

UDK: 621.382

Bobonov Dilmurod Toshpo'latovich
Radioelektronika kafedrası katta o'qituvchisi
Jizzax politexnika institute, Uzbekiston
Karimova Iroda Kulmamatovna
Jizzax viloyati.Sh.Rashidov tumani 50-umumiy
o'rta ta'lim maktabi fizika fani o'qituvchisi

**LEGIRLANGAN YARIMO'TKAZGICH, MATERIALLARDAN
TAYYORLANGAN ELEKTRON ASBOBLARNING HOZIRGI ZAMON
TEXNIKASIDAGI O'RNI.**

Annotatsiya. Yarimo'tkazgich materiallar elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha metall va dielektriklar orasidagi oraliq holatni egallaydi. Asosiy sanoat ahamiyatiga ega yarimo'tkazgichlar – kremniy (Si), germaniy (Ge), galliy arsenidi (GaAs) hamda murakkab $A^{III}-B^V$ yoki $A^{II} B^{VI}$ guruh yarimo'tkazgichlaridir. Legirlashning fizik mohiyati. Yarimo'tkazgichni legirlash – bu uning kristall panjarasiga juda kichik miqdordagi ($10^{12}-10^{16} \text{ sm}^{-3}$) qo'shimcha atomlar (donor yoki akseptor) kiritish orqali materialning elektron strukturasini o'zgartirish jarayonidir. Legirlash natijasida yarimo'tkazgichda erkin elektronlar soni, kovaklar konsentratsiyasi, shuningdek, Fermi sathining joylashuvi o'zgaradi.

Kalit so'zlar: Fermi, sath, electron, kovak, yarimo'tkazgich, legirlash, konsentrasiya, struktura, atom.

Bobonov Dilmurod Toshpo'latovich
Senior Lecturer of the Department of Radio Electronics
Jizzakh Polytechnic Institute, Uzbekistan
Karimova Iroda Kulmamatovna
Jizzakh region. Teacher of physics at the secondary school No. 50
of Sh. Rashidov district

THE ROLE OF ELECTRONIC DEVICES MADE OF ALLOYED SEMICONDUCTOR MATERIALS IN MODERN TECHNOLOGY.

***Abstract.** Semiconductor materials occupy an intermediate state between metals and dielectrics in terms of electrical conductivity. The main industrially important semiconductors are silicon (Si), germanium (Ge), gallium arsenide (GaAs) and complex $A^{III}-B^V$ or $A^{II} B^{VI}$ group semiconductors. Physical essence of doping. Doping of a semiconductor is a process of changing the electronic structure of the material by introducing a very small amount (10^{12} – 10^{16} cm^{-3}) of additional atoms (donor or acceptor) into its crystal lattice. As a result of alloying, the number of free electrons, the concentration of holes, and the location of the Fermi level in the semiconductor change.*

***Keywords:** Fermi, level, electron, hole, semiconductor, doping, concentration, structure, atom.*

Yarimo‘tkazgich materiallar elektr o‘tkazuvchanligi bo‘yicha metall va dielektriklar orasidagi oraliq holatni egallaydi. Asosiy sanoat ahamiyatiga ega yarimo‘tkazgichlar – kremniy (Si), germaniy (Ge), galliy arsenidi (GaAs) hamda murakkab $A^{III}-B^{VI}$ yoki $A^{II} B^{VI}$ guruh yarimo‘tkazgichlaridir. Legirlashning fizik mohiyati. Yarimo‘tkazgichni legirlash – bu uning kristall panjarasiga juda kichik miqdordagi (10^{12} – 10^{16} sm^{-3}) qo‘shimcha atomlar (donor yoki akseptor) kiritish orqali materialning elektron strukturasini o‘zgartirish jarayonidir. Legirlash natijasida yarimo‘tkazgichda erkin elektronlar soni, kovaklar konsentratsiyasi, shuningdek, Fermi sathining joylashuvi o‘zgaradi. Bu esa materialning o‘tkazuvchanlik turini (n yoki p-tur), qarshiligini, haroratga bog‘liqligini, jonli zona (band) strukturasini boshqarish imkonini beradi. Donor va akseptor legirlash [1].

Donor qo‘shimchalar (masalan, fosfor, arsen, surma) Si yoki Ge kristall panjarasida ortiqcha valent elektron berib, n-tur o‘tkazuvchanlik hosil qiladi. Akseptor qo‘shimchalar (bor, alyuminiy, galliy) esa elektron “yutib”,

