

YARIMO‘TKAZGICHLI MATERIALLARGA KIRISHMA ATOMLARINI KIRITISH USULLARI.

Zuhritdinov Alisher, t.f.f.d. (PhD)

Andijon Mashinasozlik Instituti ‘‘MEM’’ kafedrasi, Andijon.

Davronov Akmaljon Abdug‘ani o‘g‘li, magistrant

Andijon Mashinasozlik Instituti ‘‘MEM’’,

Anarboyev Iqboljon Ibroximovich assistent

Andijon Mashinasozlik Instituti ‘‘MEM’’,

Davronovakmaljon2@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada alohida toza yarimo‘tkazgich materiallarni olish hamda ularni eng samarali va ko‘p qo‘llaniladigani zonali suyultirish usulidir. Qattiq va suyuq fazalarda kontaktlanuvchi kirishmalar konsentratsiyasining nisbati taqsimot koeffitsiyenti orqali ish bajariladi.

Kalit so‘zlar: Yarimo‘tkazgich, polikristal kremniy, trixlorsilan SiHCl_3 , Vodorod oqimi.

Alohida toza yarimo‘tkazgich materiallarni olish usullari juda ko‘p. Biroq ularni eng samarali va ko‘p qo‘llaniladigani zonali suyultirish usulidir. Kristallizatsion tozalov kirishmalarni segregatsiya hodisalari, ya‘ni kirishmalarni suyuq va qattiq fazalarda eruvchanligi bir xil bo‘lmasligiga asoslangan. Qattiq va suyuq fazalarda kontaktlanuvchi kirishmalar konsentratsiyasining nisbati taqsimot koeffitsiyenti deyiladi. Taqsimot koeffitsiyentining qiymati yarimo‘tkazgich kirishmaning holat diagramasidan aniqlanadi. Bunda kirishma komponentini kiritish natijasida toza moddaning erish temperaturasi kamaysa, unda kirishmaning taqsimot koeffitsiyenti birdan kichik va amalda bunday holat keng tarqalgan. Misol tariqasida, germaniy va kremniy juda ko‘pchilik kirishmalarning taqsimot koeffitsiyenti birdan kichik. Shuning uchun yo‘nalishli kristallanishda ular eritma hajmidan fazalar oralig‘i chegaradan samarali qochadi. Germaniyni zonali tozalash jarayoni vodorod, inert gazlar yoki inert gaz bilan vodorod aralashmasi atmosferasida o‘tkaziladi. Tozalashga qo‘yilgan quyma grafit qayiqchaga o‘rnatilib uni uzluksiz himoya gazi o‘tib turgan kvarts turbaga joylashtiriladi. Yuqori chastotali generator bilan ta‘minlangan indikator yordamida kengligi 40-50 mm bo‘lgan suyulgan kichik zona olinadi va tezligi 50-100 mkm/s bo‘lgan aravacha quyma bo‘ylab harakatlanadi. Quyma uzunligi 1000 mm va undan uzun bo‘lishi mumkin. Talab darajasidagi tozalik bir yo‘nalishga aravachani 5 — 8 marta o‘tkazish bilan erishiladi. O‘tishlar sonini oshirish bilan tozalik oshib ketmaydi, chunki qotishmadan va o‘rab turgan atmosferada vaqt o‘tishi bilan kirishmalarni kirish ehtimoligi oshib ketadi. Tozalov jarayonini tezlashtirish uchun quyma uzunligi bo‘yicha suyultirish zonasini bir

necha joyda hosil qilinadi. Bu holda qizdirgichni bitta o'tkazish bir necha o'tishga farqlanadi. Zonali suyultirishda taqsimot koeffitsiyenti birdan kichik bo'lgan kirishmalar suyuq zonada ushlanib qoladi va u bilan birga quymani pastki tomoniga to'planib qoladi. Jarayon tugagandan so'ng quymani dumi kesib olinadi. Quymani sifati materialning solishtirma qarshiligini o'lchash bilan amalga oshiriladi. Yarimo'tkazgichli toza kremniyni olish texnologiyasiga quyidagi operatsiyalar kiradi:

- Texnik kremniyni tozalovdan so'ng tiklanishi mumkin bo'lgan uchuvchi birikmaga aylantirish
- Birikmani fizik va kimyoviy tozalash
- Birikmani ajralgan toza kremniy bilan tiklanishi
- Oxirgi kristalizatsion tozalash.

