



YARIM O'TKAZGICHLI ASBOBLARNING ISH JARAYONLARI

Andijon davlat pedagogika instituti

Andijon davlat pedagogika instituti

Texnologik ta'lim yo'nalishi talabasi

Rahimova Dilbaroy G'ayratbek qizi

Annotatsiya: Ushbu ishda ayrim o'tkazgichli asboblarning fizik asoslari, ularning ishlash tamoyillari va amaliy qo'llanilish jarayonlari yoritilgan p-n o'tishining hosil bo'lishi, diod va tranzistorlarda tokning otishi, kuchlanish tasirida yuz beradigan jarayonlar hamda ushbu asboblarning elektronika sohasidagi asosiy vazifalari yoritilgan. Material yarim o'tkazgichli qurilmalarning ish tamoyillarini tushunishni osonlashtiradi.

Kalit so'zlar: Yarim o'tkazgich, p-n o'tish, legirlash, zaryad tushuvchilar, potensial to'siq, to'g'ri va teskari ulanish, diod, elektron oqim, teshiklar oqimi, rekombinatsiya, avvalgi qatlam (depletion region)

Процессы работы полупроводниковых приборов

Аннотация: В данной работе рассмотрены физические основы некоторых полупроводниковых приборов, принципы их работы и процессы практического применения. Освещены процессы формирования p-n-перехода, протекание тока в диодах и транзисторах, явления, возникающие под действием напряжения, а также основные функции этих приборов в области электроники. Представленный материал облегчает понимание принципов работы полупроводниковых устройств.

Ключевые слова: Полупроводник, p-n переход, легирование, носители заряда, потенциальный барьер, прямое и обратное включение, диод,



транзистор, электронный ток, дырочный ток, рекомбинация, обедненный слой.

Operating processes of semiconductor devices

Abstract: This work discusses the physical foundations of certain semiconductor devices, their operating principles, and processes of practical application. The formation of the p–n junction, current flow in diodes and transistors, phenomena occurring under the influence of voltage, as well as the main functions of these devices in the field of electronics are described. The material facilitates a better understanding of the operating principles of semiconductor devices.

Keywords: Semiconductor, p–n junction, doping, charge carriers, potential barrier, forward and reverse bias, diode, electron flow, hole flow, recombination, depletion region.

KIRISH: Zamonaviy elektronika va axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi yarim o'tkazgichli asboblarning chuqur o'rganilishini taqozo etadi. Yarim o'tkazgichli materiallar o'zining elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha o'tkazgichlar va dielektriklar orasida oraliq o'rinni egallab, tashqi ta'sirlar — elektr maydoni, harorat, yorug'lik va legirlash jarayonlari ta'sirida o'z xossalarini sezilarli darajada o'zgartira oladi. Shu sababli ular asosida yaratilgan asboblarning elektron qurilmalarning ajralmas qismi hisoblanadi. Yarim o'tkazgichli asboblarning ish jarayonlari asosan zaryad tashuvchilarning — elektronlar va teshiklarning harakati, ularning o'zaro ta'siri hamda p–n o'tishida yuzaga keladigan fizik jarayonlar bilan bog'liq. Diod, tranzistor va boshqa yarim o'tkazgichli qurilmalarda tokning o'tishi, kuchlanish ta'sirida potensial to'siqning o'zgarishi, rekombinatsiya va generatsiya jarayonlari ushbu asboblarning asosiy ish mexanizmini tashkil etadi. Mazkur mavzuni o'rganish yarim o'tkazgichli asboblarning ishlash tamoyillarini tushunish, ularning amaliy qo'llanilish sohalarini aniqlash hamda elektron sxemalarda to'g'ri va samarali foydalanish ko'nikmalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega.



1. Yarim o'tkazgichda tok hosil bo'lishi: yarim o'tkazgichlarda elektr toki zaryad tashuvchilar harakati hisobiga yuzaga keladi: Elektronlar (manfiy zaryad). Teshiklar (kovaklar) (musbat zaryad). Tokning kattaligi zaryad tashuvchilar soni va ularning harakat tezligiga bog'liq.

2. Legirlash jarayoni: yarim o'tkazgichga oz miqdorda boshqa elementlar qo'shish legirlash deyiladi:

n-tur: elektronlar ko'p (fosfor, mishyak)

p-tur: teshiklar ko'p (bor, alyuminiy)

Bu jarayon asbobning elektr xossalarini boshqarish imkonini beradi.

3. p–n o'tishining hosil bo'lishi: p va n tur yarim o'tkazgichlar tutashganda: Elektronlar n-sohadan p-sohaga o'tadi. Teshiklar p-sohadan n-sohaga o'tadi. Rekombinatsiya sodir bo'ladi. Avvalgi qatlam (depletion region) va potensial to'siq hosil bo'ladi. Bu qatlam tokni erkin o'tishiga to'sqinlik qiladi.

