

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR**

1995-yildan nashr etiladi
Yilda 6 marta chiqadi

**2024/3-SON
ILOVA TO'PLAM**

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

MATEMATIKA

S.S.Jo'raboyev, M.X.Abdumutalova	
Tengsizliklarni isbotlashda ehtimollar nazariyasi elementlaridan foydalanish metodikasi	13
Sh.T.Karimov, J.J.Jahongirova	
Teskari masalalarni yechishning chekli ayirmalar sxemasini teskarilash usuli	18
B.M.Mamadaliev, M.I.Davlatboeva	
About geometry on subspaces in 2R_5	22
A.O.Mamanazarov, Y.B.Djuraeva	
The existence of the solution of a boundary value problem for the benjamin, bona and mahony equation including the hilfer fractional differential operator	27
A.M.Mirzaqulov	
Kompyuterli matematik modellashirish asoslari	33
A.O.Mamanazarov, D.R.Ibrohimova	
Vaqt yo'nalishlari turlicha bo'lgan parabolo-giperbolik tenglama uchun chegaraviy masala.....	38

FIZIKA-TEXNIKA

V.R.Rasulov, B.B.Axmedov, I.A.Muminov	
Elektronlarning energiya spektrini Kroning va Penni usuli yordamida hisoblash	43
M.M.Sobirov, M.M.Kamolova, Q.Q.Muhammadaminov	
Atmosferadagi quyosh nurlanish oqimi maydonini shakllanishiga begona aralashmalarning ta'siri	49
M.M.Sobirov, J.Y.Roziqov, Q.Q.Muhammadaminov	
Yarim cheksiz o'lchamdagi kristallarda qutblangan nurlanish oqimini ko'chirilishi.....	55
V.R.Rasulov, I.A.Muminov, G.N.Maqsudova	
Xoll effektini brilliyen zonalari nazariyasi yordamida o'rganish	60
M.M.Sobirov, V.U.Ro'ziboyev	
Yer sirtidan qaytgan quyosh nurlanish oqimini atmosferadagi nurlanish maydoniga ta'siri	64
G'.R.Raxmatov	
Infraqizil quritishning mahsulot sifat kattaliklariga ta'siri.....	70
V.U.Ro'ziboyev	
"Bipolyar tranzistorlarni ulanish va ularning kuchaytirish xususiyatlarini o'rganish" laboratoriya ishida arduinodan foydalanish	75
J.Y.Roziqov	
Quyosh nurlanishining atmosferada yutilishi va sochilishi. Zaiflashish qonuni	82
O.K.Dehkonova	
Fizika ta'limi jarayoniga raqamli texnologiyalar va zamonaviy usullarni joriy etish orqali innovatsion infratuzilmasini shakllantirish	86
Q.I.G'aynazarova, T.M.Azimov	
Uchlamchi qotishmalarning istiqbollari	98
B.U.Omonov	
Bi_2Te_3/Sb_2Te_3 yarimo'tkazgich yupqa pardalarning termoelektrik xususiyatlari	103
K.E.Onarkulov, G.F.Jo'rayeva	
Afk elementlarining tuzilishi va xususiyatlarining bog'lanish o'rganish	109
З.Хайдаров, Д.Ш.Гуфронова, С.Х.Мухаммадаминов	
Исследование преобразовательных и выходных характеристик системы полупроводник – плазма газового разряда с дополнительным сеточным электродом	116
M.Kholdorov, G.Mamirjonova	
Achievements in the dehydration of fruits and vegetables and the advantages of the methods used	121
M.Kholdorov, G.Mamirjonova	
Electronic conduction phenomena observed on the surface of semiconductors and metals....	124



UO'K: 621.316.3

UCHLAMCHI QOTISHMALARNING ISTIQBOLLARI

ПЕРСПЕКТИВЫ ТРЕТИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

PROSPECTS OF TERTIARY COMPOUNDS

G'aynazarova Qizlarxon Isroilovna¹ ¹Farg'ona davlat universiteti o'qituvchisiAzimov Tulanboy Ma'rufjonovich² ²Farg'ona davlat universiteti o'qituvchisi

Annotatsiya

Ushbu maqolada uchlamchi qotishmalar va ularning istiqbollari, ma'lum haroratlar oralig'ida ishlaydigan o'zining eng yaxshi termoelektrik xususiyatlarini namoyon qiladigan $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ asosidagi qattiq eritmalar haqida fikr yuritilgan.

