УДК 621.315.592.

ИЗО ПОТЕНЦИАЛЫ ӨЗГӨРҮЛМӨЛҮҮ БОЛГОН АРАЛАШМА
ПРИМЕСИ С ПРИМЕНЕНИЯ ИЗО ПОТЕНЦИАЛАМИ
IMPURITIES WITH VARYING ISO POTENTIALS

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

Аннотация: *Кремний кристаллын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процесинде, аралашмалардын абалдарын изопотенциал параметри аркылуу аныктоо*

Аннотация: *Определение состояние примесейв процессе осаждение кремниевых кристаллов с помощьюпараметра изопотенциала*

Annotation: *Determination of the state of impurities during the deposition of silicon crystals using the parameter of the potential*

Ачкычсөздөр: *изопотенциал, поликристал, монокристал, трихлорсилан, тетрохлорида, микроэлектроника, наноэлектроника, нанотехнология, экстенсивдүү параметр*

Ключевые слова: *изопотенциал, поликристал, монокристал, трихлорсилан, тетрохлорида, микроэлектроника, наноэлектроника, нанотехнология, экстенсивное параметров*

Keywords: *isopotential, polycrystal, single crystal, electronics, microelectronics, nanoelectronics, nanotechnology, tetrochloride, trichlorosilane, extensive*

Киришүү

XXI кылым микроэлектрониканын кылымы десек жаңылышпайбыз. Ошондуктан микроэлектроника наноэлектроникага жана нанотехнологияга өсүп жетти. Ал эми заманбап микроэлектроникалардын, наноэлектроникалардын жана нанотехнолгиялардын сапаттуулуктары поли- жана монокристаллдык кремнийдин сапаттуулугуна көз каранды болушат [1]. Ошол себептен, поли- жана монокристаллдык кремнийдин сапаттуулугун арттыруу дүйнөлүк проблемага айланды. Ушундан улам негизги жарым өткөргүчтүү материал болгон поли - жана монокристаллдык кремнийди изилдөө өз актуалдуулугун жоготкон жок.

Жогорудагы проблемаларды чечүүчү уникалдуу завод болуп, "Таш – Көмүр Солар " эсептелинет. Заводдун өндүргөн продукциясынын (поли-жана монокристаллдык кремнийин) сапаттуулугун арттыруу үчүн хлорид кремнийди (трихлорсиланды) $SiHCl_3$тазалоодо төмөндөгүдөй дүйнөлүк эки технологиялык ыкма колдонулат:

1. Хлорид кремнийди (трихлорсиланды) $SiHCl_3$конденсациялоо ыкмасы.
2. Кремнийди кристаллын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу ыкмасы [2].

Мында изилдөө негизинен поли - жана монокристаллдык кремнийди өндүрүүдө экинчи технологиялык ыкмасы болгон кремнийди кристаллын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу поцессине арналды.

Бул багытта бүгүнкү күнү изилдөөлөрдү жүргүзгөн окумуштуулар жокко эсе. Ошондуктан КРУИА нын ТБ гү "Жалал-Абад илимий борборунун" изилдөөчүлөрү, мамлекетибиздин өнүгүүсүн максат кылып, илимий изилдөөлөрдү жүргүзүү менен жогорудагыдай маселелерди чечүүгө аракеттенүүдө.

Бул макалада илимий изилдөөлөр негизинен аралашмалардын кристаллдарынын кремний өзөкчөсүнө отурукташуусун экстенсивдүү параметрлер ыкмасынын жардамында аныктоо пландаштырылган.[3]. Мында бул илимий иштин максаты, кремний кристаллдарын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процессинде, кремний

кристаллдарынын эффективдүү отурукташуучу температуралар (1473 (К) – 1573 (К)) аралыгынын ар бир кадамы үчүн аралашмалардын абалдарын изопотенциал параметри (dG) аркылуу аныктоо.

Ар бир аралашманын кристаллдарынын кремний өзөкчөсүнө отурукташуусун аныктап, андан поли- жана монокристаллдык кремнийдин сапаттуулугун арттыруу үчүн башкарууга жетишүү. Ал эми илимий эсептөөлөр төмөнкү теңдемелер аркылуу ишке ашырылат:

$$dG=dH-TdS \quad (1)$$

Жогорку негизги теңдемеден: биз ар бир чоңдук үчүн төмөнкү теңдемелерди келтиребиз:

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + a(T-298) + b\left(\frac{T^2-298^2}{2}\right) - c\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{298}\right) \quad (2)$$

