

ЭПИТАКСИЯНИНГ КРЕМНИЙ ВА GERMANIYDA ORASIDA YO'NALISHI

*Toshkent viloyati Piskent tumani
22-umumiy o'rta ta'lim maktabi
Kimyo fani o'qituvchisi
Norinboyeva Xusnora Nazirqulovna*

Annotatsiya: Ushbu maqolada, kremniy va germaniy epitaksiyasi, kremniy haqida kimyoviy izohlar, germaniy haqida kimyoviy qisqacha izohlar ham keltirib o'tilgan.

Kalit so'zlar: kremniy, germaniy, epitaksiya, amorf, monokristall

Annotation: In this article, silicon and germanium epitaxy, chemical comments about silicon, and brief chemical comments about germanium are also mentioned.

Keywords: silicon, germanium, epitaxy, amorphous, single crystal

Аннотация: В этой статье также упоминаются эпитаксия кремния и германия, химические комментарии о кремнии и краткие химические комментарии о германии.

Ключевые слова: кремний, германий, эпитаксия, аморфный, монокристалл.

Kremniy (Silicium), Si — [Mendelejev davriy sistemasining](#) IV guruhiga mansub kimyoviy element, tartib raqami 14, atom massasi 28,0855. Uchta barqaror izotopi bor: ^{28}Si (92,27%), ^{29}Si (4,68%) va ^{30}Si (3,05%). Kremniy kisloroddan so'ng tabiatda eng ko'p tarqalgan element. Yer po'stining massasi jihatidan 27,6% ini tashqil etadi. Tabiatda birikmalar [ko'pincha kremniy (1U)-oksid SiO_2] qumtuproq va silikatlar] holda bo'ladi. Kremniy SiO_2 holda o'simlik va xayvon to'qimalarida ham uchraydi. Sof Kremniyni ilk bor 1911-yil fransuz kimyogari Kremniy Kremniy Gey-Lyussak va Kremniy Tevarlar ajratib olishgan. Kremniy — kulrang, kumushdek yaltiroq modda. Amorf va kristall holda bo'ladi. Kristall holdagi Kremniyning suyuqlanish temperaturasi 1423° (suyuqlanganda hajmi 9% ga kamayadi), qaynash temperaturasi 3249° , zichligi $3,33 \text{ g/sm}^3$ - Poling bo'yicha elektromanfiyligi 1,8, at. radiusi 0,133, ion radiusi (qavslarda koordinatsion sonlar keltirilgan) 0,040 nm (4), 0,054 nm (6), diamagnetik. Oddiy sharoitda Kremniy mo'rt modda, 8000" dan yuqorida plastik holatga o'tadi. Kimyoviy birikmalarda, asosan, to'rt valentli, inert, qizdirilsa faolroq holatga o'tadi. Odatdagi temperaturada faqat fluor bilan birikadi. Yuzasida himoya pardasi (oksid parda) hosil bo'lishi sababli Kremniy yuqori haroratda ham barqaror bo'ladi.

Kremniy 400° dan yuqorida kislorod ta'sirida SiO_2 gacha oksidlanadi. Kislotalar ta'siriga chidamli, faqat nitrat va fluorid kislotalar aralashmasi bilan reaksiyaga kirishadi. Kremniy ishqorlar bilan reaksiyaga kirishib, vodorodni ajratib chiqaradi va silikatlar hosil qiladi: $\text{Si} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2$.

$300\text{--}500^{\circ}$ da galogenlar bilan birikib galogenidlar (SiX_4 yoki $\text{Si}_n\text{X}_{2n+2}$), 600° da oltingugurt bug'lari ta'sirida disulfid (SiS_2) ni beradi, 600° dan yuqorida u monosulfid (SiS) ga aylanadi. Kremniy yuqori temperaturada ko'pgina metallar bilan birikib, silitsidlar hosil qiladi. Amorf holdagi Kremniy ko'p miqdordagi turli gazlarni eritish xossasiga ega. Mac, Kremniy vodorod bilan qattik, eritma (47 at.% N_2) beradi. SiO_2 Kremniy ning eng oddiy va barkaror birikmasidir. Amorf holdagi SiO_2 silikat kislotaga hosil qiladi.

