

## AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV TIZIMLARI UCHUN KOMPOZITSION MATERIALLAR ASOSIDA SAMARALI KO'P FUNKSIYALI XARORAT VA NAMLIK DATCHIKLARINI YARATISH.

*Isroilov Faxriddin Murodqosimovich.*

*Jizzax Politexnika Institutu*

*"Metrologiya va standartlashtirish" kafedrası v.b dotsenti*

[metrologiyafaxriddin@gmail.com](mailto:metrologiyafaxriddin@gmail.com)

*Maxammatov Shaxzod Shokirjon o'g'li*

*Jizzax Politexnika Institutu*

*Talabasi Tel: 915918066*

**Annotaciya:** Monokristalli kremniy ingotlarini gofretlarga kesish quyidagi usullardan biri bilan amalga oshiriladi: olmosli tashqi yoki ichki chetiga ega disklar bilan kesish; po'lat pichoqlar yoki abraziv osma sim bilan kesish; abraziv ultratovushli ishlov berish orqali kesish; elektroeroziv kesish; elektron yoki lazer bilan kesish. Bu usullarning har biri bir-biridan unumdorligi, mexanik shikastlangan qatlamning chuqurligi, foydali materialning chiqishi, yarim o'tkazgich materialini yig'ish va tiklash imkoniyati va turli shakldagi kristallarni olish imkoniyati bilan farqlanadi.

**Annotation:** Cutting monocrystalline silicon ingots into wafers is done by one of the following methods: cutting with discs with an outer or inner edge containing diamonds; cutting with steel blades or abrasive suspension wire; cutting by abrasive –ultrasonic processing; electroerosive cutting; electron or laser cutting. Each of these methods differs from each other in terms of productivity, depth of the mechanically damaged layer, the output of useful material, the possibility of collecting and restoring the semiconductor material, and the possibility of obtaining crystals of different shapes.

**Аннотация:** Резка слитков монокристаллического кремния на пластины осуществляется одним из следующих способов: резка дисками с внешней или внутренней кромкой, содержащей алмазы; резка стальными лезвиями или абразивной подвесной проволокой; резка абразивно-ультразвуковой обработкой; электроэрозионная резка; электронная или лазерная резка. Каждый из этих методов отличается друг от друга производительностью, глубиной механически поврежденного слоя, выходом полезного материала, возможностью сбора и восстановления полупроводникового материала, возможностью получения кристаллов различной формы.

**Kalit so'zlar:** kristalli, kremniy, gofretlar, datchik, Silikon, abraziv, suspenziya, po'lat pichoqlar.

**Ключевые слова:** кристалл, кремний, пластины, датчик, кремний, абразив, подвес, стальные лезвия.

**Keywords:** crystal, silicon, wafers, sensor, Silicon, abrasive, suspension, steel blades.

Yarimo'tkazgich materialining harorat xususiyatlarini bilish termistorning asosiy parametrlarini - haroratga sezgirlik koeffitsienti  $V$  va TKC qarshilik harorat koeffitsientini aniqlashga imkon beradi, bundan tashqari, ularning haroratdan o'zgarishi tabiatini aniqlash mumkin. Harorat xarakteristikasi Fermi sathi pozitsiyasining harorat o'zgarishiga bog'liqligini sifatli aniqlaydi. Kompensatsiyalangan kremniy namunalarining harorat xususiyatlarini aniqlash uchun termostat, o'lchangan namuna, quvvat manbai, voltmotr, ampermetr, termojuft va termometrdan iborat eksperimental qurilma yig'ildi, harorat ko'rsatkichlari intervalda olingan. Kompozit harorat datchiklarning texnologiyasini ishlab chiqishda marganes kristallarini, oltingugurt va nikel bilan qo'shimcha legirlashda, ma'lum bir konsentratsiyali ushbu kirishmalarni sirt eroziyasiz ma'lum bir chuqurlikka yo'naltirilgan xolda kiritish muammosini hal qilish kerak edi. Mn, S, Ni ni kremniy monokristaliga kiritishning an'anaviy usuli qattiq sirt eroziyasini o'z ichiga oladi. Oltingugurt atomlarining tarqalishi paytida sirt eroziyasi 100 mkm chuqurlikka yetishi mumkin va oltingugurt atomlarining diffuziyasining yuqori haroratida, taxminan 1200-1250o C, hatto kremniy plastinalarining butunlay parchalanishi mumkin. Marganesni va oltingugurtni diffuziya qilishning an'anaviy jarayoni, bu 5-10 mikron chuqurlikda sirt eroziyasini amalga oshirishdir. Mn, S, Ni ning kremniy monokristalliga diffuziya jarayonini eksperimental o'rganish 700-1250o C



