

O. H. Uzoqov

**ELEKTRON TEXNIKA
ELEMENTLARI VA
MATERIALLARI**

O'quv qo'llanma (60711200 – Elektronika va asbobsozlik)

**“KAMOLOT” nashriyoti
Buxoro – 2023**

UO‘K: 621.31

KBK: 31.0

U99

Uzoqov Orif Hamroyevich, Elektron texnika elementlari va materiallari / [Matn]: o‘quv qo‘llanma / O. H. Uzoqov - Buxoro: “BUXORO DETERMINANTI” MCHJning Kamolot nashriyoti, 2023. – 128 b.

Taqrizchilar:

Sh. M. Mirzayev-Buxoro davlat universiteti professori, t.f.d.

Z. Ashurov-Buxoro muhandislik-texnologiya instituti dostenti, x.f.n.

ISBN (Dastlabki nashr)

*Ushbu o‘quv qo‘llanma Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining “6” noyabrdagi “491” sonli buyrug‘iga asosan nashrga ruxsat berildi.
Ro‘yxatga olish raqami 491-483.*

© “KAMOLOT” nashriyoti
© Uzoqov Orif Hamroyevich

ANNOTATSIYA

Mazkur o‘quv qo‘llanma 60711200 - Elektronika va asbobsozlik ta’lim yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, unda fanning maqsad va vazifalari, metodologik asoslari, tarixiy taraqqiyoti, didaktik asoslari, ilmiy-pedagogik tadqiqot metodlari, boshqa amaliy fanlar bilan integratsiyalashuvi, elektr o‘tkazuvchi, yarim o‘tkazgich, dielektrik va magtit materiallar to‘g‘risida ilmiy fundamental ma’lumotlar yoritilgan.

АННОТАЦИЯ

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов специальности 60711200 - Электроника и приборостроение. Учебное пособие содержит цели и задачи предмета, методологические и дидактические её основы, историческое развитие, научно-педагогические методы исследования, интеграции с другими фундаментальными предметами, основные научные сведения о современных проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах.

ANNOTATION

This textbook is intended for students of the specialty 60711200 - Electronics and Instrumentation. The textbook contains the goals and objectives of the subject, its methodological and didactic foundations, historical development, scientific and pedagogical research methods, integration with other fundamental subjects, basic scientific information about modern conductor, semiconductor, dielectric and magnetic materials.

KIRISH

Hozir rivojlangan universitetlarning juda ko'p tendenstiya va vazifalari bor. Bugungi kunda universitetlarining birinchi asosiy vazifasi bu – sifatli darsliklar chiqarish va insonlar farovonligiga hissa qo'shish, ikkinchisi esa iqtidorli yoshlarni topib, ularning etarli malaka va ko'nikmalarga ega bo'lishiga sababchi bo'lish. Bugun ta'lim faoliyati bilan shug'ullanadigan universitetlarning yana bir muhim vazifasi bu – ilmiy tadqiqotlar qilish va shu tadqiqotlarni xususiy sektorga sota olish. Shu nuqtai – nazardan olib qaralganda elektronika va nanotexnologiya bugungi fan va texnikaning eng ilg'or sohaslaridan biridir.

Materialshunoslik zamonaviy sanoat barcha turlarining, shu jumladan mashinasozlik, asbobsozlik, radiotexnika, elektronika, sensor texnikasining asosi desak mubolag'a bo'lmaydi. Elektron texnika asboblarga umuman olganda ishlash prinstipi elektron hodisa va jarayonlarga asoslangan barcha asboblari - elektron lampalar, kineskoplardan boshlab integral mikrosxemalargacha kiradi. Lekin bugungi kunda elektron texnikasiga asosan yarim o'tkazgichli asboblari va qurilmalar kiradi, qolgan barcha asbob va qurilmalar radioelektronika va elektrotexnika sohasiga kiradi.

Yarim o'tkazgichli materiallar, asbob – uskunalar va integral mikrosxemalar ishlab chiqaruvchi sanoatlar texnika taraqqiyotida alohida ahamiyat kasb etadi, barcha yarim o'tkazgichli asbob – uskunalar va qurilmalarni ishlab chiqarishda bugungi kunda 20000 ga yaqin materiallardan foydalaniladi. Elektronshik yoki elektron sohaning mutaxasisi qo'yilgan vazifaga qarab kerakli materialni tanlay olishi, uning xususiyatlarini farqlay olishi kerak.

Mazkur o'quv qo'llanmada elektr o'tkazuvchi materiallarning, yarim o'tkazgichlarning va dielektrik materiallarning asosiy elektr o'tkazuvchanlik, fiziko-ximiyaviy, mexanik xossalari batafsil bayon etilgan, hamda ularni zamonaviy ishlab chiqarish olish usullari va ishlatish sohalari, hamda magnit xususiyatli materiallarning fizikaviy xossalari, sanoatda qo'llanish sohalari batafsil bayon etilgan. O'quv qo'llanma bakalavr dasturi asosida Elektronika va asbobsozlik yo'nalishida ta'lim olayotgan oliy o'quv yurtlari talabalari uchun hamda elektron texnikasiga bog'liq bo'lgan boshqa mutaxassisliklar uchun ham foydadan xoli bo'lmaydi.

1-Modul. 1-Mavzu. Elektron texnika materiallari va elementlari fani tarixi

Fanda erishilgan ilm-fan, texnika va texnologiya yutuklari. Fanning asosiy vazifalari. Materiallar tuzilishi haqida umumiy ma'lumotlar. Molekulalar hosil bo'lishi. Kristall tuzilishi. Materiallar tasnifi. Materiallar tarkibi va tuzilishini nazorat qilish. Atomlar orasidagi bog'lanish turlari haqida umumiy ma'lumotlar.

Reja:

1. Fanda erishilgan ilm-fan, texnika va texnologiya yutuklari. Fanning asosiy vazifalari.

2. Materiallar tuzilishi haqida umumiy ma'lumotlar.

3. Materiallar tasnifi. Materiallar tarkibi va tuzilishini nazorat qilish. Atomlar orasidagi bog'lanish turlari haqida umumiy ma'lumotlar.

Tayanch iboralar.

Termoelektron emissiya, boshqaruv to'ri, yarim o'tkazgich, kristall panjara, dielektrik, o'tkazgich, elektron-teshik juftlari, tranzistor, integral mikrosxemalar (IMS), mikroelektronika, nanotexnologiya.

ELEKTRON TEXNOLOGIYANI RIVOJLANISH BOSQICHLARI. MATERIALLAR TASNIFI

XX asr boshlarida zamonaviy elektronika vositalarining butun arsenali bir necha o'n yil ichida yaratilgan. Insoniyat XX asrning o'rtalariga qadar radiosiz, televizor va elektron kompyuterlarsiz yashadi. Zamonaviy elektronikaning ulkan binosi ko'plab ixtirochi va iste'dodli olimlarning kashfiyotlari asosida qurilgan. Radiotexnikada elektron qurilmalardan foydalanish 1904 yilda D. Flemingning cho'g'lanma katodli ikki elektrodli lampani (diod) ixtiro qilganligi bilan boshlandi. 1884 yilda T. Edison tomonidan kashf etilgan termoelektron emissiya diodning ish prinsipi asosida turadi. 1907 yilda L. Forest diodga boshqaruv to'rini kiritdi va tetrod yaratildi.

1930-yillarda elektronika rivojlanishining yana bir yo'nalishi mikroto'lqinli maxsus elektron qurilmalar yaratildi. 1939 yilda klistronlar deb ataladigan mikroto'lqinli tebranishlarni kuchaytiruvchi birinchi qurilmalar qurildi. 1938-1940 yillarda mikroto'lqinli diapazonda qo'llanilgan tekis diskli elektrodli vakuumli triodlar ishlab chiqildi. Xuddi shu yillarda kuchli mikroto'lqinli tebranishlarni yaratish uchun magnetronlar ishlab chiqildi. 1930-yillardan boshlab intensiv

rivojlangan yarim o'tkazgichli elektronika rivojlana boshlandi. Olimlar yarim o'tkazgichlarda fizik jarayonlarni, bu jarayonlarga aralashmalarining ta'sirini, yarim o'tkazgichlarning termoelektrik va fotoelektrik xususiyatlarini o'rgandilar. Yarim o'tkazgichlarning kvant nazariyasi ishlab chiqildi, yarim o'tkazgichning kristall panjarasidagi bo'sh joylarning harakatchanligi tushunchasi kiritildi, keyinchalik u "teshiklar" nomini oldi va elektron-teshik juftlarini hosil qilish nazariyasi yaratildi. Sovet akademigi A.F. Ioffe maktabi tomonidan yaratilgan yarim o'tkazgichlar nazariyasi eksperimental tarzda tasdiqlandi. Tranzistorlarni chet el olimlari D. Bardin, U. Brother-Tyne va U. Shoklilar yaratishdi. 1948 yilda tranzistor ixtiro qilinishi bilan radioelektronikaning rivojlanishida yangi bosqich - radioelektron uskunalarni (REA) mikrominiatyurastiyalash bosqichi boshlandi. Yoritgichlar o'rniga tranzistorlardan foydalanish radio componentlarining o'lchamlarini sezilarli darajada kichraytirishga, elektron jihozlarning massasi va hajmini kamaytirishga, shuningdek, energiya sarfini kamaytirishga va uskunaning ishonchligini oshirishga imkon berdi. Tranzistorlar elektronikasining rivojlanishi va tranzistorlar ishlab chiqarish texnologiyasining takomillashtirilishi elektronikada yangi yo'nalish - mikroelektronikaning paydo bo'lishiga olib keldi. 1960-yillarda birinchi integral mikrosxemalar (IMC) yaratildi., bu ularning ishonchlilikni keskin oshirish, o'lchamlari va vaznini yanada kamaytirish imkonini berdi.

60-yillarning o'rtalarida integral mikrosxemalar. Taxminan 100 mikron element o'lchamlari bo'lgan yarim o'tkazgich kristalida 100 tagacha element mavjud. 1970-yillarning boshlarida chipda 100 dan 104 tagacha elementni o'z ichiga olgan keng ko'lamli integral mikrosxemalar (IMS) paydo bo'ldi. 1970-yillarning oxirida 1 dan 3 mikrongacha bo'lgan elementlarning o'lchamiga ega bo'lgan chipda 10^6 tagacha elementni o'z ichiga olgan o'ta keng ko'lamli integral mikrosxemalar yaratildi. Mikroelektronikaning keyingi rivojlanishi mikrosxema elementlarining submikron o'lchamlarini ishlab chiqishga olib keldi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, elementlarning o'lchamini kamaytirish chegarasi 0,2 mikron qiymatiga teng. Biroq, bunday o'lchamlarga erishish muayyan texnologik qiyinchiliklarni bartaraf etish bilan bog'liq. Boshqacha qilib aytganda, integral mikroelektronika rivojlanishining jismoniy chegaralari mavjud. 1980-yillarda integrastiyalashgan mikroelektronika bilan parallel ravishda

ishlab chiqarilgan funkstional elektronikaga asos solindi. Elektronikaning uchinchi ming yillikka kirishi yangi yo‘nalishni – nanoelektronikaning paydo bo‘lishiga olib keldi. 1990-yillarning boshlarida mikroskoplar yaratildi, ular nafaqat atomlarni kuzatish, balki ularning harakatini kuzatish imkonini berdi. Nanotexnologiyalar zarur atomlar va atom tuzilmalarini aniq tartibda va aniq belgilangan joyga ketma-ket joylashtirish orqali yangi yuqori samarali elektron qurilmalarni loyihalash imkonini berdi.

Materiallar tasnifi: Elektron texnologiyada ishlatiladigan materiallarning ko‘pligi tufayli ularning universal tasnifini taklif qilish qiyin. Funkstional maqsadiga ko‘ra elektron texnologiya materiallari quyidagi guruhlariga bo‘linadi:

- asosiy (yarim o‘tkazgichlar, dielektriklar, magnit materiallar);
- reagentlar, substratlar, himoya qoplamalar (SiO_2 , SiN , Al_2O_3), metallar, qotishmalar;
- konstruktiv materiallar (yarim o‘tkazgich mahsulotlariga kiritilgan): metallar, qotishmalar, oynalar, keramika, yopishtiruvchi moddalar, korpuslar uchun plastmassalar, o‘tkazuvchan va himoya (laklar, emallar) materiallari;
- yordamchi materiallar (himoya atmosferasini yaratish uchun gazlar, toza suv, qurilmalar uchun materiallar).

Ulardan foydalanishni aniqlaydigan asosiy xususiyatlar:

- elektr maydonida o‘zini tutishi bo‘yicha: o‘tkazgich, yarim o‘tkazgich, dielektrik;
- tashqi magnit maydonga ta’siri orqali: diamagnetiklar, paramagnetiklar, ferromagnetiklar, antiferromagnetiklar, ferrimagnetiklar.

Elektron materiallarning eng muhim guruhlari o‘tkazgichlar, yarim o‘tkazgichlar va dielektriklardir. Aynan ular elektron qurilmalarning asosiy elementlari hisoblanadi. Super o‘tkazuvchilarning asosiy elektr xususiyati shundaki, ular boshqa elektr materiallarga nisbatan kuchli elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan materiallardir. Yarim o‘tkazgichlar elektr o‘tkazuvchanligi jihatidan o‘tkazgich va dielektriklar oralig‘ida turuvchi materiallar bo‘lib, ularning o‘ziga xos xususiyati aralashmalar yoki turli tashqi energiya ta’siridan (harorat, yorug‘lik va boshqalar) o‘zlarining elektr o‘tkazuvchanliklarini keskin o‘zgartiradi. Dielektriklarning asosiy

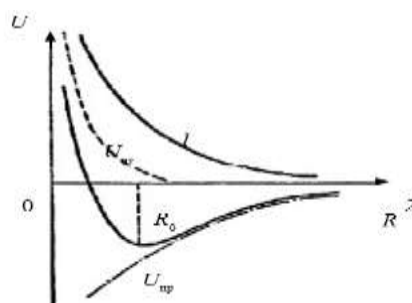
elektr xususiyati ularning qutblanish qobiliyati hisoblanadi. Xususiyatlariga ko'ra, dielektrik materiallar passiv va faol bo'ladi. Passiv dielektrik materiallar elektr izolyastion materiallardir va ular asosan kondensatorlarning izolyatorlari sifatida ishlatiladi. Aktiv (boshqariladigan) dielektriklar ferroelektriklar, pezoelektriklar, piroelektriklar, elektroluminoforlar, lazer texnologiyasida asosiy materiallar hisoblanadi.

Super o'tkazuvchilar, yarim o'tkazgichlar yoki dielektriklar. Dielektriklar kuchli qizdirilganda, ularda yarim o'tkazgichlarning xossalari kuzatish mumkin. Buning metall o'tkazuvchanligidan farqi shundaki, yarim o'tkazgichlar va dielektriklarga tashqi ta'sirlar ta'sir etishi kerak. Elektrotexnikaviy materiallar elektromagnit maydonda o'zlarining ma'lum xossalari bilan xarakterlanadigan materiallardir. Magnit maydonidagi xossalari ko'ra, elektr materiallar kuchli va kuchsiz magnitlanuvchi turlariga bo'linadi. Materiallar imkon darajasida engil va mexanik jihatdan mustahkam, turli tebranishlarga, ta'sirlarga chidamli va arzon bo'lishi kerak.

ELEKTRON MATERIALLARNING FIZIKAVIY ASOSLARI

Atomlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirotlarning asosiy turlari

Moddaning elektr xossalari uning atomlarining bir-biri bilan o'zaro ta'siriga chambarchas bog'liq. Atomlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirotning asosiy turlarini birinchi navbatda ikkita atomning o'zaro ta'siri misolida ko'rib o'tamiz. 1-rasmda ikkita atom potensial energiyalarining U ularning yadrolari orasidagi R masofaga bog'liqligi sxematik tarzda ko'rsatilgan. Tajribalar ko'rsatadiki, masofa kamayganda energiya oshadi, bu R ning istalgan qiymatida atomlar orasida itarish kuchlarining mavjudligidan dalolat beradi, 2 holatda masofaning ma'lum bir qiymatida potensial energiya minimum bo'ladi va bu holatda ikki atomli molekulaning paydo bo'lishi mumkin emas. Rasmdagi 2 holatda potensial energiya 2 ta kuchlarning, ya'ni tortishish va itarish kuchlarining mavjudligi natijasi deb qarash mumkin. Bunda to'liq potensial energiya 2 ta musbat itariluvchi potensial energiya va manfiy tortiluvchi energiyalarning algebraik yig'indisidan iborat bo'ladi. Masofa oshishi bilan musbat potensial energiya tezda kamayadi, masofa kamayishi bilan manfiy potensial energiya tez oshadi.



1-rasm.

Birikmalardagi kimyoviy bog‘lanish turlari

Kimyoviy bog‘lanishning quyidagi asosiy turlari mavjud:

- ionli yoki geteropolyar;
- kovalent yoki gomeopolyar;
- van der Vaals yoki molekulyar;
- metalli

Oddiy o‘tkazgichlarda faqat dastlabki ikki turdagi kimyoviy bog‘lanishlar muhim rol o‘ynaydi.

Ion bog‘lanish

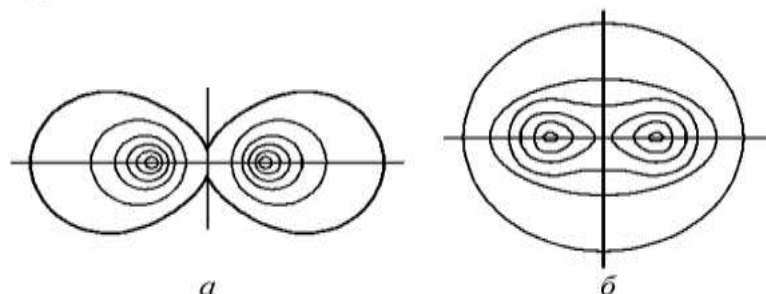
Ion bog‘lanishda asosiy kuchlar bu Kulon elektrostatik kuchlaridir. Ushbu turdagi bog‘lanish 2 atomli ishqorli galoid birikmalariga xos. Masalan NaCl molekulariga aynan shunday ion bog‘lanish kuzatiladi. Bunda natriyning yagona bitta valent elektroni xlorning atomiga o‘tadi va natijada natriyning bitta musbat ion va xlorning bitta manfiy ion ($-Na^+$ i $S1^-$) hosil bo‘ladi. Natriy valent elektroninig bunday o‘tishining asosiy sababi, ionlar o‘zaro tortishishidagi umumiy energiya natriy va xlor atomlari neytral bo‘lgan holatdagi energiyaga nisbatan kam. Ionlar orasidagi masofa katta bo‘lganda ularning o‘zaro ta‘sirini nuqtaviy zaryadlarning o‘zaro ta‘siriday hisoblash mumkin, bu vaqtda tortilish bilan bog‘liq bir qism energiya $-e^2/R$ ga teng bo‘ladi. Shu bilan birga R masofaning kichik qiymatlarida zaryallarning o‘zaro itarish kuchlari namoyon bo‘ladi, bu atom elektron orbitalarining bir-birining ichiga kirib ketishi va bir zaryadlarning bir-biridan itarilishi bilan izohlanadi. Ko‘p hollarda itarish kuchlari yadrolar orasidagi masofaning ma‘lum bir darajasiga teskari proporstional bo‘ladi. Shuning uchun zarrachalarning o‘zaro ta‘sir to‘liq energiyasini quyidagi interpolyastiya formula orqali ifodalash mumkin:

$$U = \frac{a}{R^m} - \frac{e^2}{R} \quad (1)$$

Bu erda a va m itarish kuchlarini xarakterlaydigan doimiy kattaliklar.

Kovalent bog'lanish.

Kovalent bog'lanish ideal holatda bir xil zaryadlanmagan atomlar orasida bo'ladi. Bunga vodorod molekulasida yaqqol misol bo'la oladi. Vodorod molekulasidagi kovalent bog'lanishni quyidagicha tushuntirish mumkin: faraz qilaylik vodorodning 2 ta atomi bir-biridan shuncha uzoqlashganki, ular orasida hech qanday o'zaro ta'sirotda yo'q. Bu vaqtda har bir zaryadning zichligi bir xil taqsimlangan bo'lib, sferik simmetriyaga ega bo'ladi. Bu holatda har bir atom ma'lum bir energiyaga (E_0) ega bo'lib, umumiy energiya ($2E_0$) ga teng bo'ladi. Endi faraz qilaylik, yadrolar orasidagi (R) masofa kamaysin. Bu vaqtda yadrolar va elektronlar orasidagi o'zaro ta'sirlar tufayli elektron zaryadi zichligi ham o'zgaradi va to'liq energiya ($E = 2E_0 + U(R)$) ga teng bo'ladi. Kattalik ($U(R)$) Kulon energiyasining o'rtacha qiymati. Klassik fizikada bu energiya doimo musbat va yadrolar orasidagi masofa kamayganda oshadi. Shuning uchun vodorod molekulasining mavjudligini klassik fizika qonuniyatlari bo'yicha tushuntirib bo'lmaydi. Kvant mexanikasiga asosan esa bu masala butunlay boshqacha tushuntiriladi. Turdosh zaryadlangan zarrachalarning, aynan elektronlarning o'ziga xos xususiyatlariga asosan Kulon energiyasi manfiy ham bo'lishi mumkin. Bunda elektronlar spinlari va ularning yo'nalishlari inobatga olinadi. Agar elektron spinlari bir-biriga parallel yoki qarama qarshi bo'lishi mumkin.



2-rasm. a) elektron spinlari parallel ,
b) elektron spinlari antiparallel

Elektron spinlari parallel bo'lganda, zaryadlarning zichligi minimum bo'ladi, bunda 2 ta vodorod atomi bir-biridan itariladi. Agar

spinlar antiparallel bo'lsa, atomlarning elektron "bulutlari" bir-biriga qo'shilib, yagona elektron "bulutini" hosil qiladi. Kovalent yoki gomeopolyar bog'lanishning asosiy xususiyati uning to'yinish qobiliyatidir, bu bog'lanishning ikkinchi xususiyati uning fazoviy yo'naltirilganligi hisoblanadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Fanda erishilgan ilm-fan, texnika va texnologiya yutuklari?
2. Yarim o'tkazgichlarning asosiy xossalarini tushuntiring.
3. Integral mikrosxemalar nima?
4. Super o'tkazuvchilar deganda qanday materiallar tushuniladi?
5. Birikmalardagi kimyoviy bog'lanish turlarini sanab bering.
6. Ion aloqasi deganda nimani tushunasiz?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.
3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.
4. Askeland, D.R. , P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials , 6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.
5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.
6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov "Elektron texnikasi moddalari" OO'Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.
7. O'H, Qurbonova. "Elektron tsxpika materiallari va elementlari" fanidan darslik. - T. 201y. 354 bst

2-Mavzu: Noorganik materiallar xossalari
Materiallar xossalarni haqida ma'lumot. Noorganik shisha.
Polimerlar. Sitallar. Keramika. Kompozitsion plastmassalar.
Elektroizolyatsion kompaundlar.

Reja:

1. Materiallar xossalarni haqida ma'lumot.
2. Noorganik shisha. Polimerlar. Sitallar. Keramika.
3. Kompozitsion plastmassalar. Elektroizolyatsion kompaundlar.

Tayanch iboralar

Polimerlar, polietilen, polistirol, polivinilxlorid (PVX), poliizobutilen, makromolekula, solishtirma elektr qarshilik, kompozitsion plastmassalar, getinaks, tekstolit, kompaundlar, epoksid, silikat shishalar

Elektron texnologiyadagi polimerlar

Polimerlar – strukturaviy tuzilishlari takrorlanadigan bir necha monomerlardan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmalardir. Bular polimerizatsiya va polikondensatsiya reaksiyalari orqali kimyoviy sintez yo'li bilan olinadigan asosiy elektr izolyatsion materiallardir. Polimerizatsiya natijasida polietilen, polistirol, polivinilxlorid (PVX), poliizobutilenlar olinadi. Fenolformaldegid va poliester smolalar polikondensatsiya yo'li bilan olinadi. Kimyoviy tarkibi bo'yicha polimerlar organik va organoelementli turlariga bo'linadi. Makromolekulalarning tuzilishi materiallarning elektr xususiyatlarini aniqlaydi. Ko'pgina polimerlarning ishchi harorati 100 °C dan oshmaydi. Polietilen bu etilenning polimerizatsiyasi mahsulotidir. Polvost rolstirolning polimerizatsiyasi mahsulotidir. Uning solishtirma elektr qarshiligi 10^{14} dan 10^{15} Om. m gacha bo'ladi.

Kompozitsion plastmassalar

Kompozitsion plastmassalar sun'iy smolalar (qatronlar), bo'yoqlar va plastifikatorlardan tayyorlanadi. Sun'iy smolalar sifatida fenolformaldegid smolalari, anilinformaldegid, karbamidformaldegid va boshqalar ishlatiladi. Aminofornaldegid plastmassalari eng yaxshi elektr xususiyatlariga ega. U solishtirma elektr qarshiligi 10^{11} om.m bo'lgan plastmassalarni ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi,

Getinaks issiq fenolformaldegid smolasi bilan to'yintirilgan presslangan qog'ozdan olinadi. Getinax misni folgalashda

ishlatiladigan asosiy materialdir. Folgalangan mis sanoatning ko'p sohalarida keng ishlatiladi.

Tekstolit bu ham plastik material bo'lib, smola bilan to'yintirilgan paxta tolali materialdir.

Elektroizolyastion kompaundlar.

Kompaundlar-bu turli xil izolyastion moddalar-smolalar, bitumlar, stellyuloza aralashmalarining suyuq holatga keltirilganligi bo'lib, ular kondensatorlarda, drossellar, va turli boshqa elektron apparaturalarni germetizastiyalashda keng ishlatiladi.

Epoksid kompaundlar mexanik mustahkamligi, yuqori solishtirma elektr qarshiligi bilan ajralib turadi va juda issiqlikka chidamli. Ular epoksid smolalar va qotiruvchi materiallardan (aminlar) tashkil topgan. Qotish temperaturasi xona temperaturasi va undan yuqori. Epoksid kompaundlar quyiluvchi, termoplastik va termoaktiv turlariga bo'linadi. Termoplastik kompaundlar isitilganda yumshaydi va sovutilganda qotadi, bularga neft mahsulotlari bitum va boshqalar kiradi. Ularga bitumlar (neftdan olingan murakkab uglevodorodlar). Termoaktiv kompaundlar ximiyaviy reakstiyalar ta'sirida suyuq holatdan qattiq holatga o'tadi. Ularning asosiy kamchiligi isitilganda yumshamaydi.

Noorganik shisha

Shisha—strukturaviy tuzilishida zarrachalar betartib joylashgan noorganik kvaziamorf qattiq jismlardir. Shisha xalkogenid, oksid va elementar turlariga bo'linadi. Dielektrik xususiyatlar faqat oksid shishalarga xos. Ularning asosini shisha shaklidagi $SiO_2, B_2O_3, P_2O_5, GeO_2$ oksidlari tashkil etadi. Cilikatli shishalar ximiyaviy ta'sirlarga chidamliligi, arzonligi va ko'p uchraganligi sabab eng ko'p tarqalgan va ko'p ishlatiladi. Shisha tayyorlash temperaturasi 400° dan $600^{\circ} S$ gacha bo'ladi.

Silikat shishalar quyidagi turlarga bo'linadi:

- 1) Ishqorli shishalar
- 2) Ishqorsiz shishalar
- 3) Tarkibida og'ir okislar bo'lgan ishqorli shishalar
- 4) Kvarstli shishalar.

Ishqorsiz shishalar issiqlikka chidamli bo'lib yuqori solishtirma elektr qarshiligiga ega hamda mexanik qayta ishlash juda qiyin. Ishqorli

shishalar natriyli va kaliyli bo'ladi, issiqlikka unchalik chidamli emas, solishtirma elektr qarshiligi kichik. Tarkibida og'ir okislar bo'lgan ishqorli shishalarga ishlov berish mumkin, solishtirma elektr qarshiligi tarkibida og'ir okislar bo'lgan ishqorli shishalarga nisbatan bir oz katta. Kvarstli shishalarning erish temperaturasi 1700°S , barcha turdagi shishalar ichida eng kichik chiziqli kengayish koeffitsientiga ega, mexanik mustahkam, issiqlik impulslariga va ximiyaviy ta'sirlarga chidamli. Bulardan asosan linzalar, optik asboblarning shishalari, ballonlar, ultrabinafsha lampalari tayyorlanadi. Kvarstli shishalarning solishtirma elektr qarshiliklari 10^{16}Om.m ga teng, dielektrik kirituvchanligi 3,8 ga teng. Elektrovakuum shishalardan elektrovakuum asboblari, ballonlar tayyorlanadi. Bularning asosiy parametrlari chiziqli kengayish koeffitsienti hisoblanadi va ularning dielektrik "isrof"lari imkon qadar kam bo'lishi kerak. Elektrovakuum shishalar platinali, molibdenli va volframli bo'ladi. Izolyatorli shishalar asosan metall korpuslarning izolyator qismlarida ishlatiladi. Bundan tashqari lazerli shishalar ham bo'lib, ular lazer qurilmalarida ishlatiladi.

Sitallar

Citallar deb maxsus tarkibga ega shishalarni kristalizatsiya qilish natijasida olingan materiallarga aytiladi. Sitallar shisha bilan keramika oralig'ida turuvchi materiallar bo'lib, shishadan kristallik tuzilishi bilan, keramikadan kristall zarrachalarining juda kichikligi bilan farq qiladi. Sitallar shishaga Sr_2O_3 , FeS , V_2O_5 larni qo'shib kristalizatsiya qilish natijasida olinishi mumkin va bunday sitallarga termasitallar deyiladi, Ag , Au , Cu , Al lar qo'shib fotoximiyaviy yo'llar bilan olinadigan sitallarga fotositallar deyiladi. Sitallar yuqori mexanik mustahkamlikka, ximiyaviy chidamlilikka, yaxshi issiqlik o'tkazuvchanlikka va qoniqarli elektr xossalariga ega materiallardir. Ularning zichligi 2,3 dan $2,8\text{ g/sm}^3$ gacha, oquvchanlik temperaturasi 750 dan 1350°S gacha, solishtirma elektr qarshiliklari 10^8 dan 10^{12}Om.m gacha bo'ladi. Sitallar integral mikrosxemalarda, radioelektronika asboblari keng ishlatiladi.

Keramika

Keramika - bu bir xil texnologik stikllarga ega bo'lgan dielektriklardir. Keramika materiallarining asosiy afzalliklariga yuqori temperaturalarga chidamliligi, gigroskopik emasligi, katta solishtirma elektr qarshilikka ega ekanligi, mexanik mustahkamligi, nurlanishlarga

chidamliligi, turg'un xarakteristikalariga ega ekanligi va boshqalar kiradi. Keramika uchun asosiy xom ashyo bo'lib kvarst, loy qum, talk, skislar va karbonatlar kiradi.

Takrorlash uchun savollar

Materiallar xossalarn haqida tushuncha bering.

- 1.Noorganik shisha deb qanday materiallarga aytiladi va ularning xossalarini tushuntiring.
2. Kompoziston plastmassalar deb qanday materiallarga aytiladi va ularning xossalarini tushuntiring.
3. Polimerlar deb qanday materiallarga aytiladi va ularning xossalarini tushuntiring.
4. Sitallar deb qanday materiallarga aytiladi va ularning xossalarini tushuntiring.
5. Keramika deb qanday materiallarga aytiladi va ularning xossalarini tushuntiring.
6. Elektroizolyastion kompaundlar deb qanday materiallarga aytiladi va ularning xossalarini tushuntiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona. Fundamentals of Semiconductors, Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition, Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7. O'.H.Qurbonova. "Elektron tsxpika materiallari va elementlari" fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

3-Mavzu: Qattiq jismlar xossalarn

Reja:

1. Materiallarning elektr va magnit xossalari ko'ra bo'linishi.
2. Kristall panjara va uning turlari.
3. Kristallar anizotropiyasi.

Tayanch iboralar.

Qattiq jism, kristall jism, amorf jism, makroskopik, termodinamik, ionli bog'lanish, kovalent bog'lanish, vodorod bog'lanish, plazma, kristall panjara, zonalar nazariyasi.

Qattiq jismlarning tuzilish xususiyatlari

Qattiq jism— moddaning shakli turg'un agregat holati. Bu holatda modda atomlarining issiqlik harakati ularning muvozanat vaziyatlari atrofida kichik tebranishlaridan iborat bo'ladi. Kristall va amorf **qattiq jismlar** mavjud. Kristallarda atomlarning muvozanat vaziyatlari fazoda davriy joylashadi. Amorf jismlarda atomlar tartibsiz joylashgan nuqtalar atrofida tebranadi. Qattiq jismning turg'un (eng kichik ichki energiyali) holati kristall holatdir. Termodinamik nuqtai nazardan amorf jism metaturg'un holatda bo'ladi va vaqt o'tishi bilan kristallanishi kerak. Tabiatdagi barcha moddalar (suyuq geliydan tashqari) atm. bosimida va $T > 0$ K temperaturada qotadi. Qattiq jism xossalari uning atom molekulyar tuzilishini va zarralari harakatini bilgan holda tushuntirish mumkin. **Qattiq jismning** makroskopik xususiyatlari haqidagi ma'lumotlarni to'plash va tartiblashtirish 17-asrdan boshlangan. Qattiq jismga mexanik kuch, yorug'lik, elektr va magnit maydon va h. k. ning ta'sirini ifodalovchi bir qator empirik qonunlar ochildi: Guk qonuni (1660), Dyulong va Pti qonuni (1918), Om qonuni (1826), Videman — Franst qonuni (1835) va boshqalar. Qattiq jism atomlar, molekulalar va ionlardan tuziladi. Qattiq jismning tuzilishi atomlar orasidagi ta'sir kuchiga bog'liq. Bir xil atomlarning o'zi turli strukturalarni hosil qilishi mumkin (kulrang va oq qalay, grafit va olmos va h. k.). Tashqi bosim yordamida atomlararo masofani o'zgartirib, qattiq jismning kristall tuzilishini va xossalari tubdan o'zgartirish mumkin. Ko'pgina yarim o'tkazgichlar bosim ostida metall holatga o'tadi (oltingugurt 120000 atm. bosimi ostida metallga aylanadi). Tashqi bosim tufayli 1 atomga to'g'ri keladigan hajm

atomning odatdagi hajmidan kichik bo'lib qolganda atomlar o'z individualligini yo'qotadi va modda o'ta siqilgan elektron yadroviy plazmaga aylanadi. Moddaning bunday holatini o'rganish, xususan, yulduzlarning strukturasi tushunish uchun juda muhim. Qattiq jismning tuzilishi va xossalari o'zgarishi (fazaviy o'tishlar), temperatura o'zgariganda, magnit maydon ta'sirida va boshqalar tashqi ta'sirlar natijasida ham yuz berishi mumkin. Bog'lanishlarning turi bo'yicha qattiq jismlar bir-biridan elektronlarning fazoviy taqsimoti bilan farq qiladigan 5 sinfga ajraladi:

1) ionli kristallarda (NaS1, KS1 va boshqalar) ionlar orasida asosan elektrostatik tortishish kuchlari ta'sir etadi;

2) kovalent bog'lanishli kristallarda (masalan olmos) qo'shni atomlarning valent elektronlari umumiylik bo'ladi. Kristall ulkan molekulaga o'xshaydi;

3) ko'pchilik metallarda bog'lanish energiyasi harakatlanayotgan elektronlarning ionlar bilan o'zaro ta'siri tufayli hosil bo'ladi (metall bog'lanish);

4) molekulyar kristallarda molekulalar ularning dinamik qutblanishi tufayli paydo bo'ladigan zaif elektrostatik kuchlar (Vander Vaals kuchlari) yordamida bog'lanadi;

5) vodorod bog'lanishli kristallarda vodorodning har bir atomi tortishish kuchlari yordamida bir vaqtning o'zida 2 ta boshqa atom bilan bog'lanadi. Bog'lanishlar turi bo'yicha tasnif shartli bo'lib, ko'pgina moddalarda turli bog'lanishlarning kombinatsiyasi kuzatiladi.