Аннотация

В данной статье рассматриваются третичные сплавы и их перспективы, твердые растворы на основе $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$, которые показывают свои лучшие термоэлектрические свойства, работая в определенном температурном диапазоне.

Abstract

This article discusses tertiary alloys and their prospects, solid solutions based on $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$, which show their best thermoelectric properties operating in a certain temperature range.

Kalit so'zlar: yarimo'tkazgichli termoelektrik materiallar, termoelektrik sovutish moslamalari, termoelement, surma telluridi, surma selenidi, legirlash

Ключевые слова: полупроводниковые термоэлектрические материал, термоэлектрические охлаждающие устройства, термопара, теллурид сурм, селенид сурм, легирование.

Key words: semiconductor thermoelectric materials, thermoelectric cooling devices, thermocouple, antimony telluride, antimony selenide, alloying.

KIRISH

Rivojlangan davlatlarning ilmiy tadqiqot ishlarida yarimo'tkazgichli termoelektrik materiallar issiqlik energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirish uchun generatorlarda, muzlatgichlar, termostatlar, konditsionerlar va boshqa qurilmalarda keng qo'llaniladi. Uchlamchi qotishmalar stehiometriyasining o'zgarishi ham uning elektrofizik xususiyatlarini turli xil bo'lishiga olib keladi. Asosning indekslarini o'zgarishi termoelektrik materialning tipiga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Ushbu materiallar orasida vismut tellurid asosidagi qattiq eritmalar 200–600 K harorat oralig'ida o'zining eng yaxshi termoelektrik xususiyatlarini namoyon qiladi. Hozirgi vaqtda 300–350 °C dan past haroratlarda ishlaydigan termoelektrik sovutish moslamalari va termogeneratorlar uchun asosiy materiallar sifatida, nafaqat vismut tellurid $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ asosidagi qattiq eritmalar, balki qo'rg'oshin va qalay telluridlari ham qo'llaniladi. Ushbu qattiq eritmalar tarkibiy qismlari bo'lgan xalkogenidlar orasida vismut telluridi eng batafsil o'rganilgan. Birinchidan, vismut telluridning o'zi ancha yuqori termoelektrik parametrlarga ega va termoelektrik qurilmalarning dastlabki modellarida ishchi material sifatida keng qo'llanilgan. Ikkinchidan, uning asosida doping qo'llash orqali har xil turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan n-tipli va p-tipli materiallarni olish mumkin. Va nihoyat, vismut telluridini mukammal kristallar shaklida qilish osondir.

Ushbu holatlardan kelib chiqib, inert gaz bosimi ostida termoelektrik materiallarni olish va legirlash qurilmasi ishlab chiqilgan. Bi-Se-Sb-Te qattiq qotishma quymasini olishda stexiometrik

FIZIKA-TEXNIKA

tarkibga kiritilayotgan xalkogenlar asosida optimal elektrofizikaviy xossalarga ega bo'lgan termoelektrik qotishmalar olish texnologiyasining fizik-kimyoviy asoslari yaratishdan iborat. shuningdek, Bi-Se-Sb-Te qattiq qotishma quymasini takomillashtirish turli xil kirishmalar bilan legirlash orqali yarimo'tkazgichli termoelektrik generatorlar tayyorlash uchun qotishma uzunligi bo'ylab kirishmalarining bir jinsli taqsimlanishi, qurilma va asboblarning arzonligi, stexiometrik tarkibdan yod elementlar atomlari asosiy komponentga kirib qolmasligi va massa yo'qotishlar bo'lmisligi bilan asoslangan.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Dunyoning rivojlangan ilmiy-tadqiqot markazlarida qattiq qotishmalar olishning ko'plab texnologiyalari mavjud. Jumladan, ampula metodi, Bridjmen metodi, Choxral metodi, zonaviy eritish, flyuslar bilan eritish, inert gaz bosimi ostida eritish texnologiyalari. Lekin sanab o'tilgan usullarning qator kamchiliklari bor. Masalan, qotishma uzunligi bo'ylab kirishmalarining bir jinsli taqsimlanmasligi, qurilma va asboblarning o'ta qimmatligi, zarur bo'lmagan kirishmalarining asosiy komponentga kirib qolishi va h.k.

