

UOT: 537.226; PACS: 72.15.Cz; 72.20.My

Pr_xSn_{1-x}Se SİSTEM ƏRİNTİLƏRİNİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ γ –ŞÜALARININ VƏ TERMOEMALIN TƏSİRİ

Ş.S. İsmayılov¹, C.İ. Hüseynov², A.O. Daşdəmirov², N.M. Nəsrullayev³

¹AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

²Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

³Bakı Dövlət Universiteti

cahangir.adpu@mail.ru

Xülasə: *Pr_xSn_{1-x}Se* sistem ərintilərində şüalanmadan qabaq, şüalanma və termoemaldan sonra xüsusi müqavimətinin, termo-e.h.q.-nin və xüsusi istilikkeçiriciliyinin temperatur asılılıqları qurulmuş, elektron köçürmə hadisələrinə ionlaşdırıcı şüaların və termoemelin təsiri tədqiq olunmuşdur. γ -kvantların təsiri ilə $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{PrSe})_x$ bərk məhlullarında kinetik əmsalları müəyyən qədər dəyişmək olur, temperaturun artımı ilə şüalanmadan sonra kinetik əmsalların nisbi dəyişməsi azalır və bu dəyişmə termoemal vasitəsilə bərpa olunur.

Açar sözlər: sistem ərintiləri, xüsusi müqavimət, termo.e.h.q.-si, istilikkeçirmə əmsalı, ionlaşdırıcı şüalanma, termo emal.

1. Giriş

$A^{IV}B^{VI}$ tipli yarımkeçirici birləşmələr və onlar əsasında alınmış ərintilər elektronikanın infraqırmızı-şüalanma mənbəyi və detektoru, termoelektrik elementlər, Günəş batareyaları, yaddaş elementləri və s. müxtəlif oblastlarında tətbiq üçün perspektivli materiallar hesab olunurlar. Bu birləşmələrin dar qadağan olunmuş zonaya, böyük dielektrik nüfuzluğuna, nisbətən yüksək radiasiya dayanıqlılığına malik olmaları, ion rabitəsinin üstünlük təşkil etməsi kimi fundamental xarakteristikaları onların tətbiq olunma imkanlarını daha da genişləndirir [1].

Nadir torpaq metal (NTM) elementlərinin iştirakı ilə alınan maddələr bəzi enerji çevrəcilərinin, radiasiyaya, təzyiqlərə, rütubətə qarşı davamlı müxtəlif növ termorezistorların hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Bu baxımdan NTM iştirakı ilə alınan ərinti və birləşmələr əsasında tələb olunan fiziki xassələrə malik yeni perspektivli materiallar almaq mümkün olduğundan onların tədqiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [2, 3].

NTM elementlərinin daxil edilməsi qalay monoselenidində defektmələgəlmənin təbiəti və defektlərin qarşılıqlı təsiri ilə bağlı olan bir sıra fiziki xüsusiyyətlərin yaranmasına səbəb olur. Buna görə də *SnSe* və *PrSe* halkogenidləri arasında qarşılıqlı təsirin öyrənilməsi əmələ gətirdikləri bərk məhlullarında köçürmə proseslərinin, bu proseslərə ionlaşdırıcı şüaların və termiki emalin kompleks tədqiqi də elmi və praktiki maraq kəsb edir.

2. Təcrübələrin metodikası

İşdə diferensial-termiki (DTA), mikroquruluş (MQA), rentgenfaza analizləri (RFA), həmçinin mikrobərəkliyin öyrənilməsi, sıxlığın təyini ilə *SnSe-PrSe* sistemlərinin *SnS* tərəfdən bir hissəsində qarşılıqlı təsirin xarakteri kompleks fiziki-kimyəvi analizlər vasitəsilə tədqiq olunmuşdur. *Pr_xSn_{1-x}Se* bərk məhlulları komponentlərin birbaşa əridilməsi üsulu ilə sintez edilmiş, alınmış nümunələr sintezdən sonra uzunmüddətli dəmləməyə qoyulmuşdur.

