

[T-01] 분과초청

Polarity control of ZnO layers grown by MBE and ZnO bulk crystals

고항주, 한명수, 박영식, 홍순구*, Takafumi Yao**
한국광기술원, *충남대학교 재료공학부, **일본 동북대학교 금속재료연구소

본 논문에서 MBE 방법으로 성장한 ZnO 박막의 극성제어와 ZnO 단결정의 극성 특성에 대해 발표한다. GaN 기판위의 ZnO 박막성장에 있어서 GaN 기판의 표면처리를 통하여 ZnO 박막의 극성을 제어⁽¹⁾할 수 있었다.

ZnO 박막 성장은 MOCVD 방법으로 c-sapphire 기판에 성장된 Ga 극성 GaN 박막을 기판으로 사용하였고, MBE 챔버에 장착된 산소 플라즈마와 Zn K-cell이 각각 산소와 Zn의 원료 공급원으로 사용되었다. GaN 기판은 ZnO 박막 성장 전 Zn 와 산소 플라즈마로 진공 챔버 중에서 표면처리하였고, 표면처리 후 700 °C 에서 ZnO 박막을 성장하였다. 성장된 박막은 TEM과 CAICISS를 이용하여 분석하였다.

ZnO박막을 성장하기 위해 산소 플라즈마를 발생시킬 때 Ga 극성 GaN의 Ga 원자면과 산소기체가 반응하여 GaN/ZnO 계면에서는 불규칙한 계면층이 형성된다. 이러한 계면층의 생성을 조절하고 극성을 제어하기 위하여 성장 전 의도적으로 Zn 또는 산소 플라즈마 처리를 하였다. Ga 극성 GaN 표면에 Zn 원자빔을 먼저 조사하면 Zn는 Ga과 약한 결합을 하여 계면층의 생성을 억제한다. 여기에 산소플라즈마를 켜서 ZnO를 성장하면 Ga 과 약한 결합을 하고 있는 Zn 원자는 산소와 치환되어 GaN/ZnO 계면에서의 원자적층순서가 (...-N-Ga)(-O-Zn...)와 같이 되어 ZnO 박막은 Zn 극성 ZnO가 된다. 산소 플라즈마를 Ga 극성 GaN 표면에 먼저 조사를 하면 규칙적 Ga₂O₃ 계면층이 형성된다. 규칙적 Ga₂O₃ 구조는 반전대칭을 가져 표면은 산소면으로 안정하게 되며 여기에 Zn 빔을 공급하여 성장된 ZnO 박막의 경계는 (Ga₂O₃의 O)-(Zn-O-...)의 원자적층순서가 되어 O 극성 ZnO 박막이 성장된다⁽²⁾.

덧붙여, 한국광기술원에서 최근 진행하고 있는 ZnO 극성 특성에 관한 연구결과를 발표한다. ZnO 단결정의 습식식각과 열처리에 관한 실험적 결과는 ZnO의 극성에 따라 큰 차이를 나타내었고, 이러한 결과는 ZnO 물질을 기반으로 하는 소자 연구개발에 응용되리라 예상된다.

[참고문헌]

1. Soon-Ku Hong, Takashi Hanada, Hang-Ju Ko, Yefan Chen, and Takafumi Yao “Control of polarity of ZnO films grown by plasma-assisted molecular-beam epitaxy: Zn- and O-polar ZnO films on Ga-polar GaN templates”, Appl. Phys. Lett., 77, 3571(2000)
2. Soon-Ku Hong, Takashi Hanada, Hang-Ju Ko, Yefan Chen, Takafumi Yao, Diasuke Imai, Kiyooki Araki, Makoto Shinohara, Koh Saitoh, and Masami Terauchi “Control of crystal polarity in a wurtzite crystal: ZnO films grown by plasma-assisted molecular-beam epitaxy on GaN”, Phys. Rev. B, 65, 115331(2002)