**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТЕТРАХЛОРИДА КРЕМНИЯ**

**СУБХЛОРИДОМ АЛЮМИНИЯ**

***Р.А. Закиров, О.Г. Парфенов***

*ФГБУН Институт химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН)****,*** *Красноярск*

В альтернативных Siemens-процессу металлотермических способах производства SOG-Si исследователями применяются в качестве восстановителя кремния главным образом Zn, Mg или Na. Применение Al в качестве восстановителя ограниченно из-за низкого давления его паров и, как следствие, необходимостью проведения восстановления в расплаве и последующего разделения кремния и алюминия.

Сущность процесса субхлоридного восстановления заключается в применении летучего соединения одновалентного алюминия, образующегося по реакции: $2Al+ AlCl\_{3} \rightarrow 3AlCl$ при температуре выше 900 °С. Процесс восстановления тетрахлорида кремния можно описать уравнением: $SiCl\_{4}+ 2AlCl \rightarrow Si+2AlCl\_{3}$.

|  |
| --- |
| TM-1000_0467-2-(x100).jpg |
| Рис.1. Кремний, полученный восстановлением SiCl4 субхлоридом алюминия (AlCl) |

Хлористый алюминий, имея относительно низкую температуру сублимации (180 °С), конденсируется отдельно от компактно образующихся кристаллов кремния, достигающих нескольких миллиметров в длину (рис. 1). Помимо игольчатых кристаллов, при повышенной температуре образуется фракция мелкодисперсного кремния с субмикронным размером частиц. Анализ состава показал, что наиболее чистыми по алюминию являются крупные игольчатые кристаллы кремния, в то время как мелкодисперсный продукт содержит до 2-3% Al.

Преимущество субхлоридного алюминотермического способа восстановления кремния из его хлорида заключается в следующем:

* обладая близкими к металлическому алюминию восстановительными свойствами, субхлорид алюминия используется как восстановитель в газовой фазе, что позволяет интенсифицировать процесс смешения его с парами тетрахлорида кремния и эффективно разделять между собой продукты реакции восстановления и рециклировать соединения алюминия.
* локальный характер осаждения кристаллов кремния делает возможным организовать непрерывный процесс восстановления, в отличие от Siemens-процесса.

Выход крупнокристаллического кремния в лабораторной установке составил около 30% при мольном соотношении [AlCl]:[SiCl4] равном 1,5. Элементным анализом на электронном микроскопе Hitachi TM-1000, масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent ICP-MS 7500a и структурным анализом на спектрометре PANalytical X'Pert PRO примесей алюминия выявлено не было.