

γ -KVANTLARLA ŞÜALANMIŞ $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ BƏRK MƏHLULLARININ İMPEDANS XARAKTERİSTİKALARI

R.M. SƏRDARLI, F.T. SALMANOV, N.Ə. ƏLİYEVƏ

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Radiasiya Problemləri İnstitutu,
B.Vahabzadə küç., 9,
sardarli@yahoo.com*

$(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarında $25-10^6$ Hz tezlik intervalında γ -şüalanmadan əvvəl və sonra yükdaşıma prosesləri impedans spektroskopiyaya metodu ilə tədqiq olunmuşdur. $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarının dielektrik ölçmələri $20-10^6$ Hz tezlik intervalında aparılmışdır və dielektrik nüfuzluğunun, həmçinin dielektrik itgilerinin tezlikdən asılılığında relaksasiya xarakterli dispersiyanın olduğu müəyyən edilmişdir. $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlul kristallarının dielektrik itgi bucağının tangensinin ($\text{tg}\delta$) tezlikdən asılılığı təkcə relaksasiya ilə deyil həmçinin keçiriciliklə bağlıdır. Relaksasiya tezliyinin $f_p=10^3$ Hz və relaksasiya müddətinin qiymətləri $\tau=10^{-3}$ s hesablanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, $10^5-5 \cdot 10^5$ Hz tezlik intervalında lokallaşmış hallar üzrə elektrikkeçiriciliyi $\sigma \sim f^S$ ($0,1 \leq S \leq 1,0$) qanununa tabe olur. Tezliyin sonrakı artmasında sistemin superior halına keçidi keçiricilikdə ionların artması ilə əlaqədardır.

Açar sözlər: bərk məhlullar, dielektrik nüfuzluğu, relaksasiya müddəti, dielektrik itgisi, relaksasiya polyarizasiyası.

UOT: 621.315.592

PACS: 71.20.Nr, 72.20.Ee, 72.20.Fr, 72.20.Ht

1. GİRİŞ.

$(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlulları $A^{\text{III}}B^{\text{III}}C^{\text{VI}_2}$ laylı-zəncirvari yarımkəçiricilər sinfinə daxildir. Müasir bərk cisimlər fizikası və bərk cisim elektronikasının inkişaf xüsusiyyətləri strukturun nizamsızlığı ilə əlaqədar materialın xüsusiyyətlərinə əsaslanan yeni fiziki xassələrin istifadəsinə əsaslanır. Əgər struktur matrisin düyünlərinin yeridilməsində ideal kriptografik simmetriya saxlanarsa, bu düyünlərin (bərk məhlullar) doldurulması, elektron spinlərinin (spin pozğunluğu) və s. oriyentasiyasında periodikliyin pozulması səbəbiylə nizamsızlıq ola bilər. Nizamsız materialar enerji spektrində xüsusi xüsusiyyətlərin müşahidə olunduğu geniş obyektlər sinfidir. Belə materiallarda dielektrik xüsusiyyətlərinin relaksasiya proseslərinin mexanizmi dəyişir, yükdaşıma prosesində xarakterik xüsusiyyətlər müşahidə olunur. Müxtəlif mexanizmləri ölçülə bilən parametrlərə ayırmaq istəyərkən böyük çətinliklər yaranır. Texniki məqsədlər üçün, aktual mühitdə yükdaşıyıcıların təbiətini öyrənmək üçün elektrik ötürülməsi mexanizmini yaratmaq lazımdır.

$\text{TlB}^{111}\text{C}^{\text{VI}_2}$ ümumi formulda birləşə bilən anizotrop kristallar arasında zəncirvari və laylı struktura sahib olan kristallar xüsusi yer tutur. Bu birləşmələr infraqırmızı, görünən və X-ray spektr oblastlarında yüksək həssaslıq nümayiş etdirirlər [1-10]. Birləşmələrin bu xüsusiyyətinə görə, optoelektron sistemlərdə, fotorezistorlar, fotodetektorlar, rentgen detektorlar, nüvə detektorları və s. funksional elementlər kimi istifadə olunur [11-18].

Bu işin əsas məqsədi, $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarının dəyişən elektrik sahəsində, müxtəlif tezlik intervalında γ -şüalanmadan əvvəl və sonra impedans spektrlərini tədqiq etmək, bərk məhlulların dielektrik sabitinin xüsusiyyətlərini, həmçinin dielektrik itgilerinin təbiətini müəyyən etməkdən ibarətdir. Bundan əlavə, $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ ikili sistemlərin faza diaqramlarındakı kəsiklər üçün elektrikkeçiriciliyinə tərkibin, quruluşun və γ -şüalanmanın təsiri öyrənil-

mişdir. Tədqiqat obyektini kimi, xüsusi ikili sistemlərin seçilməsi aşağıdakı amillərlə izah edilə bilər: TlGaSe_2 - TlInS_2 sistemləri üçün oxşar monoklin quruluş və elementlərin ion radiuslarının yaxınlığını qeyd etmək vacibdir ($R_{\text{In}^{3+}} = 0,081 \text{ nm}$, $R_{\text{Ga}^{3+}} = 0,062 \text{ nm}$, $R_{\text{Se}^{2-}} = 0,198 \text{ nm}$, $R_{\text{S}^{2-}} = 0,184 \text{ nm}$). Bu çoxkomponentli birləşmələrdə temperaturun geniş intervalında bərk məhlulların əvəzləmələrinin mövcudluğunun yüksək olduğu Qoldmit qanunu ilə uyğundur.

