

UOT 546.863'23 + 682'863'22'23

Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se SİSTEMİNDƏ FAZA TARAZLIĞI**G.Z.Cəfərova¹, İ.İ.Əliyev¹, F.H.Əliyev², R.Q.İskakov³**¹AMEA-nın M.F.Nağıyev adına Kimya Problemləri İnstitutu
AZ 1043 Bakı, H.Cavid pr., 29; email-aliyevimir@rambler.ru²Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti³Bakı Dövlət Universiteti

Fiziki-kimyəvi analiz metodları (DTA, RFA, MQA, eləcə də sıxlığın və mikrobərkliyin ölçülməsi) vasitəsilə Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sisteminin ərintiləri tədqiq edilmiş və onun faza diaqramı qurulmuşdur. Tədqiqatlar əsasında aşkar edilmişdir ki, Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se kəsiyi In-Sb-S-Se dördlü sisteminin kvazibinar kəsiyi olub, sadə evtektik tiplidir. Müəyyən edilmişdir ki, bu sistemdə Sb₂Se₃ əsasında otaq temperaturunda 3.5 mol % InSb₂S₃Se həll olur. InSb₂S₃Se birləşməsi əsasında isə 15 mol % Sb₂Se₃ bərk məhlul sahəsi alınmışdır. Sistemdə əmələ gələn evtektikanın tərkibi 60 mol % InSb₂S₃Se, əriməsi isə 400°C-dir.

Açar sözlər: dördlü sistem, kvazibinar, evtektika, solidus, likvidus.

Ədəbiyyatda stibium xalkogenidlərindən ibarət dördlü sistemlər haqqında məlumatlar azdır. Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sistemi In-Sb-S-Se dördlü sisteminin bir kəsiyidir. Hazırkı tədqiqat işinin əsas məqsədi Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sistemində kimyəvi qarşılıqlı təsiri tədqiq etməklə, yeni fazaların və bərk məhlul sahəsinin olduğunu müəyyən etməkdir.

Məlumdur ki, indium xalkogenidləri və onlar əsasında alınmış bərk məhlul ərintiləri görünən dalğa sahəsində fəthəssas yarımkeçirici materiallar olub, elektron texnikasının müxtəlif sahələrində istifadə olunurlar [1].

Stibium xalkogenidləri və onlar əsasında alınmış yeni fazalar fəthəssas materiallar olmaqla bərabər, termoelektrik materiallar kimi enerji çeviricilərində geniş istifadə olunurlar [2,3].

Bizim tərəfimizdən In,Sb//S,Se dördlü

sistemindən bir sıra kvazibinar kəsiklər tədqiq edilmiş və onların hal diaqramları qurulmuşdur [4-7].

Bu nöqtəyi-nəzərdən indium və stibium xalkogenidləri arasında kimyəvi qarşılıqlı təsirin və faza tarazlığının öyrənilməsi elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Son zamanlar stibium xalkogenidlərindən ibarət sistemlər geniş tədqiq edilir.

Sb₂Se₃ birləşməsi 590°C-də konqruent əriyir və rombik sinqoniyada kristallaşır, qəfəs parametrləri: $a=11.633$; $b=11.780$; $c=3.985$ Å, fəza qrupu Pbnm-D_{2h}¹⁶, $d=5.843$ q/sm³, $H_{\mu}=1200$ MPa –dır [8].

InSb₂S₃Se birləşməsi 540°C temperaturda konqruent əriyir və rombik sinqoniyada kristallaşır, qəfəs parametrləri: $a=6.81$; $b=5.21$; $c=18.66$ Å, $\rho_{\text{pik.}}=5.32$ q/sm³, $\rho_{\text{rent.}}=5.35$ q/sm³, $H_{\mu}=1600$ MPa –dır [9].

TƏCRÜBİ HİSSƏ

Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sisteminin ərintilərinin sintezi Sb₂Se₃ və InSb₂S₃Se komponentlərinin havası 0.1333 MPa təzyiqinə kimi sorulmuş kvarts ampulada 600-800°C temperatur intervalında birgə əridilməklə aparılmışdır. Alınmış ərintilər homogenləşdirilmək üçün 400°C-də 240 saat müddətində termiki emal edilmişdir.

