

Oydinoy Nurdinjonovna Usmonova

Zulxumor Yoqubjon qizi Meliboyeva

Maftuna Imdor qizi Shokirjonovna

Nafosat Shokir qizi Axmedova

Chirchiq davlat Pedagogika Universiteti, magistrantlari

YARIMO‘TKAZGICHLI ASBOBLARNING ISHLASH PRINSIPI

Annotatsiya: Bugungi kunda insoniyatning yangi va noyob yuqori unumli qurilmalarga bo'lgan ehtiyoji nihoyatda katta bo'lib, bunday qurilmalarni yaratishda yarimo'tkazgichlarning o'рни beqiyosdir. Yarimo'tkazgichlar fizikasi nazariyasi va amaliyoti ob'ektlari va predmetlarini o'rganayotganda tavsifi va tasnifiga ko'ra bo'limlarga bo'linishiga jiddiy e'tibor berish kerak. Bundan tashqari, eksperimental va laboratoriya ishlarini ko'paytirish zarur, ularni amalga oshirish fizikaning ushbu sohasini o'zlashtirishning eng dolzarb vazifalaridan biridir.

Kalit so'zlar: Yarimo'tkazgichlar, yarim o'tkazgichli qurilmalar, diod, tranzistor, integral sxema, mikrosxema.

Abstract: Today, the need of mankind for new and unique high-performance devices is extremely great, and the role of semiconductors in the creation of such devices is incomparable. When studying objects and subjects of the theory and practice of semiconductor physics, it is necessary to pay close attention to the division into sections according to their description and classification. In addition, it is necessary to increase experimental and laboratory work, their implementation is one of the most urgent tasks of mastering this area of physics.

Key words: Semiconductors, semiconductor devices, diode, transistor, integrated circuit, microcircuit.

Har bir jamiyatning kelajagi uning ajralmas qismi va hayotiy zarurati bo'lgan ta'lim tizimining qay darajada rivojlanganligi bilan bog'liq. O'zbekiston Respublikasi demokratik huquqiy va fuqorolik jamiyatining qurish yo'lidan borayotgan bir paytda

ta'lim sohasida amalga oshirilayotgan islohotlarning bosh maqsadi va harakatga keltiruvchi har tomonlama rivojlangan barkamol insonni tarbiyalashdan iborat.

Hozirgi kunda ta'limni rivojlantirish yo'lida qo'yilayotgan davlat talabi o'quvchi shaxsi uning intilishlari qobiliyati va qiziqishlarini e'tiborga olib fan texnika va texnologiyalarni istiqbolli rivojlanishini hisobga olingan holda o'quvchilarni fanlarni o'rganishda ilmiy va amaliy kompetensiyalarni rivojlantirishdan taminlashdan iborat.

Fizika fanini o'qitishdan maqsad tabiatni fundamental qonunlarini ilmiy asosda tushuntirish o'quvchilarning ilmiy dunyoqarash va falsafiy mulohaza yurutish qobiliyatlarini rivojlantirish texnika va turmushda foydalaniladigan uskuna va vositalarining ishlash prinsiplarini tushuntiruvchi fizik jarayonlar haqida tasavurlarni shakllantirish, ta'lim olishni davom ettirish olgan bilimlarini chuqurlashtirish va kelgusida ilmiy izlanishlarni davom ettirish uchun mustahkam zamin yaratishdan iborat.

Tabiatda shunday moddalar borki ularning birlik hajmda elektronlar soni o'tkazgichlarga nisbatan kam lekin dielektriklarga nisbatan ko'p, shu sababli bunday moddalar yarimo'tkazgichlar deb ataldi.

Yarimo'tkazgich moddalarda temperatura ortishi bilan solishtirma qarshiligi kamayadi. Juda past temperaturalarda yarimo'tkazgich moddalar dielektriklarga aylanadi [1].

Bugungi kunda fan va texnika sohasida eng tez taraqqiyot qilayotgan fan bu yarimo'tkazgichlar fizikasidir. Bunga sabab, yarimo'tkazgichli asboblarning inson faoliyatining barcha sohalarida - tibbiyotdan to kosmik tadqiqotlarga keng qo'llanishidir. Bunday tez taraqqiyotga yarimo'tkazgichli materiallarning fizik xossalarini uzoq va chuqur tekshirishlar o'tkaziladi. 1900 yildan boshlab jahonning turli davlatlarining olimlari metall-yarimo'tkazgich nuqtaviy kontaktini detektorlash-to'g'rilash xossalarini o'rgana boshladilar. Bunda asosan yarimo'tkazgich material sifatida kremniy karbidi, kremniy, tellurlar ishlatildi. 1922-yilda manfiy differensial qarshilikka ega bo'lgan kontaktlar aniqlandi va o'rganildi. Bular asosida qattiq jism elektr tebranishlari generatorlari yaratildi. 1937-yilda esa eksperimentlar asosida har xil turdagi yarimo'tkazgichlar chegarasida tokni to'g'rilash nazariyasi vujudga keldi. 1940-yilda esa bu nazariya ko'p sonli eksperimentlarda tasdiqlandi.

