



YARIM O‘TKAZGICHLAR VA ULARNING ELEKTROTEXNIKA SOHASIDAGI AHAMIYATI

Feruza Tojiboy qizi Uralova

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq

filiali asisstenti

uralovaferuza80@gmail.com

ANNOTATSIYA

Mazkur ilmiy maqolada yarim o‘tkazgich materiallarning fizik mohiyati, energetik zonalar nazariyasi, elektr o‘tkazuvchanlik mexanizmlari, aralashmali yarim o‘tkazgichlar, p–n o‘tish hodisasi hamda asosiy yarim o‘tkazgichli asboblarning elektrotexnika va energetika sohasidagi amaliy ahamiyati keng yoritilgan.

Kalit so‘zlar: yarim o‘tkazgich, energetik zonalar, p–n o‘tish, diod, tranzistor, tiristor, kuch elektronikasi.

АННОТАЦИЯ

В данной научной статье подробно рассмотрены физическая сущность полупроводниковых материалов, теория энергетических зон, механизмы электрической проводимости, процессы генерации и рекомбинации носителей заряда, а также явление p–n-перехода. Особое внимание уделено полупроводниковым приборам и их практическому применению в электротехнике и энергетике.

Ключевые слова



полупроводники, энергетические зоны, р–п-переход, электрическая проводимость, диод, транзистор, тиристор, силовая электроника, электропривод.

Zamonaviy elektrotexnika va energetika tizimlari yuqori ishonchlilik, energiya tejamkorlik va avtomatlashtirish darajasini talab etadi. Ushbu talablarni bajarishda yarim o'tkazgich materiallar va ularga asoslangan elektron qurilmalar muhim texnik vosita hisoblanadi. Elektr energiyasini ishlab chiqarish, uzatish, o'zgartirish va iste'molchilarga yetkazib berish jarayonlarida yarim o'tkazgichli asboblarning keng qo'llanilmoqda.

Avval elektrotexnik tizimlarda asosan elektromexanik va releli qurilmalar ishlatilgan bo'lsa, hozirgi vaqtda ularning o'rnini yarim o'tkazgichli elementlar egallab bormoqda. Bu esa tizimlarning ish samaradorligini oshirish, energiya yo'qotishlarini kamaytirish hamda avtomatik boshqaruv imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qilmoqda.

Yarim o'tkazgichlarning umumiy tavsifi

Yarim o'tkazgichlar elektr o'tkazuvchanligi jihatidan metall o'tkazgichlar va dielektriklar orasida joylashgan materiallardir. Ularning asosiy xususiyati shundaki, elektr o'tkazuvchanlik tashqi omillarga — temperatura, yorug'lik, elektr va magnit maydonlarga kuchli bog'liq bo'ladi.

Amaliyotda eng keng qo'llaniladigan yarim o'tkazgich materiallar quyidagilardan iborat:

kremniy (Si),

germaniy (Ge),

galliy arsenid (GaAs),



kremniy karbidi (SiC).

Sanoatda yarim o'tkazgich qurilmalarning asosiy qismi kremniy asosida ishlab chiqariladi, chunki u mexanik jihatdan mustahkam, issiqlikka chidamli va iqtisodiy jihatdan qulay material hisoblanadi.

Energetik zonalar nazariyasi

Yarim o'tkazgichlarning elektr xossalari energetik zonalar nazariyasi asosida tushuntiriladi. Atomlar o'zaro bog'langanda, elektronlar uchun ruxsat etilgan va taqiqlangan energiya zonolari hosil bo'ladi. Asosiy zonalar quyidagilardan iborat:

1)valent zona, 2)o'tkazuvchanlik zonasi, 3)taqiqlangan zona.

Yarim o'tkazgichlarda taqiqlangan zona kengligi nisbatan kichik bo'lib, kremniy uchun $E_g \approx 1,12$ eV ni tashkil etadi. Tashqi energiya ta'sirida elektronlar valent zonadan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tadi va elektr tokini hosil qiladi.

Elektr o'tkazuvchanlik mexanizmlari

Yarim o'tkazgichlarda tok tashuvchilar elektronlar va kovaklardan iborat. Elektr o'tkazuvchanlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\sigma = q(n\mu_n + p\mu_p)$$

bu yerda:

q — elektron zaryadi,

n va p — elektronlar va kovaklar konsentratsiyasi,

μ_n va μ_p — ularning harakatchanligi.

Temperatura oshishi bilan elektron-kovak juftlari soni ortadi, natijada elektr o'tkazuvchanlik ham oshadi. Bu xususiyat yarim o'tkazgichlarni metallardan tubdan farqlaydi.