Shundan, ilmiy-tadqiqot markazlarining olib borgan izlanishlarini ko'rsatishicha Bi-Sb-Se-Te asosida olingan termoelementlar nisbatan kelajagi porloq termoelektrik materiallardir. Ushbu birikmalar yuqori samarali termoelektrik, tenzoelektrik va optik hususiyatlarni namoyon qiladigan termoelektrik materiallar hisoblanadi. Bi-Sb-Se-Te asosidagi termoelementlardan fan va texnikaning yuqori texnologik sohalarida qo'llanilishi, mavjudlariga nisbatan sezilarli yuqori xarakteristikaga ega bo'lgan yangi avlod asboblari yaratishga imkon bermoqda. Shu sababdan vismut, surma telluridi va selenidi asosidagi materiallarga past haroratli energiya generatsiya qilish va qattiq jismlar sovuqtgichlar ishlab chiqarish bo'yicha talab ortib bormoqda. So'nggi yillarda ushbu birikmalarni tadqiq qilish tez suratlarda rivojlanayotganiga qaramasdan, ularni maqsadli sintez qilish va o'z navbatida ularning fizik hususiyatlarini tadqiq qilish hamda amaliy qo'llanilishiga bag'ishlangan ishlar yetarli emas. Bi_2Se_3 va Sb_2Te_3 turdagi birikmalardan yarimo'tkazgichli termoelektrik generatorlarning asosiy qismlari sifatida muvaffaqiyatli foydalanish va bu materiallarning o'tkazuvchan holatdagi xossalari va xarakteristikalarini chuqurroq o'rganish uchun bir jinsli legirlashning samarali usullarini ishlab chiqish yo'li bilan yuqori ishchi parametrlarga ega bo'lgan termoelektrik qotishmalar o'stirishning fizik-kimyoviy jarayonlarini o'rganish va Bi_2Se_3 , Sb_2Te_3 qotishmalar asosida suyuq azotli termogenerator yaratish muhim vazifa bo'lib qolmoqda. Maqolada ilgari surilgan asosiy maqsad, turli xil kirishmalar bilan legirlash orqali Bi-Se-Sb-Te qattiq qotishma quymasini olish texnologiyasini takomillashtirish va yarimo'tkazgichli termoelektrik generatorlar tayyorlash uchun ularning fizik xossalari o'rganishdan iborat.

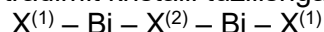
NATIJA VA MUHOKAMA

n-tipli materiallar uchun vismut telluridi va vismut selenidning termoe.yu.k. koeffitsienti va elektr o'tkazuvchanligi sezilarli darajada farq qilishi mumkinligi sabab, qotishma tarkibi kata ahamiytga ega hisoblanadi. n-tipli vismut telluridi va vismut selenid qotishmasi termoelektrik parametrlari p-tipli materiallar kabi emas. Bunga sabab, qotishma tarkibi murakkab kristall panjaraga ega ekanligi va undagi issiqlik o'tkazuvchanligidir.

Vismut telluridi o'zining issiqlik o'tkazuvchanligi pastligi tufayli xona haroratida qo'llanilishi uchun asosiy termoelektrik materialdir [1].

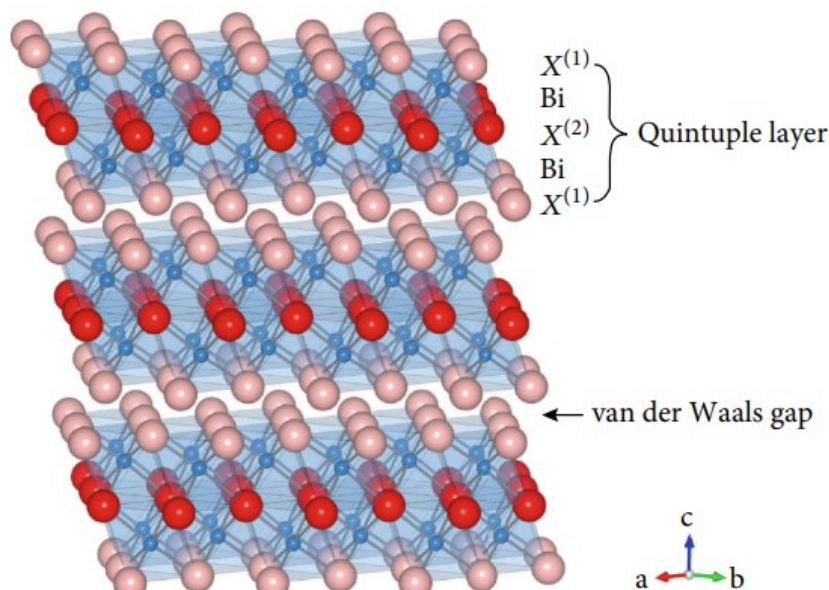
$\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ kristall strukturasi $X^{(1)} - \text{Bi} - X^{(2)} - \text{Bi} - X^{(1)}$ ning beshta qatlamlaridan iborat bo'lib, bunda X Te yoki Se ni ifodalaydi va qavs ichidagi son ikki vismut orasidagi belgini bildiradi. $X^{(2)}$ o'rnini Se egallaydi va qotishma $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ tarkibida tartiblangan birikma hosil qiladi.

