

표재환, 황기웅

서울대학교 전기공학부

β -SiC는 widebandgap 물질로서 high electron mobility, high breakdown voltage 등의 특성으로 인해 high temperature, high power electronic device, LED 등의 응용 분야에서 주목을 받아왔다. 이와 함께 최근에는 Si 기판 위 Diamond 박막의 Heteroepitaxial 성장을 위한 buffer layer로 큰 주목을 받고 있다.[1] 이러한 소자를 제작하기 위해서는 무엇보다도 β -SiC를 Si와 같은 기판상에 단결정으로 성장시킬 수 있는 방법이 확립되어야 한다. 약 20%에 달하는 격자상수 차이에도 불구하고 β -SiC는 Si 기판상의 단결정 성장이 가능하다고 알려져 있다.[2] 그러나, 통상의 CVD 법에 의한 β -SiC 박막 성장은 ~1300°C 정도의 고온을 필요로 하고 있는데[3], 이로 인해 CVD 법에 의한 β -SiC 박막 성장은 실제의 소자 제작에 적용하기 어렵다는 난점을 지니고 있다.

본 연구에서는 *In-situ* RHEED가 장치된 UHV ECR CVD 장치에서 H_2/CH_4 plasma를 이용하여 carburization을 수행하고 기판에 인가되는 바이어스 전위와 CH_4/H_2 혼합비를 조절함으로써 600°C의 저온에서 단결정 β -SiC가 형성됨을 관찰하였다.

실험에 사용된 장치는 기저압력이 $\sim 10^{-10}$ Torr인 초고진공 장치이며(fig 1.) substrate holder는 4" Si wafer를 장착할 수 있도록 몰리브덴으로 만들어 졌고 분석장치로는 *in-situ* 표면 분석 장치인 Reflection High Energy Electron Diffraction (RHEED)가 장착되어 있다. 기판온도는 pyrometer를 이용해 측정하였으며, Laser Interferometry를 적용하여 온도를 보정하였다. 증착에 앞서 자연산화막이 없는 깨끗한 Si 표면을 준비하기 위해 수소 플라즈마로 세정한 후 RHEED로 Si (2×1) 표면이 얻어지는 것을 확인하였다. fig 2.는 기판 지지대에 인가되는 DC bias에 따른 carburization시의 RHEED 패턴의 변화이다. 음의 바이어스와 floating에서는 각각 비정질, 다결정 패턴이 나타났는데, 이는 플라즈마내의 이온들에 의한 충격의 영향으로 보인다. 이온의 충격에너지는 sheath에 걸린 전압차가 클수록 크게 되고 그림에서 보듯이 음의 바이어스에서 표면 상태가 비정질임을 관찰할 수 있다. 반면 양의 바이어스에서는 표면상태가 단결정임이 관찰되었고 spot의 간격을 측정함으로써 β -SiC가 생성되었음을 알 수 있었다. spectroscopic ellipsometer로 측정된 막의 두께는 약 25 Å이었는데 이는 양의 바이어스가 입사 이온의 flux를 감소시키는 이유로 보여지며, 입사이온의 과도한 에너지는 단결정 β -SiC를 기르는데 있어 좋지않은 영향을 주는 것으로 생각된다. fig 3.은 앞의 조건으로 β -SiC를 형성시킨 후 microwave power 600 W, pressure 10 mTorr, 기판 온도 600°C에서 증착시의 RHEED 패턴의 시간에 따른 변화이다. 증착 30분 후의 패턴은 처음 β -SiC 형성시 보다 좀더 명확한 spot을 나타내며 그 후로는 큰변화를 보이지 않는다. 이로 미루어 30분 이후에는 β -SiC가 성장을 하지않은 것으로 생각되며, 5시간 후의 막의 두께는 약 85 Å이었다. 이미 형성된 SiC 위에 SiC가 epitaxial 성장을 하다가 성장에 관여하는 Si 원자들이 더 이상 공급되지 못하고 또 이 조건에서 카본 막도 형성되지 않아서 나온 결과로 보인다. 이는 기상으로 Si가 공급된다면 β -SiC 박막의 epitaxial 성장이 가능한 조건을 암시한다. fig 4는 600°C에서 CH_4/H_2 flow ratio에 대한 표면상태의 변화이다. CH_4/H_2 flow ratio에 따라 β -SiC가 형성될 수 있는 최적 조건이 있음을 알 수 있다.

