

(PbSe)_{1-x}(CoSe₂)_x SİSTEMİ ƏRİNTİLƏRİNİN TERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI

M.Ə. ƏLİCANOV, N.M. ORUCOV, A.O. MEHRABOV, S.M. ƏLİCANOVA, H.İ. İBAYEV

AZ-1073. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat İnstitutu, Bakı, Ayna Sultanova küçəsi 5, 1143, Bakı, H. Cavid, 33, MEA Kimya Problemləri İnstitutu

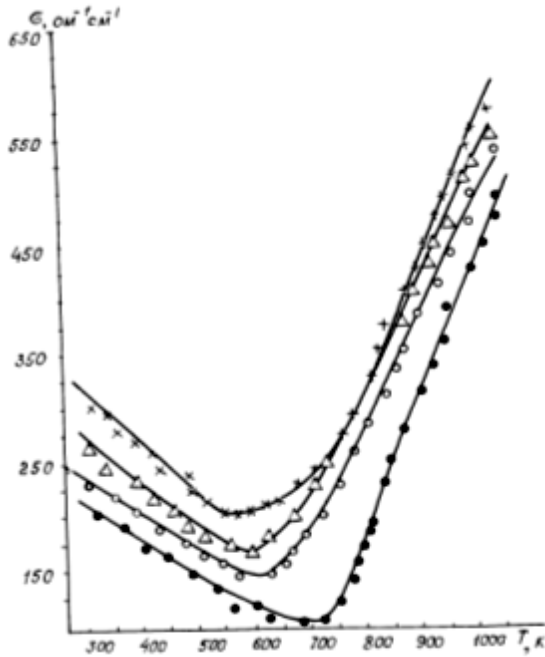
PbSe tərəfdən bərk məhlul sahəsi təyin olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, CoSe₂-nin həll olunması 10 mol%-də baş verir. PbSe birləşməsinin və onun əsasında 24,6 mol% nümunələrin elektrikkeçirməsi və termo l.h.q.-si 300÷1000K temperatur intervalında, istilikkeçirmə isə 300÷900K temperatur intervalında ölçülmüşdür.

PbSe birləşməsinin elektrikkeçirməsi (300÷740)K temperatur intervalında azalır, metallik xarakter daşıyır. Temperaturun sonrakı artımı σ -nın artmasına səbəb olur və (750÷1000)K temperatur intervalında yarımkeçirici xarakter daşıyır.

PbSe birləşməsi və onun əsasında nümunələr üçün keçiricilərin "p" və "n" tipi müəyyən olunmuşdur.

Alınmış nümunələr üçün (450÷700)K temperatur intervalında termoelektrik effekti təyin olunmuşdur ki, bu da yüksək əhəmiyyətə malikdir.

IV qrup elementlərinin (Ge, Sn, Pb) hallogenlərinin (S, Se, Te) birləşmələri (A^{IV}B^{VI}) fiziki və kimyəvi xassələrinin xarakterinə görə başqa yarımkeçirici birləşmələrdən fərqlənir. Bunlar stexiometrik tərkibdən kənara çıxmaqla, kiçik qadağan olunmuş zolağa, mürəkkəb zona quruluşuna malik olduğundan, onların öyrənilməsi hal-hazırda tədqiqatçıları maraqlandırır.



Şəkil 1. (PbSe)_{1-x}(CrSe)_x sistmi ərintilərinin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı.

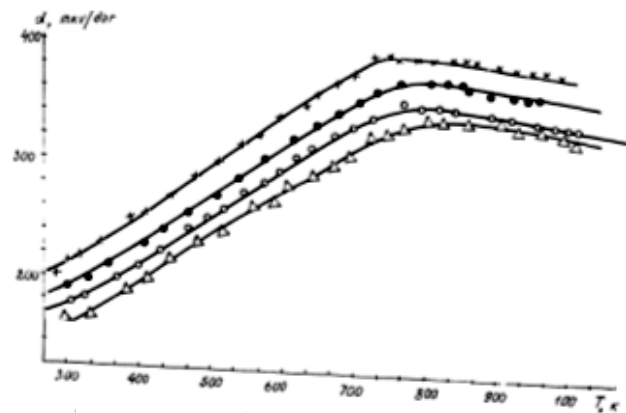
●- x=0.00; ○- x=0.02; △- x=0.04; *- x=0.06

