



“Involta” Ilmiy Jurnalni

Vebsayt: <https://involta.uz/>

TERMOELEKTRIK O‘ZGARTIRGICHLAR UCHUN VISMUT TELLURIDI ASOSIDAGI YARIMO‘TKAZGICHLI MATERIALLARNI OLISH TEXNOLOGIYASI

Latipova M.I.

Farg‘ona politexnika instituti, muhayyo_0889@mail.ru, m.latipova@ferpi.uz

Annotasiya

Ushbu maqolada mualliflar tomonidan yillar davomida olib borilgan termoelektrik energiya o‘zgartirgichlari uchun, past haroratli yarimo‘tkazgichli termoelektrik na‘munalarini yaratish (quyma, qorishma)larni olish texnologiyasi va ularni elektrofizik xossalarini o‘rganish keltirilgan va olib borilgan tadqiqotlar asosida, ilmiy jihatdan yarimo‘tkazgichlar texnikasi, kukunli metallurgiya sanoatida ishlab chiqarishni samaradorligini oshirishda qo‘llaniladigan termoelektrik materiallarni xossalarini va tavsifnomalarini o‘rganish ko‘zda tutilgan.

Kalit so‘zlar: yarimo‘tkazgichli termoelektrik materiallar, elektr o‘tkazuvchanligi, termoelektr yurituvchi kuch, inert gaz (argon) bosimi ostida olish texnologiyasi

Аннотация

В данной статье приведены методы исследования технологии получения низкотемпературных полупроводниковых термоэлектрических образцов

(слитков, сплавов) и их электрофизических свойств для термоэлектрических преобразователей энергии, провенные авторами в течение многих лет. Поэтому исследования основаны на научных исследованиях свойств и характеристик полупроводниковой техники, термоэлектрических материалов, используемых для повышения эффективности производства в промышленности порошковой металлургии.

Ключевые слова: полупроводниковые термоэлектрические материалы, электропроводность, термоэлектродвижущая силы, технология под давлением инертного газа (аргон)

Yarimo‘tkazichlar fizikasi, mikroelektronika sohalari va texnikaning rivojlanishi natijasida, yarimo‘tkazgichli termoelektrik materiallarga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Shuningdek, yarimo‘tkazgich termoelektrik materiallar texnologiyasi ham shunga qarab yangi optimal xossali materiallar olishga bag‘ishlangan juda ko‘p ilmiy izlanishlar va eksperimentlar o‘tkazilganligini e’tirof etsak, u holda mualliflar zamonaviy ilmga yondashish orqali yarimo‘tkazgich termoelektrik moddalardan, ikkilangan, uchlangan va undan ortiq, tellurid vismutga bog‘liq qotishmalar olish, uning ishlatilish sohasiga qarab, turlicha uslublarda termoelektrik materiallar olinishi maqsadga muvofiqligi uning fan-texnikada muxim ahamiyat kasb etmoqda.

Hozirgi kunga kelib, termoelektrik materiallarning ko‘plab turlari tadqiq qilingan. Amalda keng qo‘llash uchun mo‘ljallangan materiallar soni sezilarli darajada kam. Lekin amaliyotda termogeneratorlar uchun issiqlikni elektr energiyasiga 0,1% dan yuqori bo‘lgan f.i.k. bilan o‘zgartira oladigan, termoelementning issiq va sovuq uchlaridagi haroratlar farqi 200-300⁰C bo‘lgan termoelektrik materiallardan foydalaniladi. Eng yaxshi zamonaviy termoelektrik materiallardan tayyorlangan termogeneratorlarning f.i.k. 500-600⁰C haroratlar farqida 10% gacha yetishi mumkin [1]. Shu sababli bizning yarimo‘tkazgich termoelektrik materiallarni olish texnologiyasiga ham yangicha yondashish va yuqori samaradorligiga ega bo‘lgan materiallar olish uchun, inert gaz (Argon)

bosimi ostida termoelektrik materiallarni, ochiq kvarts tigellarda olish, uni xossalarni yaxshilash, qaytuvchanligini ta'minlash, shu bilan birga laboratoriya sharoitidan sanoat sharoitida foydalanish uchun, yuqori ko'rsatkichlarga ega bo'lgan yarimo'tkazgich termoelektrik moddalardan n va p-turli legirlovchi asos olishning eksperimental tajribalar o'tkazish orqali ilmiy tadqiqotlarni tekshirdik, xamda, tavsifnomalarini o'rgandik.

