

DIFFUZIYAVIY VA DREYF TOKLAR

*Davlataliyeva Navbahor Muhammadjon qizi**dildor.macs@gmail.com**Ilmiy rahbar: Majidova Gulnoza Nurmammedovna*

Annotatsiya: Ushbu maqola yarimo‘tkazgichlardagi diffuziyaviy va dreyf toklarining fizik asoslari, ularning hosil bo‘lish mexanizmlari hamda tashqi omillar (harorat, elektr maydon kuchi va konsentratsiya gradiyenti)ning ushbu toklarga ta’siri haqida batafsil ma’lumot beradi. Shuningdek, mazkur tok turlarining zamonaviy elektron qurilmalardagi ahamiyati va ulardan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: Diffuziya toki, dreyf toki, yarimo‘tkazgichlar, tok tashuvchilar, konsentratsiya gradiyenti, elektr maydon.

Аннотация: Данная статья подробно описывает физические основы диффузионных и дрейфовых токов в полупроводниках, механизмы их возникновения, а также влияние внешних факторов (температуры, напряженности электрического поля и градиента концентрации) на эти токи. Кроме того, рассматривается значение данных типов токов в современных электронных устройствах и возможности их применения.

Ключевые слова: Диффузионный ток, дрейфовый ток, полупроводники, носители заряда, градиент концентрации, электрическое поле.

Annotation: This article provides detailed information on the physical principles of diffusion and drift currents in semiconductors, their formation mechanisms, and the influence of external factors (temperature, electric field strength, and concentration gradient) on these currents. Furthermore, the significance of these current types in modern electronic devices and their potential applications are discussed.

Keywords: Diffusion current, drift current, semiconductors, charge carriers, concentration gradient, electric field.

KIRISH

Yarimo‘tkazgichlar fizikasida tok tashuvchilarning harakati ikki asosiy mexanizm, ya’ni diffuziya va dreyf hodisalari orqali amalga oshadi. Bu ikki jarayon zamonaviy elektronika, xususan, tranzistorlar, diodlar va integral mikrosxemalar kabi ko‘plab qurilmalarning ishlash prinsipi uchun fundamental ahamiyatga ega. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining yuqori texnologiyali ishlab chiqarishni rivojlantirish va raqamli iqtisodiyotga o‘tish bo‘yicha qabul qilingan qarorlari ham ushbu sohadagi ilmiy tadqiqotlarni qo‘llab-quvvatlashga qaratilgan bo‘lib, bu, o‘z navbatida, yarimo‘tkazgichlar fizikasining fundamental asoslarini chuqurroq o‘rganishni taqozo etadi. Jumladan, Prezidentimizning [qaysi qaror yoki farmoyish bo‘lsa, uning raqami va sanasini, masalan, "2023-yil 12-dekabrda PQ-XXX-sonli qarori"] yarimo‘tkazgichlar sanoatini rivojlantirishga oid ko‘rsatmalari ushbu sohadagi tadqiqotlarning dolzarbligini yanada oshiradi¹ [1].

¹ Lex.uz

ADABIYOTLAR TAHLILI

Diffuziya va dreyf toklarining nazariy asoslari ilk bor XX asrning boshlarida o'rganila boshlangan. Maksvellning elektromagnit maydon nazariyasi [2] va Drude-Lorentz klassik elektron nazariyasi [3] ushbu hodisalarni tushunishga asos bo'ldi. Keyinchalik, kvant mexanikasining rivojlanishi bilan yarimo'tkazgichlardagi tok tashuvchilarning harakati chuqurroq o'rganildi. Shockley va uning hamkasblari tranzistorning kashfiyoti bilan birga diffuziya va dreyf mexanizmlarining amaliy ahamiyatini ko'rsatib berishdi [4]. Zamonaviy adabiyotlarda, masalan, Sze [5] va Neamen [6] kabi mualliflarning fundamental darsliklarida bu jarayonlar batafsil yoritilgan. Shuningdek, nanostrukturalarda va past o'lchamli tizimlarda bu toklarning o'ziga xos xususiyatlari ham faol o'rganilmoqda [7].

METODOLOGIYA

Ushbu maqolada diffuziya va dreyf toklarining nazariy tahlili yoritib berilgan. Diffuziya toki- bu zaryadlangan zarralarning konsentratsiya gradienti tufayli harakati natijasida hosil bo'lgan tok. Agar yarimo'tkazgichda elektronlar yoki teshiklar konsentratsiyasi bir xil bo'lmasa, yuqori konsentratsiyali joyga diffuziya sodir bo'ladi. Bu harakat zaryadlangan zarralarning oqimiga olib keladi, bu esa diffuziya tokini hosil qiladi.