2. EKSPERİMENT.

Bərk məhlul nümunələri, vakuumlaşdırılmış kvarts ampulada ilkin komponentlərin (təmizlik dərəcəsi 99.99) ərintilərindən sintez edilmiş və onların monokristalları Bricmen metodu ilə yetişdirilmişdir. Tədqiqat üçün nümunələr kristalın "c" oxuna perpendikulyar istiqamətdə düzbucaqlı formada kəsilmişdir. $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlul kristal nümunələrinin elektrik keçiriciliyinin temperaturdan asılılığını ölçmək üçün tədqiq olunan materiallardan kondensator hazırlanmışdır. $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlul nümunələrinin elektrikkeçiriciliyi $20-10^6$ Hz tezlik intervalında impedans spektroskopiyası metodu ilə tədqiq edilmişdir. Xarici sahə tətbiq etmədən nümunə 350 K temperaturda bir necə saat saxlandı. Elektrikkeçiriciliyinin tədqiqatları E7-25 rəqəmsal ölçü cihazında aparılmışdır, ölçmənin dəqiqliyi 0.1% -dir

3. NƏTİCƏLƏR VƏ MÜZAKİRƏLƏR.

a) $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarında dielektrik sabitinin (ϵ' , ϵ'') tezlikdən asılılığı.

Nizamsız struktura malik birləşmələrə zəif dəyişən elektrik sahəsi tətbiq etdikdə, müxtəlif temperatur və tezlik intervalında baş verən üç fərqli yükdaşıma mexanizminin mövcudluğu nəzərə alınmalıdır [19].

Delokalizə olunmuş hallarda yükdaşıma yüksək tezliklərdə baş verir.

Lokallaşmış hallar üzrə keçiriciliyin tezlikdən asılılığı aşağıdakı qanunla dəyişir:

$$Re \sigma(\omega) \sim \omega^s \quad (1)$$

Burada $0.7 < s < 1$.

Bu asılılıq adətən 10^6 Hs tezliklərə qədər həyata keçir. Nizamsız sistemlərdə yükdaşınma mexanizmi sıçrayışlı xarakter daşıyır [19,20]. (1) asılılığı geniş bir tezlik intervalında həyata keçirilir.

İş [22]-də sıçrayışın uzunluğunun geniş yayılması ilə dəyişən elektrik sahəsində elektrik daşınması prosesləri nəzərdən keçirilmişdir. Bu mexanizim elektron-fonon qarşılıqlı təsirinə əsaslanan, lokallaşmış hallar arasındakı potensial baryer vasitəsi ilə yükdaşıyıcıların tunelləşməsi kimi təmsil oluna bilər. Bu model sonda (1) ifadəsinə gətirib çıxarır. Orta effektiv üsula əsaslanan sıçrayışlı keçiriciliyin təhlili [21] işində verilmişdir. Bu metoddə, həm qısamüddətli düzəldilmiş sistemlər, həm də fəzada düyünlərin ardıcıl tənzimlənməsinə dair məsələlər nəzərdən keçirilir. Bu üsuldə $\Psi(\omega)$ funksiyasının tezlikdən asılılığı nəzərə alınır, sabit cərəyan və yüksək tezlikli proseslərin payı nəzərə alınmır. [21] -ə görə üçölçülü sistemlər üçün $\Psi(\omega)$ funksiyasının fərqli sahələri; sonsuz klasterlər üzərində sıçrayışlar, $\Psi(\omega) \sim 1/\omega$; böyük, lakin sonlu bir klaster halında $\Psi(\omega) \sim \ln\omega$; ikidən çox düyünü olan klaster halında, $\Psi(\omega)$ ω -dan asılı olmur; ikidüynlü sıçrayışlar üçün $\Psi(\omega)$ artan ω ilə azalır. Beləliklə, nizamsız mühitdə dəyişən cərəyanın yükdaşınma prosesinin tədqiqi zamanı eksperimental məlumatların diqqətlə təhlil edilməsi və ən uyğun modelin seçilməsi tələb olunur. Bərk cisimlərin dielektrik parametrlərini ölçərkən, impedans spektroskopiyaya metodundan istifadə olunur və bir qayda olaraq, kompleks dielektrik sabitinin $\epsilon = \epsilon' - j\epsilon''$ istifadə olunur, burada ϵ' və ϵ'' die-

