



KREMNIYGA GALLIY VA INDIY IZOTOPLARINI KIRITISH ORQALI ELEKTR O'TKAZUVCHANLIKNI OSHIRISH.

Xaqberdiyev Asliddin Imomnazar o'g'li

Iqtisodiyot va pedagogika NTM, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya. Kremniy (Si) — zamonaviy yarim o'tkazgich sanoatining asosiy materiali bo'lib, uning kristallik tuzilmasi va barqaror fizik-kimyoviy xossalari tufayli mikrochiplar, sensorlar, tranzistorlar va boshqa ko'plab elektron qurilmalar ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Lekin tabiiy kremniy sof holatda juda past elektr o'tkazuvchanlikka ega. Uni amaliyotda foydali darajagacha oshirish uchun unga dopantlar — tashqi qo'shimcha elementlar kiritiladi. Masalan, galliy va indiy kremniy panjarasiga kirib, uning elektr xossalarini tubdan o'zgartiradi.

Kalit so'zlar: elektron, kovak, Kremniy, Galliy, Indiy, izotop, n-tip, p-tip, dopant, sensor, mikrosxema, yadro fizikasi.

Аннотация. Кремний (Si) является основным материалом современной полупроводниковой промышленности благодаря своей кристаллической структуре и стабильным физико-химическим свойствам. Он широко используется в производстве микросхем, датчиков, транзисторов и многих других электронных устройств. Однако природный кремний в чистом виде обладает очень низкой электропроводностью. Чтобы повысить его проводимость до практического уровня, в него вводятся легирующие элементы — дополнительные внешние атомы. Например, галлий и индий, внедряясь в решётку кремния, кардинально изменяют его электрические свойства.

Ключевые слова: электрон, дырка, кремний, галлий, индий, изотоп, n-тип, p-тип, легирующий элемент, датчик, микросхема, ядерная физика

Annotation. Silicon (Si) is the primary material of modern semiconductor industry due to its crystalline structure and stable physical-chemical properties. It is widely used in the production of microchips, sensors, transistors, and many other electronic devices. However, natural silicon in its pure form has very low electrical conductivity. To increase its conductivity to a usable level, dopants — external additive elements — are introduced. For instance, gallium and indium, when integrated into the silicon lattice, significantly alter its electrical characteristics.

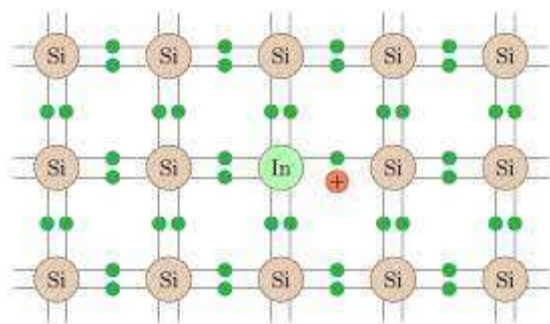
Keywords: electron, hole, silicon, gallium, indium, isotope, n-type, p-type, dopant, sensor, microcircuit, nuclear physics

Asosiy qism. Ushbu maqolada aynan Galliy (Ga) va Indiy (In) izotoplarini kremniyga qo'shish orqali p-tip o'tkazuvchanlikni hosil qilish hamda umumiy elektr o'tkazuvchanlikni qanday oshirish mumkinligi tahlil qilinadi.

Galliy va Indiy – P-tip dopantlar

Galliy va Indiy — 3-valent elementlar bo'lib, kremniy panjarasiga kirganda to'rt valentli kremniyning birta elektron bog'ini to'ldira olmaydi. Natijada, kristall panjarada “teshik” (ya'ni elektron yetishmovchiligi) paydo bo'ladi. Elektronlarning harakati natijasida bu teshiklar zanjir bo'ylab siljiydi va elektr o'tkazuvchanlik yuzaga keladi.

Galliy va Indiy kremniyga kiritilganda p-tip yarim o'tkazgich hosil bo'ladi, ya'ni bu material orqali teshiklar yordamida tok o'tadi.



1-rasm. Galliy va Indiy – P-tip dopantlar

Izotoplarning roli

Klassik dopantlardan farqli ravishda, izotoplar — bir xil elementning yadrosida neytron soni farq qiluvchi shakllari — kristallik tuzilma va energiya darajalariga mikroskopik darajada ta'sir qiladi. Misol uchun:

1. Ga-69 va Ga-71,
2. In-113 va In-115

bu ikki izotoplar kremniy kristallida har xil darajada energiya darajalari va panjara deformatsiyasiga olib kelishi mumkin. Bu esa elektr o'tkazuvchanlikda nozik farqlar yuzaga keltiradi, ayniqsa yuqori chastotali qurilmalarda.

