



SCIENTIFIC BULLETIN

PHYSICAL AND MATHEMATICAL RESEARCH

ILMIY HABARNOMA

FIZIKA-MATEMATIKA TADQIQOTLARI

2023
VOLUME 5
ISSUE 1

ОГЛАВЛЕНИЕ

Физика

С.З. ЗАЙНАБИДИНОВ, А.С. САИДОВ, А.Й. БОБОЕВ, Б.М. ЭРГАШЕВ Получения, морфология и фотоэлектрические свойства гетероструктуры $n\text{-Si}-p\text{-(Ge}_2\text{)}_{1-x-y}\text{(GaAs)}_x\text{(ZnSe)}_y$	7
Н.Ф. ЗИКРИЛЛАЕВ, К.А. ИСМАЙЛОВ, С.З. ЗАЙНАБИДИНОВ, З.Т. КЕНЖАЕВ, Б.К. ИСМАЙЛОВ Влияние легирования никелем на спектральную чувствительность кремниевых солнечных элементов	16
М.Ш. ИСАЕВ, А.Т. МАМАДОЛИМОВ, Ш.К. АКБАРОВ Структура приповерхностного слоя диффузионно-легированного кремния атомами хрома и кобальта.....	21
М.В. TAGAEV, A.A. ABDREYMOV, U.D. BAIRAMOV Kremniyli p-n o'tishda mikroplazmalarning shakllanishi.....	27
М.В. FOZILJONOV, I.N. KARIMOV, A.E. ABDIKARIMOV Influence of the local trapped charge in oxide to the gate - drain capacitance in a FinFET	33
Ш.Х. ЙУЛЧИЕВ, И.М. СОЛИЕВ, Х.Ж. МАНСУРОВ Рентгеноструктурные исследования кремния марки КДБ-20 с участием кислорода.....	37

Техника

Р.А. МУМИНОВ, В.Г. ДЫСКИН, О.Ф. ТУКФАТУЛЛИН, Б.Н. БУТУНБАЕВ, К.А. ДЖУМАМУРАТОВ К вопросу применения гидрофобных плёнок для пассивной очистки фронтальной поверхности фотоэлектрических модулей.....	42
С. ЗАЙНАБИДИНОВ, Б. УРМАНОВ, С. АЛИЕВ Разработка конструкции нового солнечного осветительного устройства.....	47
С.С. НАСРИДДИНОВ, А.К. ХАМРАКУЛОВ, Н.Т. МОВЛОНОВ, М.И. МАННАНОВ Метод определения удельного сопротивления почвы.....	53
Ш.А. ГУЛАМОВ, Г.М. МЎМИНОВА Легирланган ва лнгирланмаган кўға ўсимлиги толаларини таййорлаш хамда уларнинг оптоэлектроник хоссалари тадқиқ қилиш усуллари.....	58

Математика

А.К. УРИНОВ, Д.А. УСМОНОВ Нелокальная задача для вырождающегося уравнения второго порядка, содержащего интегро-дифференциальный оператор дробного порядка с функцией Бесселя в ядре.....	64
N. UMRZAQOV, I.S. ZAYNABIDDINOV On a pursuit differential game with integral constraints in R^n	75
Д.Д. АХМЕДОВА Динамические системы симплекса квадратичных гомеоморфизмов.....	83

Ф.А. ЮСУПОВ, Д.Д. АХМЕДОВА

Инвариантность некоторых стохастических квадратичных операторов неволтерного типа в двухмерном симплексе.....	87
--	----

Информатика

Р.К. АЗИМОВ, Б.Р. АЗИМОВ

Машинали ўқитишда регрессия усуллари.....	90
---	----

М.К.МАХКАМОВ, Х.А.МАМАДАЛИЕВ, Ш.Ш.ХОЖИКУЛОВ

Метод Фурье для исследования распространения волны уплотнения в трубопроводах установленном демпфером.....	96
---	----

Ғ.О. ТАЖИБАЕВ, М.М. МИРЗАЕВА, Ш.О. ТЎРАХОНОВА.

Юпқа пластина эгилиши масаласини интегралли усулда ечишда чегаравий шартларга боғлиқ бўлган махсусликни эътиборга олиш.....	104
--	-----

Персоналии

Академиг М.Мусахонов 80 ёшда.....	111
-----------------------------------	-----

Правила оформления

<i>статьи</i>	113
---------------------	-----

УДК:621.382.2/.3

Kremniyli p-n o'tishda mikroplazmalarning shakllanishi.

Tagaev M.B., Abdreymov A. A., Bairamov U.D.

Berdaq nomidagi qoraqalpoq davlat universiteti

Получена 10 мая 2023 г. Принята к печати 29 мая 2023 г.

