

고분해능 투과전자현미경을 이용한 CdTe/(001) GaAs
박막의 결함 분석

A High-Resolution Transmission Electron Microscopy
Study of Defects in CdTe/(001) GaAs

한국과학기술원 전자재료공학과 권명석 · 이정용

1. 서 론

GaAs 기판 위에 CdTe 에피층을 성장시킴에 있어 GaAs와 CdTe 와의 큰 격자상수차이(14.6%)는 높은 밀도의 여러 격자결함들을 유발시키며[1], 이러한 격자결함의 농도는 소자의 성능과 신뢰도에 큰 영향을 준다.

본 연구에서는 (001) GaAs 기판위에 MOCVD 방법을 사용하여 (001) CdTe 에피층과 (111) CdTe 에피층을 성장시킨 후, 이 두 종류의 박막구조를 단면 TEM 시편으로 제작하고, 고분해능 투과전자현미경을 이용하여 기판과 에피층 사이의 계면과 에피층 내부, 그리고 에피층 표면에 존재하는 여러 격자결함들을 원자규모로 관찰하여 이러한 결함들의 존재양상과 생성원인 등을 고찰하였다.

2. 실험방법

CdTe 에피층 성장은 MOCVD에 의해 이루어졌으며[2,3], GaAs 기판은 (001)에서 <110>으로 2° 이탈된 것을 사용하였다. 단면 TEM 시편은 2-ton epoxy를 사용해서 sandwich 구조를 만든후 기계적 연마와 Ar ion milling을 통해 제작되었다.

고분해능 이미지를 얻기위해 본 연구에서 사용한 투과전자현미경은 JEOL 사의 JEM 2000EX model 로서, filament 는 pointed LaB₆ 이고 200 keV 에서 동작되며, 점 분해능 (point resolution) 이 0.21 nm 이다. 축방향 격자상은 여러 전자빔을 포함하는 대물조리개를 사용하고, 전자빔 방향을 <110> 축방향에 정확히 정렬시켜 Scherzer's 탈초점[4] 근처에서 수행하였다.

3. 결 과

(001) CdTe/(001) GaAs 계면에서 발생하는 부정합전위의 대부분은 90° 전위였으며 약간의 60° 전위도 관찰되었으며, 부정합전위들 사이의 간격은 약 2.5-3.5 nm 정도였다. 면결함의 경우 계면과 접해있는 쌍정이나 적층결함들이 계면과 약 55° 를 이루고 있는 {111} 면상에 존재하였다. 박막의 내부

에서는 계면과 접해있는 면결함 외에도 계면과 접해있지 않은 쌍정과 적층 결함들도 많이 관찰되었으며, 적층결함의 경우 내적적층결함과 외적적층결함이 모두 관찰되었다. 또한 박막의 표면에는 hillock들이 존재하였는데, 이들은 면결함, 특히 쌍정이 표면까지 전파된 곳에서 많이 관찰되었다.

(111) CdTe/(001) GaAs 구조의 분석을 위해서 본 연구에서는 단면시편 제작시 존재할 수 있는 기판의 두가지 <110>방향에서 모두 분석하였다. 그 결과 두 방향에서 서로 다른 계면양상과 회절도형을 나타냈다. 면결함의 경우 계면에 평행하고 접해있는 쌍정이 관찰되었다. 또한 계면과 접해있지 않은 박막 내부에서도 계면에 평행한 방향으로 쌍정이 존재하였다. 이 시편의 각종 계면 결함과 내부결함 등은 계속 분석하여 발표할 예정이다.

4. 결 론

(001) CdTe/(001) GaAs 계면에서 발생하는 부정합전위의 대부분이 90° 전위였으며 이는 큰 격자상수 차이를 완화시키는데 90° 전위가 더 효과적이기 때문이다. 에피층 내부의 면결함들은 계면에서 발생해서 전파한 것 외에도 성장도중 원자들이 제자리를 찾지 못해 형성된 면결함들도 존재한다. (001) CdTe 표면에서 관찰되는 hillock들은 면결함이 전파된 곳에서 많이 관찰되었는데, 이는 면결함이 전파된 곳이 유리한 핵생성 자리를 제공하고 다른 곳에 비해 빠른 성장속도를 갖기 때문이다.

5. 감사의 글

본 연구는 국방과학 연구소의 장기 기초 연구비의 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

6. 참고문헌

- [1] J.L. Reno, M.J. Carr, and P.L. Gourley, J. Vac. Sci. Technol. A8, 1006 (1990)
- [2] Q.W. Hoke, P.J. Lemonias, and R. Traczewski, Appl. Phys. Lett. 44, 1046 (1984)
- [3] J.L. Schmit, J. Vac. Sci. Technol. A3, 89 (1985)
- [4] G. Thomas and M.J. Goringe, *Transmission Electron Microscopy of Materials*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1979, p. 319