

Thermal CVD 방법에 의한 SiC 동종박막 성장에 관한 연구

장성주, 설운학, 정준익, 정영운, 정문택
 동신대학교 물리학과

서 론 : 현재, 특히 내환경소자 분야에 있어, Si-소자는 그의 물성상의 제한때문에 이론적 성능한계에 이르르고 있다. 근래에 이르러 우주탐사, 지저탐사, 자동차 engine주변 등의 고온환경, 우주 또는 원자로주변 등의 방사선환경 및 초고전류·전압 등의 첨단기술 분야에서는, 증래보다 더욱 가혹한 환경(초환경)에 직면하게 되어 이러한 환경에 적합한 첨단적인 차세대 반도체 소자의 실현이 강하게 요구되고 있다. 본 연구에서 수행하는 SiC는 우수한 물성을 갖고 있는 wide-bandgap 반도체로서, 이상의 요구에 부응할 수 있는 새로운 반도체재료로서 주목되고 있다. 그러나 SiC 소자의 본격적인 사용에 있어서 가장 큰 문제는 아직도 안정된 고품위 기판이 공급되지 않고 있다는 점으로, 현재 시판되고 있는 1" 또는 2" 기판 내부에 $10^4 - 10^5 / \text{cm}^2$ 정도의 전위 및 이와 관련된 표면 hillock이 존재하는 등 높은 결함밀도를 보여주고 있다. 특히 재료내에 직경 수 - 수십 μm , 길이 0.1 - 수 mm에 이르는 소위 micropipe가 약 $10^2 - 10^3 / \text{cm}^2$ 정도나 존재하여 소자 제작 수율을 크게 낮추고 있으며, 기판의 가격 또한 1" 기판의 가격이 \$1,500 정도로 매우 높아서 보다 저가, 고품위 기판의 필요성이 시급한 과제로 대두되고 있다. 본 연구는 two sources(SiH_4 , C_3H_8)를 사용한 thermal CVD 방법으로 단결정 SiC 동종박막을 성장시키고 이의 결정성을 평가하여 고품위의 단결정 박막을 성장시키는 기술 및 조건을 확립하였다.

실 험 : SiC 동종박막 성장을 위한 RF 유도방식의 thermal CVD 장치는 RF generator, 반응관, susceptor와 susceptor holder, MFC 등으로 구성되어 있다. 사용한 RF generator는 25 kW, 400 kHz의 고출력을 발생시킬수 있으며, 반응관은 horizontal type의 투명한 2중 석영관을 사용하였다. Susceptor는 고순도 POCO-graphite를 사용하여 자체 설계·제작하였으며, SiC-uncoated susceptor 상태로 사용하는 조건을 확립하였다. 시료의 온도는 optical pyrometer를 사용하며 반응관 내부의 gas 유량은 MFC를 사용하여 조절하였다. 본 실험에서는 step-controlled epitaxy법을 이용하여 성장온도를 1200 °C-1500 °C로 변화시키고 source gas의 C/Si flow ratio를 1-4로 바꾸어 가면서 이들의 성장특성 의존성을 조사하였다. Source gas로써는 SiH_4 (1% H_2 희석)과 C_3H_8 (1% H_2 희석)을 사용하였고, carrier gas로써는 정제된 고순도의 H_2 를 사용하였다. 또한 고순도 H_2 및 Ar gas를 사용하여 성장장치의 purging을 실시하며, 이러한 gas들의 유량은 MFC를 사용하여 제어한다. 기판결정으로는 sublimation법(승화법)에 의한 undoped n-type 6H-SiC 기판을 사용하였다. 결정성장은 본 연구에서 계획한 온도 program에 따라 실시하였다. 성장시킨 SiC 박막의 결정성을 평가하기 위하여 성장층 표면을 Nomarski 관찰하였고, XRD, transmittance, Raman spectra, PL 및 투과전자현미경(TEM) 등을 측정하여 결정성 및 성장층의 polytype을 확인하였다.

결과 및 고찰 : 성장시킨 undoped SiC 박막의 Nomarski에 의한 surface morphology는 성장온도 1500 °C, C/Si flow ratio 2인 경우에 가장 양호함을 확인할 수 있었고, 이는 가 보고된 SiC-coated susceptor를 사용한 결과와 거의 동일함을 확인하였다. 성장층의 polytype을 확인하기 위한 transmittance 측정결과는 성장시킨 모든 시료에 대하여, 6H-SiC의 전형적인 흡수단인 400 nm 영역에서의 흡수단이 나타남을 통하여 6H-SiC 동종박막이 성장되었음을 알 수 있었다. 또한, 성장층의 결정성을 확인하기 위한 photoluminescence(PL), Raman spectra, XRD, transmission electron microscope(TEM) 측정을 통하여서도

6H-SiC 동종박막이 성장되었음을 확인할 수 있었다. PL 측정의 결과 6H-SiC의 전형적인 D-A pair recombination에 의한 peak가 약 2.5 eV 영역에서 관측되었고, Raman 측정결과 역시 6H-SiC의 전형적인 위치에서 peak가 나타났으며, XRD 결과 역시 35° 와 75° 영역에서 6H-SiC의 전형적인 (0006)면과 (00012)면의 peak를 확인하였다. 한편, TEM 측정결과로부터 성장층의 두께가 1.2 μ m임을 확인하여 이로부터 성장속도를 알 수 있었고, TEM diffraction pattern을 통해 성장층이 6H-SiC임을 확인할 수 있었다.