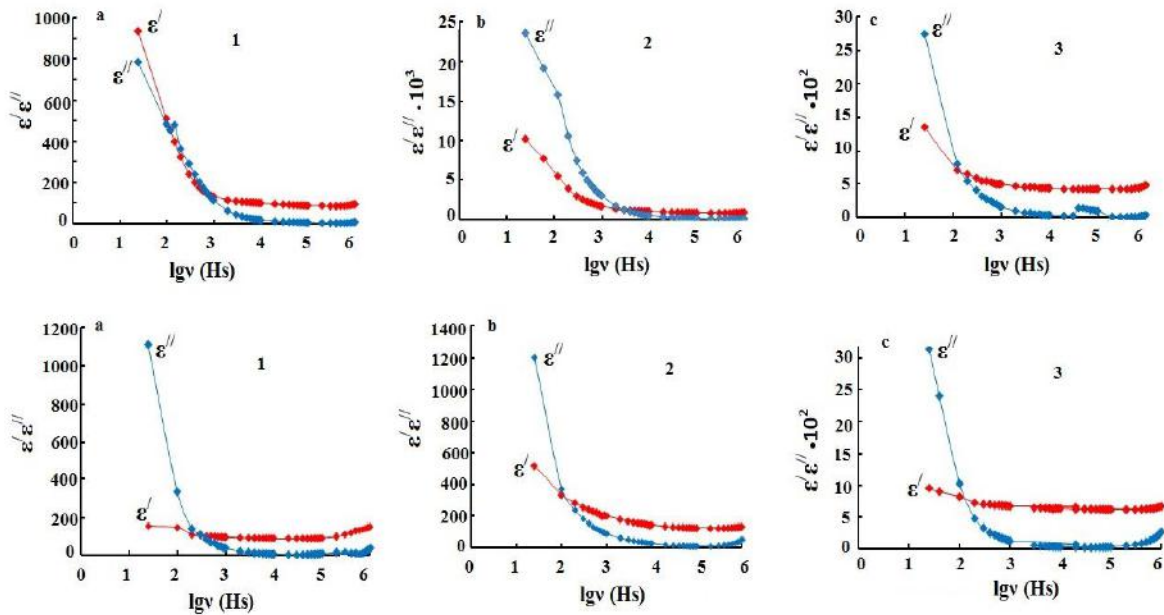
lektrik sabitinin həqiqi və xəyali hissələridir. Bu üsul, həm tədqiq olunan obyektlərin qalınlığına, həm də sərhəddəki keçiricilik xüsusiyyətləri haqqında tam məlumat əldə etməyə imkan verir. Ölçmə zamanı nümunəyə 1 V gərginlik tətbiq edilmişdir.

Dielektrik sabitin həqiqi və xəyali hissələri (2) ifadəsinə görə hesablanır.

$$\epsilon' = \frac{Cd}{\epsilon_0 S} \quad \text{və} \quad \epsilon'' = tg\delta\epsilon' \quad (2)$$

Şəkil 1-də (əyri 1) (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının $x=0; 0,2; 0,3$ tərkiblərində dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissəsinin tezlikdən asılılığı verilmişdir.

Bu xüsusiyyətlər, elektrik sahəsinin ölçmə tezliyinin artması ilə kompleks impedans komponentlərinin qiymətlərinin azalmasının müşahidə olunması dispersiya xassələrini aşkar edir. Şəkil 1 əyri 1-də 10-dan 10^6 Hs-dək artan tezliklərdə ϵ' zəif azalır və nisbətən aşağı tezliklərdə kəskin aşağı düşür, yüksək tezliklərdə ($f > 10^3$ Hs) ϵ' f -dən zəif asılı olduğu və 10^6 Hs tezliklərində $\sim 18,0$ qiymətini aldığı göstərilmişdir. (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlul kristalları üçün yüksək tezlikli dielektrik sabitinin bu qiymətləri eyni zamanda optik dielektrik sabitinin ϵ' qiyməti ilə eynidir. 0.25 MQr doza ilə qamma şüalanmaya məruz qalan nümunələrin tezlik dispersiyasının təbiəti zəif dəyişir (şəkil 1 əyri a və b). Yüksək tezliklərdə (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarında $x=0$ olduqda, ϵ' 10 dəfə azalır, $x=0.1$ tərkibi üçün ϵ' 2 dəfə, $x=0.2$ üçün isə ϵ' 1.5 dəfə azalır. ϵ' və ϵ'' tezlik dəyişməsinin təbiəti (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarında dielektrik sabitinin relaksasiya dispersiyası mövcudluğunu göstərir.



Şəkil 1. $T=300K$ temperatur intervalında (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının kompleks dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələrin tezlik dispersiyasından asılılığı. a-0MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$; b- 0.25 MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$.

(TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x kristalların dielektrik sabitinin (ϵ'') xəyali hissəsinin tezlik asılılığında tezlik dispersiyası mövcuddur, lakin şüalanmadan əvvəl və qamma şüalanmaya məruz qalmış nümunələrdə tezlik asılılığı zəifdir. Məlumdur ki, dielektrlərdə aktivləşdirmə və relaksasiya prosesləri, kompleks dielektrik sabitinin xəyali hissəsinin ϵ'' tezlikdən asılılığında maksimumla müşahidə olunur, ancaq şəkil 1 a və b -də həm ilkin, həm də şüalanmış nümunələr üçün ϵ tezliyinin artması ilə azalır. Bu cür dəyişiklik keçiriciliyin artmasına xarakterikdir, çünki $\epsilon'' \sim \sigma(\omega)/\omega$, (1) ifadəsini nəzərə alaraq $\epsilon'' \sim \omega^{-(1-s)}$ yazıla bilər.

b) Dielektrik itgilərinin tangens bucağının tezlikdən asılılığı.