Xüsusi elektrikkeçiriciliyi (σ), Holl əmsalı (R), sabit maqnit sahəsində sabit cərəyan rejimində [4], termo-e.h.q.-si (α), istilikkeçiriciliyi (χ) mütləq stasionar metodla [5], ölçülmüşdür. Təcrübələr zamanı buraxılan xətlər 4,2% təşkil etmişdir.

$Pr_xSn_{1-x}Se$ sistem ərintilərinin şüalanmadan əvvəl və sonra bir sıra elektrofiziki xassələri geniş temperatur intervalında tədqiq olunmuş və bu xassələrə γ -şüaların təsiri araşdırılmışdır.

γ -şüaların mənbəyikimikvantının enerjisi 1,25 MeV olan ^{60}Co izotopundan istifadə olunmuşdur. Şüalanma $D = 0,6Qr/san$ dozada, 30 saat ərzində aparılmışdır.

3. Təcrübi nəticələr

$Pr_xSn_{1-x}Se$ monokristallarının 300K temperaturda bəzi kinetik parametrlərinin: xüsusi elektrikkeçiriciliyi (σ), Holl əmsalı (R), termo.e.h.q (α), istilikkeçirmə əmsalı (χ), yükdaşıyıcıların konsentrasiyası (n) və Holl yürüklüyünün (μ) şüalanmadan əvvəl və şüalanmadan sonra təyin edilmişdir.

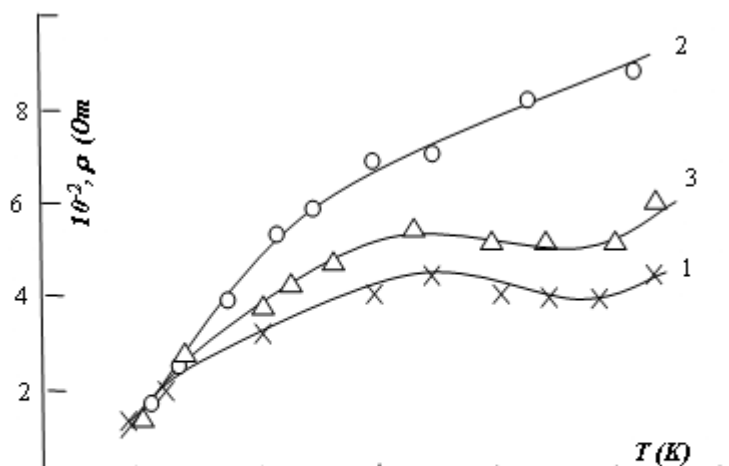
$Pr_xSn_{1-x}Se$ bərk məhlullarının elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılığının tədqiqi göstərir ki, temperaturun artımı ilə nümunənin xüsusi elektrikkeçiriciliyi əhəmiyyətli olaraq artır. γ -şüaların təsirinə məruz qalmış nümunələrin xüsusi elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılıqları tədqiq olunan nümunələrin şüalanmadan əvvəlki xüsusi elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılığına oxşar formaya malikdir. Sadəcə olaraq aşqar keçiriciliyi və aşqarların tükənmə oblastlarında xüsusi elektrikkeçirmə əmsalının qiyməti nisbətən artır. γ -şüaların təsirinə məruz qalmış nümunələrdə yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisinin zəif artımı müşahidə olunur. Müəyyən olunmuşdur ki, $Pr_{0,01}Sn_{0,99}Se$ -də $T < 250 K$ temperatur intervalında yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisini $E_{1a} \approx 0,32 eV$, $Pr_{0,025}Sn_{0,975}Se$ nümunələrində isə $E_{2a} \approx 0,13 eV$ tərtibindədir [6]. Temperaturun sonrakı artımında (məxsusi keçiricilik oblastında) isə şüalanmadan qabaq və sonrakı xüsusi elektrikkeçiricilikləri demək olar ki, üst-üstə düşür [7].

