

## Gd<sub>x</sub>Sn<sub>1-x</sub>Se<sub>2</sub> KRİSTALLARINDA ELEKTRİK MÜQAVİMƏTİNİN TEMPERATUR ASILILIĞININ ANOMAL DƏYİŞMƏSİ

M.S. MURQUZOVA

AMEA Fizika İnstitutu,

Azərbaycan, Bakı, AZ 1143, H. Cavid pr.131

İşdə Gd<sub>x</sub>Sn<sub>1-x</sub>Se<sub>2</sub> sistem bərk məhlullarının elektrik müqavimətinin təcrübədən alınmış qiymətlərinin analizi verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, müqavimətin temperatur asılılığında T<95 K də anomal dəyişmələr baş verir. Bu anomal artım maqnit xassəli Gd metal aşqarının yaratdıqları, polyarizə olunmuş olunmuş mərkəzlərdən enerji daşıyıcılarının əlavə səpilməsi hesabına baş verir.

**Açar sözlər:** Elektrik müqaviməti, maqnit müqaviməti, temperatur asılılığı, polyarizasiya, səpilmə mərkəzləri

**PACS:** 72.15

### GİRİŞ

A<sup>IV</sup>B<sup>VI</sup> qrup birləşmələri və onlar əsasında alınmış bir çox bərk məhlullar müxtəlif termoelektrik çevricilərin hazırlanmasında mikroelektronikada geniş istifadə olunur [1-3]. SnSe birləşməsi də bu qəbildəndir. SnSe birləşməsi termoelektrik material hesab olunmasına baxmayaraq, ayrılıqda, bilavasitə istifadə olunmur (Termik qadağan olunmuş zonanın eni  $\varepsilon_g \approx 0.92\text{eV}$ ) və optik xassə ilə termoelektrik xassə arasında aralıq bir mövqe tutur. Lakin SnSe əsasında alınmış çoxlu sayda bərk məhlullar müxtəlif növ çevrilmələrin hazırlanmasında geniş istifadə olunmuşdur.

Son zamanlar nadir torpaq metallarının (NTM) iştirakı ilə alınmış bərk məhlul və mürəkkəb birləşmələrin tədqiqinə maraq xeyli artmışdır [5,6]. Buna səbəb NTM- atomlarının özünə məxsus spesifik xassələr göstərməsidir [6]. NTM – nin iştirakı ilə olan yarımkeçirici materiallardan : yaddaş elementlərinin hazırlanması, yarımmaqnit xassəli yarımkeçiricilərin alınmasında və s. digər mikroelektronikada istifadə olunan, xüsusi təbəqələrin hazırlanmasında geniş istifadə olunur. [7]. Aşqar kimi istifadə etdiyimiz gadolinium (Gd) metalı maqnit xassəlidir və həmdə üçü valentlidir[4]. Bu metalın iştirakı ilə alınan yarımkeçiricilərin müxtəlif çeviricilərin (yaddaş elementlərin, maqnit xassəli termogeneratorların) hazırlanması üçün, yeni xassəli materialın alınması gözlənilir.

İşdə Gd metalının iştirakı ilə, SnSe əsasında olan bərk məhlulların elektrik müqavimətlərinin təcrübədən alınmış nəticələrin analizi verilmişdir.

### TƏCRÜBİ HİSSƏ

Gd<sub>x</sub>Sn<sub>1-x</sub>Se<sub>2</sub> sistem bərk məhlullarının sintezi və onların fiziki-kimyəvi analizi haqqında geniş məlumat [4,5] ədəbiyyatlarında verilmişdir. Nümunələrin sintezi zamanı T= 875<sup>0</sup>C temperaturunda parçalanma baş verdiyindən, sintezdən sonra maddələr yenidən toz halına salınmış və presləmə üsulu ilə həndəsi formasiya [(3x6).20 mm] salınmışdır.

Presləmə iki mərhələdə aparılmışdır: Birinci mərhələdə :  $P=7.5 \frac{\text{ton}}{\text{sm}^2}$  təzyiq altında 5 dəqiqə saxlanılmışdır. Bundan sonra isti presləmə; (T=390<sup>0</sup>C)

üsulu ilə  $p=5.4 \frac{\text{ton}}{\text{sm}^2}$  təzyiq altında 5 dəqiqə saxlanılmışdır.

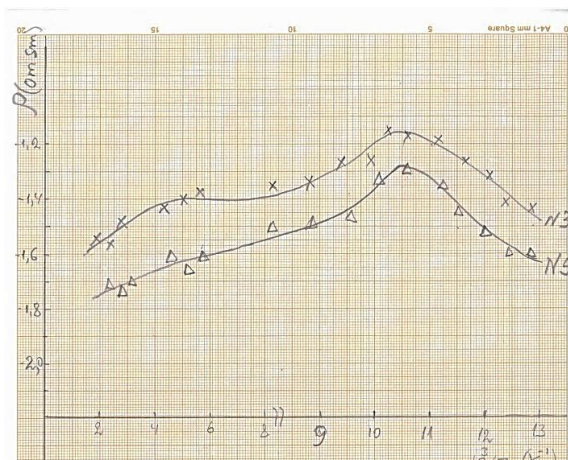
Nümunələrdə homogenlik yaratmaq üçün onlar yenidən ampulalara qoyulmuş, vakuum yaradılmış və üfqi vəziyyətdə qızdırıcı içərisinə yerləşdirilmişdir. T=620<sup>0</sup>C temperaturunda t= 120 saat saxlanıldıqdan sonra qızdırıcı içərisindən çıxarılmışdır.

