YARIMO‘KAZGICH MATERIALLARNING KRISTALL PANJARA TUZILISHI VA XOSSALARI

Soxibova Zarnigorxon Mutalibjon qizi
Andijon davlat texnika instituti, fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
ORCID: 0009-0007-2581-0906
Tel.: +998-91-612-27-00

Annotatsiya: Ushbu maqolada yarimo‘tkazgichlarning noyob xossalari, yarimo‘kazgich materiallarda kimyoviy bog‘lanish, yarimo‘tkazgich materiallarda kristall panjara tuzilishi, yarimo‘tkazgichlar elektronikasi, ularning xususiyatlari harorat, kirishmalar konsentratsiyasi va boshqa omillarga bog‘liqligi o‘rganildi. Yarimo‘tkazgich materiallar o‘zining noyob xossalari bilan hozirgi zamon elektronikasi, mikroelektronikasi va nanoelektronikasining asosi hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: elektronika qurilmalari, kristall panjara, solishtirma qarshiligi, tok tashuvchilar, dielektrik, zona nazariyasi, zona kengligi, taqiqlangan zona, qattiq jism, to‘lmagan sath, kiritmali yarimo‘tkazgich, kimyoviy bog‘lanish, kovalent bog‘lanish.

Аннотация: В данной статье изучаются уникальные свойства полупроводников, химическая связь в полупроводниковых материалах, структура кристаллической решетки в полупроводниковых материалах, полупроводниковая электроника, а также зависимость их свойств от температуры, концентрации примесей и других факторов. Полупроводниковые материалы, благодаря своим уникальным свойствам, лежат в основе современной электроники, микроэлектроники и наноэлектроники.

Ключевые слова: электронные устройства, кристаллическая решетка, удельное сопротивление, носители тока, диэлектрик, теория зон, ширина запрещенной зоны, твердый организм, неполный уровень, полупроводник с внедрением, химическая связь, ковалентная связь.

Annotation: This article examines the unique properties of semiconductors, chemical bonding in semiconductor materials, the crystal lattice structure of semiconductor materials, semiconductor electronics, and the dependence of their properties on temperature, impurity concentration, and other factors. Due to their unique properties, semiconductor materials form the basis of modern electronics, microelectronics, and nanoelectronics.

Keywords: electronic devices, crystal lattice, resistivity, current carriers, dielectric, band theory, band gap, band gap, solid, incomplete level, insertion semiconductor, chemical bond, covalent bond.

I.Kirish.

ISSN 3030-3907

Yarimo‘tkazgichlar kristall, amorf va suyuq bo‘ladi. Odatda yarimo‘tkazgichlarga solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi σ metallar va dielektriklar oralig‘ida bo‘lgan yarimo‘tkazgichlar kiradi (ularning nomi ham shundan kelib chiqqan). Yarim o‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi yorug‘lik bilan nurlantirish va hatto juda kichik kiritma miqdoriga bog‘liq. Yarimo‘tkazgichlarning xossalari qattiq jism zona nazariyasi bilan tushuntiriladi. Yarimo‘tkazgichlar - bu tashqi energetik ta‘sirlar natijasida taqiqlangan zona kengligini engib o‘tish xususiyatiga ega bo‘lgan, nisbatan tor ta‘qiqlangan zona kengligiga ega bo‘lgan moddalar.

Kremniy atomiga D.I. Mendeleev davriy elementlar tizimidagi V guruh elementlari (masalan, margumush As) kiritilsa uning 5ta valent elektronidan to‘rttasi qo‘shni kremniy atomining to‘rtta valent elektronlari bilan bog‘lanib-sakkiz elektrondan tashkil topgan mustahkam qobiq hosil qiladilar. Beshinchi elektron ortiqcha bo‘lib, o‘zining atomi bilan kuchsiz bog‘langan bo‘ladi. Shuning uchun kichik issiqlik energiyasi ta‘sirida u uziladi va erkin elektronga aylanadi, bu vaqtda kovak hosil bo‘lmaydi. Energetik diagrammada bu jarayon elektronning donor sathi Wd dan o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tishiga mos keladi. Kiritmali atom musbat zaryadlangan qo‘zg‘almas ionga aylanadi. Bunday kiritma donor deb ataladi.

