



ITTERBIY KIRISHMASI KREMNIY HAJMIDA HOSIL QILADIGAN NANOOLCHAMLI NUQSONLI MARKAZLARNING KUYISH KINETIKASI

Jabborov Ulug'bek Boynazar o'g'li
Axmadov Majidjon Ashraf o'g'li

<https://doi.org/10.5281/zenodo.8434057>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 02-October 2023 yil
Ma'qullandi: 06- October 2023 yil
Nashr qilindi: 12- October 2023 yil

KEY WORDS

Elektronika va mikroelektronikaning asosiy materiali bo'lgan kremniy yarimo'tkazgichi asosida tayyorlanadigan turli asbob va qurilmalarda strukturalarni tayyorlashda xosil bo'ladigan nuqsonlarning tabiatini, turlarini va turli jarayonlarda o'zgarishini bilish zarur.

ABSTRACT

Issiqlik ta'sirlarida barqaror va turli radiatsiyaga chidamli yangi yarimo'tkazgich materiallar izlash bilan bog'liq holda keyingi vaqtda kremniyda Yerda kam tarqalgan –nodir yer elementlarni (NEE) holatini o'rganishga qiziqish ancha oshdi. Dunyoda bugungi kunda monokristalli kremniyda nuqson hosil bo'lish jarayonlarini o'rganish, xususan, quyidagi sohalarda ilmiy-tadqiqotlarni amalga oshirish muhim vazifa hisoblanadi: qiyin eruvchi elementlar (QEE) kirishmalari bilan legirlangan kremniyga turli omillar ta'sirida nuqsonlar markazi shakllanishini tadqiq qilish; texnologik kirishma-larning qiyin eruvchi kirishmali kremniyda chuqur markazlar hosil bo'lish mexanizmlariga ta'sirini o'rganish.

Issiqlik ta'sirlarida barqaror va turli radiatsiyaga chidamli yangi yarimo'tkazgich materiallar izlash bilan bog'liq holda keyingi vaqtda kremniyda Yerda kam tarqalgan –nodir yer elementlarni (NEE) holatini o'rganishga qiziqish ancha oshdi. Dunyoda bugungi kunda monokristalli kremniyda nuqson hosil bo'lish jarayonlarini o'rganish, xususan, quyidagi sohalarda ilmiy-tadqiqotlarni amalga oshirish muhim vazifa hisoblanadi: qiyin eruvchi elementlar (QEE) kirishmalari bilan legirlangan kremniyga turli omillar ta'sirida nuqsonlar markazi shakllanishini tadqiq qilish; texnologik kirishma-larning qiyin eruvchi kirishmali kremniyda chuqur markazlar hosil bo'lish mexanizmlariga ta'sirini o'rganish

Elektronika va mikroelektronikaning asosiy materiali bo'lgan kremniy yarimo'tkazgichi asosida tayyorlanadigan turli asbob va qurilmalarda strukturalarni tayyorlashda xosil bo'ladigan nuqsonlarning tabiatini, turlarini va turli jarayonlarda o'zgarishini bilish zarur. Bu nuqsonlarning xosil bo'lishi va yo'qolishiga, jumladan bu jarayonlar kinetikasiga ionlashtiruvchi nurlanish ta'sirida o'zgarishini kuzatish, asbob va qurimalarning ishini barqarorligini ta'minlash uchun muhimdir [1-5].

Bu ishning maqsadi - kremniyning sirt oldi qatlamlari parametrlariga ^{60}Co γ -kvantlar nurlanishining ta'sirini o'rganish.

Kerakli o'lchamlarda kesish, sayqallash, suvda va organik erituvchilarda tozalash va kimyoviy ishlov berish amalga oshirildi. Namunalar diskklaridan parallelepiped shaklida kesib

olindi va dona o'lchamlari markalari M-20, M-14, M-10, M-5 kremniy karbid kukuni suspenziyasi vositasida ketma-ket silliqlandi. Bundan keyin namunalar distillangan suvda o'ta yaxshi yuvilgach, organik eritmada qaynatildi. Keyingi bosqichda kislotali-perekisli yuvish jarayonida tozalandi [2, 3]:

1. Toluolda yuvish ($1 \div 3$ min. ikki marta yoki ikkinchisi atsetonda yuvish).

2. HNO_3 da 10 min. davomida qaynatish.

3. $3\text{HF} + 5\text{HNO}_3 + 4\text{COON}$ o'yuvchida yedirilish.

4. Uch marta ($\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$) – eritmada qaynatish.

5. HF da yuvish (30 sek).

6. Perekisli yuvish - 10 min. davomida $\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ eritmada qaynatish.

Kislotali yuvishning har bosqichidan keyin namunalar ko'p marta distillangan suvda yuvildi. Bunday tayyorlangan namunalar maxsus ($\text{HCl} + \text{HNO}_3, 3 \div 1$), da yuvib tozalangan va $T > T_{\text{otj}}$ qizdirilgan kvarts ampulalarga joylashtilardi.