harorat oralig'ida va 500 Pa dan 600 000 Pa gacha bo'lgan bug bosimida 100 soatgacha qizdirish vaqtda o'tkazildi [1]. Dastlabki diffuziya parametrlari sifatida kompyuter modellashtirish natijalaridan foydalandik, ya'ni, kremniy plastinasini atmosferada kirishma parlari bilan vaakuumdagi kvarts ampulalarida eksperimental qizdirish natijalari bilan birgalikda ko'rib chiqildi. Mn, S ning diffuziya jarayoni kvarts ampulasiga alohida yuklangan ma'lum massaga ega bo'lgan diffuzant yordamida amalga oshirildi. Mn, S diffuziya haroratida yetarli darajada yuqori bug bosimiga ega bo'lgani uchun, namunalari yuzasi kerakli darajada sirt konsentratsiyasiga ega bo'ladi. Nikel uchun kerakli diffuziya haroratidagi bug bosimi kerakli sirt konsentratsiyasini olish uchun yetarli emas, shuning uchun yetarli sirt konsentratsiyasini olish uchun nikel diffuziyasi argon atmosferasida namunalarni qoplash orqali amalga oshirildi. Diffuziya uchun alohida olingan toza Mn, S, Ni ishlatilgan. Tuzilmalarning diffuziyali qizdirish diffuziya pechida amalga oshirildi. Bundan tashqari, diffuziya harorati to'g'ridan-to'g'ri ampulaning yonida joylashgan platina-platina-rodniy termopara tomonidan nazorat qilindi. Shunday qilib, belgilangan haroratdan minimal og'ishga erishildi. Mn, Ni ning yuqori diffuziya tezligi qisqa qizdirish vaqtlarida namunalarni bir tekisda legirlash imkonini berdi. Oltinugurt atomlarining diffuziyasi holatida diffuziya vaqti biroz uzoqroq edi. Kvarts ampulalari (HCl:HNO<sub>3</sub>-3:1) markali aroqda tozalandi. Mn, S, Ni bilan diffuziya qilingan harorat datchik kristalli namunalarning chiziqli o'lchamlari 0,38x5x10 mm bo'lgan kremniy parallelepipedlar edi. Namunalarni toblash ampulalarni to'satdan suvga tushirib, V=250-300o C/sek darajali sovutish tezligini ta'minladi orqali amalga oshirildi. Ampulalarni moyga tushirish orqali 1000° C/sek sovutish tezligi olingan. Diffuziyali issiqlik bilan ishlov berish ta'sirini hisobga olish uchun Mn, S, N diffuziyasini taqlid qiluvchi nazorat tuzilmalari qizdirildi. Qo'shimcha legirlashning texnologik jarayoni kristallar va diffuzantni (Mn, S, Ni ) kvarts ampulasiga yuklashdan iborat edi. Kvarts ampulasidan 10 - 6 mm.rt.st gacha havo chiqarish. kvarts ampulasini keyinchalik germetizatsiya qilib maxkamlash orqali amalga oshirildi. Gempetizatsiya gaz gorelkasi orqali amalga oshirildi. Kvarts ampulasini diffuziya pechining reaktoriga yuklash va Mn, S, Ni diffuziyasi (ma'lum vaqt davomida Mn, S, Ni bilan namunalarni ma'lum haroratda ushlab turish). Mn, S, Ni diffuziya jarayoni oxirida kvarts ampulasi tushirildi va bosim tushirildi. Keyinchalik, kimyoviy ishlov berish, mikroskop ostida sirtning vizual sifatini nazorat qilish amalga oshirildi. Amalga oshirilgan tadqiqotlar, so'ngra olingan natijalarni tahlil qilish Mn, S, Ni diffuziyasi paytida kremniy plastinasi yuzasining eroziyasining harorat, vaqt, sirt konsentratsiyasi va bug bosimiga bog'liqligini aniqlashga imkon berdi va shunga mos ravishda, eroziya legirlashsiz chegara sharoitlarini aniqlashni xam. Olingan natijalarni umumlashtirib, biz sirt eroziyasi eng kam darajada past diffuziya haroratida va past konsentratsiyalarda namoyon bo'ladi degan xulosaga kelishimiz mumkin[2]. Berilgan parametrlar bilan kompensatsiyalangan kremniy olish texnologiyasi. Tadqiqot uchun qalinligi 500 mkm bo'lgan KDB-1 kremniy monokristallining dastlabki tekis-parallel ko'rinishidagi plastinkalar ishlatilgan. Namunalari 6 -10 mm plastina shaklida kesilgan. Kesilgandan plastinkalarni yog'sizlantirish uchun PAR eritmasida qaynatiladi. Kesish paytida buzilgan sirtga yaqin qatlamni tozaligini ta'minlash uchun plastinkalar HF:HNO<sub>3</sub>:CH<sub>3</sub>COOH=1:3:1. eritmasida ishlov berilgan. O'rganilayotgan kirishmalar kremniyda ancha yuqori diffuziya koeffitsientiga ega. Shu munosabat bilan, kremniy namunalarni legirlash diffuzion qizdirish orqali amalga oshiriladi. Diffuziya vakuumlangan ma'lum uzunlikdagi kvarts ampulalarida amalga oshirildi. Diffuziyadan oldin kvarts ampulalari "sarskaya vodka" (HNO<sub>3</sub>+3HCl), so'ngra distillangan suv bilan yuviladi. Diffuzion qizdirishdan oldin kremniy namunalari va yuqori tozalikdagi oltinugurt yoki marganes namunasi kvarts ampulariga joylashtirildi, so'ngra havo ampuladan 10 -5 mm rt.st.gacha so'rib olindi. Diffuziya SOUL-4 tipidagi gorizontall pechda o'tkazildi, u belgilangan haroratni ±3° aniqlik bilan ushlab turdi. Diffuziya qizdirish harorati namunalari bilan to'g'ridan-to'g'ri ampulaga yaqin joylashgan xrom-alyumin termopara bilan o'lchandi. Diffuzion qizdirishining davomiyligi iloji boricha bir xil va bir hil kompensatsiya uchun diffuziya koeffitsienti va plastinka qalinligini hisobga olgan holda tanlangan. Diffuzion qizdirilishidan so'ng, namunalari ampulani moyga tushirish orqali tez sovutishga duchor bo'ldi. Diffuziyadan so'ng, plastinka yuzasi oksid va kirishmalar qatlami bilan qoplangan, bundan tashqari, sirt qatlami (o'nlab mikron) oltinugurt yoki marganes bilan