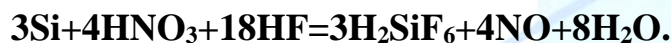
Yarimo'tkazgichlar ishlab chiqarishda polikristal kremniy olishning keng tarqalgan usullaridan trixlorsilan SiHCl_3 ni vodorodli tiklanishidir. Trixlorsilan SiHCl_3 ni olish uchun 300 — 400 °C temperaturada maydalangan texnik kremniy quruq vodorod xloridda ishlovdan o'tkaziladi. Trixlorsilanning qaynash temperaturasi 320 °C dir. Shuning uchun u ekstraksiya, adsorbsiya va rektifikatsiya usullari bilan oson tozalanadi. Kremniyni vodorodli tiklanishi quyidagi sxema bo'yicha olib boriladi. Vodorod oqimi yordamida tozalangan xlorsilan bug'i bug'lantirgichdan tiklanish kamerasiga o'tkaziladi. Kamerada toza kremniydan tayyorlangan xamirturish maxsus tok o'tkazgichlar joylashgan. Bu tayoqchalar elektr toki yordamida 1200 — 1300 °C temperaturagacha qizdiriladi.

Xamirturushga ajralgan kremniyning o'tirishi kerakli diametrdagi toza polikristalini beradi. Yarimo'tkazgichli monokristallar yarimo'tkazgichli asboblari va integral mikrosxemalarni yaratilishida katta ahamiyatga ega bo'lgan va bo'lib qolmoqda. Qatlarni legirlash kirishma elementini tashkil etuvchi bug' birikmalari yordamida amalga oshiriladi. Nisbatan uncha yuqori bo'lmagan ishchi temperatura va kristallanishni kichik tezligi epitaksial qatlarni yuqori tozalikda va takomillashgan strukturani olish imkonini beradi. Elektron-kovak o'tishli epitaksial qatlarni olish integral mikrosxemalarni izolyatsiyalash (ajratish) uchun keng qo'llaniladi. Ko'pchilik xollarda integral mikrosxemalarni tayyorlashda kremniyli ipilaksial qatlamlari monokristal dielektrik tagliklarga ham o'tqaziladi. Bunday tagliklar sifatida: sapfir (Al_2O_3), shpinel (MgO), berilliy oksidi (BeO), kvarts (SiO_2) va boshqa moddalardan ham foydalaniladi. Dielektrik qatlamlarda kremniy epitaksiyasini olish integral mikrosxemalar elementlarini ideal izolyatsiyasini olish imkoniyatini yaratib beradi.

Texnikada kremniyli fotosezgir asboblari keng qo'llaniladi. Bularga fotodiodlar, fotobatareyalar va fotodetektorlarni ko'rsatish mumkin. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda qo'llaniladigan fotoelementlarni quyosh batareyalari deb ataladi. Fotobatareyalarning FIK ko'pchilik xollarda 10-12% ni tashkil qiladi. Kremniyli asboblarning ishchi temperaturalari 60-200 °C oralig'ida yotadi.

Kremniy (Si) — davriy sistemasining toʻrtinchi guruh elementi boʻlib, Ya.Bertsellius tomonidan 1824-yil toza holda olingan. U yer qobigʻida eng koʻp tarqalgan elementlardan biri boʻlib, massa boʻyicha 29,5%ni tashkil qiladi va kisloroddan soʻng ikkinchi oʻrinda turadi. Tabiatda kremniy faqat birikma (qum, tuproq, kremniy oksidi, silikat angdrid) holda uchraydi. Kremniy amorf va kristal holatda boʻladi. Amrof kremniy zichligi $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ boʻlgan qoʻngʻir kukun, kristal kremniy — xuddi poʻlatdek yaltiraydigan metalmas modda. Toza kremniyni olish texnologiyasi ancha qiyin. Kremniy yarimoʻtkazgichlar elektronikasida faqat tozalashning effektivlik usullari topilgandan soʻng 50-yillardan qoʻllanila boshlagan. Yarimoʻtkazgichli asboblarda va tizimlar ishlab chiqarishda eng koʻp ishlatilayotgan modda kremniydir. U elementlar davriy tizimida 14-oʻrinda turadi. Atom ogʻirligi 28, uning eng katta valentligi 4, suyulish temperaturasi (normal bosimda) $1414 \text{ }^\circ\text{C}$, qattiq kremniyning zichligi $2,33 \text{ g/sm}^3$, dielektrik singdiruvchanligi $\varepsilon = 11,7$, diamagnetik.

