

PG4 실리콘웨이퍼 부산물을 이용한 규불화소다(Na_2SiF_6) 의 제조와 금속용제의 특성

신학기

경남정보대학 신소재응용화학과

1. 서 론

철, 알루미늄과 같은 금속을 용광로에 넣어서 용융시킬 때 에너지의 소비가 많이 소모되므로 제조비용이 증가하게 되어 경쟁력을 상실하고, 대기 공해를 유발시켜 작업 환경을 오염시킨다. 이로 인하여 고온과 대기공해로 인하여 금속산업의 근무를 기피하므로 작업자들의 부족으로 인하여 산업이 쇠퇴할 뿐만 아니라 국제적인 경쟁력의 상실로 인하여 국가 기간산업이 무너지게 되는 심각한 현상이 일어나게 된다. 따라서 금속업체에서는 환경친화적인 사업장으로 전환시키기 위해서는 용융온도를 저하시켜야 하며, 금속이 용융할 때 유해가스가 누출되지 않아야 한다. 이러한 조건을 고려하여 금속의 용융온도를 저하시키기 위하여 融劑를 사용하는데 초기에는 형석(CaF_2)을 사용하였다. 형석은 자연에서 풍부하게 존재하므로 가격이 저렴한 특성을 갖고 있다. 그러나 형석은 불소 원소를 많이 함유하고 있으므로 불소의 유해가스가 발생하며, 용융 시에 용광로의 내화물을 부식시키므로 고가의 용광로의 수명을 단축시키는 단점을 갖고 있다. 이러한 단점으로 인하여 형석은 용제로서 가격은 저렴하지만 부수적인 피해로 인하여 용제로서 가치를 상실하게 되었다. 그 후에 형석 대신에 불화소다(NaF)에 각종 첨가제를 혼합하여 환경친화성 용제로 사용되어 왔으며 현재도 고온에서 용융시키는 철과 같은 금속에서는 여전히 사용되고 있는 실정이다. 불소의 함량이 높을수록 용융온도를 저하시키는 효력이 우수하지만 불소의 발생으로 인하여 대기공해의 오염, 내화물의 부식과 같은 현상이 일어나므로 용융온도가 낮은 알루미늄, 구리, 아연과 같은 금속에서는 NaF 와 같은 용제는 적당하지가 않다. 이러한 금속에는 불소의 함량이 적으며 용제로서 특성이 우수한 규불화소다(Na_2SiF_6)가 가장 이상적이다. 일반적으로 용제의 역할은 주로 알칼리금속(Na , K)과 알칼리토류 금속(Ca , Mg)등과 불소이온이 고온에서 금속의 결정구조에 침투하여 결정구조를 분리시키므로 용융온도를 저하시키게 된다. 이때 알칼리금속은 실리카, 알루미늄으로 구성되어 있는 내화물에는 손상을 주지는 않지만, 불소는 용제의 역할도 담당하면서 내화물의 부식을 초래하므로 사용시에 상당한 주의가 요구된다.

따라서 본 연구에서는 브라운관, 실리콘 웨이퍼를 제조하는 업체에서 부생되는 불산을 사용하여 규불화소다(Na_2SiF_6)를 제조하기 위한 조건을 추구하고 이어서 성분에 따른 용제의 특성을 조사하므로써 폐기되는 불산의 부산물의 활용도를 조사하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

실리콘 웨이퍼의 표면을 세척하고 폐기된 HF에는 실리콘이 용해되어 있으므로 여기

에 함유되어 있는 Si는 ICP로 분석하고 HF는 이온크로마토그래피를 사용하여 정확하게 분석하였다. 이어서 HF의 농도를 15%~30%로 조정하고 HF의 농도에 따른 SiO₂의 용해도와 pH의 변화에 따른 Na₂SiF₆의 결정상을 조사하기 위하여 99% SiO₂를 용해시키고 나서 20% NaOH를 사용하여 다양한 pH로 변화시켰다. pH에 따른 결정상은 XRD로 결정하였고, 이상적인 시성식은 XRF를 사용하여 가장 이상적인 조건을 추구하고 있다. 이어서 NaCl, 칠레초석을 규불화소다에 다양하게 첨가하여 용제로서 특성을 조사하였다.

3. 결 론

3.1. HF의 농도와 실리카의 용해도

HF의 농도가 높으면 실리카가 용해할 때 발열반응이 일어나서 HF의 증발이 일어나고, HF의 농도가 약하면 실리카의 용해가 잘 일어나지 않으므로 가장 이상적인 HF의 농도와 실리카의 양을 산출한 결과에 의하면 HF는 20%가 가장 이상적이었다. 그리고 HF에 용해되지 않고 남아 있는 실리카의 결정상은 -SiO₂ 이었다.

3.2. Na₂SiF₆의 석출 조건

실리콘웨이퍼에서 폐기되는 HF에는 실리카가 약 10% 정도 함유되어 있었으며, Si:F의 양론적인 몰비를 1:6으로 고정 한후에 NaOH를 사용하여 pH를 조정하여 양론적인 규불화소다를 제조하였다. 이 때 pH=6 이상이면 NaF의 결정상이 생성하며, pH=6 이하이면 순수한 규불화소다가 생성되었다.

4. 요 약

실리콘웨이퍼 제조공정에서 폐기되는 HF에는 순수한 실리카만 함유되어 있지만 브라운관 업체에서 폐기되는 HF 폐액에는 유리의 조성에 따라서 다양한 성분들이 소량씩 함유되어 있다. 몰비로 Si:F=1:6이 되도록 조정한 후에 20% NaOH를 사용하여 pH를 6으로 조정하여 규불화소다를 얻고, 이어서 pH를 9로 조정하여 NaF를 얻었다. 규불화소다에 NaCl, 칠레초석을 다양하게 첨가하여 금속 용제로 사용한 결과에 의하면 규불화소다의 양이 증가할수록 용제의 특성은 우수하였고, 가장 이상적인 첨가량은 50%~60%이었다. 따라서 각 공정에서 폐기되는 HF는 Na₂SiF₆와 NaF를 제조함으로써 재활용이 가능하였다.