Daha sonra sistemin ərintiləri DTA, RFA, MQA, sıxlığın və mikrobərkliyin ölçülməsi vasitəsilə tədqiq edilmişdir.

Diferensial-termiki analiz alçaqtezlikli Kurnakov pirometrində aparılmışdır. Ərintilərin qızma sürəti 10°C/dəq olmuşdur. Termocüt olaraq xromel-alümel götürülmüşdür. Analiz temperaturu 800-1000°C olmuşdur.

Ərintilərin rentgenfaza analizi DRON-3 markalı rentgendifraktometrində həyata keçirilmişdir. Şüalandırıcı olaraq $\text{CuK}\alpha$ -elektrodundan istifadə olunmuşdur.

Mikrobərklik PMT-3-markalı metalloqrafik mikroskopda ölçülmüşdür. Ölçmələr zamanı mikrobərkliyin çəkiddən asılılığı öyrənilmişdir.

Mikroquruluş analizi MİM-8 markalı

mikroskopda aparılmışdır. Bunun üçün ərintilər cilalanaraq parlaq hala salınmış və mikroskopda quruluşuna baxılmışdır. Faza sərhədlərini aydınlaşdırmaq üçün aşılavıcı kimi 10 ml qatı HNO_3 + 10 ml H_2O_2 məhlulu götürülmüşdür. Sistemin ərintilərinin sıxlıqlarının təyini zamanı piknometrik üsuldən istifadə edilmiş və doldurucu məhlul kimi toluol götürülmüşdür.

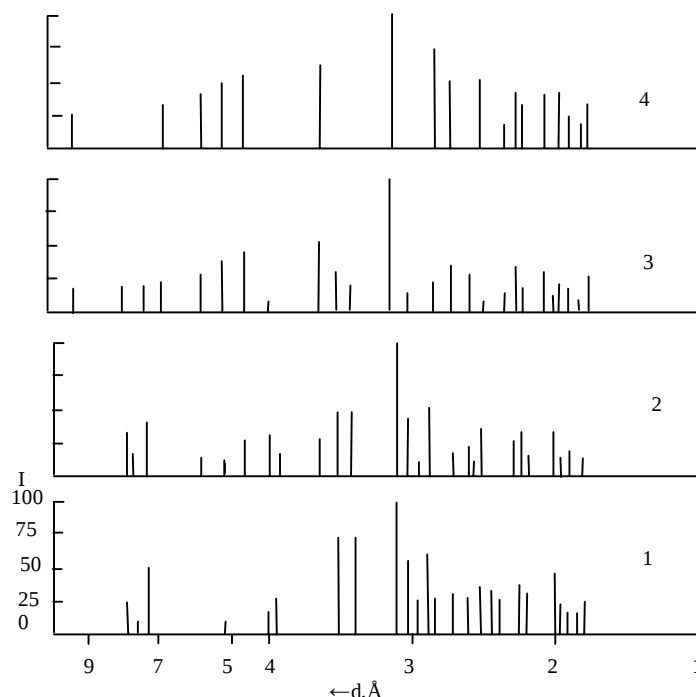
NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Sb_2Se_3 - $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ sisteminin ərintiləri kompakt kütlə halında olub, gümüşü-boz rəngli maddələrdir. Sistemin ərintiləri havaya, suya qarşı davamlı olsalar da mineral turşulara qarşı davamsızdırlar. Nümunələrin homogenləşdirilməsi başa çatdırıldıqdan sonra sistemin ərintilərinin fiziki-kimyəvi analizi aparılmışdır.

