



YARIM O'TKAZGICHLAR VA ULARNING ELEKTR O'TKAUVCHANLIGI

¹N.X.Xusanova, ²M.A.Usmanov

¹Fizika yo'nalishi 2-bosqich talabasi, ²Fizika kafedrası o'qituvchisi

xusanovanilufar262@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi, sof va aralashmali o'tkazuvchanlikning xususiyatlari hamda ularning zamonaviy texnologilarda qo'llanilishi yoritilgan. Yarim o'tkazgichlar metallar va izolyatorlar o'rtasida joylashgan materiallar bo'lib, elektr o'tkazuvchanlik darajasini dopantlar va tashqi omillar yordamida boshqarish mumkinligi bilan ajralib turadi. Maqolada sof yarim o'tkazgichlar (kremniy va germaniy) hamda dopant qo'shilishi orqali yaratiladigan n-tip va p-tip yarim o'tkazgichlarning xususiyatlari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: yarim o'tkazgichlar, elektr o'tkazuvchanlik, sof yarim o'tkazgichlar, aralashmali yarim o'tkazgichlar, dopantlar, n-tip yarim o'tkazgichlar va p-tip yarim o'tkazgichlar, elektronlar va teshiklar.

ПОЛУПРОВОДНИКИ. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ. ЧИСТАЯ И СМЕШАННАЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ.

Абстрактный. В данной статье описаны электропроводность полупроводников, свойства чистой и смешанной проводимости, а также их использование в современных технологиях. Полупроводники — это материалы, находящиеся между металлами и изоляторами, отличающиеся тем, что уровнем электропроводности можно управлять с помощью примесей и внешних факторов. В статье анализируются свойства чистых



полупроводников (кремния и германия), а также полупроводников *n*- и *p*-типа, созданных добавлением легирующих примесей.

Ключевые слова: полупроводники, электропроводность, чистые полупроводники, сложные полупроводники, легирующие примеси, полупроводники *n*-типа и полупроводники *p*-типа, электроны и дырки.

SEMICONDUCTORS. ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF SEMICONDUCTORS. PURE AND MIXED ELECTRICAL CONDUCTIVITY.

Abstract. *This article describes the electrical conductivity of semiconductors, the properties of pure and mixed conductivity, and their use in modern technologies. Semiconductors are materials that lie between metals and insulators, and are distinguished by the fact that the level of electrical conductivity can be controlled using dopants and external factors. The article analyzes the properties of pure semiconductors (silicon and germanium) and *n*-type and *p*-type semiconductors created by adding dopants.*

Keywords: *semiconductors, electrical conductivity, pure semiconductors, compound semiconductors, dopants, *n*-type semiconductors and *p*-type semiconductors, electrons and holes.*

Kirish: Yarim o'tkazgichlar zamonaviy texnologiyalar va elektronika sohasida muhim o'rin tutadi. Ular metallar va izolyatorlar o'rtasida joylashgan materiallar bo'lib, o'zining elektr o'tkazuvchanligi bilan ajralib turadi. Yarim o'tkazgichlarning asosiy xususiyatlaridan biri ularning elektr o'tkazuvchanlik darajasini tashqi omillar orqali boshqarish imkoniyatidir. Maqolamda yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanli, sof va aralashmali o'tkazuvchanlik haqida



batafsil ma'lumot bermoqchiman, shunindek, bu xususiyatlarning amaliy qo'llanilishini yoritmoqchiman.

Qattiq jism – aniq shaklga ega bo'lgan va uni tashkil etgan atomlar o'zining muvozanat holati atrofida mavjud haroratga mos doim tebranishga ega bo'lgan modda holatiga aytiladi. Qattiq jismlar o'zlarining elektr va issiqlik o'tkazuvchanligiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Metallar – yuqori elektr va issiqlik o'tkazuvchanlikka ega, harorat pasayishi bilan o'tkazuvchanligi ortib boradigan, yuqori plastic xossaga ega bo'lgan qattiq jismdir. Ko'pchilik metallar o'ta past haroratda ($t=0,1 \div 23$ K) o'ta o'tkazuvchanlik xossasiga ega bo'ladi.

