

SnSe-DySe SİSTEM ƏRİNTİLƏRİNİN FİZİKİ KİMYƏVİ XASSƏLƏRİ

C.İ.Hüseynov, R.B.Bayramov, A.M.Məmmədov, V.Q.Vəliyev*

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,

**AMEA-nın MXKE TİXXTB*

SnSe-DySe sisteminin qarşılıqlı təsiri tədqiq olunmuş, kompleks fiziki kimyəvi analizlər nəticəsində DySe-nin SnSe-də həllolma sahəsi (3.5 mol%) müəyyənləşdirilmiş, komponentlərin 1:1 nisbətində DySnSe₂ birləşməsi alınmış və sistemin hal diaqramı qurulmuşdur. (SnSe)_{1-x}(DySe)_x sistem ərintilərinin bəzi kinetik parametrləri təyin edilmiş, Holl əmsalının, maqnit müqavimətinin temperatur asılılığına baxılmışdır.

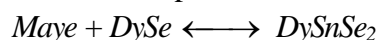
Layvari kristallarda laylararası rabitənin zəif olması çoxlu sayda yığılm defektlərinin yaranmasına və aşqar atomlarının qeyri müntəzəm paylanmasına gətirir ki, bu da kristalda elektronların hərəkətinə və ümumiyyətlə köçürmə hadisələrinə ciddi təsir edən qeyri-bircins potensial relyefin yaranmasına səbəb olur. Belə potensial relyef nizamsız xarakterə malik olduğundan layvari kristallarda parametrləri təkrarlanan və idarə oluna bilən fiziki hadisələrin müşahidə edilməsi və onlar əsasında müəyyən funksiyaları yerinə yetirən cihazların hazırlanması çətinləşir. Buna görə də belə kristallarda laylararası rabitələri gücləndirən və fiziki xassələri stabiləşdirən üsulların axtarışı mühüm əhəmiyyət kəsb edir [1,2].

Layvari kristalları aşqarladıqda müxtəlif laylarda yerləşən aşqar atomları bir-biri ilə elektron "körpüləri" vasitəsi ilə birləşərək üçölçülü əlaqəli sistem yarada bilər ki, bu da layların bir-birinə nəzərən sürüşməsinə çətinləşdirir. Bundan əlavə aşqar atomları kristalda olan ilkin vakansiyaları doldurmaqla onların elektron xassələrini idarə etməyə imkan yaradır [3].

Bu baxımdan A^{IV}B^{VI} tipli binar birləşmələrdən olan SnSe-nin nadir torpaq elementləri ilə aşqarlanması və yaxud zəif konsentrasiyalı bərk məhlullarının alınması və onların fiziki xassələrinin kompleks tədqiqi maraqlı doğurur. İşdə SnSe-DySe sisteminin SnSe tərəfdən hal diaqramının bir hissəsi qurulmuş, sistemdə qalay monoselenidi əsasında 0-3.5 mol% sahəsində bərk məhlul alınmışdır. (SnSe)_{1-x}(DySe)_x bərk məhlul ərintiləri (x=0; 0.0025; 0.005; 0.01; 0.02) tərkib komponentlərinin birbaşa əridilməsi yolu ilə sintez edilmişdir.

SnSe-DySe sistemi Sn-Dy-Se sisteminin kvazibinar kəsiyidir. Sistemdə 705°S temperaturda DySe-nin 7.5 mol% miqdarında evtektika, otaq temperaturunda tərkibdə DySe-nin miqdarı 3 mol %-ə

qədər olduqda SnSe əsasında kiçik həllolma sahəsi, həmçinin 875°S temperaturunda



peritetik reaksiyasından yaranan və inkonquryent əriyən DySnSe₂ üçlü birləşməsi aşkar edilmişdir.

DySnSe₂ üçlü birləşməsi ərimə temperaturuna çatmamış 880 °S də parçalandığından onu komponentlərin birbaşa əridilməsi üsulu ilə sintez etmək mümkün olmadığından presləmə üsulu ilə alınmışdır. Maddənin bircisliyini və mexaniki bərkliyini təmin etmək üçün götürülmüş komponentlər narın toz halına salınır, mexaniki vibrasiya üsulu ilə qarışdırıldıqdan sonra preslənir. Presləmə iki mərhələdə, soyuq və isti presləmələrdə aparılmışdır. Birinci mərhələdə, soyuq presləmədə qarışıq presformada P=7.0 ton/sm² təzyiq altında 5 dəqiqə saxlanılır. İkinci mərhələdə presformaya t=380-400 °S temperatur verilir və P=4.8 ton/sm² təzyiq altında 4,5 dəqiqə saxlanılır. Presləmə prosesi tam başa çatdıqdan sonra alınmış maddələrin homogenliyini təmin etmək üçün termiki emal olunur. Alınmış maddə xüsusi ampulada 680 °S temperaturu qızdırıcıda üfqi vəziyyətdə yerləşdirilərək 250 saat saxlanılaraq dəmləmə aparılır. Bundan sonra onun müqavimətə görə bircisliyi yoxlanılmış, kristallik quruluşu tədqiq olunmuşdur.

