УДК 621.315.592

КРЕМНИЙ ХЛОРИДИН КАЛЫБЫНА КЕЛТИРҮҮДӨ, АРАЛАШМАЛАРДЫН КВАЗИСТАТИКАЛЫК ПРОЦЕССИ
КВАЗИСТАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИМЕСЕЙ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ХЛОРИДОВ КРЕМНИЕ
QUASI-STATIC PROCESS THE IMPURITIES DURING THE RECOVERY OF THE CHLORIDES OF SILICON

Чотонов Б.Б. – ф-м.и.к., доцент, КРУИА нын “Жалал-Абад илимий” борбору

Аннотация: *Кремний хлоридин калыбына келтирүүдө, аралашмалардын абалдарын квазистатикалык процесс параметри аркылуу аныктоо*

Аннотация: *Определение состояние примесей с квазистатическим примессом параметров восстановлении клоридов кермния*

Annotation: *Determining the state of the impurities with quasi-static parameters premessa the restoration of claridon carmne*

Ачкыч сөздөр: *Квазистатикалык процесс, поликристалл, монокристалл, трихлорсилан, тетрохлорида, экстенсивдүү параметрлер, наноэлектроника, нанотехнология, конденсация, кварц тигелдери ж.б.*

Ключевые слова: *Квазистатическая процесс,поликристалл, монокристалл, трихлорсилан, тетрохлорида, экстенсивная параметр, наноэлектроника, нанотехнология, конденсация, кварцовая тигель и.т.д.*

Key words: *Quasi-static process, polycrystal, monocrystal, trichlorosilane, tetrachloride, extensive option, nanoelectronics, nanotechnology, condensation, quartz crucible, etc.*

Киришүү

Учурда дүйнөлүк окумуштуулар микроэлектроникадан наноэлектроникага карай өнүгүүсүн күчөтүүнү максат кылуу менен тынымсыз эмгектенишүүдө.

Бүгүнкү күнгө бүткүл дүйнө элдеринин наноэлектроникага болгон муктажды дүркүрөп өсүп, 2018- жылы 80% га өсүп жетти. Ал эми электрониканга колдонуучу поли – жана монокристаллдык кремнийди өндүрүүнүн көлөмү бүгүнкү күнгө 150 000 тоннага жетти [1]. Бул дегендик дүйнөлүк коомчулуктун микроэлектроникага болгон суроо талабы 2,5 эсеге өстү дегенди түшүндүрөт.

Азыркы учурда дүйнөлүк көйгөйлөрдүн эң негизгилеринин бири, поли- жана монокристаллдык кремнийди өндүрүү болуп саналат. Ошондуктан бул көйгөйлөрдүн үстүндө илим изилдөө өз актуалдуулугун жоготкон жок.

Микроэлектроникага, наноэлектроникага болгон дүйнөлүк коомчулуктун суроо талабын, канааттандырууну өлкөбүз колго алса болот. Анткени Орто – Азияда жападан жалгыз микроэлектроникага керектелүүчү поли- жана монокристаллдык кремний өндүрүүчү Таш-Көмүр “Солар” заводубуз бар.

Микроэлектроникалык жана наноэлектроникалык приборлордун сапаттуулугу, негизги сырьесунун сапаттуулугуна көз каранды болот. [2].

Ошол себептен бүгүнкү күнү завод өз алдына өндүргөн поликристаллдык жана монокристаллдык кремнийинин сапаттуулугун арттыруу маселесин коюууда. Бул маселе бүгүнкү күнү дүйнөлүк проблемаларга айланды. Мындай проблеманын үстүндө бүгүнкү күнү илимий изилдөөлөр жокко эсе. Ошондуктан КРУИА нын “Жалал-Абад илимий борборунун” окумуштуулары жогорудагы көйгөйлөрдү чечүүгө аракеттенип жатат. Мында

изилдөөчүлөр негизинен кремний кристаллын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу прцессине арналган [5,6,7].