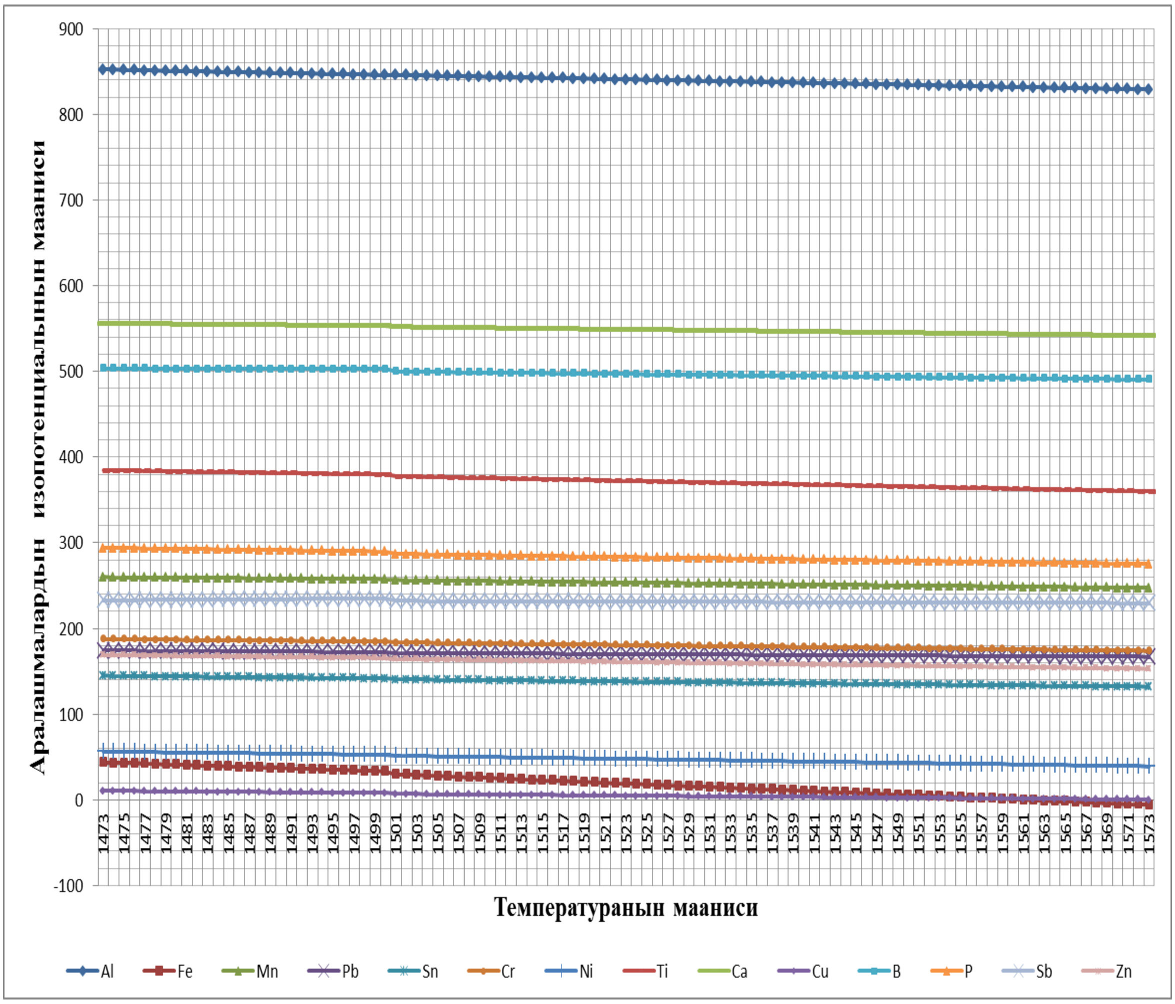
$$\Delta S_T^0 = \Delta S_{298}^0 + a\frac{\ln T}{298} + b(T-298) - \frac{c}{2}\cdot\left(\frac{1}{T^2}-\frac{1}{298^2}\right) \quad (3)$$

$$\Delta G_T = \Delta H^0{}_{298} + \int_{298}^{T} Cp\cdot dT - T\cdot\Delta S^0{}_{298} + \int_{298}^{T}\frac{Cp}{T}\cdot dT \quad (4)$$

Илимий эсептөөлөрдөн алынган жыйынтыктарын төмөнкүдөй табдицалар жана диаграммалар түрүндө беребиз

Таблица №.1 Аралашмалардын кристаллдарын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процессинде алынган изопотенциал