Annotatsiya. Mikroplazma paydo bo'lishiga sabab yarimo'tkazgichning strukturaviy nuqsonlarining poydo bolishi, yaniy birinchi navbatda dislokatsiyalar hisoblanadi. Dislokatsiyaning mikroplazmaga ta'sir qilishining bir nechta mumkin bo'lgan mexanizmlari mavjud

Калт сузлар: Mikroplazma, dislokatsiya, defektlar, temperatura, elektr maydon kuchlanganligi, mikroplazma o'lchamlari.

Annotation. The cause of the appearance of microplasma is the appearance of structural defects of the semiconductor, i.e. primarily dislocations. There are several possible mechanisms by which dislocations affect the microplasma.

Key words: Microplasma, dislocation, defects, temperature, electric field strength, microplasma dimensions.

Аннотация. Причиной возникновения микроплазмы является появление структурных дефектов полупроводника, т. е. в первую очередь дислокаций. Существует несколько возможных механизмов воздействия дислокаций на микроплазму.

Ключевые слова: Микроплазма, дислокация, дефекты, температура, напряженность электрического поля, размеры микроплазмы..

PACS number(s): 85.30.-3

Kremniyli p-n birikmalarning shakllanishi paytida, shuningdek keyingi texnologik qayta ishlash jarayonida turli (defektlar) nuqsonlar shakllanadi. Bu nuqsonlar diod parametrlariga va diodning samorodori ishlasiga ta'sir qiladi. Bunday kamchiliklar orasida dislokatsiyalar, texnologik ishlash berish qaplomaning nosozliklari, boshqa fazaning qo'shilishi [1-2], og'ir metallar ionlarining birikmalari [3], ichki nuqtaviy nuqsonlar (tugunlar aro atomlar yoki vakansiyalar) [4] va boshqalar.

Dislokatsiyalar va aralashmalar p-n o'tishda mikroplazma temperaturasi o'zgarishiga ta'sir etishi mumkin. [5]. P-n o'tishdagi ko'ndalang kesimning tuzilishining yassi (bir tekli) emasligi p-n o'tishdagi qarshiligini va kor ko'chikisi (lavinno) rezonans chastotasini o'zgartiradi [6]. Aralashma konsentratsiyasining ta'sirida (p+-qatlamda bor va n+-da fosfor) diod strukturasi qatlamida halokatli nosozliklar soni [7] da o'rgangan. Bunda bor konsentratsiyasining pasayishi bilan nosozliklar foizini sezilarli darajada kamaytirishga olib kelishi aniqlangan. Buning sababi strukturaviy nuqsonlar konsentratsiyasining pasayishi hisoblanadi. Bunday kamchiliklar paydo bo'lishining sababi bor va kremniyning kovalent boglanish atomlarining radiuslarining farqlanishi tufayli bujudga keladi [8]. n+-qatlamda fosfor konsentratsiyasining ortishi

kremniyli diodlarining dinamik xususiyatlarining barqarorligini oshiradi. Bu passiv qarshilikni kamaytirishga va omlik kontaktning bog'lanish sifatini yaxshilaydi. Leykin, strukturaviy nuqsonlarning konsentratsiyaning o'sishi tufayli halokatli nosozliklar foizi ortadi.

[9] mualliflari buning sababi xuddi bor bilan kuchli qoplangani (ligerlangan) kabi fosfor va kremniy atomlarning kovalent radiuslari orasidagi farq qilgani sababli

,kremniy panjarasida qoplamalar hususiy (lokal) ichki kuchlanishni (bu holda siqilish) va ularning relaksatsiyasi dislokatsiyalarni keltirib chiqaradi. [10].

Kuchli ligerlangan kremniy n+ qatlamlari kamroq defekt konsentratsiyasiga ega sababi kovalent mishyak aralashma atomlari radiusi (1,18 Å) kremniy yonidan ozgina farq qiladi. Shuning uchun kremniy panjarasining buzilishi siljishi kuzatilmaydi. Strukturaviy nuqsonlar, qoida tariqasida, bir xil bo'lmagan buzilishlarga olib keladi. Mikroplazmaning paydo bo'lishi, birinchi navbatda, aralashma konsentratsiyasining statistik tebranishlarga bog'liq edi [11]. Biroq, ma'lum bo'ldiki, [10] aralashma tebranishlari kichik bo'lgan hududlarda aralashma tarqalishining ko'chki parchalanish

kuchlanishi bilan p-n o'tishidagi o'rtacha buzilish kuchlanishi ozgina farq qiladi.