SnSe-DySe sistemində faza tarazlığı diferensial-termik (DTA), rentgenquruluş (RQA), mikroquruluş analizləri, mikrobərkliyin və sıxlığın təyini metodları ilə öyrənilmişdir. DTA alçaq tezlikli NTR-73 markalı pirometrdə aparılmışdır. Pirometrdə proqramlaşdırılmış qızma sürəti 9 K/dəq olmuşdur. RQA ovuntu metodu ilə Ni filtrli CuK_α şüalanmalarında DPOH-3 markalı rentgen difraktometrində aparılmışdır. Difraktoqramların çəkilmə prosesində 2θ bucağı 6-60° intervalında dəyişmişdir. Sintez edilmiş ərintilərin mikrobərkliyi PİMT-9 markalı metalloqrafik mikroskopda sınaqdan keçirilmiş,

sıxlıqları piknometrik üsulla təyin edilmiş və rentgenoqrafik nəticələr əsasında hesablanmışdır.

Mikrobərqliyin ərintilərin tərkibindən asılılığının tədqiqi göstərir ki, DySe-nin miqdarının 0-3 mol% və 50 mol% olduğu tərkibləri istisna olmaqla, bütün nümunələr 500 MPa (SnSe) və 2500 MPa (GdSnSe₂) gərginliklərə uyğun iki fazadan ibarətdir.

Kompleks fiziki-kimyəvi analizlərin nəticələri cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi (SnSe)_{1-x}(DySe)_x sistem ərintiləridə əsas maddə olan

SnSe kimi ortorombik sinqoniyada kristallaşır. Lakin ərintilərin tərkibində DySe-nin faizlə miqdarı artdıqca kristal qəfəsin elementar özəyinin parametrlərinin, sıxlıqlarının və mikrobərqliklərinin zəif artımı, termik qızma effektlərinin isə nisbətən aşağı temperatur oblastına tərəf sürüşməsi müşahidə olunur. Bütün tərkiblərdə rentgenoqrafik metodla hesablanmış sıxlıq piknometrik üsulla təyin edilmiş sıxlığın qiymətindən böyük olur. Bu alınmış sistem ərintilərinin quruluş elementlərinin vakansiyalarından ibarət defektlərlə zəngin olduğunu göstərir.

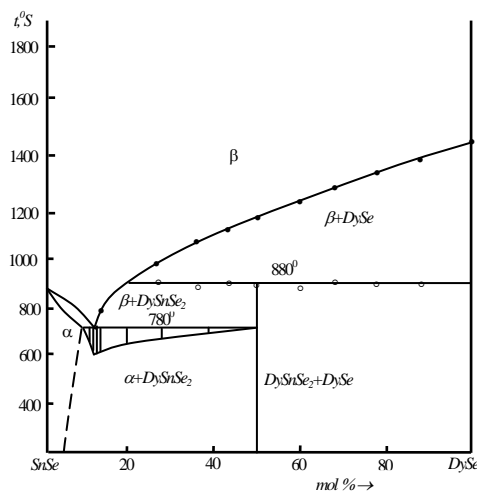
Cədvəl 1. SnSe-DySe sistem ərintilərinin fiziki-kimyəvi parametrləri

№	Tərkib, mol%		Termiki qızma effektləri	Sıxlıq, 10 ³ kq/m ³		Mikrobərqliyi, MPa	Qəfəs parametrləri A°		
	SnSe	DySe		ρ _{pikno}	ρ _{rent}		a	b	c
1	100	0.0	880	6.18	-	480	4.46	4.19	11.57
2	99.6	0.4	880	6.20	6.40	500	4.73	4.33	11.42
3	99	1.0	875	6.21	6.42	570	4.735	4.34	11.42
4	98	2.0	790,875	6.22	6.41	590	4.736	4.35	11.45
5	97	3.0	760,870	6.23	6.42	650	4.738	4.37	11.47
6	96.5	3.5	725,865	6.24	6.43	720	4.74	4.38	11.51
7	50	50	715,880	6.85	6.63	2680	4.75	4.40	11.54

0-3.5 mol% intervalında rentgenoqramlarda difraksiya xətlərinin sürüşməməsi və yalnız intensivliklərinin dəyişməsi göstərilən intervalda SnSe əsasında bərk məhlulların əmələ gəldiyini göstərir. Qəfəs parametrlərinin müşahidə olunan artımı Sn atomlarının qismən böyük radiuslu Dy atomları ilə

yaxşı uzlaşması və Veqard qanununun ödənilməsi SnSe əsasında əvəzətmə tipli bərk məhlulların yarandığını söyləməyə imkan verir.

