

O. H. QURBONOVA, B. R. RAHMONOV
B. A. ABDURAHMONOV

ELEKTRONIKA ELEMENT BAZASI VA MIKROELEKTRONIKA



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI**

**O‘. H. Qurbonova, B.R.Rahmonov
B.A.Abdurahmonov**

Elektronika element bazasi va mikroelektronika

Kasb-hunar kollejlari uchun darslik

„NOSHIR“
Toshkent -2013

UO‘K: 62 1. 38(075)

KBK 32.85ya722

Q-80

Taqrizchilar:

N.Norqulov–O‘zMU “Fizikaviy elektronika” kafedrasida dotsenti,
Sh.Mavlonov –TDTU “Radioelektronika va kasbiy ta’lim”
kafedrasida dotsenti.

Qurbonova, O‘.H.

Q-80 Elektronika element bazasi va mikroelektronika : kasb-hunar kollejlari uchun darslik / O‘.H.Qurbonova, B.R. Rahmonov, B.A. Abdurahmonov ; O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi , O‘rta maxsus kasb-hunar ta’lim markazi. – Toshkent : Noshir, 2013. 208 b.

ISBI 978 -9943-4197-7-3

Ushbu darslikda yarimo‘tkazgichli asboblarning asosiy xossalari, yarimo‘tkazgich diodlarning fizikaviy asoslari va ularning tavsiflari keltirilgan. Shuningdek, yarimo‘tkazgichli rezistorlar, tranzistorlar va tiristorlar haqida ma’lumotlar berilgan va diodli, triodli, tetrodli va pentodli lampalar to‘g‘risidagi materiallar, fotodiodlar, fotorezistorlar, fototranzistorlar va fototiristorlarning fizikaviy asoslari va tavsiflari to‘g‘risida ma’lumotlar hamda gibridd va yarimo‘tkazgichli mikroshemalar haqida materiallar keltirilgan.

Mazkur darslik texnika yo‘nalishi bo‘yicha ixtisoslashgan kasb-hunar kollejlari o‘quvchilari uchun mo‘ljallangan. Shuningdek, texnik yo‘nalishdagi o‘quv muassasalari o‘qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

UO‘K: 62 1. 38(075)

KBK 32.85ya722

© “Noshir” nashriyoti, 2013

ISBI 978 -9943-4197-7-3

1-BOB.
**KIRISH. “ELEKTRONIKA ELEMENT BAZASI
VA MIKROELEKTRONIKA”FANINING QISQACHA
MAZMUNI**

Elektronika va mikroelektronika XXI asrning eng yosh va juda tez rivojlanayotgan fani boʻlib, u inson faoliyatining barcha sohalariga kirib keldi. Ushbu fanning maʼnosini, shuningdek uning soʻnggi yutuqlarini anglash uchun elektronikaning cheksiz imkoniyatlarini aniq tasavvur qilish, elektronikadagi fundamental va fizik tushunchalarni bilish va anglash lozim.

Bugun fan va texnikaning keyingi rivojlanishini, jamiyatning iqtisodiy oʻsishini, shuningdek XXI asrda insoniyat oldida turgan ekologiya, energetikaning ulkan muammolarining yechishni elektron sanoati mahsulotlarini keng ishlab chiqarishga tatbiqisiz va ulardan foydalanishsiz tasavvur qilib boʻlmaydi. Ayniqsa zamonaviy axborot texnologiyalari rivoji ancha chidamli, tez ishlovchi elektr sigʻimli mikroelektron, nanoelektron asboblarni yaratish va ularni ishlatishni talab qiladi. Yarimoʻtkazgichlar fizikasi oʻzining strukturasi va tuzilishi (kristall, amorf yarimoʻtkazgichlar), shuningdek agregat holati (qattiq, suyuq va gazsimon yarimoʻtkazgichlar) boʻyicha keng qatordagi turlicha moddalarni oʻrganuvchi fandır. Yarimoʻtkazgichlar mikroelektronikasi va optoelektronikasi kabi zamonaviy texnologiyalar bilan bogʻlangan fan va texnikaning turli sohalarida yarimoʻtkazgichlarning keng qoʻllanilishi yarimoʻtkazgichlar fizikasi, yarimoʻtkazgich asboblarning fizikasi, fizikaviy mikroelektronika kabi fizikaning qator turdosh mutaxassisliklari boʻyicha taʼlim olayotgan talabalar uchun ushbu fanning oʻqitilish zaruratini shartlaydi.

