

4. Ш. Отажонов, Б.Х. Эшчанов, Д.Б. Худойбердиева. О'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining ma'ruzalari, Toshkent 2023, №1, 24-28 betlar.

TERMOELEKTRIK MATERIALLARNING KOMMUTATSION MATERIALLAR BILAN ALOQADA FIZIK-KIMYOVIY O'ZARO TA'SIRLASHUVI

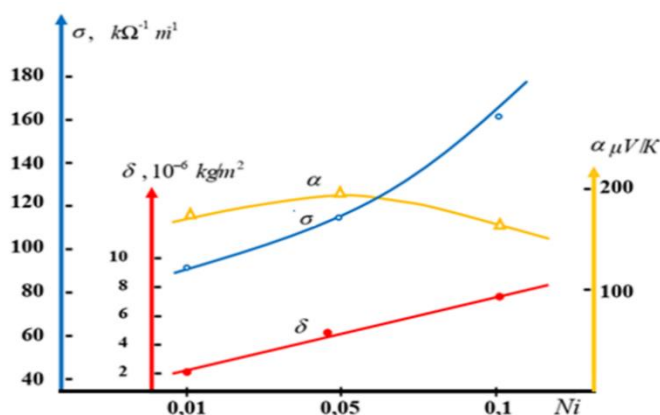
T.M.Azimov, D.I. A'zamova, M.Z. Xayitoxunova

Farg'ona davlat universiteti

Annotasiya: Ushbu maqolada nikel bilan legirlangan n -tipli $Bi_2Te_{2,88}Se_{0,12}$ va p -tipli $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$ qattiq eritmalar asosidagi termoelektrik, mexanik va galvanomagnit xossalari, kontaktga yaqin sohalarda ro'y beradigan kommutatsiya materiallari va diffuziya jarayonlarining xossalari va termoelementlarning kommutatsiya imkoniyatlari o'rganilgan.

Kalit so'zlar: legirlash, degeneratsiya, adgeziya, kommutatsiya, evtektik, kompensatsiya, diffuziya, termoelement, Fermi sathi, Xoll harkatchanligi.

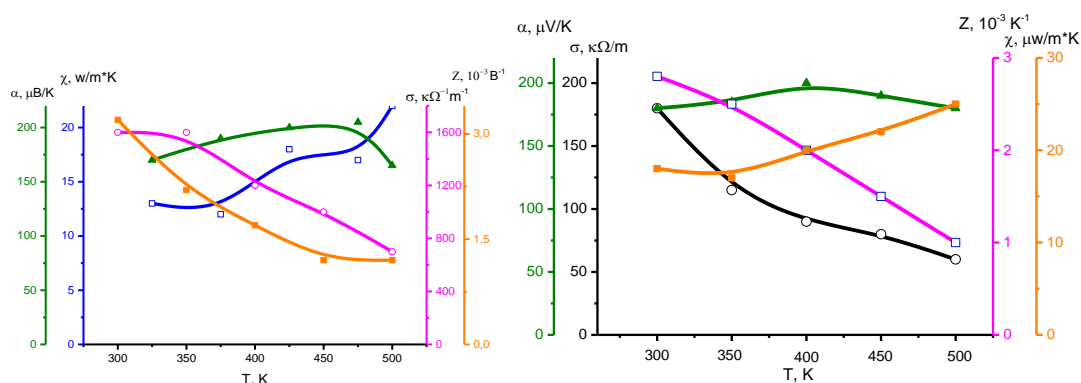
$Bi_2Te_{2,88}Se_{0,12}$ va $Bi_{0,5}Sb_{1,5}Te_3$ qattiq eritmalarini nikel bilan legirlashda, ular mustahkomlovchi ta'sirga ega ekanligi, ammo misdan farqli ravishda akseptorli ekanligi o'rnatilgan. Kompensatsiyalovchi donor kiritmalarining miqdorini mos ravishda ortirmasdan, faqat Ni tarkibining ortishi qotishma mustaxkamligining yanada ortishiga olib keladi, ammo, bunda termoEYUK keskin kamayadi (1-rasm).



1-rasm. $Bi_2Te_{2,88}Se_{0,12}$ materialining siqilishida termoEYUK, elektr o'tkazuvchanlik va materialning mustahkamlik chegarasining Ni kiritmaga bog'liqligi (\circ — σ , Δ — α , \bullet — σ_{sj}).