$Pr_xSn_{1-x}Se$ sistem ərintilərinin tərkibdə $PrSe$ -nin miqdarının artımı ilə əhəmiyyətli olaraq Holl əmsalı da artır. Şəkildən görüldüyü kimi, hər iki nümunədə temperaturun artımı ilə Holl əmsalı artır. Bu artım aşqarların tükənmə oblastına qədər davam edir. Məxsusi keçiricilik oblastında isə temperaturun artımı ilə Holl əmsalının müntəzəm azalması müşahidə olunur [6]. γ -şüaların təsirinə məruz qalmış nümunələrdə aşqar keçiriciliyi oblastında Holl əmsalının qiyməti artır. 300 K - də bu artım $Pr_{0,01}Sn_{0,99}Se$ kristalında $\approx 20 \%$, $Pr_{0,025}Sn_{0,975}Se$ kristalında isə $\approx 5 \%$ təşkil edir. Məxsusi keçiricilik oblastında isə şüalanmanın Holl əmsalına təsiri elektrikkeçiriciliyində olduğu kimi nəzərə çarpmır.

Yükdaşıyıcıların Holl yürüklüyü temperaturdan asılı olaraq şüalanmadan əvvəl $\propto T^{1,5}$, şüalanmadan sonra isə $u \propto T^{2,0}$ qanunu üzrə artır. Bu onu göstərir ki, şüalanmadan əvvəl yüklü aşqar mərkəzlərdən səpilmə üstünlük təşkil edir və şüalanmadan sonra bu səpilmə daha da güclənir. $Pr_xSn_{1-x}Se$ sistem ərintilərinin tərkibdə Pr -nin miqdarının artımı ilə şüalanmadan əvvəl və sonra yükdaşıyıcıların yürüklüyünün temperatur asılılığı eyni olub $u \propto T^{0,8}$ qanunu ilə dəyişir. Bu onu göstərir ki aşağı temperaturlarda (80-200 K) neytral və zəif ionlaşmış aşqar mərkəzlərindən səpilmə, yuxarı temperaturlarda isə akustik fononlardan səpilmə üstünlük təşkil edir [7].

$(SnSe)_{1-x}(PrSe)_x$ bərk məhlullarının bir sıra kinetik əmsallarına γ -şüalarının təsiri 80-130 K temperatur intervalında öyrənilmişdir. $(SnSe)_{0,75}(PrSe)_{0,25}$ tərkibli nümunə xüsusi maraq doğurduğundan elektron köçürmə hadisələrinə şüalanmadan sonra məruz qaldığı termoemalın təsiri də araşdırılmışdır.

Şüalanmadan qabaq, şüalanma və termoemaldan sonra $Pr_{0,025}Sn_{0,975}Se$ ərintisinin xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı şəkil 1.-də təsvir edilmişdir. Şüalanmadan qabaq nümunənin xüsusi müqaviməti temperaturun artımı ilə artır, $T=100K$ yaxınlığından maksimumdan keçərək sonradan zəif azalır (Şək. 1. əyri 1). $D=35$ kQr dozada γ - kvantlarla şüalanmadan sonra $\rho(T)$ nəzərə çarpacaq dərəcədə artır (Şəkil 1. əyri 2). Müqavimətin nisbi dəyişməsi 100 K-də $\frac{\Delta\rho}{\rho} = 34,1$,

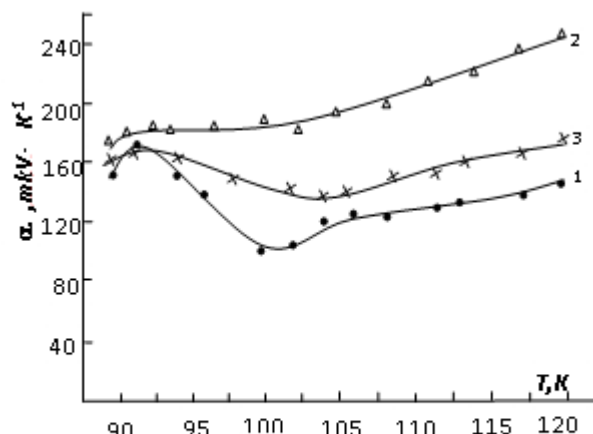


Şək. 1. $(SnSe)_{0,75}(PrSe)_{0,25}$ ərintisində xüsusi müqavimətin temperatur asılılığı: 1- şüalanmadan qabaq, 2- 35 kQr γ - şüalanmadan sonra, 3- 620°C-də termik emaldan sonra