Qattiq jismdagi atomlar orasidagi ta'sir kuchlari turli tuman bo'lishiga qaramay, elektrostatik tortishish va itarishish ularning manbai bo'lib xizmat qiladi. Barcha qattiq jism etarlicha yuqori temperaturalarda eriydi yoki bug'lanadi. Bundan faqat qattiq geliy mustasno: u (bosim ostida) temperatura pasayganda eriydi. Erish jarayonida jismga berilgan issiqlik atomlararo bog'lanishlarni uzishga sarflanadi. Turli tabiatli qattiq jismning erish temperaturalari T_e turlicha (masalan, mol. vodorodniki — $259^{\circ}S$, volframniki $3410 \pm 20^{\circ}S$, grafitniki $4000^{\circ}S$ dan yuqori). Qattiq jismning mexanik xususiyatlari u tuzilgan zarralar orasidagi bog'lanish kuchlari bilan aniqlanadi. Bu kuchlarning turli tuman bo'lishi mexanik xususiyatlarning ham turlicha bo'lishiga olib keladi: ba'zi bir qattiq jismlar plastik, boshqalari mo'rt. Odatda, metallar dielektriklarga

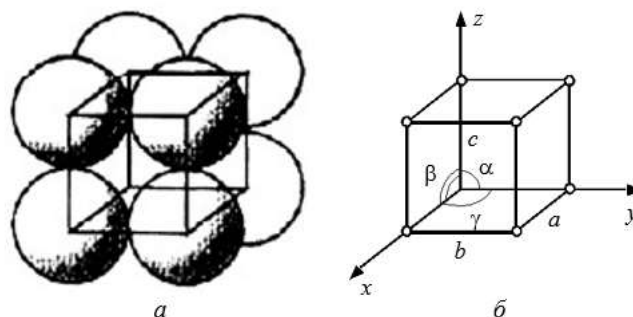
nisbatan plastikroq bo'ladi, temperatura qo'tarilishi bilan odatda plastiklik ortadi. Uncha katta bo'lmagan kuchlanishlarda barcha qattiq jismda elastik deformatsiya kuzatiladi. Elektron kashf etilishi bilan qattiq jismning elektron nazariyasi rivojlana boshladi. Nemis fizigi P. Drude (1900 y) quyidagi farazni ilgari surdi: metallardagi valent elektronlar atomlar bilan bog'lanmagan bo'lib, kristall panjarani to'ldiruvchi erkin elektronlar gazini hosil qiladi va odatdagi siyraklashgan gazga o'xshab, Bolstman taksimotiga bo'ysunadi. Bu modelni golland fizigi X. A. Lorenst rivojlantirdi. Bu nazariya metallarning bir qancha xossalarini tushuntirib berdi. Qattiq jismdagi kinetik hodisalar (elektr va issiqlik o'tkazuvchanlik, galvanomagnit hodisalar va boshqalar)ning kvant nazariyasini rivojlantirish uchun asos yaratdi. $T=0$ da metalldagi elektronlarning ma'lum bir maksimal sath (Fermi energiyasi) gacha bo'lgan barcha energiya sathlari to'lgan bo'ladi. Bu hol A. Zommerfeldga (1927) metallar issiqlik sig'imiga elektronlarning hissasi kichik bo'lishini tushuntirish imkonini berdi. Kristall panjara davriy maydonining elektronlar xarakteriga ta'siriga kvant mexanika nuqtai nazaridan qarash elektronning kristalldagi harakatini tushuntirishga va qattiq jismning zamonaviy nazariyasi asosi bo'lgan **zonalar nazariyasiga** olib keldi. Ma'lumki elektron kulon kuchlari ta'siri ostida faqat bitta energetik holatda bo'lishi mumkin va uning bu holatdagi energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$E_p = \frac{Z^2 * m_0 * q^4}{8 * \epsilon_0^2 * h^2 * n^2} \quad (1)$$

Bu erda Z yadrodagi protonlar soni, m_0 erkin elektron massasi, ϵ_0 vakuumning dielektrik kirituvchanligi, h Plank doimiyliigi, n doimiy musbat son. Pauli prinsipiga asosan bitta energetik sathda qarama-qarshi spinlarga ega bo'lgan faqat 2 ta elektron bo'lishi mumkin.

1931 yilda ingliz fizigi A. Vilson turli elektr xossalarga ega bo'lgan qattiq jismlarning mavjud bo'lishi energetik zonalarning $T=0$ da elektronlar bilan to'lish xarakteriga bog'liq bo'lishini ko'rsatdi. Agar hamma zonalar elektronlar bilan to'lgan yoki bo'sh bo'lsa, bunday jismlar elektr tokini o'tkazmaydi, ya'ni dielektrik, elektronlarga qisman to'lgan zonalarga ega qattiq jism metall bo'ladi. Yarim o'tkazgichlar dielektriklardan shu bilan farq qiladiki, ularning oxirgi to'lgan (valent) zonasi bilan birinchi bo'sh zonasi (o'tkazuvchanlik zonasi) orasidagi taqiqlangan zonaning kengligi kichik bo'ladi. Kristallarda defekt yoki aralashmaning bo'lishi taqiqlangan zonada

qo'shimcha energetik sathlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Metallarda Fermi sathi taqiqlanmagan zonada, yarim o'tkazgichlarda esa Fermi sathi taqiqlangan zonada joylashadi. Elektron o'tkazuvchanlik zonasiga o'tganda valent zonada bo'sh o'rin "teshik" hosil bo'ladi. Valent elektronlar va "teshik" lar yarim o'tkazgichlardagi zaryad tashuvchilardir. Kristallarning xususiyatlari atomlarning elektron tuzilishiga va kristaldagi o'zaro ta'sir xarakteriga, zarrachalarning fazoviy joylashishiga, kimyoviy tarkibiga bog'liq. Strukturaviy tarkibiy qismlarning o'lchamlari va ularni aniqlash usullariga bog'liq holda quyidagi tushunchalar qo'llaniladi: yupqa, mikro va makro strukturalar. Yupqa struktura kristallardagi zarrachalarning va atomdagi elektronlarning joylashishini tavsiflaydi; bular difraktsiya usullari (rentgenografiya, elektronografiya, neytronografiya) bilan o'rganiladi. Tahlil qilish kristall atomlarining qisqa to'lqinlar bilan o'zaro ta'siri natijasida olingan difraktsion manzaradan (10^{-10} - 10^{-12} m) rentgen nurlari (yoki elektronlar, neytronlar to'lqinlari), kristallarning tuzilishi haqida keng ma'lumot olish mumkin. Materiallarning aksariyati kichik kristallardan iborat. Bunday kichik tarkibiy qismlarni – elektronli mikroskoplar orqali (10^{-7} m gacha) kuzatish mumkin. Kristall zarrachalar, ya'ni ionlar, atomlar, molekulalar turli xil joylashgan, lekin aniq qonuniyatlar asosida. (1-rasm). Bu tuzilishni soddalashtirish uchun fazoviy tasvirlardan foydalaniladi.(1-rasm). Kristallar zarrachalar joylashuvining simmetriyasi bilan farq qiladi.

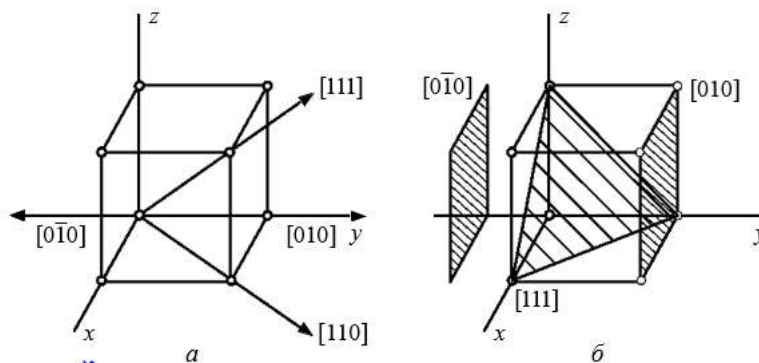


1-rasm . Kristaldagi zarrachalarning joylashishi: a-fazoviy tasvir; b-diagramma

Agar kristalda bir tekislikda yotmaydigan uchta (x , y , z) koordinata chiziqlari o'tkazilsa, zarrachalar orasidagi masofalar har xil bo'lib, turli 3 ta tekisliklarda zarrachalar turli xil o'lchamdagi paralelipidlarni hosil qiladi. Eng kichik paralelipid elementar yacheyka

deyiladi. Parallelipidlarning tugunlarida zarrachalarning og'irlik markazlari to'g'ri keladi. Elementar yacheykalarni tavsiflash uchun 6 ta kattalik ishlatiladi: 3ta koordinata o'qlari bo'ylab kesmalar (a, b, c) va ular orasidagi 3 ta burchaklar (α, β, γ) olinadi. Bu kesmalar kristall panjaraning davrlari deyiladi.

Kristall panjara birlik uyachasining o'lchami a, b, c kesmalari bilan belgilanadi, ular **panjara davrlari** deb ataladi. Parallel yo'nalishlarda zarrachalar xususiyatlari bir xil, shuning uchun hamma parallel chiziqlar uchun bir yo'nalishni ko'rsatish kifoya. Bu to'g'ri chiziqning yo'nalishini faqat bitta nuqta bilan belgilashga imkon beradi. Bunday nuqta zarracha egallagan kristall panjaraning tugunidir. Ushbu tugunning koordinatalari butun sonlar bilan ifodalanadi, va **yo'nalish indeksleri** deb ataladi. Indeksning salbiy qiymati uning ustidagi "minus" belgisi bilan belgilanadi. (2-rasm).



2-rasm. Yo'nalishlar (a) va tekisliklarning kristallografik ko'rsatkichlari (b)

Tekisliklarning fazodagi holatlari koordinata o'qlari bo'ylab tekislik bilan kesilgan kesmalar bilan belgilanadi. Ushbu kesmalar butun sonlar m, n, p bilan ifodalanadi, segmentlarda esa a, b, c deb belgilanadi. Tekisliklarning indeksleri qilib fazodagi holatlari uchun kesmalarga teskari bo'lgan kattaliklarni olish qabul qilingan:

$h = 1/m; k = 1/n; l = 1/p$. Bular **tekislik indeksleri** deb ataladi. Agar tekislik o'qlarda manfiy kesmalarni hosil qilsa, ishora indeksda manfiy qo'yiladi.

Anizotropiya –bu kristall xossalariining atomlarning (ionlarning, molekularning) tartibli joylashishi natijasida yuzaga keladigan yo'nalishlarga bog'likligidir. Kristallarning xususiyatlari atomlarning o'zaro ta'siri bilan belgilanadi. Kristalllarda atomlar orasidagi masofalar har xil va shuning uchun ularning xususiyatlari ham har xil. Anizotropiya kristallarning ko'plab xususiyatlariga xosdir. Sun'iy

ravishda olingan monokristallar anizotrop bo‘ladi. Tabiatda kristallar polikristallardir, shuning uchun ularda anizotropiya kuzatilmaydi. Bosim ostida kristallarga ishlov berilganda ular monokristall xossalariga ega bo‘lgan teksturlangan kristallarga aylanadi, demak anizotrop bo‘ladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Materiallarning elektr va magnit xossalarini tuushuntiring.
2. Kristall panjara va uning turlar xakida gapirib bering?
3. Qattiq jism xossalarini tushuntiring nima?
4. Anizotropiya deganda nimani tushunasiz?
5. Tekislik indeksleri deganda nimalar tushunalinadi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federatsii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed. 2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed. TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland, D.R. , P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials , 6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J. Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M. Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik. T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7. O‘.H, Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

**4-Mavzu: Moddalarning amorf va kristall holatlari.
Materiallarning fizikaviy va kimyoviy xossalari. Qattiq
jismlarning zonalar nazariyasi va ularning shakllanishi**

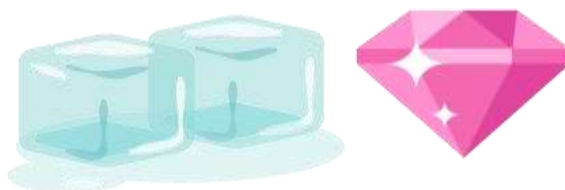
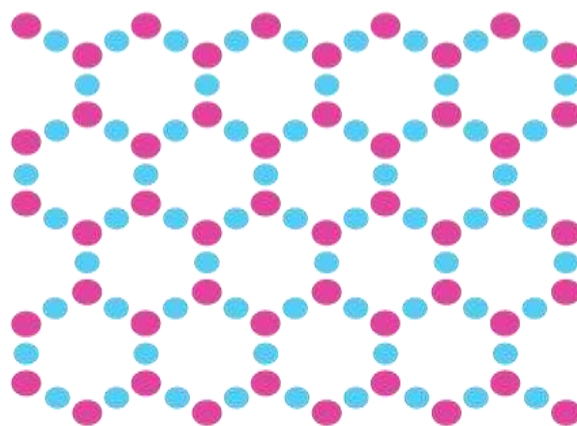
Reja:

1. Moddalarning amorf va kristall holatlari.
2. Materiallarning fizikaviy va kimyoviy xossalari.
3. Qattiq jismlarning zonalar nazariyasi va ularning shakllanishi

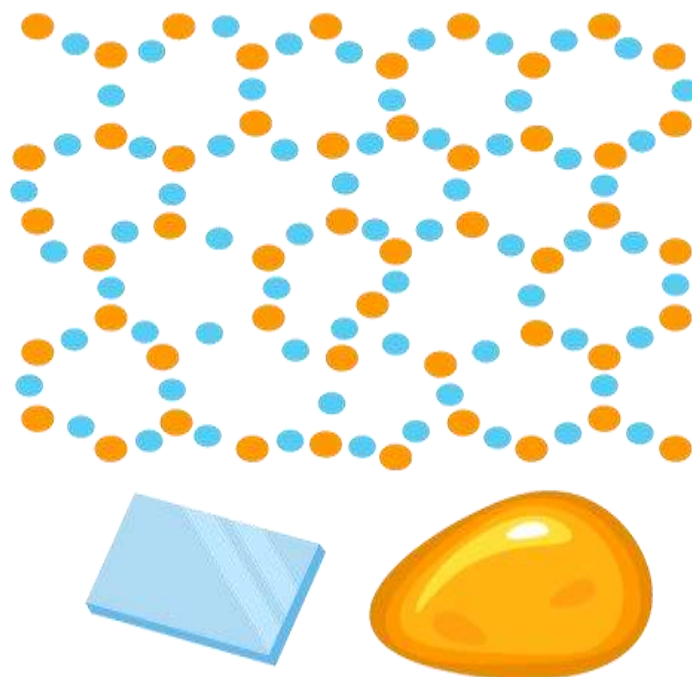
Tayanch iboralar.

Gazsimon, suyuq, qattiq, agregat holatlar, amorf jism, kristallar jism, kristall panjara, molekulyar, atom, ion, metall, ionli kristall panjara, atom kristall panjara.

Agregat holatiga ko'ra, barcha moddalar ma'lum sharoitlarda gazsimon, suyuq va qattiq moddalarga bo'linadi (masalan, normal sharoitda, xona haroratida va boshqalar). Moddalar haroratga qarab turli xil agregat holatlarida bo'lishi mumkin. Qattiq moddalar turli xil xususiyatlarga ega. Biroq, qattiq moddalardan tashkil topgan barcha jismlar, gazsimon va suyuq moddalardan farqli o'laroq, ma'lum bir shakl va hajmga ega, chunki ularni hosil qiluvchi zarralar bir-biriga nisbatan erkin harakatlana olmaydi. Ichki tuzilishga ko'ra moddalar (qattiq fazada) amorf va kristallarga bo'linadi. Amorf moddalardan farqli, kristallar moddalar qat'iy tartibli ichki tuzilishga ega.

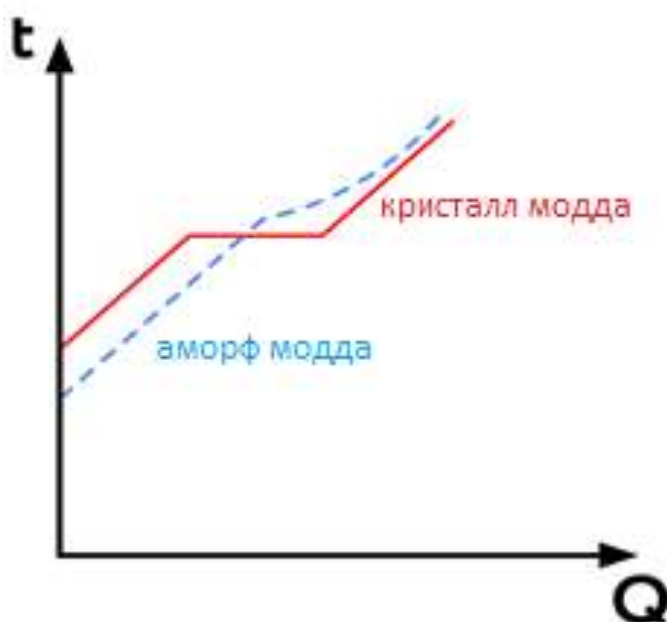


1- rasm. Kristall panjara



2- rasm. Amorf jismlar.

Moddalarning tuzilishi ularning xususiyatlariga ta'sir qiladi: amorf jismlar, kristallardan farqli, ma'lum bir erish nuqtasiga ega emas. Bu amorf va kristall moddalar o'rtasidagi asosiy farqdir. Qizdirilganda amorf jismlar asta-sekin yumshaydi va suyuq holatga o'tadi. Kristall moddalar ma'lum haroratlarda eriydi. Kristall va amorf moddalarning bu xususiyati grafik quyidagicha aks etadi:



3- rasm . Kristall va amorf moddalarning erish nuqtasi grafigi
Ko'pgina qattiq kristallar nosimmetrik ko'pburchaklar shaklida bo'ladi.



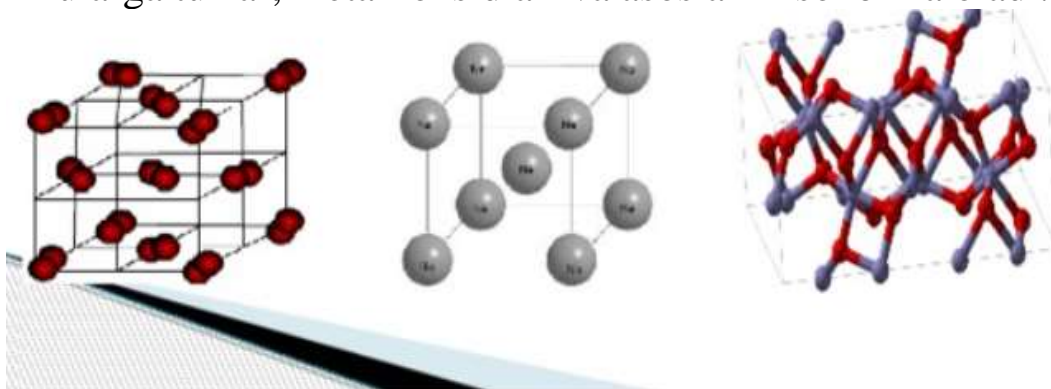
4- rasm . Turli shakldagi kristallar

Kristall panjara kristallarda qat'iy tartibda joylashgan zarralar hosil qiladigan muntazam geometrik figuradir. Kristall panjara tugunlari kristall zarralari (atomlar, molekulalar, ionlar) joylashgan nuqtalardir. Kristall hosil qiluvchi zarrachalar turiga va kristall zarralari orasidagi kimyoviy bog'lanishiga qarab to'rt turdagi kristall panjaralarga bo'linadi: molekulyar, atom, ion va metall.

Moddaning kristall panjarasi turi va uning fizik xususiyatlari o'rtasida bog'liqlik mavjud bo'lib, ular birinchi navbatda kristall hosil qiluvchi zarralar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining tabiati bilan belgilanadi.

Ionli kristall panjara

- Bunda kristall panjara tugunlarida ionlar joylashadi
- Ularning kristallari qattiq, faqat yuqori temperaturalarda eriydi. Eritmalari elektr tokini o'tkazadi.
- Bularga tuzlar, metall oksidlari va asoslar misol bo'la oladi.



5- rasm. Ionli kristall panjara

Atom kristall panjara.

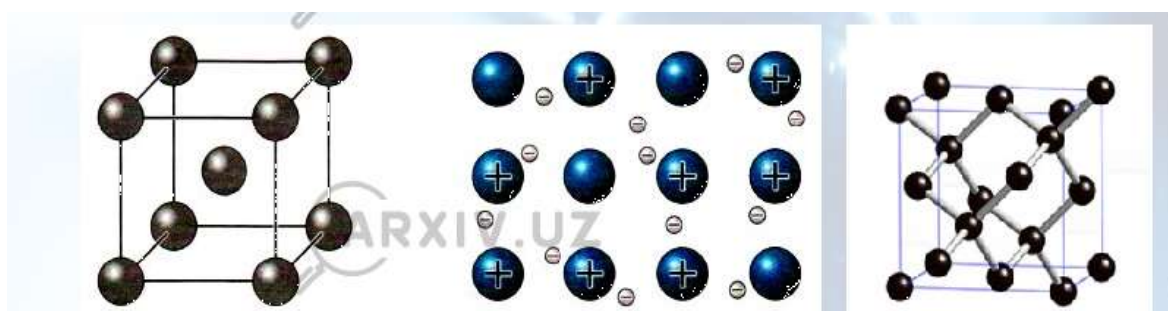
- Kristall panjara tugunlarida atomlar joylashadi.
- Ularning kristallari juda qattiq (olmos) , yuqori temperaturalarda eriydi.
- Olmos, grafit, karbin, qizil fosfor, SiO_2 , Ge, Si, B lar misol bo‘la oladi.



6-rasm. Atom kristal panjaralar

Metall kristall panjaralar

Kristall panjara tugunlarida alohida atomlar va musbat ionlar joylashgan va ular orasida metall bog‘lanish mavjud bo‘lgan tuzilmalar metall kristall panjaralar deyiladi.



7- rasm. Metall kristal panjaralar

Ba‘zi moddalar, masalan oltingugurt, kremniy oksidi va boshqalar ham kristall va ham amorf holatlarda ham bo‘lishi mumkin.

Qattiq jismlarning energiya zonolari va elektr xususiyatlari

Yuqorida ta’kidlanganidek, jismlar dielektriklar, yarim o‘tkazgichlar va o‘tkazgichlarga bo‘linadi. Ular orasidagi farqni qattiq jismlar zonalar nazariyasining energetik diagrammalari orqali tushuntirish mumkin. Jismlarning atomlari ma’lum bir aniq energetik

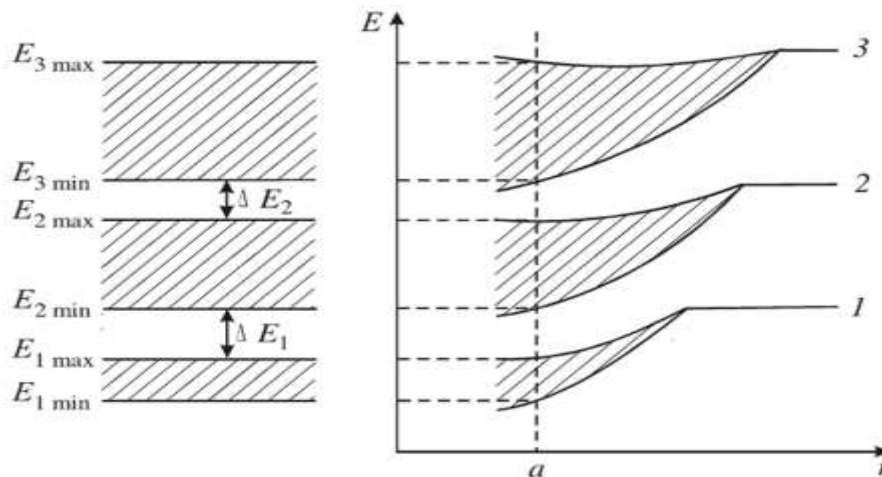
holatlarga yoki darajalarga ega bo'lishi bilan xarakterlanadi. Normal yoki qo'zg'atilmagan holatda bu sathlarning ba'zilar elektronlar bilan to'lgan bo'lishi mumkin. Boshqa sathlarda elektronlar atom tashqi ta'sirlar ostida qo'zg'algan vaqtda bo'lishi mumkin. Qo'zg'algan atom normal holatga qaytishga intiladi va bu vaqtda o'zidan ortiqcha energiyani chiqaradi.



8- rasm a) dielektrik, b) yarim o'tkazgich, v) o'tkazgich

Qattiq jismlar zonal nazariyasiga asosan jismlar dielektriklar va yarim o'tkazgichlarga shartli ravishda bo'lingan, ular hech qanday fizik xossalari bilan farqlanmaydi, ularda faqat taqiqlangan zonalarning kengligi har xil, xolos. Dielektriklarda taqiqlangan zonaning kengligi shu darajada kattaki, ularda o'tkazuvchanlik qariyb yo'q hisobida. ($E_g > 3 \text{ eV}$) Yarim o'tkazgichlarda taqiqlangan zonaning kengligi $2kT < E < 3 \text{ eV}$ intervalda bo'ladi. O'tkazgichlarda elektronlar bilan to'lgan zonalarda bo'sh energetik sathlarga shunchalik yaqinki, elektronlar juda kichik kuchlanish ostida bemalol bo'sh zonalarga o'ta oladi. ($E_g < 2kT$). Energetik zonalarning kengligi materialning turiga va kristallning tuzilishiga bog'liq. Taqiqlangan zonalarning kengligi temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi, buning asosiy sababi, birinchidan issiqlik ta'sirida atomlar tebranishining amplitudasining o'zgarishi, ikkinchidan atomlararo masofalarning o'zgarishi yoki jism hajmining o'zgarishidir. Temperatura oshganda birinchi sabab taqiqlangan zonalarning kengayishiga olib kelsa, ikkinchi sabab bu zonaning ham torayishiga, ham kengayishiga olib kelishi mumkin. Yarim o'tkazgichga tashqi ta'sirlar bo'lganda elektronlar taqiqlangan zonadan o'ta oladigan energiya olsa, ular erkin elektronga aylanishi

mumkin va bu yarim o'tkazgich elektr tokini o'tkazadigan bo'lib qoladi. Shu vaqtning o'zida bu jarayonga teskari jarayon yuz beradi, ya'ni elektronlar yana o'z zonasiga qaytadi. Elektron o'z o'rnini tashlab ketganda uning o'ri bo'sh qoladi va bu bo'sh o'rin musbat zarrachadek elektronlar yo'nalishiga qarama qarshi yo'nalishda harakatlanib elektr tokini hosil qiladi. Temperatura oshishi bilan elektronlar soni oshadi, temperatura pasayishi bilan ularning soni kamayadi, shu bilan birga elektronlar o'z o'rniga qaytganda dinamik muvozanat ham yuz beradi. Jismlarning elektr xossalari atomlarning o'zaro ta'sirotiga va ular orasidagi masofa bilan xarakterlanadi. Masalan uglerod olmos shaklida yaxshi dielektrik, grafit holatida esa yaxshi o'tkazgich bo'lishi mumkin.



9-rasm . Atomlar yaqinlashganda energiya zonalarining shakllanishi

Takrorlash uchun savollar

1. Kristall panjara deganda nima tushuniladi?
2. Kristall va amorf jismlani tavsiflang va farqlarini tushuntiring.
3. Ion kristall panjara deganda nima tushuniladi?
4. Metall kristall panjara deganda nima tushuniladi?
5. Atom kristall panjara deganda nima tushuniladi?
6. Qattiq jismlarning energiya zonolari va elektr xususiyatlari xakida gapirib bering?

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obщ. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors ,

Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3.William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

4.Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5.Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6.M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7.O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

5-Mavzu: Qattiq jismlardagi nuqsonlar

Reja:

1. Nuqsonlar xakida ma'lumot. Nuqsonlar va ularning turlari.
2. Frenkel va Shottki nuqsonlari.

Tayanch iboralar

Real kristallar, davriy struktura, diffuziya, qattiq jism, elektr o'tkazuvchanlik, fotoo'tkazuvchanlik, monokristall, nuqtali nuqsonlar, chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar, ikki o'lchovdagi yoki sirt nuqsonlar, hajmiy yoki uch o'lchovli nuqsonlar, sublimasiya, Frenkel nuqsonlari, Shottki nuqsonlari.

Qattiq moddalardagi nuqsonlar

Real kristallar ideal kristallardan atomlarning muntazam joylashishida juda ko'p sonli buzilishlar mavjudligi bilan ajralib turadi. Kristalning davriy strukturasidan o'zgacha har qanday struktura nuqson deb ataladi. Bu nuqsonlar qattiq jismlarning xususiyatlariga sezilarli, ba'zan hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Bunday strukturaviy o'zgarishlarga kristallarning elektr o'tkazuvchanligi, fotoo'tkazuvchanligi, plastikligi, elastikligi va xossalari bog'liq bo'ladi. Kuch va egiluvchanlik, kristallarning rangi va boshqalar. Diffuziya, kristallarning o'sishi, qayta kristallanishi va boshqa bir qator jarayonlarni ularning nuqsonlari tufayli tushuntirish mumkin. Hozirgi vaqtda nuqsonlar haqida asosiy ma'lumotlar nafaqat fiziklar, balki mukammal monokristallarni etishtirish bilan shug'ullanadigan qattiq jismlarga asoslangan qurilmalarning dizaynerlari va yaratuvchilari, shuningdek boshqa mutaxassislar uchun ham zarurdir.

Nuqsonlarning tasnifi

Nuqsonlarni tasniflash odatda sof geometrik xususiyatlar bo'yicha, ya'ni kristall tuzilishidagi buzilishlar panjaraning xarakterli parametridan boshqacha masofalarga cho'zilgan o'lchovlar soni bo'yicha amalga oshiriladi. Nuqsonlarning to'rtta klassi mavjud.

Nuqtali nuqsonlar. Ularning nomi strukturaning buzilishi kristalning alohida nuqtalarida lokalizatsiya qilinganligini ko'rsatadi. Ushbu nuqsonlarning o'lchamlari bir yoki bir nechta atomlararo masofadan oshmaydi. Nuqta nuqsonlari orasida kristall tugunlaridagi bo'sh joylar (kristall panjaraning bo'sh tugunlari), tugunlar orasidagi atomlar va boshqalar kiradi.

Chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar kristall davriyligining ma'lum bir yo'nalishda yoki koordinatada buzilishidir. Chiziqli nuqsonlarga kristalldagi mikroyoriqlar misol bo'la oladi.

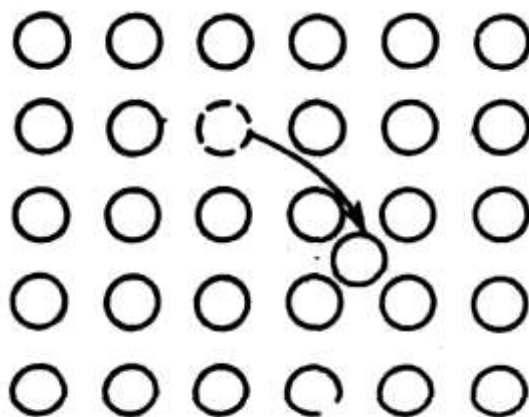
Ikki o'lchovdagi yoki sirt nuqsonlar kristall panjarasida 2 o'lchovda uning panjara parametrlaridan ancha katta bo'ladi.

Chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar kristall davriyligining ma'lum bir yo'nalishda yoki koordinatada buzilishidir. Bu nuqsonlar odatda sun'iy kristallarni o'stirish protessida paydo bo'ladi. Ikki o'lchovli nuqsonlar kristallda aralashmalar borligidan kelib chiqishi mumkin. Nuqta nuqsonlari qattiq jismlarni isitish natijasida paydo bo'lishi mumkin.

Issiqlik nuqtali nuqsonlar

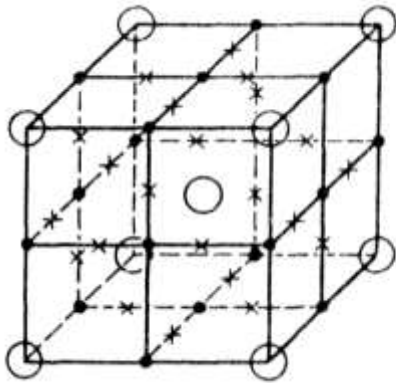
Termodinamik muvozanat nuqta nuqsonlarining paydo bo'lish mexanizmi birinchi marta Ya.I. Frenkel tomonidan taklif qilingan. Frenkel qarashlari:

Fizikada sublimastiya hodisasi — qattiq jismlarning bug'lanishidir. Ma'lumki, qattiq jismlar yuzasida, shuningdek suyuqlik yuzasida har doim ma'lum bir moddaning atomlaridan tashkil topgan "bug'" mavjud. Kristalning sirt qatlamini tashkil etuvchi atomlar isitish natijasida sirtdan ajralib, atmosferaga chiqadigan etarli kinetik energiyaga ega bo'lishi mumkin. J. I. Frenkel bunday ajralish nafaqat jim sirti atomlari uchun, balki kristall ichidagi atomlar uchun ham sodir bo'lishi mumkinligini taklif qildi. Bu atomlar kristall panjara ichidagi boshqa atomlarga urilib o'zining energiyasini beradi va ma'lum bir turg'un holatni atom tugunlari orasida egallaydi, o'zining o'rni bo'sh, ya'ni "vakant" qoladi. Shu nuqsonlarga Frenkel nuqsonlari deyiladi.

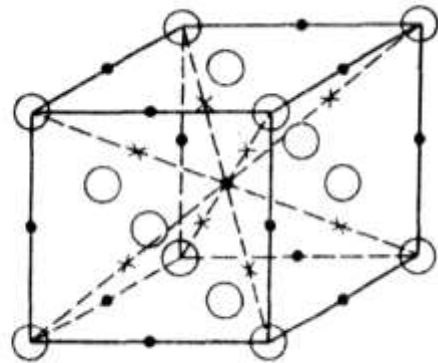


1 - rasm . Frenkel nuqsonlari

Frenkelning juftlashgan nuqsonlari zich o‘ralgan bo‘shliqlarga qaraganda katta tugunlar orasida bo‘shliqlarni o‘z ichiga olgan kristallarda osonroq paydo bo‘ladi. Ikkinchisida, oddiy qilib aytganda, tugunlar orasidagi atomlar uchun joy yo‘q. Birinchi turdagi kristallarga olmos va tosh tuzi tuzilishi bo‘lgan kristallar, ikkinchi turdagi kristallarga esa zich qadoqlangan metallar misol bo‘la oladi. Shunday qilib, masalan, normal sharoitda yuzga yo‘naltirilgan metallarda tugunlararo atomlarni uchratish ehtimoldan yiroq emas. Olmos strukturasi ega bo‘lgan va unga yaqin bo‘lgan yarimo‘tkazgichlar nisbatan yumshoq bo‘lganligi uchun ularning tugunlari orasida atomlar osongina joylashishi mumkin.