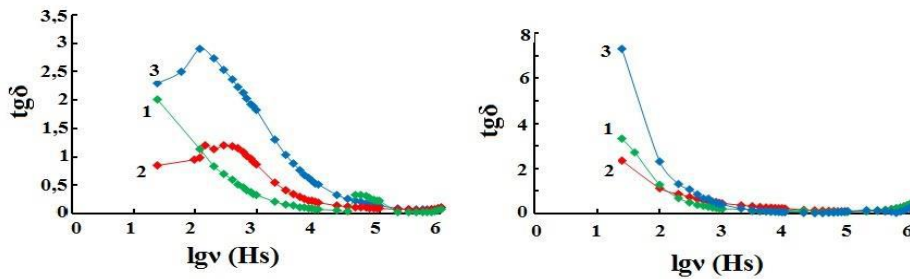
(TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının dielektrik itgilərinin tangens bucağının tezlikdən asılılığı şəkil 2-də verilmişdir. Bərk məhlulların bütün nümunələri üçün $f \sim 10^3$ Hs tezlik intervalında $tg\delta(f)$ asılılığında maksimum müşahidə olunur və 10^6 Hs tezlikdə minimuma düşür. $f_p = 10^3$ Hs tezlik dispersiyasının və relaksasiya müddətinin $\tau = 10^{-3}$ qiyməti hesablanmışdır. Eyni tezlik sahəsində ölçülmüş (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının dielektrik itgiləri şəkil 2-də göstərilmişdir. Bu cür xüsusiyyət $tg\delta(f)$ bərk məhlul kristallarında relaksasiya itgilərinin mövcudluğunu və sıçrayışlı keçiriciliyinin olduğunu göstərir [9].

[23, 24] işlərdə (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı göstərilmişdir ki, bu da yükdaşıyıcıların ion konsentrasiyalarının artması ilə əlaqədardır və xarici elektrik sahəsinin təsiri altında bloklanmış elektrolardan istifadə edərək elektron oblastda kristallar ikiqat elektrik sahəsində formalaşır.

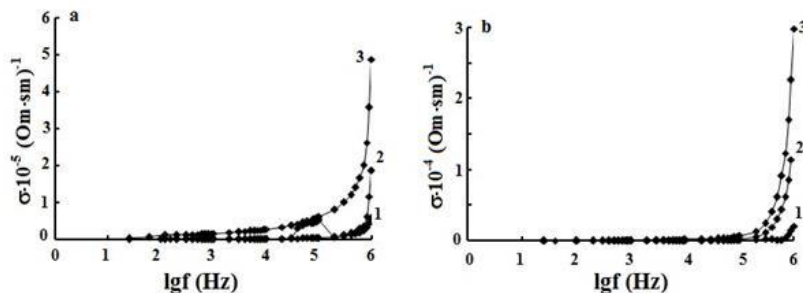
Bu səthdə tutumun artması dielektrik sabitin kəskin artmasına səbəb olur (şəkil 1 və 2). Şəkil 3-də (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlulların $x=0; 0.1$ və 0.3

tərkibləri üçün $T=350$ K də ac -keçiriciliyinin tezlikdən asılılığı verilmişdir. Ölçmələr şüalanmadan əvvəl (a) və γ - 0.25 MGy şüalandıqdan sonra (b) aparılmışdır. [23, 24] ədəbiyyatlara əsasən 350 K temperaturda sistem superior fazada olur. 10^6 Hs tezlikdə bərk məhlulların ac -keçiriciliyində təxminən 10 dəfə kəskin artım müşahidə olunur. 0.25 MGy dozada qamma şüalanma keçiriciliyinin tezlikdən asılılığına faktiki olaraq təsir etmir. Göründüyü kimi, 350 K-də (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlulların artıq superior fazada olması, bu temperaturda keçiricilikdə ionların iştirak etməsi ilə və sistemin nizamsız olması ilə əlaqədardır. Beləliklə, bu şərtlərdə radiasiyanın təsiri ilə yaranan əlavə defektlər keçiriciliyinin tezlikdən asılılığına təsir göstərməz.

Tədqiq olunan kristalların laylı quruluşu Tl¹⁺ ionları üçün Ga₄Se₁₀(In₄S₁₀) layları arasında boşluqlarda olan və laylarla zəif əlaqəsi olan, sistemin ion keçiriciliyini yaradan uyğun keçirici kanallar yaradır [23]. (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlul nümunələri üçün 350K-də ölçülmüş şüalanmadan əvvəl (a) və 0.25MGy dozada ölçülmüş $Z'(f)$ və $Z''(f)$ asılılıqları şəkil 4-də verilmişdir. Müşahidə olunan xüsusiyyətlər kompleks impedansda ölçmə sahəsinin tezliyinin artması ilə azalmaya səbəb olan dispersiyanı göstərir. Aşağı tezlik intervalında 10^4 Hs-ə qədər radiasiya təsirinə məruz qalmayan nümunələrdə tədqiq edilən funksiyalarda ümumi azalma müşahidə olunur. Eyni zamanda, 10^3 Hs tezlik intervalında radiasiya təsirinə məruz qalmış bərk məhlulların $x=0,2$ və $0,3$ nümunələrində nəzərə çarpan xüsusiyyətlər müşahidə olunur (əyri b). 10^4 Hs -dən yuxarı tezliklərdə kompleks impedansın həqiqi və xəyali hissələrinin spektrləri sabit minimum qiymətə bərabər olur (alır). İmpedans dispersiyasının mövcudluğu, impedansın xəyali hissəsinin Z'' həqiqi hissədən Z' asılılığını nəzərdə tutan hodoqraftan istifadə edərək təyin olunan elektrik relaksasiya müddətinə bərabər olur.