120 K-də isə $\frac{\Delta\rho}{\rho} = 81,4$ olur. Şüalanmadan sonra nümunə 620 °C temperaturda tablada saxlanıldıqdan sonra xüsusi müqaviməti yenidən ölçülmüşdür. Alınan nəticələr şəkil 1. 3-cü əyridə təsvir olunmuşdur. Şəkildən görüldüyü kimi termik emaldan sonra nümunədə bərpaetmə prosesləri gedir, xüsusi müqavimət şüalanmadan qabaqkı qiymətinə yaxınlaşır. Qalıq müqavimət $T= 100 K$ $\frac{\Delta\rho}{\rho} = 13,6$, $T= 120 K$ temperaturda isə $\frac{\Delta\rho}{\rho} = 34,1$ təşkil edir.

p -tipli keçiriciliyə malik $Pr_{0,025}Sn_{0,975}Se$ nümunələrdə γ -kvantların hesabına yeni defektlərin yaranması sayəsində xüsusi müqaviməti artır. termoemaldan sonra əks proses, bərpa olunma prosesi gedir, ona görə də xüsusi müqavimət başlanğıc qiymətinə yaxınlaşır: $\rho \rightarrow (\rho_0)$. Beləliklə, γ -kvantların təsiri ilə $(SnSe)_{1-x}(PrSe)_x$ bərk məhlullarının xüsusi müqavimətini dəyişmək olur və bu dəyişmə termoemal vasitəsilə bərpa olunur.

$(SnSe)_{1-x}(PrSe)_x$ bərk məhlullarının istilikkeçiriciliyinə və termo-e.h.q.-sinə γ -şüalarının və termik emalının təsiri 80-130 K temperatur intervalında öyrənilmişdir. Şüalanmadan qabaq, $D=35$ kQr dozasında şüalanma və termoemaldan sonra $Pr_{0,025}Sn_{0,975}Se$ ərintisinin termo-e.h.q.-si əmsalının və xüsusi istilikkeçiriciliyinin temperatur asılılığı şəkil 2.-də təsvir edilmişdir.



Şək. 2. $(SnSe)_{0,975}(PrSe)_{0,025}$ sisteminin termo-e.h.q.-nin temperatur asılılığı: 1-şüalanmadan əvvəl; 2-şüalanmadan sonra; 3-termik emaldan

Qrafiklərdən görüldüyü kimi, $Pr_{0,025}Sn_{0,975}Se$ nümunələrində γ - kvantlarla şüalanmadan sonra termo-e.h.q.-si nəzərə çarpacaq dərəcədə artır (Şək. 2. əyri 2). Termo-e.h.q.-nin nisbi

dəyişməsi 120 K-də $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = 0.71$ olur. Şüalanmadan sonra nümunə 620 °C temperaturda tablamba saxlanıldıqdan sonra termo-e.h.q.-si ölçülmüşdür. Alınan nəticələr şəkil 2. a. 3-cü əyridə təsvir olunmuşdur. Şəkildən görüldüyü kimi, termik emaldan sonra nümunədə bərpaetmə prosesləri gedir, termo-e.h.q.-sinin şüalanmadan qabaqkı qiymətinə yaxınlaşır. Qalıq termo-e.h.q.-si T= 120

K temperaturda $\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = 0.22$ təşkil edir. Temperaturun artımı ilə şüalanmadan sonar termo e.h.q.-sinin nisbi dəyişməsi azalır [7].

$Pr_{0,025}Sn_{0,975}Se$ nümunələrində 35 kQr dozasında γ - kvantlarla şüalanmadan sonra istilikkeçiriciliyi nəzərə çarpacaq dərəcədə azalır (Şək. 3. əyri 2). Şəkildən görüldüyü kimi temperaturun artımı ilə tədqiq olunan nümunələrin istilikkeçiriciliyi azalır. Nümunələrdə paramaqnit atomlardan olan Pr miqdarı artdıqca, gözləndiyi kimi, istilikkeçiriciliyi azalır. Tərkibdə NTM atomlarının miqdarının artımı ilə istilik keçiriciliyinin azalması fononların kristal quruluş nizamsızlıqlarından və digər defektlərdən səpilməsi ilə əlaqədardır.