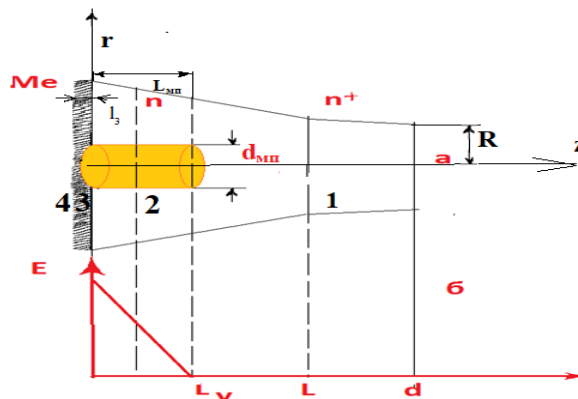
Bundan tashqari, agar yuqoridagi sabab yagona bo'lganda, unda mikroplazmalar soni kuzatilganidan sezilarli darajada bittadan kam bo'lgan bo'lar edi. Mikroplazma paydo bo'lishiga sabab yarimo'tkazgichning strukturaviy nuqsonlarining poydo bolishi, yaniy birinchi navbatda dislokatsiyalar hisoblanadi [12]. Dislokatsiyaning mikroplazmaga ta'sir qilishining bir nechta mumkin bo'lgan mexanizmlari mavjud. Dislokatsiyalar p-n o'tishidagi buzilish kuchlanishini kamaytirishi mumkin shu sababli dislokatsiya yaqinida ma'n etilgan zona ΔE_g eni o'zgaradi. Kremniyda siqilish tarmogi oralig'i ma'n etilgan zonasi ΔE_g 0,2-0,4 eV ga kamayish mumkin [10]. Panjara atomlari uchun ioniazatsiya energiyasi ma'n etilgan zona eniga mutanasib bulib, energiya oqirigacha kamayishi bilan zaryad tasuvchilar kontsentratsiyasi oshadi. Bu, o'z navbatida, dislokatsiya otrapida buzilish kuchlanishini kamaytiradi, shuning uchun MP buzilishiga olib keladi.

Aralashmalarning har xil taqsimlanishida dislokatsiyalar yaqinida solishtirma qarshiligi past bo'lishining shakllanishiga olib kelishi mumkin. Bu hududlarda elektr maydoni IV kremniyda ΔE_g siqilishda ham, kengayganda ham kamayadi, Fazoviy zaryad sahosining kengligi (FZS) kamayishi tufayli p-n o'tishning boshqa hududlariga nisbatan kuchliroq elektr maydon hosil bo'lishi natijasida mikroplazma shakllanishiga olib kilishi mumkin. Mikroplazma paydo bulishining shunga o'xshash mexanizmida aralashmalarda makroskopik nuqsonlar yaqinida "kanallar" [13] va "yulduz" nuqsonlari [14] sodir bo'ladi.

Kremniy kristalida p-n o'tishida elektr maydoniga perpendikulyar bo'lgan dislokatsiyalar yaqinida ϵ dielektrik sin'diruvchanlikning ortishi U_b proboy kushlanishining kamayishiga va mikroplazmaning yana paydo bulishiga sabab bo'lishi mumkin.[15] mualliflari tomonidan dislokatsiya trubasining fazoviy zaryadi tashqi elektr maydon tomanidan qayta yo'naltirishiga olib keladi. Bundan tashqari, ba'zi aralashmalarning yuqori koeffitsientli diffuziyasi dislokatsiyalar bo'ylab diffuziya frontining siqilishiga FZS ning muntazam geometriyasining buzilishiga olib kelishi mumkin. Bu holda elektr maydonining kuchlanganligining lokal ortishida diffuziyada lokal kichik egrilik radiuslarning buzilishi paydo bo'lishi mumkin [16]. Bu sohada U_b kushlanishning buzilishining kamayishiga olib keladi. p-n o'tishining siqilishi fazoviy zaryad sahosining enining lokal o'zgarishi kristal yuzasining lokal uzgarishiga olib keladi. Bu elektr maydonining birdek emasligi kristal yuzasida mikroplazmaning paydo bulishiga olib keladi. Katta diffuziya koeffitsientiga