II. Metod. Yarimo‘tkazgich materiallar o‘zining quyidagi o‘ta noyob xossalari bilan hozirgi zamon elektronikasi, mikroelektronikasi va nanoelektronikasining asosi hisoblanadi:

1.Yarimo‘tkazgich materialining solishtirma qarshiligi harorat oshishi bilan (0Kdan) eksponensial qonun bilan kamayadi. Masalan, kremniyning harorati T=100° K dan 300°K ga oshganda, uning solishtirma qarshiligi qiymati 10^{24} Om ×sm dan 2×10^{5} Om×sm gacha, ya`ni 10^{18} karra kamayadi. Shu oraliqda eng yaxshi metall oltinni solishtirma qarshiligi bor yo‘g‘i 17% ortadi. Demak, yarimo‘tkazgichlarning elektr xossalarini harorat yordamida juda katta oraliqda boshqarish mumkin ekan. Bu yarimo‘tkazgichlarga xos juda noyob xossadir

2. Yarimo‘tkazgich materiallarining solishtirma qarshiligi kirishma atomlariga o‘ta sezgir bo‘ladi: misol uchun oltinga 30% mis yoki InGa moddasi qo‘shilsa, uning solishtirma qarshiligi boryo‘g‘i 3% o‘zgaradi. Shu holda xususiy 1 kg Si ga 0,001 mg ya’ni Si dagi atomlar sonidan 10^{9} karra kam bo‘lgan B, P yoki Sb ni qo‘shadigan bo‘lsak, uning solishtirma qarshiligi 10^{3} karra oshadi. Demak, xona haroratida Si ning solishtirma qarshiligini faqat kirishma atomlar konsentratsiyasi $10^{11}\div10^{19}$ ga oshirish hisobiga uning solishtirma qarshiligi $p\sim10^{5}$ Om ×sm dan $p\sim10^{-3}$Om×sm ga o‘zgartirish mumkin. Demak, yarimo‘tkazgichlarga kirishma elementlari kiritilganda ularning xususiyatlarini keskin o‘zgarishi ham ularning noyob xossaga ega ekanligidan darak beradi.

ISSN 3030-3907

3. Yarimo‘tkazgich materiallarida metallardan farqli holda 2 xil tok tashuvchilar ya’ni elektron va kovaklar mavjud. Bu degan so‘z bitta yarimo‘tkazgich materiali asosida elektron o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan n-tur yoki kovak o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan p - tur material olishimiz mumkin. Mana bu xususiyat “Qattiq jismlar elektronikasi”ga asos bo‘lishiga diod (p—n) va tranzistorlarning kashf etilishiga va hozirgi zamon mikro hamda nanoelektronika paydo bo‘lishiga va rivojlanishiga asos bo‘ldi. Yarimo‘tkazgich materiallarining mana bu o‘ta noyob xossasi insoniyat hayotida texnika sohasi texnik revolyutsiya davrini boshlab berdi.

4. Metallarda umuman mavjud bo‘lmagan holt ya’ni, tok tashuvchilarning (elektron va kovaklar) yashash vaqtini boshqarish usuli bilan yarimo‘tkazgichlar asosida umuman yangi turdagi elektron asboblar yaratish imkonini berdi. Bularga - lazerlar, fotoelementlar va boshqalarni kiritish mumkin. Yarimo‘tkazgichlarda tok tashuvchilarining yashash vaqtini qiymatini juda katta oraliqda o‘zgarishi ($10^{3}\div10^{-11}$ sek) o‘ta tez ishlaydigan hozirgi zamon hisoblash mashinalari yaratishga sabab bo‘ldi.