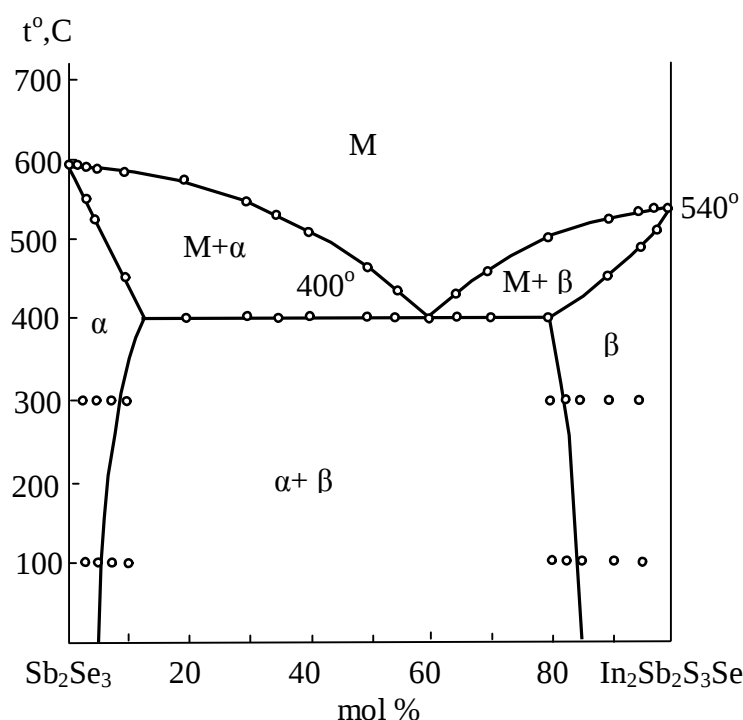
Ərintilərin diferensial-termiki analizi göstərir ki, onların termoqramlarında iki endotermik effektlər alınır. Bu sahədə Sb_2Se_3 birləşməsi əsasında homogenlik sahələri olduğu üçün bu ərintilərin termoqramlarında termiki effektlərin temperaturları bir-birinə nisbətən yaxındır.

Mikroquruluş analizi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, ilkin komponentlər əsasında birləşmə sahələri mövcuddur. Homogenlik sahəsi $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ birləşməsi tərəfdə daha çox aşkar edilmişdir. Bu sahədə bərk məhlul sahəsini müəyyən etmək üçün 5, 10, 15, 17 və 20 mol % Sb_2Se_3 tərkibli ərintilər sintez edilmişdir. Sonra həmin ərintilər 100 və 300°C temperaturda 200 saat müddətində termiki emal edilmişdir. Daha sonra nümunələr uyğun olaraq, həmin temperaturalarda buzlu suda birbaşa soyulmuşdur.

Mikroquruluş analizinin nəticələrinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, sistemdə $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ əsasında otaq temperaturunda 15 mol% Sb_2Se_3 həll olur.



Şək.1. Sb_2Se_3 - $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ sisteminin ərintilərinin ştixdiaqramları.
1 - 0; 2 - 30; 3- 80; 4 - 100 mol% $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$



Şək.2. Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sisteminin hal diaqramı.

400°C-də isə həllolma sahəsi 20 mol % Sb₂Se₃ təşkil edir. Bu qayda ilə Sb₂Se₃ əsasında olan bərk məhlul sahəsi dəqiqləşdirilmiş və müəyyən edilmişdir ki, otaq temperaturunda bərk məhlul sahəsi 3.5 mol % InSb₂S₃Se təşkil edir.

Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sisteminin kvazibinarlığını təsdiq etmək üçün ərintilərin rentgenoqrafik analizi aparılmışdır. Rentgenoqrafik analizin nəticəsi göstərir ki, sistemin ərintilərinin rentgenoqramlarında ilkin komponentlərin difraksiya maksimumlarının qarışığı iştirak edir. Bu isə onu göstərir ki, sistemin ərintiləri ikifazalıdır, yəni kvazibinardır.

Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sisteminin 30 və 80 mol% Sb₂Se₃ tərkibli ərintiləri və ilkin komponentlərin ştrix diaqramları şəkl.1-də verilmişdir.

Mikrobərkliyin 1200-1250 MPa qiyməti Sb₂Se₃ əsasında alınmış α-bərk məhlulun mikrobərkliyinə, 1600-1700 MPa qiyməti isə InSb₂S₃Se əsasında alınmış β-bərk məhlulun mikrobərkliyinin qiymətinə uyğundur. Sistemin ərintilərinin sıxlıqlarının tərkibdən asılılığı demək olar ki, xətti xarakter daşıyır.

Fiziki-kimyəvi analiz metodlarının nəticələrinə əsasən Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sisteminin hal diaqramı qurulmuşdur (şək.2). Müəyyən edilmişdir ki, Sb₂Se₃-InSb₂S₃Se sistemi gözləniləndiyi kimi In-Sb-S-Se dördlü sisteminin kvazibinar kəsiyidir.