Aralashmali yarim o'tkazgichlar

Amaliy elektrotexnikada asosan aralashmali yarim o'tkazgichlar qo'llaniladi. Yarim o'tkazgichga juda kam miqdorda begona atomlar qo'shish orqali uning elektr xossalarini boshqarish mumkin.

n-tur yarim o'tkazgichlar — donor aralashmalar (fosfor, mishyak) kiritiladi, asosiy tok tashuvchilar elektronlardir.

p-tur yarim o'tkazgichlar — akseptor aralashmalar (bor, alyuminiy) kiritiladi, asosiy tok tashuvchilar kovaklardir.

p-tur va n-tur yarim o'tkazgichlar tutashganda p–n o'tish hosil bo'ladi. Ushbu sohada to'suvchi qatlam vujudga kelib, ichki elektr maydon hosil qiladi. p–n o'tishning asosiy xossasi — tokni bir yo'nalishda o'tkazishidir.

p–n o'tish orqali o'tuvchi tok quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

Bu xossa yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlarning ishlash prinsipini
belgilaydi.

Yarim o'tkazgichli asboblalar

Yarim o'tkazgichli asboblarga quyidagilar kiradi:

- diodlar,
- bipolyar tranzistorlar,
- maydonli tranzistorlar,
- tiristorlar va triaklar.

Ushbu asboblalar yuqori kuchlanish va toklarni samarali boshqarish imkonini beradi va kuch elektronikasining asosini tashkil etadi.



Yarim o'tkazgichlarning elektrotexnika sohasidagi ahamiyati

Yarim o'tkazgichli qurilmalar elektrotexnikada quyidagi yo'nalishlarda keng qo'llaniladi:

- elektr yuritmalar va chastota o'zgartirgichlar,
- invertorlar va to'g'rilagichlar,
- kuchlanish stabilizatorlari,
- avtomatik boshqaruv va himoya tizimlari.

Yarim o'tkazgichli boshqaruv tizimlari elektr dvigatellarni silliq ishga tushirish, tezlikni aniq rostlash va energiya yo'qotishlarini kamaytirish imkonini beradi. Yarim o'tkazgichlarda rekombinatsiya va generatsiya jarayonlari

Yarim o'tkazgichlarda elektronlar va kovaklar doimiy ravishda hosil bo'lishi (generatsiya) va yo'qolishi (rekombinatsiya) jarayonlarida ishtirok etadi. Bu jarayonlar yarim o'tkazgichli asboblarning statik va dinamik xossalarini belgilaydi.

Rekombinatsiya jarayonida erkin elektron valent zonadagi kovak bilan birikib, energiya ajratadi. Ushbu energiya:

issiqlik ko'rinishida,

elektromagnit nurlanish (foton) ko'rinishida

ajralib chiqishi mumkin. Aynan shu hodisa yorug'lik chiqaruvchi diodlar (LED) ishlashining fizik asosini tashkil etadi.

Generatsiya jarayoni esa tashqi energiya (issiqlik yoki yorug'lik) ta'sirida elektron-kovak juftlarining hosil bo'lishi bilan tavsiflanadi. Elektrotexnik qurilmalarda bu jarayon yarim o'tkazgichlarning haroratga sezgirligini belgilaydi.

Haroratning yarim o'tkazgich xossalariga ta'siri



Yarim oʻtkazgichlarning muhim xususiyatlaridan biri — ularning elektr oʻtkazuvchanligi harorat oshishi bilan ortishidir. Bu hodisa quyidagi omillar bilan izohlanadi:

1. tok tashuvchilar sonining ortishi,
2. kristall panjarada tebranishlarning kuchayishi.

Amaliy elektrotexnikada ushbu xususiyat ikki tomonlama ahamiyatga ega. Bir tomondan, yarim oʻtkazgichli asboblarning sezgirliги oshadi, ikkinchi tomondan esa ortiqcha qizish, issiqlik teshilishi, termik beqarorlik kabi salbiy holatlar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli kuch sovitish tizimlari (radiatorlar, ventilyatorlar) keng qoʻllaniladi.

1. Yarim oʻtkazgichli toʻgʻrilagichlar va invertorlar

Elektrotexnika va energetikada yarim oʻtkazgichli qurilmalar asosida qurilgan toʻgʻrilagichlar va invertorlar muhim oʻrin egallaydi. Toʻgʻrilagichlar oʻzgaruvchan tokni oʻzgarmas tokka aylantirish uchun xizmat qiladi va ular diodlar yoki tiristorlar asosida quriladi.

Invertorlar esa oʻzgarmas tokni oʻzgaruvchan tokka aylantirib, quyidagi vazifalarni bajaradi:

- a) elektr yuritmalarda chastotani boshqarish,
- b) quyosh va shamol energetikasi tizimlarida energiyani moslashtirish,
- c) zaxira quvvat manbalarini yaratish.

Yarim oʻtkazgichli invertorlar elektromexanik qurilmalarga nisbatan yuqori foydali ish koeffitsientiga ega.

2. Yarim oʻtkazgichli elektr yuritmalar



Elektr yuritmalarda yarim o'tkazgichli boshqaruv tizimlari dvigatellarning ish rejimini optimallashtirish imkonini beradi. Chastota o'zgartirgichlar yordamida:

- a) ishga tushirish toki kamayadi,
- b) mexanik zarbalar bartaraf etiladi,
- c) energiya tejamkorlik ta'minlanadi.

Ayniqsa, sanoat elektrotexnikasida tiristorli va IGBT asosidagi yuritmalar keng qo'llanilib, ular metallurgiya, konchilik va transport sohalarida yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda.