5. Metallarga qaraganda yarimo‘tkazgich materiallarini elektrik, optik, magnit xossalari tashqi ta’sirlarga (magnit maydon, radiatsiya, bosim, yorug‘lik va h.k) o‘ta sezgirdir. Mana bu noyob xossa - texnikada tubdan yangi bo‘lgan asbob va qurilmalarini yaratilishiga sabab bo‘ldi. Bu hozirgi zamon hisoblash texnikasi, robototexnika va diagnostika sohalarini o‘ta yuqori darajada rivojlanishiga asos bo‘ldi

6. Yarimo‘tkazgich materiallari metallardan yana bir farqli xususiyati bu tok tashuvchilar harakatchanligi nafaqat o‘ta yuqori qiymatlarga erishishi balki, harorat hamda nuqsonlarga o‘ta bog‘liqdir.

Yarimo‘tkazgichlar va dielektriklar fizikasi hozirgi zamon fizikasining eng asosiy qismi bo‘lib, uning yutuqlari asosida asbobsozlik, radiotexnika va mikroelektronika sohalari rivojlanadi. Yarimo‘tkazgichlar elektr o‘tkazuvchanligi bo‘yicha metallar bilan dielektriklar oralig‘idagi moddalar guruhiga kiradi va T=0 da ularning valent zonasi elektronlar bilan band bo‘lib taqiqlangan zonasining kengligi katta emas (~1eV). Atom elektron buluti bilan o‘ralgan yadrodan tashkil topgan.

Yarimo‘tkazgich materiallarining elektrofizik xususiyatlarini o‘rganish asosida yangi fizik asboblar yaratish imkoniyati tug‘iladi. Ayniqsa, qattiq jismlar fizikasining yarimo‘tkazgichlar fizikasi qismini o‘rganadigan materiallar asosida hozirgi zamon talablariga javob beradigan fizik asboblar va qurilmalar yaratiladi.

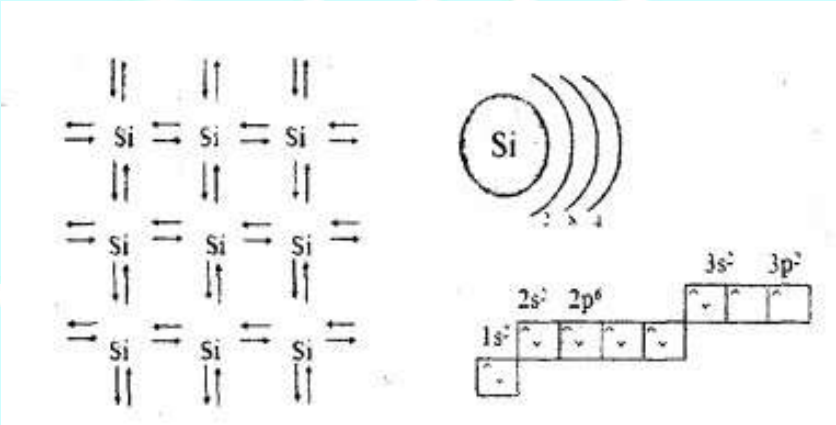
Elementar yarimo‘tkazgich bo‘lgan kremniy va germaniy elementlaridan, shuningdek murakkab strukturali yarimo‘tkazgichlar xususiyatlarini o‘rganish,

ISSN 3030-3907

ularning tashqi ta’sir ostida xususiyatlari o‘zgarishini kuzatish orqali ham kerakli xossalarga ega bo‘lgan asboblar yaratish imkoniyati tug‘iladi.

Ayniqsa, kremniy elementi kristallidan asbobsozlik va mikroelektronikada juda ko‘p qo‘llaniladi. Shuning uchun ham bu elementning elektrofizik, mexanik, optik va boshqa xususiyatlarini o‘rganish katta ahamiyatga egadir. Tashqi ta’sir: nurlanish, bosim, deformatsiya va boshqa ta’sirlarda kremniyning xususiyatlari o‘zgarishini o‘rganish dolzarb muammodir.