ega bo'lgan metall aralashmalarining cho'kmalari kremniy qoplomalrida joylashishi p-n o'tishida tok oqimning bir xil bo'lmagan tarqalishiga olib keladi. Bu sohada yuqori kontsentratsiyalarda cho'kma yaqinida (aytaylik, Au atomlari), zaryad tashuvchining harakatchanligi pasayishi mumkin. Agar aralashma kontsentratsiyasi yuqori bo'lmasa, ko'pchilik zaryad tashuvchilarni tutib olish paydo bo'ladi. Bu yarimo'tkazgichli materialning o'tkazuvchanligining pasayishiga olib keladi [17]. Shu bilan birga, buzilish sahosiga yaqinida osoiy bo'lmagan zaryad tashuvchilarning yashash muddati qisqaradi. Ko'plab avtorlar[18] mikroplazmalarning paydo bulishi va tashqi ko'rinishini fazoviy zaryad sahosida boshqa fazaning qoshilishi (o'tkazgich yoki dielektrik zarralar) bilan bog'liq. Masalan, o'lchamlari kattaligi fazoviy zaryad sahosidan ancha kichik bo'lgan SiO_2 zarralari parchalanish hududida VAXsining egri chizig'ining teskari tarmog'ida buzilish sahosida sezilarli elastik kuchlanishlarga va kuchli buzilishlarga olib keladi. Agar zarracha o'lchamlari fazoviy zaryad sahosida kengligi bilan solishtirish mumkin bo'lganda, U_b sezilarli darajada kamaishi kuzatiladi [8]. Boshqa faza qo'shiluvi yaqinidagi elektr maydonining tarqalishi ularning geometrik o'lchamlari va shakllariga kuchli bog'liq. Bu juda xilma-xil bo'lishi mumkin : sharsimon, silindrsimon, igna yoki disksimon [16].

Pichkovoy tok oqimidagi haroratni va kushlanishni hisoblashda, biz soddalashtirilgan modelda diod (a radiusli silindr R) metall-yarim o'tkazgichli kremniyli p-n kontakt olindi (1-rasm). Yupqa metall ush qatlamnan iborat. Yarimo'tkazgich bir xil bo'lmagan ligerlngan : kuchli ligerlangan asosga (1-qavat) biriktiruvchi qatlam 2 bilan . Qurilmaning faol maydonida hajmiy issiqlik qabul qiluvchanligi bilan boglanish 4. Buzilish sodir bo'lganda, MP kremniyli p-n qatlamida paydo bo'ladi 2. MP radiusi R_m ; uning balandligi, l_m , fazoviy zaryad sahosiga teng.



1-rasm. Kremniyli diyodidagi pichkovoy tok: 1 - tayanch; 2- FZS; 3 - to'siq metall; 4 - issiqlik qabul

qiluvchi. Teskari meza struktura texnologiyasi (a) bilan olingan Kremniy diolining sxematik kesmasi; o'tish tekisligiga normal yo'nalishda (b) elektr maydonining yo'nalishini taqsimlash $E(x)$;

Quyidagi belgash kiritilgan: M - metall, n - qalinligi d bo'lgan qurilmaning taglik maydoni, Mikroplazma d qalinligi bilan ifodalanadi.

Mikroplazma diametri d_m va uzunligi L_m FZS qatlamining qalinligi L bilan mos keladigan silindr sifatida ifodalanadi, L_y - ko'payish(umnojeniya) qatlamining qalinligi.

Qurilmada harorat tarqalishi $T(r, z)$ issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasiga bo'ysunadi:

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left(r \cdot \chi \frac{dT}{dr} \right) + \frac{d}{dz} \left(\chi \frac{dT}{dz} \right) + p(r, z) = 0$$

Bu erda χ — issiqlik o'tkazuvchanligi, $p(r, z)$ - Birlik vaqti ishida birlik hajmda manba chiqaradigan issiqlik. $\chi_{Si} \approx 4,41 \cdot 10^4 / T [W/K \cdot m]$

Qo'llaniladigan kuchlanish pasayishining ko'p qismi strukturalari (demak, issiqlik chiqarishning katta qismi) kremniy p-n qatlamida sodir bo'ladi 2, shuning uchun ham metall qatlamda ham Joule isitishini e'tiborsiz qoldirish mumkin yarimo'tkazgichli asos. Mikroplazmaning egriligini grafigini tasvirlashtirish $J = 5 \text{ mA}$, $U = 25 \text{ V}$, $R = 30 \text{ }\mu\text{m}$, (diod maydoni $\sim 2,8 \times 10^{-5} \text{ sm}^2$) yarimo'tkazgich qalinligi $l = 30 \text{ }\mu\text{m}$ fazoviy zaryad sahosi $l_m = 3 \text{ }\mu\text{m}$ yarimo'tkazgich issilik o'tkazuvchanligiga

$\chi_1 = 1,1 \text{ Vt/sm} \cdot K$ (350K temperaturada Si uchun) tallandi. Bunda quyidagi o'zgaruvchilar parametri: kremniyli p-n yarimo'tkazgich shegarasida mikroplazma radiusi R_m , metal qatlamining eni va issiklik o'tkazuvchanligi l_3

