

P-N O'TISHLI GETROSTRUKTURALARDA TEMPERATURA, BAZA VA SIRQISH QARSHILIKLAR TA'SIRIDA VOLT-AMPER XARAKTERISTIKASINI O'RGANISH

ILYOSBEK NE'MATOV RAVSHAN O'G'LI¹

¹Namangan to'qimachilik sanoati instituti

RAXIMJON IBRAGIMOV XASANBOY O'G'LI²

SANJARBEK KARIMOV KOMILJON O'G'LI²

²Namangan davlat universiteti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14776860>

Annotatsiya. Har qanday yarimo'tkazgichli tuzilmalar yoki yorug'lik diodlarida ham p-n o'tish mavjud. Yorug'lik diodlarida to'g'ri yo'nalish bo'ylab elektr toki o'tishi natijasida zaryad tashuvchilar elektron va kovaklar rekombinatsiyaga uchrashi tufayli fotonlarni nurlaydi. Bunda elektronlar bir energetik holatdan ikkinchi energetik holatiga o'tadi. Lekin hamma yarimo'tkazgichlarda ham rekombinatsiya tufayli yorug'lik nurlanavermaydi. To'g'ri zonali bo'lmagan yarimo'tkazgichlardan masalan kremniy, germaniy kabi elementlardan tayyorlangan diodlar amalda umuman nurlamaydi.

Kalit so'zlar. \hbar – Plank domiysi; $\hbar\omega$ – fotonlarni energiyasi; α – optik yutilish koeffitsienti; $\alpha(\hbar\omega)$ – optik yutilish koeffitsienti spektral xarakteristikasi; E_v – valent zonaning yuqori chegarasi; E_c – o'tkazuvchanlik zonasining quyi chegarasi; $g(\varepsilon)$ – elektronlarni holat zichligining taqsimoti; $g_v(\varepsilon)$ – valent zonadagi elektronlarni holat zichligining taqsimoti; $g_c(\varepsilon)$ – o'tkazuvchanlik zonasidagi elektronlarni holat zichligining taqsimoti; E – energetik holat; E_g – taqiqlangan zonaning energetik kengligi; $N(c)$ – o'tkazuvchanlik zonasidagi elektron holatlari zichligining effektiv qiymati; $N(v)$ – valent zonadagi elektron holatlari zichligining effektiv qiymati;

Diodning xarakteristikalarini tashqi temperaturaga, kontakt sohaning geometrik o'lchamlariga, tok tashuvchilar miqdoriga va tashqi kuchlanish kabi bir qator kattaliklarga bog'liq.

p-n o'tish tayyorlanish usuliga qarab tor sohali yoki keng sohali bo'lishi mumkin. p-n o'tishni olish vaqtida p sohadan n sohaga o'tishda aralashmalar konsentratsiyasi keskin o'zgaradigan qilib tayyorlab bo'lmaydi. chunki ular ma'lum masofada maksimum va minimum qiymatlar orasida taqsimlangan bo'ladi. SHuning uchun p-n o'tishda keng yoki tor bo'lishi masofaga ham bog'liq bo'ladi.

Agar p-n o'tishdagi xajmiy zaryadlar sohasining kengligi aralashmaning taqsimlanish oralig'idan katta bo'lsa, p-n o'tish "tor" bo'ladi. Tor p-n o'tishni keskin p-n o'tish deb xam ataladi.

$$L = \sqrt{\frac{(\varphi_0 - eV)2\varepsilon}{l^2} \cdot \frac{n_n + p_p}{n_n \cdot p_p}} \quad (1)$$

ifoda keskin p-n o'tish uchun kuchga ega. Agar aralashmaning taqsimlanish sohasi juda keng bo'lib, hajmiy zaryadlar sohasi kengligidan katta bo'ladigan bo'lsa p-n o'tish keng p-n o'tish deb yuritiladi.

p-n o'tishlarni keskin va keng p-n o'tishlarga ajratishimizga sabab shuki keskin p-n o'tishdan elektronlar kristall panjara defektlari bilan to'qnashmasdan o'tib ketadi. SHu sababli p-n o'tishda elektronlarning rekombinatsiya, generatsiya va sochilishini hisobga olmasa ham bo'ladi. Keng p-n o'tishlarda esa elektronlarning harakati diffuzion xarakterga ega bo'ladi. SHuning uchun rekombinatsiya va generatsiyani hisobga olish kerak bo'ladi.

