

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И  
ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ФЕРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.АУЭЗОВА  
ФЕРГАНСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ ОБЩЕСТВЕННОГО  
ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

МАТЕРИАЛЫ

Международной научной конференции

**“ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ  
СРЕД”**

Фергана, 24-май, 2024 год.

11. Rasulov, V. R., Rasulov, R. Y., Mamatova, M. A., & Qosimov, F. (2022, December). Semiclassical theory of electronic states in multilayer semiconductors. Part 2. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2388, No. 1, p. 012158). IOP Publishing

## **Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub> - Bi<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> va Bi<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>-Sb<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> QOTISHMALARNING**

### **TERMOELEKTRIK XOSSALARI**

**T.M. Azimov, M.Z.Xayitoxunova**

**Farg'ona davlat universiteti**

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada termoelektr vakuumda inert gaz bosimi ostida olingan. Bi, Sb Te va Se asosidagi termoelektrik materiallar  $10^{-2}$  mm.sim.ust 17 soat  $390^{\circ}\text{C}$  haroratda toblash orqali olindi. Olingan qotishmalardan tayyorlangan yarim elementlarda termoelektrik va elektrofizik xususiyatlari o'rganildi.

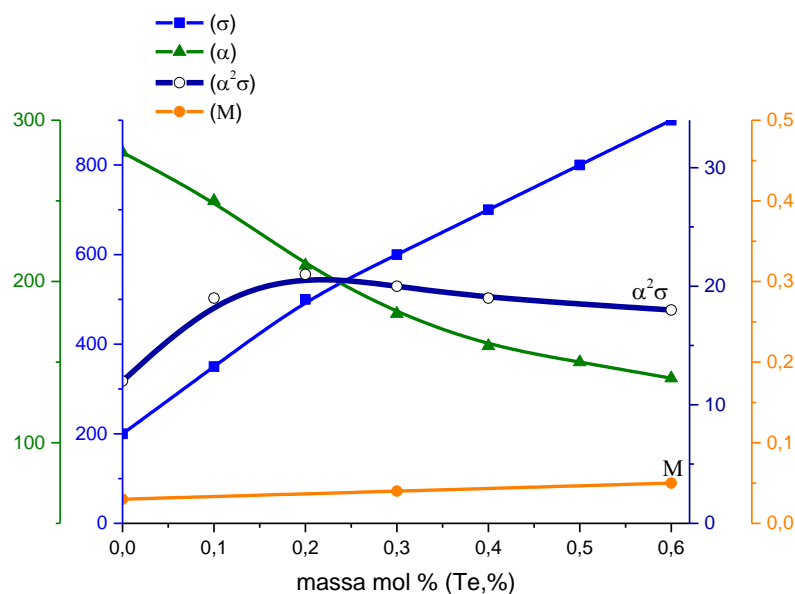
**Tayanch so'z va iboralar:** differensial, sublimasiya, xalkogen, legirlash, kompensasiya.

Olingan qotishmalardan tayyorlangan yarim elementlarda tyermoelektrik parametrlar o'Ichandi. Yarim elementlarni toblash  $390^{\circ}\text{C}$  haroratda 17 soat davomida vakuum darajasi  $10^{-2}$  mm.sim.ust. bo'lgan kvarts ampulalarda o'tkazildi. Olingan yarim elementlarning xarakteristikalari solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $\sigma$  ( $\text{Om}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ ), termoelektr yurituvchi kuch koeffitsiyenti  $\alpha$  (mkV/K) va solishtirma issiqlik o'tkazuvchanligi  $\chi$  (kal/m·s·K) larni o'lchash bilan aniqlandi va ular asosida materialning asslligi topildi. Namunalarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi kompensasiya usuli bilan doimiy tokda, orasidagi masofa aniq bo'lgan to'rt zond yordamida o'Ichandi. Termoeuyuk xona haroratida differensial usul bilan o'Ichandi. Bu holda, namunadagi  $8-15^{\circ}\text{C}$  bo'lgan harorat farqi namunaning pastki uchi xona haroratida bo'lganda, tashqi issiqlik manbai bilan isitilib hosil qilindi.