Bu jarayon mikroplazma joylashgan joyda kristalning mahalliy qizib ketishiga olib keladi, bu esa ionlarning tarqalishini tezlashtiradi. Bularning barchasi p-n o'tish yoki kremniy diodining ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Bizning olgan oqim kuchlanish xususiyatlarini tahlil qilib, biz MP R_s ning differentsial qarshiliklari keng ko'lamli qiymatlarda o'zgarib turadi: 0,2 dan 10 kOm gacha. Birinchidan, bu MP ning paydo bo'lishi uchun mas'ul bo'lgan p + -n o'tish bo'linish chegarasining keng doiradagi notekisligini ko'rsatadi. R_s ning eksperimental qiymatlarini hisobga olgan holda, 1-rasmdan foydalanib, biz R_s dan ortib borishini aniqlaymiz. 0,2 dan 10 kOm gacha, MP diametrlari 10 dan 0,6 μm gacha kamayadi, ya'ni qotishma texnologiyasidan foydalangan holda ishlab chiqarilgan diodlarda birxil emaslik o'lchamlarining keng diapozoni paydo bo'ladi.

MP xarakteristikalarini ruxsat etilgan maksimalga yaqin ish sharoitlarida yozamiz. Bu holda ([19-21] dan farqli o'laroq) paydo bo'lgan ko'chki parchalanishi rejimida MP parametrlarini tavsiflash uchun yondashuv ishlab chiqilishi kerak. Bu rejim nisbatan xarakterlanadi. katta oqim qiymatlari (bunday oqimlarda harakatlanuvchi zaryad zichligi, bu holda elektronlar, FZSdagi ionlangan donorlarning zaryad zichligi bilan solishtirish mumkin (va u bilan bog'liq isishi).

Bunday holda, biz quyidagi geometrik modeldan foydalandik: MP silindr shaklida taqdim etildi (diametri d_m va uzunligi (1-rasmga qarang), uning yon yuzasidan yarimo'tkazgichning qolgan qismi bilan issiqlik almashinuvi mumkin. Bundan tashqari, MP ning xususiyatlarini tahlil qilganda, bunday "elementar" diodning ish rejimida V_b buzilish kuchlanishi V_m ning bir xil qiymatidan kattaroq, lekin xona haroratida ekanligini hisobga olish kerak.

Olingan natija quyidagi xulosaga kelishimizga imkon beradi: Si ga asoslangan p-n o'tish joylarida mikroplazmalarni modellashtrish MP lokalizatsiya mintaqasining o'lchamini aniqlaydigan FZS qalinligi bilan taqqoslanadigan katta mahalliylik bilan o'lchamning mavjudligi bilan bevosita bog'liq.

Mikrorelef balandligi $h < 20 \text{ nm}$ bo'lgan diodlar bir hil, $h > 20 \text{ nm}$ bo'lganida esa mikroplazma parchalanishi sodir bo'lgan. Shunday qilib, bir xil balandlikdagi (mikrorelef) $h < 20 \text{ nm}$ bo'lgan diodli konstruktsiyalarda bir xil ko'chki buzilishi kuzatiladi. h ning katta qiymatlarida parchalanishdan oldingi sahoda mikroplazmaning parchalanish joylari hosil bo'ladi. Bu, o'z navbatida, buzilish kuchlanishini kamaytiradi [29].

Geometrik mahalliy parchalanish hududlarini baholash uchun MP odatda L_m uzunlikdagi silindrsimon hudud sifatida taqdim etiladi, bu "teshilmagan" holatda bo'shliq kuchlanish sahosisining kengligi va diametri d_m bilan mos keladi.

Elektr maydon kuchi silindr bo'ylab o'zgarib turadi, lekin radial yo'nalishda o'zgarmaydi, deb qaraladi. L_m va d_m qiymatlari dan ma'lum. berilgan kuchlanish.

samarali va, xususan, d_m ning o'zgarishi bilan ortib boradi. [22,23]

Yarimo'tkazgichlarning p-n o'tish joylarida mikroplazmalarining xususiyatlari Si dagi mikroplazmaga o'xshaydi, shuning uchun bu natijalar ushbu yarim o'tkazgichlarga asoslangan p-n tuzilmalarida mikroplazma o'chirish mexanizmlarini izohlash uchun ishlatilishi mumkin. Dislokatsiyalar ko'chki parchalanish kuchlanishining pasayishiga olib keladigan omillar bilan bog'liq bo'lganligi sababli, fazoviy zaryad sahosisida dislokatsiyalar va nuqta nuqsonlari

kontsentratsiyasining mikroplazma parchalanishining beqarorligiga bog'liqligini aniqlash muhim vazifadir.

Mikroplazma parchalanishining ta'siri p-n o'tish geometriyasining tekislikdan og'ishi tufayli paydo bo'lishi mumkin [24]. [25-28] da o'lchamlari fazoviy zaryad sahosining qalinligidan oshib ketadigan, elektr maydonidan katta bo'lgan chekka bir hil bo'lmaganligi diodning o'rta qismida, ko'rib chiqildi. kremniy diodlarida mikroplazma va o'tkir p-n o'tish joylarida mikroplazmaning paydo bo'lish ehtimoli kattaligi bo'yicha parchalanish bilan taqqoslangan kuchli elektr maydonlarining paydo bo'lishiga olib keladi.