III. Muhokamalar. *Yarimo‘tkazgich materiallaridagi asosiy kimyoviy bog‘lanish bu kovalent bog‘lanishdir.* Yarimo‘tkazgich materiallarini tashkil etadigan atomlarining asosiy qismi *s va p* elektron qobiqlari to‘lmagan bo‘lgan, kristall hosil bo‘lganidan, ulardagi hamma atomlarning tashqi elektron qobiqlari to‘lishi shart. Natijada kristalldagi har bitta atomni tashqi qobig‘da elektronlar soni 8 taga yetib s^2p^6 holatiga o‘tadi. Bunday bog‘lanishda spinlari bir-biriga qarama-qarshi bo‘lgan 2 ta elektron, ikki atom o‘rtasida umumiy bo‘lgan holda, ikki atomga tegishli. Misol uchun. Si kristallini ko‘radigan bo‘lsak, undagi atomlarining valent elektronlari holati s^1p^3 holatda bo‘lib, bunday atom to‘rt tomondagi qo‘shnilaridan bittadan, qarama-qarshi spinli elektronlami qabul qilishi bilan, s^2p^6 holatiga o‘tadi.



1.2.1 - rasm. Si da elektron qobiqlarning to‘lishi va Si kristalining kovalent bog‘lanishi

Bunday bog‘lanish s^1p^3 gibrid bog`lanishlar deb atash qabul qilingan. Yarim o‘tkazgich materiallarida kovalent $s^1p^3$ bog‘lanish mavjud bo‘lishi uchun kristall shunday atomlaridan tashkil topgan bo‘lishi kerakki, unda kristallni tashkil etgan 2 ta qo‘shni atom valent elektronlani yig`indisi 8ga teng bo‘lishi kerak. Bunday kristallar Si(s^2p^2), Ge(s^2p^2), Sn(s^2p^2), C(s^2p^2), yoki III-guruh elementlari Ga, In(s^2p^1), va V-guruh elementlari o‘tadi As, Sb, P(s^2p^3), bunda bitta elektron V-guruh to‘la atomlaridan III-guruh atomlariga o‘tadi va natijada III va V-guruh atom elektronlar soni 4 tadan ya’ni s^1p^3 bo‘ladi yoki II-guruh elementlari Gd, Zn(s^2p^2) va VI-guruh elementlari S, Se, Te(s^2p^4), bu holatda VI-guruh elementlari (s^2p^4) dan

ISSN 3030-3907

2 ta elektron II-guruh elementlari (s^2) ga o‘tadi va natijada har ikkala atomga ham s^1p^3 holatlari vujudga keladi hamda s^1p^3 tetroedrik kovalent bog`lanish hosil qiladi.

Yarimo‘tkazgich materiallar element tarkibi bo‘yicha 5 guruhga bo‘linadi.

1. Elementar yarimo‘tkazgichlar;
2. AIII BV yarimo‘tkazgich birikmalar;
3. AII BVI yarimo‘tkazgich birikmalar;
4. AIV BIV yarimo‘tkazgich materiallar;
5. Murakkab yarimo‘tkazgich materiallar

Amalda barcha elementar yarimo‘tkazgichlar va ko‘pchilik $A^{III}B^{V}$ va $A^{II}B^{VI}$ yarimo‘tkazgich birikmalar, shuningdek murakkab yarimo‘tkazgich materiallar olmos yoki rux obmankasi tipidagi kristall tuzilishga ega bo‘lib, ular – tetraedr fazalariga tegishli, bu yerda har bir atom mos kelgan tetraedr balandliklarida joylashgan to‘rtta ekvivalent masofaga yaqin qo‘shnilar bilan o‘rab olingan. Ikkita yaqin qo‘shni atomlar o‘rtasidagi bog‘lanish qarama - qarshi spinga ega bo‘lgan elektronlar bilan amalga oshiriladi. Shuning uchun elementar yarimo‘tkazgichlarda kimyoviy bog‘lanish 100% kovalentli bo‘ladi, $A^{III}B^{V}$ birikmalarda bog‘lanish ionli - kovalent ko‘rinishga ega. $A^{III}B^{V}$ birikmalarda ionli bog‘lanish ulushi oshadi. Yarimo‘tkazgichlarning asosiy fundamental parametri bo‘lib, Ye_d taqiqlangan zona kengligi hisoblanadi. Ye_d kattaligi - kristall panjaraning kimyoviy bog‘lanishidagi qatnashadigan valent elektronni ozod qilish uchun zarur energiya bo‘lib, u material o‘tkazuvchanligini ta’minlashda qatnashadi. Yarimo‘tkazgichlarda Ye_d kattaligi asosan kristall panjarani hosil qiluvchi atomlarning valent elektronlari holati orqali aniqlanadi.