Uzunmüddətli dəmləmə bütün nümunələrin istilikkeçiriciliyinin artmasına səbəb olur. İstilikkeçiriciliyinin nisbi dəyişməsi 100 K temperaturda $\frac{\Delta\chi}{\chi} = 0.16$, 120 K temperaturda isə

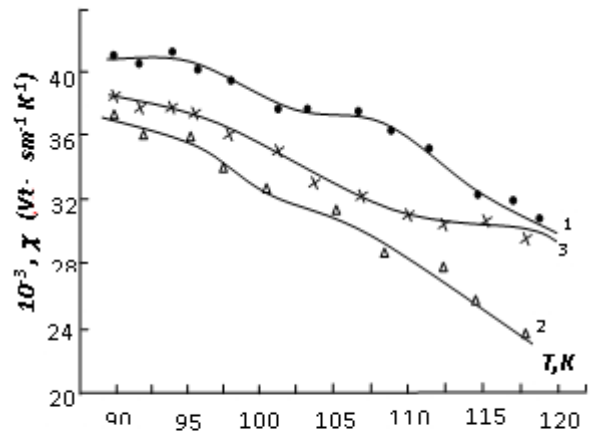
$\frac{\Delta\chi}{\chi} = 0.28$ təşkil edir. 620 °C temperaturda, 3 sutka ərzində aparılmış, termik emaldan sonra

kristalda baş verən bərpaedici proseslərin hesabına istilikkeçiriciliyi şüalanmadan qabaqkı qiymətinə yaxınlaşır.

$Pr_xSn_{1-x}Se$ ərintilərində istilik əsasən fononlarla daşınır. Tədqiq olunan temperatur intervalında şüalanmadan qabaq nümunələrdə elektron istilikkeçiriciliyi ümumi istilikkeçiriciliyinin 7-12 %-ni təşkil edir. γ - şüalarının təsirinə məruz qalmış nümunələrdə ümumi istilikkeçiriciliyi azalır. Bu γ - şüalarının təsiri ilə əlavə radiasiya defektlərinin yarandığını göstərir. Radiasiya defektləri qəfəs istilikkeçiriciliyinin azalmasına, elektroni istilikkeçiriciliyinin isə artmasına səbəb olur. Beləki, 300 K temperaturda $Pr_{0,01}Sn_{0,99}Se$ monokristalında qəfəs istilikkeçiriciliyi (χ_q) 8 % azalmış, elektron istilikkeçiriciliyi (χ_e) isə 28 % artmışdır [7].

Tədqiq olunan nümunələrdə istilik müqavimətinin temperatur asılılığını şərti olaraq iki hissəyə ayırmaq olar. Birinci hissədə w istilik müqaviməti bütün nümunələrdə xətti olmaqla paralel dəyişir. İstilik müqavimətinin xətti asılılığı onun əsasən fonon-fonon qarşılıqlı təsiri hesabına yarandığını göstərir [8].

Şüalanma kristallarda bir-birləri ilə və kimyəvi aşqarlarla qarşılıqlı təsirdə olan vakansiyalar, düynülərə atomlar, müxtəlif tip kompleks defektlərin yaranmasına səbəb olur. Radiasiya defektləri öz-özünü kompensasiyaya gətirir və yarımkeçiricinin keçiriciliyi məxsusi keçiriciliyə yaxınlaşır [9]. γ - şüalarının təsiri ilə $Pr_xSn_{1-x}Se$ kristallarında, donör aşqar mərkəzlərini kompensasiya edən, akseptor tipli radiasiya defektləri yaradır və radiasiya defektləri hesabına yükdaşıyıcıların yürüklüyü və elektrik keçiriciliyi artır.