Massasi 0,5 % kiritma kiritilganda materialning maksimal termo EYUK koeffitsiyentiga erishiladi. Mexanik regeneratsiyaning ortishi bilan birgalikda Ni tarkibi ortgan sari materialning termo eyukning pasayishi kuzatiladi. bunda termoeyuk qiymati $170 \div 180 \cdot 10^{-6}$ V bo'lgan namunalar siqilganda mexanik mustahkamlik chegarasi σ_{ch} 3,4 dan 4,2 kG/mm² gacha o'zgaradi, bu esa mos ravishda $\sigma_{\text{ch}} Bi_2Te_{2,88}Se_{0,12}$ ga nisbatan $1,5 \div 2$ marotaba yuqoridir.

2a-rasmda 0,05 % Ni bilan legirlangan $Sb_{1,5}Bi_{0,5}Te_3+3$ massa % Te qattiq eritmaning, 2b-rasmda esa aynan shu parametrlarning nikel bilan legirlanmagan $Sb_{1,5}Bi_{0,5}Te_3+3$ massa % Te qattiq eritmaning temperaturaviy bog'liqligi keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, nikel bilan lengirlanganda p -tipli materialning termoelektrik xossalari sezilarli o'zgarishlar ro'y bermaydi.



2-рasm. $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3 + 3$ massa % Te , 0,05 massa % Ni (a), $\text{Bi}_{0,5}\text{Sb}_{1,5}\text{Te}_3 + 3$ massa % Te (b) tarkibdagi qattiq eritmalarning temperaturaviy bog‘liqliklari ($\circ - \alpha$, $\Delta - Z$, $\square - \chi$, $\blacksquare - \sigma$)

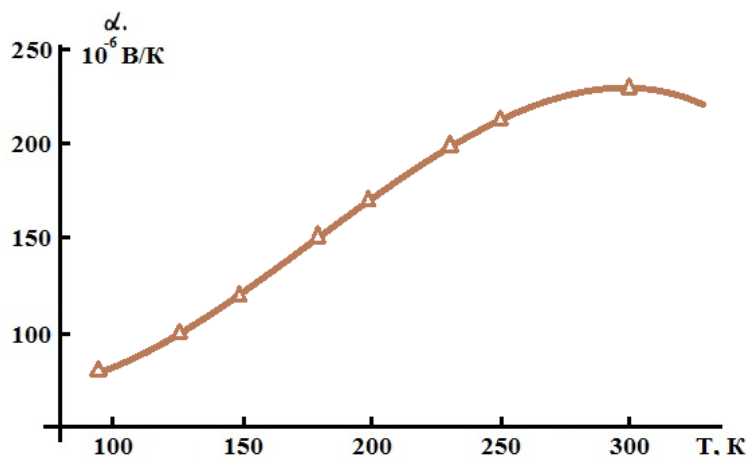
Zaryad tashuvchilarining sochilishi va $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + 0,04$ massa % Ni qotishmaning zonali strukturasi modelini sifatli o‘rnatilishini aniqlash maqsadida $77 \div 300 \text{ K}$ temperatura oralig‘idagi termoEYUKning doimiy magnit maydonidagi o‘zgarishlari tadqiq etilgan (3-rasm).

3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, $T < 180 \text{ K}$ temperaturalarda termoEYUK (α) temperaturaga proporsional o‘zgaradi, bu esa elektron gazning degeneratsiya holatiga mos keladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\alpha = \frac{2\pi^{\frac{2}{3}} k_0^2 m^* T}{3\epsilon \epsilon_0 h^2 p^{\frac{2}{3}}} \left(r + \frac{3}{2} \right) \quad (1)$$

bu yerda k_0 - Bolsman doimiysi, m^* - holatlar zichligining samarali massasi, e - elektron zaryadi, \hbar - Plank doimiysi, p - zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi, $(r + 3/2)$ - akustik sochilish mexanizmi uchun sochilish parametri.

$T > 180 \text{ K}$ temperaturalarda α qiymatlarining tezroq o‘shishi kuzatiladi, (1) formuladan ko‘rinib turibdiki bu jarayon $T = 250 \div 260 \text{ K}$ gacha davom etadi, bundan so‘ng to‘yinish sodir bo‘ladi va so‘ngra α qiymati pasayadi. α ning bu hatti-harakati tadqiq etilayotgan qotishmada Bi_2Te_3 ga xos bo‘lgan murakkab valent zonaning mavjudligi bilan talqin etiladi. $T < 200 \text{ K}$ past temperaturalarda o‘tkazuvchanlik jarayonlarida asosan birinchi zona osti, ya’ni holatlar zichligining samarali massasi kamroq va Xoll harkatchanligi R_x yuqoriroq bo‘lgan “yengil” kovaklar zona ostlari ishtirok etadi.