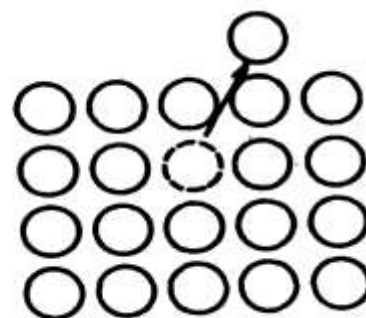
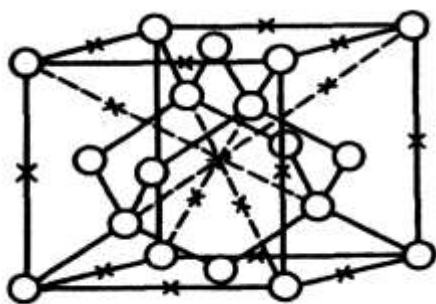
2-rasm .GIIK panjaralarida tugunlararo joylashuv X- tetraedrli, O- oktaedrli joylashuv.X-



3-rasm .GIIK panjaralarida tugunlararo - tetraedrli, O- oktaedrli

Frenkelning juftlashgan nuqsonlardan tashqari, kristallarda bitta nuqtalik nuqsonlar ham mavjud —bular V. Shottki nuqsonlari deyiladi. (4-rasm).

Shottki nuqsonlari odatda atomlarning zich qadoqlangan kristallarida uchraydi, bu erda tugunlar orasidagi atomlarining shakllanishi qiyin va energetik jihatdan maqbul emas. Bunday kristalda nuqsonlarning paydo bo‘lishi jarayoni quyidagicha sodir bo‘lishi mumkin. Issiqlik harakati natijasida yuzaga yaqin qatlamdagi ba’zi atomlar "qisman" dissostiastiya holatida bo‘lishi mumkin, ya’ni ular kristaldan yuzaga chiqishi mumkin (4-rasm). Keyin hosil bo‘lgan vakansiya kristall hajmiga o‘tadi. Shottki nuqsonlarining shakllanishi doimiy massada uning hajmining oshishi tufayli kristalning zichligini pasaytiradi.



4- rasm. Olmosda tetraedr shaklidagi tugunlararo bog'lanishlarning

Shottki nuqsonlari ko'rinishi. X- tetraedrli, O- atom

Frenkelga ko'ra nuqsonlar paydo bo'lganda, zichlik o'zgarishsiz qoladi, chunki kristall hajmi o'zgarmaydi.

Takrorlash uchun savollar

1. Kristall jismlarning nuqsonlari deganda qanday nuqsonlar tushuniladi?
2. Sublimastiya deganda qanday hodisa tushuniladi?
3. Nuqsonlar va ularning turlarini tushuntiring.
4. Frenkel nuqsonlarini tushuntiring.
5. Shottki nuqsonlarini tushuntiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016

7. O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

3-Modul: Metall va metall qotishmalari xossalari.

6-mavzu. Metallarning xossalari

Metallarning tuzilishi haqida ma'lumotlar. Metallardagi elektr o'tkazuvchanlik. Metallar elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi. Qiyin eriydigan metallar. O'rta xaroratda eriydigan metallar. Metall bo'lmagan o'tkazgich materiallar. Metall qotishmalarining tuzilishi haqida ma'lumotlar. Metall qotishmalarining xususiyatlari. Qotishmalardagi asosiy fazalarning tavsiflari.

Reja:

1. Metallarning tuzilishi haqida ma'lumotlar. Metallardagi elektr o'tkazuvchanlik. Metallar elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi.

2. Qiyin eriydigan metallar. O'rta xaroratda eriydigan metallar. Metall bo'lmagan o'tkazgich materiallar.

3. Metall qotishmalarining tuzilishi haqida ma'lumotlar. Metall qotishmalarining xususiyatlari. Qotishmalardagi asosiy fazalarning tavsiflari.

Tayanch iboralar.

Metallar, elektronning erkin yugurishi yo'li, elektronning erkin yugurishi vaqti, issiqlik o'tkazuvchanlik, elektr o'tkazuvchanlik, elektron gaz gipotezasi, Lorenst soni, kvant mexanikasi, Pauli prinstipi, Debay temperaturasi, Matissen qoidasi.

Metallar mikroelektronikada ishlatiladigan o'tkazgich materiallarining eng asosiy turidir. Metallarning klassik elektron nazariyasi Drude va Lorenstlar tomonidan yaratilgan bo'lib, uning asosida elektron gazining erkin elektronlardan iborat ekanligi yotadi. Atomlarning bir marta ionlanishida, undagi elektronlar soni quyidagiga teng:

$$n = \frac{d}{A} N_0, \quad (1)$$

bu erda d - metallning zichligi;

A -atom massasi,

N_0 Avogardo soni, ya'ni moddaning bir molidagi molekular soni.

Elektronning o'rtacha kinetik energiyasi:

$$\frac{m_e \bar{u}^2}{2} = \frac{3}{2} kT, \quad (2)$$

Bu erda u – o'rtacha issiqlik harakat tezligi, $T = 300$ K da $u = 10^5$ m/s.ga teng. Tashqi elektr maydoni ta'sirida metalda elektr toki hosil bo'ladi. Bu tokning zichligi:

$$j = env, \quad (3)$$

v – elektronlar tartibli harakati tezligi yoki dreyf tezligi, mis o'tkazgichda tok zichligi (pri $j = 10^6$ A/m²) bo'lganda, bu tezlik $v \approx 10^{-4}$ m/s bo'ladi, ya'ni $v \ll u$.

Elektronlarning tezlanishi:

$$a = \frac{eE}{m_0} \quad (4)$$

(m_0) elektron massasi

Elektronning erkin yugurishi oxirida uning tartibli tezligining maksimumi

$$v_{\max} = a\tau_0 \quad (5)$$

Bo'ladi, bu erda τ_0 elektronning erkin yugurish vaqti. Kristall panjara tuguni bilan to'qnashgandan keyin elektron tezligi nolgacha kamayadi.

Bundan dreyfning o'rtacha tezligi:

$$\bar{v} = \frac{eE}{2m_0} \tau_0. \quad (6) \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Elektronning erkin yugurish vaqti:

$$\tau_0 = \frac{\bar{l}}{\bar{u}}, \quad (7)$$

Bu erda \bar{l} elektronning o'rtacha yugurish yo'li
Yuqoridagi formulalardan foydalanib, quyidagi formulani yozamiz:

$$j = \frac{l^2 n \bar{l}}{2m_0 \bar{u}} E = \gamma E, \quad (8)$$

$$j = \frac{E e^2 n l_{\text{cp}}}{(2m_0 \cdot V_m)} = E \cdot \gamma \quad (9)$$

Bu erda elektron massasi- m_0

Oddiy gazlar statistikasi tushunchalari va qonunlari elektron gazga ham tegishli. O'tkazgichdagi tokning zichligi quyidagicha aniqlanadi:

$$j = \frac{Ee^2 n l_{cp}}{(2m_0 \cdot V_m)} = E \cdot \gamma \quad (10)$$

Bu erda elektron massasi- m_0

2-formulada bitta elektronning harakati hisobga olinib, barcha erkin elektronlarga tadbiiq etiladi. Solishtirma o'tkazuvchanlik:

$$\gamma = \frac{e^2 \cdot n \cdot l_{cp}}{(m_0 \cdot V_m)} \quad (11)$$

Eksperimental fakt sifatida metallarning issiqlik o'tkazuvchanligi ularning elektr o'tkazuvchanligiga to'g'ri proporsional ekanligi aniqlangan. Erkin elektronlar haqidagi g'oyalar Videman – Franst qonuniga (1853) olib keladi, chunki metalldagi elektron nafaqat elektr zaryadini tashiydi, balki elektron issiqlik o'tkazuvchanligi tufayli metalldagi temperaturani tenglashtiradi. Solishtirma issiqlik o'tkazuvchanligining solishtirma o'tkazuvchanlikga nisbati doimiy qiymatdir:

$$\frac{\lambda_m}{\gamma} = L_0 T \quad (12)$$

bu erda $L_0 = (\pi^2/3) \cdot (R/e)^2 = 2,45 \cdot 10^{-8} \text{ Vt} \cdot \text{Om}/\text{K}^2$ – Lorenst soni.

Metallarda elektron gaz gipotezasi bir qator tajribalar bilan tasdiqlangan:

- faqat metall o'tkazgichlardan tashkil topgan zanjir orqali elektr tokining uzoq davom etishi metall atomlari birining ikkinchisining ichiga kirib bora olmasligini ko'rsatadi.

- metallarni yuqori haroratgacha qizdirganda, erkin elektronlarning issiqlik harakati tezligi oshadi, ular hatto sirt potentsial kuchlarini engib, metallni tark etishadi.

- tez harakatlanadigan o'tkazgichni keskin to'xtatish vaqtida elektron gaz harakat yo'nalishi inerstiya qonuniga muvofiq siljiydi. Tormozlangan o'tkazgichning uchlarida potentsiallar farqi paydo bo'ladi.

- magnit maydonga joylashtirilgan metall plastinkada elektronlar traektoriyasining egriligi tufayli e.yu.k paydo bo'ladi va o'tkazgichning qarshiligi o'zgaradi.

Xulosa: tok zichligi kuchlanganlikga proporsional, bu Om qonunining analitik ko'rinishidir. Haqiqatda elektronlarning o'rtacha tezligi hisob-kitoblardagi tezlikka nisbatan 2 marta katta. Buni, yana metallarda elektron gazi issiqlik sig'imining pastligini, hisob-kitoblardagiga nisbatan erkin yugurish yo'lining yuzlab marta kattaligini klassik nazariya tushuntirib berolmaydi.

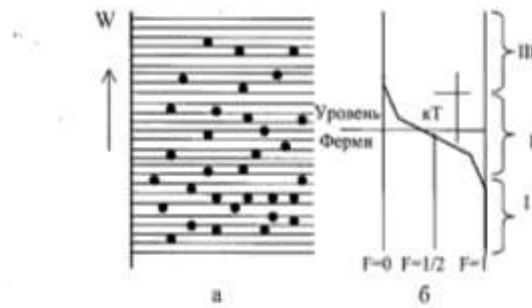
Bu tushunmovchiliklar to'lqin kvant mexanikasi asosida hal etiladi, **Maksvell-Bolstman** qonuniga ko'ra energetik sathlarda istalgan miqdorda elektronlar bo'lishi mumkin va u quyidagi funktsiya bilan aniqlanadi:

$$F(W) = A \exp\left[-\frac{W}{kT}\right] \quad (4) \quad (13)$$

Kvant mexanikasi esa **Pauli** prinsipiga asoslanadi, unga ko'ra har bir energiya sathida yoki holatida faqat bitta elektron bo'lishi mumkin. Bundan darhol elektronlarning energiya bo'yicha klassik va kvant taqsimotidagi farqi kelib chiqadi. Klassik nuqtai nazardan, mutlaq nol haroratdagi barcha elektronlarning energiyasi nolga teng bo'lishi kerak. Pauli prinsipiga ko'ra, hatto mutlaq nol temperaturada ham har bir sathda 2 tadan ortiq elektron bo'lishi mumkin. Kvant nazariyasida energiya holatlarining elektronlar bilan to'ldirish ehtimolligi Fermi funktsiyasi bilan belgilanadi:

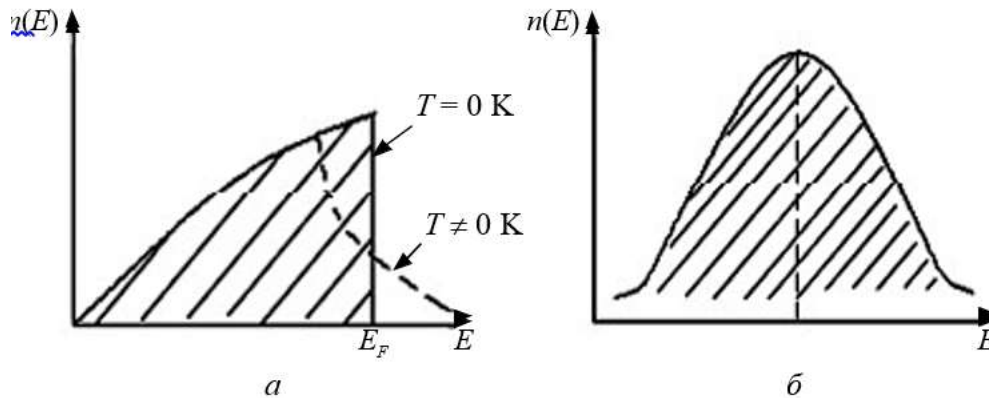
$$F(W) = \left[1 + \exp\left(\frac{W - W_F}{kT}\right)\right]^{-1} \quad (14)$$

bu erda W -to'ldirish ehtimoli aniqlanishi kerak bo'lgan sath energiyasi; W_F - xarakterli sath energiyasi, bu elektron metallda absolyut nol temperaturada olishi mumkin bo'lgan energiyadir. Yoki Fermi energiyasi deyiladi. Bu energiya faqat metalldagi elektronlar konstantriyasiga bog'liq. Metallarda elektronlar konstantriyasi yuqori bo'lganligi uchun Fermi energiyasi ham yuqori bo'ladi
3 – 15 ev .



1- rasm

1-rasm-qisman to‘ldirilgan zonada elektronlarning tarqalishi (a) va darajalarni elektronlar bilan to‘ldirish ehtimoli funkstiyasi (b): I- to‘ldirilgan sathlar; - II eroziya oralig‘i; III-to‘liq bo‘sh sathlar



2-rasm – elektronlarning metallda energiya bo‘yicha taqsimlanishi:
1-T = 0 K, 2-T≠ 0.

Harorat o‘zgarganda, Fermi W_F energiyasi biroz o‘zgaradi. Masalan, kumush 0 dan 1000 K gacha qizdirilganda, Fermi energiyasi atigi 0,2% ga kamayadi. Bunday keng harorat oralig‘idagi bunday kichik o‘zgarishlarni e‘tiborsiz qoldirish mumkin. Bu formula 8 har qanday haroratda to‘g‘ri ekanligini tasdiqlash uchun asos beradi.

$$\gamma = \left(e^2 \cdot n^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{l_{cp}}{h} \right) \cdot (8\pi / 3)^{\frac{1}{3}} = B \cdot l_{cp} \quad (15) \text{ solishtirma o‘tkazuvchanlik.}$$

Sof metallarda erkin elektronlarning konstantratsiyasi biroz farq qiladi. Harorat o‘zgarishi p ham juda kichik. Shuning uchun o‘tkazuvchanlik asosan elektronlarning o‘rtacha erkin yurish uzunligi bilan belgilanadi, bu esa o‘z navbatida o‘tkazgichning tuzilishiga, ya’ni atomlarning kimyoviy tabiatiga va kristall panjara turiga bog‘liq.

Metallarning elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi

Sof metallarda elektronlarning erkin harakatlanish uzunligini cheklaydigan yagona sabab kristall panjara tugunlaridagi atomlarning issiqlik tebranishidir. Haroratning oshishi bilan atomlarning issiqlik tebranishlarining amplitudasi oshadi. Bu metallning elektr qarshiligini oshiradi :

$$\bar{l}_z = \frac{K_{\text{yup}}}{2\pi n k T}, \quad (16)$$

bu erda k -atomni muvozanat holatiga qaytarishga intiladigan elastik bog'lanish koeffitsienti. Past haroratlarda bu nisbat bajarilmaydi, chunki atomlarning tebranish chastotasi ham pasayadi. Metallarning elektr qarshiligining haroratga bog'liqligi egri chizig'ida bir nechta bo'limlarni ajratish mumkin (3-rasm):

I Zona. Nol Kelvinga yaqin temperaturalarda turli metallar uchun elektr o'tkazuvchanligining haroratga bog'liqligi turlicha o'zgaradi:

1 - mukammal tuzilishga ega metallar uchun 0 K da solishtirma qarshilik nolga tushadi;

2- nomukammal tuzilishga ega metallar uchun solishtirma qarshilik 0 ga teng bo'lmaydi.

3- o'ta o'tkazuvchi materiallarda 0 dan farqli temperaturalarda solishtirma o'tkazuvchanlik 0 ga yaqinlashadi.

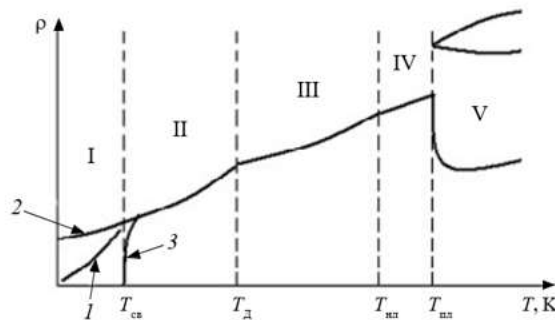
II. Zona. Debay temperaturasi $T = 400-450$ Kga teng.

III. Zona. Solishtirma qarshilikning metallning erish temperaturasigacha bo'lgan bog'liqligi chiziqli bo'ladi, bundan faqat ferromagnetiklar mustasno.

IV. Zona. Ko'p metallarda solishtirma qarshilikning tempervturaga bog'lanishi chiziqli bo'lmaydi.

V. Zona. Ko'p metallarda solishtirma qarshilik erish temperaturasida 1, 5-2 marta oshadi.

Xulosa qilib aytish mumkinki ko'p metallarda o'tkazgichlarning qarshiligi metall kristal strukturasi qay darajada tartibli tuzilganligiga bog'liq.



3-rasm. Metallar solishtirma qarshiligining temperaturaga bog‘liqligi

Temperatura bir gradusga o‘zgarganda solishtirma elektr qarshiligining nisbatan o‘zgarishiga solishtirma qarshilikning temperatura koeffitsienti (alfa) deyiladi. Ko‘pgina metallar uchun xona temperaturasi da (alfa) taxminan 0,004 k-1 ga teng.

Matissenning qoidasiga binoan,

$$\rho = \rho T + \rho_{qol}, \quad (17)$$

(ρT) – kristall panjara issiqlik tebranishlarida elektronlarning sochilishi hisobidan hosil bo‘ladigan solishtirma qarshilik.

(ρ_{ost}) - elektronlarning sochilishi hisobidan kristall defektlaridagi qoldiq solishtirma qarshilik.

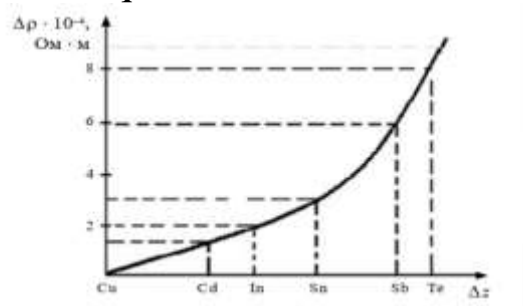
Qoldiq solishtirma qarshilikni asosan aralashmalar hosil qiladi.

Bir valentli metallar uchun **Linde qoidasi**:

$$\Delta\rho_{qld} = a + v(\Delta z)^2, \quad (18)$$

a. v lar metallarning tabiatiga va aralashmaning Mendeleev davriy sistemasida joylashgan o‘rniga bog‘liq bo‘lgan doimiyliklar.

Δz - metall va aralashma valentlik farqlari. Bu farqning kichik qiymatlarida ham metallda qarshilik keskin oshadi.



4-rasm. Metallar solishtirma qarshiligining asosiy va aralashma atomlar valentliklari farqiga bog‘liqligi.

Misol uchun tarkibida 1 foiz tellur bo'lgan misning solishtirma qarshiligi 10 baravar ortadi. Plastik deformatsiyalar qarshilikni bir necha foizga oshiradi. Issiqlik toblashda ham metallning solishtirma qarshiligi oshadi.

Metall qotishmalarining elektr xususiyatlari

Elektron texnikada kristalliklari tartibli va tartibsiz bo'lgan ko'p qotishmalar keng qo'llaniladi. Qattiq qotishmalarda qoldiq solishtirma qarshilik issiqlik natijasida hosil bo'lgan solishtirma qarshilikdan bir necha marta katta bo'lishi mumkin.

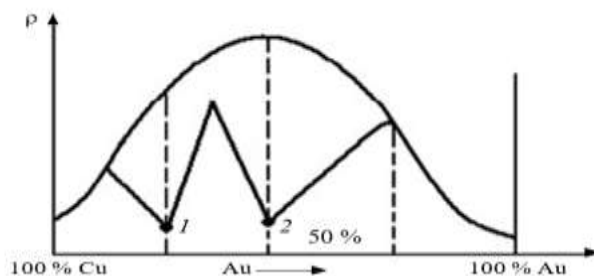
Ikki komponentli qotishmalar uchun **Nordgeym qonuni:**

$$\rho_{\text{ost}} = SX_A X_V = SX_V (1 - X_V), \quad (19)$$

bu erda C-qotishma tabiatiga bog'liq bo'lgan doimiylik

X-metallarning atom ulushlari.

Cu–Au qotishmalari uchun solishtirma qarshilikning aralashma tarkibiga bog'liqligi parabolani hosil qiladi.



5-rasm. Cu-Au qotishma solishtirma qarshiligining uning toblashgacha va toblashdan keyingi holatiga bog'liqligi

1-Cu₃-Au qotishma, 2- Cu-Au qotishma, ρ solishtirma qarshilik

Qiyin eriydigan metallar

Qiyin eriydigan metallarga $T > 1700$ °C oraliqda eriydigan metallar kiradi. Ular elektrovakuum texnologiyasida, elektr qurilmalarining elementlarida va hokazolarda ko'p ishlatiladi. Ularga volfram, molibden, tantal, niobiy, xrom, vanadiy, titan, stirkoniy, reniy kiradi. Qiyin eriydigan ko'pincha kukun metallurgiyasi, elektron eritish va lazer nurlari orqali olinadi. Bir qator qiyin eriydigan metallar isitilganda ulardan oksidlar bug'lanadi, shuning uchun bu metallarni vakuumda yoki himoyalangan muhitda ishlatish kerak.

Volfram – og'ir, kul rang qattiq metall. Uning asosiy fizikaviy kattalıkları: $T_{\text{pl}} = 3400$ °S, $\rho = 19,3$ g/sm³. Volframit (Fe₄WO + Mn₄WO) i sheelit (Ca₄WO) minerallari volfram tayyorlanadigan asosiy xom ashyolar hisoblanadi. Volfram – elektrovakuum

texnikasining asosiy elementi hisoblanadi. U elektrodalarda, bug‘latgichlarda, isitgichlarda, rentgen trubkalari anodlarida keng ishlatiladi.

Molibden tashqi ko‘rinishi va ishlab chiqarish va qayta ishlash texnologiyasi bo‘yicha volframga yaqin. Uning asosiy fizikaviy kattaliklari: $T = 2620 \text{ }^\circ\text{S}$, $\rho = 10,2 \text{ g/sm}^3$. Asosiy xom ashyo ruda - molibdenit (Mo_2S). Volframga qaraganda ko‘proq plastik, ammo kimyoviy jihatdan faolroq. 300° gradusda oksilani boshlaydi. Barcha qiyin eriydigan metallar ichida eng yaxshi elektr o‘tkazuvchi metall. Molibden yuqori temperaturalarga chidamli qurilmalarning murakkab detallarini ishlab chiqarishda, masalan elektron lampalarning elektrodleri va to‘rlarini, rentgen trubkalarini tayyorlashda keng ishlatiladi.

Tantal. Uning asosiy fizikaviy kattaliklari: $T_{pl} = 3000 \text{ }^\circ\text{S}$, $\rho = 16,6 \text{ g/sm}^3$. Asosiy xom ashyo - ruda tantalit $\text{Fe Fe}(\text{TaO}_3)_2$. Volfram va molibden kabi kukunli metallurgiya usuli bilan olinadi. Tantal juda muhim bo‘lgan vakuum texnikasida keng ishlatiladi.

Xrom. Uning asosiy fizikaviy kattaliklari: $T_{pl} = 1900 \text{ }^\circ\text{S}$, $\rho = 7,19 \text{ g/sm}^3$. Noyob emas, oksidlanishga chidamli, shuning uchun himoya uchun qoplamalarda keng ishlatiladi.

Metal bo‘lmagan o‘tkazuvchan materiallar

Metall bo‘lmagan tok o‘tkazuvchi materiallar yarim o‘tkazgichli qurilmalarda rezistivlar, kontaktlar va tok o‘tkazuvchan elementlar sifatida keng ishlatiladi. Bularga quyidagi materiallar kiradi:

- tabiiy grafit, pirolitik uglerod, shisha uglerod;
- kontaktollar (kumush, nikel, palladiy kukunlari bilan to‘yintirilgan fenolformaldehidratlangan smola);
- kermetlar (noorganik bog‘lovchilar bilan metallodielektrik kompozitsiyalar, masalan, xrom- SiO , palladiy kukuni, kumush bilan shisha to‘yintirilgan mahsulotlar);

Takrorlash uchun savollar:

1. Metallarning elektr o‘tkazuvchanligi qanday parametrlarga bog‘liq?
2. Qaysi statistika metallarning o‘tkazuvchanligining kvant nazariyasida elektronlarning energiya bo‘yicha taqsimlanishini tavsiflaydi?
3. Fermi energiyasi (Fermi darajasi) metallarda nimalarga bog‘liq?

4. Metallning elektrokimyoviy potentsiali nima?
5. Metalldagi elektronlarning o'rtacha erkin yugurish yo'li deganda nimani tushunasiz?
6. Qotishmalarning shakllanishi nimalarga bog'liq?
7. O'tkazuvchilar solishtirma qarshiligining temperaturaga bog'liqligini tushuntiring?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.
3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.
4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.
5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.
6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.
7. O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

7-mavzu. O'tkazgich materiallar va ularning xossalari

Reja:

1. Yuqori qarshilikli qotishmalar. Termopara va kavsharlash uchun ishlatiladigan qotishmalar.
2. Qotishmalarning elektr xossalari.
3. Yukori chastotalarda o'tkazgichlar qarshiligi.

Tayanch iboralar.

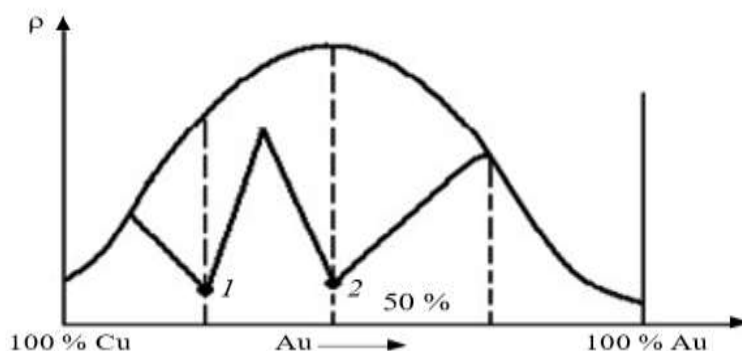
Sirt effekti, skin effekti, metallarda kontakt hodisalari, termoelektr toklari, termopara, Zeebek effekti, metallurgiya, mashinasozlik, magnit kirituvchanlik, solishtirma o'tkazuvchanlik

Metall qotishmalarining elektr xususiyatlari

Elektron texnikada tartibli va tartibsiz qattiq eritmalar tuzilishiga ega bo'lgan metall qotishmalari keng qo'llaniladi. Qattiq eritmalar hosil bo'lganda, metall kristall panjarasining davri o'zgaradi. Qattiq eritmalarda qoldiq solishtirma qarshilik issqlik solishtirma qarshilikdan bir necha marta oshishi mumkin. Ko'pgina ikki komponentli qotishmalar uchun Nordgeym qonuni quyidagicha bo'ladi:

$$\rho_{\text{ost}} = SX_A X_V = SX_V (1 - X_V), \quad (1)$$

bu erda C-qotishma tabiatiga bog'liq bo'lgan doimiy son; X-metallarning qotishmadagi atom ulushi. Cu–Au qotishmalari uchun qarshilikning qotishma tarkibiga bog'liqligi parabola shaklida bo'ladi. Toblangandan so'ng, bu bog'lanish yanada murakkablashadi, chunki bir nechta tartib shakllanadi. Su_3Au (1), CuAu (1- rasm) (Cu–Ni) qotishmalari uchun d elektronlarning to'ldirilmagan ichki orbitaga o'tishi bilan qarshilikning qotishma tarkibiga bog'liqligini ko'rsatuvchi parabola nosimmetrik bo'ladi.



1-rasm. Cu-Au qotishma solishtirma qarshiligining uning toblashgacha va toblashdan keyingi holatiga bog'liqligi

1-Cu₃-Au qotishma, 2- Cu-Au qotishma, ρ solishtirma qarshilik Yuqori chastotalarda o'tkazgichlarning qarshiligi

Elektr tokining yuqori chastotalarida o'tkazgich sirti bo'ylab uning notekis taqsimlanishi kuzatiladi. Maksimal tokning zichligi o'tkazgichning sirtida bo'ladi, ichkari ketgan sayin tok zichligi kamaya boradi. Bu hodisa **sirt effekti yoki skin effekti** deb nomlanadi. Ma'lumki, magnit oqimining o'zgarishi o'zindukstiya E.Yu.K sining hosil bo'lishiga olib keladi. Lenst qoidasiga asosan, bu E.Yu.K ning yo'nalishi o'tkazgichdagi tok yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalgan bo'lib, uning o'zgarishiga qarshilik qiladi. O'tkazgich markazida magnit oqimi maksimal bo'lganligi uchun o'zindukstiya E.Yu.S si ham maksimal bo'ladi, bu esa o'z navbatida tokning o'tkazgich markazida kamayishiga olib keladi. Tok chastotasining oshishi bilan tokning o'tkazgich sirti bo'ylab miqdori oshib boradi. Bu effekt materialning magnit kirituvchanligini va solishtirma o'tkazuvchanligini oshiradi.

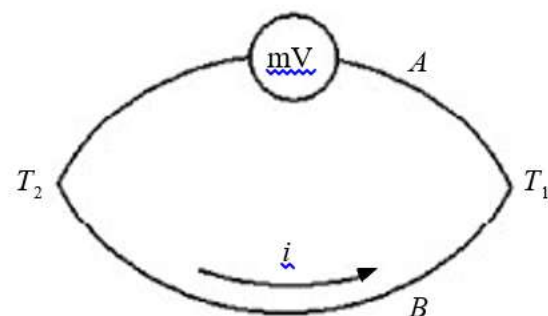
Tokning zichligini o'tkazgichning z chuqurligida quyidagi tenglama bilan aniqlash mumkin:

$$j_z = J_0 \exp\left(\frac{-z}{\Delta}\right) \quad (2)$$

bu erda J_0 -sirtidagi tok zichligi - Δ – maydonning o'tkazgich ichiga kirish chuqurligi. Yuqori chastotalarda tok zichligi ma'lum bir kichik sirt qatlamidan tashqari barcha kesimlarda deyarli nolga teng. Shu munosabat bilan, o'zgaruvchan tokda o'tkazgichlarning qarshiligi o'zgarmas tokga nisbatan yuqori bo'ladi.

Metallarda kontakt hodisalari

Italiyalik Volta 1797- yilda ikkita metall bir biriga tegizilganda, ularning shu joyida potentsiallar farqi $\Delta\phi$ paydo bo'lishini aniqladi. Kvant nazariyasiga ko'ra, buning asosiy sababi metallarning kontakt qismlarida Fermi energiyalarining har xilligidir. Elektronlar Fermi energiyasi yuqori bo'lgan metallardan Fermi energiyasi past bo'lgan metallga o'tadi, chunki ular doimo eng minimal energiya holatini egallashga intiladi. Natijada bitta metall manfiy, ikkinchisi musbat zaryadlanadi va potentsiallar farqi paydo bo'ladi. Bu muvozanat taxminan 10^{-16} s davom etadi. Potentsiallar farqi bir necha voltga etishi mumkin. Shu hodisadan foydalanib termoparalar tayyorlanadi.



2-rasm. Termoparaning ishlash sxemasi.

Kontaktlarning har xil temperaturalarida **termoelektr toklari** paydo bo‘ladi, agar tok uzilsa, o‘tkazgich uchi va oxirlarida potentsiallar farqi paydo bo‘ladi, bu farqqa **termo e.yu.k si** deyiladi. Bu hodisa **Zeebek effekti** deyiladi va **termo e.yu.k si** quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$U \equiv \alpha_T (T_2 - T_1) \quad (3)$$

Bu erda α_T – solishtirma termo e.yu.k si bo‘lib, (mkV/K) uning qiymati matallning tabiatiga bog‘liq. Termo e.yu.k sining qiymati temperatura o‘zgarishi bilan o‘zgaradi, chunki metallda Fermi energiyasi kamayadi. Bundan tashqari temperatura oshishi bilan elektronlarning kinetik energiyasi ham oshadi. Natijada, elektronlar tartibli harakatlanib o‘tkazgichning temperaturasi past uchiga qarab xarakatlanadi. Toza metallarda termo e.yu.k s juda kam, qotishmalarda esa katta bo‘ladi. xromel (90 % Ni + 10 % Cr), alyumel (95 % Ni + 5 % Al, Si, Mn), kopel (56 % Cu + 44 % Ni). Ushbu prinstip asosida metall termoparalar metallurgiya, mashinasozlik va kimyo sanoatlarida temperaturani o‘lchash maqsadida ishlatiladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Yuqori qarshilikli qotishmalar.
2. Qotishmalarning elektr xossalari.
3. Yukori chastotalarda o‘tkazgichlar qarshiligi.
4. Termopara va kavsharlash uchun ishlatiladigan qotishmalar.
5. Nordgeym qonuni.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod общ. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki

Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland, D.R. , P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials , 6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7. O‘.H, Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet. Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

8. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

9. Askeland, D.R. , P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials , 6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

10. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

4-Modul. 8-Mavzu. Har xil materiallardagi elektr o'tkazuvchanlik.

Yarim o'tkazgichlar.

Reja:

1. Yarim o'tkazgichlarning klassifikatsiyasi. Xususiy va aralashmali o'tkazuvchanlik.
2. Zaryadlangan zarrachalar konsentratsiyasining temperaturaga bog'liqligi. Yarim o'tkazgichlarda zaryadlar harakati.
3. O'ta o'tkazuvchanlik. Mis, alyuminiy.

Tayanch iboralar.

Yarim o'tkazgichlar, xususiy va aralashmali yarim o'tkazgichlar, dielektriklar, elektr maydoni, magnit maydoni, temperatura, bosim, yorug'lik nuri, Mendeleev davriy sistemasi, kremniy, elektron, rekombinatsiya, aralashmali o'tkazuvchanlik, xususiy o'tkazuvchanlik

Yarim o'tkazgichlarning umumiy ta'rifi ularning xilma-xil xususiyatlari va materiallarning har xilligi tufayli mavjud emas. Ilgari yarim o'tkazgichlarning o'ziga xos elektr o'tkazuvchanligi bo'lgan moddalar sifatida ta'rifi mavjud edi, ya'ni o'tkazuvchanligi jixatidan o'tkazgichlar va dielektriklar orlig'ida turuvchi moddalar sifatida ta'riflanar edi. Lekin shunday yarim o'tkazgichlar borki, ularning solitirma o'tkazuvchanligi xuddi metallarnikiday, yoki shunday aralashmalar borki, solishtirma o'tkazuvchanliklari dielektriklarday. Masalan ZnS. Tashqi ta'sirlar ostida (elektr va magnit maydonlari, temperatura, bosim, yorug'lik nuri) o'zining xossalarini o'zgartiradigan materiallarga yarim o'tkazgichlar deyiladi deb ta'rif berilsa to'g'ri bo'ladi.