Keskin p-n o'tishning volt-ampere xarakteristikasini p-n o'tishda to'liq tok ikkala holda ham kovak va elektronlar hisobiga hosil bo'lgan toklarning yig'indisiga teng bo'ladi.

$$j = j_p + j_n \quad (2)$$

Kovak va elektron tokini aniqlaylik.

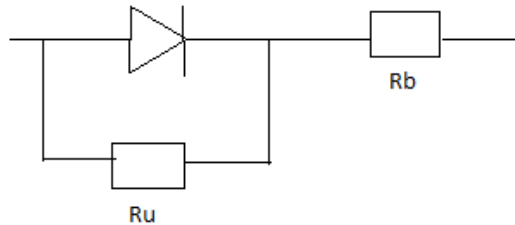
$$J = \left(\frac{eD_p p_n}{L_p} \left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1 \right) + \frac{eD_n n_p}{L_n} \left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1 \right) \right) =$$

$$= \left(\frac{eD_p p_n}{L_p} + \frac{eD_n n_p}{L_n} \right) \left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1 \right) \quad (3)$$

$$J_s = \frac{eD_p p_n}{L_p} + \frac{eD_n n_p}{L_n} \quad (4) \text{ deb belgilasak (3) ifoda}$$

$$J = J_s \left(e^{\frac{eU}{kT}} - 1 \right) \quad (5) \text{ ko'rinishga keladi.}$$

Masalan muxitning xaroratini ko'tarilishi yoki teskari kuchlanishning biror qiymatigacha oshirilishi teskari tokning bidan ko'payib ketishiga, natijada p-n o'tishning buzilishiga sabab bo'ladi. Real diodda p va n sohalarining omik qarshiliklari va p-n o'tishning sirqish qarshiligini hisobga olish kerak bo'ladi.



1-rasm

Bu ekvivalent sxema real diodning VAX ni taxlil qilishda foydalanamiz.