Nümunələrin fiziki- kimyəvi analizi və ilk növbədə rentgen faza analizi (RFA), differensial termik analizi DTA edilmiş və nümunələrin verilmiş stexiometrik tərkiblərə uyğun olduğu müəyyən edilmişdir.

Nümunələrin müqavimətləri T= 77-420 K temperaur intervalında ölçülmüşdür. Təcrübələrdən alınan qiymətlər əsasında qrafikləri qurulmuş və analiz edilmişdir.

### TƏCRÜBƏDƏN ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ANALİZİ

Təcrübələr zamanı Gd<sub>x</sub>Sn<sub>1-x</sub>Se<sub>2</sub> sistem ərintilərindən x=0.000; 0.005; 0.010; 0.100 və 0.150 at % Gd olan nümunələri alınmış və onların bəzilərinin kinetik parametlərinin temperatur asılılıqları [3] ədəbiyyatında verilmişdir. Təcrübədən alınan nəticələr şəkildə verilmişdir.



Şəkil 1. Gd<sub>x</sub>Sn<sub>1-x</sub>Se<sub>2</sub> kristallarında xüsusi müqavimətin temperatur asılılığı: 3-99 mol% SnSe+1.0 mol % GdSe 5-98.5 mol% SnSe+1.5 mol GdSe

Müəyyən olunmuşdur ki,  $x=0.100$  at % Gd ( N3) və  $x= 0.150$  at Gd olan ( N5) nümunələrdə müqavimətin temperatur [  $\rho(T)$  ] asılılığında  $\Delta T = 85 - 98 K$  - də anomal dəyişmələr müşahidə olunur. Başqa sözlə  $\rho - nun$  qiyməti göstərilən  $\Delta T$  intervalında artır və T-nin sonrakı qiymətlərində, yenidən yarımkəçirici kristallara məxsus qanunauyğunluqla dəyişir ( şəkildə 3 və 5 N-li əyrilər) .  $T > 100 K$  temperaturunda  $\rho(T)$ - nin dəyişməsi çox zəif və eksponensial azalır. Məlumdur ki, Gd metalı aşağı temperaturlarda ( $\theta_D \approx 220 K$ ) maqnit xasəlidir və maqnit momenti  $9.5 \mu_0$  tərtibindədir. Çox

ehtimal ki, müqavimətin  $\Delta = 85 - 98 K$  temperatur intervalında anomal dəyişməsi ( artması) polyarizə olunmuş maqnit mərkəzlərinin intensivləşməsi hesabına yükdaşıyıcıların bu mərkəzlərdən əlavə səpilməsi (Kondo effekti) baş verir. Bu effekt elektrik keçiriciliyinin azalmasına, başqa sözlə elektrik müqavimətinin  $\rho(T)$  asılılığının artmasına səbəb olur. Temperaturunun sonrakı artımında bu maqnit mərkəzlərinin qismən pozulması hesabına nümunələrin müqavimətləri yarımkəçiricilərə xas olan qanunauyğunluqla dəyişir.

- 
- [1] Под.ред. В.П. Жузе «Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов изд. Наука» 1973, 303 с.
- [2] И.И. Алиев, М.С. Мургузова, Б.А. Тауров, Ш.С. Исмаилов « Физико- химическое и физические исследования» твердых растворов  $(SnSe)_{1-x} - (GdSe)_x$  . International journal of applied and Fundamental research . 2017. N7. 54-56 с.
- [3] M.S. Murquzova , M.J. Murquzov, S.S. İsmayilov “Qadalinium elementlərinin iştirakı ilə SnSe əsasında SnSe məhlulların qalvanomaqnit xassələri. AMEA . Fizika jurnalı. 2003. Cild IX N1. 57-61s.
- [4] M.S. Murquzova , M.J. Murquzov, S.S. İsmayilov C.J. Huseynov və b.  $(SnSe)_{1-x} - ( GdSe)_x$  bərk məhlullarının fiziki – kimyəvi və qalvanomaqnit xassələri” AMEA – nın xəbərləri 2008. N5. 179-182 s.
- [5] A.B. Дмитриев, И.П. Звягин «Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов» УФН-2010 т 180 № 8, 821-837 с.
- [6] А.П. Гуриушов «Физико-Химическая и физическая природы сложных полупроводниковых материалов на основе моноселенида олова». Баку 1991, 181 с.
- [7] M.J. Murquzov , Ş.S. İsmayilov, R.F. Məmmədova  $(SnSe)_{1-x} - (LnSe)_x$  (Ln-La,Gd) sistem ərintilərinin bəzi kinetik xassələri. 2000 ci il. ADPU-nun konfrans materialları