

Sm_xSn_{1-x}Se₂ SİSTEM KRİSTALLARININ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNƏ γ-ŞÜALARININ TƏSİRİ

V.Ə. ABDURAHMANOVA¹, N.M. ABDULLAYEV¹, Ş.S. İSMAYILOV²

¹AMEA Fizika İnstitutu

²AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu

Sm_xSn_{1-x}Se₂ sistem ərintilərindən $p=4,1 \cdot 10^{17}$ və $n=7,8 \cdot 10^{17}$ sm⁻³ konsentrasiyalı nümunələri seçilmiş və onların elektrik keçiriciliyinə termik emalın və γ -şüalarının təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, termiki emal ($T_c=673K$ və $t=72$ saat) hər iki nümunənin elektrik keçiriciliyini qismən artırır; γ - şüalarının təsiri nəticəsində nümunələrdə nöqtəvi, akseptor tipli radiasiya defektləri yaranır. Bu defektlərin bir qismi n - tip nümunədə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası ilə kompensasiya olduğundan elektrik keçiriciliyini ~18% azaldır, p-tip nümunədə isə, əksinə ~22 % artırır

Açar sözü: Elektrik keçiriciliyi, bərk məhlul, γ - şüaları, müqavimət, elektron seli, konsentrasiya

PACS: 72.15

GİRİŞ

Lantanoid elementlərinin iştirakı ilə p- SnSe birləşmə əsasında olan mürəkkəb birləşmə və onların bərk məhlullarının tədqiqinə maraq xeyli artmışdır [1-3]. Tədqiqat işləri içerisində alınmış maddələrin fiziki xassələrinin dəyişməsinə xarici təsirlərin (γ - şüalarının, neytron, elektron selinin təsirləri) öyrənilməsi xüsusi yer tutur [4-6]. [7] ədəbiyyatında terbium (Tb) metalının iştirakı ilə olan (SnSe)_{1-x} - [TbSe(Tb₂Se₃)]_x sistem bərk məhlullarının elektrofiziki xassələrinin dəyişməsinə γ - şüalarının və yüksək enerjili elektron selinin təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, hər iki halda şüalanmadan sonra tərkiblərin müqavimətləri artır. Bu artım tətbiq olunan şüalanma dozəsindən mütənəssib asılıdır. Anoloji tədqiqat işləri (SnSe)_{1-x} - [LnSe(Ln₂Se₃)]_x Ln=Ce, Pr, Eu, Du, Sm, Nd lantanoid metallarının iştirakı ilə olan bərk məhlullarda da aparılmışdır. Tərkiblərin keçiricilik tipindən (p- və yaxud n- tip) asılı olmayaraq hər iki halda $\rho(T)$ asılılığı artır [3]. [3-9] işin müəllifləri müəyyən etmişlər ki, elektron və yaxud zəif neytron seli ilə şüalandırılmış nümunələrdə $\rho(T)$ artımı ρ_0 başlanğıc müqavimətdən (konsentrasiyadan) kəskin asılıdır. Şüalandırılmış kristal şüalanmadan əvvəlki ρ_0 müqavimətini bərpa etmək üçün $T \geq 700K$ temperaturunda termik emal etmək lazımdır. [3]-cü işin müəllifləri (SnSe)_{1-x} - (SmSe)_x sistem bərk məhlullarına yüksək sürətli elektron seli ilə şüalandırılmışlar və müəyyən etmişlər ki, şüalanma nəticəsində yaranan ilkin radiasiya defektlərinin konsertasiyası artır və bu artım tərkiblərdə olan Samarium (Sm) metalının miqdarından və şüalanma dozəsindən asılı olaraq dəyişir. Müəlliflər bu asılılığı Sm-metalının dəyişkən Sm²⁺ və Sm³⁺ valentli olması ilə əlaqələndirirlər. Anoloji proses (SnSe)_{1-x} - [EuSe(Eu₂Se₃)]_x sistem bərk məhlullarında da müşahidə olunmuşdur.