Shu davrdan boshlab, turli turdagi yarimo'tkazgich-yarimo'tkazgich kontaktidagi oraliq qatlamda bo'ladigan jarayonlar o'rganila boshlandi. Lekin, qator eksperiment natijalari metall-yarimo'tkazgich kontaktidan o'tuvchi tok nazariyasiga mos emas edi. 1947-yilda yarimo'tkazgich yuzasida, u boshqa yarimo'tkazgich va metall bilan kontaktda bo'lmagan holda ham, elektron holatlar mavjudligi haqidagi fikr ilgari surildi. Bu asosida ikkita yarimo'tkazgich kontaktidan tok o'tish mexanizmining nazariyasi vujudga keldi va u keng tarqalib, eksperiment natijalariga mos natijalarni berdi. Bu nazariya zamonaviy yarimo'tkazgichli to'g'rilagichli diodlarning ishlash mexanizmiga asos bo'ldi.

Turli turdagi ikki yarimo'tkazgich chegarasida katta elektr maydon bo'lgandagi jarayonlarni o'rganish, p-n o'tishning teshilish nazariyasini vujudga kelishiga va bu asosda ishlovchi yarimo'tkazgichli asbob-stabilitronning yaratilishiga olib keldi. Shu jumladan, ikkita yarimo'tkazgich kontaktini yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda qo'llash mumkinligi ko'rsatildi. Bu tamoyilda ishlab chiqilgan fotoelementlar yorug'lik signallarini qayd qilishda hamda fotoenergetikada qo'llanilmoqda.

1948-yilda qattiq jisimli yarimo'tkazgichli kuchaytirgich-tranzistor yaratildi. Bu asbobning ishlash asosini ikkita o'zaro yaqin joylashtirilgan p-n o'tishlarning o'zaro ta'siri tashkil etadi va tok o'tkazish jarayonida ikki ishorali zaryad tashuvchilar elektron va kovaklar ishtirok etadi. 1952-yilga kelib, nuqtaviy va yassi biqutbiy tranzistorlar kabi yarimo'tkazgichli asboblar yaratildi. Keyinchalik biqutbiy yarimo'tkazgichli tranzistorlarning kuchaytirish xususiyatlarini yaxshilash, ishchi chastota diapazonini kengaytirish hamda ish quvvatini oshirish borasida tadqiqotlar olib borildi.

Elliginchi yillarning oxirida o'zaro yaqin joylashtirilgan uchta p-n o'tishlarning o'zaro ta'siriga asoslangan yarimo'tkazgichli asbob tranzistor ishlab chiqildi. Tranzistorlarning asosiy ishlatilish sohasi - bu kichik inersiyali quvvatli toklarni kommutatsiya qilishdir.

Yarimo'tkazgichlar yuzasida va yarimo'tkazgich-dielektrik faza chegarasidagi fizik jarayonlarni chuqur o'rganilishi uni polyar yoki maydonli tranzistorlarning yaratilishiga olib keldi. Bu tranzistorlarda zaryad tashuvchilar bir xil ishorali bo'lib, tranzistordan o'tuvchi tok kattaligi zatvorga qo'yiluvchi elektr maydon

kuchlanganligiga bog'liq. Oxirgi bir necha o'n yillarda elektron texnikaga bo'lgan talab yarimo'tkazgichlarning funksional imkoniyatlarini oshirish va ularning o'lchamlarini kichraytirish integral mikrosxemalarning yaratilishiga olib keldi. Keyingi tadqiqotlar esa nanoo'lchamdagi tranzistor strukturalarini yaratish imkonini tug'dirdi.

Yarimo'tkazgichli asboblarda shunday katta tezlikda rivojlantirilmoqdaki, bugungi tasavvur va yutuqlar bir necha yildan so'ng eskirib qolmoqda. Shu sababli, yarimo'tkazgichli asboblarda ro'y beruvchi fizik jarayonlarni bilish muhim ahamiyatga egadir. Yarimo'tkazgichlar fizikasini o'qitish borasida dastlabki o'zbek tilidagi elektron o'quv qo'llanmalari, laboratoriya sharoitida ko'zga ko'rinmaydigan jarayonlarni ko'rsatish imkonini beradigan virtual stendiar va multimediali dasturiy mahsulotlar yaratilmoqda.

Yarimo'tkazgichlar o'tkazuvchanligining ikki turli bo'lishi (elektronli va kovakli), ular qarshiligining temperaturaga va yoritilganlikka bog'liqligi, diodli qurilmalarda doimiy tokning bir tomonlama o'tishi va o'zgaruvchan tokning to'g'rilanishi kabi tushunchalarni mustahkamlashga bog'liq mantiqiy masalalarni tuzish va ularni yechish uslubidan ta'lim jarayonida foydalanish maqsadga muvofiqdir. Yarimo'tkazgichlar qo'llanmayotgan soha hozir topilmaydi. Binobarin, yarimo'tkazgich moddalar va asboblarni tadqiq etish, ularning imkoniyatlarini kengaytirish hamda yangi xossalarini kashf qilish masalalari hozirgi zamon fanida muhim o`rin tutadi [2].