Yarim o'tkazgichlar. Xususiy va aralashmali yarim o'tkazgichlar

Yarim o'tkazgichlar - Mendeleev davriy sistemasining II, III, IV, V va VI guruhlarida joylashgan ko'pchilik elementlar va ularning bir qator birikmalaridir. Yarim o'tkazgichlarda ham metallardagi kabi elektr o'tkazuvchanlik elektronlarning harakati tufayli yuzaga keladi. Biroq elektronlarning harakatlanishlari metallar va yarim o'tkazgichlarda turlicha bo'ladi. Yarim o'tkazgichlar quyidagi asosiy xususiyatlarga ega: yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi temperatura ko'tarilishi bilan ortib boradi (masalan, temperatura 1 K ga ortganda yarim o'tkazgichlarning solishtirma o'tkazuvchanligi 16-17

marta ortadi); yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligida erkin elektronlardan tashqari “teshiklar” deb ataladigan musbat zarrachalar ham ishtirok etadi (ba'zi hollarda bog'langan elektronlar asosiy rol o'ynaydi); sof yarim o'tkazgichlarga oz mikdorda aralashma kiritib, uning elektr o'tkazuvchanligini keskin o'zgartirish mumkin (masalan 0,01% aralashma kiritilganda yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligi 10000 marta ortib ketadi). Past temperaturalarda yarim o'tkazgichlarning solishtirma qarshiligi juda katta bo'ladi va amalda ular izolyator hisoblanadi, lekin temperatura ortishi bilan ularda zaryad tashuvchilarning konstantriyasi keskin ortadi. Masalan, sof kremniyda 20° temperaturada erkin elektronlar konstantriyasi 10^{17}m^{-3} bo'lsa, 700° da 10^{24}m^{-3} gacha, ya'ni million martadan ko'proq ortadi. Yarim o'tkazgichlarda erkin elektronlar konstantriyasining temperaturaga bunday keskin bog'likligi elektr o'tkazuvchanlik elektronlarning issiqlik harakati ta'sirida ro'y berishini ko'rsatadi. Yarim o'tkazgich kristallida atomlar valent elektronlari yordamida o'zaro bog'langan. Atomlarning issiqlik tebranishlari vaqtida issiqlik energiyasi valent elektronlar orasida notekis taqsimlanadi. Ayrim elektronlar o'z atomi bilan bog'lanishni uzib, kristalda erkin ko'chib yurish imkonini beradigan etarli miqdordagi issiqlik energiyasiga ega bo'lib qolishi va erkin elektronlarga aylanishi mumkin. Tashqi elektr maydon bo'lmaganda bu erkin elektronlar tartibsiz harakat qilgan bo'lardi. Lekin elektr maydon ta'sirida ular elektr maydonga qarshi yo'nalishda tartibli harakatga kelib, yarim o'tkazgichlarda elektr tokini hosil qiladi. Erkin elektronlar yuzaga keltirgan o'tkazuvchanlik elektron yoki p tip o'tkazuvchanlik deb ataladi. Temperatura yoki boshqa ta'sirlar ostida bog'langan elektronlarning o'z atomini «tashlab ketishi» atomning elektr neytralligini buzadi. Unda «ketib qolgan» elektron zaryadiga miqdoran teng musbat zaryad — “teshik” vujudga keladi. Shu bilan birga, yarim o'tkazgichda teskari prostess-**rekombinastiya** prostessi ham sodir bo'ladi, ya'ni elektronlar teshiklarni to'ldirib neytrallashadi. Natijada yarim o'tkazgichda elektronlar va teshiklar konstantriyasining tengligi kuzatiladi. Xususiyl yarim o'tkazgichlarning o'ziga xosligi shundaki, ularda yuqorida aytilgan zarrachalar tengligi saqlanadi.

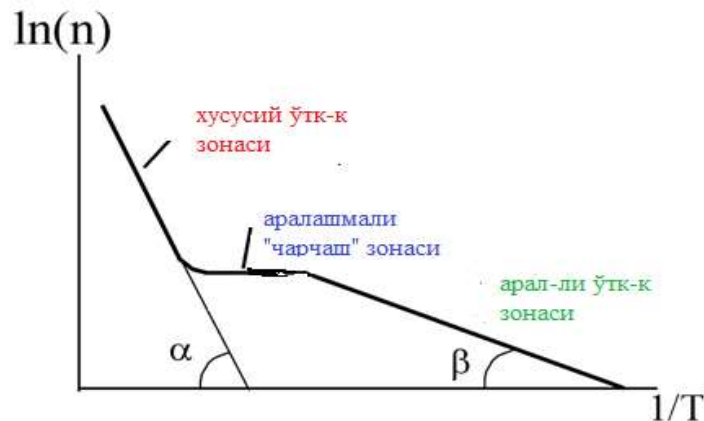
Ya'ni $n_i = p_i$ va $n_i + p_i = 2n_i$.

Tok tashuvchi zarrachalar **konstantriyasi**

$$n = p_i = \sqrt{N_C N_B} \exp(-\Delta E / 2RT), \quad (1)$$

formulasi orqali aniqlanali.

Bu erda N_C i N_B o'tkazuvchanlik va valent zonalardagi effektiv zichliklardir. Koordinata o'qidagi $\ln n = f(1/T)$ bog'lanish grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, (tg α) burchagining og'ishi ΔE (taqiqlovchi zona kengligi)ni xarakterlaydi.



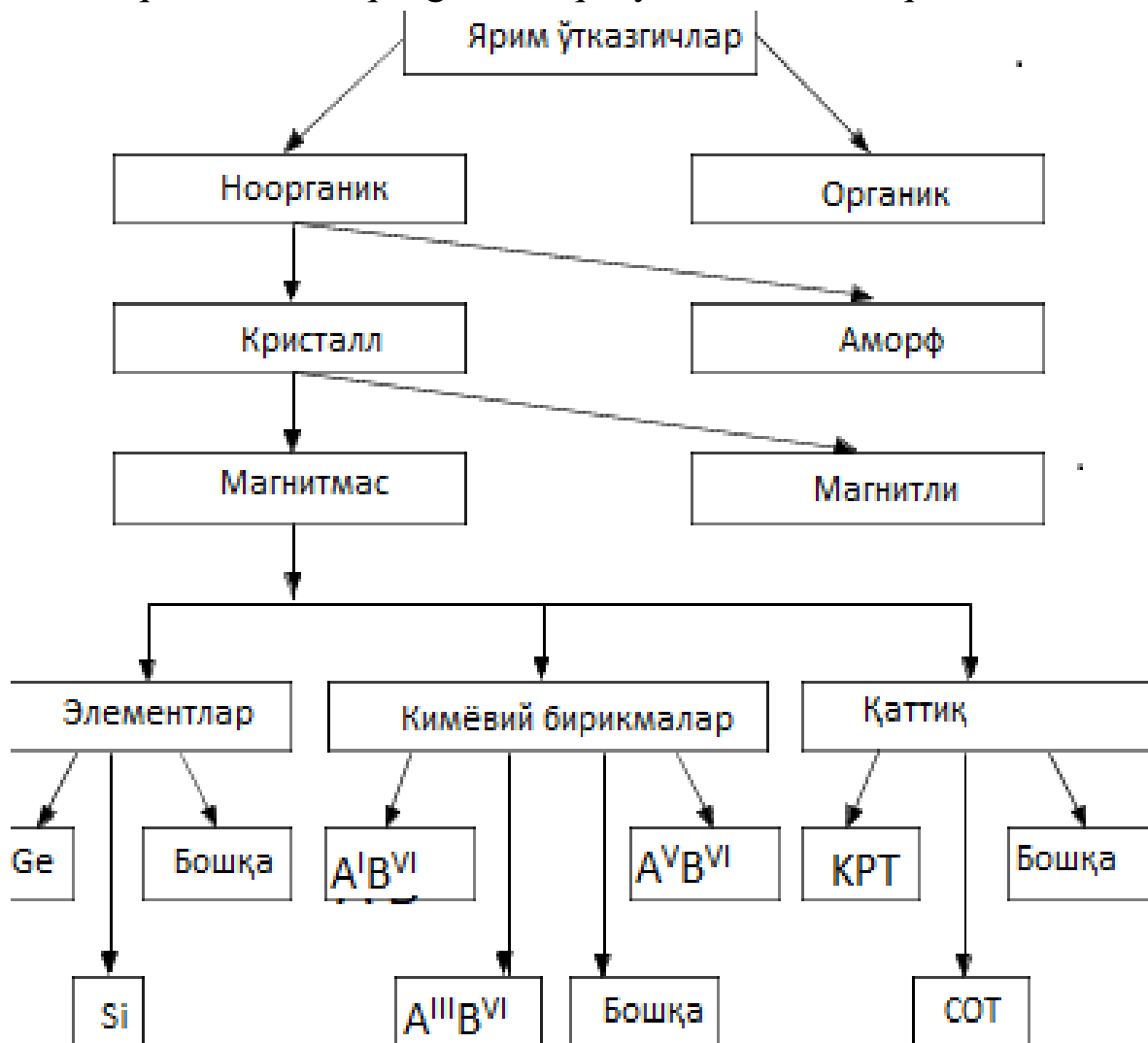
1-rasm. Yarim o'tkazgich asboblarda xususiy o'tkazuvchanlik kam qo'llaniladi.

Xususiy o'tkazuvchanlik sof yarim o'tkazgichlarda kuzatiladi. Biroq tabiatda sof yarim o'tkazgichlar deyarli yo'q. Ba'zi aralashmalar yarim o'tkazgichlarni erkin elektronlar bilan boyitsa, boshqa ba'zi aralashmalar teshiklar bilan boyitadi. Yarim o'tkazgichlarga aralashmalar qo'shilishi natijasida yuzaga keladigan bunday o'tkazuvchanlik **aralashmali o'tkazuvchanlik** deb ataladi. Agar asosiy yarim o'tkazgichlar atomi o'rniga elementlar davriy sistemasida undan keyingi guruhda turgan element atomi kiritilsa, bu qo'shilma atomning bitta valent elektroni atomlararo bog'lanishda ishtirok etmaydi va erkin elektronlar safiga qo'shiladi, binobarin, p tip o'tkazuvchanlik ortadi. Va, aksincha, undan oldingi o'rinda turgan element atomi kiritilsa, atomlararo to'la bog'lanishda 1 ta elektron etishmaydi, teshik hosil bo'ladi. Bunda r tip o'tkazuvchanlik ortadi. Qo'shimcha birinchi holda donor (elektron beruvchi) aralashma, ikkinchi holda esa akseptor (elektron oluvchi) aralashma deb ataladi. Shunday qilib, yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi xususiy va aralashmali o'tkazuvchanliklar yig'indisidan iborat bo'ladi. Yuqori

temperaturalarda xususiy o'tkazuvchanlik, past temperaturalarda esa aralashmali o'tkazuvchanlik asosiy rol o'ynaydi.

Yarim o'tkazgichli materiallarning tasnifi

Elektronikada eng ko'p ishlatiladigan material bu noorganik yarim o'tkazgichlardir. Bular kristall va amorf, suyuq va qattiq, magnitli va magnitsiz, tarkibi oddiy va murakkab bo'lishi mumkin. Ularning metallardan asosiy farqi manfiy solishtirma qarshilik koeffitsientidir. Buni 1833- yilda kumush sulfidi Ag_2S misolida ulug' ingliz fizigi Faradey kashf etgan. Bundan tashqari aralashmalar yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligini keskin o'zgartiradi. (misol uchun metallarda aralashmalar ularning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini doimo oshiradi). Bugungi kunda eng ko'p ishlatiladigan yarim o'tkazgichlar: kremniy, germaniy, $A^{III}B^V$, $A^{IV}B^{VI}$, qotishmalari, qo'rg'oshin-qalay-tellur va boshqalardir.



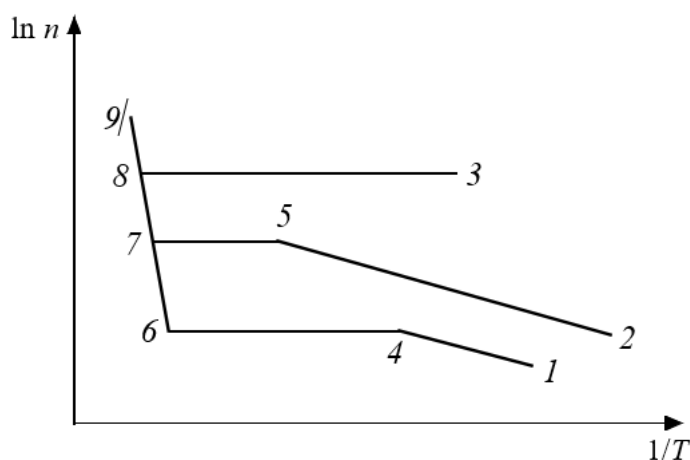
2-rasm. Yarim o‘tkazgichlar klassifikastiyasi

Zaryad tashuvchilar konstantrastiyasining haroratga bog'liqligi

Donor o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan legirlangan kremniy yarim o'tkazgichida elektronlar konstantrastiyasi bilan temperatura bog'liqligini ko'rib o'tamiz:

$$\ln n = f(1/T) \quad (2)$$

1-4 uchastka aralashmaning ionizastiya energiyasini ko'rsatadi. Temperaturaning yana oshishi aralashma hamma elektronlarining o'tkazuvchanlik zonasiga keltiradi, metall o'zining elektronlari faollashishi uchun energiya etarli emas. 4-6 uchastok aralashmaning to'yanganini (istosheniya) ko'rsatadi, 6-9 uchastka yarim o'tkazgichning xususiy o'tkazuvchanlik zonasi bo'ladi. Aralashma konstantrastiyasining yana oshishi grafikda chiziqlarning ko'tarilishini ko'rsatadi, qancha aralashma konstantrastiyasi oshsa shuncha to'yinganlik temperaturasi oshadi. Juda katta aralashma konstantrastiyasida ularning ionizastiya energiyasi 0 ga teng bo'ladi, aralashmali zona o'tkazuvchanlik zonasi bilan almashadi. Bunday yarim o'tkazgich yarim metall hisoblanadi. 3-8-9 uchastkalarda yarim o'tkazgichdagi elektronlar konstantrastiyasi doimiy bo'ladi.



3-rasm. Aralashmali yarim o'tkazgichlarda erkin zaryad tashuvchi zarrachalar konstantrastiyasining temperaturaga bog'liqlik grafifi.

Yarim o'tkazgichlarda zaryad tashuvchilarning harakatchanligi

Tashqi elektr maydonining ta'siri ostida zaryad tashuvchilar ma'lum bir harakat tezligiga ega bo'ladilar. O'rtacha tezlik v ning elektr maydon kuchlangani E ga nisbati zaryadlarning harakatchanligi deyiladi:

$$\mu = v/E. \quad (3)$$

Elektronlarning harakatchanligini μ_n va teshiklar harakatchanligini μ_p bilan belgilasak, tok zichligi quyidagicha aniqlanadi:

$$I = en_0\mu_n E + ep_0\mu_p E. \quad (4)$$

Solishtirma o'tkazuvchanlik

$$\gamma = en_0\mu_n + ep_0\mu_p. \quad \text{bo'ladi (5)}$$

Aralashmali yarim o'tkazgichlarda odatda $\mu_p < n$. bo'ladi. Yarim o'tkazgichlarda zaryadlarning harakatchanligi metallarga nisbatan ko'p bo'lishi mumkin. Yarim o'tkazgichlarda tok tashuvchi zaryadlarning harakatchanligi ular massalaring juda kamligi va o'rtacha yugurish vaqtining kattaligi bilan izohlanadi. (relaksasiya vaqti). Yarim o'tkazgichlarda tok tashuvchi zaryadlarning massasi metallardgi tok tashuvchilarning massasiga teng bo'lishi yoki ulardan katta bo'lishi mumkin. Relaksasiya vaqti zaryad tashuvchi zarrachalarning kristall tugunlari bilan to'qnashish chastotasi yoki soni bilan aniqlanadi. Chastotaning oshishi bilan relaksasiya vaqti kamayadi. Yarim o'tkazgichlarda zaryad tashuvchilarning kristall tugunlari bilan to'qnashuvlar chastotasi metallarnikiga nisbatan kam, ionli kristalllarda esa atomli kristallarga nisbatan ancha ko'p bo'ladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Yarim o'tkazgichlarning klassifikatsiyasini tushuntiring.
2. Zaryadlangan zarrachalar konsentratsiyasi temperaturaga qanday bog'liq?
3. O'ta o'tkazuvchanlik deganda nimani tushunasiz?
4. Xususiy va aralashmali o'tkazuvchanliklarga ta'rif bering?
5. Yarim o'tkazgichlarda zaryadlar harakati nimalarga bog'liq?
6. Mis, alyuminiylarning xossalari tavsiflang?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed. TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland, D.R. , P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials , 6 th edition , Cengage Learning, Stamford,

CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J. Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M. Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik. T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7. O‘.H, Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

Heidelberg. 4 th ed. 2010. R. 778.

8. William D. Callister, Jr. David G. Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed. TA403.C227 2012. USA.

9-mavzu. Yarim o'tkazgichlarda elektrofizik hodisalar.

Reja:

1. Fotoo'tkazuvchanlik. Lyuminesstenstiya. Issiqlik E. Yu. K.
2. Xoll va Gann effekti.

Tayanch iboralar.

Yutish spektri, optik kenglik, valent zona, xususiy yutish, Plank doimiysi, ektiton,

Fotoo'tkazuvchanlik.

Jismlarning energiyani yutish ko'rsatkichining λ to'lqin uzunligiga yoki foton energiyasiga bog'liqligiga jismlarning **yutish spektri** deyiladi. Yarim o'tkazgichlarda har xil energiyani yutish optik mexanizmlari bor. Xususiy yutishda elektronlar valent zonadan elektron zonaga o'tadi. Xususiy energiya yutishda taqiqlangan zonaning optik kengligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E_g^{\text{opt}} = h \frac{c}{\lambda_{\text{rp}}} = \frac{1,2398 [\text{MKM} \cdot \text{eB}]}{\lambda_{\text{rp}} [\text{MKM}]}, \quad (1)$$

bu erda λ fotonlarni yutishning chegara to'lqin uzunligi, mkm; C -vakuumdagi yorug'lik tezligi; ; h -Plank doimiysi

$$E_{gn}^{\tau}(T) = E_{gn}^{\tau}(T) - bT, \quad E_{gr}^T \text{ temperaturaga bog'liq} \quad (2)$$

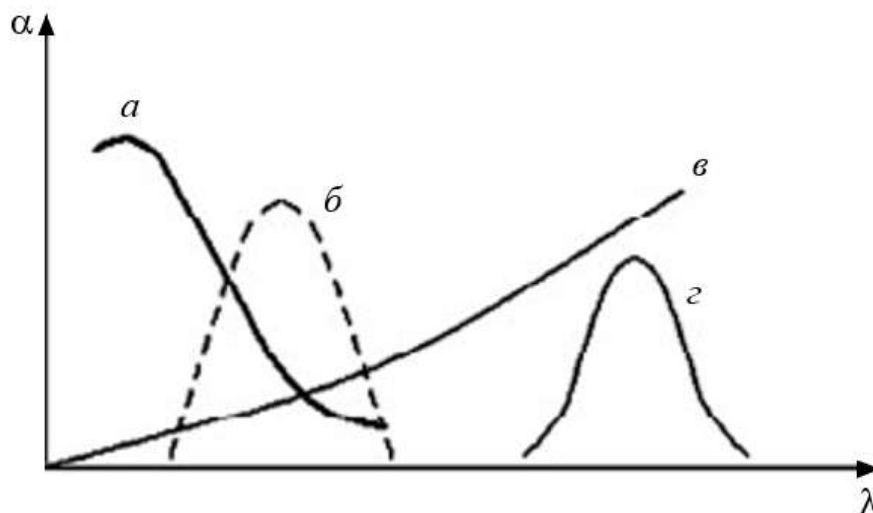
bu erda b – temperatura koeffisienti (2 – 6) 10^{-4} ev/k ga teng.

Eksiton yutuvchanlikda elektron –eksitonlarning (n + p) alohida qo'zg'alish holati vujudga keladi.

Yorug'likning zaryad tashuvchilar tomonidan yutilishi elektron va teshiklarning yuqori energiya sathlariga o'tishi bilan xarakterlanadi.

Yorug'likning aralashmali yutilishi aralashma aatomlarining ionlanishi yoki qo'zg'alishi bilan xarakterlanadi.

Faqatgina xususiy va aralashmali yutilishda yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanlik xossalari o'zgaradi. Shuning uchun bular **yorug'lik aktiv mexanizmlar** deyiladi. Yarim o'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligining yorug'lik nurlari ta'sirida o'zgarishiga fotoo'tkazuvchanlik deyiladi. (fotorezistivli effekt).



1-rasm. Yarim o'tkazgichning optik yutilish to'liq energiyasi

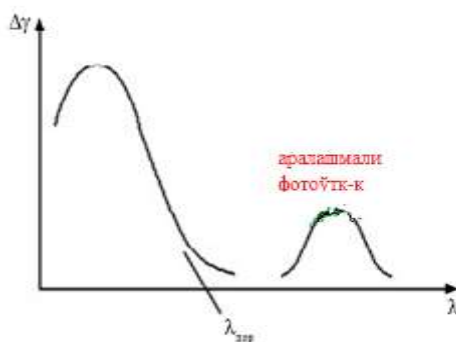
Fotoo'tkazuvchanlik yarim o'tkazgichning yorug'lik va qorong'ilikdagi o'tkazuvchanliklar farqiga miqdoriy jihatdan tengdir:

$$\Delta\lambda = \lambda_{sv} - \lambda_{tem} = e\Delta n\mu_n - e\Delta r\mu_r. \quad (3)$$

Bitta foton yutilganda hosil bo'ladigan juft zaryad tashuvchi zarrachalar soniga ichki fotoeffekt **kvant chiqishi** deyiladi. Fotoelektr aktiv zonada kvant chiqishi 1 ga teng. Yorug'lik oqimining kuchayishi bilan yorug'lik o'tkazuvchanlik to'yinishga intiladi. Yorug'lik o'tkazuvchanlikning spektral optik yutuvchanlik bilan bog'lanishi 4.4 rasmda ko'rsatilgan. Fotoo'tkazuvchanlik katta amaliy ahamiyatga ega. U inson faoliyatining turli sohalarida qo'llaniladi: tibbiyot, ekologiya, harbiy soha va boshqalar.

Lyuminesstenstiya

Lyuminesstenstiya -bu shunday elektromagnit issiqliksiz energiya tarqalishiki, bunda energiya tarqalish davri yorug'lik to'liqlari tarqalish davridan ancha katta bo'ladi. **Lyuminesstenstiya** qobiliyatiga ega bo'lgan moddalar lyuminoforlar deyiladi. **Lyuminesstenstiyan**i hosil qilish uchun jismlarni qo'zg'atish kerak. Lyuminofor jismlarni qo'zg'atish usullariga qarab quyidagi **lyuminesstenstiyalar mavjud:**



2-rasm. Yarim o'tkazgichning yorug'lik o'tkazuvchanligining spektral bog'liqligi.

1. Fotolyuminesstenstiya- yorug'lik nurlari bilan qo'zg'alish.
2. Katodolyuminesstenstiya- elektr nurlari yordamida qo'zg'alish
3. Elektrlyuminesstenstiya- elektr maydoni yordamida qo'zg'alish

Fotolyuminesstenstiya **Stoks-Lommel** qonuniga bo'ysunadi: energiya tarqalish maksimal spektri doimo energiya yutilish spektriga nisbatan uzun to'liq uzunliklari tomon siljigan bo'ladi. Biroq, optik qo'zg'alishning yuqori zichliklarida (lazer yordamida) teskari bog'liqlik bo'lishi mumkin. Bunday lyuminoforlar antistoksik lyuminoforlar deb ataladi. Ular yordamida IQ nurlanishini ko'rinadigan nurlanishga aylantirish mumkin. Yarim o'tkazgichning shu'lalanishiga sababchi aralashma atomlari **lyuminesstenstiya aktivatorlari** deyiladi. **Lyuminesstenstiya** turli maqsadlar uchun ishlatiladi:

- ko'rinmas nurlanishni ko'rinadigan nurlanishga aylantirishda (kunduzgi lampalar ultraviolet nurlarini ko'rinadigan yorug'lik nurlariga aylantiradi.)

- televidenie (katodolyuminesstenstiya),
- kompyutor displeylari
- yorug'lik diodlari, yarim o'tkazgichli lazerlar
- transprantlar, cho'g'lanadigan sxemalar .

Issiqlik elektr yurituvchichi kuch.

Metallarda bo'lgani kabi, yarim o'tkazgichlarda ham ikki materialning ulanish kontaktlarida temperaturalar farqi tufayli potentsiallar farqi paydo bo'ladi. Bu farqga issiqlik yurituvchi kuch deyiladi. Yarim o'tkazgichlarda nisbatan katta i.e.yu.k lari ularni issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan qurilmalar sifatida foydalanishga imkon beradi. Ularning asosini yarim o'tkazgichlardan tuzilgan termoelementlar tashkil etadi. Teskari effekt bu Pelte effektidir. Bu effekt termoelektrik sovutgichlar tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Xoll effekti

Bu effekt galvanomagnitlar sinfiga ta'luqli. Uning mazmuni shundaki, agar tok o'tayotgan yarim o'tkazgichni tok yo'nalishiga perpendikulyar ravishda magnit maydoniga joylashtirilsa, u vaqtda yarim o'tkazgich plastinkasing chetlarida perpendikulyar tok yo'nalishida e.yu.k hosil bo'ladi. Bundan yarim o'tkazgichning xarakteristikalarini va zaryad tashuvchilarning konstantasini aniqlashda foydalaniladi. Xoll effekti magnit induktsiyasini o'lchovchi asboblari, kontaktsiz tok o'lchash asboblari, spektr analizatorlari, modulyatorlar va fazali sezgir detektorlarning ishlash prinsipi asosida yotadi.

Gann effekti

Bu effektning mazmuni shundaki, yarim o'tkazgichga yuqori kuchlanishli doimiy tok ta'sir etilsa, unda yuqori chastotali elektr maydon to'lqinlari hosil bo'ladi. Gann effektiga asoslanib yuzlab million gerst chastotali to'lqinlar hosil qiladigan asboblari ishlab chiqariladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Fotoo'tkazuvchanlik deganda qanday fizik hodisa tushuniladi?
2. Xoll effektining fizik mazmuni.
3. Lyuminesstenstiya g'odisasing fizik mazmuni.
4. Issiqlik E.Yu.K deganda qanday fizik hodisa tushuniladi?
5. Gann effektining fizik mazmuni.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki

Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7. O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

8. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

9. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

10-Mavzu. Kremniy. Germaniy.

Reja

1. Kremniyning xossalari, olinishi va markirovkasi.
2. Germaniyning xossalari, olinishi va markirovkasi.

Tayanch iboralar.

Kremniy, mikroelektronika, integral mikrosxemalar, yassi to'g'rilagich diodlari, stabilitronlar, tiristorlar, bipolyar tranzistorlar, maydon tranzistorlar, quyosh batareyalari, yadro nurlanish detektorlari, trixlorsilan, Epitaksiya metodi.

Kremniy

Tabiatda keng tarqalgan kremniy kisloroddan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Bu mikroelektronikaning asosiy yarim o'tkazgichli materialidir. Uning asosida 70% gacha elektron qurilmalar ishlab chiqariladi. Kremniyni qo'llashning asosiy yo'nalishlari:

- elektron uskunalar va kompyuterlar uchun juda kichik o'lchamdagi integral mikrosxemalar (IC) ;
- bipolyar va maydon tranzistorlari;
- yassi to'g'rilagich diodlari;
- stabilitronlar va tiristorlar;
- 0,3 dan 1,1 mkm gacha bo'lgan to'lqin uzunligida ishlaydigan fotodiodlar;
- quyosh batareyalari;
- yadro nurlanish detektorlari
- Holl datchiklari;

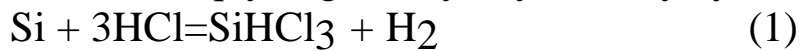
Kremniyli qurilmalar 180°C gacha bo'lgan temperaturalarda ishlashi mumkin.

Kremniyning olishi.

Asosiy xom ashyo kremnezem-kremniy oksidi (SiO_2) bo'lib, undan elektr pechlarida kremniy olinadi. Texnik kremniy Tarkibida 1 foizgacha aralashma bo'lgan mayda kristalli materialdir. Toza kremniyni olish texnologiyasi quyidagicha:

1. Texnik kremniyni oson bug'lanadigan materiallga (SiHCl_3) maxsus usullar yordamida aylantirish.
2. Oson bug'lanadigan materiallni ximiyaviy va fizikaviy iislar bilan tozalash.
3. Kremniyni metall holatiga keltirish.

4. Monokristall kremniy hosil qilish uchun oxirgi kristallik tozalashni o'tkazish. Trixlorsilan 300 do 400 °S temperaturalar intervalida quyidagi ximiyaviy reakstiya yordamida olinadi:

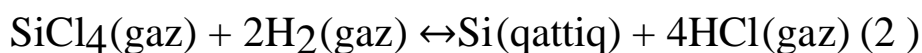


Trixlorsilan normal sharoitda 32 gradus qaynash temperaturasiga ega bo'lgan suyuqlik bo'lib, uni adsorbstiya, ekstrakstiya va rektifikastiya metodlari yordamida tozalanadi. Keyin trixlorsilan vodorod yordamida 1300 gradus temperaturagacha qizdirilgan kameralarda tiklanadi. Kremniy monokristallari tigelsiz eritish metodi yordamida olinadi. Bu metod bilan yuqori qarshilikli ($\rho=200 \text{ Om.m}$) kam aralashmali kremniy monokristallari olinadi. Aralashma sifatida fosfor va bor ishlatiladi, fosfor elektronli, bor esa teshikli o'tkazuvchanlik hosil qiladi. Kremniy yarim o'tkazgichining o'lchamlari 300 mm diametrda uzunligi 1 m bo'lishi mumkin.



1-rasm. Tigelsiz kremniyni eritish qurilmasi sxemasi.

Epitakstiya metodi bilan yarim o'tkazgichga kremniyning yupqa qatlami purkaladi. Epitakstiya metodi bu bir kristallga boshqa kristall zarrachalarini purkash yoki o'stirishdir. Eng ko'p tarqalgan texnologiya bu silan xlorni vodorod bilan tiklashdir. Bunda quyidagi reakstiya boradi:



Bu reakstiya kvarst reaktorlarida 1200 gradus temperatura ostida boradi.

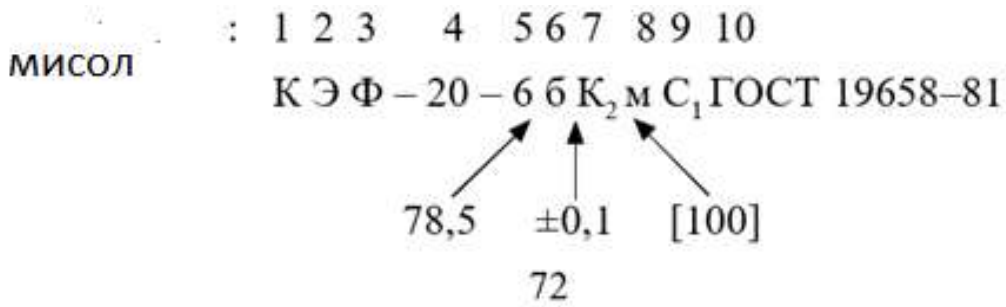
Kremniyning xususiyatlari

Kremniy olmosda kristallanadi. Kremniy atomlarida kovalent bog'lanish ustunlik qiladi. Kristallik panjara konstantasi 0,5431nm, erish temperaturasi 1414°s Kremniyning zichligi 2,33 g/sm³, o'tish taqiqlangan zonasi 1,12 ev ni tashkil qiladi. Kimyoviy jihatdan kremniy nisbatan inert, ya'ni barqarordir, Azot kislotasi va fluorvodorod kislotalarida yaxshi eriydi, oksidlanish temperaturasi (SiO₂) 900 gradusdan ortiq. 1100 gradusdan 1300 gradus temperatura oralig'ida azot bilan reakstiyaga kirib azot oksidini hosil qiladi. Uglerod bilan reakstiyaga kirib yaxshi yarim o'tkazgich xossalariga ega bo'lgan. Suyuq kremning solishtirma qarshiligi qattiq kremniyga nisbatan 30 marta kam, zichligi esa 30 foizga ortiq. Suyuq kremniyning solishtirma qarshiligi 10⁻⁴ Om.m, bunda u o'zini suyuq metall kabi tutadi. Mendeleev davriy sistemasidagi 3 gruppadagi elementlar akseptorli, 4 gruppaga kiradigan elementlar esa donorli o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi ular yarim o'tkazgichning bekr zonasida taxminan 0.05 e.v ionizastiya energiyasi hosil qiladi.

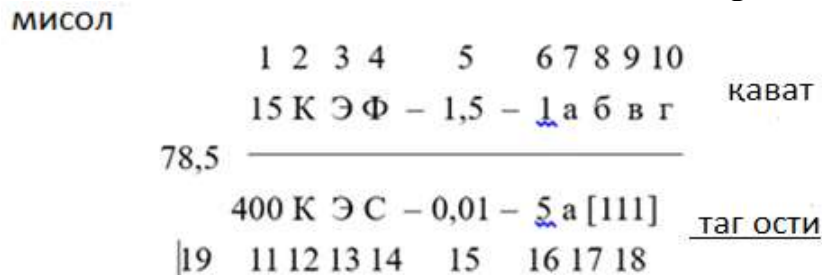
Kremniy markalari

Yarim o'tkazgich kremniyning markirovkasiga quyidagilar kiradi:

- 1) Nomi (K-kremniy)
- 2) O'tkazuvchanlik turi (E-elektron, T-teshikli);
- 3) Ligerlash uchun qo'shilgan moddalarning nomlari (B – bor, F – fosfor, C – surma);
- 4) Solishtirma elektr qarshiligining nominal qiymati (0,005 dan 80 Om.sm);
- 5) Gruppa markasi;
- 6) Monokristall diametri va uzunligi bo'yicha kichik gruppa: diametri 62,5 mm bo'lsa (a), 78,5 mm (b), 102,5 mm (C), 127,5 mm (D), 152,5 mm (D), uzunligi – 100 mm (a), 15 mm (b), 250 mm (v, g, d).
- 7) kalibrovkadan (kalibrovka — bu o'lchov asbobining ish jarayonini baholashdir, ya'ni bu asbob minimal xatoliklar bilan ishlaydi). keyin nominal diametrdan 60, 76, 100, 125, 150 mm gacha og'ish ($\pm 0/1$);
- 8) kristallografik orientastiyasi: [111]
- 9) svirl nuqsonlarining yo'qligi: C - [100] va [013] uchun, C – [111] uchun;
- 10) Davlat standarti.(GOST)



Ba’zida kristall markirovkasiga "M" harfi qo‘shiladi, bu monosilan metodi bilan tayyorganligini bildiradi, "B" – tigelsiz zonalarini eritish (BKE-2A). TU bo‘yicha epitaksial qatlamlar n–n+, n–p, p–n+ ni bildiradi, bu erda birinchi indeks–bu yarim o‘tkazgichli qatlamning elektr o‘tkazuvchanligi va ikkinchi indeks – podlojki. "+" Belgisi yarim o‘tkazgich yaxshi legirovka qilinganini bildiradi. Integral mikrosxemalar (IMC) uchun markirovkada kasr / belgisi bor.



