

투과전자현미경을 이용한 저온 성장 InGaAs/GaAs 초격자의 미세조직 연구

박찬로, 박찬경
포항공과대학교 재료금속공학과

이재덕, 노삼규, 이확주, 류현, 김창수
한국표준과학연구원 소재특성평가센터

저온에서 성장한 GaAs계 화합물 반도체는 특이한 전기적¹⁾, 광학적²⁾ 특성을 가져 MESFET의 buffer층 및 고속 광검출기의 활성층 등으로 이용되고 있다. 저온 성장 GaAs계 화합물 반도체의 특성은 열처리에 따라 크게 변화하며, 이는 열처리에 따른 미세조직 변화와 밀접한 관련을 가지는 것으로 알려져 있다. 따라서 저온성장 GaAs계 화합물 반도체의 특성을 이해하고 이를 이용하기 위해서는, 우선 열처리에 따른 미세조직 변화 및 미세조직의 열적 안정성에 대한 이해가 요구되고 있다. 본 연구에서는 저온에서 성장한 InGaAs/GaAs 초격자를 열처리한 후, 열처리에 따른 미세조직 변화 및 고온 안정성을 조사하였다. MBE를 이용하여 InGaAs/GaAs 초격자를 250°C에서 성장시킨후 600~950°C 온도범위에서 10분간 열처리하여 미세조직을 관찰하였다. 비교를 위하여 일반적인 InGaAs/GaAs 초격자 성장온도인 540°C에서도 동일한 구조의 시편을 성장시켜 열처리를 하였다. 미세조직 관찰은 x-선 쌍결정회절과 투과전자현미경(TEM)을 이용하여 수행하였다.

저온성장 초격자의 경우 x-선 rocking curve에서 위성 피크의 반치폭이 정상 성장 초격자에 비해 좁은 우수한 결정이 성장되었다. 정상성장 초격자의 경우 950°C에서 열처리한 후에도 x-선 회절패턴의 변화는 관찰되지 않았다. TEM을 이용한 미세조직 관찰에서도 열처리에 따른 미세조직의 뚜렷한 변화가 관찰되지 않아, 정상성장 초격자가 고온에서도 안정함을 알 수 있었다. 반면 저온성장 초격자의 경우 열처리 온도를 증가시킴에 따라 rocking curve의 변화가 관찰되었으며(그림 1), 이는 As 석출에 의한 미세조직 변화에 의해서 일어남을 TEM 관찰 결과 알 수 있었다(그림 2). 850°C 이상의 온도에서 열처리한 시편의 경우 As 석출물과 모재와의 계면에서 전위가 발생되었음을 관찰하였다(그림 3). 석출물과 모재의 격자부정합에 의해 석출물/모재의 계면에는 응력이 작용하고 있다. 따라서 석출물이 임계크기 이상이 되면 석출물과 모재의 계면에서 전위가 발생하여³⁾ 응

력을 완화해 줌을 알 수 있었다.

- 1) F. W. Smith, A. R. Calawa, Chang-Lee Chen, M. J. Manfa, and L. J. Mahoney, *IEEE Electron Device Lett.* **9**, 77 (1988).
- 2) M. R. Melloch, N. Otsuka, J. M. Woodall, A. C. Warren, and J. L. Freeouf, *Appl. Phys. Lett.* **57**, 1531 (1990)
- 3) D. A. Porter, and K. E. Easterring, *Phase Transformations in Metals and Alloys*, Van Nostrand Reinhold Company, 1981, pp. 161-164.

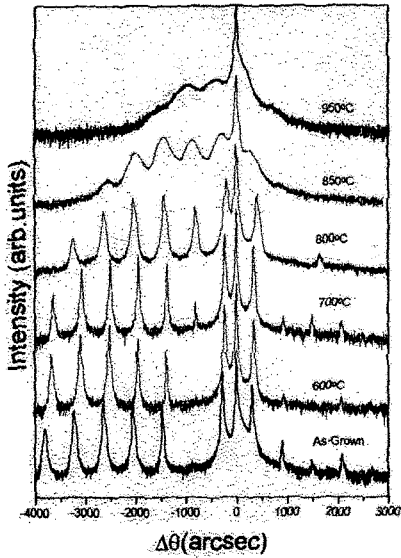


그림 1. 저온성장 InGaAs/GaAs 초격자의 열처리 온도에 따른 (004) x-ray rocking curve 변화

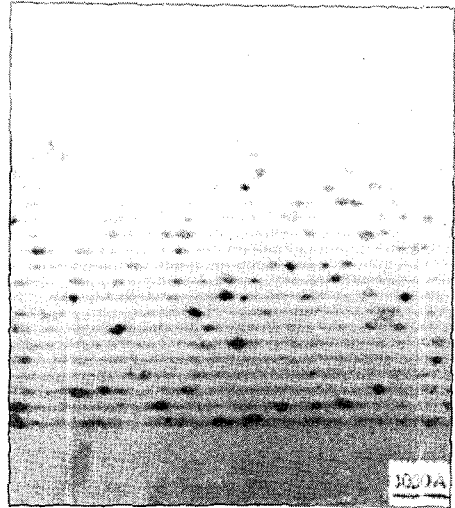


그림 2. 저온성장 InGaAs/GaAs 초격자의 열처리에 따른 미세조직, 800°C에서 10분간 열처리

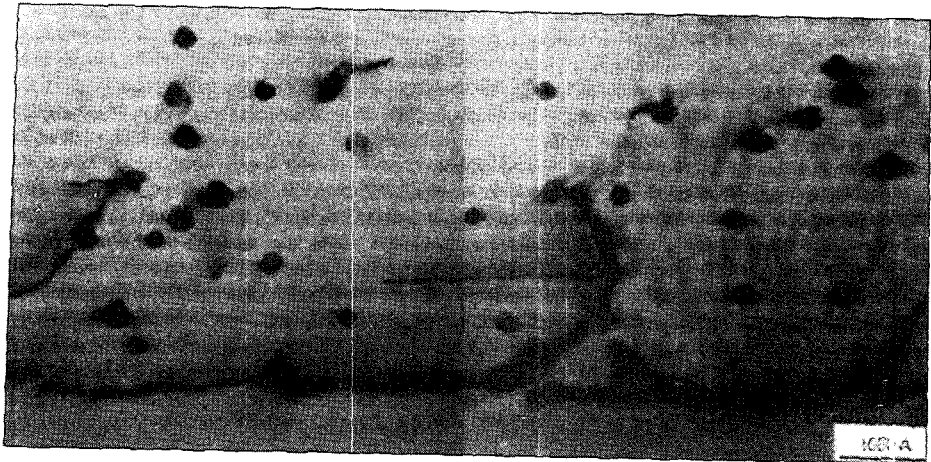


그림 3. 950°C에서 10분간 열처리한 시료의 미세조직, 초격자/버퍼 계면 및 초격자 내부의 석출물/모재 계면에서 전위발생