Yarimo'tkazuvchilar deb ataluvchi elementlar D.I Mendeleev jadvalida ixcham gruppani tashkil qiluvchi 12 ta kimyoviy elementlardan iborat bo`lib, sof yarimo'tkazgichlarga: Germaniy(Ge), kremniy(Si), indiy(In), galliy(Ga), mishyak(As), fosfor(P), surma(Sb), uglerod (C), selen-Se, shuningdek III va V guruhidagi elementlarning kimyoviy birikmasidan hosil bo'lgan moddalar, arsenid-galliy(GaAs), fosfit- galliy (GaP) kabi va shunga o`xshash elementlar, undan tashqari ko'pgina anorganik va organik birikmalar ham kiradi. Fizikada faqat yarim o'tkazgichlar bilan shug`ullanuvchi bo'lim bo'lib, uni yarim o'tkazgichlar fizikasi deyiladi. Zamonaviy texnika muvaffaqiyatlarini yarimo'tkazgichlar fizikasisiz tasavvur qilib bo'lmaydi [3].

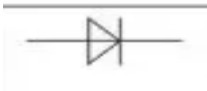

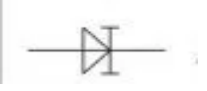

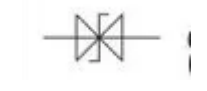
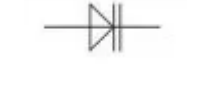
Yarimo'tkazgichli asboblarda — yarimo'tkazgichlarda yuz beradigan elektron jarayonlar asosida ishlaydigan elektron asboblarda. Elektronikada turli signallarni

o'zgartirishda, energetikada esa bir turdagi energiyani boshqa turdagi energiyaga aylantirishda qo'llaniladi. To'g'ridan-to'g'ri o'zgaruvchan tok konvertatsiyasi uchun ham ishlatiladi. Vazifasi, ishlash tarzi, materiali, tuzilishi va texnologiyasi, ishlatilish sohasiga qarab tasniflanadi: elektr kattaliklarini ikkinchi elektr kattaliklariga o'zgartiradigan elektr o'zgartirgich asboblari (diod, tranzistor, tiristor va boshqalar); yorug'lik signallarini elektr signallariga va aksincha aylantiruvchi optoelektron asboblari (optron, fotorezistor, fotodiod, fototranzistor, fototiristor, yarimo'tkazgichli lazer, yorug'lik tarqatuvchi diod va boshqalar); issiqlik energiyasini elektr energiyasiga va, aksincha, aylantiruvchi termoelektr asboblari (termoelement, termoelektr generator, quyosh batareyasi, termistor va boshqalar); magnitoelektr asboblari; piezoelektr va tenzometrik asboblari (asosiy sinf) va h. k. Integral mikrosxemalar (elektr o'zgartiruvchi va optoelektronli bo'lishi mumkin) ayrim sinfga kiradi. Yarimo'tkazgichli asboblari yarimo'tkazgich materialga qarab, germaniyli, kremniyli va h.k. bo'lishi mumkin. Tuzilishi va texnologik alomatiga ko'ra, yarimo'tkazgichli asboblari nuqtali va yassi xillarga, ishlatilish sohasiga qarab, yuqori chastotali, yuqori voltli, impulsli va boshqalarga ajraladi [4].

Yarimo'tkazgichli diodlar. Bitta p-n o'tish asosida ishlaydigan qurilma. Diod tokni faqat bir tomonlama o'tkazadi. Yarimo'tkazgichli diodga yorug'lik, havo va tashqi elektr, magnit maydonlarining ta'sirlarini kamaytirish uchun germaniy kristali germetik berk metal qobiqqa joylashtiriladi. Diod manbaga teskari ulansa, tok o'tmaydi. Yarimo'tkazgichli diodlarning asosiy maqsadlaridan biri o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokkga aylantirishdir. Diodning ishlash prinsipini quyidagicha tushuntirish mumkin. Yarimo'tkazgichlarda p-n o'tishni hosil qilish uchun p va n o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita yarimo'tkazgichni mexanik ravishda ulash yetarli bo'lmaydi. Chunki bu holda ulardagi oraliq katta bo'ladi. P va n o'tishdagi qalinlik atomlararo masofaga teng bo'ladigan darajada kichik bo'lishi kerak. Shu sababli donor arala-shmaga ega bo'lgan germaniy monokristali yuzalaridan biriga indiy kavsharlanadi. Keyin, shu tarzda ishlov berilgan plitalar pechga joylashtiriladi va ma'lum bir haroratda diffuzorga ma'lum bir chuqurlikka kirish uchun diffuziya jarayoni amalga oshiriladi. Shunday qilib diffuziya hodisasi tufayli indiy atomlari germaniy monokristallning ichiga ma'lum bir chuqurlikka kiradi. Natijada germaniy yuzasida p-

turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan soha hosil bo'ladi. Geramaniy monokristalining indiy atomlari kirmagan sohasi avvalgidek n-turdagi o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Oraliq sohada p-n o'tish hosil bo'ladi.