Şək. 3. $(SnSe)_{0,975}(PrSe)_{0,025}$ sisteminin istilikkeçiriciliyinin temperatur asılılığı. 1- şüalanmadan əvvəl; 2-şüalanmadan sonra; 3-termik emaldan sonra

Ədəbiyyat

1. Bletskan D. I. Material synthesis and growth of the single crystals of the type $A^{IV}B^{VI}$ and $A^{IV}B_2^{IV}$ // Chalcogenide Letters Vol. 4, No. 1, 2007, p. 1-16.
2. «Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов». Под ред. В.П. Жузе. Изд. «Наука», Л. 1973, с.303.
3. Ярембаш Е.И., Елисеев А.А. Халькогениды редкоземельных элементов. Изд. «Наука», М., 1975
4. Блад П., Ортон Дж.В. Методы измерения электрических свойств полупроводников //Зарубежная радиоэлектроника. 1981. № 1. с.3-50.
5. Гусейнов Д.И., Мургузов М.И., Исмаилов Ш.С., Теплопроводность твердых растворов $Er_xSn_{1-x}Se$ ($x \leq 0,025$). Изв. АН России, Неорганические материалы, 44. (2008).542-545.
6. Гусейнов Дж.И., Джафаров Т.А. Влияние γ -облучения на электрофизические свойства термообработанных монокристаллов $Tb_xSn_{1-x}Se$ // «Физика и техника полупроводников», 2012, т.46, в.4, 247-249.
7. Hüseynov C.İ., Cəfərov T.A, İsmayılov Ş.S. $Sn_{1-x}Tb_xSe$ sistem ərintilərinin elektrik istilikkeçiriciliyinə γ -şüalarının təsiri // AMEA-nın xəbərləri, (Fizika- riyaziyyat və texniki elmlər seiyası, Fizika və astronomiya) cild XXXII , Bakı – Elm 2012, № 2, s. 66-71.
8. Huseynov J.İ., Jafarov T.A. The influence of γ -irradiation on thermoemf and heat conduction of $Ln_{0,01}Sn_{0,99}Se$ (Ln-Pr, Tb, Er) monocrystals // World Journal of Condensed Matter Physics, 2014, 4,№ 1, p. 1-5.
9. Смирнов И.А., Оскотский В.С., Парфеньева Л.С. Влияние парамагнитных редкоземельных ионов на теплопроводность упорядоченных и неупорядоченных систем // Тематический сборник «Актуальные вопросы физики и химии редкоземельных полупроводников», Махачкала, 1988, ст. 4-23.

ВЛИЯНИЕ γ –ОБЛУЧЕНИЕ И ТЕРМООБРАБОТКЕ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМ $Pr_xSn_{1-x}Se$

Ш.С. Исмаилов, Дж.И. Гусейнов, А.О. Дашдамиров, Н.М. Насруллаев

Резюме: Была построена температурная зависимость удельного сопротивления, термо-ЭДС и теплопроводности сплавов систем $Pr_xSn_{1-x}Se$, исследовано влияние ионизирующего излучения и термообработки на электронные явления переноса. Под действием γ –излучения кинетические коэффициенты в твердых растворах $(SnSe)_{1-x}(PrSe)_x$ значительно изменяются, с увеличением температуры относительное изменение кинетических коэффициентов уменьшается и восстанавливается после термообработки.

Ключевые слова: сплавы систем, удельное сопротивление, термо-ЭДС, теплопроводность, ионизирующее излучение, термообработка.

EFFECT OF γ -IRRADIATION AND HEAT TREATMENT ON THE ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF SYSTEM ALLOYS $Pr_xSn_{1-x}Se$

Sh.S. Ismailov, J.I. Huseynov, A.O. Dashdemirov, N.M. Nasrullayev

Abstract: The temperature dependence of the specific resistance, thermo-emf and thermal conductivity of alloys of the $Pr_xSn_{1-x}Se$ systems was constructed, the effect of ionizing radiation and heat treatment on the

electron transport phenomena was investigated. Under the action of γ -radiation, the kinetic coefficients in solid solutions $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{PrSe})_x$ change significantly, with increasing temperature, the relative change in the kinetic coefficients decreases and is restored after heat treatment.

Key words: alloys systems, resistivity, thermo-EMF, thermal conductivity, ionizing radiation, heat treatment.