# KREMNIY TAGLIGIGA MEXANIK ISHLOV BERISH, SIRTINI TOZALASH ABRAZIV MATERIALLAR

**Habib Shukurullayevich Abdullayev**
Chirchiq davlat pedagogika universitet o‘qituvchisi
habibabdullayev04@gmail.com

## ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada mikroelektronikada kremniyli taglikka ishlov berish o‘rganilgan, xususan mehanik ishlov berish, jilvirlash, oksidlash va boshqa ishlov berish Go‘zenekli SiNWlarning termoelektrik xossalarini nazariy modellashtirish.

**Kalit so‘zlar:** yarim o‘tkazgichli asboblar, integral sxema, local diffuziya, Go‘zenekli SiNWlarning termoelektrik xossalarini kremniyli taglik, kremniy silitkasi, legirlash, jilvirlash, oksidlash, fotolitografiya p-n o‘tishlar.

# MECHANICAL PROCESSING OF THE SILICON SUBSTRATE, SURFACE CLEANING ABRASIVE MATERIALS

## ABSTRACT

This paper examines silicon substrate processing in microelectronics, in particular mechanical processing, polishing, oxidation, and other processing. Theoretical modeling of thermoelectric properties of porous SiNWs.

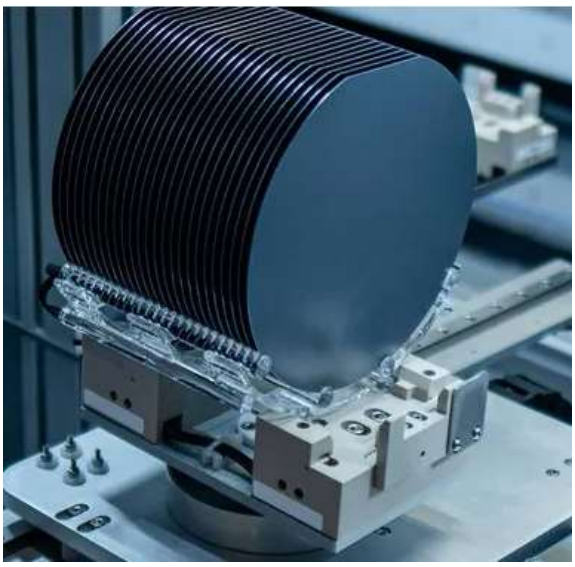
**Key words:** semiconductor devices, integrated circuit, local diffusion, thermoelectric properties of porous SiNWs on silicon substrate, silicon dioxide, doping, sputtering, oxidation, photolithography p-n junctions.

## KIRISH

Integral sxemalar asosan kremniy monokristallidan tayyorlanadi, bunga sabab nisbatan sodda usul bilan hosil qilinadigan $Si0_2$ qatlam yuqori sifatlidir. Katta diametrli Si monokristallini olish texnologiyasi ancha arzon va yaxshi o‘zlashtirilgan.

Kremniy monokristall quymasidan qirqib olingan ma’lum mexanik va kimyoviy ishlov berilgan plastinka integral sxema tagligi deyiladi[1].

Kremniy quymasidan plastinka qirqish uchun olmos kukuni surilgan metall disklardan foydalaniladi. Disk qalinligi 0.1-0.15 mmni tashkil etadi (1-rasm).



**1-rasm. Kremniy**

Qirquvchi uskunadagi kremniy quymasi ushlagichining siljish tezligi 20-30 mm/min ni tashkil qiladi. Qirqilgan plastinka sirtida abraziv material (poroshok) ta'siri tufayli monokristall struktura buzilgan qatlam yuzaga keladi, bu qatlam qalinligi 10-30 mkm bo‘lib, 7-8 sinf tozalikka to‘g‘ri keladi. Integral sxema hosil qilish uchun plastinka sirtidagi notekislik 0,02-0,1 mkm dan oshmasligi kerak. Bu 14-sinf tozaligidan ham yuqori tozalikdir. Bunday tekislikka erishish uchun plastinkalar mikrokukunlar yordamida maxsus yuqori aniqlikdagi qurilmada jilvirlanadi, (shlifovka), so‘ngra sayqallanadi (polirovka). M14-M15 markali mikrokukun yordamida jilvirlanganda shishali shlifovalnik (jilviratgich) ishlatiladi. Olmos pastasi yordamida sayqailash sirti lattali bo‘ladi [2.3].

## ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Plastinkaning ikki tomoni jilvirlanadi. Sayqailash faqat integral sxema hosil qilinadigan yuzada bajariladi. M14-mikrokukunda kukunlar o‘lchami 14-10 mkm, M1O-mikrokukunda esa 10-7 mkm ga teng bo‘ladi. ASM-3/2- sintetik olmos kukuni, 3/2 - kukunlarining o‘lehami, yiriklari 3 mkm, maydalari 2 mkm ga teng bo‘ladi.

*1-jadval*

*Plastinka sirti ning tozalik sinfi*

| Mikrokukun | Buzilgan qatlam qalinligi, mkm | Plastinka sirtining tozalik sinfi |
|---|---|---|
| **M 14** | 20-30 | 7 |
| **M10** | 15-25 | 8-9 |

| | | |
|---|---|---|
| **ASM 3/2** | 9-11 | 12-13 |
| **ASM 1/0.5** | 5-7 | 13 |
| **ASM 0.5/0.3** | 3-dan kichik | 13-14 |
| **ASM 0.3/0.1** | 1-dan kichik | 14 |

Jilvirlash va sayqallashdan so‘ngra plastinka sirti mikrokukun qoldiqlari va texnik dog‘lardan tozalanadi. Buning uchun eritgichlarda va kislotalarda kimyoviy tozalanadi. Ikkinchi usul fizikaviy tozalash usuli, unda kremniy molekulalari bilan bog‘langan kirishma molekulalariga qizdirish yoki ionli bombardirovka yordamida katta energiya bcrib, uchirib yuboriladi. Ultratovushli uskuna yordamida kukun qoldiqlari uchxloretilen, toluol, to‘rtxlorli uglerod eritgichlardan foydalanib tozalanadi. Organik moddalarni molekulalaridan tozalash uchun sulfat kislota {$H_2S0_4$) da qaynatiladi. Metall atomlaridan tozalashda HCl va $HN0_3$ da qaynatiladi va HF da yuviladi. Hamma vaqt texnologiyani eng oxirida ionlardan tozalangan (deionli) suvda yuviladi. Plastinka sirtining tozaligini tekshirish usullaridan biri sayqallangan sirtni mikroskopda kuzatish. Yorug‘lik nuri plastinka sirtlariga juda kichik burchak ostida tushadi. Tola joylar qorong‘i bo‘lib, iflos joylardan sochilgan nur mikroskopga tushadi va yorug‘ bo‘lib ko‘rinadi. Boshqa usul: plastinka sirti ho‘llanganda agar yog‘lar bo‘lsa, suv bir tekis qatlam hosil qilmaydi. balki bir qancha bo‘laklarga ajralib chqadi [4,5,6].

Plastinkani tozalash jarayonida har xil suvlar ishlatiladi:

• distillangan suv, solishtirma qarshiligi p=200 kOm/sm. Vodoprovod suvini bug‘latib va qayta sovutib olinadi;

• bidistillangan suv, solishtirma qarshiligi p= 500 kOm/sm. Distillangan suvni buglatib qayta sovutib olinadi.

## NATIJALAR

Ionlardan tozalangan (deionli) suv solishtirma qarshiligi p=20 mOm/sm ga teng bo‘ladi (2-rasm). Distillangan suvni ion almashuvchi smolalardan o‘tkazish orqali olinadi. Bu smolalar ikki xil bo‘lib, 1 - kationlar (metall ionlarni yutadi), 2 - anionlar (kislota qoldiqlaridagi ionlarini yutadi). Kationlarning kimyoviy formulasi: R-H; anionlarniki: R-OH. Misol: FeCls dan tozalash quyidagicha hosil bo‘ladi:

1) 3(R-H) t Fe' —> FeRs + 311'