Кремний кристаллдарын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процессинде, системадагы аралашмалардын квазистатикалык процессин (lgKp) аныктоодо өзөкчөгө отурукташтыруучу температуралар 1473(К) - 1573(К) аралыгында системада төмөндөгүдөй реакциялапр жүрөт:

Таблица №1. Аралашма хлориддеринин реакциясы

№	Реакциялар
1	$2AlCl_3+3H2\Leftrightarrow 2Al+6HCl$
2	$2FeCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2Fe+6HCl$
3	$MnCl_2+ H_2\Leftrightarrow Mn+2HCl$
4	$PbCl_2+H_2 \Leftrightarrow Pb + 2HCl$
5	$SnCl_2 +H_2 \Leftrightarrow Sn +2HCl$
6	$CrCl_2 +H_2\Leftrightarrow Cr + 2HCl$
7	$NiCl_2+H_2 \Leftrightarrow Ni+2HCl$
8	$TiCl_4+ 2H_2 \Leftrightarrow Ti + 4HCl$
9	$CaCl_2+ H_2 \Leftrightarrow Ca + 2HCl$
10	$CuCl_2+ H_2\Leftrightarrow Cu + 2HCl$
11	$2BCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2B + 6HCl$
12	$2PCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2P + 6HCl$
13	$2SbCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2Sb+6HCl$
14	$ZnCl_2+H_2 \Leftrightarrow Zn+2HCl$

Аралашма хлориддердин реакцияга кирүүчү температуралардын ар бир кадамы үчүн төмөнкү теңдемелерди колдонуп, физика-математикалык эсептөөлөрдү жүргүздүк:

$$\ln K_p = -\frac{\Delta G_T^0}{RT} \quad (1)$$

Мында R=19,142 квазистатикалык процессинин (lgKp) туратуу коэффициенти болуп эсептелинет. Анда биз (1) - теңдемесин төмөнкүчө өзгөртүп түзүү менен (2)- теңдемесине ээ болобуз:

$$\ell g K_p = -\frac{\Delta G_T^0}{19{,}142 \cdot T} \quad (2)$$

Бул (2) - теңдемени колдонуп, кремний кристаллдарын кремний өзөкчөсүнө отурукташтырууда, хлорид кремнийдин курамындагы бардык аралашмалардын (Al ,Fe, Mn, Pb, Sn, Cr, Ni, Ti, Ca, Cu, B, P,Sb, Zn) абалдарын аныктоо үчүн кристаллдарды отурукташтыруучу температуралар (1473 (К) – 1573 (К)) аралыгынын ар бир кадамы үчүн жүргүзүп, алынган жыйынтыктарын №1 - таблицсасы жана №1-. диаграммасы аркылуу бердик.

Таблица №.1. Кремний кристаллдарын өзөкчөгө отурукташтыруу процессинде, аралашмалардын квазистатикалык процесси

№	Реакция	$\ln K_p$ 1473 (К)	$\ln K_p$ 1474 (К)	$\ln K_p$ 1475 (К)	$\ln K_p$ 1572 (К)	$\ln K_p$ 1573 (К)

1	$2AlCl_3$+3H2⇔2Al+6HCl	-0,030	-0,030	-0,030	-0,028	-0,028
2	$2FeCl_3+3H_2$⇔2Fe+6HCl	-0,002	-0,002	-0,002	0,000	0,000
3	$MnCl_2$+ H_2⇔Mn+2HCl	-0,009	-0,009	-0,009	-0,008	-0,008
4	$PbCl_2+H_2$ ⇔Pb + 2HCl	-0,006	-0,006	-0,006	-0,006	-0,006
5	$SnCl_2$ +H_2 ⇔Sn +2HCl	-0,005	-0,005	-0,005	-0,004	-0,004
6	$CrCl_2$ +H_2⇔Cr + 2HCl	-0,007	-0,007	-0,007	-0,006	-0,006
7	$NiCl_2+H_2$ ⇔Ni+2HCl	-0,002	-0,002	-0,002	-0,001	-0,001
8	$TiCl_4$+ $2H_2$ ⇔Ti + 4HCl	-0,014	-0,014	-0,014	-0,012	-0,012
9	$CaCl_2$+ H_2 ⇔Ca + 2HCl	-0,020	-0,020	-0,020	-0,018	-0,018
10	$CuCl_2$+ H_2⇔Cu + 2HCl	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
11	$2BCl_3+3H_2$⇔2B + 6HCl	-0,018	-0,018	-0,018	-0,016	-0,016
12	$2PCl_3+3H_2$⇔2P + 6HCl	-0,010	-0,010	-0,010	-0,009	-0,009
13	$2SbCl_3+3H_2$⇔2Sb+6HCl	-0,008	-0,008	-0,008	-0,008	-0,008
14	$ZnCl_2+H_2$ ⇔Zn+2HCl	-0,006	-0,006	-0,006	-0,005	-0,005