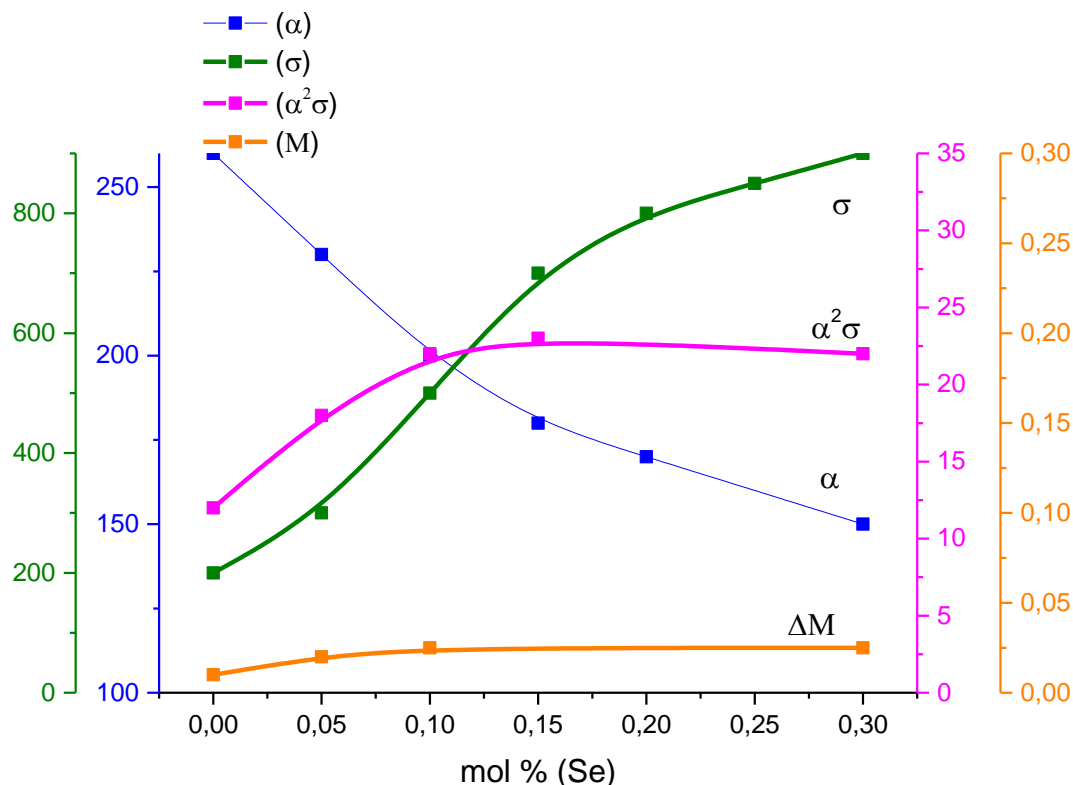
Doimiy tokda  $\alpha$  va  $\sigma$  larning haroratga bog'lanishi tekshirilayotgan namunalar joylashgan muhit (argon) haroratini bosqichma-bosqich o'lchash bilan kompensasiya sxemasi yordamida zond usulida aniqlandi. Yuqori haroratlardagi o'lchashlar ham, xona haroratida o'tkazilgan usullar kabi amalga oshirildi.  $\alpha$ ,  $\sigma$ ,  $\chi$  termoelektrik parametrlarni o'lchashning nisbiy xatoligi 3% dan 5% gacha qiymatni tashkil etdi.

Ma'lumki, dastlabki xom-ashyoning ixtiyoriy tarkibiy nisbatlari termoelektrik xossalari optimal bo'lgan legirlangan qotishma material olishga imkon bermaydi. Shuning uchun  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  va  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  asosidagi material parametrlarini to'g'ri tanlash uchun xom-ashyoni har xil partiyalaridan olingan materiallarning parametrlarini o'rganib chiqdik. Asosning parametrlarini maqsadli o'zgartirish usuli sifatida biz shixtaga stexiometriyadan ortiqcha xalkogenlar kiritish yo'lini qo'lladik.