Keng zonalni yarim o'tkazgichlar (SiC va GaN)

So'nggi yillarda keng taqiqlangan zonaga ega yarim o'tkazgichlar — kremniy karbidi (SiC) va galliy nitridi (GaN) katta ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu materiallarning asosiy afzalliklari:

1. yuqori kuchlanishga chidamlilik,
2. yuqori haroratda barqaror ishlash,
3. yuqori chastotalarda samaradorlik.

Bu xususiyatlar ularni zamonaviy energetika, elektrotransport va yuqori quvvatli inverterlarda qo'llash imkonini bermoqda.

Yarim o'tkazgichlarning elektrotexnik himoya tizimlaridagi roli

Yarim o'tkazgichli elementlar asosida qurilgan himoya tizimlari elektr tarmoqlarining ishonchliligini oshiradi. Ular:

- ortiqcha tokdan himoya,
- qisqa tutashuvni aniqlash,



- kuchlanishning keskin o'zgarishlarini cheklash

vazifalarini bajaradi. Bunday tizimlar releli himoyalarga nisbatan tezkor va aniq ishlaydi.

Yarim o'tkazgichlarning iqtisodiy va texnik afzalliklari

Yarim o'tkazgichli qurilmalarning keng joriy etilishi quyidagi natijalarga olib keladi:

- elektr energiyasi sarfining kamayishi,
- texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarining qisqarishi,
- tizimlarning ixchamligi va ishonchliligining oshishi.

Shu sababli yarim o'tkazgichlar zamonaviy elektrotexnika va energetika rivojining strategik asosi hisoblanadi.

Xulosa

Yarim o'tkazgich materiallar va ularga asoslangan qurilmalar zamonaviy elektrotexnika tizimlarining ajralmas qismi hisoblanadi. Ularning fizik jarayonlarini chuqur o'rganish va amaliy qo'llash elektr energiyasini samarali boshqarish, yo'qotishlarni kamaytirish hamda avtomatlashtirilgan energetika tizimlarini yaratish imkonini beradi. Kelajakda keng zonali yarim o'tkazgichlar asosidagi qurilmalar elektrotexnika va energetika sohalarida yetakchi o'rin egallashi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Uralov, J. (2024). EKSPLUATATSIYA JARAYONIDA POLIMER IZOLYASIYALI KABELLARNING MEXANIK BUZULISHNING PAYDO BO'LISH JARAYONIGA TEXNOLOGIK FAKTORLARNING TA'SIRI. Евразийский журнал технологий и инноваций, 2(3), 15-20.



2. Uralov, J. T., & qizi Quدراتova, K. N. (2023). O'ZGARMAS TOK MOTORLARINING TEZLIK ROSTLASH USULLARI TAHLILI. Journal of new century innovations, 43(2), 39-41.
3. Ан Артур Дмитриевич, Уралов Жасурбек Ташпулатович, Хван Алексей Юрьевич СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ // Universum: технические науки. 2023. №12-6 (117). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-ochistki-poverhnosti-fotoelektricheskikh-preobrazovateley> (дата обращения: 11.07.2024).
4. Jumaeva, D. J., Toirov, O. Z., Sulaymonova, Z., & Uralova, F. (2022). ANALYSIS OF HEAT PROCESSES OF CONNECTED POLYETYLINE INSULATED CABLE LINES. Вестник науки, 4(5 (50)), 273-280.
5. Jumaeva, D. J., Toirov, O. Z., Uralova, F., & Sulaymonova, Z. (2022). PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF POLYMER INSULATED MATERIALS FOR APPLICATION IN THE CABLE INDUSTRY. Вестник науки, 4(5 (50)), 281-287.
6. **Sodiqov S.M.** *Elektronika asoslari*. — Toshkent: O'qituvchi nashriyoti, 2015-yil.
7. **Karimov A.A., Tursunov B.S.** *Yarim o'tkazgichlar fizikasi va elektron asboblari*. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2017-yil.
8. **Sedra A.S., Smith K.C.** *Microelectronic Circuits*. — New York: Oxford University Press, 7th Edition, 2015.
9. **Razavi B.** *Fundamentals of Microelectronics*. — Hoboken (USA): John Wiley & Sons, 2nd Edition, 2014.
10. **Mohan N., Undeland T.M., Robbins W.P.** *Power Electronics: Converters, Applications, and Design*. — New York: John Wiley & Sons, 3rd Edition, 2003.



11. **Rashid M.H.** *Power Electronics: Circuits, Devices and Applications*. — Boston: Pearson Education, 4th Edition, 2014.
12. **Benda V., Gowar J., Grant D.** *Power Semiconductor Devices: Theory and Applications*. — Chichester: John Wiley & Sons, 1999.
13. **Baliga B.J.** *Fundamentals of Power Semiconductor Devices*. — New York: Springer, 2008.
14. **Neamen D.A.** *Semiconductor Physics and Devices*. — New York: McGraw-Hill Education, 4th Edition, 2012.
15. **Millman J., Halkias C.** *Integrated Electronics: Analog and Digital Circuits and Systems*. — New York: McGraw-Hill, 1972.