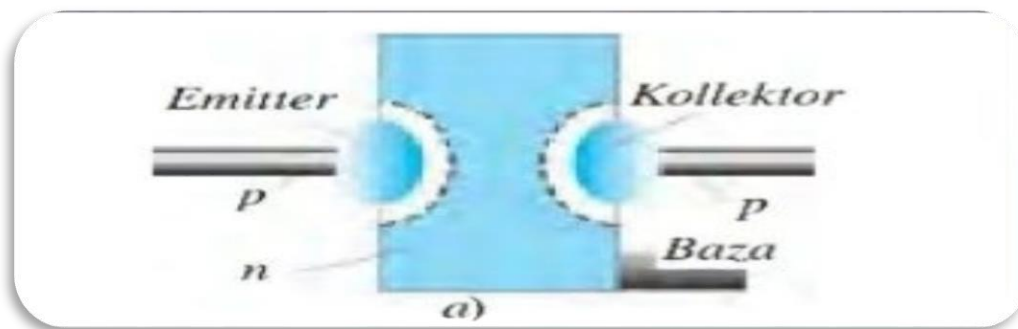
Yarimo'tkazgichli diodlar lampali diodlarga nisbatan qulay ishonchli va hajmi kichkina bo'lganligi uchun ularni radiotexnikadan to'la siqib chiqardi. Yarimo'tkazgichli diodlar nafaqat to'rilagich va balki detector (qayd etgich) sifatida ham ishlatishilishi mumkin. Yarimo'tkazgichli diodlarning ayrimlarining belgilanishi 1-jadvalda ko'rsatilgan.

1	To'g'rilagich diodlar	
2	Tunelli diodlar	
3	Teskarilangan diodlar	
4	Bir tomonlama o'tkazuvchi diodlar (stabilitron)	
5	Ikki tomonlama o'tkazuvchi diodlar	
6	Varikap diodlar	

1-jadval

Yarim o'tkazgichli transistorlar

Ikkita p-n o'tishga ega bo'lgan yarim o'tkazgichli sistemaga transistor deyiladi. Tranzistor uchta qismdan tashkil topgan: **emitter, baza va kollektor**



Transistorlar ko'plab texnik qurilmalarda qo'llaniladi. Eng yorqin misollar:

Kuchaytirish sxemalari.

Signal generatorlari.

Elektron kalitlar.

Transistorlarni qo'llash Barcha aloqa qurilmalarida signalni kuchaytirish zarur.

Birinchidan, elektr signallari tabiiy zaiflashuvga ega. Ikkinchidan, ko'pincha signal parametrlaridan birining amplitudasi qurilmaning to'g'ri ishlashi uchun etarli emas.

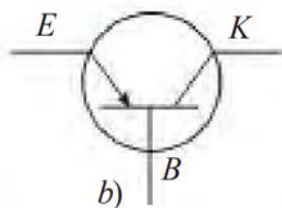
Ma'lumot elektr signallari yordamida uzatiladi. Etkazib berish kafolatlanishi va ma'lumotlar sifati yuqori bo'lishi uchun biz signallarni kuchaytirishimiz kerak.

Transistorlar nafaqat amplitudaga, balki elektr signalining shakliga ham ta'sir ko'rsatishga qodir. Yaratilgan signalning kerakli shakliga qarab, generatorga tegishli turdagi yarim o'tkazgich moslamasi o'rnatiladi.

Elektron kalitlar kontaktlarning zanglashiga olib keladigan oqim kuchini nazorat qilish uchun kerak. Ushbu kalitlar ko'plab tranzistorlarni o'z ichiga oladi. Elektron kalitlar sxemalarning eng muhim elementlaridan biridir. Ularning asosida zamonaviy hayotda ajralmas bo'lgan kompyuterlar, televizorlar va boshqa elektr jihozlari ishlaydi.

Tranzistorni tayorlash uchun elektron o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan germaniy kristalining ikkita tomoniga indiy kavsharlanadi. Germaniy kristalining qalinligi juda kichik bo'ladi. (bir necha mikrometr). Mana shu qatlam tranzistor asosi, ya'ni bazasi deb ataladi. Uning kovakli o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ikkita tomonidan chiqarilgan uchlari emitter va kollektor deyiladi. Bunday turdagi tranzistorni p-n-p strukturali tranzistor deyiladi (1-rasm). Tranzistorning emitter sohasidagi kovaklar

konsentratsiyasi, bazadagi elektronlar konsentratsiyasiga nisbatan bir necha marta katta qilib tayyorlanadi. Tranzistorning shartli belgisi 2-rasmda ko'rsatilgan.



2-rasm

Quyosh batareyalari — yarimo'tkazgichli fotoelementlarga asoslangan tok manbai; quyosh radiatsiyasi energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantiradi. Quyosh batareyalari Elementlarining ishlashi ichki fotoeffekt hodisasiga asoslangan. Dastlabki quyosh elementini 1953—54 yillarda AQSH olimlari G.Pirson, K.Fuller va D.Chapinlar ishlab chiqishgan.