Termoeyuk koeffitsiyenti  $\alpha=200 \div 240$  mkV/K va solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $\sigma = 60 \div 200 \text{ Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$  optimal qiymatlarga ega bo'lgan asosni olish uchun xalkogen miqdorining o'zgarishiga qarab asosning termoelektrik xossalari tekshirildi. Aralashmaga stexiometriyadan oshiqcha kiritilgan xalkogenlar sifatida tellur, selen va oltingugurt ishlatildi. Tadqiqotlar aralashmadagi ortiqcha oltingugurt aynan shunday miqdordagi qo'shimcha selen yoki tellurga ko'ra asosiy material termoelektrik parametrlarini o'zgartirishga samaraliroq ta'sir qilishini ko'rsatdi.



**1 – rasm. Kvars tigelda sintez qilingan 80 mol. %  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  va 20 mol%  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  asosga qo'shimcha kiritilgan tellur miqdoriga bog'liq ravishda termoelektrik parametrlar o'zgarishi.**



**2 – rasm 80 mol. %  $Bi_2Te_3$  va 20 mol%  $Bi_2Se_3$  asosga qo‘shimcha kiritilgan selen miqdoriga bog‘liq ravishda termoelektrik parametrlar o‘zgarishi.**

Amalga oshirilgan tajribalarga asoslanib, shixtaga kiritilgan ortiqcha xalkogen konsyentrasiyasining mumkin bo‘lgan nisbiy qiymatlar oralig‘i aniqlandi: tellur uchun 0,10 mol % dan 0,60 mol % gacha, selen uchun 0,05 mol % dan 0,30 mol % gacha, oltingugurt uchun 0,05 mol % dan 0,30 mol % gacha. Tadqiqot natijalari 5 a, b, rasmlarda keltirilgan. Rasmlardan ko‘rinib turibdiki, asosga turli xil xalkogenlar ortiqcha kiritilganda termoelektrik xossalarning o‘zgarish xarakteri sifat jihatdan deyarli bir xil. Aralashmaga kiritilgan xalkogen miqdori ortishi bilan elektr o‘tkazuvchanligi dastlab chiziqli ortib boradi, termoevuk koeffisiyenti chiziqli kamayadi. Eritish jarayonida bug‘lanish natijasidagi massa yo‘qotishlar  $\Delta M$  foizi aralashmaga kiritilgan xalkogenning ko‘payishi bilan asosan chiziqli ortadi (selenda esa tez to‘yinishga chiqadi). Xalkogen qo‘shimchaning keyingi ko‘payishida elektr o‘tkazuvchanligining ortish va termoevuk koeffisiyenti-ning pasayish tezligini sekinlashuvi kuzatiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, asosning parametrlarini yaxshilashning taklif qilingan usuli amaliy foydalanish uchun legirlashga yaroqli asosni tanlash va shixtaga kiritiladigan ortiqcha xalkogenning optimal miqdorini to'g'ri aniqlash uchun samaralidir. Ortiqcha xalkogenning maqbul miqdori tellur uchun 0,24 mol %, selen uchun 0,12 mol % va oltingugurt uchun 0,08 mol % ekanligi ko'rsatildi. Bunda asosning termoelektrik parametrlari  $\sigma = 580 \div 600 \text{ Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ ,  $\alpha = 200 \div 194 \text{ mkV/grad}$  bo'lishi aniqlandi.

Materialning samaradorlik ko'rsatkichining o'rtacha integral qiymati  $20 \div 300^\circ\text{C}$  harorat oralig'ida  $Z = 1,59 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$  ni tashkil qilishi aniqlandi. Ushbu texnologiyadan foydalangan holda qotishmalar olishda qotishmani erish jarayonida aralashtirilmaganligi sababli, termoelektrik xossalarning quyma uzunligi bo'ylab taqsimlanishining bir jinsliligini tekshirish zarur edi. Olingan quyma silindrsimon shaklga ega bo'lib, uzunligi 9 sm va diametri 3,2 sm ni tashkil etgan. Erish vaqtida bug'lanish tufayli massa yo'qotilishi to'sqichdan foydalanganda 0,04 mol foizga teng bo'ldi.  $T < 180 \text{ K}$  da o'zgarish chiziqli bo'lib, elektron gazning aynigan holatiga to'g'ri keladi va taqriban