Vismut telluridi, vismut selenidi tetradimit kristalli tuzilishga ega.



Bu yerda qavs ichidagi raqam ikkita xalkogen (X) joylarini bildiradi. $X^{(1)}$ xalkogen atomlari uchta Bi atomi bilan kovalent bog'langan va boshqa uchta $X^{(1)}$ atomlari bilan zaifroq Van der Waals kuchlari bilan bog'langan. Vismut atomlari xalkogen atomlari tomonidan oktaedral, $X^{(2)}$ atomlari esa Bi tomonidan oktaedraldir.

Bi- $X^{(1)}$ bog'lanish kovalent bog'lanish, Bi- $X^{(2)}$ bog'lanish esa ionli bog'langan. Har bir xalkogenning bog'lanishdagi farqi kristall panjaraning elektr va issiqlik xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.



1-rasm. $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ kristall tuzilishi.

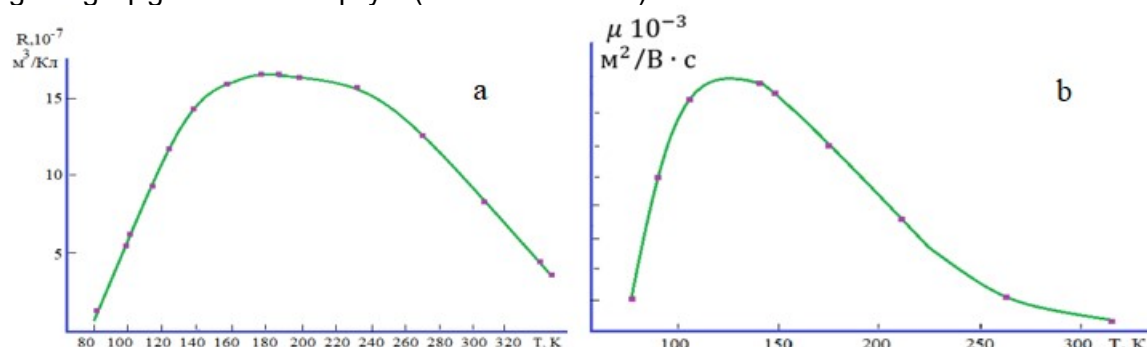
Bu o'ziga hoslik Bi_2Te_3 da tartibga solingan birikma hosil bo'lishiga olib keladi, u qotishma paytida xalkogen joyi o'zgaradigan chegara nuqtasi bo'lib xizmat qiladi.

$\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{Se}$ kristall tuzilishi olimlarimiz tomonidan juda ko'p o'rganilgan. Lekin, 300°C ga yaqin haroratlarda faza $x = 0,5$ va $x = 1,4$ ga yaqin birikmalarga ega bo'lgan ikkita birikmaga bo'linadi.

n-tipli $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ qotishma tizimini shundan ham murakkab kristall tuzilishga ega ekanligini bilish mumkin.

Vismutning surma va tellur bilan qotishmalari yarim metallar va tor yarimo'tkazgichlar sinfining eng tipik vakillaridan. Ushbu asosdagi qotishmalarni o'rganishda zaryad tashuvchilarning energetik soha kengligining o'ziga xos fizik xususiyatlari o'rganilgan. Asosga surma konsentratsiyasining oshirsak, $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ asosdagi qotishma yarimmetall ($0 < x < 0,07$) holatdan yarimo'tkazgich ($0,07 < x < 0,22$) holatiga, so'ng yana yarim metall ($0,22 < x < 1$) holatga o'tadi.

Haroratning T pastligi va konsentratsiyaning kattaligi natijasida zaryad tashuvchilarning aynigan holatida, harorat ortishi bilan "yengil" kovaklarning bir qismi holatlar zichligining effektiv massasi kattaroq va harakatchanlik kamroq zaryad tashuvchilar aynimagan holatiga ega bo'lgan ikkinchi tagzonaga-og'ir kovaklar zonasiga o'tadi. Bunda Xoll koeffitsiyenti va harakatchanlikning haroratga bog'liqligini ham tasdiqlaydi (1a- va b-rasmlar).