Termoelektrik materiallarni inert gaz bosimi ostida eritish texnologiyasi [2,3] quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi. n-turli yarimo'tkazgichli termoelektrik materialni olish uchun turli tozalikdagi Bi, Te, Se lardan Bi_2Te_3 -80 mol.%, Bi_2Se_3 -20 mol.% moddalar olinib, kvarts tigelda 750°C da eritiladi va 30 daqiqa shu haroratda ushlab turiladi, 750°C da ushlab turishdan maqsad, qotishma tarkibiga kiruvchi moddalar bir-biri bilan yaxshi aralashib, uzunligi va ko'ndalang kesimi bo'yicha tavsifnomalarining bir xilligiga erishishdir. Qotishmalar inert gaz (argon) bosimi ostida bo'lganida, 750°C da inert gazining bosimi 4 atm.ni tashkil etadi. p-turli yarimo'tkazgichli termoelektrik materialni olish uchun turli tozalikdagi Bi, Te, Sb lardan Bi_2Te_3 -74 % mol, Sb_2Te_3 -26 % mol olinib, Bi-16,179 %og'ir, Te-56,993 %og'ir, Sb-26,828 %og'irlikda moddalar kvarts tigelga solinib po'lat silindr ichiga joylashtiriladi, so'ng uning xavosi 10^{-2} mm.sb.ust. so'rib olinadi. Po'lat silindr ichiga 1,5 atm. inert gazi (argon) to'ldirilib pechning harorati 750°C gacha qizdiriladi va o'sha haroratda 30 daqiqa ushlab turiladi. So'ng pech tarmoqdan uzilib xona haroratigacha sovutiladi va po'lat silindrga havo qo'yilib, silindr ichidan kvarts tigel olinadi. Kvarts tigel konussimon bo'lgani uchun, uning yuzasi kichik tomonidan ampula yasalganligi sababli ichidagi qotishma tigeldan oson tushadi.

Ma'lumki, legirlashga yaroqli asos materialini olishning asosiy shartlaridan biri – tarkibga kiruvchi moddalarning tozalik darajasi bo'lib, termoelektrik qotishmalarni erish haroratidan oldin, sublimatsiyalanuvchi materiallar osongina uchib chiqib ketadi. Bu esa qotishma tarkibining buzilishiga, ya'ni stexiometrik tarkibini o'zgarishiga olib keladi va o'z-o'zidan ma'lumki, tarkib buzilishi termoelektrik materialning xossasini buzilishiga sabab bo'ladi. Shunga ko'ra,

legirlashga yaroqli asos materiali parametrlarining termoe.yu.k.si $\alpha=200\div 240$ mkv/grad, elektr o'tkazuvchanligi $\sigma=600\div 200$ $\text{om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ teng bo'lishi kerak. Olingan moddalarni sertifikatlari bo'yicha ajratib olingan materiallardan n-turdagi qotishma olindi.

Yuqoridagilarni inobatga olib, legirlashga yaroqli asos olish uchun, moddalar tarkibiga qo'shimcha xalkogenidlarni qo'shishni tavsiya etadik va tajribada quyidagi ilmiy ishlar amalga oshirildi. Te-tellur, Se-selen, S-oltingugurt, O-kislrorod kabi qo'shimcha xalkogenidlarni qo'shish orqali legirlashga yaroqli asos olindi.

Quyidagi 1-jadvalda qotishmaga kiritilayotgan qo'shimcha xalkogenidlar konsentratsiyasini o'zgarishi bilan termoelektrik xossalari, elektr o'tkazuvchanlik σ va termoelektr yurituvchi kuch koefitsientini α qanday o'zgarishi ko'rsatilgan. Legirlashga yaroqli asos $\sigma=600$ $\text{om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ va $\alpha=200$ mkv/grad [4-6] necha foiz xalkogenid qo'shimchalar qo'shishda hosil bo'lishini ko'rish mumkin (1-jadval)

1-jadval

Qotishma tarkibi.	Qo'shimcha xalkogenid % og'irligi hisobida	Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik, $\sigma=1000$ $\text{om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$	Termoelektrik yurituvchi kuch koefitsienti, α , mkv/grad	Qotishmaning uchish hisobiga kamayishi, M,%
<i>Bi</i> – 54,1678 <i>Te</i> – 39,6924 <i>Se</i> – 6,1398	—	145	+190	0,51
	<i>Te</i> 0,6	326	-227	0,58
	0,7	400	-222	0,63
	0,8	493	-209	0,65
	0,9	570	-195	0,66
	1,0	660	-170	0,68
<i>Bi</i> – 54,1678 <i>Te</i> – 39,6924 <i>Se</i> – 6,1398	—	145	+190	0,51
	<i>Se</i> 0,4	336	-232	0,52
	0,5	603	-198	0,55
	0,8	955	-133	0,57
<i>Bi</i> – 54,1678 <i>Te</i> – 39,6924 <i>Se</i> – 6,1398	—	145	+190	0,51
	<i>S</i> 0,22	100	-3	0,52
	0,15	306	-255	0,54
	0,22	565	-193	0,55