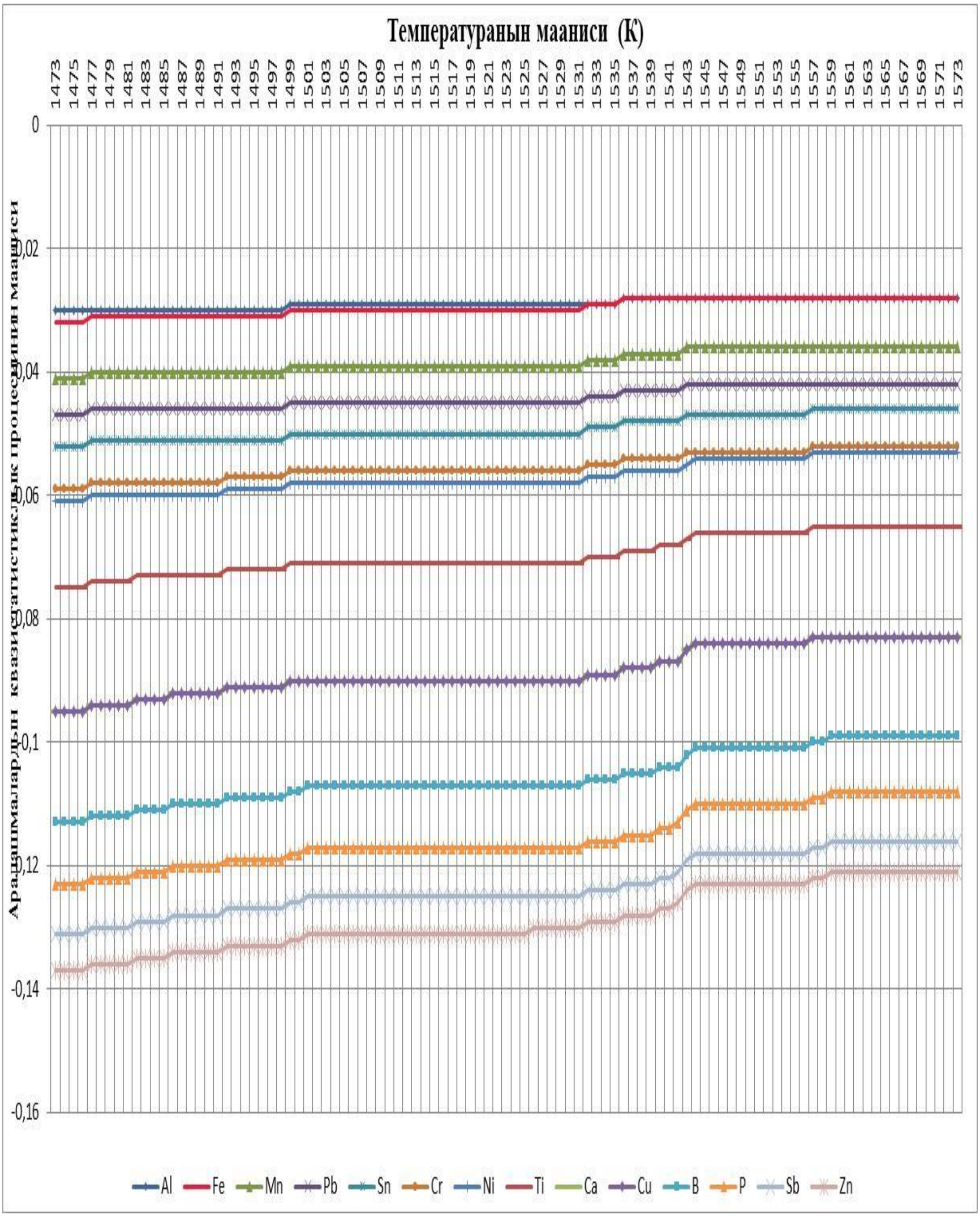

Таблица №1. Кремний кристаллдарынын өзөкчөгө отурукташтыруу прцессиндеги аралашмалардын квазистиклык процесс

Алынган жыйынтыкка карата төмөнкүдөй илимий анализ жүргүзөбүз.

