

CuGaIn₂Se₅(30%) VƏ ...CH₂-CH₂-CH₂-CH₂...(70%) (PE) ƏSASLI NAZİK TƏBƏQƏ KOMPOZİTİNDƏ TEZLİKDƏN ASILI BƏZİ PARAMETRLƏRİN TƏYİNİ

S.İ. ƏHMƏDOVA, Y.Q. ƏSƏDOV, Q.H. HÜSEYNOV, G.M. AĞAMİRZƏYEVA

AMEA-nın H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu,

Bakı, Az-1143, H.Cavid 131,

g.guseinov@rambler.ru

CuGaIn₂Se₅(30%) və ...CH₂-CH₂-CH₂-CH₂...(70%) tərkibli nazik təbəqə kompoziti sintez edilmişdir. Bir neçə fiziki parametrlər üçün nümunədə tezlikdən asılı: kondensatorun tutumu (*c*), dielektrik itkisi (*D*), dielektrik nüfuzluğunun həqiqi (ϵ'), xəyali (ϵ'') hissələri tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: sintez, quruluş, tezlik, nazik təbəqə.

PACS:678 (075)

Xalkopirit–CuFeS₂ və onun çoxsaylı $A_n^{1+2+}B_m^{3+}X_p^{2-}$ tip analoqları (A^{1+} – Cu, Ag; A^{2+} –Zn, Cd, Hg; B^{3+} –Fe, İn, Ga; X–S, Se, Te) perspektivli maqnit və optiki həssas materiallar kimi uzun illərdə tədqiqatçıların diqqətindədir və onlar əsasında müxtəlif təyinatlı çeviricilər, günəş batareyaları və digər optik cihazlar artıq istifadə olunmaqdadır [1-4]. Qeyd etmək lazımdır ki, son vaxtlar, göstərilən birləşmələrin iştirakı ilə müxtəlif xarakterli dielektriklər əsasında kompozit materialların hazırlanmasına və onlarda müxtəlif amillərin təsiri ilə baş verən fiziki-kimyəvi xassələrin tədqiqinə də maraq artmışdır [5, 6]. Bunu nəzərə alaraq, bu işdə yeni tərkibli defekt tip xalkopirit quruluşlu CuGaIn₂Se₅ və PE (polietilen) əsasında nanoölçülü kompozitdən ibarət nazik təbəqələrin alınması, həmçinin onlarda tezliyin təsiri ilə baş verən dəyişikliklərin tədqiqi şərh edilmişdir. Bunun üçün CuGaIn₂Se₅ kristalları sintez edilmiş, 10 gün ərzində 550°C temperaturunda təbləşdirdikdən sonra müasir D8 difraktometrində onun qəfəs ölçüləri və simmetriyası təyin edilmişdir. Aparılan rentgen-difraksiya eksperimentlərinin “Topas” proqramı ilə işlənməsi göstərmişdir ki, tədqiq edilən kristallar tetraqonal quruluşda kristallaşır və onun qəfəs sabitləri $a=5.669\text{Å}$; $c=11.319\text{Å}$, fəza qrupu $I-42c$. $Z=4$ -dür. Quruluş isə fəza qrupuna görə xalkopiritdən fərqli sulvanitin–Cu₃VSe₄ analoqudur [7].

Növbəti etapda sintez edilmiş kristaldan və PE-dən ibarət kompozit hazırlanmışdır. Kompozit komponentlərin homogen ovuntu qarışığının isti preslənməsi yolu ilə alınmışdır. Kompozitin tərkibi, uyğun olaraq, (30%) CuGaIn₂Se₅ və (70%) PE ibarətdir. Nazik təbəqəli kompozit nümunələrin hazırlanması üsulu aşağıdakından ibarətdir:

CuGaIn₂Se₅ və PE-dən ibarət olan şixta materialını kürəvi farfor dəyirmanında 60mkm və daha kiçik ölçüyədək xırdalanır, sonra alınmış kütləni presformaya qoyulub aşağıdakı kimi isti presləməyə məruz qoyulur:

a) əvvəlcə qarışdırılmış şixta $P=1\text{MPa}$ təzyiq altında PE ərimə temperaturundan ($T_{pk}=160^\circ\text{C}$) aşağı 3 dəqiqə ərzində qızdırılır;

b) sonra təzyiq $P=15\text{MPa}$ -dək yüksəldilir, ərimiş şixta 3 dəqiqə müddətində təzyiq altında saxlanılır;

c) alınan nazik təbəqə nümunəsi bərkitmə yolu ilə soyudulur. Qeyd edək ki, belə soyutma üsulu zamanı təbəqələr daha elastik alınır.