Quyosh batareyasining quvvati yarimo'tkazgich materialiga, quyosh elementining konstruktiv xususiyatiga va batareyadagi elementlar soniga bog'liq. Quyosh elementlari tayyorlashda kremniy, gallyiy Ga, mishyak Az, kadmiy Syo, oltingugurt S, surma, tellur Te asosidagi materiallardan foydalaniladi. Quyosh batareyasi odatda usti yaltiroq qopla-mali yassi panel ko'rinishidagi quyosh elementlaridan tayyorlanadi. Batareyadagi quyosh elementlari soni bir necha ming donagacha, panelining sathi o'nlab m², tok kuchi yuzlab A, kuchlanishi o'nlab V, generator quvvati bir necha o'n kVt gacha boradi.

Quyosh batareyalari, asosan, kosmonavtika, Yer sun'iy yo'ldoshlari apparatlarini elektr energiyasi bilan ta'minlashda foydalaniladi. Yerdan esa Quyosh batareyasi ko'chma avtomat radiostansiyalari va radiopriyomniklarda tok manbai sifatida ishlatiladi. [5]

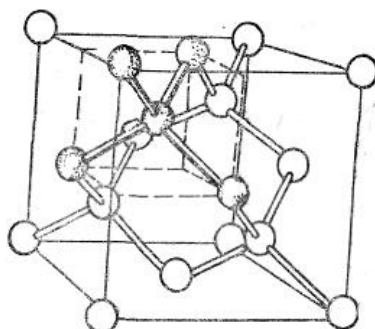
Yorug'lik chiqaradigan diod (LED, inglizcha yorug'lik chiqaradigan diod) - elektr tokini oldinga yo'nalishda o'tkazganda optik nurlanish hosil qiluvchi elektron-teshik birikmasiga ega yarimo'tkazgichli qurilma.

LED chiqaradigan yorug'lik spektrning tor diapazonida yotadi, ya'ni LED dastlab deyarli monoxromatik yorug'lik chiqaradi (agar biz ko'rinadigan diapazondagi LEDlar haqida gapiradigan bo'lsak) - kengroq spektrni chiqaradigan chiroqdan farqli o'laroq, undan a ma'lum bir porlash rangini faqat yorug'lik filtri yordamida olish

mumkin. LED nurlanishining spektral diapazoni asosan ishlatiladigan yarimo'tkazgichlarning turiga, kimyoviy tarkibiga va tarmoqli bo'shlig'iga bog'liq. Elektr toki oldinga yo'nalishda p-n o'tish joyidan o'tganda, zaryad tashuvchilar - elektronlar va teshiklar - bir-biriga qarab harakatlanadi va elektronlarning bir energiya darajasidan o'tishi tufayli diodning qatlamida fotonlar emissiyasi bilan qayta birlashadi. Barcha yarim o'tkazgichlar rekombinatsiyalanganda yorug'likni samarali ravishda chiqarmaydi. Samarali emitentlar to'g'ridan-to'g'ri bo'shliqli yarim o'tkazgichlar, ya'ni to'g'ridan-to'g'ri optik diapazonlararo o'tishlarga ruxsat berilgan IIIBV tipidagi (masalan, GaAs yoki InP) va AIIBVI tipidagi (masalan, ZnSe yoki CdTe). Yarimo'tkazgichlar tarkibini o'zgartirib, ultrabinafsha (GaN) dan o'rta infraqizil (PbS) gacha bo'lgan barcha mumkin bo'lgan to'lqin uzunliklari uchun LEDlarni yaratish mumkin [6].

Monokristall va polikristall tuzilishga ega bo'lgan, kelib chiqishi noorganik va organik bo'lgan ko'p sonli yarim o'tkazgichli materiallardan elektrotexnika asosan germaniy, kremniy, selen, kremniy karbidi va galliy arsenidlaridan foydalaniladi. Ushbu materiallar yarim o'tkazgichli elektr jixozlar va integral sxemalar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi.

Kremniy va germaniy strukturaviy tuzilishi jixatidan olmossimon yarim o'tkazgichlar toifasiga kiradi. U kub shaklida bo'lib, uning tepalarida va markaziy chegaralarida germaniy yoki kremniy atomlari joylashgan. Bundan tashqari atomlar shu bilan birgalikda katta kub bo'linadigan to'rtta kichik kublarning markazida ham bo'lishadi.



3-rasm. Olmos tipidagi kristall tuzilishi

Yuqoridagi rasmlarda germaniy kubik tuzilishining yassi tasviri aks ettirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, olmos tipidagi tuzilishda har bir ko'rilayotgan atom

(germaniy yoki kremniy) toʻrtta shunga oʻxshagan atom bilan oʻralgan. Ushbu atomlar orasidagi masofa bir xil boʻlib, har bir atom qoʻshni atom bilan kovalent bogʻlanish hosil qilinadi.