Bugungi kunda fan va texnika sohasida eng tez taraqqiyot qilayotgan elektronikaning asosiy tashkil etuvchi fanlaridan bu yarimo'tkazgichli asboblarni fizikasidir.

Bunga sabab, yarimo'tkazgichli asboblarni (YaO'A) ning inson faoliyatining barcha sohalarida tibbiyotdan to'g'ri kosmik tadqiqotlarga cha keng qo'llanilishi. Bunday tez taraqqiyotga yarimo'tkazgichli materiallarning fizik xossalarini uzoq va chuqur izlanishlar olib keldi. 1947-yilda yarimo'tkazgich yuzasida, u boshqa yarimo'tkazgich va metall bilan kontaktda bo'lmagan holda ham, elektron holatlar mavjudligi haqidagi fikr ilgari surildi. Buning asosida ikkita yarimo'tkazgich kontaktdan tok o'tish mexanizmining nazariyasi vujudga keldi va u keng tarqalib, eksperiment natijalariga mos natijalarni berdi. Bu nazariya zamonaviy yarimo'tkazgichli to'g'rilagichli diodlarning ishlash mexanizmiga asos bo'ldi. Turli turdagi ikki yarimo'tkazgich chegarasida katta elektr maydon bo'lgandagi jarayonlarni o'rganish $p-n$ o'tishning teshilish nazariyasining vujudga kelishiga va buning asosida ishlovchi yarimo'tkazgichli asbob-stabilitronning yaratilishiga olib keldi. Shu jumladan, ikkita yarimo'tkazgich kontaktining yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda qo'llash mumkinligi ko'rsatildi. Bu tamoyilda ishlab chiqilgan fotoelementlar yorug'lik signallarini qayd qilishda hamda fotoenergetikada qo'llanilmoqda.

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

50-yillarning oxirida o'zaro yaqin joylashtirilgan uchta $p-n$ o'tishlarning o'zaro ta'siriga asoslangan yarimo'tkazgichli asbob-tranzistor ishlab chiqildi. Tranzistorlarning asosiy ishlatilish soha-

si –bu kichik inersiyali quvvatli toklarni kommutatsiya qilishdir. Yarimo‘tkazgichlar yuzasida va yarimo‘tkazgich-dielektrik faza chegarasidagi fizik jarayonlarni chuqur o‘rganilishi uni polar yoki maydonli tranzistorlarning yaratilishiga olib keldi. Bu tranzistorlarda zaryad tashuvchilar bir xil ishorali bo‘lib, tranzistordan o‘tuvchi tok kattaligi zatvorga qo‘yiluvchi elektr maydon kuchlanganligiga bog‘liq. Oxirgi bir necha o‘n yillarda elektron texnikaga bo‘lgan talab yarimo‘tkazgichlarning funksional imkoniyatlarini oshirish va ularning o‘lchamlarini kichraytirish–integral mikrosxemalarning yaratilishiga olib keldi. Keyingi tadqiqotlar esa nanoo‘lchamdagi tranzistor strukturalarini yaratish imkonini tug‘dirdi. Yarimo‘tkazgichli asboblarda shunday katta tezlikda rivojlantirilmoqdagi, bugungi tasavvur va yutuqlar bir necha yildan so‘ng eskirib qolmoqda. Shu sababli, yarimo‘tkazgichli asboblarda ro‘y beruvchi fizik jarayonlarni bilish ahamiyatga egadir. Bu esa mutaxassislarning yangi usul va tamoyillarni mustaqil o‘rganishga imkon beradi.

“Elektronika element bazasi va mikroelektronika” fanining maqsadi: yarimo‘tkazgichlar, gibrid va integral mikrosxemali yarimo‘tkazgichlardagi fizik hodisalarning asosiy qonuniyatlari, elektron asboblarning asosiy turlari, fizikaviy xususiyatlari, asosiy parametr va tavsiflari hamda ishlatilish sohaslarini o‘rganishdan iborat. “Elektronika element bazasi va mikroelektronika” fani bo‘yicha talaba-o‘quvchilarning bilimi, malakasi va ko‘nikmasiga qo‘yiladigan talablar bilan tanishtirishdir. Bu fanni o‘qitish jarayonida asosiy e‘tibor ularning yarimo‘tkazgichlar elektronikasi va mikroelektronika sohasida yaratilgan asboblarning qo‘llanilishiga qaratiladi.