Nəticədə müəyyən edilmişdir ki, 3.5-85 mol % InSb₂S₃Se qatılıq intervalında olan ərintilər ikifazalıdır. Qalan ilkin komponentlər sahəsində olan ərintilər birfazalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Зорина Е.Л., Гулиев Т.Н. Инфракрасные поглощения монокристаллического InSe. // Оптика и спектроскопия .1967.Т.22. В6. С.919-923.
2. Коломиец Б.Т., Рывкин С.М. Фотоэлектрические свойства сульфида и селенида индия. // ЖТФ. 1974.Т. № 19. С.2041-2046.
3. Белоцкий Д.П., Бабюк П.Ф., Демянчук Н.В. Физико-химическое

- исследование систем $\text{In}_2\text{B}_3^{\text{VI}}\text{-A}_2^{\text{V}}\text{B}_3^{\text{VI}}$. Сб.: Низкотемпературные термоэлектрические материалы. // Кишинев. 1970. С.29-35.
4. Əliyev İ.İ., Cəfərova G.Z., Əliyev F.H. $\text{Sb}_2\text{S}_3\text{-In}_3\text{Sb}_2\text{S}_3\text{Se}_3$ sisteminin faza diaqramı. // Kimya problemləri jurnalı. 2010. № 4. s.635-639.
 5. Cəfərova G.Z., Əliyev İ.İ., Şahbazov M.H. $\text{InS-Sb}_2\text{Se}_3$ üçlü qarşılıqlı sistemində fazaəmələgəlmə. BDU-nun 90 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq elmi konfransın materialları. Bakı 2009. s.359.
 6. Əliyev İ.İ., Cəfərova G.Z., İsmayılov F.İ. və b. $\text{InS-Sb}_2\text{Se}_3$ sistemində faza tarazlığı. // Azərbaycan kimya jurnalı. 2010. № 4.s.112-115.
 7. Əliyev İ.İ., Cəfərova G.Z., Əliyev İ.P. $\text{InSe-In}_3\text{Sb}_2\text{S}_3\text{Se}_3$ sisteminin faza diaqramı. Doktorant, magistr və tədqiqatçıların IV Respublika elmi konfransının materialları. Bakı. 26-27 may 2010.s.10.
 8. Абрикосов Н.Х., Банкина В.Ф., Проецкая Л.В. и др. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. М.:Найка. 1975. 220 с.

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМЕ $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{--InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$

Г.З.Джафарова, И.И.Алиев, Ф.Г.Алиев, Р.Г.Искаков

Методами физико-химического анализа (ДТА, РФА, МСА, а также измерением микротвердости и определением плотности) изучен характер взаимодействия компонентов по разрезу $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{--InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ и построена диаграмма состояния. Установлено, что разрез является квазибинарным сечением четверной взаимной системы In,Sb//S,Se . При комнатной температуре растворимость на основе Sb_2Se_3 доходит до 3.5 мол% $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$, а на основе $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ - до 15 мол.% Sb_2Se_3 . Соединение Sb_2Se_3 и $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ образует эвтектику, содержащую 60 мол. % $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$, которая плавится при 400°C .

Ключевые слова: четверная система, квазибинарное сечение, эвтектика, солидус, ликвидус

PHASE EQUILIBRIUMS IN $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{--InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ SYSTEM

G.Z.Jafarova, İ.İ.Aliyev, F.G. Aliyev, R.G.Iskakov

Using DTA, RFA, MCA methods of physical-chemical analysis, measurement of micro-hardness and definition of density, the nature of the $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{--InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ system has been studied and its phase diagram constructed. It has been established that the section is a quasi-binary section of the quaternary reciprocal system In,Sb||S,Se . At room temperature the Sb_2Se_3 -based solubility reaches 3.5 mol %, while the $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ -based solubility reaches 15 mol % Sb_2Se_3 . Compounds Sb_2Se_3 and $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$ form eutectic containing 60 mol. % $\text{InSb}_2\text{S}_3\text{Se}$, which melts at 400°C .

Keywords: quaternary system, quasibinary, eutectic, solidus, liquids.

Redaksiyaya daxil olub 18.12.2011