

GaAs 모재 위에 성장시킨 AlAs/GaAs 초격자의  
간단한 구조 분석과 비이상적인 구조 특성  
(Simple structural characterization and non-idealities  
of AlAs/GaAs superlattices on GaAs substrate)

김 창수, 노 삼규, 이 주인, 조 양구, 김 용일 : 한국표준과학연구원  
임 성수, 서 일환 : 충남대학교 물리학과

반도체 초격자는 밴드갭 에너지가 서로 다른 반도체를 일정한 주기로 교대로 적층하여 밴드갭을 조절함으로써 광전자 소자에 다양하게 응용되고 있다. 초격자를 이용한 소자는 주기, 각 층의 두께 그리고 조성 등의 구조적 성질(structural properties)을 조절하여 물성을 변화시킨다. 따라서 요구되는 물성의 소자를 제조하기 위해서 초격자의 구조를 정확하게 분석하는 것은 대단히 중요하다. 초격자의 구조를 분석하는 방법에는 여러 가지가 있지만 비파괴적이고 시편의 준비가 간단한 X-ray 회절법이 가장 널리 이용되고 있다. 본 연구에서는 X-ray double crystal diffractometer를 이용하여 비이상적인(non-ideal) AlAs/GaAs 초격자의 로킹커브 모양의 변화와 그 구조특성을 분석하였다.

먼저 MBE를 이용하여 GaAs 모재위에 주기가 서로 다른 두개의 AlAs/GaAs 초격자를 성장시켰다. 각 초격자는 50 주기로 하였고 하나는 AlAs와 GaAs 층의 두께가 각각 65Å으로 그 주기가 130Å이 되게 하였고, 다른 하나는 각 층의 두께가 30Å으로 그 주기가 60Å이 되게 하였으며 5mm×5mm 크기로 절단하였다. 또한 초격자와 동일한 성장 조건으로 1μm의 완충층을 쌓은 모재위에 0.5μm 두께의 AlAs 에피층도 준비하였다. 기준단결정으로서 GaAs (400) 대칭회절을 이용하였고 각 초격자가 모재에 대하여 평행하게 성장되어 있는가를 조사하기 위하여 시편을 표면에 수직인 축을 중심으로 180° 회전시키기 전과 후의 로킹커브를 측정하였다. 그리고 0.5μm 두께의 AlAs 에피층은 표면에 수직인 축을 중심으로 90° 썩 회전시키면서 (400) 로킹커브를 측정하여 에피층의 회절피크가 모재피크로부터 분리된 거리를 조사하였다.

AlAs 에피층은 모재와 격자정합을 이루고 있었으며, 모재 피크로부터 분리된 평균 거리, 그리고 AlAs와 GaAs 의 각 격자상수  $a_{AlAs}=5.6623\text{Å}$ ,  $a_{GaAs}=5.65325\text{Å}$ 을 이용하여 (100) GaAs 모재위에 성장시킨 AlAs 에피층의 Poisson 비, 0.276을 얻었고 초격자 구조 계산에 이용하였다. 측정된 초격자의 로킹커브와 탄성론을 이용하여 각 초격자의 구조를 간단하게 결정하고 이것을 이용하여 로킹커브를 계산하고 측정된 커브와 비교하였다. 로킹커브를 계산할 때 background noise와 beam divergence에 의한 회절피크의 broadening을 고려하였다. 두 초격자에 대하여, 계산한 로킹커브의 위성피크의 위치는 측정된 것과 잘 일치하였다. 또한 낮은 차수( $m=0, \pm 1$ )에 해당하는 위성피크의 회절강도와 폭은 측정된 위성피크와 잘 일치하였으나, 높은 차수( $m=\pm 3$ ) 위성피크의 강도와 폭은 측정된 것에 비하여 각각 높고 좁게 나타났다. 이와 같이 높은 차수의 위성피크의 모양이 서로 일치하지 않는 것은 초격자의 비이상적인 구조 특성에 의한 것이고 본 연구에서 성장시킨 초격자는 불균일한 주기에 의해서 높은 차수 위성피크의 폭이 넓어졌으며 그 주기가 점진적으로 줄어들어 약 3Å의 변화가 나타난 것을 확인할 수 있었다. 그리고 본 연구에서 탄성론을 적용하여 간단하게 구한 분석 결과는 평균 주기와 각 층의 평균 두께 등의 이상적인 초격자 구조 특성을 잘 나타내었다.