Kompleks fiziki-kimyəvi analizlərin nəticələri əsasında SnSe-DySe sisteminin hal diaqramı qurulmuşdur (Şəkil 1).



Şəkil 1. SnSe-DySe sisteminin hal diaqramı

Sintez edilmiş nümunələrin 300-620 K temperatur aralığında bəzi kinetik parametrləri təyin edilmiş, xüsusi müqavimətin, Holl əmsalının və maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı, həmçinin otaq temperaturunda maqnit müqavimətinin maqnit

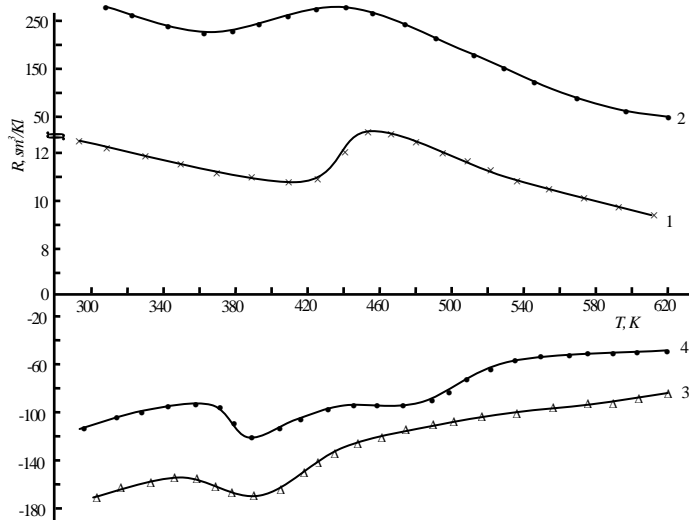
sahəsinin intensivliyindən asılılığı tədqiq olunmuşdur. $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ sistem ərintilərinin 300K temperaturda kinetik parametrləri üçün alınan nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2. $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ sistem ərintilərinin bəzi kinetik parametrləri (300K).

Tərkiblər	σ , $\text{Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$	R, sm^3/Kl	$p(n)\cdot 10^{17}$, sm^{-3}	μ , $\text{sm}^2/\text{V}\cdot\text{san}$	α , mkV/K	$\Delta\rho/\rho$
X=0	14	+6.7	9.8	102	310	+0.0046
X=0.04	0.0092	+252	0.2	75	248	+0.023
X=0.025	0.022	-184	0.35	23	-125	+0.065
X=0.05	0.183	-112	0.56	15	-64	0.036
X=0.5	0.0014	-594	0.11	8,3	-15	0.098

Cədvəldən göründüyü kimi nümunələrin tərkibində DySe-nin faizlə miqdarı artdıqca xüsusi müqavimət və Holl əmsalı artır, əsas yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və yürüklüyü isə azalır. SnSe binar birləşməsindən $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ sistem ərintilərinə keçdikdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası iki tərtib, Holl yürüklüyünü 15 dəfə, elektrikkeçiriciliyi 230 dəfə azalır. Holl əmsalının və termo e.h.q.-nin işarələri üst-üstə düşür. $x=0.025$ və $x=0.05$ tərkibli ərintilərdə keçiricilik tipini dəyişərək n-tip keçiricilik yaranır. $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ sistem ərintilərinin quruluş xüsusiyyətləri göstərir ki, tədqiq olunan tərkiblər qalay atomlarının qismən Dy atomları ilə əvəz olunması ilə kristallaşır. Bu əvəz olunma prosesinin kristal qəfəsdə heterovalent izomorfizm çevrilməsi ilə baş verdiyi ehtimal olunur.

