yaxud buraxma spektrindən) bu məcmuya daxil olan keçidləri fərqləndirib ayırmaq mümkündür.

Yarımkeçiricinin udma spektrindən onun qadağan zonasını tapmaq üçün adətən $(\alpha h\nu)^2 \sim f(h\nu)$ asılılığından istifadə olunur [1-5], çünki spektrin fundamental udma oblastında udma əmsalı fotonun enerjisi ilə aşağıdakı münasibətdədir [4,5]:

$$\alpha_0 = \frac{A_0}{h\nu} (h\nu - E_{g0})^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Bir çox hallarda tədqiqatçılar bununla kifayətlənirlər. Lakin nəzərə alsaq ki, əksər yarımkeçirici birləşmələrdə (o cümlədən CuInS_2 -də) valent zonanın kristal sahə parçalanması (crystal field splitting) və spin-orbital parçalanması [6] mövcuddur, udma spektrindən bu enerji səviyyələrini də təyin etmək olar.

E_{g0} -ın udma spektrinə verdiyi payın fonunda udma prosesinə olan növbəti əlavə müəyyən E_{g1} enerjisindən başlayaraq özünü biruzə verəcəkdir. Udma spektində bu əlavə α_0 -ın təcrübi qiymətləi ilə E_{g0} -ın udma spektrinə verdiyi paya əsasən hesablanmış qiymətlər $\tilde{\alpha}_0$ arasındakı fərqə görə tapılır.

$$\alpha_1 = \alpha_0 - \tilde{\alpha}_0$$

Daha sonrakı əlavə E_{g2} -dən başlayacaqdır və bu əlavə $\alpha_2 = \alpha_1 - \tilde{\alpha}_1$ fərqiindən tapıla bilər və s.

Bütün hallarda $(\alpha h\nu)^n \sim f(h\nu)$ asılılığı bizə növbəti optik keçidə cavabdeh olan E_{gi} -ləri tapmağa imkan verir, çünki ümumi asılılıq ifadəsinə görə

$$\alpha_i = \frac{A_i}{h\nu} (h\nu - E_{gi})^n \quad (2)$$

burada A_i -sabit kəmiyyətdir, n isə $\frac{1}{2}$, 2, $\frac{3}{2}$ və 3 qiymətləri ala bilər. n -in aldığı bu qiymətlərə görə keçidlər uyğun olaraq icazə verilmiş (allowed) düz, icazə verilmiş düz olmayan, qadağan olunmuş (forbidden) düz və qadağan olunmuş düz olmayan keçidlərə aid edirlər [7].

Bu prosesi tam yerinə yetirmək üçün (xüsusilə $\tilde{\alpha}_i$ -ləri nəzəri hesablamaq üçün) lazım olan sabitlər qurma ayrıları vasitəsilə müəyyən olunur.

Praktiki olaraq bu iş belə yerinə yetirilir:

1. $(\alpha_0 h\nu)^2 \sim f(h\nu)$ asılılığı qurulur və bu asılılıqdan düz xətt oblastının absis oxu ilə kəsişməsinə əsasən yarımkeçiricinin qadağan zonası (E_{g0}) tapılır;
2. (1) ifadəsinə əsasən
$$2 \lg(\alpha_0 h\nu) = \lg(h\nu - E_{g0}) + 2 \lg A_0 \quad (3)$$
 olduğundan
$$2 \lg(\alpha_0 h\nu) \sim \lg(h\nu - E_{g0})$$
 asılılığı qurulur, buradan $2 \lg A_0$ və $(\tilde{\alpha}_0 h\nu)$ tapılır;
3. $(\alpha_0 h\nu)$ -nün təcrübi qiymətləri ilə (3) tənliyindən hesablanmış $(\tilde{\alpha}_0 h\nu)$ qiymətlərinin fərqiindən
$$\alpha_1 h\nu = \alpha_0 h\nu - \tilde{\alpha}_0 h\nu$$
 təyin olunur.