G e r m a n i y (Ge) — Mendeleev davriy sistemasining toʻrtinchi guruhiga kiruvchi element hisoblanadi. Uni olishda xom ashyo vazifasini tarkibida germaniy boʻlgan rux va sulfid rudalari, shu bilan birgalikda koʻmir tuzlari oʻtaydi.

Murakkab ximiyaviy jarayon hisobiga germaniy quymasi olinadi, lekin uning tarkibida aralashmalar va u monokristall material boʻlganligi bois, undan yarim oʻtkazgichli priborlar tayyorlashda foydalanib boʻlmaydi. Dastlab ushbu quyma aralashmalardan zonaviy eritish usuli bilan tozalanadi. Tozalangan yarim oʻtkazgichli materialda, yaʼni germaniyda aralashmalar 10⁻⁹% (massasi boʻyicha), kremniyda esa 10⁻¹¹% (massasi boʻyicha) dan ortmasligi lozim.

Monokristalli germaniy olish uchun dastlab u vakuumda yoki inert gazli atmosfera sharoitida eritiladi. Soʻngra *p*- va *n*-tipidagi elektr oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan germaniy olish uchun tozalangan germaniy quymasiga donor yoki akseptorli aralashma qoʻshiladi. Eritmadan maʼlum bir tezliklarda kerakli diametrlarda yaxlit silindr koʻrinishida monokristalli germaniy soʻrib olinadi. Germaniy och kumushsimon rangda boʻlib, zichligi 5320 kg/m³ va erish harorati 937,2°C ga teng. Tozalangan legirlanmagan germaniy quyidagi elektr xarakteristikalariga ega (20°C harorat sharoitida): solishtirma elektr qarshiligi $\rho = 60 \div 68 \text{ Om}\cdot\text{sm}$; $\epsilon = 16,3$. *p*-tipidagi elektr oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan legirlangan germaniy navlarida $\rho = 0,003 \div 45 \text{ Om}\cdot\text{sm}$; *n*-tipidagi elektr oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan legirlangan germaniy navlarida esa $\rho = 0,4 \div 7 \text{ Om}\cdot\text{sm}$ (legirlash darajasiga koʻra) ni tashkil etadi. Germaniyning barcha navlari yuqori jihatdan qattiq va moʻrt xususiyatga ega.

Germaniydan diod, fotoelement va boshqa yarim oʻtkazgichli priborlar tayyorlashda foydalaniladi.

K r e m n i y (Si) – ham Mendeleev davriy sistemasining toʻrtinchi guruhiga kiruvchi element hisoblanadi. Kremniy tabiatda kremnezem (SiO₂) koʻrinishida keng tarqalgan boʻlib, kremnezem kremniyning texnik navlari olishda xom ashyo vazifasini oʻtaydi. Kremniy quymalari zonaviy eritish usuli yordamida tozalangandan soʻng,

legirlovchi aralashmalarning qancha miqdorda qo‘shilganligiga bog‘liq ravishda p -yoki n -tipdagi elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan monokristalli kremniy olinadi.

Polirovka qilingan (oynaday silliqlangan) kremniy po‘lat rangi ko‘rinishida bo‘ladi. Kremniy ham xuddi germaniy kabi mo‘rt material hisoblanadi. Tozalangan legirlanmagan kremniyning asosiy xarakteristikalari quyidagicha (20°C harorat sharoitida): zichligi 2328 kg/m^3 ; erish harorati 1420°C ; $\rho=(2\div 3)\cdot 10^5 \text{ Om}\cdot\text{sm}$; $\varepsilon=11,7$. p -tipdagi elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan legirilgan kremniy navida $\rho=0,01\div 200 \text{ Om}\cdot\text{sm}$; n -tipdagi kremniyda esa $\rho=0,014\div 50 \text{ Om}\cdot\text{sm}$ ga teng.

Kremniy germaniyga nisbatan ko‘proq ishlatiladi, chunki undan tayyorlangan yarim o‘tkazgichli priborlarning ishchi harorat chegarasi $130\text{-}200^{\circ}\text{C}$ ga teng bo‘lsa, germaniy asosida tayyorlanganlariniki esa bor yo‘g‘i $80\text{—}100^{\circ}\text{C}$ ni tashkil etadi. Yarim o‘tkazgichli integral sxemalarning asosini tayyorlashda kremniy keng qo‘llaniladi.

S e l e n (Se) — Mendeleev davriy sistemasining oltinchi guruhiga kiruvchi element hisoblanadi. Seleni olishda xom-ashyo vazifasini misni elektrolitik yo‘l bilan tozalash paytida qoladigan qoldiqlar bajaradi. Qattiq selen amorf yoki kristall tuzilishga ega bo‘ladi. Qora amorf selen xona haroratigacha tezlik bilan sovutilgan tozalangan selen eritmasidan olinadi. U $\rho=10^{13} \text{ Om}\cdot\text{sm}$ ga teng solishtirma qarshilikka ega bo‘lgan dielektrik hisoblanadi.