O'tkazuvchanlikni oshirish mexanizmi

Kremniyga Galliy va Indiy izotoplarini kiritish orqali:

Teshik konsentratsiyasi oshadi – bu umumiy o'tkazuvchanlikni ko'paytiradi.

Kristall panjarada deformatsion zarralar paydo bo'ladi, bu esa ba'zida tashqi bosim yoki harorat o'zgarishlariga nisbatan barqarorlikni yaxshilaydi.

Izotop tarkibi moslashtirilsa, nojo'ya elektronik shovqinlar (noise) kamayadi, ayniqsa analog mikrosxemalarda.

Galliy va Indiy dopantlarining bir-biridan farqi

Aktivlashtirish energiyasi (Ionizatsiya energiyasi):

Dopant kiritilganda u valent zonaga yaqin energiya darajasini hosil qiladi.

Galliy uchun: ~ 0.072 eV

Indiy uchun: ~ 0.16 eV



Bu shuni anglatadiki, Galliy teshik (hole) hosil qilish uchun kamroq energiya talab qiladi, ya'ni past haroratlarda ham samaraliroq.

Indiy esa yuqoriroq haroratda yaxshi ishlaydi, lekin past haroratda kamroq samarali bo'ladi.

Difuzion xususiyatlar:

Galliy: kremniyda sekinroq diffuziya qiladi → barqaror dopant profili.

Indiy: tezroq diffuziya qiladi → diffuziya jarayonida chuqurroq kiradi, bu esa zichlikni kamaytiradi.

Qurilmalarda qo'llanilishi:

Galliy: kichik moslama, yuqori aniqlikdagi yarim o'tkazgichlar (diodlar, sensorlar)

Indiy: chuqur qatlamlar, kuchli elektr maydonlar uchun (kuchli tranzistorlar, kuchaytirgichlar)

Termik barqarorlik:

Galliy: yuqori termik barqarorlik → yuqori haroratli jarayonlarga chidamliroq

Indiy: pastroq termik barqarorlik

Qo'llanilish sohalari

Galliy va Indiy izotoplari bilan doplangan kremniy quyidagi qurilmalarda qo'llaniladi:

- Yuqori sezuvchanlikka ega sensorlar (masalan, infraqizil)
- Past shovqinli analog mikrosxemalar
- Termik barqarorlik talab qilinadigan kosmik texnikalar
- Yadro fizikasi tajribalari (izotopli nazorat)

Xulosa. Galliy va Indiy izotoplarini kremniyga dopant sifatida kiritish orqali yarim o'tkazgich materialning elektr o'tkazuvchanligi sezilarli darajada oshirilishi mumkin. Bu metod ayniqsa yuqori aniqlik, barqarorlik va past shovqin talab qilinadigan elektronika katta istiqbollarga ega. Shu bilan birga, izotopli dopantlar yordamida kremniy materialining fizik xossalarini nozik boshqarish mumkin bo'ladi — bu esa mikroelektronika sanoatida yangi imkoniyatlarni ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Petrov, A. & Ivanov, D. (2021). *Doping Silicon with Gallium and Indium Isotopes for Enhanced Conductivity*. Journal of Semiconductor Physics, 58(3), 142–150. Moscow: Russian Academy of Sciences.
2. Müller, H. et al. (2020). *Isotope Effects in Group III-Doped Silicon Crystals*. Materials Science Reports, 45(2), 88–97. Berlin: Springer.
3. Nomura, S. & Tanaka, Y. (2019). *Electrical Properties of Silicon Crystals Doped with Ga and In Isotopes*. Japanese Journal of Applied Physics, 58(7), 074001.
4. Сунатов, Ж., Холмуратова, Р., Зикриллаева, Ф., & АлишEROVA, Г. (2025). Kompyuter lingvistikasida kompyuter leksikografiyasining ahamiyati. Объединяя





студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 269-271.

5. Сунатов, Д., Тошмуродова, С., Анварова, Э., & Зикриллаева, Ф. (2025). Madaniyatlararo muloqotning ahamiyati. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 141-143.