이상과 같이, UHV ECR CVD를 이용하여 H_2/CH_4 플라즈마만으로 600°C에서 β -SiC막이 형성됨을 관찰할 수 있었다. 막의 결정성은 기판 바이어스와 CH_4/H_2 의 유량 비에 따라 크게 변화하였고 기판에 대해 에피택셜 관계를 가지는 β -SiC 막을 얻을 수 있는 최적조건을 찾을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] X. Jiang and C.-P. Klages, Appl. Phys. Lett., 61, 1629 (1992)
- [2] T. Hatayama, Y. Tarui, T. Fuyuki, and H. Matsunami, J. Crystal growth, 150, 934 (1995)
- [3] S. Nishino, J. Powell, and H. Will, Appl. Phys. Lett. 42, 460 (1983)

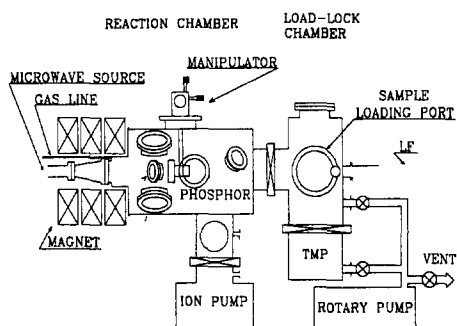


fig. 1 Schematic diagram of the system

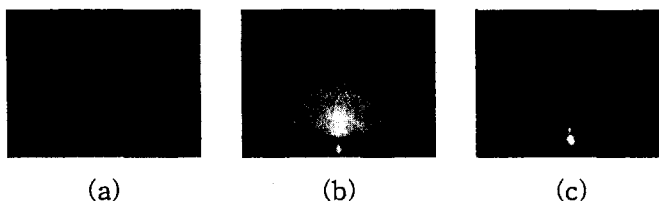


fig 2. RHEED patterns of the surface when the substrate bias is (a) -10V (b) floating (c) +10V. The experimental condition is microwave power 200 W, pressure 2.5 mTorr substrate temperature 700 °C

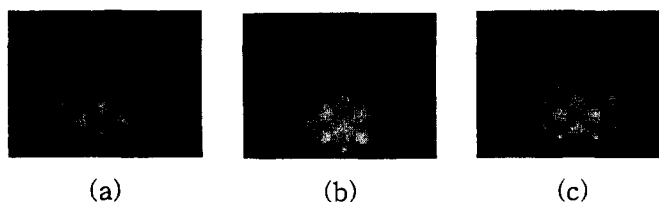


fig 3. RHEED patterns of the surface when the deposition time is (a) 30 min (b) 1 hour (c) 5 hour. The experimental condition is microwave power 600 W, pressure 10 mTorr 600°C

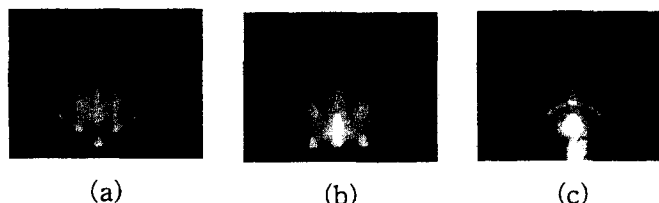


fig 4. RHEED patterns of the surface when the CH_4/H_2 flow ratio is (a) 1/100 (b) 5/100 (c) 10/100. The experimental condition is microwave power 600 W, pressure 10 mTorr substrate temperature 600 °C