2-rasm. Bi_2Te_3 qotishmasi uchun Xoll koeffitsiyenti(a) va kovaklar Xoll harakatchanligining (b) haroratga bog'liqligi.

Harorat ortishi bilan Xoll koeffitsiyenti ham dastlab ortib boradi, maksimal $R_{H, \text{max}}$ qiymatiga tagzonalaridagi elektr o'tkazuvchanlikning teng qiymatlarida $\sigma_1 = \sigma_2$ erishiladi.

Termoelementlar olishning xozirgi kungacha ishlab chiqilgan Ampula metodi, Bridjman metodi, Choxral metodi va flyus metodi yordamida olingan termoelementlarning inert gaz bosimi

FIZIKA-TEXNIKA

ostida termoelement olishdagi afzallik va kamchiliklari, Bi-Sb-Se-Te asosida olingan kimyoviy bir jinsli va zarur termoelektrik parametrlarga ega bo'lgan termoelementlarni o'stirish metodikasini ishlab chiqishda va quymalarni erish jarayonida o'sishining fizik-kimyoviy asoslari, inert gaz bosimi ostida $Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3$,

$Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3$ qotishmalar olish hamda ularning o'ziga xos termoelektrik va galvanomagnit xossalari bilan

birgalikda ularning termoelektrik koeffitsiyenti $\alpha = 200 \div 240$ mK/V, solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\sigma = 60 \div 200$ Om⁻¹·sm⁻¹ optimal qiymatlarga ega bo'lishi uchun asos olinadi.

Inert gaz bosimi ostida olingan va elektrofizik xususiyatlari hamda parametrlari optimal qiymatlarga ega bo'lgan $Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3$, $Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3$ qotishmalar olingan.



3-rasm. $Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3$ va $Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3$ asosida olingan qotishma tasviri

Ushbu asosdagi termoelementni olishda asosga turli legirlovchi kirishmalar kiritilishi bilan $Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3$ va $Bi_2Te_3 - Sb_2Te_3$ materiallari asosida termoelektrik qotishmalar olishning fizik-kimyoviy jarayoni va optimal rejimlari o'rnatilganda olingan eksperimental natijalardan vismut va surma xalkogenidlarining qattiq qorishmalari asosidagi termoelektrik materiallar ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda foydalanishga xizmat qiladi. Yuqori termoelektrik parametrlarga ega bo'lgan yarimo'tkazgichli qattiq qotishmalarni sanoat miqyosida olish texnologiyasini ishlab

chiqishning fizik-kimyoviy masalalari va ularning elektrofizik, termoelektrik xossalarini, xususan qotishmalarning ishchi parametrlariga turli kirishmalarning ta'sirini o'rganish, shuningdek pastroq haroratlarda ishlaydigan qurilmalarning taklif etilgan ishlash prinsiplari yarimo'tkazgichlardagi termoelektrik hodisalar fizikasining ilmiy tasavvurlarini kengaytirishida, turli kirishmalar kiritish yo'li bilan yuqori samaradorlikka ega bo'lgan termoelektrik qotishmalar olish texnologiyasini ishlab chiqilganligi ulardan termoelementlar olish va suyuq azotli termogenerator yaratish imkoniyatini berishi bilan ifodalanadi.