3-rasm. $\text{Bi}_2\text{Te}_3 + 0,04 \text{ Ni}$ massa% qotishma uchun termoEYUK koefitsiyentining temperaturaga bog‘liqligi.

Temperatura ortishi bilan ba'zi "yengil" kovaklar ikkinchi zona ostiga, holatlar zichligining samarali massasi yuqori va harakatchanligi kichik bo'lgan zonaga o'tadi. Bunda umumiy termoEYUK quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha_{\text{o'bm}} = \frac{\alpha_1 \sigma_1 + \alpha_2 \sigma_2}{\alpha_1 + \sigma_2} \quad (2)$$

$$\text{bu yerda } \alpha_1 = \frac{2\pi^{2/3} K_0^2 m^* T}{3^{5/3} e \hbar^2 p^{2/3}} (r + 3/2) \quad (3)$$

$$\alpha_2 = \frac{K_0}{e} \left[r + 5/2 + \ln \frac{2(2\pi m^* K_0 T)^{3/2}}{\hbar^3 p} \right] \quad (4)$$

$$\sigma_1 = 2e \left(\frac{2\pi m_0 K_0 T}{\hbar^2} \right)^{3/2} F_0(\mu^*) U_1 \left(\frac{m_1^*}{m_0} \right)^{3/2} \quad (5)$$

$$\sigma_2 = 2e \left(\frac{2\pi m_0 K_0 T}{\hbar^2} \right)^{3/2} F_0(\mu^* - \Delta\varepsilon) U_2 \left(\frac{m_2^*}{m_0} \right)^{3/2} \quad (6)$$

bu yerda α_1 , α_2 , σ_1 , σ_2 , mos ravishda birinchi va ikkinchi zona ostilarning termoEYUK va elektr o'tkazuvchanliklari, μ^* - keltirilgan Fermi sathi, $\Delta\varepsilon$ - energetik tirqish kattaligi, $F_0 = \int_0^\infty x \frac{1}{e^x + 1} dx$.

O'tkazuvchanlik jarayonlarida ikkinchi zona ostining "og'ir" kovaklarining ishtiroki ma'lum temperaturalarda birinchi zona osti α zaryad tashuvchilariga nisbatan α_{ummiy} umumiy temroEYUK qiymatining ortishiga olib keladi. Umumiy termoEYUKning bunday hatti-harakati ikkinchi belgining zaryad tashuvchilari, ya'ni elektronlar ishtirok etadigan temperaturalarga erishguncha, ya'ni α_{ummiy} qiymatiga ta'sir qila boshlaguncha davom etadi. Bunda umumiy termo EYUK quyidagicha aniqlanadi:

$$\alpha_{\text{o'bm}} = \frac{\sum \alpha_p \sigma_p - \alpha_n \sigma_n}{\sum (\sigma_p + \sigma_n)} \quad (7)$$

bu yerda α_n , σ_n mos ravishda o'tkazuvchanlik zonasi termo EYUK va elektronlarning elektr o'tkazuvchanliklari.

O'tkazuvchanlik jarayonida elektronlarning ishtirokining namoyon bo'lishi temroEYUK ortishining sekinlashishiga, keyin esa to'yinishga va temperatura yanada ortishi bilan uning qitymatining pasayishiga olib keladi. TyermoEYUK qiymatining pasayishiga yana tadqiqot temperaturasining hususiy o'tkazuvchanlik sohasiga yaqinlashishi ham sezirli ta'sir ko'rsatadi, bu esa temroEYUK qiymatining eksponensial pasayishiga olib keladi.

ADABIYOTLAR

1. Ma'rifjonovich, A. T., & Egamberdiyevich, O. K. (2020). Effect of commutation solder on the operating characteristics of cooling elements based on bismuth and antimony chalcogenides. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, (1-2), 21-25.
2. Azimov, T. M., Gaynazarova, K. I., Onarkulov, M. K., & Yuldashev, A. A. (2021). Thermoelectric and Galvanomagnetic Properties of the Alloy Bi₂Te₃+0.04 Weight% Ni in the Temperature Range 77÷ 300 K. *American Journal of Modern Physics*, 10(6), 124-128.
3. Onarkulov, K., & Azimov, T. (2023). Study of diffusion processes in contact areas of thermocouples with metals. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 376, p. 01058). EDP Sciences.
4. Онаркулов, К. Э., Азимов, Т. М., & Онаркулов, М. К. (2030). ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФФУЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ, ПРОХОДЯЩИХ В ПРИКОНТАКТНОЙ ОБЛАСТИ В ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕРМОЭЛЕМЕНТАХ ИЗ Bi₂Te₃ в Sb₂Te₃. *Янги материаллар ва гелиотехнологиялар*, 46.