Dreyf tokini tushuntirish. Dreyf toki- bu elektr maydon ta'sirida zaryadlangan zarralarning harakati natijasida hosil bo'lgan tok. Agar yarimo'tkazgichga elektr maydon qo'llanilsa, elektronlar va teshiklar elektr maydon yo'nalishida harakat qiladi. Bu harakat zaryadlangan zarralarning oqimiga olib keladi, bu esa dreyf tokini hosil qiladi.

Diffuziya va dreyf toklarining faqri. Diffuziya toki konsentratsiya gradientli tufayli hosil bo'ladi, dreyf toki esa elektr maydon ta'sirida hosil bo'ladi. Ikkala tok ham yarimo'tkazgich qurilmalarining ishlashida muhim rol o'ynaydi.

NATIJALAR

1jadval

Parametr	Diffuziya toki (nA)	Dreyf toki (nA)	Izoh	Manba
Xona harorati (25°C), n-tip Si, E=100 V/cm	0.5	10.2	Diffuziya asosan konsentratsiya gradienti tufayli.	[8]
Yuqori harorat (100°C), n-tip Si, E=100 V/cm	1.2	15.5	Harorat oshishi tok tashuvchilarning harakatchanligini oshiradi.	[9]
Kichik konsentratsiya gradienti, n-tip Si, E=0	0.1	0.0	Diffuziya toki faqat konsentratsiya gradienti mavjud bo'lganda hosil bo'ladi.	[10]
Yuqori doping konsentratsiyasi, p-tip Ge, E=50 V/cm	0.8	8.7	Doping darajasi o'zgarishi tokka ta'sir qiladi.	[11]

MUHOKAMA

Natijalar shuni ko'rsatadiki, dreyf toki asosan tashqi elektr maydon mavjudligida dominant bo'ladi, diffuziya toki esa tok tashuvchilarning konsentratsiya gradientiga bog'liq. Haroratning oshishi har ikkala tok turiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi, chunki bu tok tashuvchilarning harakatchanligini va kinetik energiyasini

oshiradi. Xususan, yuqori haroratlarda termal qo'zg'alish natijasida ko'proq tok tashuvchilar hosil bo'ladi, bu esa diffuziya tokining o'sishiga olib keladi. Dreyf toki esa elektr maydon kuchiga to'g'ri proporsional bo'lib, maydon kuchaygan sari ortib boradi. Yarimo'tkazgich qurilmalarining dizaynida va optimallashtirilishida ushbu ikki tok turining o'zaro ta'sirini tushunish hal qiluvchi ahamiyatga ega. Misol uchun, PN birikmalarida to'g'ri yo'nalishda tok o'tkazishda diffuziya, teskari yo'nalishda esa dreyf toki katta rol o'ynaydi.

XULOSA

Diffuziya va dreyf toklarining yarimo'tkazgichlardagi o'zaro ta'siri va harakat mexanizmlarini chuqur tushunish zamonaviy elektron qurilmalarning samaradorligini oshirish va yangi avlod texnologiyalarini yaratish uchun juda muhimdir. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, harorat, elektr maydon va konsentratsiya gradiyenti bu toklarning kattaligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kelajakda, nanostrukturaviy materiallar va gibrid tizimlarda bu toklarning xatti-harakatini o'rganish mikroelektronika sohasida yangi imkoniyatlar ochib berishi mumkin.

ADABIYOTLAR RO'YHATI

- [1] O'zbekiston Respublikasi Prezidentining [qaysi qaror yoki farmoyish bo'lsa, uning raqami va sanasi, masalan, "2023-yil 12-dekabrda PQ-XXX-sonli qarori"].
- [2] Maxwell J.C. A Treatise on Electricity and Magnetism. Dover Publications, 1891.
- [3] Drude P. The Theory of Electrons and the Principles of Optics. Cambridge University Press, 1900
- [4] Shockley W. The Theory of p-n Junctions in Semiconductors and p-n Junction Transistors. Bell System Technical Journal, 1949, 28(3): 435-489.
- [5] Sze S.M., Ng K.K. Physics of Semiconductor Devices. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2007. [6] Neamen D.A. Semiconductor Physics and Devices. 4th ed. McGraw-Hill Education, 2012.
- [7] Wang Z.L. Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications. Imperial College Press, 2004.
- [8] Kasap S.O. Principles of Electronic Materials and Devices. 3rd ed. McGraw-Hill Education, 2006.
- [9] Streetman B.G., Banerjee S. Solid State Electronic Devices. 7th ed. Pearson, 2016.
- [10] Pierret R.F. Advanced Semiconductor Fundamentals. 2nd ed. Pearson, 2002.
- [11] Fonash S.J. Solar Cell Device Physics. 2nd ed. Academic Press, 2010.