№	Реакция	ΔG (КДж) 1473(К)	ΔG (КДж) 1474(К)	ΔG (КДж) 1475(К)	ΔG (КДж) 1572(К)	ΔG (КДж) 1573(К)
1	$2AlCl_3+3H2\Leftrightarrow 2Al+6HCl$	852,45	852,21	851,70	829,14	828,90
2	$2FeCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2Fe+6HCl$	43,73	43,23	43,23	-5,46	-5,96
3	$MnCl_2+ H_2\Leftrightarrow Mn+2HCl$	259,90	259,78	259,78	247,36	247,23
4	$PbCl_2+H_2 \Leftrightarrow Pb + 2HCl$	174,03	173,97	173,97	166,98	166,91
5	$SnCl_2 +H_2 \Leftrightarrow Sn +2HCl$	144,90	144,78	144,78	132,17	132,05
6	$CrCl_2 +H_2\Leftrightarrow Cr + 2HCl$	187,44	187,34	187,34	173,95	173,82
7	$NiCl_2+H_2 \Leftrightarrow Ni+2HCl$	56,28	56,15	56,15	39,36	39,19
8	$TiCl_4+ 2H_2 \Leftrightarrow Ti + 4HCl$	384,44	384,27	384,27	360,12	359,87
9	$CaCl_2+ H_2 \Leftrightarrow Ca + 2HCl$	556,04	555,93	555,93	541,93	541,79
10	$CuCl_2+ H_2\Leftrightarrow Cu + 2HCl$	10,48	10,39	10,39	0,42	0,33
11	$2BCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2B + 6HCl$	503,19	503,16	503,16	490,53	490,40
12	$2PCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2P + 6HCl$	294,07	293,91	293,91	275,51	275,35
13	$2SbCl_3+3H_2\Leftrightarrow 2Sb+6HCl$	233,08	233,04	233,04	229,56	229,52
14	$ZnCl_2+H_2 \Leftrightarrow Zn+2HCl$	168,92	168,80	168,80	153,06	152,90



Диаг.№ 1. Аралашмалардын кристаллдарын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процессинде алынган изопотенциалдары

Мында алынган диаграммаларга карата төмөндөгүдөй илимий анализ жүргүзөбүз:

-Изилдөөдө темирден (Fe) башка аралашмалардын изопотенциалдары (dG > 0) оң мааниге ээ болушуп, системадагы аралашмалардын атомдорунун чыгуу натыйжалары 93% га төмөндөөсүү алынды.

Системадагы аралашмалардын кристаллдарынын чыгуу натыйжаларынын төмөндөөсү, бул кремний өзөкчөсүнө аралашмалардын кристаллдарынын отурукташуудан четтешине жана сапаттуу тазаланууга дуушар болуусуна алып келген [6].

Мында, системадагы аралашмалардын изопотенциалдарынын (dG) жогору болуусу, атомдордун серпилгичтүү дүүлүгүүсүнүн чоңдугунан жана энергетикалык абалынын (dH >0) оң мааниге ээ болуусунан көз каранды [7]. Ошол себептен, изопотенциалдары (dG) жогору болгон аралашмалар максимумга, изопотенциалдары (dG) төмөн болгон аралашмалар минимумга карай умтулушат.

-Системанын №1.- таблицасында бардык аралашмалардын (Al ,Fe, Mn, Pb, Sn, Cr, Ni, Ti, Ca, Cu, B, P,Sb, Zn) изопотенциалдары (dG) отурукташтыруучу температуралар аралагынын бардык кадамдары үчүн кемүүчү экендиги аныкталды [6,7].

Жыйынтыгы:

1.Кремний кристаллын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процессинде, 93 % аралашмалардын изопотенциалдары (dG> 0) оң мааниге ээ болгондугу алынды.

2.Кремний кристаллын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процессинде, 7 % ды түзгөн темир (Fe,) аралашмасынын изопотенциалы (dG> 0) оң жана терс (dG< 0) мааниге ээ болуусу менен өзгөрүлмөлүү экендиги аныкталды.

3.Кремний кристаллын кремний өзөкчөсүнө отурукташтыруу процессинде, бардык аралашмалардын (Al ,Fe, Mn, Pb, Sn, Cr, Ni, Ti, Ca, Cu, B, P,Sb, Zn) изопотенциалдары (dG) отурукташтыруучу температуралар аралагынын бардык кадамдары үчүн кемүүчү экендиги аныкталды.

Колдонулган адабияттардын тизмеси:

1. АсановА.А., КлычбаевТ.Б. “Технология производства кристаллического кремния ”. Бишкек. 2012 ж.с. 6 – 277.
2. МедведовС.А. “Введение в технологию полупроводниковых материалов.” – М.: Высшая 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. “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.
6. Бекмолдо Чотонов“Исследование термодинамических процессов очистки хлоридов кремния”.- Verlaq / Изд. LAP LAMBERT Academic Pubшishinq Германия издания (ННБ)/ Немецская Национальная Библиотека Saarbrucken 2017 с.-1-75 /Монография. 2017.- 115с.
7. Чотонов Б.Б. “Исследование изопотенциалов примесей хлоридов кремния при процессе водородного восстановления” СибАК Научный журнал.“Инновации в науке” №1 (62) (РИНЦ), С. 89-91 Г. Новосибрск, 28.01.2017.