Şəkil 2. $T=300$ K temperatur intervalında (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının dielektrik itgi bucağının tezlikdən asılılığı. a- 0MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$; b- 0.25 MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$.



Şəkil 3. $T=300$ K temperatur intervalında (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının ac -keçiriciliyi a-0MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$; b-0.25 MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$.

c) *ac* keçiricilik.

[11] işdə (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarında $T > 300\text{K}$ -də keçiriciliyin sıçrayışla artması müşahidə olunmuşdur ki, bu da yükdaşıyıcıların ion konsentrasiyasının artması ilə əlaqəlidir. Bununla belə, (elektrodların bloklanma halında) xarici elektrik sahəsinin tətbiqi elektron oblastında formalaşan ikiqat elektrik sahəsinə gətirib çıxarır.

Şəkil 3-də (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının ($x=0; 0.1$ və 0.3) $T=300\text{K}$ temperaturda *ac* keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı verilmişdir. Ölşmələr şüalanmadan əvvəl (*a*) və şüalanmadan sonra (*b*) $0-25$ MGy dozada aparılmışdır. 10^6 tezliyində bərk məhlulun *ac* keçiriciliyinin təxminən 10 dəfə kəskin artımı müşahidə olunur. Şəkil 3-dən görünür ki, 0.25Mgy şüalanma dozasında elektrik keçiriciliyinin tezlik asılılığına, praktiki olaraq radiasiya təsir etmir. Bu onunla əlaqədardır ki, (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlulu 300K temperatur və 10^6 tezliyində superion fəzada yerləşir, bu temperaturda və bu tezlikdə keçiricilik əsasən ionlaşmış və sistem nizamsızlaşmışdır. Beləliklə, bu şəraitdə əlavə defektlər radiasiyaya məruz qaldıqda elektrik keçiriciliyinin tezlik asılılığına təsir göstərmir.

Məlumdur ki, TlB³C⁶ qrup kristallarda keçiricilik Fermi səviyyəsi yaxınlığında lokallaşmış halların, fononların iştirakı ilə və dəyişən uzunluqlu sıçrayışın köməyi ilə otürülür [12-14].

Dəyişən elektrik sahəsində və otaq temperaturunda (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlulların keçiricilik mexanizminin öyrənilməsi maraqlı kəsb edir. Şəkil 3-də $T=300\text{K}$ -də (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlulların elektrik keçiriciliyinin tezlikdən asılılığı verilmişdir.

$\sigma_{ac}(f)$ asılılığının xarakterik xüsusiyyətindən görünür ki, $\sigma_{ac} \sim f^{0.6}$ kiçik tezliklərdə $f \sim 5 \cdot 10^5 \text{Hs}$ olduqda, bu asılılıq $\sigma_{ac} \sim f^{0.8}$ qanununa tabedir. [7] işdə bu cür

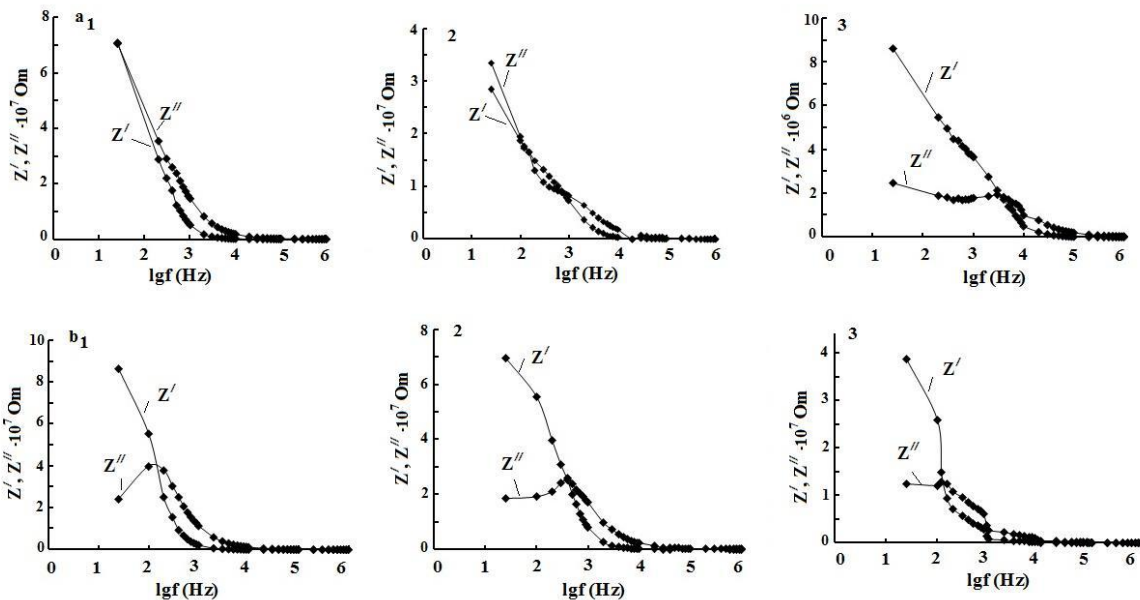
asılılıq Fermi səviyyəsi yaxınlığında lokallaşmış halların keçirilməsi ilə əlaqədardır.