2. Yarim o'tkazgichlar – elektr o'tkazuvchanligi metallarnikidan ancha kam ($\sigma=10^3 \div 10^{10}(\text{Om/sm})^{-1}$), kirishma atomlar konsentratsiyasiga o'ta sezgir, harorat pasayishi bilan elektr o'tkazuvchanligi eksponensial qonuniyat bilan kamayadigan, past haroratlarda ($t=1 \div 2$ K) dielektrik xossasiga ega bo'lgan qattiq jismlardir.

3. Dielektriklar – elektr va issiqlik o'tkazuvchanligi juda kam va tashqi elektr maydoni ta'sirida qutblanishga ega bo'lgan qattiq jismlardir. [1]

Asosiy qism. Yarim o'tkazgichlar o'tkazuvchanligi jihatidan metall va dielektriklar orasidagi moddalar bo'lib, o'z fizik xususiyatlarini turli tashqi ta'sirlar yoritish, isitish va boshqalar natijasida keng intervalda o'zgartira olish xususiyatiga ega. Yarim o'tkazgichlar elektronika va mikroelektronikada juda keng qo'llanilib, zamonaviy elektr jihozlarning deyarli hammasi – kompyuterlardan tortib to uyali aloqa telefonlarigacha barchasi yarim o'tkazgichli texnologiyaga asoslangan. Eng ko'p qo'llaniladigan yarim o'tkazgich kremniy (Si) va germaniy (Ge) hisoblanadi. Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi ularning tarkibi va strukturasi orqali boshqarilishi mumkin. Materialga qo'shilgan dopantlar (aralashmalar) uning elektr



o'tkazuvchanligini sezilarli darajada o'zgartiradi. Yarim o'tkazgichlar ikki asosiy guruhga bo'linadi: sof va aralashmali yarim o'tkazgichlar.

Dopant – yarim o'tkazgich materialiga qo'shiladigan oz miqdordagi tashqi element bo'lib, uning elektr o'tkazuvchanligini oshirishga xizmat qiladi.

Dopantning asosiy maqsadi:

1. **n-turi yarim o'tkazgich** yaratish: yarim o'tkazgichga qo'shilgan dopant (masalan, fosfor yoki arsen) qo'shimcha erkin elektronlar hosil qiladi. Bu materialga manfiy zaryadli elektronlarni o'tkazuvchi xususiyat beradi.

2. **p-turi yarim o'tkazgich** yaratish: yarim o'tkazgichga qo'shilgan dopant (masalan, bor yoki aluminiy) teshiklar (bo'sh joylar) hosil qiladi, bu esa elektrni musbat zaryadlar (teshiklar) orqali o'tkazishga imkon beradi.

Dopantsiz sof yarim o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi faqat issiqlik va boshqa omillarga bog'liq bo'lib, ular juda cheklangan darajada ishlaydi. Dopant qo'shish orqali ular doimiy, boshqariladigan va kuchli o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Shu sababli, dopant qo'shish yarim o'tkazgichlarning asosiy texnologik jarayonlaridan biridir.

Masalan:

1. Kremniy (Si) ga fosfor (P) qo'shilsa, n-turi hosil bo'ladi.
2. Kremniy (Si) ga bor (B) qo'shilsa, p-turi hosil bo'ladi.

Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchznligi.

Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi, asosan, ikki omilga – materialning tarkibiga va tashqi omillarga (masalan, harorat, elektr maydonlari, dopantlar) ga bog'liq bo'ladi. Yarim o'tkazgichlarning o'tkazuvchanligini o'lchashda, asosan, elektronlar va teshiklarning harakati muhim rol o'ynaydi.



1. Haroratning ta'siri: yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanli harorat bilan bog'liq ravishda o'zgaradi. Yuqori haroratda elektronlar erkin harakatlanadi, natijada o'tkazuvchanlik oshadi. Past haroratda esa, elektronlar nisbatan sekin harakatlanadi va o'tkazuvchanlik kamayadi.

2. Dopantlar va aralashmalar: dopantlar, ya'ni yarim o'tkazgich materialiga qo'shilgan tashqi elementlar (fosfor, bor) o'tkazuvchanlikni oshirish yoki boshqarish imkonini beradi. Dopantlar yordamida yarim o'tkazgichning strukturasi erkin elektronlar (n-tip materiallarda) yoki teshiklar (p-tip materiallarda) kiritiladi.