kovak miqdorini oshiradi va p-tur o'tkazuvchanlik paydo qiladi. Mazkur asosiy tamoyil p–n o'tishlar, diodlar, tranzistorlar va integral sxemalarning yaratilishida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Legirlangan yarimo'tkazgich asboblarning turlari. P–n o'tish va diodlar. P–n o'tish yarimo'tkazgich elektronikasining asosi bo'lib, uni hosil qilish to'g'ridan-to'g'ri legirlash jarayoni bilan bog'liq. P–n o'tishga ega diodlar: To'g'rilagichlar, kuchlanish stabilizatorlari, fotoelementlar, lazer diodlar kabi qurilmalarning asosiy komponentidir. Bipolyar va maydon tranzistorlar [2]. Legirlangan materiallarda turli sohalar bo'ylab dopant konsentratsiyasining boshqarilishi orqali emitter–baza–kollektor yoki manba–shyot–drenaj strukturalari shakllantiriladi. Bu tranzistorlarning kuchaytirish koeffitsienti, kommutatsiya tezligi, issiqlikka chidamliligi, kabi parametrlarini optimallashtirishga xizmat qiladi. Integral sxemalar va mikroprotsessorlar. Bugungi kunda mikroelektronika elementlari 5–7 nm texnologik normagacha qisqargan. Bu darajadagi tranzistorlar faqat yuqori aniqlikdagi ion implantatsiyasi, diffuziya va epitaksiya asosida legirlash bilan tayyorlanadi. Integral sxemalarda milliardlab tranzistorlarning sinxron ishlashi dopant konsentratsiyasiga bevosita bog'liq. Legirlash texnologiyalari. Termal diffuziya. Yarimo'tkazgich plastinasini yuqori haroratli (900–1200 °C) muhitda donor yoki akseptor gazlar bilan ishlov berish orqali dopantlarning kristalga termal kirib borishi ta'minlanadi. Bu usul nisbatan arzon, ammo keng hududli legirlash uchun mo'ljallangan [3]. Ion implantatsiyasi. Energetik ionlar oqimini yarimo'tkazgichga yo'naltirish orqali dopantlarni aniq chuqurlik va konsentratsiyada kiritish imkonini beradi. Zamonaviy mikroelektronikada implantatsiyaning afzalliklari: yuqori aniqlik (nanometr darajasida), lokal (hududiy) legirlash, past haroratlarda amalga oshirilishi. Epitaksial o'stirish. Epitaksial qatlamlar yuqori tozalangan sharoitlarda atomma-atomm o'sadi. Dopantlar epitaksiya jarayonida kristallning o'sish tezligi va tarkibiga mos ravishda kiritiladi. Bu usul quvvatli tranzistorlar va yuqori chastotali qurilmalar ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Legirlangan

yarimoʻtkazgichlarning zamonaviy texnikadagi oʻrni. Telekommunikatsiya va raqamli tizimlar [4]. Mobil aloqa, 5G va 6G standartlari, sunʼiy yoʻldosh tizimlari va optik tolali aloqa liniyalari yuqori chastotali, kam shovqinli tranzistorlar va diodlarga tayanadi. Bu qurilmalar GaAs, GaN kabi legirlangan murakkab yarimoʻtkazgichlardan tayyorlanadi. Energiya tejamkor elektronika. Yuksak samaradorlikka ega quvvat elektronika elementlari – MOSFET, IGBT, SiC-diodlar – aynan legirlangan Si yoki SiC asosida yaratilgan. Ular: elektr transportlarida, quyosh panellari inverterlarida, sanoat avtomatikalarida katta rol oʻynaydi. Sensorlar va IoT qurilmalari. Harorat, bosim, yorugʻlik, gaz, namlik sensorlarining aksariyati legirlangan yarimoʻtkazgichlar asosida ishlab chiqariladi [5]. Dopantlar sezgir qatlamning fizik-kimyoviy javobchanligini oshirib, IoT tarmoqlari uchun yuqori ishonchli detektorlar yaratish imkonini beradi. Tibbiyot va bioelektronika. MRI, rentgen apparatlari, implantatsiya qilinadigan elektron qurilmalar, biosensorlar – barchasi yuqori sezgirlikka ega yarimoʻtkazgich detektorlari orqali ishlaydi. Ularning xususiyatlarini boshqarish legirlash texnologiyasi orqali amalga oshiriladi. Sunʼiy intellekt va kvant texnologiyalari. AI chiplarida ishlatiladigan neuromorfik elementlar, shuningdek kvant nuqtalari, kvant qubitlarining barqarorligi ham dopantlarning fazoviy taqsimotiga bevosita bogʻliq. Bu sohalarda ultra-toza, atom darajasida boshqarilgan legirlash muhim tamoyil hisoblanadi. Afzalliklari va texnologik cheklovlar. Afzalliklar: Elektr xossalarni keng doirada boshqarish imkoniyati. Energiya samaradorligi va ishonchlilikning oshishi. Mikro va nanooʻlchamda aniqlik. Qurilmalar sigʻimini kasad mexanizmlar bilan moslashtirish. Cheklovlar: Dopantlarning diffuziya jarayonida beqarorligi [6]. Nanooʻlchamda kvantik effektlarning kuchayishi. Issiqlik taʼsirida parametrlarning oʻzgarishi. Texnologik jarayonlarning yuqori narxi va murakkabligi

Xulosa

Legirlangan yarimo'tkazgich materiallar bugungi zamonaviy elektronika, telekommunikatsiya, energetika, avtomatika, tibbiyot va axborot texnologiyalarining asosi hisoblanadi. Dopantlarni aniq boshqarish orqali yaratilgan p–n o'tishlar, tranzistorlar va integral sxemalar nafaqat hozirgi texnikaning yuragi, balki kelajakning – sun'iy intellekt, kvant kompyuterlar, nanoelektronika – rivojlanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Shu bois legirlash jarayonini chuqur o'rganish, yangi avlod yarimo'tkazgich materiallarni sintez qilish va ularni amaliyotga tatbiq etish texnologik taraqqiyotning ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Qodirov A., Tursunov M. *Yarimo'tkazgichlar fizikasi*. – Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti, 2017.
2. Xabibullaev P.K. *Fizika yarimo'tkazgichov*. – Tashkent: Fan, 2012.
3. Rasulov R., Karimov N. *Elektronika asoslari*. – Toshkent: TDPU nashriyoti, 2020.
4. Бобонов Д.Т. Электрические свойства и неустойчивость тока в кремнии, легированном селеном; Электрические имущество и обслуживание пряжка и силикон легированный селен _ - 2010 г.
5. Sze S.M., Ng K.K. *Physics of Semiconductor Devices*. – 3rd Edition. – Wiley-Interscience, 2006.
6. Neamen D. *Semiconductor Physics and Devices*. – McGraw-Hill, 2012.