1,11-qalinlik, mkm; 2,12-nomi (K-kremniy)–; 3,13-o‘tkazuvchanlik turi (e-elektron, t-teshik); 4,14-legirovka moddasi (B-bor, F-fosfor, C – surma); 5,15-solishtirma elektr qarshiligining nominal qiymati (0,005 dan 80 gacha Om sm); 6.16 – gruppа marka; 7.17 – monokristall diametr iva uzunligi: diametri 62,5 mm (a), 78,5 mm (b), 102,5 mm (v), 127,5 mm (g), 152,5 mm (d); uzunlik – 100 mm (a), 15 mm (b);(250 mm (v,g,d); 8, 9, 10 –solitirma elektr qarshiligining normadan og‘ishi va o‘lchamlar; 18-kristallografik orientastiya; 19 – diametr(mm). Qurilmalardagi kremniy sirtini unga SiO₂ himoya moddasi surtiladi. Katta integral mikrosxemalarni (BIM) ishlab chiqarishda yarim o‘tkazgichli polikristalli kremniy keng ishlatiladi.Undan rezistorlar, tranzistor elementlari tayyorlanadi. Shunday qilib, monokristalli va polikristalli kremniy elementlarining kombinastiyasining qo‘llanilishi natijasida elementlarning zichligi va IS tezligi oshiriladi. Polikristalli kremniyning o‘tkazuvchanligini oshirish uchun u legirovka qilinadi.

Germaniy

Germaniy eng ko‘p tarqalgan avval ochilgan yarim o‘tkazgichli materiallardan biridir va u quyidagi maqsadlarda qo‘llaniladi:

- ishchi toki 0,3 dan 1000 A gacha bo'lgan yassi to'g'rilagichli diodlarda;

- tranzistorlarda

–diodlarda;

- varikaplarda (sig'imi o'zgaruvchan yarim o'tkazgichli diod);

– Xoll datchiklari va boshqa sezgir magnit qurilmalar uchun

Germaniyning asosiy kamchiligi - bu nisbatan past ishchi temperaturasidir. (60 °C yuqori emas).

Germaniyning olinishi.

Germaniy olshning asosiy manbalari rux ishlab chiqarishning ikkilamchi mahsulotlari Cu–Pb–Zn lardir. Xom ashyo xlorlanib, gidroliz orqali GeO₂ olinadi.



Keyin germaniy elektr pechlarida vodorod bilan tiklanadi va 650, 700 gradus stelsiy temperaturalarda olinadi. Bundan tashqari, sifatining yaxshilanishi uchun legirovka qilinadi.



Germaniyning xususiyatlari

Germaniy metallarday yaltiroq, qattiq va mo'rtdir. Uning erish temperaturasi 936 °C, zichligi 5,3 g/sm³. Uning kristali olmos strukturaga ega bo'lib, kristall panjarasi davri 0,5666 nm, berkituvchi qatlam kengligi 300 kelvinda panjara davri 0,665 ev. Xona temperaturasida kimyoviy jihatdan chidamli va 650 gradus dan yuqori temperaturada (GeO₂) oksidlanadi. Xona haroratida kristalli germaniy suvda va sulfat kislotasida erimaydi. Aralashma HNO₃ + HF da va H₂O₂ eriydi. (vodorod perekisi). Qaynash temperaturasigacha grafit va kvarst bilan reakstiyaga kirishmaydi, vodorodni 4.10²⁴ m⁻³ konstantstiyagacha yutadi. 200 K dan yuqori harorat uchun quyidagi tenglik to'g'ri bo'ladi:

$$\Delta E = 0,782 - 3,9 \cdot 10^{-4} T. \quad (5)$$

$\lambda > 1,8$ mkm intervalda nurlanish uchun shaffof bo'ladi.

Legirovkada donorli va akseptorli o'tkazuvchanlik hosil qilish uchun 5 va 3 gruppadagi quyidagi elementlar ishlatiladi: As, Sb, Bi; Al, Ga, In. Xususiy o'tkazuvchanligi 50 gradus temperaturada namoyon bo'ladi. Bunda aralashma konstantstiyasi (8.10⁹ m⁻³)ga teng bo'ladi. Solishtirma qarshiligi qattiq holatda 20⁰ S da 0,47 Om.m,

($6,5 \cdot 10^{-7}$ Om .m) suyuq holatda

Takrorlash uchun savollar:

1. Kremniyning xossalarini tushuntiring.
2. Kremniy qanday usul bilan olinadi?
3. Kremniyning markirovkasini tushuntiring.
4. Germaniyaning xossalarini tushuntiring.
5. Germaniy qanday usul bilan olinadi?
6. Germaniyaning markirovkasini tushuntiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obšč. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7. O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

11-Mavzu. Murakkab yarim o'tkazgichlar.

Reja:

1. Yarim o'tkazgich- $A^{II}B^{VI}$
2. Yarim o'tkazgich- $A^{IV}B^{VI}$

Tayanch iboralar.

Sulfidlar, selenidlar, tellur kadmiy, tellur rux, tellur simob, sulfid rux, lyuminofor, sulfid kadmiy, o'ta o'tkazuvchanlik, lazerlar, berkituvchi qatlam, Xoll datchiki, xlor, mis.

$A^{II}B^{VI}$ i TRZ yarim o'tkazgichlariga sulfidlar, selenidlar, tellur kadmiy, tellur rux va tellur simob kiradi. Ular kub shaklidagi sfaleritva geksagonal vyurstit shaklida kristallanadi. Quyidagi jadvalda ulardan ba'zi birlarining berkituvchi qatlam chegaralari keltirilgan:

1-жадвал
 ΔE берkitувчи қатлам
 $A^{II}B^{VI}$ ярим ўтк-ч

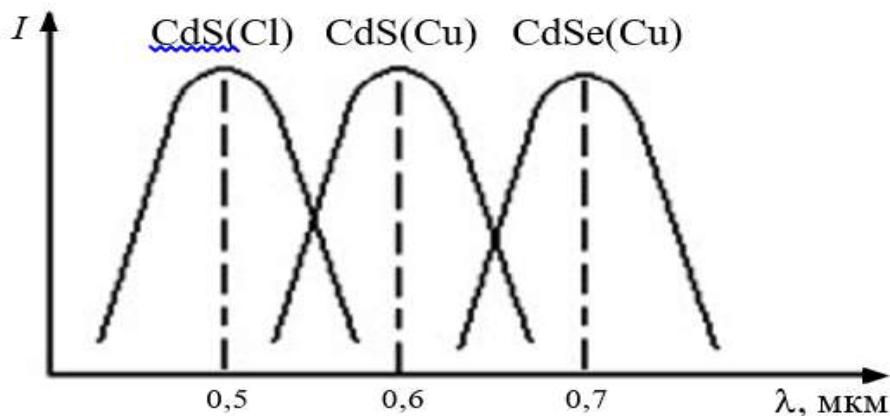
$A^{II}B^{VI}$	ΔE , эВ	$A^{II}B^{VI}$	ΔE , эВ	$A^{II}B^{VI}$	ΔE , эВ
ZnS	3,7	ZnSe	2,73	ZnTe	2,23
CdS	2,5	CdSe	1,85	CdTe	1,51
HgS	1,78	HgSe	0,12	HgTe	0,08

ZnS, ZnSe, CdS, CdSe, HgS, HgSe yarim o'tkazgichlari n tipidagi o'tkazuvchanlik, ZnTe yarim o'tkazgichi p tipidagi o'tkazuvchanlik, CdTe va HgTe yarim o'tkazgichlari ham n ham p tipidagi o'tkazuvchanlik bo'lishi mumkin.

Bularning o'tkazuvchanligi issiqlik bilan ishlov berish orqali o'zgartirilishi mumkin. Masalan, CdS ni S bilan ishlov berishda kadmiy selenidning o'tkazuvchanligini 10 darajaga kamayadi. Ularni olish qiyin, chunki ular yuqori erish temperaturalariga ega. $A^{II}B^{VI}$ yarim o'tkazgichini odatda elektroximiyaviy metod yo'li bilan oladilar. Sanoatda eng ko'p qo'llaniladigan turlari ZnS va CdS dir. Sulfid rux lyuminofor bo'lib teleekranlarda keng ishlatiladi. Agar mis bilan aktivastiya qilinsa yashil yoki ko'k rangda ekran shu'lalanadi. Rux sulfid ZnS (marganest) bilan to'yintirilsa sariq rang bilan ekran shu'lalanadi. ZnS asosida tayyorlanadigan lyuminoforlarning asosiy kamchiligi elektroliz prestessini tezlashtiradigan ion bog'lanish tufayli asboblarning ishdan chiqishi (degradastiyasi) tezlashadi. Sulfid kadmiy CdS sezgirligi yuqori bo'lgan fotorezistorlar uchun asosiy material hisoblanadi. Unga xlor va misning qo'shilishi sezgirlikni yanada

oshiradi. Kadmiy sulfidni gidroximiya usulida plyonka shaklida olinadi. Mis shuningdek uning o‘tkazuvchanligini ham oshiradi. HgSe, HgTe yarim o‘tkazgichlar yuqori sezgirlikka ega bo‘lgan Xoll datchiklarini tayyorlash uchun tayyorlanadi.

$A^{II}B^{VI}$ aralashmalar yarim o‘tkazgichli lazerlar uchun eng kerakli yarim o‘tkazgichlardir. Cd Zn S, Cd Zn Se i CdS Se lar quyosh energetikasida keng ishlatiladi. TRZ $Cd_xHg_{1-x}Te$ (KRT) mteriallar ham asosiy komponentlar bo‘lib, harbiy sohalarda, medistinada va boshqa sohalarda keng ishlatiladi.



1-rasm. CdS va CdSe asosida tayyorlangan, hamda Cl va Cu lar bilan aktivlashtirilgan fotorezistorlar spektrlarining fotosezgirliklari.

$A^{IV}B^{VI}$ yarim o‘tkazgichli birikmalar.

Bularga asosan sulfidlar, selenidlar va qo‘rg‘oshin, qalay tellurlari kiradi. PbS, PbSe, PbTe, SnS, SnSe i SnTe. Bu yarim o‘tkazgichlar infraqizil datchiklar uchun asosiy material sifatida ishlatiladi. Asosiy xususiyatlari jadvalda keltirilgan. Qo‘rg‘oshin bu yarim o‘tkazgichning elektron o‘tkazuvchanligini, xalkogen esa teshikli o‘tkazuvchanligini hosil qiladi. O‘ta o‘tkazuvchanlik 7,2 K dan past haroratlarda qayd etilgan

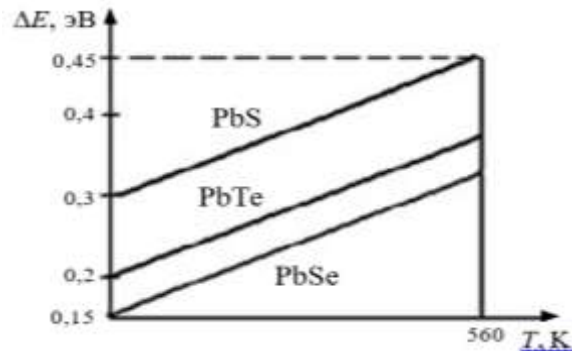
Асосий харак-калар

2-жадвал

PbS, PbSe, PbTe

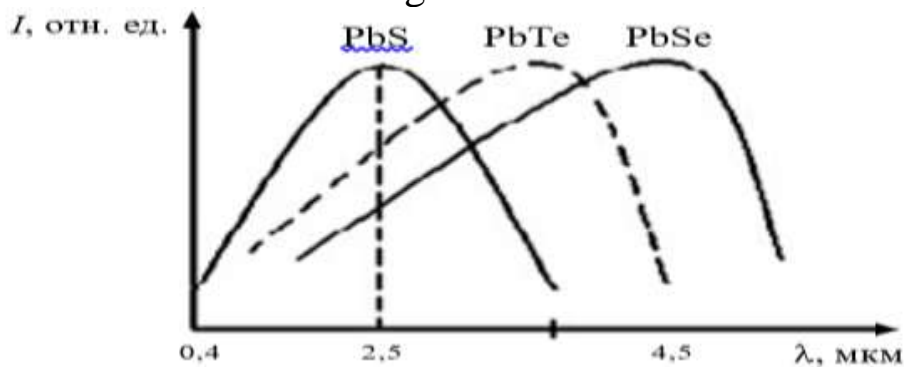
Бирикмалар	Пажара даври	Зичлик	Эриш температура си	Беркит-чи қат кенглиги (ΔE), эВ
PbS	0,5940	7,61	1114	0,40
PbSe	0,6120	8,15	1076	0,27
PbTe	0,6460	8,16	917	0,32

Qo'rg'oshin xalkogenidlarining o'ziga xos xususiyati-bu berkituvchi qatlamning harorat koeffitsientlarining g'ayritabiiy qiymatlari, ya'ni. harorat oshishi bilan berkituvchi qatlam kengligining oshishi ΔE : $d\Delta E/dT = 3,3 \cdot 10^{-4}$ [eV/K] dlya PbS, $d\Delta E/dT = 4,0 \cdot 10^{-4}$ [eV/K] uchun PbSe $d\Delta E/dT = 4,3 \cdot 10^{-4}$ [eV/K]



2-rasm. PbS, PbSe, PbTe murakkab yarim o'tkazgichlari berkituvchi qatlam kengligining temperaturaga bog'liqligi.

Qo'rg'oshin xalkogenidlari uchun spektral sezgirlikning o'ng chegarasi temperatura kamayishi bilan uzun to'lqinlar oblasti tomon siljiydi. gidroximiya sintezi yo'li bilan, hamda vakuumli purkash usuli bilan olinadi. suvli muhitdan gidrokimyoviy sintez, shuningdek vakuumli purkash yo'li bilan (masalan, PbTe) olinadi. PbS infraqizil spektr oblastlarida fotopriyomniklar uchun eng yaxshi materialdir (0,6-3,0 mk) va o'rta infraqizil oblastlar uchun PbSe 5,0 mikrongacha (rasm 3). Ular fotorezistorlardir. Qo'rg'oshin xalkogenidlarida spektral sezgirlikning o'ng chegarasi haroratning pasayishi bilan uzun to'lqin uzunligiga oblasti tomon siljiydi. $A^{IV}B^{VI}$ aralashmalar lazerlar, termoelementlar va termoelektr generatorlar uchun ishlatiladi.



3-rasm. 300K temperaturada PbS, PbSe, PbTe murakkab yarim o'tkazgichlarning spektral sezgirligi.

TRZ $Cd_xPb_{1-x}S$, yarim o'tkazgich i optoelektronikaning asosiy komponentlaridan hisoblanadi. Bu yarim o'tkazgich 8-14 mkm shaffoflik oynasida ishlaydi. U monokristallar bo'lib, epitaksial plyonka shaklida ishlab chiqariladi. Noyob belgisi-tarkib o'zgarishi bilan berkituvchi zona energiyasining yoki kengligining o'zgarishidir. TRZ $Cd_xPb_{1-x}S$, ning tarkibida SnTe qo'shilsa unda r tipidagi o'tkazuvchanlik hosil bo'ladi. Bu yarim o'tkazgich asosida maksimal nurlanish to'lqin uzunligi 30 mkm bo'lgan lazerlar ishlab chiqariladi. TRZ Pb Hg Seyarim o'tkazgichining berkituvchi qatlam kengligi 28 ev bo'lib texnikaning ko'p sohalarida keng ishlatiladi.

Takrorlash uchun savollar

1. $A^{II}B^{VI}$ yarim o'tkazgichlariga qanday murakkab birikmalar kiradi?
2. $A^{IV}B^{VI}$ yarim o'tkazgichlariga qanday murakkab birikmalar kiradi?
3. Sulfid kadmiy kanday material hisoblanadi va u qanday maqsadlarda ishlatiladi?
4. $A^{II}B^{VI}$ yarim o'tkazgichlarining elektr o'tkazuvchanligini qanday o'zgartirish mumkin?
5. Qo'rg'oshin xalkogenidlarining o'ziga xos xususiyati nimadan iborat?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federatsii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.
3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.
4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.
5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.
6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.
7. O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

12-Mavzu. Dielektriklar. Dielektriklarning klassifikatsiyasi va asosiy xossalari.

Reja:

1. Dielektriklarning klassifikatsiyasi
2. Dielektriklarning asosiy xossalari.

Tayanch iboralar.

Qutblanish, gazsimon modda, berkituvchi qatlam, dielektriklar, solishtirma elektr qarshilik, boshqariladigan dielektriklar, xotira elementlari, datchiklar, tebranishlar generatorlari, dielektrik kirituvchanlik, elektronli qutblanish, ion qutblanish, dipolli relaksatsiya qutblanishi, ion- relaksatsiya qutblanishi, rezonans qutblanishi, migratsiya qutblanishi, o'z-o'zidan qutblanish.

Qutblanish qobiliyatiga ega bo'lgan qattiq, suyuq gazsimon moddalarga dielektriklar deyiladi. Ushbu atama Faradey tomonidan kiritilgan. Boshqa ta'rifga ko'ra, dielektriklar bu solishtirma elektr qarshiligi 10^6 do 10^{16} Om.m oralig'ida bo'lgan yoki berkituvchi qatlam kengligi ΔE 3 ev dan katta bo'lgan moddalardir.

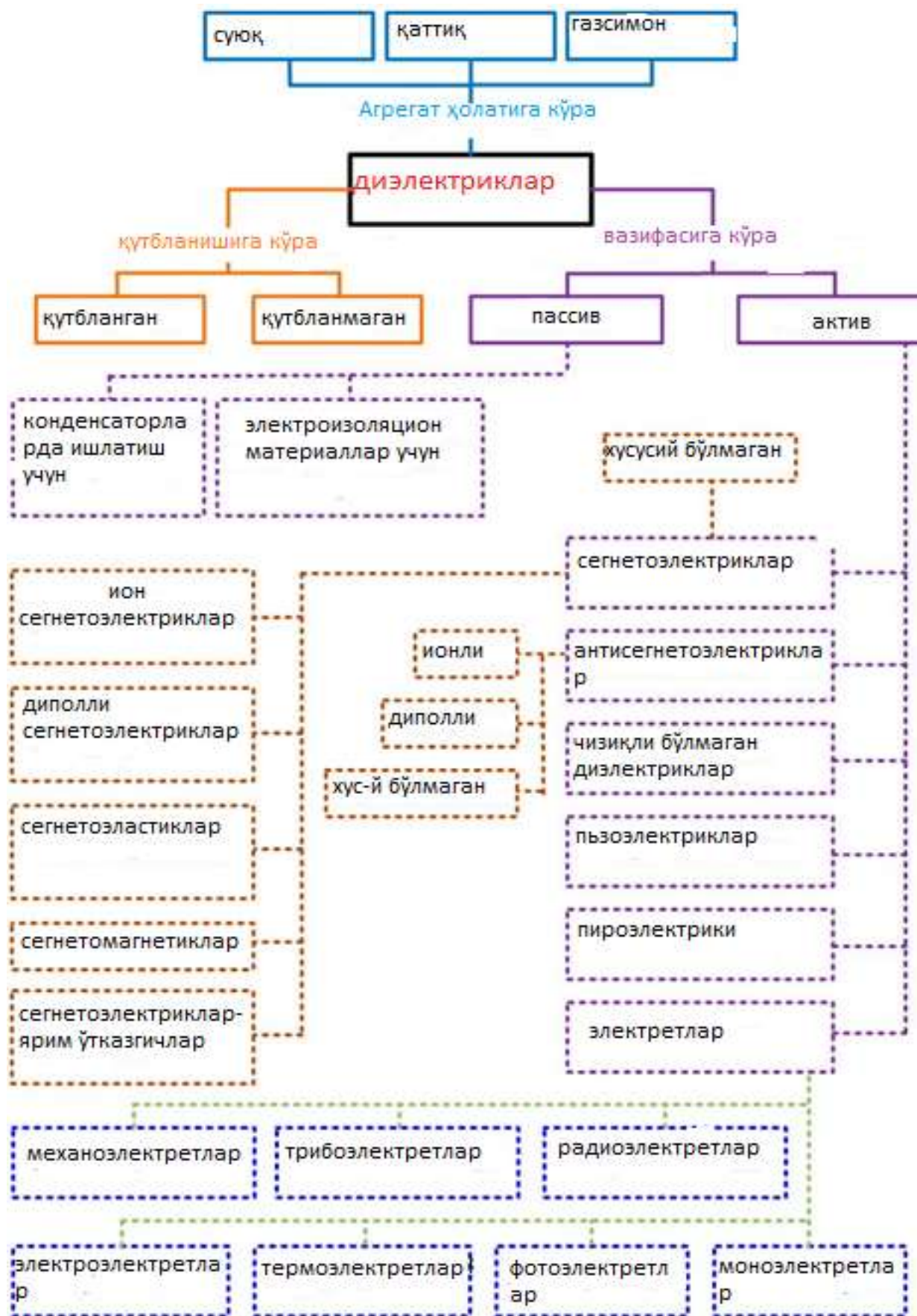
Dielektriklarning klassifikatsiyasi va xossalari.

Dielektriklar 2 ta gruppaga bo'linadi:

- 1) Elektr izolyatsiyali va kondensator materialli (passiv dielektriklar).
- 2) Boshqariladigan dielektriklar (aktiv dielektriklar).

Elektr izolyatsiyasi va kondensator materialli dielektriklarga qo'yiladigan talablar har xil: birinchisi uchun dielektrik kirituvchanlik juda kichik, ikkinchisi uchun, aksincha, katta bo'lishi kerak. Boshqariladigan dielektriklar vazifasiga qarab bir necha turlarga bo'linadi. Masalan quvvat signallarini kuchaytirish uchun, xotira elementlari, datchiklar, tebranishlarning generatorlari va boshqalarni yaratish uchun ishlatiladigan dielektriklar.

Dielektriklarning klassifikatsiyasi ularning tuzilishi va xususiyatlariga asoslanadi. (1-rasm)



1-rasm. Dielektriklarning klassifikastiyasi

Dielektrlarning qutblanishi deganda dielektrik istalgan bir qismining elektr momentiga ega bo'lishligidir. Tashqi elektr maydonining ta'siri ostida qutblanish, mexanik kuchlanishlar ta'siri ostida, bexosdan qutblanish turlari mavjud. Dielektrlarning elektr maydonida qutblanishi nisbiy dielektrik kirituvchanlik bilan xarakterlanadi:

$$\epsilon = S_d / S_0, \quad (1)$$

(S_d) kondensator sig'imi

(S_0) kondensatorning vakuumdagi sig'imi yoki geometrik sig'im

Absolyut dielektrik kirituvchanlik quyidagicha aniqlanadi:

$$\epsilon_a = \epsilon_0, \quad (2)$$

(ϵ_0) doimiy koeffitsient bo'lib, quyidagiga teng: $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ f/m (const)}$

Qutblanishda dielektrikning sirtida zaryadlar paydo bo'ladi va bu moddaning ichida maydon kuchlanishining kamayishiga sabab bo'ladi.

Qutblanishning asosiy parametri bu dielektrikning qutblanganligidir.

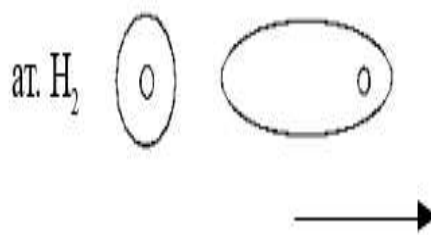
$$P = dp/dV \quad (3)$$

Dp birlik elektr zaryadi

dV birlik hajm

Qutblanishning turlari.

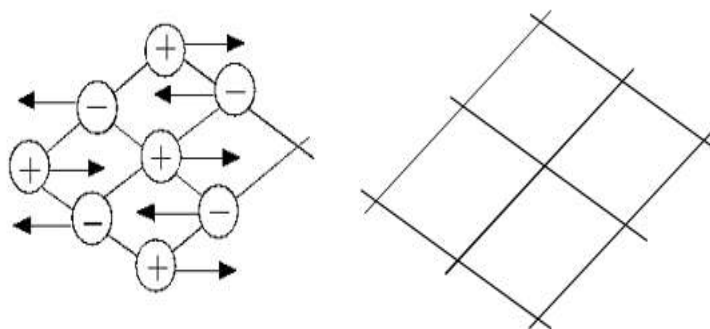
Elektronli qutblanish bu qutblanishni **oniy qutblanish** ham deyiladi, chunki, atom va ionlar elektron qobig'ining juda qisqa vaqt ($\tau = 10^{-15} \text{ s}$) ichidagi siljishi natijasida bunday qutblanishlar hosil bo'ladi. Bunday qutblanishlar barcha dielektrlarda uchraydi.



2-rasm.

Elektronli qutblanish

Ion qutblanish kristall panjaradagi ionlarning panjara davridan kichik bo'lgan masofaga siljishi natijasida yuz beradi. Ionlarning siljish vaqti ($\tau = 10^{-13} \text{ s}$) juda kichik bo'ladi.

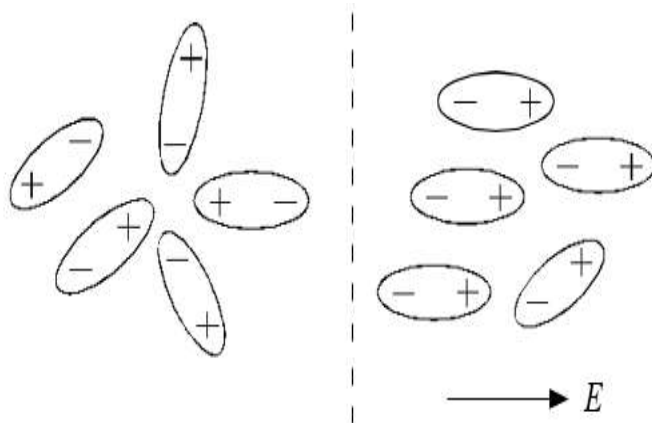


3-rasm.

Ion qutblanish

Dipolli relaksastiya qutblanishi.

Bunday qutblanish dipol momentlarining dielektrikda bir xil yoʻnalishni egallashi natijasida yuz beradi. Bunday qutblanish suyuq, qattiq organik dielektriklarga xosdir. Relaksastiya vaqti bu shunday vaqtiki, bu vaqt ichida dielektrikning qutblanishi issiqlik taʼsirida 2,7 marta kamayadi.



4-rasm

Dipolli relaksastiya qutblanishi.

Ion- relaksastiya qutblanishi.

Bunday qutblanish ionlar kristall panjara davridan katta masofalarga siljishi natijasida yuz beradi. Tashqi elektr maydoni taʼsiri ketgandan keyin ionlar yana avvalgi holatini egallaydi.

Elektron- relaksastiya qutblanishi.

Bu ham xuddi ion- relaksastiya qutblanishi singari faqat ion oʻrnida elektronlar siljiydi.

Rezonans qutblanishi.

Bunday qutblanish ion va elektronlarning xususiy chastotalari tashqi

yoritilayotgan yorug'lik chastotalariga teng bo'lganda yuz beradi, bunda dielektrikning elektromagnit energiyani yutish qobiliyati keskin oshadi. Dielektrik kirituvchanlikning (ϵ) chastota o'zgarishi bilan o'zgarishiga **dispersiya hodisasi** deyiladi.

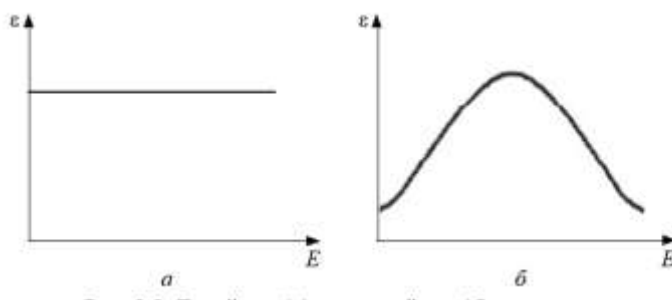
Migratsiya qutblanishi.

Bunday qutblanish strukturasi va o'tkazuvchanligi jihatidan bir xil bo'lmagan va tarkibida elektr o'tkazuvchan aralashmalari bo'lgan dielektrlarda yuz beradi.

O'z-o'zidan qutblanish.

Bunday qutblanish segnetik tuz xossalariga ega bo'lgan bir gruppada materiallarda ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) yuz beradi. Tashqi elektr maydonining dielektrik kirituvchanligiga bog'lanishiga qarab, dielektrlar **chiziqli va chiziqli bo'lmagan yoki aktiv** dielektrlarga bo'linadi.

Chiziqli dielektrlar bir necha gruppaga bo'linadi.



A) chiziqli

b) chiziqli bo'lmagan yoki
aktiv

5-rasm. Dielektrlarning turlari

Polyar yoki dipol dielektrlar- bular organik suyuq va qattiq dielektrlar bo'lib, bir vaqtning o'zida ham elektronli, ham dipol-relaksatsion qutblanishga ega bo'lgan dielektrlardir. (nitrobenzol, fenol-formaldegidnye smoly, xloruglevodorodny, kapron).

Ion dielektrlar – bu qattiq organik moddalardir. Bularga ionli va elektronli qutblanishga ega bo'lgan kvarst, slyuda, korund va boshqalar kiradi.

Ionli, elektronli va relaksatsionli qutblanishga ega bo'lgan neorganik shishalar, keramikaning turli xillaridir. Moddalarning dielektrik kirituvchanligiga ularning agregat holatlari katta ta'sir qiladi.

Gazlar juda kam qutblanadi, ularning dielektrik kirituvchanligi 1 ga yaqin va gazlarda ($\epsilon \approx n_2$) tenglik o'rinli bo'ladi. Bu erda n gazning

sindirish ko'rsatkichi. Gazlarda qutblanish yo elektronli, yo dipolli bo'ladi. Gaz molekulasi diametri qancha katta bo'lsa dielektrik kirituvchanlik ham shuncha katta bo'ladi va u gazning bosimiga to'g'ri proporsional, temperaturasiga esa teskari proporsional. Havo uchun dielektrik kirituvchanlik 1,0006 ga teng.

Suyuqliklar qutblangan va qutblanmagan molekulalaridan iborat bo'lishi mumkin. Qutblanmagan molekulali dielektriklar uchun ($\epsilon \approx n_2$) o'rinlidir, dielektrik kirituvchanlikning qiymati 2,5 dan oshmaydi, bu dielektriklar uchun elektronli qutblanish xarakterli. Qutblangan molekulali dielektriklar uchun esa elektronli va dipol-relaksatsiyali qutblanish o'rinlidir. Elektr dipolining zaryadi qancha katta bo'lsa, dielektrik kirituvchanlik ham shuncha katta bo'ladi. Yuqori chastotalarda (10^9 Gst) dielektrik kirituvchanlik kamayadi. Suv uchun dielektrik kirituvchanlik 60 dan 85 gacha bo'ladi.

Qattiq dielektrlarda qutblanishning barcha turlarini uchratish mumkin. Eng kam dielektrik kirituvchanlik **qutblanmagan** molekulalaridan iborat qattiq dielektrlarda uchraydi. (Elektronli qutblanish, , ($\epsilon \approx n_2$) Parafin uchun dielektrik kirituvchanlik 2,0, oltingugurt uchun 3,8, olmos uchun 5,7 ga teng. Ion kristallikka ega bo'lgan qattiq dielektrlarning dielektrik kirituvchanliklari katta bo'ladi. Korun (Al_2O_3) da dielektrik kirituvchanlik 10 ga, titan oksidda (TiO_2) 110 ga, CaTiO_3 uchun 150 ga shisha uchun 4dan 20 ga teng. Qutblangan organik dielektrlarning dielektrik kirituvchanliklari temperatura va chastotaga qattiq bog'langan bo'ladi.

Takrorlash uchun savollar:

1. Dielektrlarga ta'rif bering.
2. Dielektrlar turlarini sanab bering.
3. Dielektrlar klassifikatsiyasini tavsiflab bering.
4. Dielektrlar kirituvchanlikni tushuntiring va formulasini yozing.
5. Dielektrlarning qutblanganligi formulasini yozing.
6. Dielektrlarning qutblanish turlarini sanab o'ting va tushuntiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i

- nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.
 3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.
 4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.
 5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.
 6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

13-Mavzu. Dielektriklarning elektr o'tkazuvchanligi.

Reja:

3. Dielektrlarda qutblanish toklari.
4. Dielektrlarning volt-ampere xarakteristikasi.

Tayanch iboralar.

Absorbtsiyali toklar, Dielektrlarning qutblanishi, Tarqalish (utechka) toki, hajmiy qarshilik, sirt qarshilik, Om qonuni, ultrabinafsha nurlari, rentgen nurlari, adsorblangan suv.

Dielektrlarning qutblanishi qutblangan yoki siljish toklarini paydo qiladi. Elektron va ion qutblanishda tok oqimlari juda qisqa muddatli bo'lib, qurilmalar tomonidan qayd etilmaydi. Qutblanishning relaksatsiyali turlarida siljish toklari **absorbtsiyali toklar** deyiladi

$$(I_{\text{abs}}).$$

O'zgarmas kuchlanishda elektr toklari faqat zanjirni tok manbaiga ulash va uzish paytida paydo bo'ladi. O'zgaruvchan kuchlanishda esa elektr toki berilgan kuchlanish qo'llaniladigan butun davr davomida mavjud bo'ladi. Agar dielektrlarda erkin zaryadlar mavjud bo'lsa, ularda kesib o'tuvchi (skvoznoy) elektr toklari paydo bo'lishi mumkin.

Tarqalish (utechka) toki quyidagiga teng bo'ladi:

$$I_t = I_{\text{abs}} + I_{k.o'} \quad (3)$$

Ko'pgina dielektrlarda elektr o'tkazuvchanlik ionli, kam hollarda elektronli bo'ladi. Qattiq dielektrlarda hajmiy va sirt elektr o'tkazuvchanligi bo'ladi, shuningdek solishtirma hajmiy qarshilik ρ_v va solishtirma sirt qarshiligi ρ_s ni ajratish mumkin.

$$\rho_v = RS/h, \quad (4)$$

bu erda R- hajmiy qarshilik; S – elektrodning yuzasi ; h-namunaning qalinligi.

ρ_s har qanday o'lchamdagi kvadratning qarshiligiga son jihatdan tengdir:

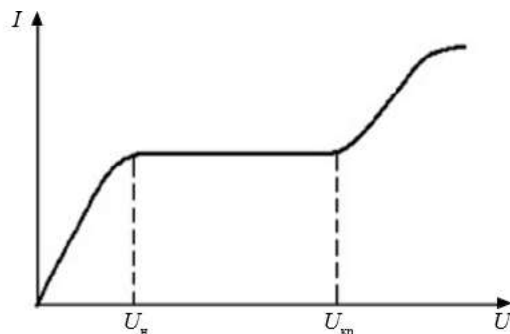
$$\rho_s = R_s d/l, \quad (5)$$

bu erda R_s - kengligi d va elektrodlararo masofa l bo'lgan namunaning yuzaki sirt qarshiligi. $1/\rho_v$ va $1/\rho_s$ qiymatlari hajmiy

solishtirma va sirt o'tkazuvchanliklar ρ_V va ρ_S deb nomlanadi. To'la o'tkazuvchanlik hajmiy va sirt solishtirma o'tkazuvchanliklarning yig'indisidan iborat bo'ladi. Dielektriklarning elektr o'tkazuvchanligi ularning agregat holatiga, atrof-muhit harorati va namligiga bog'liq.