Sof va aralashmali o'tkazuvchanlik.

Yarim o'tkazgichlar ikki asosiy turga bo'linadi: sof va aralashmali. Sof yarim o'tkazgichlar o'z tarkibida faqat bir xil element bo'lgan, dopant qo'shilmagan materiallardir. Ular asosan elektr o'tkazuvchanlikni tashqi omillar orqali o'zgartirishga qodir. Eng mashhur sof yarim o'tkazgichlar kremniy (Si) va germaniy (Ge) hisoblanadi. Kremniy yarim o'tkazgichlar orasida keng tarqalganidir. Uning o'tkazuvchanligi harorat bilan bog'liq bo'lib, yuqori haroratda o'tkazuvchanlik oshadi. Kremniy ko'pincha kompyuter texnologiyalarida ishlatiladigan mikrosxemalar va tranzistorlarda qo'llaniladi. Germaniy esa kremniyga qaraganda yuqori o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, ayniqsa past haroratda yaxshi ishlaydi. Germaniy yarim o'tkazgichlar ko'proq optoelektronika va infraqizil qurilmalarda qo'llaniladi.

Aralashmali yarim o'tkazgichlar yarim o'tkazgich materialiga maxsus dopantlar qo'shilgan materiallardir. Dopantlar yordamida materialda ko'proq erkin elektronlar yoki teshiklar hosil qilinadi. Bu esa materialning elektr o'tkazuvchanligini sezilarni darajada oshiradi. Aralashmali yarim o'tkazgichlar ikki asosiy turga bo'linadi: n-tip yarim o'tkazgichlar va p-tip yarim o'tkazgichlar. n-tip yarim o'tkazgichlarda dopant sifatida 5-valent elementlari (fosfor yoki arsen)



qo'shiladi. Bu elementlar ortiqcha elektronlar hosil qiladi, shuning uchun n-tip yarim o'tkazgichlar erkin elektronlarga boy bo'ladi. P-tip yarim o'tkazgichlar 3-valent elementlari (bor yoki aluminiy) bilan qoplangan bo'ladi. Bunday yarim o'tkazgichlarda elektronlarning o'rnini egallovchi teshiklar ko'payadi.

Yarim o'tkazgichlar zamonaviy texnologiyalarning barcha sohalarida qo'llaniladi. Ularning eng keng tarqalgan sohalari quydagilar:

1. Elektronika: yarim o'tkazgichlar mikrosxemalar, tranzistorlar va integratsiyalashgan sxemalarda ishlatiladi. Bu qurilmalar kompyuterlar, telefonlar, televizorlar va boshqa elektron qurilmalarning asosiy qismlarini tashkil qiladi.

2. Energetika: yarim o'tkazgichlar quyosh batareyalarida (fotovoltaik panellarda) ishlatiladi, bu esa quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishini ta'minlaydi.

3. Tibbiyot: yarim o'tkazgichlar tibbiyotda diagnostika qurilmalarida, masalan, rentgenlar, ultratovushli apparatlar va kompyuter tomografiyalarida keng qo'llaniladi.

Xulosa. Yarim o'tkazgichlar ilm-fan va texnologiyadagi eng muhim kashfiyotlardan biri bo'lib, ular elektr o'tkazuvchanligini tashqi omillar orqali boshqarish imkonini beradi. Sof va aralashmali yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanlik xususiyatlari ularning turli sohalarda, xususan, elektronika, energetika va tibbiyotda keng qo'llanilishini ta'minlaydi. Yarim o'tkazgichlar texnologiyalarining rivojlanishi, yangi materiallar va metodlarni ishlab chiqish, kelajakda yanada samarali va energiya tejoychi elektron qurilmalarni yaratish imkoniyatlarini ochib beradi.



Foydalanilgan adabiyotlar:

1. M.K. Bahodirxonov, N.F. Zikirillayev, X.M. Iliyev, “Yarim o’tkazgichlar fizikasi”. Toshkent-2022.

2. A.T. Teshaboyev, C.Z. Zaynabiddinov, Sh. Ermatov, “Qattiq jism fizikasi”. Toshkent- 2001.

3. D. Alijanov, X. Qo’chqarov, “Elektr va magnetizm” fanidan o’quv-uslubiy majmua. Namangan-2023.