“Elektronika element bazasi va mikroelektronika” fanining qisqacha mazmuni fanining vazifasi: zamonaviy elektrovakuum va yarim o‘tkazgichli hamda mikroelektron asboblarning asosiy xususiyatlari, fizikaviy xossalari, asosiy kattaliklari va tavsiflarini bilish, shuningdek elektron asboblarda xususiyatini o‘zlashtirish va elektronika rivojlanishi haqidagi ma‘lumotlarga ega bo‘lishdan iborat hamda shu sohadagi asboblarning xususiyatlarini o‘rganishni

o‘z ichiga oladi. Elektron asboblardagi fizikaviy jarayonlarni bilish asboblarning asosiy kattaliklari va tavsiflarini hisoblash, ular asosida zamonaviy yarim o‘tkazgichli va mikroelektron asboblar va qurilmalar yasash imkoniyatini beradi.

Barcha zamonaviy turli funksional imkoniyatli elektron asboblar, shu bilan birga mikro va nano elektron asboblar asosan qattiq jism asosida tayyorlanadi.

Qattiq jism o‘ziga xos xususiyatlarga ega, bu esa ularni ilmfanning turli sohalarida ishlatilish imkonini beradi.

Kitobda yoritilgan va bayon qilingan har bir bo‘limlar bo‘yicha fizikaning mos fanlari mavjud: yarimo‘tkazgichlar va yarimo‘tkazgich materiallar fizikasi, yarimo‘tkazgich asboblar fizikasi, integral mikrosxemalar, mikroelektronika, yarimo‘tkazgich tuzilmalar texnikasi va boshqalar.

Birinchi bob kirish va “Elektronika element bazasi va mikroelektronika” fanining qisqacha mazmunini yoritishga bag‘ishlangan. Ikkinchi bob yarim o‘tkazgichli asboblarning asosiy xossalari o‘rganishga bag‘ishlangan.

Bu yerda yarimo‘tkazgichlarning asosiy xossalari, yarimo‘tkazgich diodlarning fizika-viy asoslari va ularning tavsiflari keltirilgan. Shuningdek, yarimo‘tkazgichli rezistorlar, tranzistorlar va tiristorlar haqida ma‘lumotlar berilgan.

Uchinchi bob elektronli lampalarga bag‘ishlangan. Bu yerda diodli, triodli, tetrodli va pentodli lampalar to‘g‘risidagi materiallar keltirilgan. To‘rtinchi bob optoelektronika sohasiga bag‘ishlangan.

Bu yerda fotodiodlar, fotorezistorlar, fototranzistorlar va fototiristorlarning fizikaviy asoslari va tavsiflari to‘g‘risida ma‘lumotlar berilgan.

Beshinchi bob integral mikrosxemalarga bag‘ishlangan. Bu yerda ular to‘g‘risida umumiy ma‘lumotlar, gibrid va yarimo‘tkazgichli mikrosxemalar haqida materiallar berilgan.

Ushbu kitob yarimo‘tkazgichlar fizikasi, yarimo‘tkazgich asboblar fizikasi, mikroelektronika va radioelektron asboblar sohasida bilim oladigan kasb-hunar kollejlari talaba o‘quvchilariga

mo'ljallangan.

“Elektronika element bazasi va mikroelektronika” fani bevosita quyidagi fanlar: fizika, kimyo, bioenergetika, radiotexnika va elektrotexnika bilan uzviy bog'langan.

NAZORAT SAVOLLARI

- 1. Elektronika sohasi qanday o'ziga xos xususiyatlarga ega?*
- 2. Elektronika va mikroelektronika sohasida qanday yutuqlarga erishilgan?*
- 3. “Elektronika element bazasi va mikroelektronika” fanining maqsadini va vazifasini tushuntiring.*

2-BOB.

YARIMO‘TKAZGICHLI ASBOBLAR

2.1. Yarimo‘tkazgichlarning asosiy xossalari

Barcha zamonaviy turli funksional imkoniyatli elektron asboblar, shu bilan birga mikro va nanoelektron asboblar asosan qattiq jism asosida tayyorlanadi. Qattiq jism o‘ziga xos xususiyatlarga ega, bu esa ularni ilm-fanning turli sohalarida ishlatilish imkonini beradi.

Qattiq jism – bu moddaning agregat holati bo‘lib, u muvozanat holati yaqinida kichik tebranishlarni amalga oshiruvchi atomlarning stabil shakli va issiqlik harakati xususiyati bilan tavsiflanadi.