$$\alpha = \frac{2\pi^{\frac{2}{3}} k_0^2 m^* T}{3^{\frac{5}{3}} e \hbar^2 p^{\frac{2}{3}}} \left( r + \frac{3}{2} \right), \quad (4)$$

formula bilan ifodalash mumkin. Bu yerda:  $k_0$  -Bolsman doimiysi,  $m^*$  -holatlar zichligining effektiv massasi,  $e$  -elektron zaryadi,  $\hbar$  -Plank doimiysi,  $r$  -zaryad tashuvchilar konsyentratsiyasi,  $r$  -sochilish parametri bo'lib,  $r = -1/2$  - akustik fononlarda,  $3/2$  -ionlarda,  $1/2$  - Debay haroratidan past bo'lgan optik fononlarda sochilishlar uchun. Haroratning  $T > 180 \text{ K}$  dan yuqori qiymatlarida termoeuyuk chiziqli ortishi (4) formuladan kelib chiqadi, Tajribada  $T = 250 \div 260 \text{ K}$  haroratga yetganda termoeuyukning to'yinishi va so'ngra kamayishi kuzatiladi. Termoeuyukni bunday o'zgarishini, biz o'rganayotgan qotishma  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  ga xos bo'lgan murakkab valent zonaning tuzilishi bilan izohlaymiz.  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  ning valent zonasi oralig'i  $\epsilon = 0,02 \text{ eV}$  energiyaga ega bo'lgan 2 ta kichik zonaga bo'lingan. Aytish mumkinki,  $T = 200 \text{ K}$  dan past haroratlarda, o'tkazuvchanlik jarayonlarida asosan birinchi tagzonadagi Xoll

harakatchanligi  $R_x$  yuqori va holatlar zichligining effektiv massasi  $m^*$  kichik bo'lgan “yengil” kovaklar ishtirok etadi.

#### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Я. Усмонов, М. Б. Набиев, Т. Ахмедов Т.М.Азимов. Интер газ босими остида очик калта тигелда термоэлектрик материал олиш. ФарДУ-Илмий хабарлар журнали 2016 йил №2 81-83 бетлар
2. Набиев М.Б., Ахмедов Т., Усмонов Я., Якубова Ш., Гайназарова К.И., Абдуллаева М. Разработка режима нестационарного термоэлектрического охлаждения (НТЭО) при использовании импульсов тока специальной форме. // Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации, Украина, 2016. №10. С.371-375.
3. Набиев М.Б. О температуре охлаждаемого экрана для полупроводниковых термоэлементов. // Материалы международной конференции, посвященной 15 летию независимости РУз.ФТИ. Ташкент, 2006. С.104-105.
4. Гайназарова К.И., Исаков М. Инновационные методы исследования нестационарного термоэлектрического охлаждения на искусственно-пористых термоэлементах. // Актуальные научные исследования в современном мире. Украина, 2016. Вып.8(16). Том 1. С.54-58.
5. Onarkulov K.E., Usmanov Ya., G'aynazarova K.I., Azimov T.M. Semiconductor sensor for detecting volume changes at low temperatures. // European Journal of Molecular & Clinical Medicine 2020. Vol. 7, Issue 2, Pp. 2353-2358.

## EFFECT OF Bi- Sb(Se-Te) BASED CHALCOGENS

Q.I. Gaynazarova

Farg'ona davlat universiteti

**Abstract:** Bi-Se-Sb-Te solid alloy-based elements are considered as one of the promising thermoelectric materials working in the temperature range of 200-600 K to solve current environmental and energy problems.

**Key words:** thermoelectric material, inert gas, electrical conductivity, thermoelectric coefficient

Currently, alloys based on Bi-Sb-(Se,Te) are becoming one of the most promising thermoelectric materials for solving environmental and energy problems.

In order to increase the thermoelectric efficiency of thermoelectric materials obtained under inert gas pressure, it is necessary to correctly select the composition and operating parameters of materials based on  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  and  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$ . In order to purposefully change the parameters of the base material, we added chalcogens in