Sanoatda texnik Kremniy 1800° da qumtuproqni koks bilan, o'ta sof holdagi Kremniy esa kremniy tetraxloridni $1200\text{--}1300^{\circ}$ da o'ta sof xoldagi vodorod yordamida qaytarib olinadi. Ozroq miqdordagi Kremniy Na_2SiF_6 yoki KG eritmalarini elektroliz qilish usuli bilan olish mumkin. Kremniy — elektronikada asosiy yarimo'tkazgich metallaridan biri. Uning asosida tayyorlangan asboblarda 200° temperaturagacha chidaydi. Kremniy intefal sxemalar, diodlar, tranzistorlar, quyosh batareyalari, fotopriyomniklar, yadro fizikasida dedektorlar va turli linzalar tayyorlashda ishlatiladi. Kremniy va uning birikmalari kremniyorganik hosilalar, silitsidlar olishda qo'llaniladi. Kremniy — biogen element. U inson, hayvon, o'simlik va mikroorganizmlarning normal o'sishi va rivojlanishi uchun zarur. Odam organizmida Kremniy yetishmasa, uning ko'zi og'riydi, tish emali yemiriladi, tirnoq yupqalashib, sinuvchan bo'ladi, teri, soch o'zgaradi. Kremniy - [unsurlar davriy jadvalining](#) 14 unuri, [metallas](#).

Germaniy ([lotincha](#): Germanium), Ge — [Mendeleev davriy sistemasining](#) IV guruhi kimyoviy elementi. Tartib nomeri 32; atom massasi 72,59. Barqaror izotoplari beshta: ^{70}Ge (20,52%), ^{72}Ge (24,43%), ^{73}Ge (7,76%), ^{74}Ge (36,54%) va ^{76}Ge (7,76%). Germaniyni juda ko'p sun'iy radioaktiv izotoplari olingan. Germaniy mavjudligini 1871-yilda Germaniy Germaniy Mendeleev oldindan aytdi; uni "ekasilitsiy" deb atadi va davriy sistemada bu element uchun joy qoldirdi. 1886-yilda nemis kimyogari Germaniy Vinkler argirodit nomli mineral tarkibida o'sha vaqtda ma'lum bo'lmagan element borligini topdi va unga vatani — Germaniya sharafiga Germaniy deb nom berdi. Germaniy tarqoq element. Yer po'stida og'irlik jihatidan 7-10~4% ni tashkil qiladi. Tabiatda erkin holda uchramaydi. Qo'shimchalar holida [temir](#), ruh, [nikel](#) [volfram rudalarida](#), [toshko'mir](#), [torf](#), [neftda](#), [termal suvlarda](#), [suv o'tlarida](#) va [silikatlar](#) tarkibida bo'ladi. Asosiy minerallari: germanit (6,2-10,2%), argirodit (3,65-6,93%), reniyerit (5,46-7,80%) va plyumbogermanit (8,18%). Erkin Germaniy kulrang tusli metall;

zichligi 5,33 g/sm³, [suyuqlanish temperaturasi](#) 938,25°, qaynash temperaturasi 2850°. Olmos tipida kristallanadi.