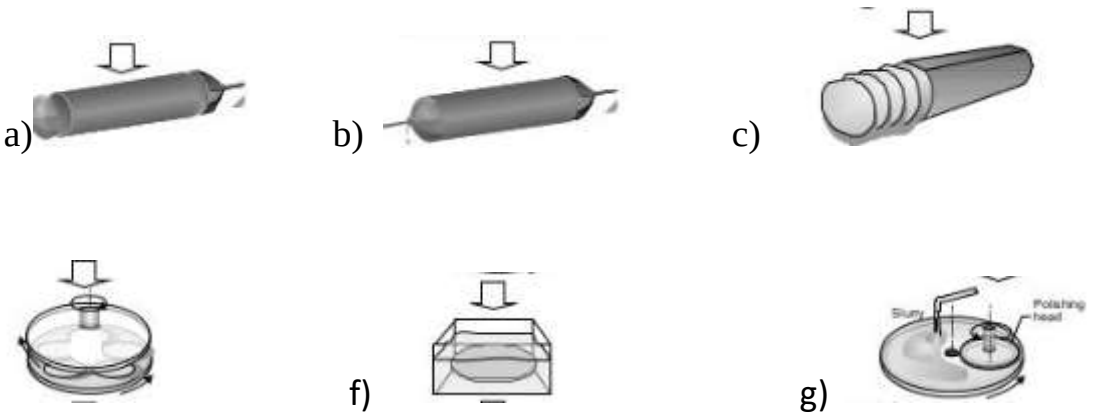
2) 3(R-Oll)+3Cr—> 3RCL+3(Oir)

3H -3(OH)= 3 H20

(1) dagi Fe ioni R bilan bogianib qoladi va H ioni hosil bo‘ladi.

(2)dagi Cl ioni R bilan bog ianib qoladi va OIT ioni hosil bo‘ladi.

I f va OIT ionlari bog‘lanib, suv hosil bo‘ladi.




**2-rasm. a-c, kremniy quymasidan plastinka qirqish uchun olmos kukuni surilgan metall disklardan, d-g, abraziv material yordamida ishlov berilayotgan**

“V” markali ionlardan tozalangan suv tabiiy vodoprovod suvini distillab, so‘ngra ionlardan tozalab olinadi. Solishtirma qarshiligi T=$20^0$ Cda 1 Mom/sm bo‘ladi.

“B” markali ionlardan tozalangan suv “V” markali deionlashgan suvdan qayta deionlashtirilib, so‘ngra govakliklari o‘lchami 10 mkm bo‘lgan inert filtrlovehi materialdan o‘tkazib, erimagan zarralardan tozalab olinadi. Solishtirma qarshiligi 10 Mo/sm ni tashkil etadi.

“A ” markali ionlardan tozalangan suv “B” markali deionlashgan suvdan g‘ovaklar o‘lchami 0,5 mkm bo‘lgan maxsus filtrlovehi materiallarda filtrlanib olinadi. Bunda solishtirma qarshiligi 20 Mom/sm ga teng bo‘ladi.

“Abraziv” so‘zi lotinchadan olingan bo‘lib, “skoblit”, “parchalash” degan ma‘noni bildiradi. Abraziv materiallarning asosiy xossasi ularning qattiqligidir. Eng qattiq material olmos bo‘lib, Moss shkalasi bo‘yicha 10-sinf, korund 9-sinf, topaz 8-sinf, kvarts 7-sinf ga to‘g‘ri kelad [3,5].

Materiallarning abrazivlik qobiliyati abraziv material yordamida ishlov berilayotgan material sirtidan birlik vaqtda qirib olingan miqdori bilan baxolanadi. Agar olmosning abrazivlik qobiliyati 1 ga teng deb olinsa, u holda bor karbidiniki 0.6; kremniy karbidiniki 0.5; monokorundniki 0.25; elektrokorundniki 0.15 ga teng bo‘ladi. Yarimo‘tkazgichli asboblar va integral sxemalarni ishlab chiqarishda quyidagi abraziv materiallar ishlatiladi:

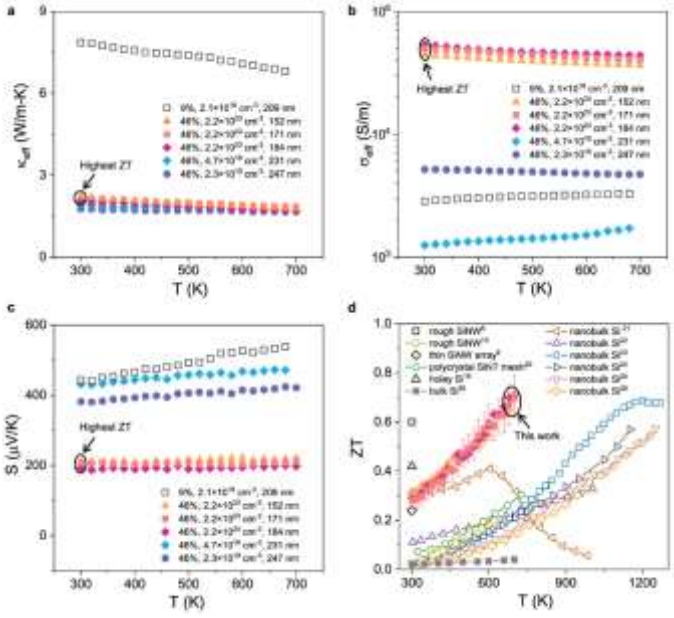
• Olmos - sanoatda grafitdan yuqori bosim va haroratda hosil qilingan su‘niy olmos ishlatiladi.