Xona temperaturasida kremniy kimyoviy jihatdan barqaror, suvda erimaydi, koʻp kislotalarga nisbatan bardoshli. Ammo, u nitrat va ftorid kislotalar aralashmasida yaxshi eriydi:



Kremniyning sirtini tozalash maqsadida ishqoriy yediruvchilar qoʻllanadi. Silliqlash uchun yuqoridagi aralashma asosidagi yediruvchilar ishlatiladi.

Ishqoriy eritmalarda kremniy reaksiya boʻyicha yaxshi eriydi.



Kremniy havoda $900 \text{ }^\circ\text{C}$ gacha qizdirganda barqaror qoladi. Ammo yuqoriroq temperaturalarda oksidlanadi. Vodород bilan kremniy $2000 \text{ }^\circ\text{C}$ chamasidagi temperaturada bevosita reaksiyaga kirishadi, $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ hosil boʻladi.

Azot bilan kremniy $1100\text{-}1300 \text{ }^\circ\text{C}$ da reaksiyaga kirishib, nitridlar hosil qiladi.

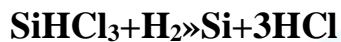
Kremniy galogenlar bilan oson taʼsirlashadi: ftor bilan xona temperaturasida, xlor bilan $200\text{-}300 \text{ }^\circ\text{C}$ da brom bilan $450\text{-}500 \text{ }^\circ\text{C}$ da, iod bilan $700 \text{ }^\circ\text{C} - 750 \text{ }^\circ\text{C}$ da.

Suyulgan kremniy yuqori kimyoviy faollikka ega boʻladi. Kremniy monokristallarini oʻstirish uchun eng maqbul modda sintetik kvarts — SiO_2 , dir. Elektrik xossalari. Yarimoʻtkazgichlarning elektrik oʻtkazuvchanligi $\sigma = e(n\mu_n + p\mu_p)$ ifoda bilan tavsiflanishi maʼlum. n-tur yarimoʻtkazgichda oʻtkazuvchanlik $\sigma_n = en\mu_n$ bunda (kirishma toʻla ionlashadigan temperaturalarda) elektronlar zichligi n donor kirishma zichligi N_d , ga teng, yaʼni N_d boʻlishi kerak edi. Bu tenglik kirishmalarning muayyan miqdorigacha saqlanadi. Ammo, kirishmalar zichligi yetarlicha yuqori boʻlganda bu tenglik saqlanmaydi. ($n < N_d$ boʻladi). Bu hodisani «legirlovchi kirishmalarning politropiyasi» deyiladi. Uning sababi — yetarlicha koʻp miqdorda yarimoʻtkazgichga kiritilgan kirishma unda turli holatda boʻlishi mumkin. Masalan, kirishma yarimoʻtkazgichning atomlari yoki uning tuzilishi nuqsonlari bilan birlashmalar hosil qilishi, tugunlar orasiga joylashishidir. Bunday holatlarning birida kirishma kristalda elektrik faol, boshqalarida — neytral holatda

bo'lishi mumkin. Politropiya hodisasi yuz bera boshlaydigan legirlovchi kirishmalar zichligini chegaraviy zichlik deyiladi. Undan yuqori zichliklarda yarimo'tkazgich kuchli legirlangan bo'lib qoladi.

Kremniyning (K) elektron (E) turdagi monokristallari fosfor (P) bilan legirlanadi, kovak turdagisi bor (B) bilan legirlanadi. Shuning uchun ularni KEP yoki KKB tarzida belgilanadi.

Kremniy trixlorosilanni vodorod bilan tiklab olinadi:



250 K dan yuqori temperaturalarda kremniy taqiqlangan zonasining temperaturaga bog'liqlik grafigi chizig'i, ya'ni $E_g = (1,205 - 2,84) \cdot 10^{-4} \text{eV}$

Kremniy taqiqlangan zonasining kattaligi tufayli uning xususiy solishtirma qarshiligi Ge ga qaraganda 3 tartibga ortiq.

