SiC 단결정 성장 (승화법을 중심으로)

방 욱
한국전기연구소 전력반도체그룹
Tel: 055-280-1621, FAX: 055-280-1590, email: bahng@keri.re.kr

SiC는 광대역 반도체 재료로서, 최근 Si을 기반으로 한 반도체소자의 급속한 발전으로 그 물리적 한계치에 근접함에 따라 이를 극복할 수 있는 고출력, 고주파 소자재료로 GaN등과 함께 각광받고 있다. 또한 그 물리적, 화학적 특성으로 소자의 저손실화를 도모할 수 있고, 내환경·내열 특성이 우수하여 차세대 반도체 재료로 많은 연구가 진행되고 있다. 이러한 우수한 물성에도 불구하고 SiC를 기반으로 한 반도체 소자의 상용화가 아직 미진한 것은 단결정 성장기술이 아직 발전하지 못하여 양질의 기판을 제조하기 어려운 것이 가장 큰 이유이다.

본 발표에서는 여러 가지 SiC 단결정 성장 방법을 소개하고 그 장단점에 대해 간략히 논의한다. 그리고 그중 반도체용 기판제조에 가장 적합한 승화법에 의한 SiC 단결정 성장법의 제반 사항 및 특히, 단결정의 고품질화를 위한 연구중 도가니 구조의 영향을 실험결과와 함께 발표하고자 한다.

SiC의 경우에는 용액성장이 불가능하므로, 승화법을 통하여 단결정 성장이 이루어진다. 그림 1에 나타낸 것처럼 상대적으로 고온부에 원료물질인 SiC 분말을 위치시키고, 저온부에 종자정을 위치시켜 고온부에서 승화된 물질이 저온부에서 재결정화과정을 거쳐 단결정으로 성장되도록 한다. 도가니의 구조는 여러 가지 형태가 사용되고 있으나, 본 연구에서는 그림 1 (a)와 같은 기본적인 형태의 도가니를 사용하였다.

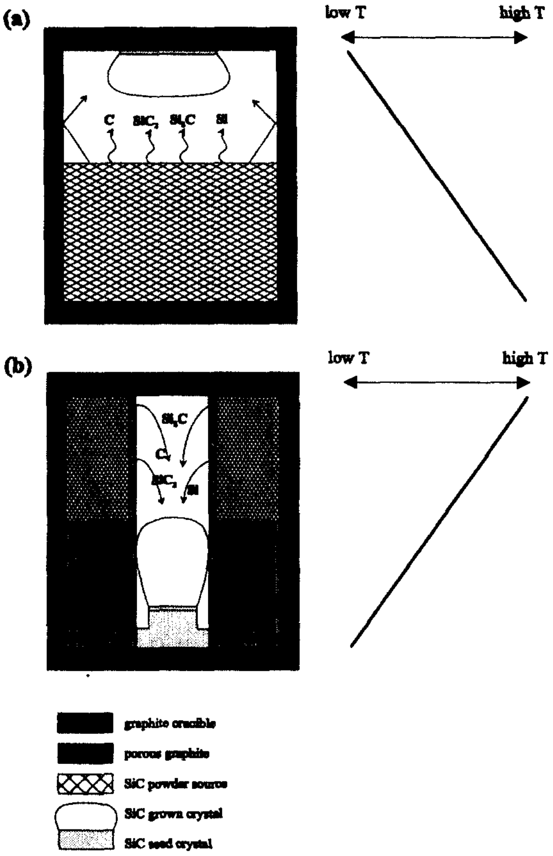

그림 1. 승화법에 의한 SiC 단결정 성장 모식도

작은 종자정으로부터 직경이 큰 단결정을 얻기위해서는 종자정보다 큰 도가니를 사용하여야 하는데, 이 경우 종자정이 위치하지 않은 부분에서 다결정이 같이 성장하여, 단결정과 다결정의 경계부분에서 많은 결함을 유발시키는 것으로 알려져 있다. 도가니의 구조를 변화시켜, 단결정의 횡방향 성장속도를 향상시켜 대구경화를 촉진하는 방법, 단결정과 다결정을 분리하여 성장시키는 방법등에 대해 연구하였다. 그림 2는 다결정과 단결정을 분리하여 성장시킨 결과이다. 중심부에서는 spiral growth에 의한 단차(step)들을 확인할 수 있으며, 결정의 형태는 a축방향으로 facet이 잘 발달된 육각형 형태임을 알 수 있었다. 이러한 결과들이 SiC 단결정의 고품질화에 기여할 수 있음을 확인하였다.

그림 2. 다결정과 분리하여 성장된 SiC 단결정 ingot.