Dielektrikning kuchlanish ostida uzoq vaqt ishlashi natijasida I_{skel} kamayishi yoki ko'payishi mumkin. Bu elektron qobiq yoki dielektrikning kuchlanish ostida "qarish" jarayonlari bilan bog'liq. Agar gaz ionlashmagan bo'lsa, unda gazlarning elektr o'tkazuvchanligi juda kam bo'ladi. Ionlanish tashqi (ultrabinafsha, rentgen nurlari, isitish) va zarba (elektr maydoni tomonidan tezlashtirilgan gaz zarralarining to'qnashuvi) natijasida bo'lishi mumkin.

U_t to'yinganlik kuchlanishidan oldin Om qonuni bajariladi. Tok qiymatining kuchlanishning eng yuqori qiymatiga mos ravishda o'sishiga zaryadlangan zarralarning rekombinastiyasi to'sqinlik qiladi. Keyinchalik, tok yana o'sishni boshlaydi.



6-rasm. Dielektriklarning volt-ampere xarakteristikasi

Suyuq dielektriklarning elektr o'tkazuvchanligi dissostiyalanuvchi aralashmalar molekularining tuzilishi, suyuqlikning o'zi dissostiyalanish ehtimoli, shuningdek kolloid va boshqa yirik zarralar tufayli ham bo'lishi mumkin.

Dielektrik kirituvchanlikning oshishi bilan suyuqlikning elektr o'tkazuvchanligi ham oshadi. Kuchli qutblangan suyuqliklar ionli elektr o'tkazuvchanligi bo'lgan o'tkazgichlardek bo'ladi. Suyuqlikning elektr o'tkazuvchanligi haroratga juda bog'liq bo'lib, uning o'sishi bilan ortadi. Qattiq dielektriklarning elektr o'tkazuvchanligi erkin elektronlar, ionlar va aralashmalar tufayli bo'ladi. Elektr o'tkazuvchanlikning turi eksperimental ravishda aniqlanadi. Elektronlarning harakatchanligi ionlarning harakatchanligidan 9-12

marta kattaroqdir. Kristali ionli panjarasi bo'lgan jismlarda elektr o'tkazuvchanlik ionlarning valentligiga bog'liq. NaCl kristalida solishtirma elektr o'tkazuvchanlik magniy va alyuminiy (MgO , Al_2O_3) oksid kristallariga nisbatan ko'p. Anizotrop kristallarda solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ning qiymati uning o'qlari yo'nalishlariga bog'liq. Masalan kvarst kristalida solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymati asosiy o'q yo'nalishida shu o'qqa perpendikulyar yo'nalishga nisbatan 1000 baravar ko'p. Molekulyar panjarali kristall jismlarda (oltingugurt, olmos) solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymati kichik va asosan kristall tarkibidagi aralashmalarga bog'liq. G'ovakli dielektrlarda adsorblangan suv solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymatining oshishiga sabab bo'ladi. Agar jismning tarkibida eruvchi aralashmalar (elektrolitlar) mavjud bo'lsa, namlik solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymatini yanada oshiradi.

Sirt solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymati ko'p jihatdan kristall namligiga, uning tarkibi tozaligiga va turli xil sirt nuqsonlariga bog'liq. Namlikning adsorbtsiyasi dielektrikning tabiati bilan bog'liq bo'lganligi sababli, sirt solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning o'sishi bu holatda dielektrikning o'zining xususiyati sifatida qaraladi. Bunga havoning nisbiy namligi katta ta'sir ko'rsatadi.

Moddaning ifloslanish darajasi gidrofobik dielektrlarga qaraganda gidrofilik dielektrlarda ko'proq ta'sir ko'rsatadi. Dielektrikning suvda eruvchanlik suv materiallarida eruvchanligi va ifloslantiruvchi moddalarga nisbatan sirtlarning adsorbtsion faolligi sirt solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymatini oshiradi.

Sirt solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymatini kamaytirish uchun dielektrlarni spirt bilan yuvish, isitish, distillangan suvda qaynatish, kremniyli organik laklar bilan qoplash kabi usullar qo'llaniladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Dielektrlarda qutblanish toklarini tushuntiring
2. Dielektrlarda tarqalish toki nimaga teng, formulasini yozing.
3. Dielektrlarda elektr o'tkazuvchanlik qanday bo'ladi?
4. Qattiq dielektrlarda solishtirma hajmiy qarshilik formulasini yozing va tushuntiring.

5. Sirt solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymati nimalarga bog'liq?
6. Dielektrlarning volt-amper xarakteristikasini tavsiflang.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.
3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.
4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.
5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.
6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddolari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

14-Mavzu. Dielektrlarda energiya isrofi.

Dielektrlarning “teshilishi” .

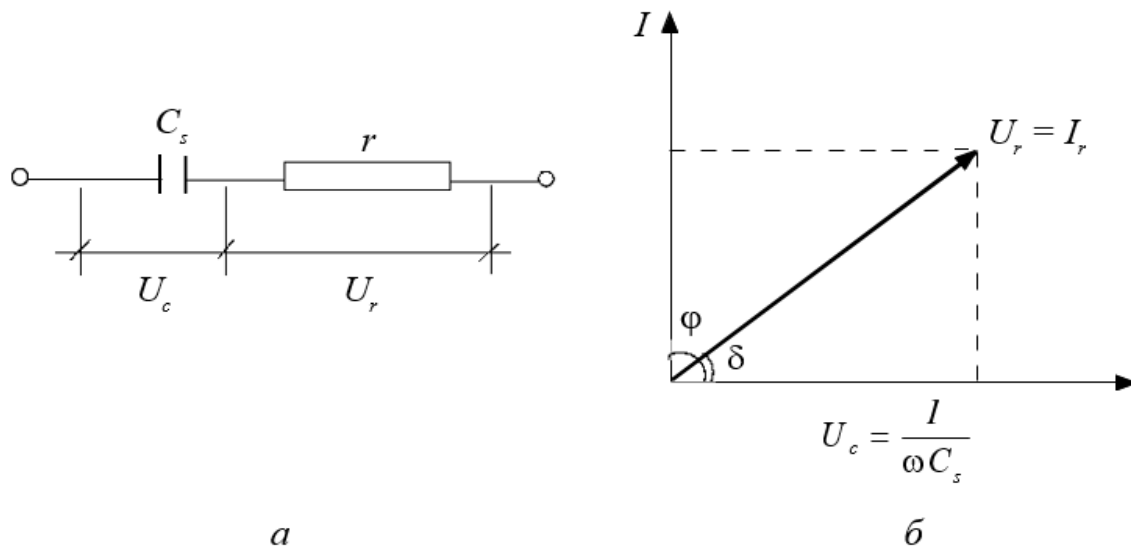
Reja:

- 1.Dielektrlarda energiya isrofi.
- 2.Dielektrlarning “teshilishi”

Tayanch iboralar. Energiya sochilishi, isrof burchagi, relaksation isroflar, rezonans isroflar, ionli isroflar, kvaziamorf moddalar, elektr mustahkamligi, dielektrikda “teshilish”, elektr “teshilish”, issiqlik “teshilish”, elektroximiyaviy “teshilish”,sirt “teshilish”, suyuq dielektrlar.

Agar dielektrikka elektr maydoni ta'sir ettirilsa, dielektrik asta-sekii qiziy boshlaydi, chunki ta'sir etayotgan energiyaning bir qismi uning qizishiga sarf buladi. Qizishga sarf bo'ladigan elektr quvvati dielektrikdagi isrof yoki dielektrikdagi **energiya sochilishi** deyiladi.

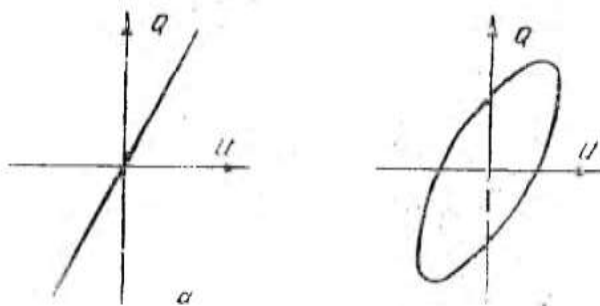
Elektr maydonida joylashgan dielektrikda sarflanadigan quvvat miqdorini aniqlash uchun dielektrikdagi isrof burchagi δ yoki shu burchakning tangensidan foydalaniladi. Dielektrik isrof burchagi deb, (1-rasm) sig‘imli zanjirdagi kuchlanish va tokning fazoviy siljish burchagini 90° gacha to‘ldiradigan burchakka aytiladi.



1-rasm.

Ideal dielektrikda tok vektori kuchlanish vektoridan 90° ga ilgarilab, bu vektorlar orasidagi isrof burchagi nolga teng buladi. Aksincha, dielektrikda energiya isrofi qancha katta bulsa, fazoviy siljish burchagi shuncha kichik burchak δ va uning tangens funkstiyasi shuncha katta buladi.

Jismning agregat holati (gaz, suyuk, va qattiq) ga qapab undagi dielektrik isrofning tabiati turlicha buladi. Dielektrikdagi isrof qutblanish tufayli sodir bo‘lganda zaryad va kuchlanish orasidagi boglanish ellips ko‘rinishiga ega bo‘ladi. Aksincha, o‘tkazuvchanlik tufayli sodir bulsa, bu bog‘lanish chiziqli o‘zgaradi. Xarakteristikadagi ellips yuzasi bir davr mobaynida dielektrikda isrof bulgan energiya mikdoriga to‘g‘ri keladi. Elektr maydon kuchlanganligining katta qiymatida yoki yuqori chastotada sodir bo‘ladigan isroflar, dielektrikda sodir bo‘ladigan ionlanish hisobiga ruy beradi.



20- rasml. Chiziqli dielektrikda zaryadning kuchlanishga bog'liqligi (a — isrofsiz holat, b — isrofli holat).

2-rasm.

Yuqori kuchlanishli qurilmalarda ishlatiladigan dielektrlarda imkon qadar dielektrik kirituvchanlik va isrof burchagi kichik bo'lishi kerak. Bu kattaliklarning qiymatlari dielektrlarning sifatini belgilaydi.

Quyidagi **dielektrik isroflar** mavjud:

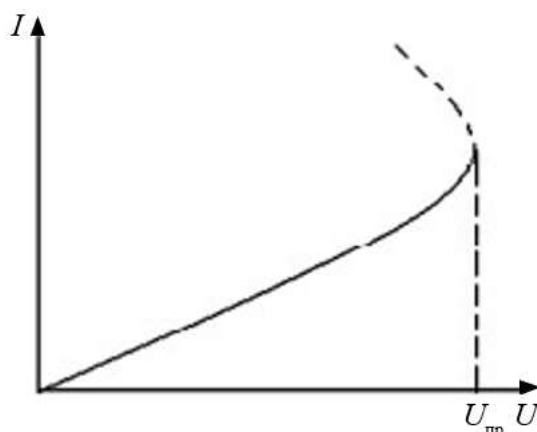
1. Hajm va yuza (sirt) o'tkazuvchanlikli dielektrlarning elektr o'tkazuvchanligi paytidagi isroflar.
2. Kam qutblanadigan dielektrlarda yuqori chastotalarda sodir bo'ladigan relaksatsion isroflar.
3. Gaz dielektrlarda ionli isroflar.
4. Aniq bir chastotalarda ba'zi bir gazlarda elektromagnit to'lqinlarni kuchli yutishda uchraydigan rezonans isroflar.

Gazlarda dielektrik isroflar kritik kuchlanishdan past kuchlanishlarda kam bo'ladi, quyuq suyuqlik dielektrlarda yuqori chastotalarda umumiy isroflar ko'p, shuning uchun ularni yuqori chastotali qurilmalarda ishlatish mumkin emas. Qattiq dielektrlarda isroflar ularning strukturasi, molekulasining tuzilishiga bog'liq. Qutbsiz molekulari dielektrlarda (oltingugurt, polietilen, polistirol) isrof burchagi kam, ularni yuqori chastotali qurilmalarda ishlatish mumkin. Qutbli molekulari dielektrlarda isrof burchagi juda katta (getinaks, lavsan, kapron va boshqalar). Aralashmasiz va ionlari zich joylashgan ion panjarali dielektrlarda isrof burchagi kichik (korund, natriy xlor), ionlari zich joylashmagan ion panjarali dielektrlarda esa isrof burchagi katta bo'ladi. (Ba'zi bir keramika va farfor materiallari). Kvaziamorf moddalarda (shisha) isrof burchagi har xil bo'lishi mumkin va bu relaksatsiya vaqtiga bog'liq.

Dielektriklarning “teshilishi”.

Dielektrikka berilgan kuchlanish qiymati oshira borilganda tok kuchi oshib, elektr energiyasining isrofi ko‘payadi. Elektr izolyastiyasi cheklanmagan qiymatdagi o‘ta yuqori elektr kuchlanishiga bardosh bera olmaydi. Kuchlanish qiymati kutarila borishi natijasida dielektrikda “teshilish” sodir buladi. Bunda dielektrikda tok kuchi keskin ortadi.”

3-rasmدا dielektriklarning “teshilish”i paytida Om qonunidan chetlanishi yaqqol ko‘rsatilgan.



3-rasm.

“Teshilish” paytida dielektrikda sodir buladigan o‘ta o‘tkazuvchan kanal elektrodlarning qisqa tutashuvga olib keladi.” “Teshilish” sodir bo‘lgan joyda chaqiash yoki elektr yoyi yuzaga kelib, dielektrikning “teshilgan” qismida erish, kuyish, yorilish ni kuzatish mumkin. Boshqacha qilib aytganda, elektr maydonida joylagan dielektrik o‘z izolyastion xususiyatini elektr maydoni kuchlanganligining ma‘lum qiymatida yo‘qotadi. Dielektrik hajmiing anik bir qismida keskin o‘zgarish ruy berishi oqibatida elektrodlar orasida dielektrik orqali katta tok o‘tib, qisqa tutashuv hodisasi ro‘y beradi. Dielektrikning “teshilishi” dagi kuchlanish “teshilish” kuchlanishi (U_t) deyiladi. Elektr maydon kuchlanganligining shu vaqtiga mos keluvchi qiymatiga dielektrikning **elektr mustahkamligi** deyiladi. Dielektrikning elektr mustahkamligi “teshilish” kuchlanishining dielektrikning “teshilish” joyidagi qalinligi (h) ga nisbati bilan aniqlanadi.

$$E_r = \frac{U}{h}. \quad (1)$$

Dielektrikning elektr mustahkamligi SI ga asosan MV /m larda o'lchanadi. Agar dielektrlarda ρ , ϵ_r , $\operatorname{tg} \delta$ qiymatlaridan dielektrlarning sifati bog'liq bo'ladi, xuddi shunday E ning qiymati ham katta ahamiyatga ega. "Teshilish" natijasi da dielektrikdan katta tok o'tib, elektrotexnika uskunasi ishdan chiqadi. Kuvvatli generator, transformator va kabellarda izolyastiya "teshilish" i energetik sistema uchun jiddiy falokat hisoblanadi. Shuning uchun ham, "teshilish" nima sababdan kelib chiqishi, izolyastiya kuchlanishning qanday qiymatini ushlay olishini bilish juda zarurdir.

Gazlarning "teshilishi".

Elektrotexnika konstruktiviyalarining kattagina qismi — transformator, kondensator, kalit (uzib-ulagich), elektr havo liniyalari va hokazolarda tashqi izolyastiya vazifasini havo bajaradi. Normal sharoitda havoning elektr mustahkamligi suyuq va qattiq dielektrlarning elektr mustahkamligidan ancha kichikdir. Gaz tarkibidagi ion va elektronlar issiqlik ta'sirida betartib harakatda buladi. Agar gazga elektr maydoni ta'sir ettirilsa, elektron yoki ionlar aniq yunalish olib, qo'shimcha tezlik bilan xarakatlanadi. Gaz atomlari katta tezlikdagi elektronlar bilan to'qnashib, yoki elektronlar ularni bombardimon qilib ionlashadi, shu bilan birga elektronlar atom va molekulalarni qo'zg'atib o'zidan fotonlar chiqarishi mumkin, o'z navbatida bu fotonlar ichki foton ionlashishni hosil qiladi. Natijada tok o'tuvchi kanal —strimer hosil bo'ladi. 0,1 MPa bosim va 1 sm uzunlikda "teshilish" kuchlanganligining qiymati havo uchun 3,2 MV/m ni tashkil etadi. Bosim oshishi bilan "teshilish" kuchlanganligining qiymati ham oshadi, bosim kamayishi bilan "teshilish" kuchlanganligi avval kamayadi, havo vakuum darajasiga etgandan keyin 100MV/m gacha oshadi.

"Teshilish" kuchlanganligi yoki gazning elektr mustahkamligi gazning ximiyaviy tarkibiga bog'liq. Inert gazlar uchun uning qiymati havonikiga nisbatan kam. Oltinugurt ftor SF_6 aralashmasi, freon (CCl_2F_2): uchun bu kuchlanish havonikidan 2,5 marta katta. Gazning "teshilish"i paytida avval elektr "toj"i, keyin uchqunli razryad va elektr yoyi hosil bo'ladi. "Teshilish" kuchlanganligi yoki elektr mustahkamlik **suyuqliklarda gazlarga** nisbatan ancha katta. Lekin

suyuqlikka aralashma qo‘shilsa, bu kattalik kamayadi, xuddi shunday chastotaning oshishi ham ”teshilish” kuchlanganligini kamaytiradi.

Qattiq dielektrlarda ”teshilish”lar elektr, issiqlik, elektroximiyaviy va sirt ”teshilish” turlariga bo‘linadi.

Elektr ”teshilish” ning davom etish vaqti 10^{-7} do 10^{-8} c. Elektron ko‘chki fotoionizastiyani hosil qiladi. Temperatura qattiq dielektrikning erish temperaturasigacha etishi mumkin, bosim oshib ketadi. ”Teshilish” kuchlanganligi yoki kuchlanishi natriy xlor uchun 1000MV/m va undan yuqori bo‘lishi mumkin. Yupqa dielektrik plyonkalarining ”teshilish” kuchlanganligi, katta dielektrlarga nisbatan ancha katta bo‘lishi mumkin, shuning uchun ular mikroelektronikada izolyastion material sifatida keng ishlatiladi. Yupqa dielektrik plyonkalarining ”teshilish” kuchlanganligi yuz million V/m bo‘lishi mumkin.

Issiqlik”teshilish”. Bu ”teshilish” dielektrlarda katta energiya isrofi natijasida issiqlik balansi muvozanatining buzilishi natijasida yuz beradi. Bu ”teshilish” dielektrik materialining erishiga olib kelishi mumkin. Issiqlik”teshilish”ga tashqi muhit muhit temperaturasi, sovutish sistemasi va materialning issiqlikka chidamlilik xususiyati ta’sir ko‘rsatadi. G‘ovakli dielektrlarda ionli issiqlik”teshilish” ro‘y berishi mumkin.

Elektroximiyaviy ”teshilish” – bu qarshilikning keskin kamayishi (dielektrikning elektroximiyaviy “qarishi”) yuqori haroratli va namlikli havoda yuz beradi. Bunday dielektrikning elektroximiyaviy “qarish” jarayoni uzoq vaqt davom etishi mumkin. Valentligi o‘zgaruvchan metallar tarkibida bo‘lgan dielektrlarda elektroximiyaviy ”teshilish”, alyuminiy, kremniy, magniy va bariy oksidlari bo‘lgan keramikaga nisbatan ko‘proq uchraydi. Elektroximiyaviy ”teshilish” organik materiallarga xos.

Sirt “teshilish” qattiq jism sirtiga yaqin joylarda gaz yoki suyuqlikning ”teshilishi”dir. Bunda qattiq materialning elektr mustahkamligi buzilmaydi, lekin qattiq materialning yuza qismida elektr o‘tkazuvchi kanalning hosil bo‘lishi izolyatorning ishchi kuchlanishini kamaytiradi. Buni kamaytirish uchun dielektrikning sirti himoya plyonkalarini bilan qoplanadi, havo o‘rniga suyuq dielektriklar ishlatilishi mumkin.

Takrorlash uchun savollar

1. Elektroximiyaviy "teshilish" deganda qanday hodisa tushuniladi?
2. Dielektrlardagi energiya isrofi nima va ularning turlari ayting.
3. Dielektrlardagi energiya sochilishi deb nimaga aytiladi?
4. Dielektrik isrof burchagi deb nimaga aytiladi?
5. Dielektrikning elektr mustahkamligi deb nimaga aytiladi?
6. Qattiq dielektrlarda "teshilish"lar turlarini ayting va tushuntiring.
7. Gazlarning "teshilishi" ni tushuntiring.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov, V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obsh. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federatsii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.
3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.
4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.
5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.
6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov "Elektron texnikasi moddalari" OO'Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

15-Mavzu. Magnit materiallar.

Reja:

1. Magnit materiallarning klassifikatsiyasi.
2. Yumshoq magnit materiallar.
3. Qattiq magnit materiallar.

Tayanch iboralar.

Magnit materiallari, ferromagnit materiallar, ferromagnit kimyoviy birikmalar (ferritlar), magnit momenti, moddaning magnitlanganligi, magnit domenlari, magnit anizotropiyasi, magnitstriktsiya, diamagnetiklar, paramagnetiklar, ferromagnetiklar, antiferromagnetiklar, ferrimagnetiklar, gisterezis, magnitostriktsiya.

Magnit materiallar yordamida magnit oqimi keskin kuchaytiriladi. Magnit oqimidan past kuchlanishli toklarni yuqori kuchlanishli toklarga yoki elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirishda va elektr energiyasini shunga o'xshash tarzda generatsiyalashda foydalaniladi. Tashqi magnit maydoni ta'sirida magnitlanish xossasiga ega materiallar **magnit materiallari** deb ataladi. Asosiy magnit materiallarga nikel, kobalt va toza temir asosidagi turli qotishmalar misol buladi. Texnika ahamiyatga ega magnit materiallariga **ferromagnit materiallar** va **ferromagnit kimyoviy birikmalar** (ferritlar) kiradi. Magnit maydoniga kipitilgan istalgan modda **magnit momentiga** ega bo'ladi. Birlik hajmdagi magnit momentiga **moddaning magnitlanganligi** deyiladi:

$$J = \chi_m \cdot H, \quad (1)$$

H- magnit maydon kuchlanganligi (A/m)

(χ_m) jismlarning magnitlanish qobiliyati, chegarasiz kattalik

Magnitlangan jism o'zining magnit maydonini hosil qiladi, uning yo'nalishi tashqi magnit maydoni bilan mos kelishi yoki kelmasligi mumkin.

Magnit maydon induktsiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$B = \mu_0(H + J) \text{ yoki } B = \mu_0 \cdot \mu \cdot H, \quad (2)$$

μ_0 magnit doimiysi, $4\pi \cdot 10^{-7}$ (ГН/М),

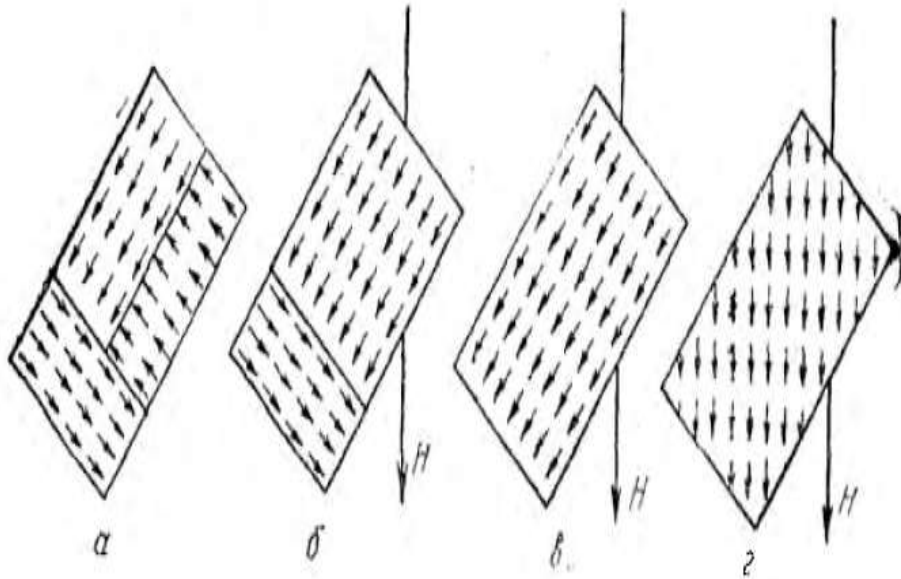
Muhitning nisbiy magnit kirituvchanligi $\mu = 1 + \chi_m$ (3)

Magnit kirituvchanlik μ muhit magnit indukstiyasining vakuumdagiga nisbatan necha marta katta ekanligini ko'rsatadi.

Matnallarning magnit xossalari elektr zaryadlarining ichki harakatiga asoslangan bulib, bunda zaryadlar elementar aylanma tok ko'rinishida ifodalanadi. Bunday aylanma toklar elektronlarning o'z o'qi atrofida aylanishi (elektron spinlar) hamda ularning atom ichida orbita bo'ylab aylanishidan hosil bo'ladi. Ferromagnit hodisasi ba'zi materiallarning ichki mikroskopik qismida kristall strukturalar tashkil qilishi bilan bog'lik bulib, bunday strukturalar **magnit domenlari** deyiladi. Bunda elektron spinlar o'zaro parallel ravishda bir tomonga yo'nalgan bo'ladi. Jismning ferromagnitlik holatda bo'lishini ifodalovchi xususiyati tashqi magnit maydoni ta'sirida uning o'z-o'zidan (spontan) magnitlanishidan iboratdir. Ferromagnit magnit momentlarining ba'zi domenlari ichidagi spinlar turli yunalishga ega bulishi mumkin. Tashqi muhitda bo'lgan bunday materiallarning umumiy magnit oqimi nolga teng bo'ladi. Ferromagnit moddalarning monokristallari magnit anizotropiyasi bilan xarakterlanadi. **Magnit anizotropiyasi** turli o'qlar yo'nalishida magnitlanishning turli qiymatlari bilan ifodalanadi. Polikristall magnetiklarda anizotropiya keskin ifodalangan hollarda ferromagnitik magnit teksturaga ega bo'ladi. Kerakli magnit tekstura olish ordali materialda ma'lum yunalishda yuqori magnit xarakteristikaga erishish mumkin. Tashqi magnit maydoni ta'sirida ferromagnit materialning magnitlanish jarayoni quyidagicha kechadi:

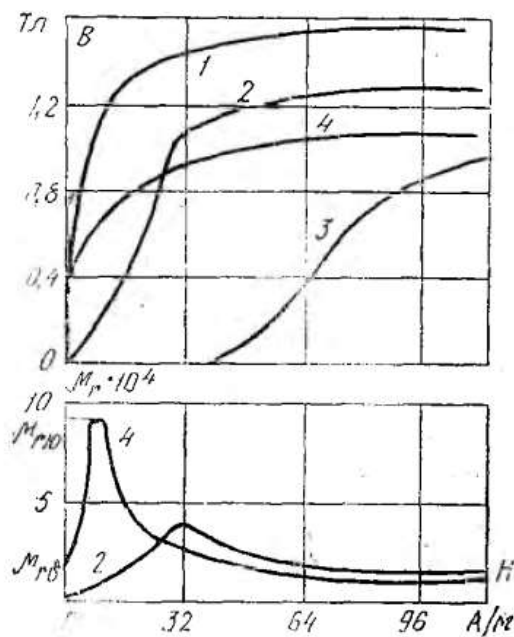
1) Magnit momenti maydon yo'nalishi bilan kichik burchak hosil qilgan domenlar kattalashadi va boshqa domenlarning o'lchami kichrayadi;

2) Magnit momentlari maydon yo'nalishi bo'yicha buriladi va bir xil yo'nalishga ega buladi. Magnit to'yinishi domenning kattalashishi to'xtaganda va o'z-o'zidan magnitlangan barcha monokristall qismlarning magnit momenta maydon yo'nalishi bo'ylab yunalganida sodir buladi. Domenlardagi spinlar yo'nalishining o'zgarishi quyidagi rasmda keltirilgan.



1-rasm. Ferromagnitning magnitlanishida domenlarda spinlarning yoʻnalish olishi.

Ferromagnit monokristallari magnitlanayotganda ularning chiziqli oʻlchamlari oʻzgaradi. Bu hodisa **magnitstriksiya** deyiladi. Temir monokristalining magnitstriksiyasi kristallning har xil yunalishlarida turlicha boʻladi. Ferromagnit materialining magnitlanish jarayonn gisterezis egri chizigʻi $V(N)$ bilan ifodalanadi va u barcha ferromagnitlarda bir-biriga oʻxshash buladi (53 -raem).



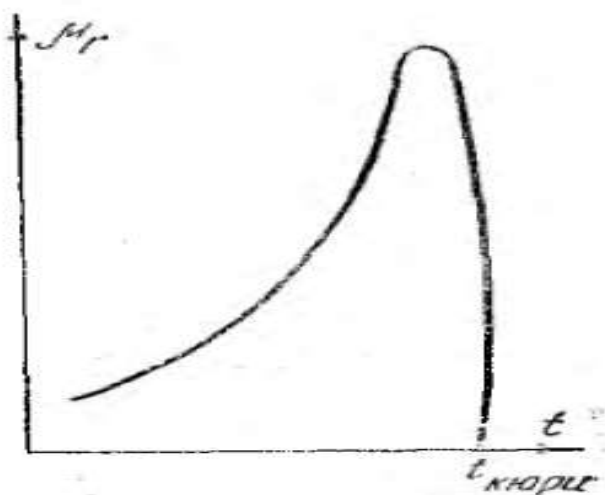
2-rasm. Magnit induktsiyasi va nisbiy magnit singdiruvchanlikning tashqi maydon kuchlanganligiga bogʻliqligi.

Materiallarning nisbiy magnit singdiruvchanligi magnit induktsiyasi (V) ning magnit maydoni kuchlanganligiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\mu_r = \frac{B}{\mu_0 H}. \quad (4)$$

Magnit materiallarning magnit sindiruvchanligi birdan yuqori: $\mu \gg 1$ ($\mu_r = \mu_0 \cdot \mu$, $\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6}$ ГН/М) bo'ladi. Ferromagnit

materiallarning magnit singdiruvchanligi temperaturaga bog'lik; bo'lib (54-raem), Kyuri nuqtasiga yaqin qiymatlarda magnit singdiruvchanlik o'zining yuqori qiymatiga erishadi. Kyuri nuqtasidan yuqori temperaturalarda spontan magnitlanish sohasida issiqlik harakati buzilib, materialning magnit xossasi yo'qoladi. Cho'lgamda magnit o'zak bo'lmaganda magnit induktsiya qiymati undan o'tayotgan tok hisobiga sodir buladi. Agar cho'lgamga magnit o'zak kiritilsa, magnit induktsiyasi yoki oqimi keskin oshadi.



3-rasm. Ferromagnit materiallari magnit singdiruvchanligining temperaturaga bog'liqligi.

Magnit materiali sifatini aniqlashda nisbiy magnit singdiruvchanlik kattaligidan foydalaniladi:

$$\mu = \frac{\mu'}{\mu_0}$$

Magnit singdiruvchanlik cho'g'ganga magnit o'zak kiritilganda magnit oqimining ko'payishini bildiradi. Bu ko'payish bir necha o'n ming martagacha ortadi. Uzunligi L, kesim yuzasi S bo'lgan o'zakning magnit qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_\mu = \frac{L}{\mu' S} = \frac{L}{\mu \cdot \mu_0 S}. \quad (5)$$

Jismlar magnitlanishiga, zarrachalarning ichki joylashuviga qarab 5 gruppaga bo'linadi:

1. Diamagnetiklar
2. Paramagnetiklar
3. Ferromagnetiklar
4. Antiferromagnetiklar
5. Ferrimagnetiklar

Diamagnetiklar – manfiy magnitlanish qobiliyatiga ega bo'lib, ularning magnitlanishi tashqi magnet maydoniga bog'liq emas. Ularga H_2 , N_2 , H_2O , нефть, Cu, Ag, Au, Zn, Hg, Ga, lar va bir qator yarim o'tkazgichlar Si, Ge, AII, BVI, shisha va kovalent bog'lanishli va o'ta o'tkazuvchi moddalar kiradi. Ularning magnet kirituvchanligi (10^{-7}) gacha bo'ladi. Ular magnet maydonidan itariladi.

Paramagnetiklar – musbat magnitlanish qobiliyatiga ega bo'lib, ularning magnitlanishi tashqi magnet maydoniga bog'liq emas. Ularning (χ_m) jismlarning magnitlanish qobiliyati Kyuri-Veys qonuniga bo'ysunadi:

$$\chi_m = C/(T - u) \quad (6)$$

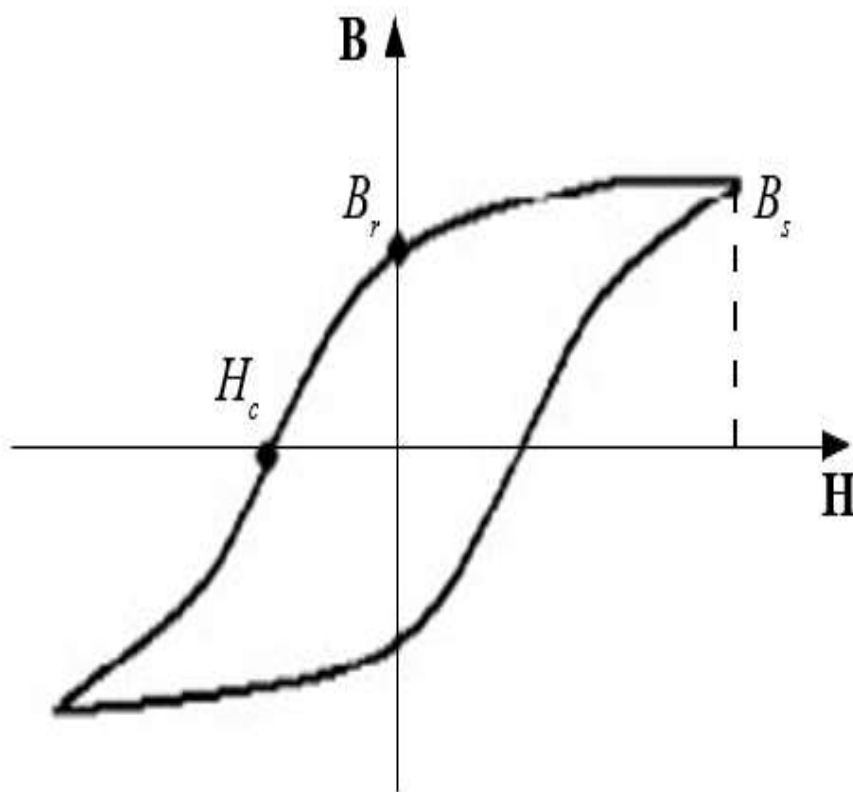
S va u lar shu modda uchun doimiy kattaliklardir. Paramagnetiklarning (χ_m) jismlarning magnitlanish qobiliyati (10^{-3} do 10^6) intervalida bo'lali. Paramagnetiklarga O_2 , NO, Na, K, Ca, Mg, soli Fe, Co, Ni lar kiradi.