6. Сунатов, Д., Хусенова, М., Санаева, М., & Зикриллаева, Ф. (2025). O 'zbek tilining xorijda o 'qitilishi. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 139-141.

7. Сунатов, Д., Зикриллаева, Ф., Алишеров, Г., & Дустмуродова, М. (2025). Jahon adabiyotshunosligi rivoji. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 124-126.

8. Сунатов, Д., Зикриллаева, Ф., Шерматов, Р., & Розимуродов, М. (2025). Amaliy tilshunoslik masalalari. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 126-128.

9. Сунатов, Д., Зикриллаева, Ф., Сайдуллоева, М., & Нормаматова, Н. (2025). O'zbek tilshunosligining nazariy masalalari. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 121-123.

10. Abduvaliyev, A. A., & Sunatov, J. T. (2024). IQTISODIYOTNI RAQAMLASHTIRISHDA TREND MEZONIDAN FOYDALANISHNING NAZARIY ASOSLARI. Экономика и социум, (2 (117)-1), 69-73.

11. Sunatov, J. R. (2023, December). TA'LIMDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING O 'RNI. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE on the topic: "Priority areas for ensuring the continuity of fine art education: problems and solutions" (Vol. 1, No. 01).

12. Sunatov, J. R., Shamatova, G., & Maxmanazarov, O. (2024). TA'LIMDA KOMPYUTER TEXNOLOGIYASIDAN FOYDALANISH (MS POWERPOINT AMALIY DASTURIY TA'MINOT MISOLIDA). Talqin va tadqiqotlar, (28).

13. Xidirova, N. B. qizi Nomozova, FA (2024). RAQAMLI MATERIALLAR VA INTERAKTIV PLATFORMALAR YORDAMIDA TABIIY FANLARNI O 'QITISH. GOLDEN BRAIN, 2(20), 162-166.

14. Xidirova, N. B. qizi Oromova, SS, & Otajonova, KR (2024). MULTIMEDIALI TEXNOLOGIYALAR VA ULARNING PSIXOLOGIYADA QO'LLANILISHI. GOLDEN BRAIN, 2(20), 157-161.

15. Xidirova, N. B. qizi Muqimova, GZ (2024). EXCELDA DIAGRAMMALAR BILAN ISHLASH. GOLDEN BRAIN, 2(20), 167-171.

16. Sunatov, J. R., Rustamov, R., & Dustmurodova, M. (2024). KOMPYUTER LINGVISTIKASIDA FONETIK TAHLIL JARAYONI. Modern Science and Research, 3(5), 191-195.

17. Botirovich, X. S. (2024). RAQAMLI MUHITDA O 'QITISH TEXNOLOGIYALARI VA MODELLARI. Modern education and development, 11(3), 155-161.



18. Ergashevna, S. M. (2025, February). INGLIZ TILI MUTAXASSISLARINI TAYYORLASHDA XORJIY TAJRIBALARDAN FOYDALANISH. In International Educators Conference (pp. 358-365).

19. Sa'dullayev, A., & Asrorov, O. (2024). THE ESSENCE OF NEW PEDAGOGICAL TERMS DURING THE REFORMS IMPLEMENTED IN THE FIELD OF EDUCATION.". Science Shine" International scientific journal, 14(1).

20. Boymurotovna, X. N. Asror o'g'li, AO, & Rajabboyevna, OK (2025, March). KOMPYUTER VA ROBOTLAR BILAN O'ZARO ALOQA ORQALI IJTIMOY PSIXOLOGIYANING O'ZGARISHI. In International Conference on Educational Discoveries and Humanities (pp. 63-70).

21. Асропов, О., & Хусенова, М. (2025). Оптик aloqa tizimlarida spektral zichlikni oshirishning yangi usullari. Объединяя студентов: международные исследования и сотрудничество между дисциплинами, 1(1), 241-244.

22. Asror o'g'li, A. O., & Imomnazar o'g'li, H. A. (2025). OPTIK ALOQA TARMOQLARI ASOSIDAGI ABONENT KIRISH TARMOQLARINI TAHLIL QILISH. YANGI O'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI, 2(9), 1255-1260.

23. Asror o'g'li, A. O., & Imomnazar o'g'li, H. A. (2025). TOLALI OPTIK ALOQA TARMOQLARINI SIFAT KO'RSATKICHLARINI BAHOLASHDA SUN'IY INTELLEKTNI QO'LLASH. IZLANUVCHI, 1(6), 500-505.