Eritilgan amorf selenni erish harorati (220°C)dan xona xaroratigacha sekinlik bilan sovutish orkali kulrang kristall tuzilishli selen olinadi. Kristall selen n -tipdagi polikristal tuzilishdagi aralashmali yarim o‘tkazgich hisoblanadi. Atom tuzilishi - olti burchakli prizmaning burchaklarida joylashgan atomlardan iborat bulib, bu prizmalar kristallning elementar katagi (yacheykasi) hisobladi. 20°C harorat sharoitida selenning asosiy xarakteristikalari quyidagiga teng: zichligi 4800 kg/m^3 ; $\rho=(0,8\div 5)\cdot 10^5 \text{ Om}\cdot\text{sm}$; $\varepsilon= 6,3$. Selenli to‘g‘rilagich, fotoelement va fotorezistorlar tayyorlashda selendan foydalaniladi.

K r e m n i y k a r b i d i (SiC) – tok kuchi va kuchlanish o‘rtasida chiziqli bo‘lmagan bog‘liqlik yaqqol kuzatiladigan polikristall tuzilishli mo‘rt material hisoblanadi. Kremniy karbidi kremniy va uglerodning ximiyaviy qo‘shilishi hisobiga hosil bo‘ladi.

Kremniy karbidini olishda xom ashyo vazifasini toza kvartslı qum va toshlı ko‘mir o‘taydi. U yoki bu tipdagi aralashmalı elektr o‘tkazuvchanlıkka ega bo‘lish uchun, asosiy tarkibga aralashmalar, jumladan — fosfor, surma, vismut yoki kalsiy, magniy, alyuminiy va boshqalar qo‘shiladi. Karbidni hosil qilish reaksiyasi $\approx 2000^{\circ}\text{C}$ da amalga oshiriladi.

Fosfor, surma yoki vismut bilan legirlangan kremniy karbidi to‘q yashil rangda bo‘ladi va *p* – tipdagi elektr o‘tkazuvchanlıkka, kalsiy, alyuminiy yoki bor bilan legirlanganda esa to‘q binafsha rangda bo‘lib, *n*– tipdagi elektr o‘tkazuvchanlıkka ega bo‘ladi. Kremniy karbidining asosiy xarakteristikaları quyidagicha buladi. (20°C havo sharoitida): zichligi 3200 kg/m^3 ; $\rho=10^4\div 10^7 \text{ Om}\cdot\text{sm}$; $\epsilon=6,5\div 7,5$. Uning solishtirma qarshiligi tarkibiga kuchli darajada bog‘liq. Kremniy karbidi aralashmalı yarim o‘tkazgich hisoblanadi, lekin 1400°C haroratda unda xususiy elektr o‘tkazuvchanlik namoyon bo‘ladi. Erish harorati 2600°C ga teng. Kremniy karbidning toza navlaridan —50 dan to + 80°C harorat intervallarida ishlay oladigan, chiziqli bo‘lmagan simmetrik volt-amper xarakteristikasiga ega bo‘lgan varistorlar ishlab chiqarishda keng foydalaniladi. Varistorlar avtomatik tarzda to‘g‘rilaydigan (regulirovka qiladigan) qurilmalarda ishlatiladi.

Polikristall kremniy karbididan inert gazda haydash yo‘li bilan ximiyaviy jihatdan tozaligi bilan ajralib turuvchi monokristalli kremniy karbidi olinadi. Undan 500°C gacha bo‘lgan haroratlarda ham ishlay oladigan diod va tranzistorlar, shu bilan birgalikda svetodiodlar ishlab chiqarishda keng foydalaniladi.

Galliy arsenidi (GaAs) – margimush va galliyni qo‘shilishidan hosil bo‘ladi va monokristalli yarim o‘tkazgich hisoblanadi. Yuqori darajada elektron va teshiklarning xarakatchan bo‘lishi galliy arsenidining xarakterli xususiyati hisoblanadi. Uning bu xususiyatidan katta chastota va yuqori haroratlarda ishlay oladigan galliy arsenidi asosida tayyorlangan priborlarni yaratish imkonini beradi. *n-p*-o‘tish uchun ishchi harorat $300\text{—}400^{\circ}\text{C}$ gacha ruxsat berilgan, ya‘ni bu germaniy va kremniy asosida tayyorlangan yarim utkazgichlarnikidan yuqori qiymatlarda bo‘ladi. Shu bilan birgalikda galliy arsenididan yarim o‘tkazgichli mikrosxemalarning asosini tayyorlash maqsadida ham foydalaniladi.

20°C haroratda galliy arsenidining asosiy xarakteristikalarini quyidagiga teng: zichligi 5400 kg/m³; $\rho=10^4\div 10^9$ Om·sm; $\epsilon=11,2$. Erish harorati 1237°C.

Namlik va radiatsion nurlanishlar ko‘rinishidagi tashqi ta’sirlar kuchli darajada yarim o‘tkazgichli elementlarni xarakteristikalarini pasaytiradi, shuning uchun tashqi ta’sirdan himoyalanih maqsadida ularni germetik (metall, keramik yoki plastmassali) korpuslarga joylashtiriladi [7].