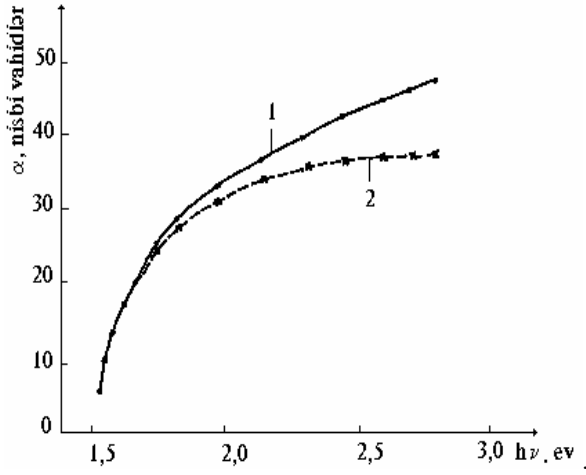
4. $(\alpha_1 h\nu)^n = f(h\nu)$ asılılığını xətti asılılıq alınan variantına əsasən n -in qiyməti tapılır və bu asılılıqdan E_{g1} təyin olunur. İlk baxışda elə görünə bilər ki, n -in qiymətini $\lg(\alpha h\nu) \sim f(\lg h\nu)$ asılılığından tapmaq mümkündür. Bu tamamilə yanlışdır $\lg(\alpha h\nu) \sim f[\lg(h\nu - E_g)]$ -nin xəttiliyi heç də $\lg(\alpha h\nu) \sim f(\lg h\nu)$ -nün xəttiliyi demək deyil.

5. (2) ifadəsinə əsasən $\frac{1}{n} \lg(\alpha_1 h\nu) \sim \lg(h\nu - E_{g1})$

asılılığından $\frac{1}{n} \lg A_1$ təyin olunur və $\tilde{\alpha}_1$ qiymətləri hesablanır.

Qurma prosesi bu qayda ilə davam etdirilərək $\alpha_2 = [\alpha_0 - (\tilde{\alpha}_0 + \tilde{\alpha}_1)] = \alpha_1 - \tilde{\alpha}_1$ qiymətlərinə tətbiq olunmaqla E_{g2} tapılır və s.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, A-ların təyin olunması köməkçi xarakter daşıyır və α -nın həqiqi qiymətindən (təbəqənin qalınlığı nəzərə alınmaqla) və yaxud onun nisbi vahidlərlə ifadə olunmuş qiymətlərindən asılı olaraq dəyişir. A-nın qiymətinin belə dəyişməsi hesablama prosesində E_{gi} -lərin təyininə heç bir təsir göstərmir, yəni hətta yarımkeçirici təbəqənin qalınlığını bilmədən α -nın nisbi vahidlərdə ifadə olunmuş qiymətlərindən istifadə etməklə optik keçidlərin enerjilərini ($E_{g0}, E_{g1}, E_{g2}, \dots$) təyin etmək olar.

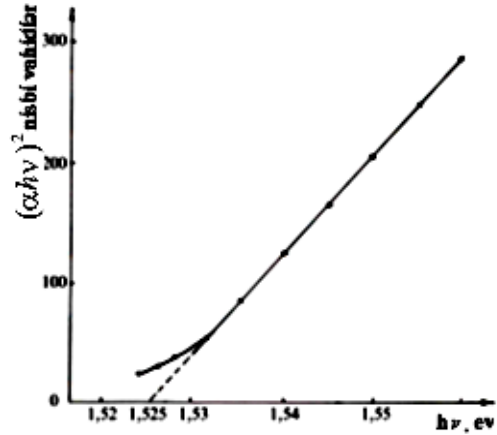


Şəkil 1. 1-CuInS₂ monokristalının udma spektri, 2- $\tilde{\alpha}_0$ -in (3) tənliyindən hesablanmış qiymətləri

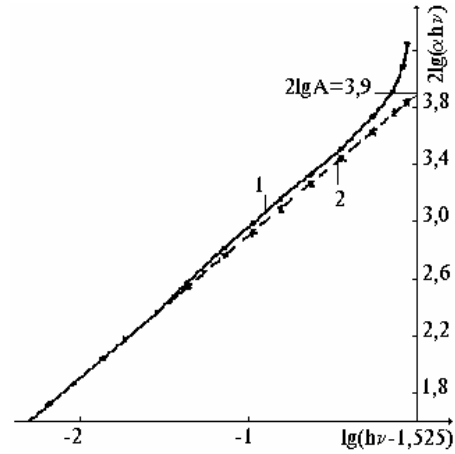
Bu üsulu tətbiq etməklə horizontal Bricmen üsulu [8] ilə alınmış CuInS₂ monokristalının qadağan zonası (E_{g0}) və optik udmaya öz payını verən növbəti keçid (E_{g1}) təyin olunmuşdur