[Atom radiusi](#) 1,39 Germaniy Germaniy mo‘rt, uni mexanik ishlash qiyin. Germaniy tipik yarimo‘tkazgich. Havoda barqaror; cho‘g‘ holatigacha qizdirilganida oksidlanib GeO₂ ga aylanadi. Germaniyga suyultirilgan [xlorid](#) va [sulfat kislota](#) ta’sir etmaydi. [Nitrat kislota](#) Germaniyini GeO₂ ga qadar oksidlaydi. Germaniy o‘z birikmalarida +2 va +4 valentli bo‘ladi. 500—700° gacha qizdirilganda GeO va GeO₂ gacha oksidlanadi. Germaniy (1U)-oksid GeO₂ — kristall holdagi oq modda. 1035° gacha tetragonal panjarali α-GeO₂ holatda turg‘un. Suyuqlanish temperaturasi 1086°, zichligi 6,277 g/sm³. 10,35° dan yuqorida α=GeO₂ geksagonal panjarali, zichligi 4,280 g/sm³ bo‘lgan β-GeO₂ ga aylanadi. Germaniy (1U)-oksid Germaniy olishda oraliq mahsulot; maxsus [shishalar](#), [sirlar](#), [emallar](#), [optik tolalar](#) ishlab chiqarishda, muxim Germaniy birikmalari, germanatlar va boshqalar olishda ishlatiladi.

Germaniy [oltinugurt](#) bilan 600-700°da GeS, 1000-1100° da GeS₂, selen bilan 500° da GeSe hosil qiladi. Galogenlar bilan oson reaksiyaga kirishib, tetragalogenidlar beradi. [Azot](#), [kremniy](#), [vodorod](#), [uglerod](#) bilan bevosita birikmaydi. Germaniy va uning [birikmalari yarim](#) o‘tkazgich materiallar, turli xil [diodlar](#), [tranzistorlar](#), [detektorlar](#), termoelektrik va termoemission materiallar, zargarlik [mahsulotlari](#) va maxsus qoplamalar tayyorlashda qo‘llaniladi.

Kristall hajmida vakansiyalarning uyumlari (to‘plamlari) hosil bo‘lishi va ular o‘z navbatida boshqa nuqsonlarning, masalan, chiziqiy nuqsonlarning paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Vakansiyalar boshqa nuqsonlar bilan masalan, kirishmalar bilan birlashishi mumkin. Kremniy va germaniy monokristallarida vakansiya - kislorod birikmasi (A-markaz) boshqa vakansiyalar yoki kirishmalar o‘tirib oladigan markazlar vazifasini o‘taydi. Bunday nuqtaviy nuqsonlar o‘lchami 60-80 nm.

Epitaksial qatlamlarni germaniy va kremniy asosida o‘stirish usullari ichida keng tarqalgani monosilan SiH₄ va monogerman GeH₄ larni tetraxlorid vodorodda tiklanishi va issiqlik parchalanishidir. Kremniy va germaniy monokristall qatlamlari qizigan tagliklar orqali xloridli yoki gidridli bug‘li vodorod gazini va legirlanuvchi kirishmalar haydalib taglik sirtida o‘tiradi.

Epitaksial o‘stirish jarayoni quyidagi amallardan iborat:

- 1) reaktorga plastinkalarni joylashtirish;
- 2) inert gaz va vodorodni reaktor orqali o‘tqazish (purkash bilan);
- 3) plastinalarni tozalash uchun plastinkalarni qizdirish va gazli yedirish uchun reagentlarni berish;
- 4) yedirishni to‘xtatish va o‘stirish uchun kerak bo‘lgan temperaturani ta‘minlash;
- 5) epitaksial qatlam va legirlash uchun reagentlarni berish;
- 6) reagentlarni berishni to‘xtatish va qisqa vaqt davomida vodorodni

haydash;

7) qizdirish, vodorod va inert gazlarni berishni to'xtatish;

8) reaktomi bo'shatish.

Ishlab chiqarishda kremniy epitaksial qatlami olish keng qo'llanilmoqda.