Shunday qilib, mikroplazmalarning diametrini aniqlashning tavsiya etilgan usuli ushbu asosiy parametrlarni differentsial xarakterografiya ma'lumotlariga (parchalanish kuchlanishi va mikroplazmaning differentsial qarshiligiga) va shunga mos ravishda muhim rol o'ynaydigan tok ku'chi parametrlariga ko'ra ishonchligini aniqlash imkonini beradi. Ko'chki buzilishi rejimida ishlaydigan yarimo'tkazgichli diodlarning ishonchligini diagnostika qilindi.

Ushbu sharhda keltirilgan natijalar nafaqat tizimning qo'zg'alish darajasida, balki uning boshqa parametrlarida ham o'zgarish bilan ko'chki oqimining rasmini va mikroplazmalarning ko'rinishini tahlil qiladi. Haqiqiy tizimlarda, ya'ni eksperimentda ko'chki oqimining rasmi va mikroplazmalarning ko'rinishi ularning bir xilligi bilan aniqlanadi. Avtosolitlarning keskin paydo bo'lishi uchun kichik mahalliy bir hil bo'lmaganlar yadro rolini o'ynaydi, ularning keyingi rivojlanishi jarayonning ko'chki xarakterini belgilaydi.

Adabiyotlar

1. Нарытник Т.Н., Бабак В.П., Ильченко М.Е., Кравчук С.А. Микроволновые технологии в телекоммуникационных системах, Техника, Киев, 2000.
2. Борисенко В.Е. Твердофазные процессы в полупроводниках при импульсном нагреве, Наука и техника, Минск, 1992.
3. Воронков И.Е., Ходневич С.П., Ходневич А.Д. ЕТ сер. 8, № 5(83), 11-23, 1980.
4. Зайцевский И.Л., Конакова Р.В., Рыбалка В.В., Щербина Л.В. МЭ 9(3), 253-258, 1980.
5. Коршунов Ф.П., Марченко И.Г., Лостовский С.Б. Влияние радиационных дефектов на лавинный пробой и свойства микроплазм кремниевых р-п переходов. - В кн.: Тез. докл. X Всес. конф. по физике полупроводников. Минск, 1985, ч.3, с.38-39.
6. Воронков И.Е., Козлов Н.А., Рабочий А.Н., Синкевич В.Ф. ЕТ сер. 2, № 2, 82-86, 1988.
7. Нечаев А.М., Синкевич В.Ф. ЕТ сер. 8, № 3(114), 3-5, 1985.
8. Конакова Р.В., Файнберг В.И., Щербина Л.В., Филатов М.Ю. ЕТ сер. 2, № 5 (164), 87-89, 1983. На русском языке (по всему списку литературы)
9. Нечаев А.М., Синкевич В.Ф. ЕТ сер. 8, № 3(114), 3-5, 1985.
10. Конакова, А.Н. Рапопорт, Соловьев Е.А., Тхорик Ю.А., Файнберг В.И., Филатов Р.В., Ходневич С.П.. Препринт № 1, Киев, ИП АН УССР, 1990.
11. Зайцевский И.Л., Конакова Р.В., Тхорик Ю.А., Шаховцов В.И. В кн.: Физические основы радиационной техники для твердотельных электронных устройств, 116-120, Наукова думка, Киев, 1978.
12. Тхорик Ю.А., Конакова Р.В., Файнберг В.И. Вестник АН УССР, 1983, № 10, 33-39.
13. Ходневич А.Д., Воронков И.Е. ЕТ сер. 1, № 11, 49-55, 1984.*
14. Болтовец Н.С., Иванов В.Н., Конакова Р.В., Куракин А.М., Миленин В.В., Соловьев Е.А., Веримейченко Г.М. SQO 4(1), 5-9, 2001.
15. Агеев О.А., Беляев А.Е., Болтовец Н.С., Конакова Р.В., Миленин В.В., Пилипенко В.А. Фазы внедрения в технологии полупроводниковых приборов и СБИС, НТК «Институт монокристаллов», Харьков, 2008.
16. Зайдман Л.А. ОЕТ Сер. 2, № 6(1366), 1988.
17. Николет М. А. Тонкие твердые пленки 52(3), 415-443, 1978.
18. Смирнова Л.С. Проблемы радиационной технологии полупроводников, Наука СО АН СССР, Новосибирск, 1980.
19. Шкребтий А.И., Тагаев М.Б., Глушенко С.И. Методика неразрушающего контроля параметров и прогнозирование надежности кремниевых стабилитронов. - IV-отраслевой семинар. Аналитические методы исследования материалов и изделия микроэлектроники, г. Запорожье, 1987, с.30.
20. Терешук Р.М., Терешук К.М., Седов С.А. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства, - Киев: Наукова думка, 1988, с.800.
21. Тагаев М.Б., Шкребтий А.И. Исследование температурных особенностей микроплазменного пробоя в арсенидгаллиевых лавинно-пролетных диодах. - Сборник научных трудов НГУ, г. Нукус, 1987, с.54-58.
22. Goetsberger A., McDonald B.M., Haits R.N., Scarlitt R.M. - Avalanche effects in in silicon p-n junctions. - J. Appl. phys., 1963, v.34, N6, p.1591-1600.