Keçiriciliyin sıçrayışlı olmasını nəzərə alaraq $f \ll v_{ph}$ və $v_{ph} = 10^{12} \text{Hs}$ tezliklərdə lokallaşma radiusu $a = 34 \text{\AA}$, sıçrayışlı keçiriciliyin xarakterik parametrləri - Fermi səviyyəsində hal sıxlığı (N_F), sıçrayışın orta uzunluğu (R), dərin tələlərin konsentrasiyası (N_i) fermi səviyyəsində lokallaşmış halların enerjisi ΔE hesablanmışdır. Cədvəldə $T=300\text{K}$ və $5 \cdot 10^5 \text{Hs}$ tezliyində sıçrayışlı keçiriciliyin xarakterik parametrləri verilmişdir. 0.25MGy dozada kristalların şüalanması keçiriciliyin xüsusiyyətlərinə təsir etməmişdir.

d) Kompleks impedans spektrlərinin həqiqi və xəyali hissələrinin ($Z'(f); Z''(f)$) tezlikdən asılılığı.

Səthə yaxın oblastda meydana gələn yüklərin ümumi keçiricilikdə keçiricilik payını ayırmaq üçün impedans spektroskopiyaya metodundan istifadə olunur. İmpedans spektroskopiyaya metodu qodoqraf ayrılərin qurulmasına və onların analizinə əsaslanır.

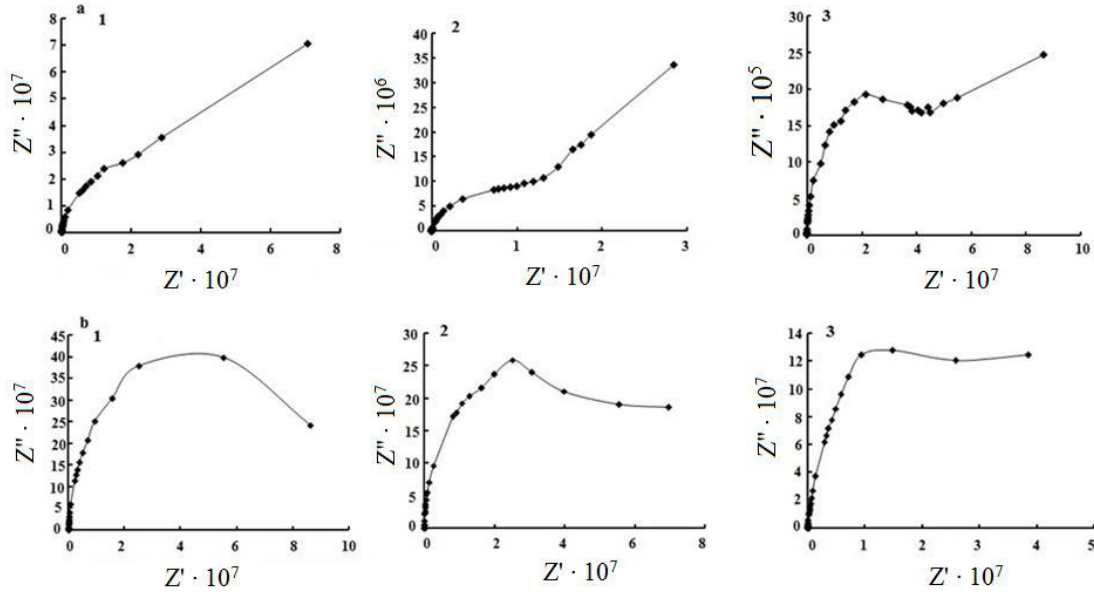
Şəkil 4-də 0.25MGy dozada şüalandırılmış (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlulların $T=300\text{K}$ -də $Z'(f)$ və $Z''(f)$ asılılıqları əyri (*a*) və (*b*) verilmişdir. Verilmiş asılılıqda dispersiya müşahidə olunur ki, bu da dəyişən sahədə tezliyin artması ilə impedans komponentlərinin aşağı düşməsinə göstərir. Nümunələrdə 10^4Hs kiçik tezlik oblastında, radiasiyaya məruz qalmayan tədqiq olunan funksiyaların azalması müşahidə olunur. Eyni zamanda 10^3Hs tezlikdə $x=0.2$ və 0.3 olduqda şüalanmış nümunələrdə göstərilən xüsusiyyətlər müşahidə olunur (əyri *b*). 10^4Hs -dən yuxarı olan tezliklərdən başlayaraq kompleks impedansın xəyali və həqiqi komponentlərinin spektrləri daim minimum qiymətlər alır. İmpedans dispersiyasının mövcudluğu elektrik relaksasiyası zamanı impedansın (Z'') xəyali komponentinin həqiqi (Z') üzərində asılılığını quraraq qodoqrafın köməyi ilə təyin olunur.