Epitaksial kremniyni xloridli olish usuli. Bu usulni keng qo'llanilishiga uning yetarli darajada soddaligi va ishlatiladigan materiallar qulayligi sabab bo'lmoqda. Kremniy tetraxlorid bug'lari va vodorod reaktorga berilib, u yerda asosan kremniyning tiklanish reaksiyasi yuz beradi: Ba'zan tetraxlorid o'rniga trixloridan SiHCl_3 dan foydalanilib, bu yerda reaksiyada asosan tiklanish yuz beradi: $\text{SiHCl}_3 + \text{H}_2 \sim \text{Si} + 3\text{HCl}$ O'ng va chap YO'nalishda bo'ladigan reaksiya natijasida qoldiq vodorod x10rididan HCl kremniy sirtidagi iflosliklar, SiO qoldiqlari, kremniy taglik sirtidan tizim buzilishlarini olib tashlashda gazli yedirish ilchln foydalaniladi. SiCl_4 tiklanishi jarayoni ifodaga nisbatan ancha murakkab. Oraliq o'zaro ta'sir reaksiyasi ikki ilsulda ro'y berishini e'tiborga olish kerak. Birinchi tizimga asosan, tiklanish kremniy dixlorid SiCl_2 , HCl va H_2 larni qatnashishi reaksiyasi bilan kuzatiladi. O'tirish reaksiyasi kremniyni yedirish reaksiyasi bilan birga boradi: $\text{SiCl}_4 + \text{Si} \sim 2\text{SiCl}_2$ Bu reaksiyaga qO'shimcha vodorodda tetraxlorid konsentratsiyasi oshishi epitaksial qat lam o'sish tezligini kamaytirishga olib keladi. Bundan tashqari quyidagi reaksiya ham sodir bo'ladi: $\text{SiCl}_2 \sim \text{HCl} \sim \text{SiHCl}_3$, Hosil bo'luvchi kremniy vodorod xlorid birikmasi vodorod bilan sof kremniy hosil bo'lguncha tiklanadi. Ikkinchi sxemaga asosan, gaz fazada SiCl_4 tiklanishi quyidagi reaksiyalardan birida yuz beradi: $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2 \sim \text{SiHCl}_3 + \text{HCl}$, yoki $\text{SiCl}_4 + \text{H}_2 \sim \text{SiCl}_2 + 2\text{HCl}$, SiCl_4 qisman tiklanishi taglikda atomar kremniy hosil bo'lishi bilan xloridlar tiklanishi yoki disproporsiyalanish bo'yicha ketadi. SiCl_4 molekulasiga nisbatan SiHCl_3 molckulasining ancha yengil sochilishi SiC/ energiya bog'lanishiga nisbatan Si-H bog'lanish energiyasining kichikligi bilan aniqlanadi. Vodorodda kremniy tetraxloridni kichik zichliklarda reaksiyaga asosan o'sish tezligi SiC/" zichligiga chiziqiy bog'lanishga egaligi kuzatiladi. SiCl/" zichligi kcyingi oshishi o'sish tezligini kamaytiradi va reaksiya kuchayib taglik edirilishiga olib kcladi. Kremniyni o'tqazishni 1150°C-1250°C temperaturalar oralig'ida vodorodda tetraxlorid konsentratsiya sathini 0,5%-1%, gaz oqim tezligini 0, I-I ml/s ushlagan holda amalga oshirish mumkin. Shu sharoitda qatlam o'sish tezligi I mkm/min ga yaqin. Uncha yuqori bo'lmagan temperaturalarda va bug'da katta miqdordagi tetraxloridlarda, amorf yoki polikristall kremniy qatlami hosil bo'ladi. Taglikda temperatura oshishi va gaz aralashmasida tetraxloridning mol kamayishi qatlam zichlashishiga va kristallanishiga olib keladi. Kremniy epitaksiya qatlamlari olishning gidrid usuli. Yuqoridagi epitaksiyaning xlorid usulida taglik temperaturasi 1200°C ga yaqin. Shuning uchun yuqori Icgirlangan plastinka-taglikdan kirishmalaming o'sayotgan kuchsiz Icgirlangan epitaksiyasi qatlam tomon diffuziyalanishi yuz beradi. Bu hodisani avtolegirlash deyiladi. Avtolegirlashda

o'sayotgan qatlamdan taglikka tcskari tomonga kirishmalar diffuziyasi ro'y berishi ham mumkin. Avtolegirlash epitaksial qatlamda kirishmalar zichligini, qatlam-taglik chegarasida kirishmalar zichligini va epitaksial qatlamda

