Чотонов Б.Б.

Тазалоонун ректификациялоо учурунда хлорид кремнийдин ($SiHCl_3$) сапаттуулугуна аралашма хлорид фосфордун (PCl_3) тийгизген таасири

«XXI кылым - микроэлектрониканын кылымы», - деп жарыяланып, аны өнүктүрүүнүн үстүндө илимий изилдөөлөр тынымсыз жүргүзүлүүдө. Микроэлектроника бүгүнкү күндө адам баласынын заманбап жашоо муктаждыктарын канааттандырууда чоң теңдешсиз роль ойноодо. Ал эми микроэлектроникалык приборлор негизги жарым өткөргүчтүү материал болгон поли жана монокристаллдык кремнийден жасалат [1].

Бүгүнкү өнүккөн доордо адам баласы учурдун талабына ылайыктуу, сапаттуулугу өтө жогорку болгон микроэлектроникалык приборлорду талап кылууда. Бул муктаждык поли жана монокристаллдык кремнийдин сапаттуулугуна көз каранды болуп эсептелинет. Ошондуктан, поли жана монокристаллдык кремнийдин сапаттуулугун арттыруу үчүн, анын аралашмаларын түрдүү жолдор менен сапаттуу тазалоо проблемасы келип чыгат. Ал үчүн хлорид кремнийдин аралашмаларынын түрдүү таасирлерин изилдеп ачып, ага карата илимий иш чараларды жүргүзүү бүгүнкү күндүн актуалдуу маселеси болуп эсептелинет. Ушул маселенин негизинде, аралашмалардын бири болгон хлорид фосфордун (PCl_3) хлорид кремнийге ($SiHCl_3$) тийгизген таасирлерин, термодинамикалык эсептөө жүргүзүү аркылуу изилдеп, илимий анализдерди жасоого аракеттендим.

Сапаттуулугу жогору болгон поли жана монокристаллдык кремнийди алуу үчүн, тазалоонун эффективдүү ыкмасы болуп ректификациялоо эсептелинет [2].

Мында тазалоонун ректификациялоо ыкмасы учурунда, термодинамикалык эсептөөлөрдү 573 К ден 798 К ге чейинки температуралык аралыкта илимий анализ жасадык.

Илимий анализдин негизи – хлорид фосфордун (PCl_3) реакциясынын абалын жана багытын так, туура аныктоодо турат.

Хлорид кремнийдин ($SiHCl_3$) составында фосфор аралашмасы хлорид фосфор (PCl_3) түрүндө кездешет [2].

Тазалоонун ректификациялоо учурунда хлорид фосфор (PCl_3) аралашмасы төмөнкүдөй реакциялык көрүнүшкө ээ болот:

$$2P + 6HCl \Leftrightarrow 2PCl_3 + 3H_2 \quad (1)$$

Бул реакцияны мүнөздөөчү чоңдуктар болуп энтальпия (ΔH), энтропия (ΔS) жана Гиббстин энергиясы (ΔG) эсептелинет [3]. Бул чоңдуктарды төмөнкү термодинамикалык эсептөөлөргө тиешелүү теңдемелер аркылуу эсептеп чыгууга болот:

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^{T} (a + bT + cT^{-2})dT \quad (2)$$

$$\Delta S_T^0 = \Delta S_{298}^0 + \int_{298}^{T} \frac{(a + bT + cT^{-2})}{T} dT \quad (3)$$

Мында, a, b, c - эмприкалык турактуулар.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (4)$$

Бул термодинамикалык эсептөөлөрдүн жыйынтыктары төмөнкү таблицалар аркылуу берилди:

Таблица №1

Температура / чоңдук	573 К	648 К	723 К	750 К	798 К
ΔH	4,91	6,57	8,96	6,61	10,34
ΔS	-179,20	-170,20	-175,94	-175,74	-173,98
ΔG	110,45	112,64	136,16	138,42	149,18

Бул таблицадан улам алынган сан маанилерин график түрүндө төмөнкүчө көргөзөбүз:

Бул графиктерге карата төмөндөгүчө илимий анализ жүргүзөлү:

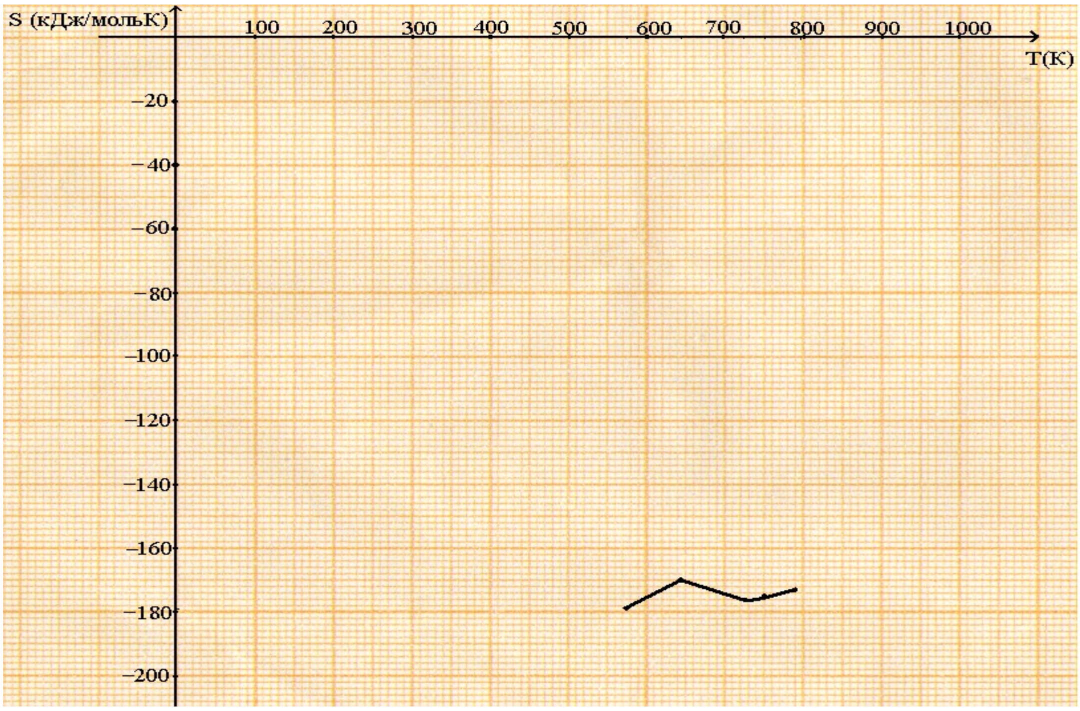
1-графикте системанын энтальпиясы көргөзүлгөн. Мында графиктеги ийри сызык аралашма хлорид фосфордун (PCl_3) энергетикалык деңгээлин мүнөздөөчү сүрөттөлүш болуп эсептелинет.

Эгерде системанын энергетикалык деңгээли канчалык төмөн болсо, анда системадагы реакциянын жүрүшү ошончолук начар абалда болот [3].

Демек, хлорид кремнийдеги ($SiHCl_3$) хлорид фосфордун энергетикалык деңгээли төмөн болгондуктан, анын реакциясынын энергиясы жеткиликсиз болуп, тазалоонун ректификациялоо учурунда тазалануууга татаал шарт түзөт. Хлорид фосфордун (PCl_3) реакциясы интенсивдүү болуусу үчүн системанын энтальпиясын жогорулатуу зарыл болуп эсептелет.

1-график. Энтальпиянын температурадан көз карандылыгынын графиги.

Ал эми системанын энтропиясына ΔS төмөнкүдөй анализ жүргүзөбүз:

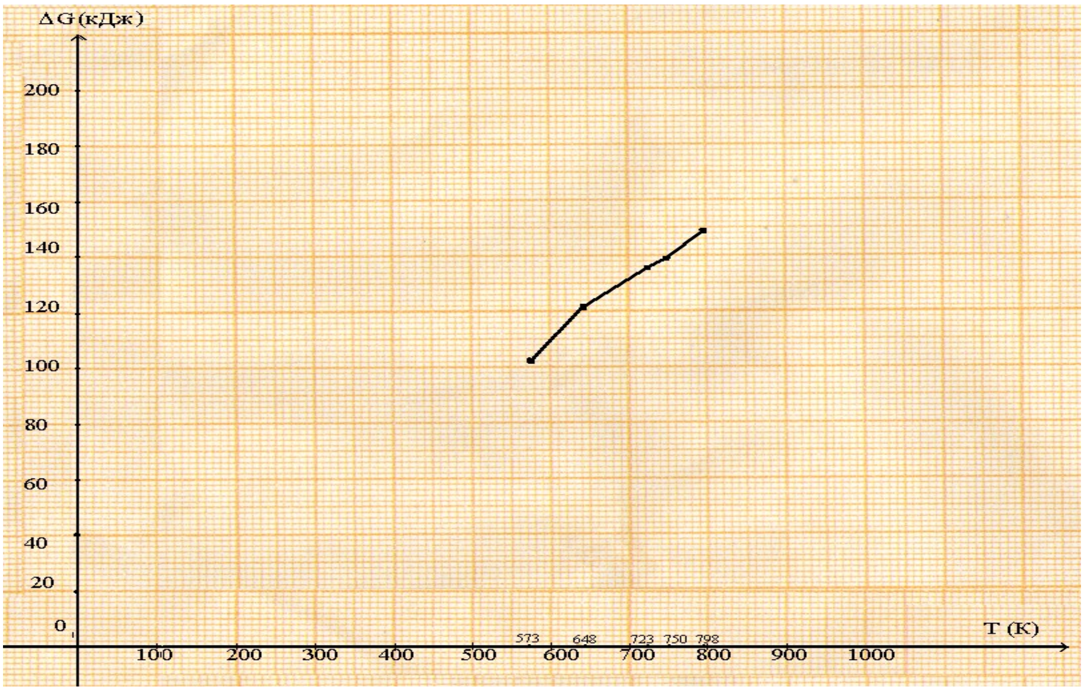


2-график. Энтропиянын температурадан көз карандылыгынын графиги.

Бул 2-графикте бардык каралган температурада системанын энтропиясы (ΔS<0) терс мааниге ээ болгондугу аныкталды. Эгерде системанын энтропиясы (ΔS<0) нөлдөн кичине болсо, анда ал системанын баш аламандуулугу, хаотикалык таралуусу азаят да аралашмалардын реакцияга кирүүсүнө тоскоолдук берет [3].

Бул илимий теориянын негизинде хлорид кремнийдин ($SiHCl_3$) составындагы хлорид фосфордун (PCl_3) энтропиясы (ΔS<0) нөлдөн кичине болуу шартына ээ болгондуктан, системадагы хлорид фосфордун (PCl_3) башаламандуулугу азайып, реакцияга кирүүсүнө шарт түзүлбөй калган, о.э. ал тазаланууга тоскоолдук берет. Демек, хлорид фосфор (PCl_3) оор тазалануучу экендигин аныктадык. Хлорид фосфорду (PCl_3) реакцияга киргизүү жана сапаттуу тазалоо үчүн анын энтропиясын (ΔS) жогорулатуу зарыл.

Акыркы 3-графикке анализ жүргүзөбүз: мында бардык анализдөөчү температурада Гиббстин энергиясы оң маанилерди берген.



3-график. Гиббстин эркин энергиясынын температурадан көз карандылыгынын графиги.

Эгерде Гиббстин энергиясы ($\Delta G>0$) нөлдөн айырмалуу болсо, анда ал системада реакциянын жүрүшү нөлгө жакын болот [2;4]. Бул теориядан улам системанын Гиббстик энергиясы $\Delta G>0$ деген шартты канааттандыргандыктан, ал эми хлорид фосфор реакцияга кирбей, ал хлорид кремнийден бөлүнбөй конденсатта кармалып калат.

Аралашмалар канчалык көп конденсатта кармалса, ал аралашма негиз кылып алынган материалдын составынан бөлүп алууга оорчулук түзүлүп, сапаттуулукка терс таасирин тийгизет [1;2].

Демек, хлорид кремнийдин ($SiHCl_3$) составында хлорид фосфор (PCl_3) тазалоонун ректификация учурунда реакцияга кирбей, конденсатта кармалып, хлорид кремнийден начар бөлүнүүчү зат болуп, поли жана монокристаллдык кремнийдин сапаттуулугун бузат да, оор тазалануучу аралашма деп эсептелинет.

Жыйынтык:

1. Тазалоонун ректификациялоо учурунда аралашма хлорид фосфорду хлорид кремнийдин составынан сапаттуу тазалоо үчүн, системанын энтальпиясын, энтропиясын жогорулатып, системаны реакцияга киргизүү керек.
2. Тазалоонун ректификациялоо учурунда хлорид фосфор поли жана монокристаллдык кремнийдин сапаттуулугуна терс таасирин тийгизет жана ал оор тазалануучу аралашма деп аталат.

Адабияттар

1. Медведов С.А. Введения в технологию полупроводниковых материалов. –М.: Высшая школа, 1970. – 449 с.
2. Угай Я.А. Введение в химию полупроводников. – М.:, Высшая школа, 1975. -292с.
3. Ормонт В.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. – М.: Высшая школа, 1968.- 200с.
4. Кудайбергенов Т.Т., Рысмендиев К.Р., Асанов У.У. Жалпы химия жана элементтердин химиясы.- Бишкек,1994. -254с.

* * *