[8,9] işin müəllifləri müəyyən etmişlər ki, elektron və zəif intensivli neytron seli ilə şüalandırılmış kristalları daha yüksək temperaturu termik emal etdikdə ($T > 500^{\circ}C$) La, Ce, Sm, Tb, Eu metallarının iştirakı ilə alınan tərkiblərdə $\rho(T)$ asılılığı çox mürəkkəb formada dəyişir. Bu tərkiblərdə ilkin ρ_0 müqavimətinin bərpası üçün daha yüksək temperaturda ($T \geq 700K$) termik emal etmək lazım gəlir. Göründüyü kimi lantanoid metallarının iştirakı ilə olan (SnSe)_{1-x} - [LnSe(Ln₂Se₃)]_x sistem bərk məhlullarında radiasiyanın təsirini təyin etmək üçün elektron və

neytron selindən daha çox istifadə olunmuşdur. Alınan nəticələr keyfiyyətcə oxşar olmasına baxmayaraq kəmiyyətcə bir-birindən fərqlidirlər. Buradan göründüyü kimi (SnSe)_{1-x} - [SnSe(Sn₂Se₃)]_x sistem bərk məhlullarının fiziki xassələrinin dəyişməsinə radiasiyanın təsiri nisbətən az öyrənilmişdir. Bunun başlıca səbəbi bir tərəfdən samarium (Sm) metalının dəyişkən, (Sm²⁺ və Sm³⁺) valentli olması, digər tərəfdən p- SnSe birləşməsinin ikiqat defektli quruluşa malik olmasıdır [3]. Bu baxımdan p- SnSe-SmSe sistemi kristallarının alınması, fiziki - kimyəvi xassələrinin və o cümlədən, göstərilən xassələrin dəyişməsinə radiasiyanın təsirinin öyrənilməsi maraq kəsb edir. İşdə Sm_xSn_{1-x}Se₂ sistem bərk məhlullarının elektrik keçiriciliyinin dəyişməsinə termik emalın və γ - şüalarının təsirinin öyrənilməsindən alınan nəticələrin analizi verilmişdir.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

Tədqiq etdiyimiz Sm_xSn_{1-x}Se₂ sistem bərk məhlullarının sintezinin aparılması üsulları haqqında [3] ədəbiyyatlarında geniş məlumat verilmişdir. Bu sistemdən alınmış kristalların fiziki - kimyəvi analizi və bəzi kinetik parametrləri [3] müəllifləri tərəfindən öyrənilmişdir.

Müəyyən olunmuşdur ki, samarium (Sm) metalı Sm_xSn_{1-x}Se₂ sistem ərintilərində 0,4 at% -i qədər bərk məhlul yaradır. Digər tərəfdən bərk məhlul oblastında, tərkiblərdə Sm metalının miqdarından asılı olaraq (~0,4 at% Sm) keçiricilik tipi p-dən n-ə dəyişir. Maddələrin elektrik keçiriciliyinə γ - şüalarının təsirini öyrənmək məqsədi ilə hər iki: p və n oblastlarından yükdaşıyıcıların konsentrasiyaları $p=4,1 \cdot 10^{17}$ və $n=7,8 \cdot 10^{17}$ sm⁻³ olan nümunələri presləmə üsulu ilə alınmışdır. Nümunələrdə homogenlik yaratmaq məqsədi ilə yenidən ampulalara qoyulmuş, vakuum yaradılmış və üfqi vəziyyətdə temperaturu $T=320^{\circ}C$ olan qızdırıcının içerisində $t=7$ saat saxlanılmışdır. Alınmış nümunələrin stexiometrik tərkiblərə uyğun olması rentgenofaza analizi ilə yoxlanılmışdır. İlkin parametrləri ölçüldükdən sonra maddələrin hər biri p_1, p_2, p_3 və n_1, n_2, n_3 olmaqla üç hissəyə bölünmüşdür. Bunlardan birinci p_1 və n_1 termik emalla ($T_{il}=673^{\circ}C$ və $t=72$ saat) digər ikisi p_2 və n_2 eyni şəraitdə dozada MRX γ - 25 izotoplu ⁶⁰Co mənbəyindən və $D_\gamma=20kQr$ ($E=0,31MeV$) tərtibində γ - şüalanma udulmasına, digər p_3 və n_3 nümunələri isə

$D_\gamma=35kQr$ ($E=0,54MeV$) tərtibində udulmaya məruz qalmışdır. Hər üç halda nümunələr havası $0,1 Pa$ tərtibində sovurulmuş kvars ampulalarda yerləşdirilmişdir. Şüalanma prosesi azot temperaturunda aparılmışdır. Bu zaman nümunələrin kvars ampula ilə təmasda olması nəticəsində yaranan itkilər (maddə ilə kvars şüşə arasında yarana bilən diffuziya və s.) nəzərə alınmamışdır.