4. To'g'ri ulanish (forward bias): Agar: p-soha $\rightarrow$ musbat qutbga, n-soha $\rightarrow$ manfiy qutbga ulangan bo'lsa, unda: Potensial to'siq kamayadi. Zaryad tashuvchilar o'tishi osonlashadi. Diod orqali tok oqadi.  Diod "ochiq" holatda bo'ladi.

5. Teskari ulanish (reverse bias): Agar: p-soha $\rightarrow$ manfiy qutbga, n-soha $\rightarrow$ musbat qutbga ulangan bo'lsa unda: potensial to'siq ortadi. Avvalgi qatlam kengayadi. Tok deyarli o'tmaydi (faqat juda kichik oqim).  Diod "yopiq" holatda bo'ladi.

6. Diodning ish jarayoni: Diod — tokni faqat bir yo'nalishda o'tkazadigan yarim o'tkazgich asbob.

To'g'ri ulanishda — tok bor. Teskari ulanishda — tok yo'q. Asosan to'g'rilagich, himoya va signal qayta ishlashda ishlatiladi.



7. Tranzistorning ish jarayoni (qisqacha): Tranzistor uch qismdan iborat: emitter, baza, kollektor, kichik baza toki yordamida katta kollektor toki boshqariladi.

→ Natijada: Signal kuchaytiriladi. Elektron kalit vazifasi bajariladi

8. Rekombinatsiya va generatsiya: Rekombinatsiya — elektron va teshikning qo'shilishi. Generatsiya — yangi elektron–teshik juftining hosil bo'lishi

ASOSIY QISM: Yarim o'tkazgichli asboblarning ishlashi ularning ichida sodir bo'ladigan fizik jarayonlar bilan bevosita bog'liq. Ushbu jarayonlarning asosini zaryad tashuvchilarning — elektronlar va teshiklarning harakati tashkil etadi. Yarim o'tkazgich materiallarida metallarga nisbatan erkin elektronlar soni kam bo'lsa-da, tashqi ta'sirlar natijasida ular harakatga kelib, elektr toki hosil qiladi. Yarim o'tkazgichlarning elektr xossalarini amaliy jihatdan foydali qilish maqsadida legirlash jarayoni qo'llaniladi. Bu jarayonda yarim o'tkazgich kristall panjarasiga juda oz miqdorda boshqa elementlar qo'shiladi. Natijada p-tur va n-tur yarim o'tkazgichlar hosil bo'ladi. n-tur yarim o'tkazgichlarda asosiy zaryad tashuvchilar elektronlar bo'lsa, p-tur yarim o'tkazgichlarda teshiklar asosiy rolni bajaradi. Aynan ushbu farq yarim o'tkazgichli asboblarning ishlash imkoniyatlarini kengaytiradi. p va n tur yarim o'tkazgichlar o'zaro tutashganda p–n o'tishi hosil bo'ladi. Tutashish vaqtida elektronlar n-sohadan p-sohaga, teshiklar esa p-sohadan n-sohaga o'ta boshlaydi. Ushbu harakat davomida elektron va teshiklar bir-biri bilan qo'shib, rekombinatsiya jarayoni sodir bo'ladi. Natijada tutashuv hududida zaryad tashuvchilardan holi bo'lgan qatlam avvalgi qatlam vujudga keladi. Bu qatlam ichida hosil bo'lgan elektr maydon potensial to'siq vazifasini bajarib, zaryad tashuvchilarning erkin o'tishiga to'sqinlik qiladi. p–n o'tishga tashqi kuchlanish berilganda uning holati o'zgaradi. To'g'ri ulanishda potensial to'siq kamayadi va avvalgi qatlam torayadi. Shu sababli elektronlar va teshiklar o'tishni osonlashtirib, zanjirda elektr toki oqadi. Teskari ulanishda esa aksincha, potensial to'siq ortadi va



avvalgi qatlam kengayadi. Natijada tok deyarli o'tmaydi. Bu hodisa yarim o'tkazgichli asboblarning eng muhim xususiyatlaridan biri hisoblanadi. Mazkur xossalarga asoslanib yaratilgan diodlar elektr tokini faqat bitta yo'nalishda o'tkazish vazifasini bajaradi. Diodlarning ushbu xususiyati ularni to'g'rilagichlar, himoya sxemalari va impulsli qurilmalarda keng qo'llash imkonini beradi. Tranzistorlar esa bir nechta p–n o'tishlardan tashkil topgan bo'lib, ular orqali kichik boshqaruv signali yordamida katta tokni boshqarish mumkin. Shu sababli tranzistorlar kuchaytirish va kalitlash vazifalarini bajaradi. Umuman olganda, yarim o'tkazgichli asboblarning ish jarayonlari zaryad tashuvchilarning harakati, p–n o'tishida yuzaga keladigan jarayonlar hamda tashqi kuchlanish ta'sirida sodir bo'ladigan o'zgarishlar bilan belgilanadi. Ushbu jarayonlarni tushunish zamonaviy elektron qurilmalarining ishlash tamoyillarini anglashda muhim ahamiyatga ega.