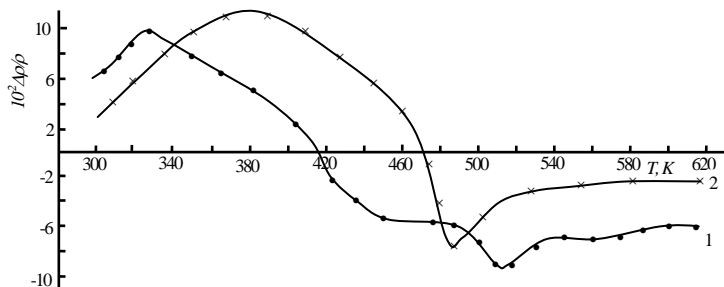
Tədqiq olunan ərintilərin Holl əmsalının (R) temperatur asılılığı şəkil 2-də təsvir olunmuşdur. Şəkildən göründüyü kimi temperaturun artımı ilə Holl əmsalı müntəzəm olaraq azalır. SnSe binar birləşməsinin Holl əmsalının temperatur asılılığında $T=420$ K nöqtəsinin yaxın ətrafında anomal hal müşahidə olunur. Bu anomal hal SnSe binar birləşməsinin ikiqat defekli quruluşa malik olması ilə əlaqələndirilir [4]. DySe-nin iştirakı ilə alınan ərintilərdə Holl əmsalının qiyməti xeyli böyüyür, temperaturun artımı ilə isə ənənəvi olaraq azalır. SnSe birləşməsində Holl əmsalının temperatur asılılığında $T=420$ K nöqtəsinin yaxın ətrafında müşahidə olunan anomal hal $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ sistem ərintilərində nisbətən aşağı temperatur sahəsinə sürüşməklə özünü biruzə verir.



Şəkil 2. $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ sistem ərintilərinin Holl əmsalının temperatur asılılığı. 1-x=0; 2-x=0.01; 3-x=0.025; 4-x=0

$x=0.025$ və $x=0.05$ sitem ərintilərində maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı şəkil 3-də verilmişdir. Hər iki nümunədə temperaturun artımı ilə maqnitmüqaviməti artaraq maksimumdan keçdikdən

sonra azalır. Maqnitmüqaviməti $x=0.025$ təkibli ərintilərdə $T=420$ K, $x=0.05$ təkibli ərintilərdə isə $T=470$ K temperaturda işarəsini müsbətdən mənfiyə dəyişir.



Şəkil 3. $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ sistem ərintilərinin maqnit müqavimətinin temperatur asılılığı. 1- $x=0.025$; 2- $x=0.05$

Alınan nəticələrin analizi tədqiq olunan ərintilərin qismən kompensasiya olunmuş materiallar olduğunu söyləməyə imkan verir. Maqnit müqavimətinin maksimum qiymətində konsentrasiya özünün doymuş halına çatır. Digər tərəfdən maqnit müqavimətinin işarəsinin müsbətdən mənfiyə dəyişməsi kristallarda yükdaşıyıcıların əsas səpilmə mexanizminin dəyişməsi ilə bağlıdır. Xüsusi elektrikkeçiriciliyi və Hall əmsalının nəticələrinə əsasən yükdaşıyıcıların yürüklüyünün temperatur asılılığına baxılmış, yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmi araşdırılmışdır. $T \leq 420$ K temperatur intervalında ionlaşmış aşqar mərkəzlərindən, $T \geq 450$ K intervalında isə kristal qəfəsin düyün nöqtələrindən səpilmənin üstünlük təşkil etdiyi müəyyən edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Абрикосов Н.Х., Шелимова Л.Е. Полупроводниковые материалы на основе $A^{IV}B^{VI}$. М.: Наука. 1975. 195 с.
2. Гуршумов А.П., Кулиев Б.Б., Ахмедов А.М. и др. // Неорганические материалы. 1984. Т.20. №7. С. 1090.
3. Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов. (Под ред. В.П.Жузе). Л.: Наука. 1973. 302 с.
4. Murquzova M.S., Tahirov B.A., Murquzov M.I. və b. // Fizika. 2006. с. XII. №1-2. С. 6.
5. Аскеров В.М. Кинетические эффекты в полупроводниках. Л.: Наука. 1971. 324 с.
6. Mehra R.M., Shyam R., Mathur P.C. // Thin Solid Films. 1983. Vol. 100. №2. P. 81.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМ SnSe-DySe

Дж.И.Гусейнов, Р.Б.Байрамов, А.М.Мамедов

Исследовано взаимодействие в системе SnSe-DySe, по результатам физико-химического анализа определена область растворимости DySe (до 3,5 моль%) в SnSe. При соотношении компонентов 1:1 получено тройное соединение DySnSe_2 и построена диаграмма состояния системы. Определены некоторые кинетические параметры системы сплавов $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$, рассмотрена температурная зависимость коэффициента Холла и магнитосопротивления.

PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF SnSe-DySe SYSTEM ALLOYS

J.I.Huseynov, R.B.Bayramov, A.M.Mammadov

Following the results of physical-chemical analysis, an interaction within the SnSe-DySe has been studied to identify a DySe solubility area (up to 3,5 mol%) in SnSe. Given the relationship of components as 1:1, a triple DySnSe_2 compound has been obtained to build a constitution diagram. Also, some kinetic parameters of $(\text{SnSe})_{1-x}(\text{DySe})_x$ alloy system have been established and temperature dependences of Hall coefficient and magnetic resistance analysed.