berilgan zichiikdagi kirishma sohasi qalinligini o'zgartiradi. Taglikka kirishmalar diffuziyalanishini chegaralash uchun diffuziya koeffitsientf kichik bo'lgan kirishmalar, masalan, n+ - tagliklarda fosfor o'rniga Sb va As tanlanadi. Kirishmalar diffuziyasini chegaralashning boshqa imkoniyati bu jarayon temperaturasini kamaytirishdir. Kremniy epitaksiyasida temperaturani 1000°C gacha kamaytirish uchun o'stirish vaqtida taglikni ultrabinafsha nurlari bilan nurlashdan foydalanish mumkin. Ultrabinafsha nurlanish gaz fazada adsorbirlashgan kirishmalar ta'sirini kamaytiradi. Bu esa, kremniy taglik atomlarining sirt bo'ylab haraktachanligiga ta'sir qiladi. Avtolegirlashni ancha yuqori darajada chegaralash jarayon temperaturasini kamaytirish imkonini beruvchi cpitaksiyaning gidrid usulidan foydalanishdir. Bu usulda monosilan piroliz bo'lganligi uchun uni ba'zan silanli usul deyiladi. ilanli usul silanning termik parchalanishi qaytmas reaksiyasiga asoslangan: 1000°C 1050°C SiH4~SiJ..+2H2 Silan usulida epitaksial qatlamlarni o'stirish qurilmasining tuzilishi xlorid usuliga yaqin va monosilan bilan ishlaganda ehtiyotkorlik uchun qurilma havо va nam qoldiqlarini haydash uchun moslamaiar bilan ta'minlangan bo'lishi kerak. Monokristall qatlamlarni 1000°-1050°C temperaturalarda monosilan parchalanishi hisobiga olinadi. Manba sifatida 4%-5%li monosilandan tarkib topuvchi malashma va yuqori tozalikdagi 95%-96% He, Ar yoki H2 gazidan foydalaniladi. Jarayonni o'tkazish davrida vodorodda monosilan zichligi 0,05%-0, 1%, gaz oqirni tezligi 30 sm/s - 50 sm/s. Shu sharoitda o'sish tezligi 0,2 dan 2 mkm gacha o'zgaradi. Usulning kamchiliklari, monosilanning o'z-o'zidan yonishi va portlashi bo'lganligi uchun, maxsus choralar ko'rish kerak. Shuning uchun amalda monosilan vodorodli aralashmada qo'llaniladi. 5%li monosilan aralashmasi o'z-o'zidan yonmaydi. Aralashma bilan ishlash xavfsizlik qoidasi toza vodorod biIan ishlashdagidek.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, Kremniy va germaniy O'suvchi epitakshil qatlamlar ,sifati ko'p jihatdan temperatura va gazodinarnik sharoitlariga bog'liq. Shuning uchun epitaksiya qurilmalariga yuqori talablar qo'yiladi. Epitaksial o'stirish qurilmasi reaktorlar tuzilishiga bog'liq. Ulaming gorizontal va vertikal xillari bor.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Parpiyev N.A., Muftaxov A.G., Raximov H.R. Anorganik kimyo. Toshkent, "O'zbekiston", 2003.
2. Глинка Н.Л., Общая химия, Тошкент, 2007.
3. Q. Axmerov Q., Jalilov A., Sayfutdinov R. Umumiy va anorganik kimyo, Toshkent, "O'zbekiston", 2003. 4. Parpiyev N.A., Raximov H.R., Muftaxov A.G., Anorganik kimyoning nazariy asoslari. Toshkent, 2000.

5. Qodirov N.S., Muftaxov A.G., Norov Sh.Q. Anorganik kimyodan amaliy mashg'ulotlar, Toshkent. 1996.

Internet ma'lumotlari

1. Ziyonet.uz
2. www.uz
3. Google.uz
4. www.xumuk.ru