

폐슬러지를 이용한 SiC를 합성하기 위한 열역학적인 고찰

최미령, 김영철

한국기술교육대학교 신소재공학과

초록

Si 웨이퍼제조 시 나오는 폐슬러지에서 SiC 연마재와 절삭유를 분리해내면 Si 분말을 얻을 수 있다. 본 연구에서의 SiC는 폐슬러지 Si 분말에 C 분말을 혼합하여 제조할 수 있다. Si-C-O 3성분계는 Si, SiO₂, SiC, C 4개의 응축상과 CO, SiO, CO₂, O₂ 4개의 기체상이 가능하고 생성물들 간의 평형관계를 깃스 자유에너지에 의해 평형 반응식이 계산되어질 수 있다. 계산된 평형 반응식은 2개의 SiO, CO 분압이 각각 X, Y 좌표평면에 나타나는 상안정도를 그려볼 수 있다. 상안정도에서 자유도가 2인 경우는, SiO₂가 불안정하므로 SiC와 C가 공존하는 영역에서 온도를 독립 변수로 놓으면 나머지 독립 변수는 SiO 나 CO 기체 분압 둘 중 하나가 되어 하나의 직선으로 나타낼 수 있다. 직선을 경계로 각 응축상들의 안정영역을 하나의 좌표평면에 나타낸 후 온도에 따른 SiC의 안정영역을 알아본다.

1. 서론

SiC는 우수한 특성으로 인해 고온구조용 재료나 연마용 재료로 사용되고, 최근에는 반도체용 재료로도 사용된다. 본 연구에서는 Si 웨이퍼 제조 시 발생하는 폐슬러지에서 SiC 연마재와 절삭유를 분리한 후 얻어진 Si 분말에 C 분말을 혼합하여 SiC를 제조한다. 대표적인 SiC 제조법인 Acheson법은 SiO₂와 C의 합성으로 이루어지는 데 비해 본 연구에서의 SiC는 Si 분말과 C 분말을 합성한다. 즉, 두 방법의 차이점인 산소의 영향이 계에 작용할 것인가를 알아보기 위해 열역학적인 고찰을 하는 데에 본 연구의 목적이 있다고 할 수 있다. 또한 본 연구에서 사용되는 Si 분말은 폐 슬러지를 이용하므로 재활용이라는 측면에서 앞으로 더 활발한 연구가 기대되는 부분이다.

2. 열역학적 고찰

Si-C-O 3성분계는 Si, SiO₂, SiC, C 4개의 응축상과 CO, SiO, CO₂, O₂ 4개의 기체상이 가능하고 생성물들 간의 평형관계를 깃스 자유에너지에 의해 평형 반응식을 계산하여 SiO, CO 분압이 각각 X, Y 좌표평면에 나타나는 상안정도를 그려보고 깃스의 상률에 독립변수를 고정하여 반응 평형식을 상안정도에서 각 응축상과 기체상의 반응평형식이 이루는 직선을 그리고 생성물 중 SiC, SiO₂, C 3개의 상이 공존할 때, 충분한 산소가 공급되지 않으면, SiO₂가 불안정한 영역이 되어 SiC와 C가 안정한 영역에 위치하게 된다.

3. 결과 및 고찰

상안정도를 토대로 SiC의 생성량을 알아보기 위해 1L의 반응기에 펄스러지에서 얻어진 Si 10 g과 몰수로 10% 과량 첨가된 4.62 g의 C 분말을 넣고 진공상태의 1673K에서 반응시켜 생성된 SiC와 소모된 C의 양을 계산한다.

4. 결론

깁스 자유에너지 계산을 통해 온도에 따른 SiO₂, SiC, C의 안정영역과 세 개의 상이 동시에 존재하는 A점의 열역학적인 상태를 통해 미량의 SiO₂만 존재하여도 계에 필요한 산소가 충분히 공급되므로 상안정도에 나타난 A점이 SiC와 C의 경계선으로 이동하지 않는다는 것을 알 수 있다. 온도가 증가함에 따라 A점이 SiO, CO 분압이 증가하는 쪽으로 이동함을 알 수 있고, 계에 미칠 수 있는 기체상인 SiO, CO, CO₂, O₂의 양을 온도별로 계산해 본 결과 CO₂, O₂는 무시 할 만큼 작기 때문에 SiO와 CO의 분압만을 고려하여 산소의 활동도를 계산한다. 왜냐하면 두 기체상이 모두 산소를 포함하므로 산소의 활동도가 정해지고, 자연스럽게 Si와 C의 활동도 또한 결정된다.

참고문헌

- [1] Vladimir D. Krstic, "Production of Fine, High-Purity Beta Silicon Carbide Powders," *J. Am. Ceram. Soc.*, 75 [1] 170-74 (1992).
- [2] G. Petzow, S. Prochazka, SiC Ceramics, pp. 9-29, Uchida Rokakuho Pub., Tokyo, 1988.