O'tkazuvchanligi n-tur bo'lgan, solishtirma qarshiliklari 5-10 Om.sm bo'lgan kremniy monokristall namunalar tayyorlandi. Kerakli o'lchamlarda kesish, sayqallash, suvda va organik erituvchilarda tozlash va kimyoviy ishlov berish amalga oshirildi. Namunalar diskrlaridan parallelepiped shaklida kesib olindi va dona o'lchamlari markalari M-20, M-14, M-10, M-5 kremniy karbid kukuni suspenziyasi vositasida ketma-ket silliqlandi. Bundan keyin namunalar distillangan suvda o'ta yaxshi yuvilgach, organik eritmada qaynatildi. Keyingi bosqichda kislotali-perekisli yuvish jarayonida tozalandi [2, 3]: Namunalar to'rt zond usuli bilan solishtirma qarshiliklari o'lchandi. Namuna sirtini nurlantirishga tayyorlash uchun kimyoviy kislotalar (xlorid kislotasi-HCl, nitrat kislotasi- HNO_3) bilan tozalandi. Namunalarni γ -kvantlar bilan nurlantirish O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining Yadro Fizika Institutida ^{60}Co manbasi yordamida amalga oshirildi. Manbaning γ -kvantlar intensivligi $2 \cdot 10^{12}$ kvant/ $\text{sm}^2 \cdot \text{s}$ tashkil qiladi. ^{60}Co γ -kvantlar bilan namunalarni nurlantirish ularning solishtirma qarshiligini bir necha marta oshishiga olib keldi. Bu sayoz donorlarni kompensatsiyalovchi markazlar hosil bo'lganini ko'rsatadi. Na'munalar yuzasidan 10-20 mikrondan sayqallash yo'li bilan olib tashlab solishtirma qarshiliklari o'lchandi. Tadqiqotlardan shu ma'lum bo'ldiki, Co γ - kvantlari bilan $F=8 \cdot 10^{17}$ kvant/ sm^2 dozada nurlantirilgan na'munalarda (rasm 3.4, chiziq 2) sirt oldi qatlamlarda 200 mikron chuqurlikgacha solishtirma qarshilik o'zgarishi kuzatilar ekan. Shuni qayd qilish kerakki, na'munalarning sirt oldi qatlalaridan 200 mikron olingandan keyin ularning solishtirma qarshiligi qiymati barqarorlashib sezilarli o'zgarmas ekan.

Nurlantirilmagan kontrol na'munalarda (rasm 1, chiziq 1) bu jarayon kuzatilmadi. Demak, kontrol na'munalarda sirdan ichkari tomon solishtirma qarshiligi qiymati sezilarli o'zgarmaganini qayd qilish kerak.

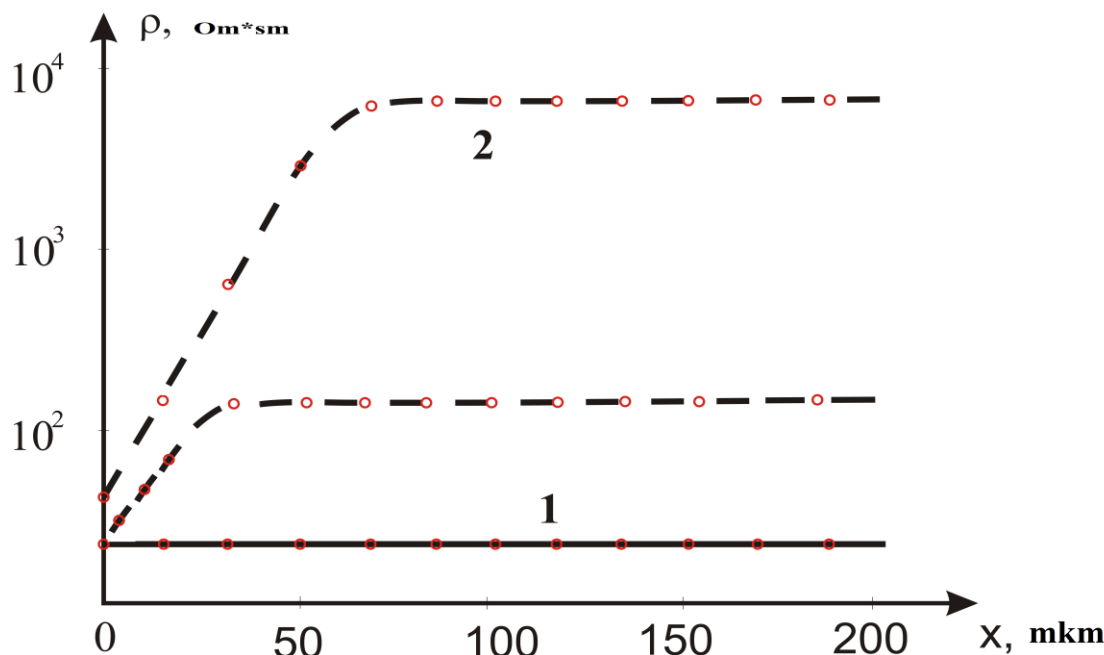
Olingan natijalardan quyidagi xulosalar qilishimiz mumkin:

1. Co^{60} γ -kvantlar bilan namunalarni nurlantirish ularning solishtirma qarshiligini bir necha marta oshishiga olib keldi. Bu jarayon sayoz donorlarni kompensatsiyalovchi markazlar hosil bo'lganini ko'rsatadi.