Qattiq jismlar struktura jihatdan quyidagilarga bo‘linadi:

Kristall – uzoq va yaqin tartibga ega bo‘lgan, atomlarning davrli, muvozanatli joylashishi bo‘yicha tavsiflanuvchi qattiq jism.

Monokristall – atomlari bir xil tartibda va bir xil davrda joylashgan, bir butun shakl(hajm)ga ega bo‘lgan qattiq jism.

Polikristall – monokristallning juda kichik o‘lchamlaridan tashkil topgan qattiq jism.

Amorf jism – amorf holatdagi qattiq jism bo‘lib, u atom va molekularlar uzoq tartibli joylashishiga ega emas.

Qattiq jism elektr xususiyatlariga ko‘ra quyidagilarga bo‘linadi.

Metall – oddiy sharoitlarda yuqori issiqlik va elektr o‘tkazuvchanlik, yuqori plastiklik kabi metallarga xos xususiyatlarga ega bo‘lgan qattiq jism. Harorat pasayganda jismning elektr o‘tkazuvchanligi oshadi.

Yarimo‘tkazgichlar – qattiq jism bo‘lib, o‘zining solishtirma o‘tkazuvchanligi bo‘yicha o‘tkazgich va dielektrik oralig‘idagi joyni egallaydi va solishtirma qarshilikning kirishma konsentratsiyasiga kuchli bog‘liqligi bilan metallardan farq qiladi va yuqori sezgirlikka ega. Yarimo‘tkazgichlarning o‘tkazuvchanligi harorat-

ga kuchli bog‘liq va eksponensial tarzda o‘zgaradi.

Dielektrik – elektr tokini yomon o‘tkazuvchi yoki umuman o‘tkazmaydigan qattiq jism.

Dielektrikning asosiy xususiyati tashqi elektr maydonida qutblanish imkoniyatiga egaligidadir.

Yarimo‘tkazgich materiallar – yarimo‘tkazgich asboblarni yasash uchun asos bo‘lgan, haroratning keng intervalida, jumladan xona sharoitida (~ 300 K) yarimo‘tkazgichlarning aniq ifodalangan xususiyatlariga ega bo‘lgan moddalardan tashkil topgan. Dastlab biz qattiq jismga tegishli bo‘lgan xossalar bilan tanishib chiqamiz.

Elektr o‘tkazuvchanlik – bu jismning elektr maydon ta’siri ostida elektr tokini o‘tkazish xususiyati, o‘tkazgichlar doimo erkin zaryad tashuvchilarga ega (elektronlar, ionlar), ularning tartibli yo‘naltirilgan harakati esa elektr tokidir.

Solishtirma elektr o‘tkazuvchanlik (σ) – bu ko‘ndalang kesimi 1 sm^2 , uzunligi 1 sm . ga teng bo‘lgan materialning elektr o‘tkazuvchanligi va u σ harfi bilan belgilanadi hamda $(\text{Om}\cdot\text{sm})$ larda o‘lchanadi. Solishtirma elektr qarshilik yoki sodda qilib aytganda moddaning solishtirma qarshiligi uning elektr tokini o‘tkazish imkoniyatini tavsiflaydi. Solishtirma qarshilikning SI dagi o‘lchov birligi - $\text{om}\cdot\text{metr}$ ($\text{Om}\cdot\text{m}$); texnikada ko‘p hollarda hosilaviy birligi qo‘llaniladi:

$\text{Om}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$, u $1 \text{ Om}\cdot\text{m}$ ning 10^{-6} qismiga teng. Solishtirma qarshilik ρ harfi bilan belgilanadi.

Solishtirma qarshilikning fizik ma’nosi: uzunligi 1 m va ko‘ndalang kesim yuzi 1 sm^2 bo‘lgan bir jinsli o‘tkazgich bo‘lagining qarshiligi, ya’ni solishtirma o‘tkazuvchanlikka teskari bo‘lgan kattalik:

$$\rho = 1 / \sigma \text{ [Om}\cdot\text{sm]}. \quad (2.1)$$

Solishtirma qarshiligi ρ , uzunligi l va ko‘ndalan kesim yuzi S bo‘lgan o‘tkazgichning qarshiligi quyidagi formula orqali hisoblanishi mumkin:



Bu tanishuv parchasidir. Asarning to'liq versiyasi
<https://kitobxon.com/uz/asar/254> saytida.

Бу танишув парчасидир. Асарнинг тўлиқ версияси
<https://kitobxon.com/uz/asar/254> сайтида.

Это был ознакомительный отрывок. Полную версию можно
найти на сайте <https://kitobxon.com/ru/asar/254>