23. Neve N.F., Hyqes K.A., Thornton R.R. Scanning electron microscope as a means of studying microplasmas at high resolution.- J.Appl.phys.,1966,v.37,N4,p.1704-1709.
24. Grove A.S., Fitzgerald D.J. Surface effects on p-n junctions.- Solid-state electron., 1966.v.9,N8,p.793-806
25. Шкребтий А.И. Микроплазменный пробой диодов Шоттки и резких p-n – переходов с неидеальной границей раздела.- Тезисы докладов УИИ-совещания “Физика поверхностных явлений в полупроводниках”. Киев, 1984, ч.2, с.136.
26. Исмаилов К.А., Файнберг В.И., Шкребтий А.И. Исследование влияния МП на неоднородности токопрохождения и температуры в GaAs ЛПД.- Тезисы докладов на Всесоюзной конференции по физике и технологии тонких пленок. Ивано-Франковск, 1984, т.2, с.330.
27. Шкребтий А.И., Тагаев М.Б., Глушенко С.И. Методика неразрушающего контроля параметров и прогнозирование надежности кремниевых стабилитронов.- IV-отраслевой семинар. Аналитические методы исследования материалов и изделия микроэлектроники, г. Запорожье, 1987, с.30.
28. Грехов И.В., Сержкин Ю.Н. Лавинно-пробой p-n перехода в полупроводниках.- Л.: “Энергия”, 1980, 152 с.
29. Тагаев М.Б. Влияние внешних воздействий в диодных структурах с неоднородной границей раздела фаз. Современные проблемы физики полупроводников-2021.

Formation of microplasmas in silicon p-n junction.

Tagaev M.B., Abdreymov A. A., Bairamov U.D.

Karakalpak State University named after Berdak.
The city of Nukus, Republic of Karakalpakstan.

Annotation. The cause of the appearance of microplasma is the appearance of structural defects of the semiconductor, i.e. primarily dislocations. There are several possible mechanisms by which dislocations affect the microplasma.

Key words: Microplasma, dislocation, defects, temperature, electric field strength, microplasma dimensions.

References

1. Narytnik T.N., Babak V.P., Il'chenko M.E., Kravchuk S.A. Mikrovolnovye tehnologii v telekommunikatsionnykh sistemakh, Tekhnika, Kiev, 2000.
2. Borisenko V.E. Tverdogaznye processy v poluprovodnikakh pri impul'snom nagreve, Navuka i tekhnika, Minsk, 1992.
3. Voronkov I.E., Hodnevich S.P., Hodnevich A.D. ET ser. 8, № 5(83), 11-23, 1980.
4. Zajcevskij I.L., Konakova R.V., Rybalka V.V., Shherbina L.V. MJe 9(3), 253-258, 1980.
5. Korshunov F.P., Marchenko I.G., Lostovskij S.B. Vliyanie radiatsionnykh defektov na lavinnyy prboy i svoystva mikroplazm kremnievyyh p-n perehodov.- Vkn.: Tez. dokl. H Vses. konf. po fizike poluprovodnikov. Minsk, 1985, ch.3, s.38-39.
6. Voronkov I.E., Kozlov N.A., Rabochij A.N., Sinkovich V.F. ET ser. 2, № 2, 82-86, 1988.
7. Nechaev A.M., Sinkevich V.F. ET ser. 8, № 3(114), 3-5, 1985.
8. Konakova R.V., Fajnberg V.I., Shherbina L.V., Filatov M.Ju. ET ser. 2, № 5 (164), 87-89, 1983. Na russkom yazyke (po vsemu spisku literatury)
9. Nechaev A.M., Sinkevich V.F. ET ser. 8, № 3(114), 3-5, 1985.
10. Konakova, A.N. Rapoport, Solov'ev E.A., Thorik Ju.A., Fajnberg V.I., Filatov R.V., Hodnevich S.P.. Preprint № 1, Kiev, IP AN USSR, 1990.
11. Zajcevskij I.L., Konakova R.V., Thorik Ju.A., Shahovcov V.I. V kn.: Fizicheskie osnovy radiatsionnoy tekhniki dlja tverdotel'nykh jelektronnykh ustrojstv, 116-120, Naukova dumka, Kiev, 1978.
12. Thorik Ju.A., Konakova R.V., Fajnberg V.I. Vestnik AN USSR, 1983, № 10, 33-39.
13. Hodnevich A.D., Voronkov I.E. ET ser. 1, № 11, 49-55, 1984.*
14. Boltovets N.S., Ivanov V.N., Konakova R.V., Kurakin A.M., Milenin V.V., Solov'ev E.A., Verimejchenko G.M. SQO 4(1), 5-9, 2001.
15. Ageev O.A., Beljaev A.E., Boltovets N.S., Konakova R.V., Milenin V.V., Pilipenko V.A. Fazy vnedreniya v tehnologii poluprovodnikovyyh priborov i SBIS, NTK «Institut monokristallov», Har'kov, 2008.
16. Zajdman L.A. OET Ser. 2, № 6(1366), 1988.
17. Nikolet M. A. Tonkie tverdye plenki 52(3), 415-443, 1978.
18. Smirnova L.S. Problemy radiatsionnoy tekhnologii poluprovodnikov, Nauka SO AN SSSR, Novosibirsk, 1980.
19. Shkrebtij A.I., Tagaev M.B., Glushenko S.I. Metodika nerazrushajushhego kontrolja par-