• Karbid kremniy - kremniyning uglerod bilan kimyoviy birikmasi. Karbid kremniyning rangi kimyoviy tozalash darajasiga qarab, yashildan qora ranggacha o‘zgarishi mumkin. Kimyoviy tozasi rangsiz, yashildan qora rangacha bo‘ladi. Qora rangligini mustahkamligi kam bo‘ladi.

• Karbid bor - borning uglerod bilan kimyoviy birikmasi.

• Elektrokorund - kristall alyuminiy oksidi ($Al_2OS$) oq modda. Sanoatda uch xil elekrokorund ishlab chiqariladi:
Oq - 98,5-99,5% Al20 3 bor:
Normal elektrokorund - 9 1 - 9 6 %AI20 3 bor;
Qora elektrokorund - 65-75 %A120 3 bor.
• Xrom oksidi - yashil rangli kukun (poroshok).
• Aerosil - g‘ovak ko‘kimtir - oq kukun, toza kremniy ikki oksidi. Ularning quyidagi markalari ishlab chiqariladi A -175, A-300, Л380, zarralarining o‘rtacha o‘lchami mos ravishda 10-40, 5-20, 5-15 mkm bo‘ladi [2,7,8].

Har xil g‘ovak SiNWlarning haroratga bog‘liq bo‘lgan samarali issiqlik o‘tkazuvchanligi $k_{eff}$ , b samarali elektr o‘tkazuvchanligi, $s_{eff}$ va $c_{Seebek}$ koeffitsienti S. Afsonaga ko‘ra, birinchi raqam SiNW g‘ovakligini bildiradi, o‘rta raqam ikkilamchi ion massa spektrometriyasi (SIMS, usullarga qarang) yordamida o‘lchangan bor doping kontsentratsiyasi ( p ) va oxirgi raqam SiNW diametri. E’tibor bering, $k_{eff}$ va $s_{eff}$ g‘ovaklik bilan normallashtirilmasdan nanosim diametri asosida olinadi. ds = 46% va p = 2,2 × $10^{20}$ sm $^{-3}$ (152, 171, 184 nm) bo‘lgan uchta namuna uchun ZT qiymatining hisoblangan termoelektrik ko‘rsatkichi , bu ishda ilgari o‘lchangan ZT natijalari bitta qo‘pol SiNW, yupqa SiNW massivi 9 , polikristalli Si nanotube to‘rlari 20 , teshikli Si nanobulk Si va ommaviy Si (8,1 × $19^{-6}$ - doped) taqqoslash uchun chizilgan. Xato satrlari k , s va S dagi o‘lchash xatolari asosida hisoblangan ZT noaniqliklarini ifodalaydi (3-rasm).




**3-rasm. Go‘zenekli SiNWlarning termoelektrik xossalarini nazariy modellashtirish**

Harorat sozlagichidan kelib chiqadigan harorat o‘zgarishi ta’sirini bekor qilish va issiqlik o‘tkazuvchanligini o‘lchash uchun

sezgirlikni oshirish uchun 46 o‘lchov moslamasining sezgir tomonida bo‘sh qurilmani kiritish orqali Wheatstone ko‘prigi sxemasi qabul qilindi . Termal o‘lchovlar davomida har bir namuna uchun Seebek koeffitsienti bir vaqtning o‘zida isitish va sezuvchi membranalarning harorat farqini va o‘lchash moslamasining ikkita ichki elektrodi bo‘ylab induktsiyalangan kuchlanish farqini (SR560) kuzatish orqali o‘lchandi [4.9,10].