Həmin qrupa daxil olan PbSe birləşməsi də göstərilən xüsusiyyətlərə malikdir. Odur ki, bu birləşmə və onun əsasında ərintilər yarımkeçirici cihazların hazırlanmasında geniş tətbiq olunur. PbSe birləşməsi stexiometrik tərkibdən asılı olaraq həm "p" və həm də "n" tipli keçiriciliyə malik olur. Maraqlıdır ki, bu birləşmə ərimə temperaturuna yaxın temperaturlarda metallik və sonra yarımkeçirici xarakter daşıyır. Bərk və maye halında xüsusi qurğularda onun elektrikkeçirməsi və termo e.h.q.-si ölçülmüşdür, hər iki oblasda qadağan olunmuş zolağın PbSe-CoSe₂ sistemində fiziki-kimyəvi analiz metodlarından istifadə edərək, qurğuşun selen tərəfdən bərk məhlul sahəsi müəyyən edilmişdir. CoSe₂-nin 10mol% qədər həll olduğu göstərilmişdir. Burada PbSe bir-

ləşməsinin və onun əsasında 2, 4, 6 mol% nümunələrin elektrik keçirməsi və termo e.h.q.-si 300÷1000 K temperatur intervalında, istilikkeçirmə isə 300÷900K temperatur intervalında ölçülmüş və alınan nəticələr 1, 2 və 3-cü şəkillərdə qrafiki olaraq verilmişdir. σ -f(T) asılılıq qrafikindən görüldüyü kimi (şəkl.1) PbSe birləşməsinin elektrikkeçirməsi (σ) 300÷740K temperatur intervalında azalır, metallik xarakter daşıyır.

Temperaturun sonrakı artımı σ -in artmasına səbəb olur və 750÷1000K temperatur intervalında yarımkeçirici xarakter daşıyır. Məxsusi keçiricilik oblastına uyğun gəlir. Tədqiq olunan nümunələrdə σ -in temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi əsas komponent (PbSe)-də olduğu kimidir. Nümunələrdə metal-yarımkeçirici keçid temperaturu aşağı temperatura görə dəyişir. Belə ki, keçid temperaturu 6 mol% CoSe₂ tərkibli nümunə üçün 590 K olur. $\lg\sigma$ -f($\frac{10^3}{T}$) asılılıq qrafikindən

istifadə edərək (bu qrafik işdə verilmişdir) öyrənilən nümunələr üçün qadağan olunmuş zolağın eni hesablanmışdır. ΣE_T -nin qiyməti 0.30eV (PbSe) üçün ilə 0.54eV (6 mol% CoSe₂ tərkibli nümunə üçün) arasında dəyişərək artır. PbSe birləşməsi və onun əsasında bərk məhlul sahəsində 2.4 və 6mol% CoSe₂ tərkibli ərintilərin termo e.h.q.-si 300÷1000K temperatur intervalında ölçülmüş və alınan nəticələr qrafiki olaraq şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. (PbSe)_{1-x}(CrSe)_x sistmi ərintilərinin termo e.h.q.-nin temperatur asılılığı.

●- x=0.00; ○- x=0.02; △- x=0.04; *- x=0.06

Göründüyü kimi temperaturun artması ilə termo e.h.q. $T \approx 760 \div 810$ -ə kimi maksimum alınmaqla artır, sonradan, az da olsa azalmağa başlayır. Nisbətən aşağı temperatur ($T \leq 520$ K) termo e.h.q. az, sonra isə kəskin artır ($T \geq 520$ K), $\alpha \sim f(T)$ qrafikindən göründüyü kimi termo e.h.q.-nin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi mürəkkəb xarakter daşıyır və birinci temperatur intervalında

$$\alpha = \frac{K}{e} \left(\frac{5}{2} + p + \ln \frac{N_c}{n} \right) \quad (1)$$

ilə xarakterizə olunur.

Burada N_c – keçiricilik zonasında (deşiklərin) effektiv yükdaşıyıcıların sayıdır.

Termo e.h.q.-nin ikinci temperatur intervalında dəyişməsi, həyəcənlanmış yarımkəçiricilərdə olduğu kimi aşağıdakı düsturla xarakterizə oluna bilər.

$$\alpha \approx \frac{2\pi^2}{3} \cdot \frac{k^2 T}{eF} \quad (2)$$

(2)-də F-Fermi səviyyəsidir.

Bu hal qarışıq yarımkəçiricilərdə, qarışıq yükdaşıyıcılar mövcud olduğuna görə:

$$\alpha = \frac{\alpha_n \sigma_n + \alpha_p \sigma_p}{\sigma_n + \sigma_p}$$

ifadəsi ilə xarakterizə

oluna bilər. $T \approx 300$ K, $F = 10$ eV olduğundan, $\alpha \approx 10^{-6} \frac{V}{K}$ olar.