Hazırlanmış nazik təbəqələrin təkrar rentgenoqrafik tədqiqatı aparılmış və müəyən edilmişdir ki, nümunədə yarımkeçirici CuGaIn₂Se₅-in quruluşunda heç bir quruluş dəyişikliyi izlənmir.

Sintez edilmiş kompozitin dielektrik parametrlərini tədqiq etmək üçün onlardan qalınlığı ~170 mkm olan nümunələrin üzərinə gümüş pastası çəkilmiş və kondensatorlar hazırlanmışdır. Rəqəmsal E7-20 immitansi vasitəsilə 102-106 Hz tezlik intervalında $T=300\text{K}$ temperaturunda tutumun (*c*) dielektrik itkisinin (*D*) qiyməti ölçülmüşdür. Ölçü prosesində nümunəyə 1V gərginlik verilmişdir.

Dielektrik itkisinin, tutumun ölçülmüş qiymətlərinə əsasən dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələri aşağıdakı düsturlarla hesablanmışdır.

$$c = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad c = \frac{\epsilon_0 S}{d} ; \quad (1)$$

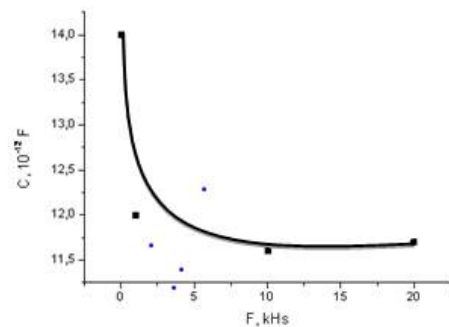
$$\epsilon' = \frac{\epsilon}{\sqrt{1+D^2}} \quad \epsilon' = \frac{\epsilon}{\sqrt{1+D^2}} ; \quad (2)$$

$$\epsilon'' = \frac{\epsilon}{\sqrt{1+D^2}} D \quad \epsilon'' = \frac{\epsilon}{\sqrt{1+D^2}} D \quad (3)$$

Burada *c*-kondensatorun tutumu, *D*-dielektrik itkisi, ϵ' -dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsi, ϵ'' -dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsi, $\epsilon_0=8.85 \cdot 10^{-12}\text{F/m}$ -dir.

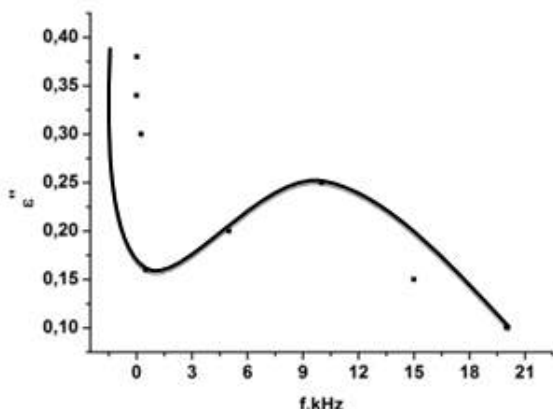
Hesablamaların nəticələrinin təhlilindən müəyən edilmişdir ki:

1. Dielektrik parametrlərinin tezlik asılılığında güclü dispersiya mövcuddur (şəkil 1).



Şəkil 1. Tutumun tezlikdən asılılığı.

2. Tezliyin 0,025 kHs-dən 20 kHs-ə qədər artması ilə tutumun (c), dielektrik nüfuzluğunun (ϵ') həqiqi hissəsinin qiymətləri kəskin azalır. Başqa sözlə c - kondensatorun tutumun və dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin tezlikdən asılılıqları dispers xarakteri daşıyır (şəkil 2).



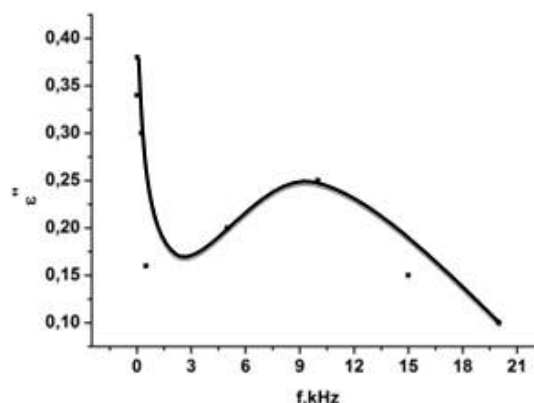
Şəkil 2. Dielektrik itki əmsalının tezlikdən asılılığı.