2. Nazorat (kontrol) na'munalarda solishtirma qarshiligi qiymati sezilarli o'zgarmaydi.

Kislotali yuvishning har bosqichidan keyin namunalar ko'p marta distillangan suvda yuvildi. Bunday tayyorlangan namunalar maxsus ($\text{HCl} + \text{HNO}_3, 3 \div 1$), da yuvib tozalangan va $T > T_{\text{otj}}$ qizdirilgan kvarts ampulalarga joylashtilardi.

O'tkazuvchanligi n-tur bo'lgan, solishtirma qarshiliklari 5-10 Om.sm bo'lgan kremniy monokristall namunalar tayyorlandi.



3.7-rasm. Kremniyning solishtirma qarshiligini γ -kvantlar bilan nurlantirish ta'sirida o'zgarishi. 1- kontrol (nurlantirilmagan) namuna, 2. γ - kvantlari bilan $F= 8 \cdot 10^{17}$ kv./sm² dozada nurlantirilgan n-Si, 3. γ - kvantlari bilan $F= 8 \cdot 10^{17}$ kv./sm² dozada nurlantirilgan itterbiy bilan legirlangan n-tip kremniy namunasi.

Na'munalar yuzasidan 10-20 mikrondan sayqallash yo'li bilan olib tashlab solishtirma qarshiliklari o'lchandi. Tadqiqotlardan shu ma'lum bo'ldiki, $\text{Co}\gamma$ - kvantlari bilan $F=8 \cdot 10^{17}$ kvant/sm² dozada nurlantirilgan na'munalarda (rasm 3.4, chiziq 2) sirt oldi qatlamlarda 200 mikron chuqurlikgacha solishtirma qarshilik o'zgarishi kuzatilar ekan. Shuni qayd qilish kerakki, na'munalarning sirt oldi qatlalaridan 200 mikron olingandan keyin ularning solishtirma qarshiligi qiymati barqarorlashib sezilarli o'zgarmas ekan.

Nurlantirilmagan kontrol na'munalarda (rasm 1, chiziq 1) bu jarayon kuzatilmadi. Demak, kontrol na'munalarda sirdan ichkari tomon solishtirma qarshiligi qiymati sezilarli o'zgarmaganini qayd qilish kerak.

O'stirish chog'ida kremniy hajmiga kiritilgan namunalarida NFT ma'lumotlari Si hajmida Yb kirishmasining haqiqatda borligi va katta miqdorda ekanligini (10^{15} dan 10^{17} sm⁻³ gacha) aniqlangan.

($T_{\text{YUTQ}}, V_{\text{sov.}}$) qizdirishgacha va undan keyin YUTQ davomiyliги oshishi bilan ρ ortishiga olib kelish ko'rsatilgan, bu itterbiy kirishmali Si da kompensatsiyalovchi markazlar kiritilishidan kelib chiqadi. Itterbiy atomlarining YUTQ faollashib kremniyda hosil qiladigan CHS akseptor xarakterga ekanligi xulosa qilingan.

YUTQ optik faol kislord konsentratsiyasi $N_{\text{o}^{\text{opt}}}$ ning ortishiga olib kelishi belgilangan, bu qizdirilish jarayonida itterbiyning kislord bilan kompleksining parchalanishi bilan Yb faollashishi bilan bog'liqligi ehtimol.

Itterbiy atomlarining kremniyda mavjudligi radiatsion nuqsonlar hosil bo'lish jarayonlarini sekinlashishiga olib kelishi belgilangan: A- markaz va E - markaz kiritilish samaradorligi bu holda odatdagi kremniyga qaraganda 1 -

1.5 daraja kam. Bunda Yb atomlarining konsentratsiyasi qancha katta bo'lsa, nurlanish nuqsonlari konsentratsiyasi shuncha kam, bu esa kremniyda Yb nurlanish nuqsonlari bilan ta'sirlashish xususiyatlari bilan bog'liq.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Fistul V.I. Atomi legiruyushix primesey v poluprovodnikax. M., Fizmatlit, 2004 g., 432 s.
2. Milns L. Primesi s glubokimi urovnyami v poluprovodnikax. – M., Mir, 1977, 547 s.
3. Milvidskiy M.G., Osvenskiy V.B. Strukturniye defekti v monokristallax poluprovodnikov. M., Metallurgiya, 1984, 256 s.
4. K.Reyvi. Defekti i primesi v poluprovodnikovom kremnii. Per. s angl.-M., Mir, 1984, 474 s.
5. Burguen J. Lanno M. Tochechniye defekti v poluprovodnikax. TeoriY. M., Mir, 1984, 264 s.
6. Potemkin A.Y., Satsevich I.YE. Vliyaniye termicheskoy obrabotki na fizicheskiye svoystva kremniY. M.: ONTI, GIREDMET, S. 1962. № 132.