Şəkil 4. $T=300\text{K}$ temperatur intervalında (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x bərk məhlullarının kompleks impedansın həqiqi və xəyali hissələrinin tezlikdən asılılığı. Şəkl **a**- 0MGy əyri $1-x=0; 2-x=0,2; 3-x=0,3$; **b**- 0.25MGy əyri $1-x=0; 2-x=0,2; 3-x=0,3$.

Şəkil 5-də $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarının 350 K temperaturda impedans qodoqrafları verilmişdir. Ölçmələr şüalanmadan əvvəl (a) və γ -şüalanmanın 0.25 MGy dozasında aparılmışdır. Əldə olunan əyriyəli şəkli diffuziya mexanizmi ilə əlaqəli iki relaksasiya mexanizminin varlığını göstərir; [23] işində impedans hodoqrafının aşağı tezlikli hissəsində düz xətlərin Varburq impedansı ilə əlaqəli olduğu göstərilmişdir. Bununla yanaşı, kristalın həcmi xüsusiyyətlərini əks etdirən relaksasiya mexanizmi tallı

altqəfəsində Tl^{1+} vakansiyaları üzrə ion keçiriciliyinin baş verməsi ilə şərtlənir. Kristalların 0.25 MGy dozada şüalanmasından sonra aşağı tezlik hissəsində (şəkil-də əyri b), Varburq diffuz impedansı ilə əlaqəli olan düz xətlər Z'' ilə Z' maksimum qiymətdən daha aşağı olduğu ortaya çıxır. γ -şüalanmadan sonra nümunələrin impedans hodoqrafındakı belə dəyişiklik şüalanmadan sonra relaksasiya proseslərinin təbiəti ilə əlaqədardır.



Şəkil 5. $T=300\text{K}$ temperatur intervalında $(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlullarının impedans qodoqrafi. a - 0MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$; b- 0.25 MGy əyri 1- $x=0$; 2- $x=0,2$; 3- $x=0,3$.

4. NƏTİCƏ.

$(\text{TlGaSe}_2)_{1-x}(\text{TlInS}_2)_x$ bərk məhlulların ($x=0$; 0.2 və 0.3 nümunələrində) kompleks dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissələri (a), dielektrik itkisinin tangens bucağı (b), ac -keçiriciliyi (c) və kompleks impedansın həqiqi və xəyali hissələri (d) 0.25MGy şüalanma dozəsindən əvvəl və sonra geniş tədqiq olunmuşdur.

Dielektrik nüfuzluğunun tezlik dispersiyası və dielektrik itki bucağının relaksor xassələri müəyyən

edilmişdir. Göstərilmişdir ki, yükdaşınma mexanizmi 10^5 Hs tezlikdə Fermi səviyyəsi yaxınlığında sıçrayışlı xarakter daşıyır. γ şüalanmadan əvvəl və sonra keçiriciliyin verilmiş mexanizminin parametrləri qiymətləndirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, keçiriciliyin $T=350\text{K}$ və 10^6 Hs tezlikdə sıçrayışla artması sistemin superior halına keçməsi ilə əlaqədardır.

- | | |
|--|--|
| <p>[1] A.M. Panich, R.M. Sardarly. Physical Properties of the Low Dimensional A^3B^6 and $\text{A}^3\text{B}^3\text{C}^6$ Compounds. Nova Science Publishers, NY. 2010, 310 p.</p> <p>[2] R.M. Sardarly, O.A. Samedov, A.P. Abdullayev, F.T. Salmanov, A. Urbanovic, F. Garet. Japanese Journal of Applied Physics. 2011, 50, 1.</p> <p>[3] P.M. Sardarly, O.A. Samedov, A. Sardarli, N.A. Aliyeva, R.Sh. Aqayeva, T. Musazade. International Journal of Theoretical and Applied Nanotechnology. 2012, 1, 20.</p> <p>[4] P.M. Sardarly, O.A. Samedov, A.P. Abdullayev, F.T. Salmanov. ФТТ, 2011, 53, 1488.</p> | <p>[5] A.U. Sheleg, E.M. Zub, A.Ya. Yachkovskii, S.N. Mustafayeva and E.M. Kerimova. Crystallography Reports. 2012, 57, 283.</p> <p>[6] A.M. Panich, D. Mogilyansky and R.M. Sardarly. J. Phys.: Condens. Matter. 2012, 24, 13, 135901.</p> <p>[7] K.R. Allakhverdiev, E.A. Vinogradov, N.M. Melnik, M.A. Nizametdinova, E.Yu. Salaev, R.M. Sardarly. Phys. Stat. Sol. 1978, 87, 115.</p> <p>[8] R.M. Gasanly, A.F. Goncharov, B.M. Dzhavadov, N.M. Melnik, V.I. Tagirov, E.A. Vinogradov. Phys. Stat. Sol., 1980, 97, 367.</p> <p>[9] Б.М. Тареев. Физика диэлектрических материалов. Энергоиздат, 1982, 320 с.</p> <p>[10] М.В. Белоусов, Р.М. Сардарлы. ФТТ. 1985, 27, 662.</p> |
|--|--|