Element	Elektron tuzilishi	E_g, eV
C	$1s^2 2s^2 2p^2$	5,48
Si	$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^2$	1,17
+Ge	$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10} 4s^2 4p^2$	0,74
Sn	$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$	0,082

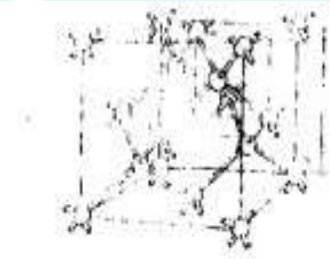
Bu elementlarning hammasi kovalent bog‘lanishli olmossimon kristall panjara hosil qilsa ham, lekin ularning atomlari elektron tuzilishidagi valent elektronlarning joylashishi, panjaradagi energiya bog‘lanishi, Ye_d taqiqlangan zona kengligini kattaligi juda keskin farqlanishi mumkin. Bunday qonuniyat $A^{III}B^{V}$, $A^{II}B^{VI}$ yarimo‘tkazgich birikmalarda va murakkab materiallarda ham o‘rinli bo‘ladi. Shuning uchun elemenlarni birikmalarda kombinatsiyalash natijasida (ya’ni, atomda valent elektronlarning har xil energetik holati) Ye_d boshqariladigan

ISSN 3030-3907

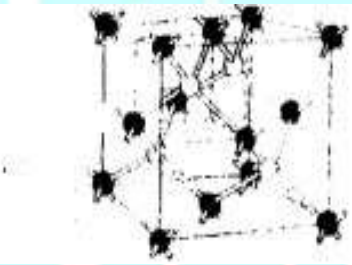
yarimo‘tkazgich material olish mumkin. Bu material o‘zining fizik kattaliklariga ko‘ra olmosga juda yaqin bo‘ladi.

Yarimo‘tkazgich materiallar kristall panjara tuzilishi asosan 4 xil tuzilishga ega: almaz, sinkovoy obmanka, vyursit va osh tuzi ko‘rinishida uchraydi.

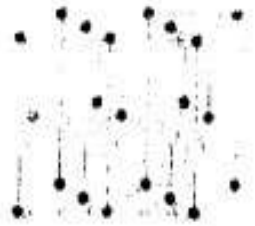
Almaz kristall panjara - bu tomonlari markazlashgan ikkita kub elementar panjaraning bir- biriga nisbatan hajm dioganali chorak qismi bo‘yicha siljiganda hosil bo‘ladi.



1.3.1 - rasm. Almaz kristall panjarasi



1.3.2 – rasm. Ruxsimon kristall panjaras

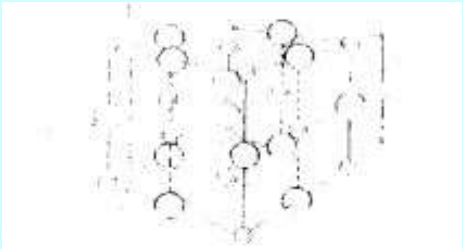


1.3.3 – rasm. Vyursit kristall panjarasi

Sinkovoy obmanka kristall panjara - bu tomonlari markazlashgan ikkita kub elementar panjaraning hajm dioganali bo‘yicha 1/4 qismi siljigan holatda hosil bo‘ladi. Buni almaz turdagi panjaradan farqi shuki, tomonlari markazlashgan bitta kub elementar panjara faqat bir xil atomlardan, ikkinchi shunday panjara esa boshqa xil atomlardan tashkil topgan bo‘ladi.