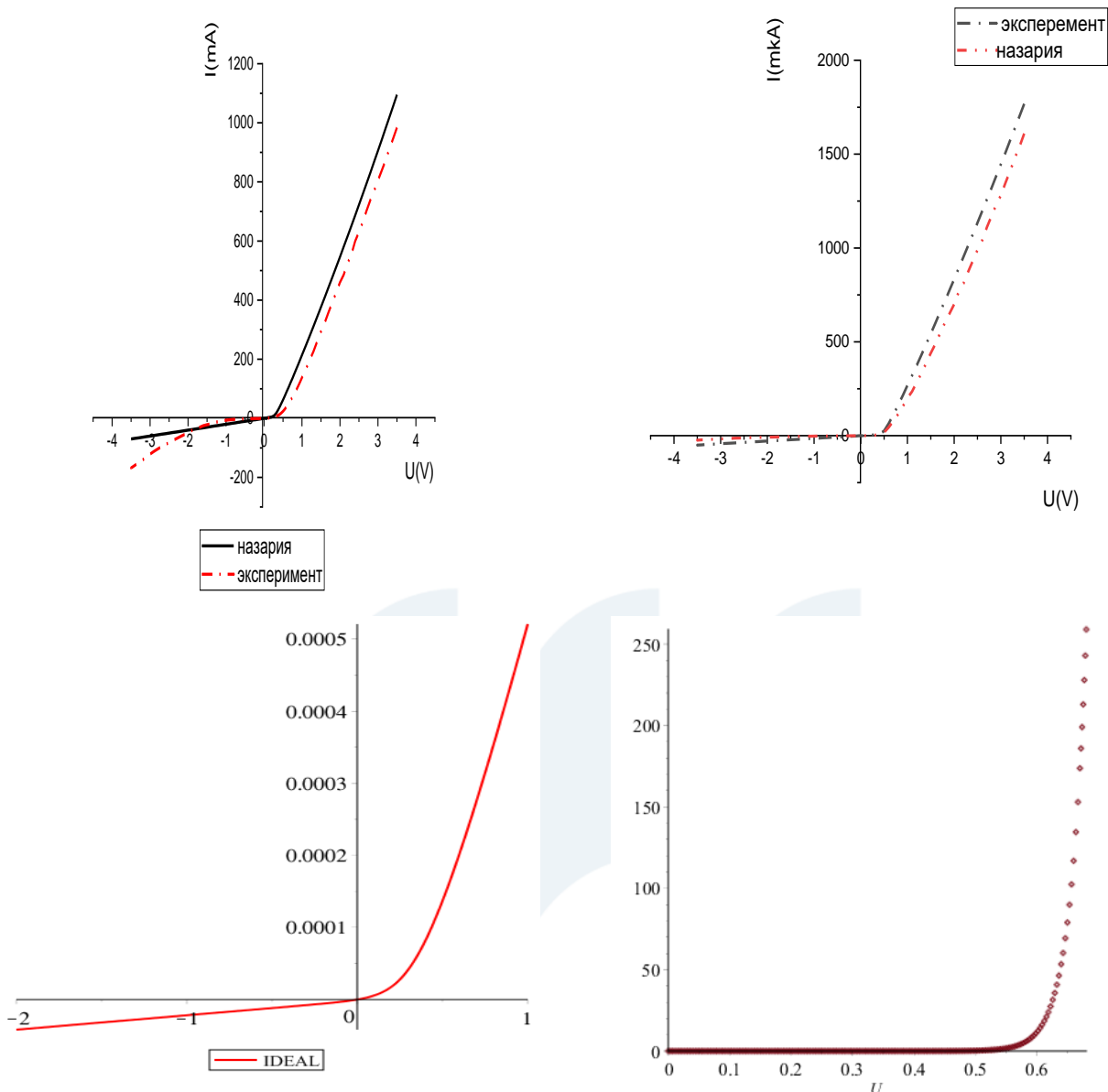
Tashqi ta'sir natijasida elektron va kovaklarning qizishi natijasida elektronlarning xarorati T_e kovaklarning harorati T_h bo'lsin. U holda zaryad tashuvchilarning taqsimot funksiyalarni T_e va T_h harorati va μ_e va μ_n ximpotensialga ega bo'lgan Bolsman taqsimot funksiyalari orqali ifodalash mumkin. Bu xolda termodinamik muvozanat kuchli buzilgan bo'ladi. Natijada p-n o'tishli diodning VAX tubdan o'zgaradi. Bunda VAX qo'yidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$j = j_p + j_n$$

$$I_n = I_{sn} \left[e^{\frac{q\phi_0}{kT} - \frac{q(\phi_0 - U)}{kT_e}} - 1 \right]$$

$$I_p = I_{sp} \left[e^{\frac{q\phi_0}{kT} - \frac{q(\phi_0 - U)}{kT_h}} - 1 \right] \quad (6)$$

Bu erda ϕ_0 potensial to'siq balandligi, $T_e = T_h = T$ bo'lgan xolda (6)dan (5) ifoda kelib chiqadi. Shunday qilib (6) ifoda VAXning umumiy ifodasi bo'lib qizishni hisobga olmaganda Shokli formulasi hosil bo'ladi.



2-Rasmlarda ideal xolatdagi diodning VAX olib ko'rsatilgan.