Termo e.h.q. tədqiq etmədiyimiz nümunələrdə temperaturdan asılı olaraq düz xətt qanunu üzrə dəyişir, maksimum qiymətdən sonra azalmağa başlayır və üçüncü temperatur intervalına aid edilə bilər. Belə halda üçüncü növ yükdaşıyıcıların (elektronların) əmələ gəldiyini qəbul etsək:

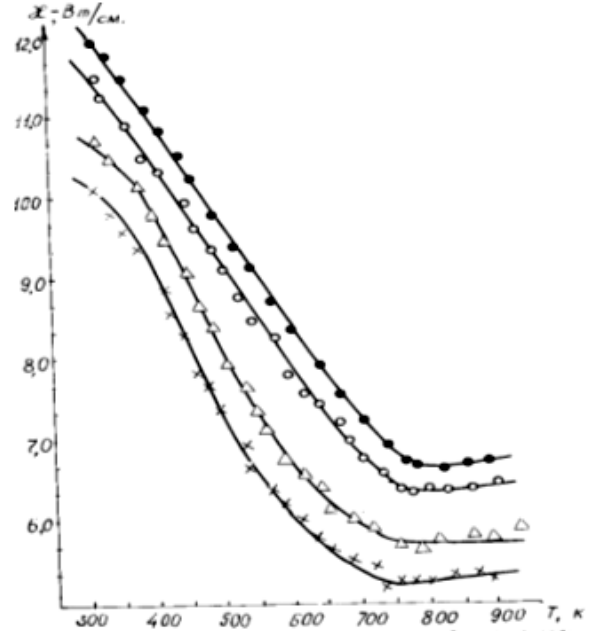
$$\alpha = \frac{\alpha_n \sigma_n + \alpha_p \sigma_p - \alpha_3 - \sigma_3}{\sigma_n + \sigma_p - \sigma_3} \quad (3)$$

ilə ifadə oluna bilər.

[1] V.M. Glazov, S.İ. Chikevskaya. Jidkie poluprovodniki. M: Nauka, 1967, 244 s. (Rusca).

[2] N.Kh. Abrikosov, L.E. Shelimova. Poluprovodnikoviye materialy na osnove soyedineniy $A^{IV}B^{IV}$. M: Izd. Nauka 1975, 196 s. (Rusca).

Bütün temperatur intervalında termo e.h.q.-nin işarəsinin dəyişməsinə görə keçiriciliyin “p”, onun əsasında nümünələr üçün “n” tip olduğu göstərilmişdir. İstilik keçirmə $300 \div 900$ K temperatur intervalında azalır (şəkil 3) və yalnız $T \geq 750 \div 810$ K temperatur intervalında az da olsa artma müşahidə olunur: $T \leq 700$ K temperatur intervalında istilikkeçirmə iki dəfədən çox azalır.



Şəkil 3. $(PbSe)_{1-x}(CrSe)_x$ sistmi ərintilərinin istilikkeçirməsinin temperatur asılılığı.

●- $x=0.00$; ○- $x=0.02$; △- $x=0.04$; * - $x=0.06$

Bu azalma əvvəlcə kəskin ($T \leq 600$ K), sonra isə nisbətən az dəyişir.

İstilikkeçirmənin artması, əlavə olaraq, bipolyar diffuziyanın dəyişməsi ilə əlaqələndirilə bilər.

$$Z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\chi} \quad (4)$$

ilə hesablanmış və alınan nümunələrin $450 \div 700$ K temperatur intervalında daha yüksək Z-ə malik olduğu müəyyən olunmuşdur.

[3] M.A. Alidjanov, M.Z. Alizade. Poluprovodnikoviye svoystva soyedineniy tipa $A^{IV}B^{IV}$. M: Izd. VİNİTİ 1987, 103 s. (Rusca).

RESEARCH OF THERMOELECTRIC PROPERTIES OF $(PbSe)_{1-x}(CoSe_2)_x$ SYSTEM ALLOYS

The region of solid solution from PbSe side is determined. It has been demonstrated that solubility of $CoSe_2$ occurs until 10 mol%. Electroconductivity of thermo e.m.f. (electromotive force) of PbSe samples and its alloys compound, containing 2.4 and 6 mol%, at $(300 \div 1000)$ and thermal conductivity at $(300 \div 900)$ K were measured.

Electroconductivity of PbSe compound decreases at temperature interval $(300 \div 740)$ K and has metallic property. Further increase of temperature corresponds to increase of σ in temperature interval $(750 \div 1700)$ K and electroconductivity has semi-conducting properties.

Conductivity type of “p” type and “n” type for PbSe compounds and samples on its basis is determined.

Thermoelectrical effect that has high profile is determined for obtained samples in temperature interval $(450 \div 700)$ K.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ (PbSe)_{1-x}(CoSe₂)_x

Определена область твердого раствора со стороны PbSe. Показано, что растворимость CoSe₂ происходит до 10мол%. Измерены электропроводность термо э.д.с. образцов соединения PbSe и его сплавов, содержащих 2,4 и 6 мол%, при (300÷900) К и теплопроводность при (300÷900)К.

Электропроводимость соединения PbSe уменьшается в температурном интервале (300÷740) К и носит металлический характер. Дальнейшее увеличение температуры соответствует увеличению σ в температурном интервале (750÷1000) К и носит полупроводниковый характер.

Определены p и n проводимости для соединения PbSe и для образцов на его основе.

Для полученных образцов в интервале температур (450÷700)К наблюдается термоэлектрический эффект, имеющий важное значение.

Received: 16.03.07