Nümunələrin elektrik keçiriciliyi və digər kinetik parametrlər şüalanmadan sonra bir gün ərzində ölçülmüşdür.

VTƏCRÜBƏDƏN ALINAN NƏTİCƏLƏRİN ANALİZİ

Nümunələrin ilkin müqavimətləri (elektrik keçiriciliyi termik emaldan əvvəl və sonrakı qiymətləri cədvəldə verilmişdir). Cədvəldə, həmçinin ikinci nümunələrin (p_2 və n_2) şüalanmadan sonrakı qiymətləri göstərilmişdir.

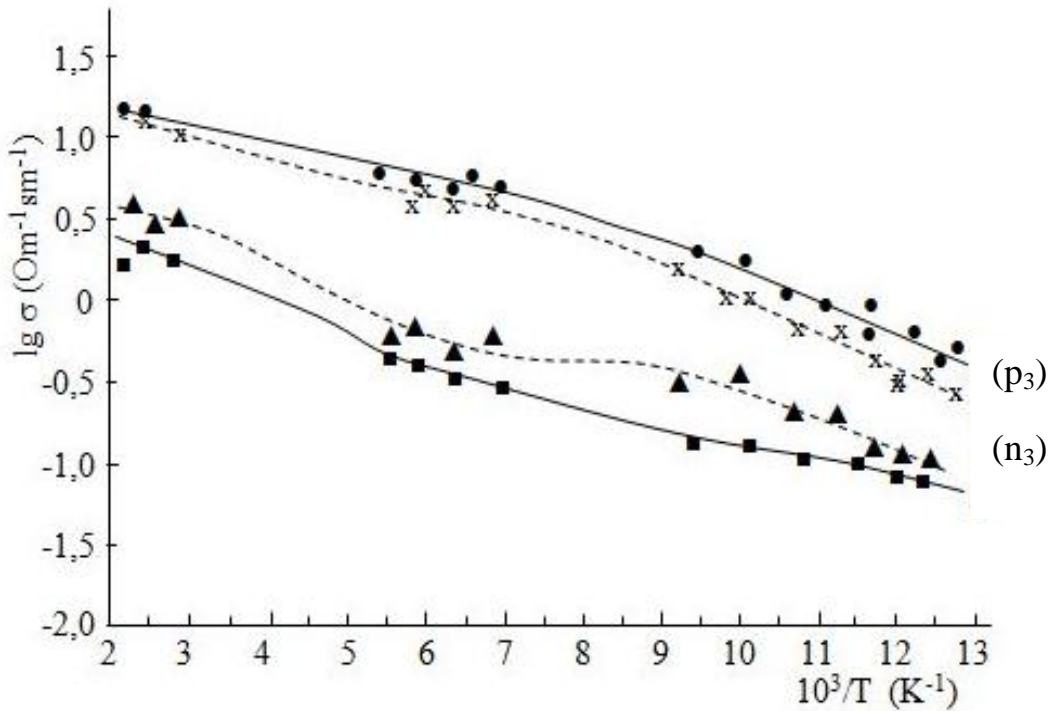
Cədvəl 1.

