

PICTS법에 의한 CdTe(111)/Si(100)의 깊은 결합준위 연구

백운형, 한명수, 송병권, 허유범, 김득녕, 강태원, 정용택*, 김홍국*, 김재묵*
 동국대학교 물리학과
 *국방과학연구소 4-5-1

CdTe는 II-VI족 화합물 반도체로서 solar cell, 발광소자 및 광학 변조기 등의 구성 물질로 쓰일 수 있으며, IR 탐지기의 재료로 쓰이는 HgCdTe 박막의 기판으로 가장 널리 사용하고 있다.

본 연구에서는 Si 기판을 이용하여 MBE 방법으로 CdTe(111) 박막을 성장하여 깊은 준위에 관하여 조사하였다. 일반적으로 Si 기판을 사용하는 이유는 가격이 싸고, 강도가 크며, HgCdTe 적외선 탐지 소자인 FPA를 hybrid화하는데 유리한 장점을 가지고 있기 때문이다[1]. 그렇지만 HgCdTe를 성장하기 위하여 완충층으로 사용하는 CdTe 박막과 Si 기판과의 열팽창 계수의 차이와 격자상수의 차이가 커서 성장시 어려움이 따르게 된다. 특히 CdTe가 발광 소자로 쓰일 때의 효율성은 반도체의 결정성에 의존하며 결정성이 좋지 않은 반도체에서는 vacancy나 interstitial, 그리고 이들 상호간 또는 이것들과 불순물과의 복합체가 존재하며, 이로 인해 소자제작시 결정 반도체에서 효율을 저하시키게 된다. 본 실험에서는 이와같은 이중구조에서 깊은 결합 준위를 PICTS 방법으로 측정하여 가 준위들의 특성을 연구하였으며, 열처리에 따른 깊은 결합준위의 거동을 조사하였다.

실험으로 기판은 p-type Si(100)으로, [110] 방향으로 각각 1° , 2° , 4° , 8° off 시킨 기판이었다. 기판을 세척하여 에칭은 IIF를 사용하였으며, 물리블록에 붙인 후 loading실에 장착하였다. 그리고 약 500°C 로 5시간 동안 가열하여 불필요한 이물질을 없앤 다음 성장실로 이송하였다. two step 성장 방법으로 모든 시료는 성장율을 2.5 \AA/s 로 CdTe(1.5×10^{-6} Torr) effusion cell을 사용하여 약 $5 \mu\text{m}$ 의 두께로 성장하였다. 시료의 두께는 FT-IR의 간섭무늬로 부터 얻었고 α -step으로 확인하였다. 또한 열처리에 따른 깊은 준위의 거동을 조사하기 위해 급속열처리를 수행하였다. 열처리 조건은 $450^\circ\text{C} \sim 650^\circ\text{C}$ 까지 50°C 간격으로 하였으며, 시간별로 5초~25초까지 5초 간격으로 각각 수행하였고, 또한 방위 이탈각에 따른 시료를 550°C 에서 15초간 수행하였다.

갓 성장한 CdTe(111)/Si(100) 시료의 PICTS 측정 결과 낮은 온도범위(80-150K)에서 나타나는 준위(H1, H2)는 얇은 불순물인 Au, Ag, Cu 등에 기인한 신호로 알려져 있는데, 방위 이탈각이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며, 높은 온도(300-400K)에서 나타나는 깊은 준위는 격자 부정합 또는 Cd 빈자리 복합체에 기인한 준위(H5, H6)로서 방위 이탈각이 큰 8° 에서 가장 크게 나타났다. 이는 격자 부정합이 8° 에서 가장 크기 때문이며 기판의 계단이 이탈각이 증가할수록 커지므로 갓 성장된 시료에서는 각도가 커질수록 더욱 큰 부정합도를 나타내기 때문으로 생각된다. 급속 열처리 하였을 경우 결정성은 8° 에서 가장 좋게 나타났으며 1° 에서의 Cd 빈자리 또는 격자 부정합에 의한 준위의 PICTS 세기가 증가하는 경향을 보였다. 이는 열처리에 의해 재결정

화가 이루어져 계단 높이가 작은 기판위의 CdTe가 영향을 많이 받는 것으로 생각된다. 이와는 반대로 재결정화율은 계단 높이가 상대적으로 길고 테라스 길이가 짧은 기판위의 CdTe 박막에서 더 높은 것을 알 수 있다. 또한 열처리 온도와 시간에 따른 조건에 따라 PICTS 측정을 하여 각 준위의 거동을 살펴보았다.

- [1] R. Sporken, Y. P. Chen, S. Sivananthan, M. D. Lange, and J. P. Faurie, *J. Vac. Sci. Technol. B* 10(4), 1405 (1992)