## MUHOKAMA

Mexanik ishlov berish, jilvirlash va oksidlash kabi jarayonlar kremniy nanotrubkalarining (SiNW) yuzasidagi struktural o‘zgarishlar va materialning fizikaviy xususiyatlarini (masalan, qattiqlik, elastiklik, issiqlik o‘tkazuvchanligi) sezilarli darajada o‘zgartirishi mumkin. Bu o‘z navbatida, termoelektrik xususiyatlarga, ya’ni issiqlik va elektr o‘tkazuvchanlik o‘rtasidagi munosabatlarga ta'sir qiladi. Mikroelektronika sohasida kremniyli taglikka beriladigan turli ishlovlar, xususan, mexanik ishlov berish, jilvirlash, oksidlash va boshqa jarayonlar orqali “go‘zenekli kremniy nanotel” (SiNW) strukturalarining “termoelektrik xossalari” o‘rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi kremniyli materiallarning mexanik va kimyoviy ishlov berish orqali termoelektrik xususiyatlarining qanday o‘zgarishini tahlil qilish va nazariy modellashtirishni amalga oshirish edi.

## XULOSA

Nazariy modellashtirish yordamida, kremniyli nanostrukturalarning termoelektrik samaradorligini optimallashtirish uchun ideal ishlov berish shartlari va usullari belgilandi. Tadqiqotda shuningdek, go‘zenekli SiNWlarning issiqlik va elektr xususiyatlari, shuningdek, ularning termoelektrik samaradorligi bilan bog‘liq turli omillar, masalan, kristall tuzilmasi, porosity (go‘zenakli tuzilma) va tashqi ta'sirlar kabi elementlar hamda ular o‘rtasidagi o‘zaro aloqalar chuqur tahlil qilindi.

Natijada, kremniyli go‘zenekli nanotrubkalar uchun ishlov berish jarayonlari termoelektrik xususiyatlarni sezilarli darajada yaxshilashga imkon beradi, bu esa mikroelektronika va termoelektrik qurilmalarda ularning potensial qo‘llanilishini kengaytiradi. Ushbu tadqiqot, shuningdek, kremniy asosidagi termoelektrik materiallarning kelajakdagi dizayni va ishlab chiqarish uchun yangi yondashuvlar va strategiyalarni ishlab chiqishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi [3,5].

## REFERENCES

1. Teshaboyev A.T., Zaynabiddinov C.Z., Ermatov Sh, Qattiq jism fizikasi. Darslik. -T.: Moliya, 2001.

2. Akramov H., Zaynabiddinov C., Teshaboyev A. Yarim o‘tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar. O‘quv qo‘llanma. -T.: 0 ‘zbekiston, 1994
3. Баходирхонов М.К., Илиев Х.М., Холматов А.А., Ярим утказгичлар физикаси асослари дарслик. -Т.: ТошДТУ, 2014.
4. Forman, C., Muritala, IK, Pardemann, R. & Meyer, B. Global chiqindi issiqlik salohiyatini baholash. Yangilash. Barqarorlik. Energiya Rev. 57 , 1568–1579 (2016).
5. LeBlanc, S., Yee, SK, Scullin, ML, Dames, C. & Goodson, KE Termoelektriklar uchun materiallar va ishlab chiqarish xarajatlari. Yangilash. Barqarorlik. Energiya Rev. 32 , 313–327 (2014).
6. Abdullayev, H. SH., & Usmonov, M. M. (2022). Gaz qonunlari mavzusida namoyishli tajribalarning amaliy ahamiyat va metodlari. Pedagogical sciences and teaching methods, 21-24.
7. Турсунов, И. Г., & Умбаров, А. У. Ў. (2024). Формы и методы организации индивидуального обучения студентов педагогических вузов по кредитно-модульной системе. Science and innovation, 3(Special Issue 23), 337-341.
8. Umbarov A.U. Pedagogika oliy ta’lim muassalarida umumiy fizikaning Elektromagnetizm bo‘limini o‘qitishda individual ta’limning pedagogik shart-sharoitlari // Ta’lim va innovatsion tadqiqotlar. – Buxoro, 2023/12 12-son – B. 316-319.
9. Umbarov A.U. Higher education pedagogical - psychological support of individual educational trajectories of students // JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. 2023/7 Volume 9, Issue 6, pp 11-15.
10. Nizamiddinovich, E. A., & Abduxalilovich, A. B. (2023). Methodology for implementing interdisciplinary connection in physics teaching in general secondary schools. Web of Teachers: Inderscience Research, 1(9), 210-216.