Ferromagnetiklar – kuchli magnitlanadigan moddalardir, Ularning (χ_m) magnitlanish qobiliyati 10^6 gacha bo'ladi va ular N va T ga qattiq bog'langan bo'ladi.

Antiferromagnetiklar – bu shunday moddalarki, ularda ma'lum bir o'tish temperaturasidan T keyin magnet momentlari yo'nalishi yoki joylashuvi teskari bo'lib qoladi va ular o'ziga xos magnet xossalarini yo'qotadi, paramagnetiklarga aylanadi. Bu temperatura Neel nuqtasi T_N deyiladi. (Kyuri antiferromagnet nuqtasi). Ularning (χ_m) jismlarning magnitlanish qobiliyati 10^3 dan 10^5 atrofida bo'ladi. Bularga Ce, Nd, Sm, Tm, oksidlar, galogenlar, sulfidlar, metall karbonatlari va 1000 ga yaqin aralashmalar kiradi.

Ferrimagnetiklar – antiferromagnetiklar xususiyatlari kompensastiya qilinmaydigan moddalar bo'lib, ularning (χ_m)

jismlarning magnitlanish qobiliyati juda katta, ularga metall qotishmalar, ferritlar va shularning har xil bog'lanishlari kiradi: , Fe_2O_3 , $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ –ittriy ferrogranatalari, Geysler qotishmalari (Cu_2MnAl), MnBi , MnSb kiradi. Demak, diamagnetiklar umuman magnitlanmaydi, para va antiferromagnitliklar juda kuchsiz magnitlanadi, ferro va ferrimagnitliklar kuchli magnitlanadigan materiallar ekan. Agar ferromagnit magnit maydoniga joylashtirilsa va to'yunguncha magnitlansa, keyin tashqi maydondan uzib qo'yilsa, magnit induktsiyasi 0 ga tushib qolmaydi va ma'lum bir B qiymatga ega bo'ladi. Bunga “qoldiq” magnetizm deyiladi. Qoldiq magnitlashni 0 ga tushirish uchun jism teskari yo'nalishli magnit maydoniga joylashtiriladi va ferromagnit magnit maydoni 0 ga tushadigan magnit maydon kuchlanganligiga N , **koerstitiv kuch** deyiladi. Bu parametr magnit materiallarning eng asosiy xarakteristikasi hisoblanadi. Ferromagnitliklar magnit holatining uni davriy ravishda magnitlash jarayonida o'zgarishiga **gisterezis** hodisasi deyiladi.



4-rasm. Magnit induktsiyasining maydon kuchlanganligiga bog'liqligi.

N – magnit maydon kuchlanganligi

V – magnit maydon induktsiyasi

Gisterezis hodisasi vaqtida ferromagnetiklar chiziqli o'lchamlarining o'zgarishiga **magnitostriksiya hodisasi** deyiladi. Paramagnetiklar Kyuri nuqtasidan past temperaturalarda ferromagnetiklarga aylanishida o'z-o'zidan magnitostriksiya uchraydi. Chiziqli magnitostriksiya magnit maydoni ta'sirida jism kristall panjarasi strukturasi o'zgarishi bilan xarakterlanadi.

Yumshoq magnit materiallar.

Magnit materiallar yumshoq va qattiq turlarga bo'linadi. Yumshoq magnit materiallardan magnitli o'tkazgichlar tayyorlanadi. Bu materiallarning magnit singdiruvchanligining boshlangich qiymati katta bo'lishi kerak. Yumshok, magnit materiallarida solishtirma qarshilik nisbatan katta qiymatga, koerstitiv kuch ($N_s < 0,1 \text{ A/m}$) esa kichik qiymatga ega bulishi kerak. Bu materiallarga sof temir, temirning kremniy, nikel va kobalt bilan qotishmalarini misol tariqasida keltirish mumkin. Texnik sof temir (qo'shimchalari 0,1%) oddiy pechlarda olinadi. Uning ayrim magnit xossalari 1- jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Турлича ишлов берилган темирнинг таркиби ва магнит хоссалари

Материал	Қўшимчаларнинг миқдори, %		Магнит хоссалари		
			Магнит сингдирувчанлик		Коэрзитив, куч, H_c А/м
	углерод	кислород	$\mu_{гб}$	$\mu_{гю}$	
Техник соф темир	0,020	0,060	250	7000	64,0
Электrolитик темир	0,020	0,010	600	15000	28,0
Қарбонил темир	0,005	0,005	3300	21000	4,4
Вакуумда эритилган электrolитик темир	0,010	—	—	61000	7,2
Водородда ишлов берилган темир	0,005	0,003	6000	200000	3,2
Водородда яхшилаб ишлов берилган темир	—	—	20000	340000	2,4

Техник соф темир (қўшимчалари 0,02%) ning asosiy fizik

Bu temir o'zgaruvchan tok zanjirida ishlatiladigan elektromagnit yoki rele uchun o'zaklar tayyorlashda ishlatiladi. Ular varaq yoki stilindr shaklda yupqa (0,2—4 mm) qilib tayyorlanadi. Texnik sof temir (k;ushimchalaol 0,02%) ning asosiy fizik xossalari quyidagicha:

Zichligi7880 kg/m³

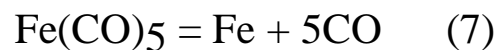
Erish temperaturasi , !539°S

S olishtirma issiqlik sigimi 0,46 KJ/kg-K
 Issiklik o'tkazuvchanlik koeffitsienti . .71,5 Vt/m -K
 Chiziqli kengayish koeffitsienti11,6-IU- 6 k -1
 Solishtirma qarshiligi.....0,1 mkOm-m
 Kayishqoqlik moduli210 1 Pa
 Kyuri nuqtasidagi temperatura 770°S

Elektrolitik temir ($\mu_{kr}=600$, $N_s=30\frac{A}{m}$, $\rho=0,1mkOm.m$)

[Fe₂(CO₄)₃ suyuq aralashmani elektroliz qilish usuli orqali olinadi. Bunday temirning tarkibidagi qo'shimchalarning umumiy miqdori 0,05% dan oshmaydi. Elektrolitik temirga ishlov berib, zarralarining o'lchami 50-100 mkm bo'lgan kukun olinadi. Bu kukunni bosim ostida ishlash orqali undan o'zaklar tayyorlanadi. Ular chastotasi 100-1000 Gst atrofida bo'lgan asboblarda ko'llaniladi.

Karbonil temir ($\mu_{kr}=2000-3000$, $N_s=6,4\frac{A}{m}$, $\rho=0,1mkOm.m$)
 temir quyidagi reaktsiya orqali olinadi:



Fe(CO)₅ ning o'zini Fe va CO larni 200° S temperatura va 150 atm. bosim ostida o'tadigan reaktsiya orqali olinadi. suyuqligini elektroliz qilish orqali olinadi. Uning tarkibida Si, P, S, lar bo'lmaydi, lekin ma'lum miqdorda uglerod bo'ladi.

Karbonil temir mayda kukun ko'rinishida bo'lib, undan yuqori chastotali magnit o'zaklar tayyorlanadi. Kichik shar shaklidagi zarrachalar o'zida sodir bo'ladigan quyun toki miqdorini keskin kamaytiradi.

Mazkur temir o'ta tozaligi bilan ajralib turadi; kuchsiz magnit maydonda bu materialning solishtirma kirituvchanligi yukori bo'ladi. Temir monokristali o'ta yuqori magnitlanish xossasiga ega.

Elektrotexnika po'lati ($\mu_{kr}=200-600$, $N_s=10-65\frac{A}{m}$, $\rho=0,25-0,6mkOm.m$). Uni elektrotexnik po'lat listlarini 900-1000° S temperatura ostida siqish va ishlov berish orqali olinadi. Elektrotexnika po'lati po'lat o'ram, varaq va tasma ko'rinishida ishlab chiqariladi. Ular izolyastiya koplamlari qilib ishlab chiqariladi. Po'latlar apparat, transformator, elektr mashinasi va asboblarning magnit zanjirlarida qo'llaniladi. Teksturlangan po'latlar transformatorlar o'zagi uchun ishlatiladi. Bunday po'latdan foydalanish quvvatli transformatorlar hajmi va tashqi

o'lchamini 20—25% kamaytirish imkonini beradi, radio transformatori hajmini esa 40% gacha kichraytiradi.

Permaloy temir-nikel qotishmasi bo'lib, uning boshlang'ich magnit singdiruvchanligi nisbatan yuqoridir. Tarkibida nikel miqdori 70—83% bo'lgan permalloylar yuqori nikelli. 40-50 % bo'lgan permalloylar esa past nikelli permalloylar deyiladi. Tarkibida 2% molibden bo'lgan permalloyning (ρ) solishtirma elektr qarshiligi qiymati katta bo'lib, u yaxshi magnitlanish xususiyatiga egadir. Permalloydan qalinligi 0,1—0,5 mm li listlar tayyorlanadi. Kukun ko'rinishidagi permalloyga bosim ostida ishlov berib, metall o'zaklar tayyorlanadi. Bunday o'zaklar 100 kGst chastota bilan ishlaydigan uskunalarda ko'llaniladi.

Alsifer — temirning kremniy va alyuminiy (9,5% Si, 5,6% Al, 84,9% Fe) bilan birgalikdagi qotishmasidir. Bu qotishma qattiq va mo'rt bo'lib, xossalari jihatidan yuqori nikelli permalloylardan qolishmaydi. Undan murakkab shaklli kuymalar olinadi. Alsiferning asosiy xossalari: $\mu = 35\,400$, $N = 1,8$ A/m, solishtirma elektr qarshiligi 0,8 mkOm · m. Alsiferdan magnitli ekran, asboblarning ustki qismi va boshsta mahsulotlar quyish usuli bilan tayyorlanadi.

Ferritlar. Tarkibida, temirdan tashqari, ikki va undan ko'p valentli metall (Ni, SO, Mp, Zn, Si, Cd, Pb, Mg) oksidlari ham bo'lgan birikmalar **ferritlar** deyiladi. Ferritlar qattiq va mo'rt materiallardir. Eng ko'p tarqalgan turlari: Ni–Zn, Mn–Zn – ferritlar; NiFe₂O₄, MnFe₂O₄ – ferrimagnetiklar; ZnFe₂O₄ – magnitmas ferrit. Markalari: 6000NM, 1000NN, 2000NM1, 100VCh va hokazo. Bu erda sonlar magnit kirituvchanlikni, N past chastotali, M tarkibida marganest, ikkinchi N tarkibida nikel borligini, VCh yuqori chastotali mazmunlarini bildiradi. Ferritlar transformator o'zaklari, g'altaklar tayyorlashda, magnit antennalarda, filtrlarda, monokristallari ovoz yozib oli magnit qurilmalarida, magnitofonlarda keng ishlatiladi.

Ular qisman elektronli elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ham egadir. Ferritning kristall panjarasi kub shaklida bo'ladi. Odatda, yaxlit ferrit tayyorlash uchun ferrit kukuniga polivinil spirt plastifikatori qo'shiladi va bu massa yuqori bosimda qoliplanadi. Uning solishtirma qarshiligi sof temirning solishtirma qarshiligiga nisbatan 105—106 barobar yuqoridir. Shu sababli, ferritda uyurmali toklar hisobiga sodir bo'ladigan isroflar keskin kamayadi va materialni yuqori chastotalarda

ham ishlatsa bo'ladi. Ferritning magnit singdiruvchanligi sof temirnikiga nisbatan 100—1000 barobar yuqori bo'lganligi uchun undan tayyorlanadigan o'zaklar hajmini keskin kichraytirish mumkin. Ferritdagi nisbiy magnit singdiruvchanlik ferromagnit (yoki oddiy metall) dagiga nisbatan juda kichik bulgani uchun, u past chastotali asboblarda ham qo'llaniladi.

Ferritlar tarkibidagi qo'shimchalarga mis, rux, nikel-rux, marganest-rux misol bo'ladi. Ular elektrotexnikada keng miqyosda qo'llanilmoqda. Ferritlarda Kyuri nuqtasidagi temperatura ancha past, ya'ni 100—150°S atrofida bo'ladi. Uning solishtirma ogirligi 3700—4800 kg/m³ atrofida bo'lib, asosiy xossalari quyidagi jadvalda keltirilgan:

2-jadval

Нави	$\mu_{rб}$	μ_{rmax}	H_c , А/м	B_r , Тл	I_n , МГц	T_k , °С	ρ , Ом м	$\gamma \times 10^3$, кг/м ³
2000 НМ	15000	35000	0,24	0,11	0,1	110	0,001	—
6000 НМ	4800—8000	10000	8	0,11	0,5	130	0,1	5,0
1000 НМ	800—1200	1800	28	0,11	5	200	0,3	4,5
1000 НМ	800—1200	3000	24	0,10	3	110	10	4,9
600 НН	500—800	1500	40	0,12	5	110	100	4,8
2000 НМ1	1700—2500	3500	25	0,12	1,5	200	50	5,0
700 НМ1	550—850	1800	25	0,05	8	200	140	4,8
100 ВЧ	80—120	210	300	0,15	80	400	10 ⁶	4,8
20 ВЧ2	16—24	45	1000	0,1	300	450	10 ⁶	4,7
300 НН	280—350	600	80	0,13	20	120	10 ⁶	4,8
9 ВЧ	9—13	30	500	0,06	600	500	10 ⁷	4,4
200 ВЧ	180—220	360	70	0,11	—	360	10 ³	4,7
50 ВЧ3	45—65	200	100	0,14	—	480	10 ⁴	4,6

Qattiq magnit materiallar.

Qattiq magnit materiallar doimiy magnitlar va ovoz yozib olish materiallarini tayyorlashda ishlatiladi. Ularning magnit maydon kuchlanganligi 4 kA/m dan 500 kA/m gacha va undan yuqori bo'lishi mumkin. Ularga quyidagi materiallar kiradi:

Quyma yuqori erstitivli qotishmalar Fe–Ni–Al, Fe–Ni–Co–Al kiradi. Ular yaxshi magnitlanadi va arzon turadi, lekin qattiq va mo'rt bo'ladi.

Qattiq magnitli ferritlar. Ularga $BaO \cdot 6Fe_2O_3$ (ferroksdyur) materiallar kiradi. Ularning BI izotrop va BA anizotrop markalari sanoatda ishlatiladi. $1BI - N \approx 128 \text{ kA/m}$; $2,4BA - N \approx 224 \text{ kA/m}$. Bularning olish texnologiyasi yumshoq magnit materiallari kabi, faqat past temperaturalarda ishlov beriladi. Ulardan chidamli turli xil shaybalar, disklar tayyorlanadi.

Kukunli magnitlar. Bular metallokeramikali va metalloplastikli materiallardir.

Noyob metallardan tayyorlangan qotishmalar.

Bu qotishmalar hali yaxshi o'rganilmagan. Ularga $SmCO_5$ ($H_c = 500 \text{ kA/m}$, $T_c = 725 \text{ }^\circ\text{C}$); $Sm_{0.5}Pr_{0.5}CO_5$ ($H_c = 700 \text{ kA/m}$). lar kiradi.

Magnit yozuvlari uchun materiallardan lavsan asosida magnit lentalarini tayyorlanadi. Polimerga yupqa magnitlangan lak surtiladi va bu lenta kuchli magnit maydoniga joylashtiriladi. Bunda magnit material bo'lib F_2O_3 kristali xizmat qiladi, magnit lentalarining sifati temir oksidi o'rniga xrom oksidlari ishlatilgandan so'ng keskin yaxshilandi. Magnit lentalarida material magnit singdiruvchanligining ahamiyati juda katta. Tarkibi, holati va olinish usullariga ko'ra quyidagicha tasniflanadi:

- 1) legirlangan martensit po'latlari;
- 2) quyma qattiq magnit qotishmalari;
- 3) kukunlardan tayyorlangan magnit;
- 4) qattiq magnitli ferritlar;
- 5) eziluvchan qotishmalar va magnit tasmalari.

Takrorlash uchun savollar

1. Magnit materiallarning klassifikatsiyasi tavsiflang.
2. Moddaning magnitlanganlik darajasi formulasini yozing va tushuntiring.
3. Magnit domenlari deb nimaga aytiladi?
4. Magnit anizotropiyasi hodisasini tushuntiring.
5. Magnitstriktsiya hodisasini tushuntiring.
6. Jismlar magnitlanishiga, zarrachalarning ichki joylashuviga qarab necha gruppaga bo'linadi?
7. Gisterezis hodisasini tushuntirib bering.
8. Yumshoq magnit materiallarni tavsiflang.
9. Qattiq magnit materiallarni tavsiflang.
10. Noyob metallardan tayyorlangan qotishmalarga qanday materiallar kiradi?

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov. V. F. M268 Materialy sovremennoy elektroniki : [ucheb. posobie] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obšč. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.
2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.
3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.
4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.
5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.
6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.
7. O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

Testlar

1-Test.

Kim va nechanchi yilda ikki elektrodli lampani (diod) kashf etdi?

Javoblar:

1. Radiotexnikada elektron qurilmalardan foydalanish 1904 yilda D. Flemingning cho‘g‘lanma katodli ikki elektrodli lampani (diod) ixtiro qilganligi bilan boshlandi.

2. Radiotexnikada elektron qurilmalardan foydalanish 1905 yilda D. Flemingning cho‘g‘lanma katodli ikki elektrodli lampani (diod) ixtiro qilganligi bilan boshlandi.

3. Radiotexnikada elektron qurilmalardan foydalanish 1907 yilda D. Flemingning cho‘g‘lanma katodli ikki elektrodli lampani (diod) ixtiro qilganligi bilan boshlandi.

4. Radiotexnikada elektron qurilmalardan foydalanish 1906 yilda D. Flemingning cho‘g‘lanma katodli ikki elektrodli lampani (diod) ixtiro qilganligi bilan boshlandi.

2-Test.

Nechanchi yilda kim tomonidan elektron emissiya hodisasi kashf etilgan?

Javoblar:

1. 1884 yilda T. Edison tomonidan kashf etilgan.

2. 1888 yilda T. Edison tomonidan kashf etilgan.

3. 1984 yilda T. Edison tomonidan kashf etilgan.

4. 1784 yilda T. Edison tomonidan kashf etilgan.

3-Test.

Nechanchi yillarda mikroto‘lqinli maxsus elektron qurilmalar yaratildi?

Javoblar:

1. 1930-yillarda elektronika rivojlanishining yana bir yo‘nalishi mikroto‘lqinli maxsus elektron qurilmalar yaratildi.

2. 1940-yillarda elektronika rivojlanishining yana bir yo‘nalishi mikroto‘lqinli maxsus elektron qurilmalar yaratildi.

3. 1950-yillarda elektronika rivojlanishining yana bir yo‘nalishi mikroto‘lqinli maxsus elektron qurilmalar yaratildi.

4. 1920-yillarda elektronika rivojlanishining yana bir yo'nalishi mikroto'lqinli maxsus elektron qurilmalar yaratildi.

4-Test.

Nechanchi yilda klistronlar yaratildi?

Javoblar:

1. 1939 yilda klistronlar deb ataladigan mikroto'lqinli tebranishlarni kuchaytiruvchi birinchi qurilmalar qurildi.

2. 1929 yilda klistronlar deb ataladigan mikroto'lqinli tebranishlarni kuchaytiruvchi birinchi qurilmalar qurildi.

3. 1949 yilda klistronlar deb ataladigan mikroto'lqinli tebranishlarni kuchaytiruvchi birinchi qurilmalar qurildi.

4. 1959 yilda klistronlar deb ataladigan mikroto'lqinli tebranishlarni kuchaytiruvchi birinchi qurilmalar qurildi.

5-Test.

Funktional maqsadiga ko'ra elektron texnologiya materiallari necha guruhga bo'linadi?

Javoblar:

1. 4 guruhga

2. 6 guruhga

3. 3 guruhga

4. 2 guruhga

6-Test.

Elektron texnologiya materiallaridan foydalanishni aniqlaydigan asosiy xususiyatlarni ko'rsating.

Javoblar:

1. • elektr maydonida o'zini tutishi bo'yicha: o'tkazgich, yarim o'tkazgich, dielektrik;

• tashqi magnit maydonga ta'siri orqali: diamagnetiklar, paramagnetiklar, ferromagnetiklar, antiferromagnetiklar, ferrimagnetiklar.

2. • elektr maydonida o'zini tutishi bo'yicha: o'tkazgich, yarim o'tkazgich, dielektrik;

• tashqi magnit maydonga ta'siri orqali: diamagnetiklar.

3. • elektr maydonida o'zini tutishi bo'yicha: o'tkazgich, yarim o'tkazgich, dielektrik;

- tashqi magnit maydonga ta'siri orqali: diamagnetiklar, paramagnetiklar.
- 4. • elektr maydonida o'zini tutishi bo'yicha: o'tkazgich, yarim o'tkazgich, dielektrik;
- tashqi magnit maydonga ta'siri orqali: diamagnetiklar, paramagnetiklar, ferromagnetiklar.

7-Test.**Javoblar:****1. Kimyoviy bog'lanishning quyidagi asosiy turlari mavjud:**

- a) ionli yoki geteropolyar;
- b) kovalent yoki gomeopolyar;
- c) van der Vaals yoki molekulyar;
- d) metalli

2. Kimyoviy bog'lanishning quyidagi asosiy turlari mavjud:

- a) ionli yoki geteropolyar;
- b) kovalent yoki gomeopolyar;
- c) van der Vaals yoki molekulyar;

3. Kimyoviy bog'lanishning quyidagi asosiy turlari mavjud:

- a) ionli yoki geteropolyar;
- b) kovalent yoki gomeopolyar;
- v) metalli
- 4.a) kovalent yoki gomeopolyar;
- b) van der Vaals yoki molekulyar;
- v) metalli

8-Test.

Ion bog'lanishda asosiy kuchlar bu qaysi kuchlar?

Javoblar:**1. Ion bog'lanishda asosiy kuchlar Kulon elektrostatik kuchlaridir.**

- 2. Ion bog'lanishda asosiy kuchlar magnit kuchlaridir.
- 3. Ion bog'lanishda asosiy kuchlar yadroviy kuchlaridir.
- 4. Ion bog'lanishda asosiy kuchlar elektronlararo kuchlaridir.

9-Test.

1. Kovalent bog'lanish qanday atomlar orasida bo'ladi?

Javoblar:

1. **Kovalent bog'lanish ideal holatda bir xil zaryadlanmagan atomlar orasida bo'ladi.**
2. Kovalent bog'lanish ideal holatda bir xil zaryadlangan atomlar orasida bo'ladi.
3. Kovalent bog'lanish ideal holatda har xil zaryadlanmagan atomlar orasida bo'ladi.
4. Kovalent bog'lanish ideal holatda 2 ta zaryadlanmagan atomlar orasida bo'ladi.

10-Test.

Polimerlar – bu qanday moddalar?

Javoblar:

1. **Polimerlar – strukturaviy tuzilishlari takrorlanadigan bir necha monomerlardan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmalardir.**
2. Polimerlar – strukturaviy tuzilishlari takrorlanmaydigan bir necha monomerlardan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmalardir.
3. Polimerlar – tuzilishlari takrorlanadigan bir necha monomerlardan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmalardir.
4. Polimerlar – strukturaviy tuzilishlari takrorlanadigan bitta monomerdan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmalardir.

11-Test.

Kompozition plastmassalar nimalardan tayyorlanadi?

Javoblar:

1. **Kompozition plastmassalar sun'iy smolalar (qatronlar), bo'yoqlar va plastifikatorlardan tayyorlanadi.**
2. Kompozition plastmassalar sun'iy smolalar (qatronlar) va plastifikatorlardan tayyorlanadi.
3. Kompozition plastmassalar sun'iy smolalar (qatronlar) va bo'yoqlardan tayyorlanadi.
4. Kompozition plastmassalar smolalar (qatronlar), bo'yoqlar va plastifikatorlardan tayyorlanadi.

12-Test.

Getinaks nimadan olinadi?

Javoblar:

1. **Getinaks issiq fenolformaldegid smolasi bilan to'yintirilgan presslangan qog'ozdan olinadi.**
2. Getinaks fenolformaldegid smolasi bilan to'yintirilgan presslangan qog'ozdan olinadi.
3. Getinaks issiq fenolformaldegid smolasi bilan to'yintirilgan qog'ozdan olinadi.
4. Getinaks sovuq fenolformaldegid smolasi bilan to'yintirilgan presslangan qog'ozdan olinadi.

13-Test.

Tekstolit bu qanday material?

Javoblar:

1. **Tekstolit plastik material bo'lib, smola bilan to'yintirilgan paxta tolali materialdir.**
2. Tekstolit elastik material bo'lib, smola bilan to'yintirilgan paxta tolali materialdir.
3. Tekstolit qog'oz material bo'lib, smola bilan to'yintirilgan paxta tolali materialdir.
4. Tekstolit plastik material bo'lib, lak bilan to'yintirilgan paxta tolali materialdir.

14-Test.

Kompaundlar – qanday materiallar?

Javoblar:

1. **Kompaundlar -bu turli xil izolyastion moddalar-smolalar, bitumlar, stellyuloza aralashmalarining suyuq holatga keltirilganligidir.**
2. Kompaundlar -bu turli xil moddalar-smolalar, bitumlar, stellyuloza aralashmalarining suyuq holatga keltirilganligidir.
3. Kompaundlar -bu turli xil izolyastion moddalar-bitumlar, stellyuloza aralashmalarining suyuq holatga keltirilganligidir.
4. Kompaundlar -bu turli xil izolyastion moddalar-smolalar, bitumlar, stellyuloza aralashmalarining qattiq holatga keltirilganligidir.

15-Test.

Shisha – qanday material?

Javoblar:

1. Shisha –strukturaviy tuzilishida zarrachalar betartib joylashgan noorganik kvaziamorf qattiq jismlardir.
2. Shisha –strukturaviy tuzilishida zarrachalar betartib joylashgan noorganik kvaziamorf qattiq jismlardir.
3. Shisha –strukturaviy tuzilishida zarrachalar betartib joylashgan noorganik kvaziamorf qattiq jismlardir.
4. Shisha –strukturaviy tuzilishida zarrachalar betartib joylashgan noorganik kvaziamorf qattiq jismlardir.

16-Test.

Silikat shishalar qanday turlarga bo'linadi?

Javob 1

- 1. Ishqorli shishalar**
- 2. Ishqorsiz shishalar**
- 3. Tarkibida og'ir okislar bo'lgan ishqorli shishalar**
- 4. Kvarstli shishalar.**

Javob 2

1. Ishqorli shishalar
2. Tarkibida og'ir okislar bo'lgan ishqorli shishalar
3. Kvarstli shishalar.

Javob 3

1. Ishqorsiz shishalar
2. Tarkibida og'ir okislar bo'lgan ishqorli shishalar
3. Kvarstli shishalar.

Javob 4

1. Ishqorli shishalar
2. Ishqorsiz shishalar
3. Tarkibida og'ir okislar bo'lgan ishqorli shishalar

17-Test.

Citallar qanday materiallarga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Citallar deb maxsus tarkibga ega shishalarni kristalizastiya qilish natijasida olingan materiallarga aytiladi.**
2. Citallar deb ma'lum bir tarkibga ega shishalarni kristalizastiya qilish natijasida olingan materiallarga aytiladi.
3. Citallar deb maxsus tarkibga ega shishalarni eritish qilish natijasida olingan materiallarga aytiladi.

4. Citallar deb maxsus tarkibga ega monokristallarni kristalizatsiya qilish natijasida olingan materiallarga aytiladi.

18-Test.

Keramika – bu qanday materiallar?

Javoblar:

1. Keramika - bu bir xil texnologik stikllarga ega bo'lgan dielektriklardir.
2. Keramika - bu har xil texnologik stikllarga ega bo'lgan dielektriklardir.
3. Keramika - bu bir xil texnologik shakllarga ega bo'lgan dielektriklardir.
4. Keramika - bu bir xil texnologik stikllarga ega bo'lgan o'tkazgichlardir.

16-Test.

Qattiq jism— moddaning qanaqa agregat holati?

Javoblar:

1. **Qattiq jism**— moddaning shakli turg'un agregat holati.
2. **Qattiq jism**— moddaning shakli turg'unmas agregat holati.
3. **Qattiq jism**— moddaning shakli ideal agregat holati.
4. **Qattiq jism**— moddaning shakli real agregat holati.

19-Test.

Kristall panjara davrlari deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

1. **Kristall panjara birlik uyachasining o'lchamlari (a, b, s) panjara davrlari deb ataladi.**
2. Kristall panjara birlik uyachasining o'lchami b, s kesmalari bilan belgilanadi, ular panjara davrlari deb ataladi.
3. Kristall panjara birlik uyachasining o'lchami a, b, kesmalari bilan belgilanadi, ular panjara davrlari deb ataladi.
4. Kristall panjara birlik uyachasining hajmi panjara davrlari deb ataladi.

20-Test.

Anizotropiya –qanday fizik hodisa?

Javoblar:

1. Anizotropiya –bu kristall xossalariining atomlarning (ionlarning, molekulalarning) tartibli joylashishi natijasida yuzaga keladigan yo‘nalishlarga bog‘likligidir.

2. Anizotropiya –bu kristall xossalariining atomlarning (molekulalarning) tartibli joylashishi natijasida yuzaga keladigan yo‘nalishlarga bog‘likligidir.

3. Anizotropiya –bu amorf modda xossalariining atomlarning (ionlarning, molekulalarning) tartibli joylashishi natijasida yuzaga keladigan yo‘nalishlarga bog‘likligidir.

4. Anizotropiya –bu kristall xossalariining atomlarning (ionlarning) tartibli joylashishi natijasida yuzaga keladigan yo‘nalishlarga bog‘likligidir.

21-Test.

Kristall panjara deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

1. Kristall panjara kristallarda qat'iy tartibda joylashgan zarralar hosil qiladigan muntazam geometrik figuradir.

2. Kristall panjara kristallarda ma'lum bir tartibda joylashgan zarralar hosil qiladigan muntazam geometrik figuradir.

3. Kristall panjara kristallarda qat'iy tartibda joylashgan elektronlar hosil qiladigan muntazam geometrik figuradir.

4. Kristall panjara kristallarda qat'iy tartibda joylashgan zarralar hosil qiladigan muntazam matematik figuradir.

22-Test.

Kristall hosil qiluvchi zarrachalar turiga va kristall zarralari orasidagi kimyoviy bog‘lanishiga qarab necha turdagi kristall panjaralarga bo‘linadi?

Javoblar:

1. 4 ta

2. 3 ta

3. 5 ta

4. 7 ta

23-Test.

Kristallarning nuqsonlari deb ataladi?

Javoblar:

- 1. Kristalning davriy strukturasidan o‘zgacha har qanday struktura nuqson deb ataladi.**
2. Kristalning strukturasidan o‘zgacha har qanday struktura nuqson deb ataladi.
3. Kristalning davriy strukturasidan juda katta chetga chiqishlarga nuqson deb ataladi.
4. Kristalning erishiga nuqson deb ataladi.

24-Test.

Nuqsonlarning nechta klassi mavjud?

Javoblar:

- 1. Nuqsonlarning to‘rtta klassi mavjud.**
2. Nuqsonlarning uchta klassi mavjud.
3. Nuqsonlarning beshta klassi mavjud.
4. Nuqsonlarning to‘rtta klassi mavjud.

25-Test.

Nuqtali nuqsonlar deb qanday nuqsonlarga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Nuqtali nuqsonlar deb, ular strukturasining buzilishi kristalning alohida nuqtalarida lokalizastiya qilingan nuqsonlarga aytiladi.**
2. Nuqtali nuqsonlar deb, ular strukturasining buzilishi kristalning 1 ta nuqtasida lokalizastiya qilingan nuqsonlarga aytiladi.
3. Nuqtali nuqsonlar deb, ular strukturasining buzilishi kristalning 4 ta nuqtalarida lokalizastiya qilingan nuqsonlarga aytiladi.
4. Nuqtali nuqsonlar deb, ular strukturasining keskin buzilishi kristalning alohida nuqtalarida lokalizastiya qilingan nuqsonlarga aytiladi.

26-Test.

Chiziqli (bir o‘lchovli) nuqsonlar deb qanday kristallning nuqsonlariga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Chiziqli (bir o‘lchovli) nuqsonlar kristall davriyligining ma’lum bir yo‘nalishda yoki koordinatada buzilishidir.**

2. Chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar kristall davriyligining ma'lum bir yo'nalishda buzilishidir.
3. Chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar kristall davriyligining ma'lum bir koordinatada buzilishidir.
4. Chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar kristall davriyligining ma'lum bir necha yo'nalishda yoki koordinatada buzilishidir.

27-Test.

Ikki o'lchovdagi yoki sirt nuqsonlar deb qanday kristallning nuqsonlariga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Kristall panjarasida 2 o'lchovda uning panjara parametrlaridan ancha katta bo'lgan nuqsonlarga ikki o'lchovdagi yoki sirt nuqsonlar deyiladi.**
2. Kristall panjarasida 3 o'lchovda uning panjara parametrlaridan ancha katta bo'lgan nuqsonlarga ikki o'lchovdagi yoki sirt nuqsonlar deyiladi.
3. Kristall panjarasida 4 o'lchovda uning panjara parametrlaridan ancha katta bo'lgan nuqsonlarga ikki o'lchovdagi yoki sirt nuqsonlar deyiladi.
4. Kristall panjarasida 1 o'lchovda uning panjara parametrlaridan ancha katta bo'lgan nuqsonlarga ikki o'lchovdagi yoki sirt nuqsonlar deyiladi.

28-Test.

Fizikada sublimastiya hodisasi deb qanday hodisaga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Fizikada sublimastiya hodisasi deb—qattiq jismlarning erishiga aytiladi.**
2. Fizikada sublimastiya hodisasi deb — suyuqliklarning bug'lanish hodisasiga aytiladi.
3. Fizikada sublimastiya hodisasi deb— qattiq jismlarning deformastiyasiga aytiladi.
4. Fizikada sublimastiya hodisasi deb — qattiq jismlar strukturasi o'zgarishiga aytiladi.

29-Test.

Kristallardagi qanday nuqsonlarga V. Shottki nuqsonlari deyiladi ?

Javoblar:

- 1. Kristallardagi bitta nuqtalik nuqsonlarga V. Shottki nuqsonlari deyiladi.**

2. Kristallardagi ikkita nuqtalik nuqsonlarga V. Shottki nuqsonlari deyiladi.
3. Kristallardagi uchta nuqtalik nuqsonlarga V. Shottki nuqsonlari deyiladi.
4. Kristallardagi to'rtta nuqtalik nuqsonlarga V. Shottki nuqsonlari deyiladi.

30-Test.

Kimlar tomonidan metallarning klassik elektron nazariyasi yaratilgan?

Javoblar:

1. Metallarning klassik elektron nazariyasi Drude va Lorenstlar tomonidan yaratilgan.
2. Metallarning klassik elektron nazariyasi Drude tomonidan yaratilgan.
3. Metallarning klassik elektron nazariyasi Lorenst tomonidan yaratilgan.
4. Metallarning klassik elektron nazariyasi Drude va Lebedev tomonidan yaratilgan.