	0,25	637	-171	0,56
--	------	-----	------	------

1-jadvaldan ko‘rinadiki, Eksperimental olingan natijalar bo‘yicha grafiklar chizilganda, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ tarkibiga 0,9% og‘ir Te-tellur qo‘shilganda legirlashga yaroqli asos olindi. Uning termoelektrik xossalarning optimal qiymati $\sigma=570 \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$, $\alpha=195 \text{ mkv/grad}$ teng bo‘lgan. Huddi shunday tarkibga qo‘shilgan Se-selenning optimal konsentratsiya 0,5% og‘ir., qo‘shilganda, uning termoelektrik xossalarning optimal qiymati $\sigma=603 \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$, $\alpha=198 \text{ mkv/grad}$ teng bo‘lgan. Qo‘shilgan S-oltingugurt 0,22% og‘irlikka teng bo‘lganda, ularning qiymatlari $\sigma=565 \text{ om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$, $\alpha=193 \text{ mkv/grad}$ ni tashkil etdi.

Qo‘shilgan Te, Se, S lardan shunday xulosa qilish mumkin, ya’ni, tellurga qaraganda selen, selenga qaraganda oltingugurt ni konsentratsiyasi kamayib bormoqda. Demak, xalkogenidlarining Mendeleev davriy sistemasidagi tartib nomeri kamayib borishi bilan ularning aktivlik darajasi ortib boradi.

Yarimo‘tkazgichli materiallar asosida termoelektrik energiya o‘zgartirgichlarni ishlab chiqishda ularni yaxshi samaradorlikka erishishi juda muhimdir. Bunday natija termobataryalarni yuqori elektrik foydali ish ko‘ffisienti bilan ta’minlaydi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, mavjud yarimo‘tkazgichlar ichida nisbatan yaxshiroq samaradorlikka ega bo‘lgan modda bu – uch qorishmali $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Bi}_2\text{Se}_3$ va $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Sb}_2\text{Te}_3$ bo‘lib, uni olish texnologiyasida albatta vakuum shart-sharoitlarini, moddalarga issiqlik ishlovini berish jarayonida keraksiz kimyoviy jarayonlarni oldini olishni, miqdoriy tarkiblarini to‘g‘ri belgilanishini, ishchi haroratlarni aniq tanlab olinishini, texnologik jarayon bosqichlarini ketma-ket olib borilishiga qattiq rioya etish talab etiladi. Eng asosiy shartlardan biri bu – materiallarni aynan belgilangan ishchi haroratlar orasida ekspluatatsiya qilish kerakligidir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Шерман Б. и др. Расчет к.п.д. термоэлектрических преобразователей. В сб. «Термоэлектрические материалы и преобразователи», Пер. с англ. Под ред. А.И. Карчевского. М., «Мир», 1964, с. 212-240

2. Латипова Мухайё Ибрагимжановна, Усмонов Якуб, Набиев Махмуд Базарович ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ BiTeSe-BiSbTe ПОД ДАВЛЕНИЕМ ИНЕРТНОГО ГАЗА // Universum: технические науки. 2020. №10-3 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-polucheniya-nizkotemperaturnyh-termoelektricheskikh-materialov-na-osnove-bitese-bisbte-pod-davleniem-inertnogo-gaza>.

3. Латипова М.И., Хомиджонов З.М., Усмонов Я., Набиев М.Б., Исследование термоэлектрических полупроводниковых материалов для высокоэффективных термоэлектродгенераторов, Научно-технический журнал Наманганского инженерно-технологического института, ТОМ 5 - №1, 2020, с.125-131

4. Nabiev Makhmud Bozorovich, Khomidzhonov Zukhriddin Mayrufjon Ugli, Latipova Mukhayyo Ibragimjanovna, Abdullaev Abduvokhid Abdugappar Ugli, Ergashev Komiljon Ravshan Ugli, Rakhimov Mirkamol Farkhodjon Ugli Obtaining and researching of thermoelectric semiconductor materials for high-efficienting thermoelectric generators with an increased efficiency coefficient // Проблемы Науки. 2019. №12-2 (145).

5. Набиев М.Б., Усмонов Я. и др. Легирование термоэлектрического материала Bi_2Te_3 - Bi_2Se_3 . - Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Том 4. Материалы ВИИИ Международного симпозиума. - М.: РАН, 2013.

6. Латипова М.И., Касимахунова А.М., Набиев М.Б., Исследование экстремальных режимов работы термоэлементов на основе термоэлектрических материалов BiTeSe-BiSbTe , НТЖ ФерПИ, 2022, Т.26, спец. №1, с.156-160