- ametrov i prognozirovanie nadezhnosti kremnievyh stabilizirovannykh IV-otraslevoj seminar. Analiticheskie metody issledovaniya materialov i izdelii mikroelektroniki, g. Zaporozh'e, 1987, s.30.
20. Tereshuk R.M., Tereshuk K.M., Sedov S.A. Poluprovodnikovye priemno – usilitel'nye ustroystva, -Kiev : Naukova dumka, 1988, s.800.
 21. Tagaev M.B., Shkrebtij A.I. Issledovanie temperaturnykh osobennostej mikroplazmennogo probiya v arsenidgallievykh lavinno proletnykh diodah. - Sbornik nauchnykh trudov NGU, g. Nukus, 1987, s.54-58.
 22. Goetsberger A., McDonald B.M., Haitz R.N., Scarlitt R.M. - Avalanche effects in silicon p-n junctions. - J. Appl. phys., 1963, v.34, N6, p.1591-1600.
 23. Neve N.F., Hyqes K.A., Thornton R.R. Scanning electron microscope as a means of studying microplasmas at high resolution. - J. Appl. phys., 1966, v.37, N4, p.1704-1709.
 24. Grove A.S., Fitzgerald D.J. Surface effects on p-n junctions. - Solid-state electron., 1966, v.9, N8, p.793-806.
 25. Shkrebtij A.I. Mikroplazmennyy probiy diodov Shottki i rezkiy p-n – perehodov s neideal'noy granicej razdela. - Tezisy dokladov USh-soveshaniya "Fizika poverhnostnykh javleniy v poluprovodnikah". Kiev, 1984, ch.2, s.136.
 26. Ismajlov K.A., Fajnberg V.I., Shkrebtij A.I. Issledovanie vliyaniya MPna neodnorodnosti tokoprodukhzeniya i temperatury v i GaAs LPD. - Tezisy dokladov na P- Vsesoyuznyy konferencii po fizike i tehnologii tonkiy plenok. Ivano-Frankovsk, 1984, t.2, s.330.
 27. Shkrebtij A.I., Tagaev M.B., Glushenko S.I. Metodika nerazrushayushhego kontrolya parametrov i prognozirovanie nadezhnosti kremnievyh stabilizirovannykh IV-otraslevoj seminar. Analiticheskie metody issledovaniya materialov i izdelii mikroelektroniki, g. Zaporozh'e, 1987, s.30.
 28. Grehov I.V., Serezhkin Ju.N. Lavinno probiy p-n perehoda v poluprovodnikah. - L.: "Jenergiya", 1980, 152s.
 29. Tagaev M.B. Vliyaniye vneshnih vozdeystviy v diodnykh strukturakh s neodnorodnoy granicej razdela faz. Sovremennyye problemy fiziki poluprovodnikov-2021.

Mualliflar haqida ma'lumot

Marat Baymuratovich Tagaev Berdaq nomidagi qoraqalpoq davlat universiteti Fizika kafedrasida mudiri texnika fanlari doktori professor

Abdreymov Ali Abdikarimovich Berdaq nomidagi qoraqalpoq davlat universiteti Fizika kafedrasida stajyor o'qituvchisi,

Bairamov Utkirbek Davran ugli. Berdaq nomidagi qoraqalpoq davlat universiteti Fizika mutaxassisligi 3-kurs talabasi.