Endi diodning bazasida xaroratning o'zgarishini va bazada kuchlanish tushuvini, kristall panjara xaroratini o'zgarishini va sirqish tokini hisobga olsak (2.4.6) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$I = I_s \left[e^{\frac{q\phi_0}{kT} - \frac{q(\phi_0 - U - U_1 + IR_b)}{kT_e}} \right] + \frac{IR_b}{R_U}; \quad (7)$$

3-rasm

Bu ifoda diodlarni volt-ampere xarakteristikasini tushuntirib beradi. Bu ifoda asosida olingan grafiklarni ko'radigan bo'lsak baza va utechka qarshiliklarni o'zgartirish asosida quyidagi grafikni ko'rishimiz mumkin:

Real diodlarda p-n o'tishga ketma - ket ulangan diod bazasining qarshiligi R_b va potensial to'siq sirqish qarshiligini hisobga olsak (6) VAX ga tuzatmalar kiritiladi. Bunda diodning ekvivalent sxemasiga asosan $T_e = T_h$ va $I_{sn} = I_{sh}$ bo'lgan holda diodning VAXi (7) ko'rinishida bo'ladi. (7) ifoda R_b ketma-ket baza qarshiligi, R_u p-n o'tishning sirqish qarshiligi. (7)

formula yordamida elektron va kovaklar va fononlarning qizishini hisobga olgan xolda real diodning VAXni olish mumkin bo'ladi.

Rasmlarda turli haroratlar va turli baza qarshiliklar uchun VAXlar keltirilgan.

p – n o'tishli geteroo'tishli nazariy xulosalar tajriba natijalarini fizik jihatdan asoslab beradi. Bundan ko'rinadika baza qarshilik va sirqish qarshilik temperatura ta'sirida o'zgarishi xam diodlarning VAX siga sezilarli darajada ta'sir ko'rsatar ekan. Bu esa bugungi kunda keng ko'lamda qo'llanib kelinayotgan nanostrukturali juda kichik o'lchamdagi yarimo'tkazgichli asboblarni ishlash prinsipini oshirishga yanada imkon beradi.

XULOSA

- p – n o'tishli getrostrukturalarni volt – amper xarakteristikalarini xisobga olishda baza va sirqish qarshiliklarini kuchlanish ta'sirida o'zgarishini xisobga olish p – n o'tishli diodlar xarakteristikalarini tahlil qilishda muhim ahamyatga ega.

- p – n o'tishli diodlarni potentsial to'siq balandligi xarorat ta'sirida kamayishi natijasida to'g'ri ulangan diod ochilishi oldingi past xaroratga nisbatan kichik kuchlanishlarda ochiladi.

References:

1. Kaya, F. S., Duman, S., Baris, O., & Gurbulak, B. (2021). Calculation of characteristics parameters of Au /methyl green/n-Si/Ag diodes from the current-voltage measurements. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 121, 105325. (<https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105325>)
2. M. Zhu, J. Zhang, H. Hou, *Microelectron. Eng.* 95 (2012) 112–115.
3. O'g I. N. R. et al. Turdagi o 'ta panjaralardagi ikki o 'lchamli elektronlarning fononlarda sochilishi //Barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali. – 2023. – T. 3. – №. 9. – C. 43-48.
4. Ravshan O'g'li N. I. et al. Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan unumli foydalanishda a-si: h asosidagi fotoelektrik qurilmalarda kovaklar tok tashuvchilik mexanizmining ahamiyati //Ta'lim va rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali. – 2023. – T. 3. – №. 10. – C. 6-10.
5. Ibragimov R. Methodology of teaching physics in vocational schools //Science and innovation. – 2023. – T. 2. – №. B9. – C. 206-210.
6. Ibragimov R. Kasb-hunar maktablarida fizika fanini o 'rganishda o 'quvchilar o 'rtasida eksperimental ko'nikmalarni shakllantirish //Farg'ona davlat universiteti. – 2024. – №. 1. – C. 17-17.
7. Xasanboy o'g'li I. R. Modeling of Educational and Professional Activities of Students in the Process of Teaching Physics in Vocational Schools //Excellencia: International Multi-disciplinary Journal of Education (2994-9521). – 2024. – T. 2. – №. 6. – C. 550-552.