boyitilgan va n–tipli o‘tkazuvchanlikka ega, shuning uchun plastinkalar M-14 mikroporoshokda shlifovka qilindi, barcha holatlarda plastinkalarning qalinligi 300 mikrongacha ko‘tarildi (keyingi texnologik operatsiyalar uchun optimal qalinlik). Keyin plastinkalar distillangan suv bilan yuviladi va filtr qog‘ozida quritiladi. Oltinugurt va marganes bilan legirlanish jarayonida, yuqorida aytib o‘tilganidek, oltinugurt bug‘ining bosimiga bog‘liq bo‘lgan plastinkalar yuzasida kuchli eroziya mavjud bo‘ladi. Eroziya qalinligi o‘nlab mikron bo‘lishi mumkin. Bu qimmatbaho materialning isrof bo‘lishiga olib keladi. Shuning uchun kremniy sirtining eroziyasini kamaytirish uchun diffuziya usuli ishlab chiqildi. Diffuzion qizdirishni xona haroratidan boshlab, keyin ish haroratiga o‘rttirib borish taklif qilindi, bundan tashqari, ampuladagi kremniy plastinalari va oltinugurt (marganes) diffuziyadan oldin aloqada bo‘lmagan [3]. Ampulani ishlab chiqarishda 2- 3 sm oraliqda uning yopiq uchidan diametri kremniy plastinkalarining kengligidan kichikroq bo‘lgan tor bo‘yin qilingan, ampulaning bu qismiga oltinugurt qo‘yilgan, so‘ngra kremniy qo‘yilgan. Plastinkalar ampulaga joylashtiriladi, diffuziyadan oldin kremniy va oltinugurt o‘rtasida aloqa bo‘lmaydi. Nikel diffuziyasi sirtga yotqizilgan kremniy qatlamidan amalga oshirildi. Diffuziya parametrlari quyidagicha hisoblandi:

$$l = \frac{mRT}{\mu\pi r^2}, \quad (1.)$$

$$t = \frac{h^2}{4D}, \quad (2.)$$

Bu yerda: l - ampulaning uzunligi, m - kirishmaning massasi, t - harorat,  $\mu$  kirishmaning molyar massasi, r - kirishmaning bug‘ bosimi, r - ampulaning ichki diametri, t -diffuziya vaqti, h - kremniy plastinkasining qalinligi, d - kremniydagi kirishmaning diffuziya koeffitsienti quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$D = 0,92 \exp\left(-\frac{2,2}{kT}\right), \quad (3.)$$

Harorat quyidagi ifodadan aniqlandi:

$$N_s = 4,5 \cdot 10^{22} \exp\left(-\frac{2 \pm 0,2}{kT}\right), \quad (4.)$$

bu yerda:  $n_s$  – faol oltinugurt atomlarining konsentratsiyasi. harorat talab qilinadigan kompensatsiya darajasining yarimo‘tkazgichini oladigan tarzda hisoblab chiqilgan. shuning uchun to‘liq kompensatsiya bilan  $n_s = n_b$ , bu yerda  $n_b$  - manba materialidagi bor konsentratsiyasi (kdb-1). agar berilgan kompensatsiyani olish kerak bo‘lsa, ya‘ni ma‘lum turdagi o‘tkazuvchanlik va qarshilikka ega bo‘lgan material -  $\rho$ , u holda  $n_s$  formula bilan aniqlanadi:

$$N_s = \frac{1}{\rho e \mu} - N_B, \quad (2.19)$$

ye - elektron zaryadi,  $\mu$ -boshlang‘ich materialdagi teshiklarning harakatchanligi. Nikel atomlari nanokristallari bo‘lgan kremniy kompozit materiali asosida ishlab chiqilgan kompozit termodatchiklar nafaqat yetarlicha yuqori sezgirlik va tezlikka ega, balki ular yetarlicha darajada yuqori germetizatsiya qarshiligiga ham ega bo‘ladi va yuqori darajadagi radiatsiya sharoitlarda ishlatilishi mumkin.



### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. "HUMIDITY SENSORS BASED ON COMPOSITE MATERIAL WITH NANO-DIMENSIONAL STRUCTURES". Euroasian Journal of Semiconductors Science and Engineering, 2(3), 36. Egamberdiev, B., Isroilov, F., & Rahmatullaev, C. (2020).
2. "STUDY OF FORMATION OF CLUSTERS OF ATOMS OF GADOLINIUM IN SILICON". Journal of Critical Reviews, 7(3), 297-301. Egamberdiyev, B. E., Tachilin, S. A., Toshev, A. R., Isroilov, F. M., & Dehkanov, M. S. (2020).
3. "ISSLEDOVANIE ELEKTROFIZICHESKIX SVOYSTV KREMNIYA LEGIROVANNOGO MARGANSEM METODOM" «nizkotemperaturnoy diffuzii»././Neorganicheskie materialy. M.K. Bahadyrخانov, G.X. Mavlonov, S.B. Isamov, K.S. Ayupov, X.M. Iliev, Z. Saparniyazova, S.A. Tachilin.