- [11] Э.Ю. Салаев, К.Р. Аллахвердиев, Ш.Г. Гасымов, Т.Г. Мамедов. Датчик гидростатического давления. Авторское свидетельство СССР № 1182291. 1984.
- [12] И.В. Алексеев, С.В. Розов. Детектор ядерного излучения. 2009. Патент № 80070.
- [13] Р.М. Сардарлы, О.А. Самедов, А.П. Абдуллаев, Э.К. Гусейнов, Ф.Т. Салманов, Г.Р. Сафарова. ФТП, 2010, 44, 610.
- [14] Р.М. Сардарлы, О.А. Самедов, А.П. Абдуллаев, Ф.Т. Салманов, О.З. Алекперов, Э.К. Гусейнов, Н.А. Алиева. ФТП, 2011, 45, 1441.
- [15] Р.М. Сардарлы, О.А. Самедов, Н.А. Алиева, А.П. Абдуллаев, Э.К. Гусейнов, Ф.Т. Салманов. ФТП, 2015, 49, 1704.
- [16] A.S. Nowick, A.V. Vaysleyb, I. Kuskovsky. Phys. Rev., 1998, 58, 8398.
- [17] Ю.Я. Гуревич, Ю.И. Харкац. УФН, 1982, 136, 693.
- [18] Ю.И. Харкац. ФТТ, 1981, 23, 2190.
- [19] Н. Мотт, Э. Дэвис. Электронные процессы в некристаллических веществах. М., Мир, 1982, т. 1.
- [20] Б.И. Шкловский, А.Л. Эфрос. Электронная свойства легированных полупроводников. М., Наука, 1979.
- [21] В.В. Брыксин, М.Н. Дьяконов, В.М. Муждба, С.Д. Ханин. ФТТ, 1981, 23, с. 1516-1518.
- [22] M. Pollak. The model of hopping Conduction with distribution of jump distances. Phys. Rev., 1961, 122, 4, pp.1742-1753.
- [23] Р.М. Сардарлы, А.П. Абдуллаев, Н.А. Алиева, Ф.Т. Салманов, М.Ю. Юсифов, А.А. Оруджева. ФТП, 2018, 52, 1111.
- [24] R.M. Sardarlı, A.P. Abdullayev, F.T. Salmanov, N.A. Aliyeva, M.Yu. Yusifova, A.A. Orucev. Azerbaijannationalacademyofsciences. Transactions. Series of physical-mathematical and technical sciences. Physical and astronomy. 2017, No 5, p. 25-31.

R.M.Sardarly, F.T.Salmanov, N.A.Aliyeva

IMPEDANCE CHARACTERISTICS OF γ -IRRADIATED (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x SOLID SOLUTIONS

Using the impedance spectroscopy methods the charge transfer in solid solution (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x in the frequency range of 20–10⁶ Hz before and after γ – irradiation with a dose of 0.25 MGy have been investigated. The relaxation character of dielectric constant dispersion and dielectric loss nature are established. The frequency dependence of the dielectric loss tangent ($tg\delta$) in solid solution crystals (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x is due not by only thr relaxation polarization, but also by through conduction. The response rate is $fp=10^3$ Hs and the duration of the relaxation period is $\tau = 10^{-3}$ s. It is found that the regularity $\sigma \sim f^S$ ($0,1 \leq S \leq 1,0$) indicating on electric conduction on localized states takes place in frequency range 10⁵ - 5·10⁵ Hz for the electric conduction. The further frequency increase leads to the increase of ionic conductivity and to the system transition in the superionic state.

Р.М. Сардарлы, Ф.Т. Салманов, Н.А. Алиева

ИМПЕДАНСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ γ -ОБЛУЧЕННЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x

Методами импедансной спектроскопии исследованы процессы переноса заряда в твердых растворах (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x в диапазоне частот 20–10⁶ Гц до, и после γ –облучения. Установлен релаксационный характер дисперсии диэлектрической проницаемости, а также природа диэлектрических потерь. Частотная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь ($tg\delta$) в кристаллах твердых растворов (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x обусловлена не только релаксационной поляризацией, но и сквозной проводимостью. Частота релаксации составляла 10³Гц, а продолжительность периода релаксации $\tau = 10^{-3}$ с. Установлено, что в частотном интервале 10⁵ - 5·10⁵ Гц для электропроводности выполняется закономерность $\sigma \sim f^S$ ($0,1 \leq S \leq 1,0$) указывающая на проводимость по локализованным состояниям. Дальнейший рост частоты приводит к росту ионной проводимости и переходу системы в суперионное состояние.

Qəbul olunma tarixi: 13.05.2019