O‘tgan asrning 70-yillarida o‘n so‘mlik tangadek keladigan yarimo‘tkazgich material bo‘lagida minglab mikroskopik tranzistorlar joylashtirilgan mikrosxemalar kashf qilindi. Ularda tranzistorlar bilan birgalikda diodlar, kondensatorlar, rezistorlar va boshqa radioelektron elementlar joylashtirilganligidan integral mikrosxema deb ataldi.

Bu kashfiyot kichik bir hajmda murakkab sxemalarni joylashtirish va stol kompyuterlarini yaratish imkoniyatini tug‘dirdi. Dastlabki davrda radioelementlar yarimo‘tkazgich yuzasida yasalgan bo‘lsa, keyinchalik ularni butun hajmda hosil qilina boshlandi. Ularni mikrochiplar deb atala boshlandi. Mikrochiplar asosida qo‘l telefonlari ko‘tarib yuriladigan kompyuter (noutbook) va h.k mitti radioelektron qurilmalar yasalmogda. Hozirgi kunda tangadek keladigan mikrochipda yuz milionlab tranzistorlar va radioelamentlar joylashtirilmoqda [8].

Xulosa qilib shuni aytilsh mumkinki hozirgi kunda maktab o‘quvchilariga yarimo‘tkazgichli diodlar, tranzistorlar, uy ro‘zg‘orda ishlatiladigan lampochka, quyosh batareyalari, integral mikrosxemalarning ishlatilishi, ularning ishlash prinsiplari haqida maktab darsliklarida batavsil berilsa ularning volt-amper xarakteristikasini o‘rgatib borilsa, ular qanday moddalardan yasalishi hamda uning ishlash prinsiplari bilan tanishtirishni, kundalik hayotda yarimo‘tkazgichlarning qo‘lanilish sohalari haqida bilim va ko‘nikmalari hosil qilinsa maqsadga muvofiq bo‘lardi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Fizika. N.Sh.Turdiyev. A.G.Ganiyev. K.T.Suyarov J.E.Usarov. A.K.Avliyoqulov (2017), „ Niso Poligraf nashriyoti” 163-164
2. S.Zaynobiddinov, Sh.Yo‘lchiyev, D.Nazirov, M.Nosirov. „Yarimo‘tkazgichlarda atomlar diffuziyasi” Toshkent- 2012. 5-6 s

3. Sh. B. Axmedov, M. B. Dusmurotov Fizika II qism /darslik/ „NAVRO‘Z” 2019. 62s
4. https://uz.wikipedia.org/wiki/Quyosh_batareyasi
5. <https://ktpts.ru/uz/geography/v-chem-proyavlyetsya-deistvie-magnitnogo-tokakakimi-yavleniyami-soprovozhdetsya-elektricheskii-tok.html>
6. <https://jdpu.uz/wp-content/uploads/2018/03/BMI-3.doc>
7. [Принцип работы светодиода. ledflux.ru](http://ledflux.ru). Дата обращения: 15 марта 2018. [Архивировано](#) 15 марта 2018 года.
8. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники. Учебное пособие. Новосибирск. 2003г
9. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ПЗС–ИЗОБРАЖЕНИЙ, ИУ Таджибаев, КТ Тиллабоев - Проблемы учебного физического эксперимента, 2022.
10. Tillaboyev, K. T., & Usmanov, Sh. . (2022). MAKTABLARDA FIZIKA FANINI O‘QITISHDA MATEMATIKANING O‘RNI. Academic Research in Educational Sciences, 3(11), 461–464.
11. Tillaboyev, K. T., & Usmanov, Sh. . (2022). FIZIKANI O‘QITISHDA ZAMONAVIY USULLARDAN FOYDALANISH. Academic Research in Educational Sciences, 3(11), 18–24.
12. K. T. Tillaboyev I.U Tadjibaev (2022). ASTRONOMIYA DARSLARIDA FOTOMETRIYANI O‘QITISHNING ASOSLARI. Fizikaning rivojida fundamental-innovatsion tadqiqotlar va uning istiqbollari, 144-146
13. ГК Абдусаминова, НБ Отожонова, КТ Тиллабоев. Параметр анизотропии скоростей для избранных систем шаровых скоплений. Научно-практические исследования 4-5.
14. Tillaboyev K.T. ASTRONOMIYA DARSLARIDA FOTOMETRIYANI O‘QITISHNING USULLARI. "Экономика и социум" №12(103) 2022
15. Usmonov Sh.F. FIZIKA DARSLARIDA TABIATDAGI ENERGIYALAR MAVZULARINI TUSHUNTIRISHDA ZAMONAVIY METODLARDAN FOYDALANISH. "Экономика и социум" №12(103) 2022
16. Усмонова, О. Н. Tarbiyasi og‘ir o‘quvchilar bilan fizika fanida ishlash / О. Н. Усмонова, М. И. Шокиржонова, З. Ё. Мелибоева, К. Т. Тиллабоев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 48 (443). — С. 621-623.
17. ИУ Таджибаев, ГК Абдусаминова, КТ Тиллабоев. Расчет параметра анизотропии для системы шаровых скоплений вокруг NGC 4472. Научно-практические исследования 17-20.