

## 국내 규석광으로부터 고순도 실리콘 제조를 위한 정련 공정에 관한 연구

\*문 병문, 김 강준, 구 현진, 박 동호, \*\*류 태우

### Research for refining processes to produce high-purity polycrystalline silicon from domestic quartzite mine

\*Byung Moon Moon, Gangiune Kim, Hyun Jin Koo, Dong Ho Park, \*\*Tae U Yu

2010년 약 19.5 GWp 의 규모로 성장한 태양광 시장의 주요 소재는 실리콘을 이용한 태양전지이며, 고성능 및 고효율 태양 전지 시장이 급성장 하였다. 이러한 고품질 태양전지에 사용되는 주요 원료인 9N 급 폴리실리콘은 2008년 4월 \$265/kg 까지 상승하였으나, 점차 하향안정세에 있으며, 급속한 가격 경쟁을 통해 당분간 장기공급가가 50\$/kg 이하로 하락할 것으로 전망 된다. 이러한 실리콘 제조기술 중 가장 많이 사용되는 기술은 Trichloro-silane (TCS) 또는 Mono-silane (MS)를 사용하는 기상법인 일명 Siemens 공정이다. 이러한 기상법의 경우 12N 이상의 초고품질 실리콘 제조가 가능하나, 대규모의 설비투자(1 억원/폴리실리콘 1톤)와 높은 에너지(120 kWh/kg)가 요구된다.

이에 최근 기상법이 아닌 야금학적인 정련법에 대한 기술이 개발되고 있으며, 이는 금속 실리콘을 슬래그 처리, 편석 분리, 응고 급랭, 전자빔, 플라즈마 등을 이용하여 정련하는 공정을 말한다. 야금학적 정련법은 순도 면에서 기상법에 비하여 낮은 단점이 있음에도 불구하고, 여러 장점들로 인해 활발히 연구되며 점차 실용화 되고 있는 매우 유용한 기술이다. 야금학적 정련법의 주요 장점은 기상법에 비해 약 25% 정도의 설비 투자비로 가능하고, 금속 실리콘을 직접 사용하며, 에너지 payback이 짧다. 또한, 산 및 염화실렌을 사용하지 않으므로 환경 문제를 적게 야기하고, 생산설비의 확장성도 매우 높다.

본 연구에서는 국내 규석광을 이용하여 일련의 정련 공정을 거쳐 고순도SG(Solar Grade)급 실리콘을 제조하고자 하였다. 실리콘 용융 환원로를 개발하고 순도를 높이기 위해 슬래그정련법을 이용하였으며, 생산된 3N 급의 금속 실리콘을 비기상법 정련 방식인 일방향 응고와 플라즈마 정련 및 전자기유도 용해법을 이용하여 고순도의 실리콘을 제조하였다. 본 연구에서는 상업생산을 개시한 외국의 E사와 비교하여 산침출공정을 거치지 않으므로 실리콘회수율 및 환경부하 절감의 장점을 갖고 있으며 최종 순도 실리콘 6N 이상, 보론 함유량 0.2 ppm 이하를 달성하였으며, 기존 기상법 대비 약 20%의 전력 감소와 약 13%의 금속실리콘 원료 절감 효과가 있었다. 저가/고순도 SG급실리콘의 제조기술 개발은 향후 세계 태양광 시장에 대한 경쟁력을 확보하고, 시장 점유율 상승에 기여할 수 있으며, 산업 확대를 통한 주변 산업으로의 파급 효과가 매우 클 것으로 예상된다.

**Key words** : Polycrystalline silicon(폴리실리콘), metallurgical refining processes(야금학적 정련공정), slag treatment (슬래그 처리), directional solidification(일방향 응고), plasma refining(플라즈마 정련)

**E-mail** : \*moonbm@kitech.re.kr