Мында системадагы бардык аралашмалардын квазистатикалык процесстери терс мааниге ээ экендиги жогорудагы таблицада жана диаграммада аныкталды.

-Эгерде системанын квазистатикалык процессинин бирден кичине ($lgK_p<1$) шарты канааттандырылса, анда аралашмалардын кристаллдарынын чыгуу натыйжасы

төмөндөйт.,ал эми аралашмалардын квазистатикалык процессинин бирден чоң (lgK_p>1) шарты канааттандырылса, анда аралашмалардын кристаллдарынын чыгуу натыйжасы жогорулайт [6].

Жогорудагы теорияга карата төмөндөгүбөй корутунду чыгарабыз:Кремний кристаллдарын өзөкчөгө отурукташтыруу процессинде, кристаллдарды отурукташтыруучу температуралар (1473(К)–1573(К)) аралыгынын бардык кадамдары үчүн аралашмалардын квазистатистиклык процесстери бирден кичине (lgK_p<1) шартын канааттандыргандыктан, аралашмалардын кристаллдарынын чыгуу натыйжаларынын төмөндөшү, анык оптимуму жана квазистатикалык процесстеринин оң мааниге ээ болуусу аныкталды [6,7].

Жыйынтыгы:

1. Кремний кристаллдарын өзөкчөгө отуруктштыруу процессинде, бардык аралашмалардын (Al, Fe, Mn, Pb, Sn, Cr, Ni, Ti, Ca, Cu, B, P, Sb, Zn) квазистатикалык процесстери (lgKp <1) шартын канааттандырып, системадагы аралашмалардын кристаллдарынын чыгуу натыйжасынын төмөндөөсү аныкталды.
2. Кремний кристаллдарын өзөкчөгө отурукташтыруу процессинде, системадагы аралашмалардын кристаллдарынын чыгуу натыйжасынын төмөндөөсүн көрсөткөн температурасы (1473 (К)) экендиги аныкталды.
3. Кремний кристаллдарын өзөкчөгө отурукташтыруу процессинде, системадагы аралашмалардын кристаллдарынын чыгуу натыйжасынын төмөндөөсүн көрсөткөн температурасы (1473 (К)) анык оптимум температурасы деп алынды.
4. Кремний кристаллдарын өзөкчөгө отуруктштыруу процессинде, бардык аралашмалардын (Al, Fe, Mn, Pb, Sn, Cr, Ni, Ti, Ca, Cu, B, P, Sb, Zn) квазистатикалык процесстеринин өсүүчү .кендиги аныкталды.

Колдонулган адабияттардын тизмеси:

1. Асанов А.А., Клычбаев Т.Б. “Технология производства кристаллического кремния ”. Бишкек. 2012 ж.с. 6 – 277.
2. Медведов С.А. “ Введение в технологию полупроводниковых материалов. ” М: Высщая школа 1970 – ж. с.5 – 500.
3. Иоффе А.Ф. Физика полупроводников - М-Л.: Изд. Мос. - Лен. 1957.- 486с.
4. Ормонт В.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников.- М.: Изд. Высшая школа. 1968.- 200 с.
5. Чотонов Б.Б. Кремний кристаллын отурукташтыруу процессинде ички энергетикалык абалдары каныгууга ээ болгон аралашмалар ///Эл аралык конф. КР нын эмгек сиңирген ишмери, ф-м. и.д.,проф.Б.А Арапов 70 жашта: ОшМУ нун жарчысы. Вып.II. 2013. №2.-С. 160-162.
6. Чотонов Б.Б. “Поликремнийди өндүрүү процессинде аралашмалардын экстенсивдүү параметрлерин изилдөө жана оптимумун аныктоо” Монография.” Ч.П. Буланов” менчик басмаканасы. Жалал-Абад ш. 13 б.т. 2017.- 206 с.
7. Бекмолдо Чотонов“Исследование термодинамических процессов очистки хлоридов кремния”.- Verl aq / Издатель; LAP LAMBERT Academic Pubшishinq Германия издания (ННБ) / Немецская Национальная Библиотека. Saarbrucken 2017 с.-1-75 /Монография. 2017.- 115с.