Şəkil 1-də CuInS₂ monokristalının udma spektri göstərilmişdir (1 əyrisi). Qadağan zonanın enini müəyyən etmək üçün $(\alpha_0 h\nu)^2 \sim f(h\nu)$ asılılığı çəkilmiş (şəkil 2) və bu asılılıqdan düz xətt oblastının ($h\nu = 1.53 \div 1.56$ eV intervalında) absis oxu ilə kəsişmə nöqtəsinə əsasən $E_{g0} = 1.525$ eV qiyməti tapılmışdır. Hesablamanın növbəti mərhələsində E_{g0} -in bütün spektr boyu optik udmaya verdiyi pay ($\tilde{\alpha}_0$) müəyyən edilmişdir. Bunun üçün

$2 \lg(\alpha_0 h\nu) \sim f[\lg(h\nu - 1.525)]$ asılılığı qurulmuş $2 \lg A_0 = 3.9$ sabiti təyin edilərək ($\tilde{\alpha}_0 h\nu$)-nün qiymətləri hesablanmışdır (şəkil 3, 2 əyrisi).



Şəkil 2. CuInS₂ monokristalı üçün $(\alpha_0 h\nu)^2$ -nin $h\nu$ -dən asılılığı



Şəkil 3. CuInS₂ monokristalında $2 \lg(\alpha_0 h\nu)$ -nün (1 əyrisi) və $2 \lg(\tilde{\alpha}_0 h\nu)$ -nün (2 əyrisi) $\lg(h\nu - 1.525)$ -dən asılılığı

Optik udmaya növbəti E_{gi} keçidlərinin verdiyi pay

$$\alpha_1 = \alpha_0 - \tilde{\alpha}_0 \text{ fərqiindən tapılmışdır. } n = \frac{1}{2}, 2, \frac{3}{2}, 3$$

qiymətləri üçün $(\alpha_1 h\nu)^n \sim f(h\nu)$ asılılıqları qurulmuş və müəyyən edilmişdir ki, $n=2$ olduqda $h\nu = 1.6 \div 2.8$ eV intervalında xətti asılılıq alınır. Bu asılılıqdan $E_{g1} = 1.57$ eV alınmışdır.

Beləliklə, CuInS₂ monokristalında E_{g0} -in icazə verilmiş düz keçid, E_{g1} -in isə icazə verilmiş düz olmayan keçid olduqları müəyyən edilmişdir. İcazə verilmiş $E_{g1} = 1.57$ eV olan düz olmayan keçidi valent zonasının Brillüen zonasının mərkəzinə yaxın yerləşən (çox güman ki, T və ya N nöqtələrində) maksimumundan keçirici zonanın mərkəzdə yerləşən minimumuna olan keçid kimi xarakterizə etmək olar [2].

-
- [1]. R.Vaidhyanathan, S.L.Pinjare and J.Sobhanadri. Thin Solid Films, 105, 1983, p. 157-162
- [2]. H.Neumann, W.Horiq, V.Savelev, J.Lagzdonis. Thin Solid Films, 79, 1981, p. 167-171
- [3]. C.Rincon, J.Gonzalez, G.Sanchez. Il Nuovo Cimento, vol. 2D, №6, 1983 p. 1895-1899
- [4]. D.S.Sutrave, G.S.Shahane, Turkish Journal of Physics, vol 24, №1, 2000, p. 63-76
- [5]. K.Singh, Turkish Journal of Physics, vol. 21, №12, 1997, p. 1247-1254
- [6]. J.L.Shay and J.H.Wernick, «Ternary Chalcopyrite Semiconductors: Growth, Electronic properties and Applications», Perqamon, Oxford 1975
- [7]. D.Bhattacharya, S.Choudhuri and A.K.Pal, Vacuum, 43, 313, 1992
- [8]. T.Q.Qasimov, M.H.Hüseynəliyev, M.S.Sadiqov, Azərbaycan SSR EA-nın xəbərləri, №5, 1987, s.72-75