3. D - dielektrik itkisinin, ϵ'' - dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin tezlik asılılıqlarında, $\epsilon'' = f(F)$ maksimumlar müşahidə edilir (şəkil 3).

Tezlikdən asılı olaraq tutumun, dielektrik nüfuzluğunun və dielektrik itkisinin azalması onunla izah edilir ki, tezliyin artması ilə yüklənmiş zərrəciklər (relaksatorlar) verilmiş gərginliyin $1/4$ periodunda elektrik sahəsinin təsiri ilə relaksasiya edə bilməyərək, sahə boyunca istiqamətlənib keçiriciliyin artmasına səbəb olurlar. D , $\epsilon'' = f(F)$ ayrılığında müşahidə edilən maksimumların əsas səbəbi dipol və dipol qruplarının inertliyidir. Başqa sözlə, tezliyin yarım period müddəti ərzində dipol və dipol qruplarının elektrik sahəsi boyuca oriyentasiya edə bilməmələridir. Belə ki, relaksasiya zamanı $\tau < 1/2f$ qiymətinə

qədər D - artır, $1/2f < \tau$ şərtində dielektrik itkisinin qiyməti azalır.

Aparılan ölçülərin qrafikləri aşağıdakı şəkillərdə göstərilmişdir.



Şəkil 3. Dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin tezlikdən asılılığı.

Beləliklə, CuGaIn₂Se₅ və PE əsaslı nazik təbəqə nümunələri sintez edilmiş və onların dielektrik parametrlərinin tezlikdən asılılığı tədqiq edilmişdir. Alınan nəticələrin analizindən müəyyən edilmişdir ki, kompozitdə tezlikdən asılı olaraq dielektrik itkisinin azalması, əsasən, yükdaşıyıcıların $1/4$ zaman periodunda lokal mərkəzlərə qayıtmamasıdır. Bu isə öz növbəsində, keçiriciliyin artmasına dielektrik itkisinin azalmasına səbəb olur.

Yekun olaraq, ölçülərin aparılması və alınan nəticələrin müzakirəsində göstərdiyi köməyə görə, fizika üzrə elmlər doktoru Ş.M. Həsənlıyə minnətdarlıq etməyi özümüzə borc bilirik.

[1] H. Anant, M.S.Jahangirdar. Solar driven photoelectrochemical water splitting for hydrogen generation using multiple bandgap tandem of CIGS2 PV Cells and Thin Film photocatalyst. University of Central Florida. 2002, 225 p.
 [2] G.E. Delgado, A.J. Mora et. all. Journal of Alloys and Compounds 454, 2008, p. 306-309.
 [3] И.В. Боднаръ. Физика и техника полупроводников. 2007, т. 41, вып.1, p. 27-30.

[4] J.M. Merino, S. Mahanty et. all. Thin Solid Films 361-362, 2000, p. 70-73.
 [5] F.L. Souza, J.W. Gomes, P.R. Bueno et all. Materials chemistry and physics. 2003, v. 80, p. 512.
 [6] Sh.M. Hasanli, A.Ya. Imanova, U.F.Samedova. Surface engineering and applied electrochemistry. 2010, v. 46, № 2, p. 165-168.
 [7] J. Felix, J. Trojer. American mineralogist. 1966, v.51, May-June, p. 890-894.

S.I. Ahmedova, YU.G. Asadov, G.G. Guseyinov, G.M. Agamirzoyeva

DEPENDENCE OF SOME PARAMETERS ON THE FREQUENCY OF THIN FILM COMPOSITE OF CuGaIn₂Se₅ ...CH₂-CH₂-CH₂-CH₂... (PE) COMPOSITION

Thin film composite of CuGaIn₂Se₅ (30%) and ... CH₂-CH₂-CH₂-CH₂ ... (70%) composition is synthesized The dependence of some physical parameters on frequency, such as capacitance c , the real and imaginary parts of the dielectric constant ϵ' and ϵ'' , are obtained.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ОТ ЧАСТОТЫ
ТОНКОПЛЕНОЧНОГО КОМПОЗИТА СОСТАВА $\text{CuGaIn}_2\text{Se}_5$ И ... $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2$... (PE)**

Синтезирован тонкопленочный композит состава $\text{CuGaIn}_2\text{Se}_5$ (30%) и ... $\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2$... (70%). Определены зависимости некоторых физических параметров от частоты, таких как: c - емкость конденсатора, действительная и мнимая части диэлектрической проницаемости ε' и ε'' .

Qəbul olunma tarixi: 14.11.2016