Kremniyda ko'pchilik vakansiyalar neytral holatda bo'ladi. Shuning uchun ular bilan ion kirishmalar o'rtasidagi Kulon o'zaro ta'siri bo'lmaydi. Akseptorlarning ancha yuqori tezlikdagi diffuziyasi ularning atom indiuslarning kremniy atomlari o'lchashdan ancha katta farqlanishga bog'liq. Agar legirlangan kirishma konsentratsiyasi 10^{22}m^{-3} dan yuqori bo'lsa, uy temperaturasidagi zaryad tashuvchilarning ionlashgan kirishmalarda sochilishi asosiy rol o'ynaydi. Toza kremniy kristalida elektronlar harakatchanligi kovaklar harakatchanligidan uch marta ortiq. Kristallarda legirlashning ortishi natijasida zaryad tashuvchilar harakatchanligi kamayishi solishtirma o'tkazuvchanlikning legirlovchi kirishma konsentratsiyasiga bog'liqligi nochizig'iy bo'lishiga olib keladi. Kremniy monokristalida zaryad tashuvchilar harakatchanligi kichikligi va kirishmalar eruvchanligi solishtirma qarshiligi 10^{-5} dan kichik kremniy olishni qiyinlashtiradi. Kirishma atomlari soni 10^{25}m^{-3} dan ortiq bo'lgan yarim o'tkazgichda turli birlashmalar va mikro ajralishlarning ikkinchi fazasi hosil bo'ladi. Bu kirishmalarning elektr aktivligi o'zgarishiga olib keladi. Natijada zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi bilan donor akseptor konsentratsiyasi o'rtasida nomoslik hosil qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Teshaboyev A.T. Zaynabiddinov C.Z. Ermatov Sh, Qattiq jism fizikasi. Darslik. -T Moliya, 2001. - 164 b.
2. Akramov H. Zaynabiddinov C. Teshaboyev A. Yarim o'tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar. O'quv qo'llanma. -T. O'zbekiston, 1994, -134 b.
3. Parmonqulov I.P, Umirzoqov B. Ye. Elektron texnika mahsulotlarini yig'ish texnologiyasi. O'quv qo'llanma. -T. Vorisnashriyot, 2006. - 272b.
4. Teshaboyev A. Zaynabiddinov S., Musayev E.A. Yarim o'tkazgichlar va yarimo'tkazgichli asboblar texnologiyasi. O'quv qo'llanma - T. Talqin - Qaldirg'och, 2006. - 336 b.
5. Bahodirxonov M.K. Qurbonova O \ H, Isayev F.M. Muradagayeva M. V. Nanoelektronikaning fizik tushunchalari bo'yicha izohli lug'at. -T. Meriyus, 2010.- 136b. 17. Zikirillayev N.F. Begimqulova K.Q. Noananaviy qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan izohli lug'at. -T. Meriyus, 2010,- 145b. 18. Bahodirxonov M.K. Tliyev

- X.M. Isayev F.M., Karimov R.A., Elektronika fanidan asosiy tushunchalar izohli lugʻat. -T. Meriyus, 2008.-3 34b.
6. Mamirov, A. M., and I. T. Xojimatov. "Anarboyev II Prospects for the creation of modern solar ovens." *Materials of the XII International scientific and practical conference of young scientists «Innovative development and the requirement of science in modern Kazakhstan» Taraz*. 2019.
 7. Olimov Lutfiddin Omanovich. "A LOOK AT THE HISTORY OF ANTIMONY." *Journal of new century innovations* 23.4 (2023): 83-84.
 8. Xojimatov Umidbek Turgʻunboy oʻg. "TECHNOLOGICAL EVALUATION OF GRAPHITE AND ITS PROPERTIES." *Journal of new century innovations* 27.6 (2023): 68-73.
 9. Mamirov Abduvoxid Muxammadamin oʻgʻli, Xojimatov Umidjon Turgʻunboy oʻgli. "Determine the amount of heat accumulated at the focal point of the solar oven." *Texas Journal of Multidisciplinary Studies* 5 (2022): 161-164.