XULOSA

$\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ va $\text{Bi}_2\text{Te}_3 - \text{Sb}_2\text{Te}_3$ asosida yaratilgan termoelementlar asosida foydali ish ko'effitsiyenti yuqori, ya'ni 7,6 % bo'lgan suyuq azotli termoelektrik generatorning tayyorlangan laboratoriya modeli yordamida atrof-muhitning past haroratli potentsialini elektr energiyasiga aylantirish imkoniyati eksperimental tarzda ko'rsatiladi. Bu esa uni klassik va izotip termogeneratorlarga nisbatan yetarlicha raqobatbardosh qiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Control of oxygen content of n-type Bi_2Te_3 based compounds by sintering process and their thermoelectric properties / J.K. Lee, J.H. Son, S.D. Park, S. Park, M.W. Oh // *Materials Letters*. 2018. V. 230. P. 211-214.
2. Termoelektricheskiye svoystva tverdogo rastvora $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.4}\text{Se}_{0.6}$ razlichnogo granulometricheskogo sostava / L.D. Ivanova, I.O. Granatkina, L.I. Petrova, I.O. Nixezina // *Fizika i tekhnika poluprovodnikov*. 2017. T. 51. Vp. 8. S. 1044-1047.
3. Enhanced thermoelectric cooling properties of $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{S}_x$ alloys fabricated by combining casting, milling and spark plasma sintering / S.T. Han, P. Rimal, C.H. Lee, H.S. Kim, Y. Sohn, S.J. Hong // *Intermetallics*. 2016. V. 78. P. 42-49.
4. Kim H.S., Hong S.J. Thermoelectric properties of n-type $95\%\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-}5\%\text{Bi}_2\text{Se}_3$ compounds fabricated by gas-atomization and spark plasma sintering // *Journal of Alloys and Compounds*. 2014. V. 586. P. S428-S431.
5. Azimov, T., Gaynazarova, K., & Onarkulov, K. Method for determining the contact resistance of thermoelements. *Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering*, (2020). 2(5), 11.
6. Karimberdi, O., Usmanov, Y., & Toolanboy, A. Semiconductor sensor for detecting volume changes at low temperatures. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, (2020). 7(2), 2353-2358.
7. Onarkulov, K., Gaynazarova, K., & Tashlanova, D. Termoelektrik samaradorlikni qotishmalardagi elektronlar va teshiklarning harakatchanligiga bog'lanishi. *Science and innovation*, (2022). 1(A4), 56-59.
8. Egamberdiyev, O. K., Yakub, U., & Ma'Rifjonovich, A. T. Semiconductor sensor for detecting volume changes at low temperatures. *Austrian Journal of Technical and Natural Sciences*, (1-2), 16-20.
9. Ma'Rifjonovich, A. T., & Egamberdiyev, 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*, (2020). (1-2), 21-25.
10. Nabiyeu, M. B., Onarkulov, K. X., Axmedov, M., Gaynazarova, K., & Isroiljonova, G. S. Razrabotka i issledovaniye ekstremalnx rejimov rabot poluprovodnikovx termoelementov nestacionarnogo termoelektricheskogo oxladjeniya. In *Aktualnye voprosy vshego professionalnogo obrazovaniya* (2017). (pp. 101-104).
11. Azimov, T. M., Gaynazarova, K. I., Onarkulov, M. K., & Yuldashev, A. A. Thermoelectric and Galvanomagnetic Properties of the Alloy $\text{Bi}_2\text{Te}_{3+0.04}\text{Weight\% Ni}$ in the Temperature Range $77 \div 300$ K. *American Journal of Modern Physics*, (2021). 10(6), 124-128.
12. Gaynazarova Kizlarxon Isroilovna, Turg'unboyeva Madina Salimjon qizi. PROPERTIES OF ELECTROPHYSICAL PARAMETERS OF SOLID ALLOYS BASED ON Sb-Bi-Te . STUDY OF STOICHIOMETRICAL COMPOSITION IN OBTAINING TERTIARY COMPOUNDS. Scientific aspects and trends in the field of scientific research International scientific-online conference Part 9 APRIL 30th collections of scientific works Warsaw 2023. P. 67-69.
13. Q.I. Gaynazarova. CRYSTAL STRUCTURE OF CHALCOGENIDES OF THERMOELECTRIC ALLOYS BASED ON $\text{Bi}_2(\text{B}^{\text{VI}})_3$ and $\text{Sb}_2(\text{B}^{\text{VI}})_3$, ($\text{B}^{\text{VI}}\text{-Se, Te}$). Material mejdunarodnoy konferenii «Opticheskiye i fotoelektricheskiye yavleniya v poluprovodnikovx mikro- i nanostrukturax» Fergana-2023.s.110-112.
14. Onarkulov, K., & Azimov, T. (2023, March). Study of diffusion processes in contact areas of thermocouples with metals. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 376, p. 01058).
15. Xayitoxunova, M. Z., A'zamova, D. I., & Azimov, T. M. (2023, November). Bi_2Te_3 ASOSIDA OLINGAN THERMOELEKTRIK ELEMENTLARNING ELEKTROFIZIK PARAMETRLARI. In *Fergana state university conference* (pp. 251-254).
16. Onarkulov, M., & Gaynazarova, K. (2024, March). Effect of chalcogens on Bi-Sb (Se-Te) based alloys made under inert gas pressure. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3045, No. 1). AIP Publishing.