

## $\beta$ -SiC에서의 3C $\rightarrow$ 6H 상전이 3C $\rightarrow$ 6H Phase Transformation in $\beta$ -SiC

서원선, 이명현

요업기술원

### 1. 서론

탄화규소에는 많은 poly type이 존재하고 그것들은 소결 또는 열처리 할 때에 쉽게 형성된다는 것이 알려져 있다. 국부적인 poly type의 존재는 탄화규소의 전기적 또는 기계적 물성에 나쁜 영향을 미치어 탄화규소의 폭넓은 응용에 제한이 되고 있기 때문에 탄화규소의 상전이 메카니즘과 그것에 영향을 미치는 인자를 규명하는 것은 중요한 연구 과제 중의 하나이다. 탄화규소의 상전이는 적층결함밀도, 불순물의 농도, 출발물질의 형상 등이 밀접하게 관계를 갖기 때문에 주의 깊은 실험이 필요하다. 탄화규소의 상전이 메카니즘은 크게 주기적인 slip 메카니즘, 확산재배열에 따른 변위 메카니즘, 각종 전위 메카니즘을 종합한 dislocation 메카니즘의 3개가 제안되어졌다. 그러나 실험적으로 이 3개의 메카니즘을 구별하는 것은 명확한 증거가 없고 질이 좋은 단결정의 입수가 곤란하기 때문에 메카니즘이 제안된 30년 가까이 결론이 나지 않았다. 최근의 고분해능 전자현미경을 중심으로 하는 분석방법의 발전과 단결정 제작술의 발달로 탄화규소의 상전이 메카니즘과 상전이에 영향을 미치는 인자를 밝힐 수 있게 되었다.

### 2. 실험

(100)면의 Si 단결정 기판위에 epitaxial 성장시킨 (100)면의 3C-SiC 단결정 박막(박막두께 7~8 $\mu$ m, sharp(주))을 사용하여 2000~2300 $^{\circ}$ C, 0~3 시간, Ar 분위기 중에서 열처리를 행하여 6H-SiC에 상전이를 일으켰다. 열처리한 시료는 X선 회절과 HRTEM에 의한 상분석과 AFM과 SEM에 따른 미세구조를 관찰하였다.

### 3. 결과

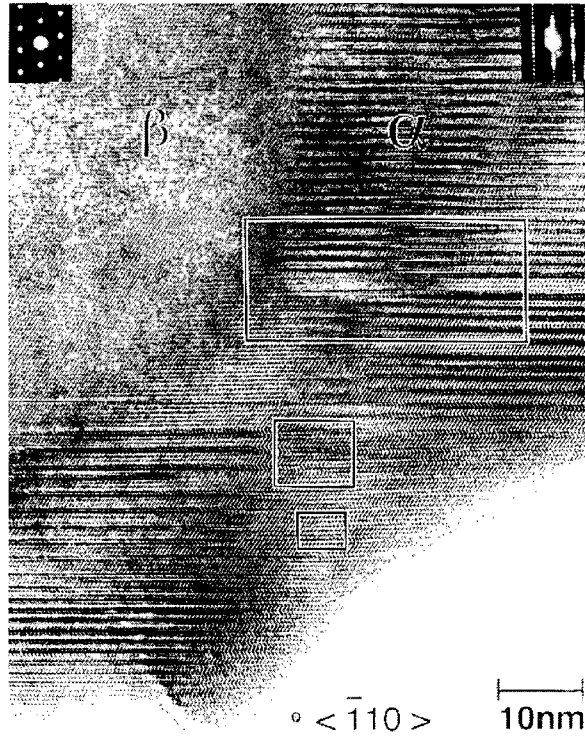
(1) 기존의 상전이 메카니즘에 관한 문제점

탄화규소의 상전이에 관한 연구는 약 반세기전부터 여러 연구자들의 뜨거운 관심이 되어 다수의 논문이 보고되어졌다. 그 중에서 X선을 사용한 고전적 연구에 따라 dislocation에 기인하는 주기적인 slip 메카니즘과 전이면에서 원자의 확산 재배열에 따른 변위 메카니즘이 제안되었다. 또한 투과전자현미경을 이용한 최근의 연구로부터 주기적인 slip 메카니즘에 Frank-Read의 전위증식 메카니즘을 수용한 전위 메카니즘이 보고되어졌다. 그러나 본 연구의 고분해능 투과전자현미경관찰과 X선 회절을 이용한 실험에 따르면, 상전이 전후의 결정형태 변화가 관찰되었다. 또한 적층결합이 존재하는 부분에서 적층결합의 확산을 통하지 않고 직접 상전이가 발생하는 곳과 전이면에서  $1/6[211]$ 의 dislocation이 직접 관찰되는 것은 기존 메카니즘으로 설명이 불가능하다는 것을 나타내고 있다. 그러므로, 탄화규소에 있어서  $3C \rightarrow 6H$ 에로의 새로운 상전이 메카니즘의 창출이 요구되어진다.

## (2) 새로운 상전이 메카니즘

2000~2200℃에서 열처리한 시료에서는 상전이가 일어나지 않고 3C-SiC [100] 단결정을 보유한 상태로 [100] 방향으로 발달한 십자가 모양의 요철이 심한 표면을 형성하며 결정성장시에 발생한 strain, 결함 등이 완화 및 소멸하였다. 2300℃이상의 온도에서 열처리한 시료에는 박막의 형태가 깨지고 십자가형의 입자모양으로 변형하였다. 3C-SiC에 발생한  $1/6a_0[211]$  부분전위는  $\langle 110 \rangle$  방향에 있어서 (111) 적층면의  $a/3$ slip으로 관찰되었다( $a$ 는  $SiC_4$  또는  $CSi_4$  사면체의 한 변의 길이). 주기적으로 어떤 층의  $1/6a_0[211]$  전위와 그것에 연속적인 층의 전위에 의해 3C-SiC의 slip 면을 중심으로 쌍정을 형성한다. 이것이 탄화규소의  $3C \rightarrow 6H$ 에로의 상전이의 주된 메카니즘이다.

(A)



(B)

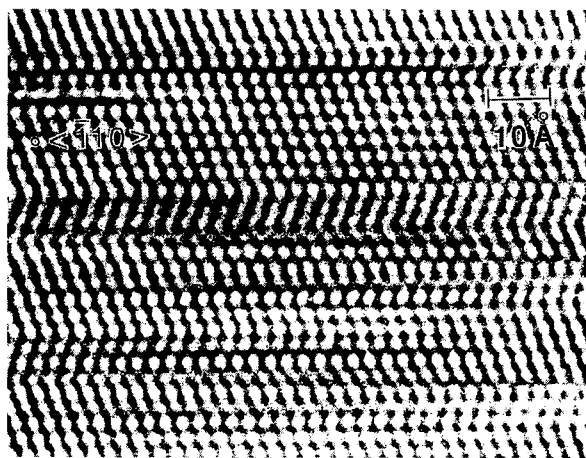


Fig. 1. TEM photographs of partially transformed SiC  
(a) Low magnification (b) Lattice image of the area shown as a rectangle.