Vyursit elementar kristall panjara - bu atomlari zich joylashgan ikkita geksogonal elementar yacheykaning bir-biriga kiritilgan holda paydo bo‘ladi. Bunday kristall panjaralarda atomlar sinkovoy obmaka panjarasidagi tetroedrdagiday 4 ta yaqin atomlar bilan o‘ralgan bo‘ladi.

Osh tuzi elementar panjarasi- bu ikkita tomonlari markazlashgan kub elementar yacheykalarining bir-biriga kiritilgan holda paydo bo‘ladi. Bunday panjarada bitta atom boshqa eng yaqin oltita atom bilan o‘ralgan bo‘ladi.



1.3.4-rasm. Osh tuzi kristall panjarasi

Quyidagi jadvalda mavjud yarim o‘tkazgich materiallarini qanday elementar panjara holda bo‘lishi va panjara doimiylari haqida ma’lumotlar keltiriladi:

ISSN 3030-3907

1 jadval

Yarim o‘tkazgich materiallarning panjara doimiysi

Material l	Element yoki birikma	Nomlanishi	Kristall sruktura si	Panjara doimiysi 300K (A)
I	C	Uglerod Carbon (diamond)	D	3,56683
Element	Ge	GermaniyGermanium	D	5,64613
	Si	KremniySilicon	D	5,43095
	Sn	QalayGrey tin	D	6,48920
IV-IV	SiC	Karbit Kremniy Silicon carbide	W	a=3,086;c=15,117
	AlAs	Alyuminiy Arsenid Aluminum arsenide	Z	5,6605
	AlP	Alyiminiy Fosfid Aluminum phosphide	Z	5,4510

D-almaz; W-vyursit; Z-sinkovoy obmanka; R-osh tuzi D-diamond; W-wurtzite; Z-zincblende; R- rock salt.

IV. Xulosalar. Yarimo‘tkazgichlarning elektr hossalari kristaldagi atomlarning o‘zaro bog‘lanishiga va elektronlarning atomlar yadrolari bilan bog‘lanishiga bog‘liq. Yarimo‘tkazgichlarda bu bog‘lanishlar juda kuchli va shuning uchun ularda erkin elektronlar juda kam. Ammo bu bog‘lanishlarning ba’zilarini sun’iy tarzda uzib yuborish mumkin.

Metallardan farqli holda nuqsonlar yarimo‘tkazgich materiallarining barcha fizik xossalariga juda katta ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun nuqsonlar tabiatiga va konsentratsiyasiga qarab, yarim o‘tkazgich materiallarining xossalarini maqsadli boshqarish mumkin. Yarim o‘kazgich materiallaridagi nuqsonlar o‘lchamlariga qarab, xuddi boshqa qattiq jismlar kabi nuqtaviy, chiziqli va hajmli nuqsoniarga bo‘linadi. Bundan tashqari yarimo‘tkazgich materiallarda nuqsonlar elektrfaol yoki elektr neytral holatda bo‘lishi mumkin. Elektr faol nuqson deganda, kristall panjara nuqsonlari paydo bo‘lishi bilan undagi tok tashuvchilar miqdori o‘zgaradi, ya’ni elektronlar va kovaklar konsentratsiyasini oshishi yoki kamayishi mumkin. Natijada yarimo‘tkazgich materiallarining o‘tkazuvchanligi o‘zgaradi. Bu metallarda uchramaydigan hodisadir. Agar nuqsonlar yarimo‘tkazgich materiallarida elektron va kovaklaming o‘zgarishiga ta’sir etmasa bunday nuqsonlarni elektroneytral nuqsonlar deb ataladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Teshaboyev A.T., Zaynabiddinov C.Z., Ermatov Sh, Qattiq jism fizikasi. Darslik. -T.: Moliya, 2001. - 164 b.

2. Akramov H., Zaynabiddinov C., Teshaboyev A. Yarim o‘tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar. O‘quv qo‘llanma. -T.: 0 ‘zbekiston, 1994,-134 b.