Tərkiblər	T,(K)	σ_0 ilkin $om^{-1}sm^{-1}$	σ_1 termik emaldan sonra (T=673 K)	σ Şüalanmadan sonra (D=0,31 Mev)
$p=4,1 \cdot 10^{17}sm^{-3}$	77	2,905	3,428	3,225
	300	10,220	12,061	12,264
$n=7,8 \cdot 10^{17}sm^{-3}$	77	0,164	0,131	0,141
	300	0,4826	0,393	0,415

Cədvəldən görüldüyü kimi, termik emal olunmuş nümunələrin elektrik keçiriciliyi qismən yaxşılaşır. Bu artım hər iki tip nümunələrdə müşahidə olunur. Çox ehtimal ki, termiki emal olunmuş tərkiblərdə vakant (Boşluq) mərkəzlərinin bir qismi ion və neytral atomların nizamlı düzülüşü hesabına azalır, bu da σ -nin qismən artmasına səbəb olur. Aşağı dozalı şüalanmaya məruz qalmış ($E=0,31 Mev$) 2-ci qrup nümunələrdə isə keçiricilik tiripindən asılı olaraq σ -nin dəyişməsi də müxtəlifdir: p-tip nümunədə şüalanmadan sonra σ -nin qiymətində qismən artım, n-tip nümunədə isə əksinə azalama müşahidə olunur. Nisbətən daha yüksək şüalanmaya ($E=0,54 Mev$) məruz qalmış 3-cü qrup nümunələrə (P_3 və n_3) γ -şüalarının təsiri nisbətən

yüksəkdir və verilmiş temperaturlarda $\sigma=f(\gamma)$ asılılığı şəkildə verilmişdir.

Qrafiklərdən görüldüyü kimi (şəkildə qırıq xətlərlə ilkin elektrik keçiriciliyin $\sigma(T)$ asılılığı verilmişdir) radiasiya şüalanmasına məruz qalmış p-tip nümunənin $\sigma(T)$ asılılığı 22% (T=77K) artır, n-tip nümunədə isə əksinə 14% azalır. Buradan görüldüyü kimi radiasiya şüalanmasına məruz qalmış $Sm_xSn_{1-x}Se_2$ kristallarını γ -kvantları ilə şüalandırıldıqda yaranan akseptor tipli radiasiya defektlərinin təbiəti eynidir. Bu nöqtəvi akseptor tipli radiasiya defektləri n-tip nümunələrdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası ilə kompensasiya etdiyindən elektrik keçiriciliyi azalır, p-tip nümunələrdə isə əksinə, σ -nin qiyməti artır.



Şəkil.1. $Sm_xSn_{1-x}Se_2$ kristallarında elektrik keçiriciliyin temperatur asılılığı: 1- p_2 (ilkin hal); 2- p_2' (D=35 kQ-də γ -kvantları ilə şüalandırılmış hal); 3- n_2 (ilkin hal); 4- n_2' (D=35 kQ-də γ -kvantları ilə şüalandırılmış hal)

- [1] Под ред. В.П. Жузе «Физические свойства Халькогенидов редкоземельных элементов». Изд. Наука 1973, 303 с.
- [2] А.П. Гуришумов «Физико-химическая природы сложных полупроводниковых материалов на основе моноселенида олова» Баку, 1991, 181 с.
- [3] V.Ə. Abdurahmanova, B.A. Tahirov, Ş.S. İsmayilov. “Serium və samarium elementləri ilə aşkarlanmış p-SnSe birləşməsinin termoelektrik xassələri”. BDU Fizikanın Müasir Problemləri VIII konfrans materialları. 24-25 dekabr, 2014,s. 119-122
- [4] B.A. Tahirov, M.İ. Murquzov, X.Ə. Abdurahmanova, Ş.S. İsmayilov “SmSnSe₂ birləşməsinin elektrik keçiriciliyi mexanizmi” Fizika XVIII say №12. Bakı-2012, s. 41-43.
- [5] А.В. Дмитриев, И.П. Звягин «Современные тенденции развития термоэлектрических материалов» в.ж. УФН, том 180, №8, 2010, с. 821-837
- [6] C.İ. Hüseyinov “Ln-Sn-S(Se) (Ln=Pr, Gd, Er, Dy) sistemərinti və birləşmələrində elektron, fonon prosesləri” Avtoreferat. Bakı, 2010.
- [7] Т.И. Кольченко, В.М. Ломако ФТП. 1975, т.9, с. 1158-1161
- [8] J.L. Menicols. et.al/J. Appl. Phys. 1967, vol., vol.8, №2, p. 656-659
- [9] А.А. Елисеев, Е.И. Ярембаш, Халькогениды редкоземельных элементов. М.Наука. 1975, 258с.