NAZARIY QISM: Yarim o'tkazgichlar — bu materiallarning elektr o'tkazuvchanligi metall va izolyatorlar orasida bo'lgan moddalar bo'lib, ular tashqi ta'sirlar ostida o'z xossalari sezilarli darajada o'zgartira oladi. Yarim o'tkazgichli asboblarning elektronika sohasida keng qo'llaniladi, chunki ular kichik tok va kuchlanish bilan ishlashga, shuningdek, signallarni kuchaytirish va boshqarishga imkon beradi. Yarim o'tkazgichlarning elektr xossalari asosan zaryad tashuvchilar — elektronlar va teshiklarning harakati bilan belgilanadi. Elektr maydoni yoki kuchlanish ta'sirida elektronlar valent zonadan erkin harakatlana boshlaydi, teshiklar esa ularning yo'qolgan joyini to'ldirib, musbat zaryad tashuvchi sifatida harakat qiladi. Shu tariqa yarim o'tkazgichda tok hosil bo'ladi. Amaliyotda yarim o'tkazgichlar legirlash jarayoni orqali xossalari yaxshilanadi. Legirlash natijasida ular p-tur va n-tur yarim o'tkazgichlarga ajraladi. n-tur yarim o'tkazgichlarda asosiy zaryad tashuvchilar elektronlar bo'lsa, p-turda teshiklar ustunlik qiladi. Bu farq p–n o'tish hosil bo'lishida va asboblarning ishlashida muhim ahamiyat kasb etadi. p–n o'tish — p va n tur yarim o'tkazgichlar tutashganda yuzaga keladigan hudud bo'lib, bu yerda elektronlar va teshiklar diffuziya jarayoni orqali harakat qiladi va



rekombinatsiya sodir bo'lad. Natijada avvalgi qatlam (depletion region) vujudga keladi. Ushbu qatlam ichidagi ichki elektr maydon zaryad tashuvchilarning erkin harakatini cheklaydi va potensial to'siq hosil qiladi. Yarim o'tkazgichli asboblarda tashqi kuchlanish ulanishi ikkita asosiy holatni hosil qiladi: To'g'ri ulanish (forward bias) — potensial to'siq kamayadi, avvalgi qatlam torayadi va elektronlar hamda teshiklar erkin harakat qilib, tok hosil qiladi. Teskari ulanish (reverse bias) — potensial to'siq ortadi, avvalgi qatlam kengayadi va tok deyarli o'tmaydi. Nazariy jihatdan diodlar bitta p–n o'tishdan iborat bo'lib, ular tokni faqat bir yo'nalishda o'tkazadi. Tranzistorlar esa bir nechta p–n o'tishlaridan tashkil topib, boshqaruv signali yordamida katta tokni boshqaradi va kuchaytiradi. Shunday qilib, yarim o'tkazgichli asboblarning nazariy asoslari — zaryad tashuvchilarning harakati, p–n o'tishining hosil bo'lishi, legirlash jarayoni va tashqi kuchlanish ta'sirida yuz beradigan jarayonlardir. Bu tushunchalar elektron qurilmalarning ishlash mexanizmini chuqurroq anglashga yordam beradi.

XULOSA: Yarim o'tkazgichli asboblarning ishlashi zaryad tashuvchilarning harakati, p–n o'tishining hosil bo'lishi va tashqi kuchlanish ta'siriga bog'liq. Legirlash jarayoni ularning xossalarini yaxshilaydi va p-tur hamda n-tur yarim o'tkazgichlarni hosil qiladi. Diod va tranzistor kabi qurilmalarda to'g'ri va teskari ulanish orqali tok boshqariladi. Shu sababli yarim o'tkazgichli asboblarda zamonaviy elektronika va signal boshqarish tizimlarida muhim rol o'ynaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Streetman, B. G., & Banerjee, S. (2015). Solid State Electronic Devices. 7th Edition. Pearson.
2. Sze, S. M., & Ng, K. K. (2007). Physics of Semiconductor Devices. 3rd Edition. Wiley-Interscience.



3. Millman, J., & Halkias, C. (2010). *Electronic Devices and Circuits*. 2nd Edition. McGraw-Hill.
4. Sedra, A. S., & Smith, K. C. (2015). *Microelectronic Circuits*. 7th Edition. Oxford University Press.
5. Ульянов, В. В. (2009). *Полупроводниковые приборы и их применение*. Москва: Энергоатомиздат.
6. Калинин, Н. Н. (2012). *Электроника: основы и устройства*. Санкт-Петербург: Питер.
7. Гусев, В. А., & Иванов, С. П. (2010). *Полупроводниковая электроника*. Москва: Высшая школа.
8. Robert, L. (2003). *Semiconductor Fundamentals*. Cambridge University Press.
9. Хан, В. Н. (2014). *Полупроводниковые диоды и транзисторы: теория и практика*. Москва: Наука.
10. Internet tarmoqlari: Google, internet sahifalari.