결 론 : 이상의 실험결과로부터 SiC-uncoated graphite susceptor를 사용한 SiC 동종박막 성장조건을 확립하였으며, 고품위의 6H-SiC 동종박막성장을 위한 최적조건이 성장 기판온도 1500°C, C/Si flow ratio 2임을 확인 할 수 있었고, 성장온도와 C/Si flow ratio가 성장층의 결정성에 커다란 영향을 미침을 알 수 있었다.

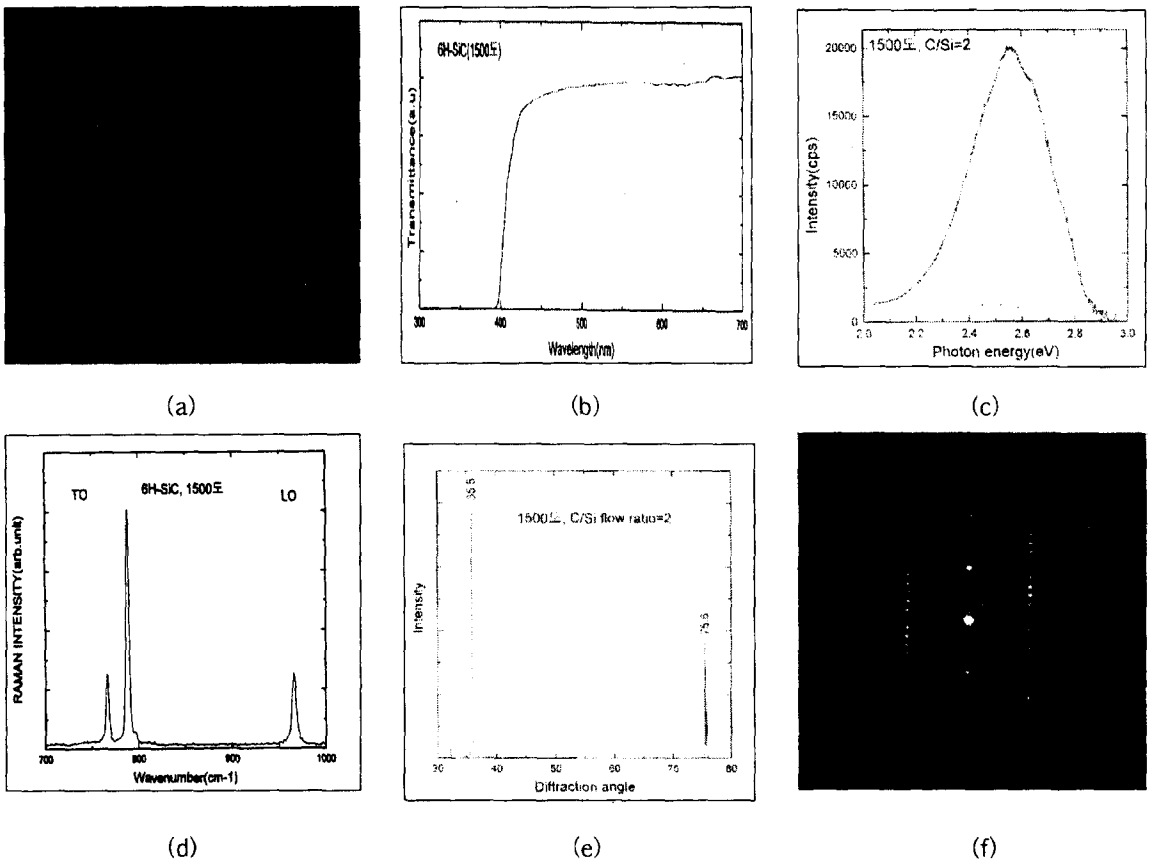


Fig. 성장온도 1500°C, C/Si flow ratio = 2인 6H-SiC 동종박막 성장층의 (a) Nomarski 표면사진, (b) Transmittance, (c) PL spectrum, (d) Raman spectra, (e) XRD spectra, (f) TEM diffraction pattern

* 본 연구는 '95-'96 교육부 반도체분야 학술연구조성비 지원에 의한 것임.