31-Test.

Om qonunining analitik ko'rinishini ta'riflang.

Javoblar:

1. Tok zichligi kuchlanganlikga proporsional.
2. Tok zichligi kuchlanishga proporsional.
3. Tok zichligi qarshilikka proporsional.
4. Tok zichligi elektronlar soniga proporsional.

32-Test.

Kvant mexanikasida Pauli prinsipiga asosan, har bir energiya sathida yoki holatida nechta elektron bo'lishi mumkin?

Javoblar:

1. Kvant mexanikada Pauli prinsipiga asosan, har bir energiya sathida yoki holatida faqat bitta elektron bo'lishi mumkin.
2. Kvant mexanikada Pauli prinsipiga asosan, har bir energiya sathida yoki holatida faqat ikkita elektron bo'lishi mumkin.
3. Kvant mexanikada Pauli prinsipiga asosan, har bir energiya sathida yoki holatida faqat uchta elektron bo'lishi mumkin.

4. Kvant mexanikada Pauli prinsipiga asosan, har bir energiya sathida yoki holatida faqat to'rtta elektron bo'lishi mumkin.

33-Test.

Sof metallarda elektronlarning erkin harakatlanish uzunligini cheklaydigan yagona sababni ko'rsating.

Javoblar:

1. Sof metallarda elektronlarning erkin harakatlanish uzunligini cheklaydigan yagona sabab kristall panjara tugunlaridagi atomlarning issiqlik tebranishidir.
2. Sof metallarda elektronlarning erkin harakatlanish uzunligini cheklaydigan yagona sabab kristall panjara tugunlaridagi atomlarning mexanik tebranishidir.
3. Sof metallarda elektronlarning erkin harakatlanish uzunligini cheklaydigan yagona sabab kristall panjara tugunlaridagi atomlarning elektromagnit tebranishidir.
4. Sof metallarda elektronlarning erkin harakatlanish uzunligini cheklaydigan yagona sabab kristall panjara tugunlaridagi molekulalarning issiqlik tebranishidir.

34-Test.

Cirt yoki skin effekti deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

1. **Maksimal tok zichligining o'tkazgichning ichkari ketgan sayin kamaya borish hodisasiga sirt yoki skin effekti deyiladi.**
2. Maksimal tok zichligining o'tkazgichning sirti bo'ylab kamaya borish hodisasiga sirt yoki skin effekti deyiladi.
3. Maksimal tok kuchining o'tkazgichning ichkari ketgan sayin kamaya borish hodisasiga sirt yoki skin effekti deyiladi.
4. Maksimal tok zichligining o'tkazgichning ichkari ketgan sayin oshib borish hodisasiga sirt yoki skin effekti deyiladi.

35-Test.

Ikkita metall bir biriga tegizilganda, ularning shu joyida potentsiallar farqi $\Delta\phi$ paydo bo'lishini kim va nechanchi yilda aniqlagan?

Javoblar:

- 1. Italiyalik olim Volta 1797- yilda.**
2. Franstiyalik olim Volta 1797- yilda.
3. Italiyalik olim Silva 1797- yilda.
4. Amerikalik olim Volta 1797- yilda.

36-Test.

Zeebek effekti deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Kontaktlarning har xil temperaturalarida termoelektr toklari paydo bo‘ladi, agar tok uzilsa, o‘tkazgich uchi va oxirlarida potentsiallar farqi paydo bo‘ladi, bu farqqa termo e.yu.k si deyiladi. Bu hodisa Zeebek effekti deyiladi.**
2. Kontaktlarning bir xil temperaturalarida termoelektr toklari paydo bo‘ladi, agar tok uzilsa, o‘tkazgich uchi va oxirlarida potentsiallar farqi paydo bo‘ladi, bu farqqa termo e.yu.k si deyiladi. Bu hodisa Zeebek effekti deyiladi
3. Kontaktlarning har xil temperaturalarida elektr toklari paydo bo‘ladi, agar tok uzilsa, o‘tkazgich uchi va oxirlarida potentsiallar farqi paydo bo‘ladi, bu farqqa termo e.yu.k si deyiladi. Bu hodisa Zeebek effekti deyiladi
4. Kontaktlarning har xil temperaturalarida termoelektr toklari paydo bo‘ladi, agar tok uzilsa, o‘tkazgich uchi va oxirlarida potentsiallar farqi paydo bo‘ladi, bu farqqa e.yu.k deyiladi. Bu hodisa Zeebek effekti deyiladi

37-Test.

Yarim o‘tkazgichlarga aralashmali o‘tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Yarim o‘tkazgichlarga aralashmalar qo‘shilishi natijasida yuzaga keladigan o‘tkazuvchanlik aralashmali o‘tkazuvchanlik deb ataladi.**
2. Yarim o‘tkazgichlarga o‘tkazgichlar qo‘shilishi natijasida yuzaga keladigan o‘tkazuvchanlik aralashmali o‘tkazuvchanlik deb ataladi.

3. O'tkazgichlarga aralashmalar qo'shilishi natijasida yuzaga keladigan o'tkazuvchanlik **aralashmali o'tkazuvchanlik** deb ataladi.
4. Dielektriklarga aralashmalar qo'shilishi natijasida yuzaga keladigan bunday o'tkazuvchanlik aralashmali o'tkazuvchanlik deb ataladi.

38-Test.

Noorganik yarim o'tkazgichlar qanday holatlarda bo'lishi mumkin?

Javoblar:

1. **Noorganik yarim o'tkazgichlardir kristall va amorf, suyuq va qattiq, magnitli va magnitsiz, tarkibi oddiy va murakkab bo'lishi mumkin.**
2. Noorganik yarim o'tkazgichlardir kristall , suyuq va qattiq, magnitli va magnitsiz, tarkibi oddiy va murakkab bo'lishi mumkin.
3. Noorganik yarim o'tkazgichlardir kristall va amorf, qattiq, magnitli va magnitsiz, tarkibi oddiy va murakkab bo'lishi mumkin.
4. Noorganik yarim o'tkazgichlardir kristall va amorf, suyuq va qattiq, magnitsiz, tarkibi oddiy va murakkab bo'lishi mumkin.

39-Test.

Jismlarning yutish spektri deb nimaga deyiladi?

Javoblar:

1. **Jismlarning energiyani yutish ko'rsatkichining λ to'lqin uzunligiga yoki foton energiyasiga bog'liqligiga jismlarning yutish spektri deyiladi.**
2. Jismlarning energiyani chiqarish ko'rsatkichining λ to'lqin uzunligiga yoki foton energiyasiga bog'liqligiga jismlarning yutish spektri deyiladi.
3. Jismlarning energiyani yutish ko'rsatkichining λ to'lqin uzunligiga proporsional bog'liqligiga jismlarning yutish spektri deyiladi.
4. Jismlarning energiyani yutish ko'rsatkichining chastotaga yoki foton energiyasiga bog'liqligiga jismlarning yutish spektri deyiladi.

40-Test.

Yorug'likning zaryad tashuvchilar tomonidan yutilishi nima bilan xarakterlanadi?

Javoblar:

1. Yorug'likning zaryad tashuvchilar tomonidan yutilishi elektron va teshiklarning yuqori energiya sathlariga o'tishi bilan xarakterlanadi.

2. Yorug'likning zaryad tashuvchilar tomonidan yutilishi elektronlarning yuqori energiya sathlariga o'tishi bilan xarakterlanadi.

3. Yorug'likning zaryad tashuvchilar tomonidan yutilishi teshiklarning yuqori energiya sathlariga o'tishi bilan xarakterlanadi.

4. Yorug'likning zaryad tashuvchilar tomonidan yutilishi elektron va teshiklarning past energiya sathlariga o'tishi bilan xarakterlanadi.

41-Test.

Yorug'likning aralashmali yutilishi nima bilan xarakterlanadi?

Javoblar:

1. Yorug'likning aralashmali yutilishi aralashma atomlarining ionlanishi yoki qo'zg'alishi bilan xarakterlanadi.

2. Yorug'likning aralashmali yutilishi aralashma atomlarining zaryadlanishi bilan xarakterlanadi.

3. Yorug'likning aralashmali yutilishi atomlarining ionlanishi yoki qo'zg'alishi bilan xarakterlanadi.

4. Yorug'likning aralashmali yutilishi aralashma atomlarining qo'zg'alishi bilan xarakterlanadi.

42-Test.

Yorug'likning aktiv mexanizmlar deb nimaga deyiladi?

Javoblar:

1. Yorug'likning aktiv mexanizmlari deb xususiy va aralashmali yutilishda yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanlik xossalarining o'zgarishiga aytiladi.

2. Yorug'likning aktiv mexanizmlari deb aralashmali yutilishda yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanlik xossalarining o'zgarishiga aytiladi.

3. Yorug'likning aktiv mexanizmlari deb xususiy yutilishda yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanlik xossalarining o'zgarishiga aytiladi.

4. Yorug'likning aktiv mexanizmlari deb xususiy va aralashmali yutilishda o'tkazgichlarning o'tkazuvchanlik xossalarning o'zgarishiga aytiladi.

43-Test.

Ichki fotoeffekt kvant chiqishi deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

1. Bitta foton yutilganda hosil bo'ladigan juft zaryad tashuvchi zarrachalar soniga ichki fotoeffekt kvant chiqishi deyiladi.

2. Ikkita foton yutilganda hosil bo'ladigan juft zaryad tashuvchi zarrachalar soniga ichki fotoeffekt kvant chiqishi deyiladi.

3. Bitta foton yutilganda hosil bo'ladigan zaryad tashuvchi zarrachalar soniga ichki fotoeffekt kvant chiqishi deyiladi.

4. Uchta foton yutilganda hosil bo'ladigan juft zaryad tashuvchi zarrachalar soniga ichki fotoeffekt kvant chiqishi deyiladi.

44-Test.

Lyuminesstenziya deb qanday fizik hodisaga aytiladi?

Javoblar:

1. Lyuminesstenziya -bu shunday elektromagnit issiqliksiz energiya tarqalishiki, bunda energiya tarqalish davri yorug'lik to'lqinlari tarqalish davridan ancha katta bo'ladi.

2. Lyuminesstenziya -bu shunday issiqliksiz energiya tarqalishiki, bunda energiya tarqalish davri yorug'lik to'lqinlari tarqalish davridan ancha katta bo'ladi.

3. Lyuminesstenziya -bu shunday elektromagnit energiya tarqalishiki, bunda energiya tarqalish davri yorug'lik to'lqinlari tarqalish davridan ancha katta bo'ladi.

4. Lyuminesstenziya -bu shunday elektromagnit issiqliksiz energiya tarqalishiki, bunda energiya tarqalishi yorug'lik to'lqinlari tarqalish davridan ancha katta bo'ladi.

45-Test.

Fotolyuminesstenstiya hodisasi qaysi qonunga bo'ysunadi va bu qonunni ta'riflang.

Javoblar:

- 1. Fotolyuminesstenstiya Stoks-Lommel qonuniga bo'ysunadi: energiya tarqalish maksimal spektri doimo energiya yutilish spektriga nisbatan uzun to'liq uzunliklari tomon siljigan bo'ladi.**
2. Fotolyuminesstenstiya Shottki qonuniga bo'ysunadi: energiya tarqalish maksimal spektri doimo energiya yutilish spektriga nisbatan uzun to'liq uzunliklari tomon siljigan bo'ladi.
3. Fotolyuminesstenstiya Stoks-Lommel qonuniga bo'ysunadi: energiya tarqalish maksimal spektri doimo energiya chiqarish spektriga nisbatan uzun to'liq uzunliklari tomon siljigan bo'ladi.
4. Fotolyuminesstenstiya Frenel qonuniga bo'ysunadi: energiya tarqalish maksimal spektri doimo energiya yutilish spektriga nisbatan uzun to'liq uzunliklari tomon siljigan bo'ladi.

46-Test.

Lyuminesstenstiya aktivatorlari deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

- 1. Yarim o'tkazgichning shu'lalanishiga sababchi aralashma atomlari lyuminesstenstiya aktivatorlari deyiladi.**
2. Yarim o'tkazgichning shu'lalanishiga sababchi aralashma molekulalari lyuminesstenstiya aktivatorlari deyiladi.
3. Yarim o'tkazgichning shu'lalanishiga sababchi atomlar lyuminesstenstiya aktivatorlari deyiladi.
4. Yarim o'tkazgich tarkibining o'zgarishiga sababchi aralashma atomlari lyuminesstenstiya aktivatorlari deyiladi.

47-Test.

Xoll effekti qaysi asboblarning ishlash prinstipi asosida yotadi?

Javoblar:

1. Xoll effekti magnit indukstiyasini o'lchovchi asboblari, kontaktsiz tok o'lchash asboblari, spektr analizatorlari, modulyatorlar va fazali sezgir detektorlarning ishlash prinsipi asosida yotadi.

2. Xoll effekti magnit indukstiyasini kontaktsiz tok o'lchash asboblari, spektr analizatorlari, modulyatorlar va fazali sezgir detektorlarning ishlash prinsipi asosida yotadi.

3. Xoll effekti magnit indukstiyasini o'lchovchi asboblari, tok o'lchash asboblari, spektr analizatorlari, modulyatorlar va fazali sezgir detektorlarning ishlash prinsipi asosida yotadi.

4. Xoll effekti magnit indukstiyasini o'lchovchi asboblari, kontaktsiz tok o'lchash asboblari, modulyatorlar va fazali sezgir detektorlarning ishlash prinsipi asosida yotadi.

48-Test.

Gann effektining mazmuni nimada?

Javoblar:

1. Bu effektning mazmuni shundaki, yarim o'tkazgichga yuqori kuchlanishli doimiy tok ta'sir etilsa, unda yuqori chastotali elektr maydon to'lqinlari hosil bo'ladi.

2. Bu effektning mazmuni shundaki, o'tkazgichga yuqori kuchlanishli doimiy tok ta'sir etilsa, unda yuqori chastotali elektr maydon to'lqinlari hosil bo'ladi.

3. Bu effektning mazmuni shundaki, yarim o'tkazgichga past kuchlanishli doimiy tok ta'sir etilsa, unda yuqori chastotali elektr maydon to'lqinlari hosil bo'ladi.

4. Bu effektning mazmuni shundaki, yarim o'tkazgichga yuqori kuchlanishli doimiy tok ta'sir etilsa, unda past chastotali elektr maydon to'lqinlari hosil bo'ladi.

49-Test.

$A^{II}B^{VI}$ i TRZ yarim o'tkazgichlariga nimalar kipadi?

Javoblar:

1. $A^{II}B^{VI}$ i TRZ yarim o'tkazgichlariga sulfidlar, selenidlar, tellur kadmiy, tellur rux va tellur simob kiradi.

2. $A^{II}B^{VI}$ i TRZ yarim o'tkazgichlariga selenidlar, tellur kadmiy, tellur rux va tellur simob kiradi.
3. $A^{II}B^{VI}$ i TRZ yarim o'tkazgichlariga sulfidlar, tellur kadmiy, tellur rux va tellur simob kiradi.
4. $A^{II}B^{VI}$ i TRZ yarim o'tkazgichlariga sulfidlar, selenidlar, tellur rux va tellur simob kiradi.

50-Test.

$A^{IV}B^{VI}$ yarim o'tkazgichli birikmalarga nimalar kiradi?

Javoblar:

1. $A^{IV}B^{VI}$ yarim o'tkazgichli birikmalarga sulfidlar, selenidlar va qo'rg'oshin, qalay tellurlari kiradi.
2. $A^{IV}B^{VI}$ yarim o'tkazgichli birikmalarga selenidlar va qo'rg'oshin, qalay tellurlari kiradi.
3. $A^{IV}B^{VI}$ yarim o'tkazgichli birikmalarga sulfidlar, , qalay tellurlari kiradi.
4. $A^{IV}B^{VI}$ yarim o'tkazgichli birikmalarga sulfidlar, selenidlar va qo'rg'oshin kiradi.

51-Test.

Dielektriklarga Faradey tomonidan kiritilgan ta'rifni ko'rsating.

Javoblar:

1. Qutblanish qobiliyatiga ega bo'lgan qattiq, suyuq gazsimon moddalarga dielektriklar deyiladi.
2. Qutblanish qobiliyatiga ega bo'lgan qattiq, suyuq gazsimon moddalarga dielektriklar deyiladi.
3. Qutblanish qobiliyatiga ega bo'lgan qattiq, suyuq gazsimon moddalarga dielektriklar deyiladi.
4. Qutblanish qobiliyatiga ega bo'lgan qattiq, suyuq gazsimon moddalarga dielektriklar deyiladi.

52-Test.

Ion qutblanish nima uchun yuz beradi?

Javoblar:

1. Ion qutblanish kristall panjaradagi ionlarning panjara davridan kichik bo'lgan masofaga siljishi natijasida yuz beradi.

2. Ion qutblanish kristall panjaradagi atomlarning panjara davridan kichik bo'lgan masofaga siljishi natijasida yuz beradi.
3. Ion qutblanish kristall panjaradagi ionlarning panjara davridan katta bo'lgan masofaga siljishi natijasida yuz beradi.
4. Ion qutblanish kristall panjaradagi molekulalarning panjara davridan kichik bo'lgan masofaga siljishi natijasida yuz beradi.

53-Test.

Ion- relaksastiya qutblanishi qachon yuz beradi?

Javoblar:

1. Bunday qutblanish ionlar kristall panjara davridan katta masofalarga siljishi natijasida yuz beradi.
2. Bunday qutblanish atomlar kristall panjara davridan katta masofalarga siljishi natijasida yuz beradi.
3. Bunday qutblanish ionlar kristall panjara davridan kichik masofalarga siljishi natijasida yuz beradi.
4. Bunday qutblanish molekulalar kristall panjara davridan katta masofalarga siljishi natijasida yuz beradi.

54-Test.

Disperstiya hodisasi deb qanday fizik hodisaga aytiladi?

Javoblar:

1. Dielektrik kirituvchanlikning (ϵ) chastota o'zgarishi bilan o'zgarishiga disperstiya hodisasi deyiladi.
2. Dielektrik kirituvchanlikning (ϵ) amplituda o'zgarishi bilan o'zgarishiga disperstiya hodisasi deyiladi.
3. Dielektrik kirituvchanlikning (ϵ) chastota o'zgarishi bilan qisman o'zgarishiga disperstiya hodisasi deyiladi.
4. Dielektrik kirituvchanlikning (ϵ) to'liq uzunligi o'zgarishi bilan o'zgarishiga disperstiya hodisasi deyiladi.

55-Test.

Qanday toklarga absorbstiyali toklar deyiladi (I_{abs})?

Javoblar:

1. Qutblanishning relaksastiyali turlarida siljish toklari absorbstiyali toklar deyiladi (I_{abs}).
2. Qutblanishning relaksastiyali turlarida minimal toklari absorbstiyali toklar deyiladi (I_{abs}).

3. Qutblanishning relaksastiyali turlarida maksimal toklari absorbstiyali toklar deyiladi (I_{abs}).

4. Qutblanishning relaksastiyali turlarida oqim toklari absorbstiyali toklar deyiladi (I_{abs}).

56-Test.

Dielektrikdagi isrof yoki dielektrikdagi energiya sochilishi deb nimaga aytiladi?

Javoblar:

1. Qizishga sarf bo‘ladigan elektr quvvati dielektrikdagi isrof yoki dielektrikdagi energiya sochilishi deyiladi.

2. Qizishga sarf bo‘ladigan magnit quvvati dielektrikdagi isrof yoki dielektrikdagi energiya sochilishi deyiladi.

3. Sovishga sarf bo‘ladigan elektr quvvati dielektrikdagi isrof yoki dielektrikdagi energiya sochilishi deyiladi.

4. Qizishga sarf bo‘ladigan o‘tkazgich quvvati dielektrikdagi isrof yoki dielektrikdagi energiya sochilishi deyiladi.

57-Test.

Qaysi vaqtda dielektrikda “teshilish” sodir bo‘ladi?

Javoblar:

1. Kuchlanish qiymati ko‘tarila borishi natijasida dielektrikda “teshilish” sodir bo‘ladi.

2. Kuchlanish qiymati pasaya borishi natijasida dielektrikda “teshilish” sodir bo‘ladi.

3. Tok qiymati ko‘tarila borishi natijasida dielektrikda “teshilish” sodir bo‘ladi.

4. Qarshilik qiymati ko‘tarila borishi natijasida dielektrikda “teshilish” sodir bo‘ladi.

58-Test.

Qattiq dielektrlarda ”teshilish”lar qanday turlarga bo‘linadi?

Javoblar:

1. Qattiq dielektrlarda ”teshilish”lar elektr, issiqlik, elektroximiyaviy va sirt ”teshilish” turlariga bo‘linadi.

2. Qattiq dielektrlklarda "teshilish"lar issiqlik, elektroximiyaviy va sirt "teshilish" turlariga bo'linadi.
3. Qattiq dielektrlklarda "teshilish"lar elektr, elektroximiyaviy va sirt "teshilish" turlariga bo'linadi.
4. Qattiq dielektrlklarda "teshilish"lar elektr, issiqlik, sirt "teshilish" turlariga bo'linadi.

58-Test.

Qanday materiallarga magnit materiallari deyiladi?

Javoblar:

1. **Tashqi magnit maydoni ta'sirida magnitlanish xossasiga ega materiallar magnit materiallari deb ataladi.**
2. Ichki magnit maydoni ta'sirida magnitlanish xossasiga ega materiallar magnit materiallari deb ataladi.
3. Tashqi magnit maydoni ta'sirida elektrlanish xossasiga ega materiallar magnit materiallari deb ataladi.
4. Tashqi magnit maydoni ta'sirida magnitlanish xossasiga ega yumshoq materiallar magnit materiallari deb ataladi.

Glossariy

1. **Klistronlar**- mikroto‘lqinli tebranishlarni kuchaytiruvchi qurilmalar.
2. **Konstruktiv materiallar** - (yarim o‘tkazgich mahsulotlariga kiritilgan) metallar, qotishmalar, oynalar, keramika, yopishtiruvchi moddalar, korpuslar uchun plastmassalar, o‘tkazuvchan va himoya (laklar, emallar) materiallari;
3. **Super o‘tkazuvchilar** - boshqa elektr materiallarga nisbatan kuchli elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan materiallardir.
4. **Yarim o‘tkazgichlar** - elektr o‘tkazuvchanligi jihatidan o‘tkazgich va dielektriklar oralig‘ida turuvchi materiallar bo‘lib, ularning o‘ziga xos xususiyati aralashmalar yoki turli tashqi energiya ta’siridan (harorat, yorug‘lik va boshqalar) o‘zlarining elektr o‘tkazuvchanliklarini keskin o‘zgartiradi.
5. **Ion bog‘lanishda asosiy kuchlar** - Kulon elektrostatik kuchlaridir.
6. **Kovalent bog‘lanish** - ideal holatda bir xil zaryadlanmagan atomlar orasidagi bog‘lanishlardir.
7. **Polimerlar** – strukturaviy tuzilishlari takrorlanadigan bir necha monomerlardan tashkil topgan yuqori molekulyar birikmalardir.
8. **Kompozition plastmassalar** - sun’iy smolalar (qatronlar), bo‘yoqlar va plastifikatorlardan tayyorlanadi.
9. **Getinaks** - issiq fenolformaldegid smolasi bilan to‘yintirilgan presslangan qog‘ozdir.
10. **Tekstolit** - plastik material bo‘lib, smola bilan to‘yintirilgan paxta tolali materialdir.
11. **Kompaundlar** -bu turli xil izolyastion moddalar-smolalar, bitumlar, stellyuloza aralashmalarining suyuq holatga keltirilganligidir.
12. **Shisha** –strukturaviy tuzilishida zarrachalar betartib joylashgan noorganik kvaziamorf qattiq jismlardir.
13. **Citallar** - maxsus tarkibga ega shishalarni kristalizastiya qilish natijasida olingan materiallardir.
14. **Keramika** - bu bir xil texnologik stikllarga ega bo‘lgan dielektriklardir.
15. **Qattiq jism**— moddaning shakli turg‘un agregat holati.
16. **Metall bog‘lanish energiyasi**- harakatlanayotgan elektronlarning ionlar bilan o‘zaro ta’siri tufayli hosil bo‘ladi.

17. Panjara davrlari- kristall panjara birlik uyachasining o'lchami (a, b, s) laridir.

18. Anizotropiya –bu kristall xossalarning atomlarning (ionlarning, molekulalarning) tartibli joylashishi natijasida yuzaga keladigan yo'nalishlarga bog'likligidir.

19. Nuqsonlar- sof geometrik xususiyatlar bo'yicha, ya'ni kristall tuzilishidagi buzilishlar panjaraning xarakterli parametridan boshqacha masofalarga cho'zilgan o'lchovlar soni bilan xarakterlanadi.

20. Nuqtali nuqsonlar- strukturaning buzilishi kristalning alohida nuqtalarida lokalizatsiya qilinganligini ko'rsatadi.

21. Chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar- kristall davriyligining ma'lum bir yo'nalishda yoki koordinatada buzilishidir.

22. Chiziqli (bir o'lchovli) nuqsonlar- kristall davriyligining ma'lum bir yo'nalishda yoki koordinatada buzilishidir.

23. Sublimatsiya hodisasi — qattiq jismlarning bug'lanishidir.

24. Frenkel nuqsonlari - bu atomlar kristall panjara ichidagi boshqa atomlarga urilib o'zining energiyasini beradi va ma'lum bir turg'un holatni atom tugunlari orasida egallaydi, o'zining o'rnini bo'sh, ya'ni "vakant" qoladi.

25. Shottki nuqsonlari - atomlarning zich qadoqlangan kristallarida uchraydi. Issiqlik harakati natijasida yuzaga yaqin qatlamdagi ba'zi atomlar "qisman" dissostatsiya holatida bo'lishi mumkin, ya'ni ular kristaldan yuzaga chiqishi mumkin. Hosil bo'lgan vakansiya kristall hajmiga o'tadi.

26. Volfram – og'ir, kul rang qattiq metall.

27. Sirt effekti yoki skin effekti- maksimal tokning zichligining ichkari ketgan sayin kamaya borishidir.

28. Termoelektr toklari- kontaktlarning har xil temperaturalarida paydo bo'ladi.

29. Yarim o'tkazgichlar - Mendeleev davriy sistemasining II, III, IV, V va VI guruhlarida joylashgan ko'pchilik elementlar va ularning bir qator birikmalaridir.

30. Rekombinatsiya protsessi- elektronlar teshiklarni to'ldirib neytrallashtirishidir.

31. Aralashmali o'tkazuvchanlik- yarim o'tkazgichlarga aralashmalar qo'shilishi natijasida yuzaga keladigan o'tkazuvchanlikdir.

- 32. Fotoo‘tkazuvchanlik-** yarim o‘tkazgichlar elektr o‘tkazuvchanligining yorug‘lik nurlari ta’sirida o‘zgarishidir.
- 33. Ichki fotoeffekt kvant chiqishi-** bitta foton yutilganda hosil bo‘ladigan juft zaryad tashuvchi zarrachalar sonidir.
- 34. Lyuminessteniya** - bu shunday elektromagnit issiqliksiz energiya tarqalishiki, bunda energiya tarqalish davri yorug‘lik to‘lqinlari tarqalish davridan ancha katta bo‘ladi.
- 35. Xoll effektining-** agar tok o‘tayotgan yarim o‘tkazgichni tok yo‘nalishiga perpendikulyar ravishda magnit maydoniga joylashtirilsa, u vaqtda yarim o‘tkazgich plastinkasing chetlarida perpendikulyar tok yo‘nalishida e.yu.k hosil bo‘ladi.
- 36. Gann effekti** - yarim o‘tkazgichga yuqori kuchlanishli doimiy tok ta’sir etilsa, unda yuqori chastotali elektr maydon to‘lqinlari hosil bo‘ladi.
- 37. Epitaksiya metodi-** bu bir kristallga boshqa kristall zarrachalarini purkash yoki o‘stirishdir.
- 38. Dielektriklar-** qutblanish qobiliyatiga ega bo‘lgan qattiq, suyuq gazsimon moddalardir.
- 39. Ion qutblanishda kristall panjaradagi** ionlarning panjara davridan kichik bo‘lgan masofaga siljishi natijasida yuz beradi.
- 40. Dipolli relaksastiya qutblanishi** - dipol momentlarining dielektrikda bir xil yo‘nalishni egallashi natijasida yuz beradi.
- 41. Ion- relaksastiya qutblanishi** ionlar kristall panjara davridan katta masofalargi siljishi natijasida yuz beradi.
- 42. Elektron- relaksastiya qutblanishi** bu xuddi ion- relaksastiya qutblanishi singari faqat ion o‘rnida elektronlar siljiydi.
- 43. Rezonans qutblanishi** ion va elektronlarning xususiy chastotalari tashqi yoritilayotgan yorug‘lik chastotalariga teng bo‘lganda yuz beradi.
- 44. Disperstiya hodisasi-** dielektrik kirituvchanlikning (ϵ) chastota o‘zgarishi bilan o‘zgarishidir.
- 45. Migrastiya qutblanishi strukturasi** va o‘tkazuvchanligi jihatidan bir xil bo‘lmagan va tarkibida elektr o‘tkazuvchan aralashmalari bo‘lgan dielektrlarda yuz beradi.
- 46. O‘z-o‘zidan qutblanish** segnetik tuz xossalariga ega bo‘lgan bir gruppada materiallarda ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) yuz beradi.
- 47. Polyar yoki dipol dielektriklar-** bular organik suyuq va qattiq

dielektriklar bo'lib, bir vaqtning o'zida ham elektronli, ham diporelaksastion qutblanishga ega bo'lgan dielektriklardir.

48. Absorbstiyali toklar- (I_{abs}) bu qutblanishning relaksastiyali turlaridagi siljish toklaridir.

49. Energiya sochilishi- qizishga sarf bo'ladigan elektr quvvati dielektrikdagi isrofidir.

50. Dielektrikning elektr mustahkamligi- dielektrikning "teshilishi" dagi kuchlanish "ga mos keluvchi elektr maydon kuchlanganligidir.

51. Elektroximiyaviy "teshilish" – yuqori haroratli va namlikli havoda yuz beradigan hodisa bo'lib, qarshilikning keskin kamayishidir (dielektrikning elektroximiyaviy "qarishi").

52. Magnit materiallari - bu tashqi magnit maydoni ta'sirida magnitlanish xossasiga ega bo'lgan materiallardir.

53. Moddaning magnitlanganligi - bu birlik hajmdagi magnit momentidir.

54. Magnit domenlari – bu ferromagnit hodisasida ba'zi materiallarning ichki mikroskopik qismida kristall strukturalarning tashkil topishidir.

55. Magnit anizotropiyasi turli o'qlar yo'nalishida jismlar magnitlanishining turli qiymatlarda bo'lishidir.

56. Magnitstriksiya – bu Ferromagnit monokristallari magnitlanayotganda ularning chiziqli o'lchamlarining uzgarishidir.

57. Diamagnetiklar – manfiy magnitlanish qobiliyatiga ega bo'lib, ularning magnitlanishi tashqi magnit maydoniga bog'liq emas.

58. Ferromagnetiklar – kuchli magnitlanadigan moddalardir.

59. Antiferromagnetiklar – bu shunday moddalarki, ularda ma'lum bir o'tish temperaturasidan T keyin magnit momentlari yo'nalishi yoki joylashuvi teskari bo'lib qoladi va ular o'zlarining magnit xossalarini yo'qotadi, paramagnetiklarga aylanadi.

60. Ferrimagnetiklar – bu antiferromagnetiklarning xususiyatlari kompensastiya qilinmaydigan moddalardir.

61. Magnitostriksiya hodisasi - bu gisterezis hodisasi vaqtida ferromagnetiklar chiziqli o'lchamlarining o'zgarishidir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Markov. V. F. M268 Материалы современной электроники : [учеб. пособие] / V. F. Markov, X. N. Muxamedzyanov, L. N. Maskaeva ; [pod obщ. red. V. F. Markova] ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federa-stii, Ural. feder. un-t. – Ekaterinburg : Izd-vo Ural. un-ta, 2014. – 272 s.

2. Reter YU Manuel Cardona . Fundamentals of Semiconductors , Physics and Materials Properties // Springer – Verlag Berlin Heidelberg. 4 th ed.2010. R.778.

3. William D. Callister, Jr. David G.Rethwisch. Fundamentals of Materials Science and Engineering-4 th ed.TA403.C227 2012. USA.

4. Askeland,D.R. ,P.P. Fulay. and W.J. Wright, The Science and Engineering of Materials ,6 th edition , Cengage Learning, Stamford, CT, 2011.

5. Smith, W.F. , and J.Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 5 th edition, McGraw-Hill, New York, 2010.

6. M.K. Baxodirxonov .S Zaynobiddinov., X.M.Madaminov “Elektron texnikasi moddalari” OO‘Yu uchun darslik.T.: Yangi nashr, 2016 yil.

7. O‘.H,Qurbonova. “Elektron tsxpika materiallari va elementlari” fanidan darslik. - T. 201y. 354 bet.

MUNDARIJA

Kirish

1-modul. Elektron texnika materiallar va elementlari fani tarixi va rivojlanish an'analari

1-Mavzu. Elektron texnika materiallar va elementlari fani tarixi

2-mavzu. Noorganik materiallar xossalari

2-modul. Qattiq jismlar xossalari xaqida ma'lumotlar

3-mavzu. Qattiq jismlar xossalarn

4-mavzu. Moddalarning amorf va kristall holatlari.

Materiallarning fizikaviy va kimyoviy xossalari. Qattiq jismlarning zonalar nazariyasi va ularning shakllanishi

5-mavzu. Qattiq jismlardagi nuqsonlar

3-Modul: Metall va metall qotishmalari xossalari

6-mavzu. Metallarning xossalari

7-mavzu. Utkazgich materiallar va ularning xossalari

4-Modul. Har xil materiallardagi elektr o'tkazuvchanlik

8- Mavzu: Yarim o'tkazgichlar

9-mavzu. Yarim o'tkazgichlarda elektrofizik hodisalar

10-mavzu. Kremniy. Germaniy

11-mavzu. Murakkab yarim o'tkazgichlar

12-mavzu. Dielektrlarning klassifikastiyasi va asosiy xossalari

13-mavzu. Dielektrlarning elektr o'tkazuvchanligi

14-mavzu. Dielektrlarda energiya isrofi.

Dielektrlarning "teshilishi"

5-Modul. 15-Mavzu Magnit materiallar

Test savollari

Glossariy

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

O. H. Uzoqov

ELEKTRON TEXNIKA ELEMENTLARI VA MATERIALLARI

O‘quv qo‘llanma (60711200 – Elektronika va asbobsozlik)

Muharrir:

E.Eshov

Tex. muharrir:

D.Abduraxmonova

Musahhih:

M.Shodiyeva

Badiiy rahbar:

M.Sattorov

Nashriyot litsenziyasi № 022853. 08.03.2022.

Original maketdan bosishga ruxsat etildi: 23.12.2023. Bichimi 60x84. Kegli 16 shponli. “Times New Roman” garnitura 1/16.

Ofset bosma usulida. Ofset bosma qog‘ozi.

Bosma tabog‘i 8. Adadi 100. Buyurtma № 256



KAMOLOT

**“BUXORO DETERMINANTI” MCHJ
bosmaxonasida chop etildi.**

Buxoro shahar Namozgoh ko‘chasi 24 uy

Tel.: + 998 91 310 27 22