ISSN 3030-3907

3. Z.Soxibova. Sanoat pechlarining, yaratilish tarixi, ahamiyati va qo‘llanilish sohalari. Научно-технический журнал «Машиностроение». 2024; (3):59-62.
4. Баходирхонов М.К., Илиев Х.М., Холматов А.А., Ярим утказгичлар физикаси асослари дарслик. -Т.: ТошДТУ, 2014. -186 б.
5. Sakhibova Zarnigorkhan Mutalibjan's daughter, Inomov Bekzodbek. Studying the production of wide-band photocells. Лучшие интеллектуальные исследования. 2024;vol.21, No.2. 27-32.
6. Тешабоев А. Т., Зайнаббидинов С.З., Исмоилов К.А., Эрматов Ш.А., Абдуазимов В.А. Нанозарралар физикаси, кимёси ва технологиялари. Укув кулланма. Т.: Камалак прес, 2014. - 368 б.
7. Anarboev, I., Sakhibova, Z. M., & Yolbarsova, Z. (2024). EFFECT OF INPUTS ON ELECTROPHYSICAL AND THERMOELECTRIC PROPERTIES OF GRANULAR SILICON. Лучшие интеллектуальные исследования, 21(1), 138-141.
8. 2. Olimov, L. O., & Anarboyev, I. I. (2021). Micro strukucture of silicon obtained by re-melting in a solar furnace. In Восъмая Международная конференция по физической электронике IPEC-8 (pp. 98-100).
9. Teshaboyev A., Zaynobidinov S., Musayev E.A., Yarimo‘tkazgichlar va yarimo‘tkazgichli asboblar texnologiyasi.O‘quv qo‘llanma - T.: Talqin - Qaldirg‘och, 2006. - 336 b
10. Z.M. Sakhibova, Sotvoldieva Maftuna. Prospects of micro- and nano-sized silicon-based thermoelectric materials. Лучшие интеллектуальные исследования. 2024;vol.21, No.2. 50-54.
11. Olimov, L. O., Anarboev, I. I., Mamirov, A., Omonboev, F. L., & Omonboeva, M. L. (2021). Patent UZ№ FAP 01593. Termoelektrik materialni tayyorlash usuli.
12. Нормуродов М.Т., Умирзоков Б.Е., Пармонкулов И.П. Электрон техника материаллари ва курилмалари технологияси. Дарслик. - Т.: Мехлат, 2004. - 362 б.
13. Soxibova Zarnigorxon Mutalibjon qizi, Mirzadavlatov Rasuljon Ismoil o‘g‘li. Technology of manufacturing crystal silicon based solar panels. Лучшие интеллектуальные исследования. 2024;vol.21, No.2. 46-49.
14. Баходирхонов М.С., Иброхимов Н., Зикриллаев Н.Ф., Илиев Х.М. Ярим утказгичли асбоблар ва интеграл схемалар технологияси курсига оид атамалар. -Т.: ТДТУ, 1999. -30 б.
15. Bahodirxonov M.K., Qurbonova 0\H, Isayev F.M., Muradagayeva M. V., Nanoelektronikaning fizik tushunchalari bo‘yicha izohli lug‘at.-T.: Meriyus, 2010.-136b.
16. Zikirillayev N.F., Begimqulova K.Q., Noananaviy qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan izohli lug‘at. -T.: Meriyus, 2010,- 145b.

ISSN 3030-3907

17. Bahodirxonov M.K., Tliyev X.M., Isayev F.M., Karimov R.A., Elektronika fanidan asosiy tushunchalar izohli lug‘at. -T.: Meriyus, 2008.-3 34b.
18. Anarboyev, I., & Xojimatov, U. (2020). Kristall polimerlarning deformatsiyalanishi. In Ilm-fan, talim va ishlab chqarishning innovatsion rivojlantirishdagi zamonaviy muammolari” mavzusida ilmiy–amaliy (International scientific-practical conference on the topic of “modern issues of modern issues of innovative development of science, education and production). Andijon (pp. 660-664).

ISSN 3030-3907