

Si 기판처리에 따른 CdTe 박막 특성

송병권, 한명수, 광미영, 허유범, 강태원, 정용택*, 김홍국*, 김재묵*
 동국대학교 물리학과, *국방과학연구소

I. 서론

양질의 적외선 탐지 소자 물질인 HgCdTe 박막을 얻기 위해서 많은 성장법이 연구되고 있다. 특히 근래에는 넓은 면적을 가진 GaAs 혹은 Si 을 이용한 에피성장법이 활발히 연구되고 있다. 이 중에서 Si 기판은 강도가 크고 가격이 싸며 HgCdTe 적외선 탐지 소자인 FPA를 제조하는데 hybrid 화하기 위해 Si이 유리한 장점을 가지고 있다. 그러나 Si 기판위에 oxide를 제거하기 위하여 기판온도를 850℃ 이상에서 30분 이상 유지해야 하는 단점이 있다. 그래서 Si 위의 oxide를 쉽게 제거하기 위해서 에칭 후에 화학적 처리를 하여 oxygen 대신 다른 원자를 결합시켜 성장 chamber 내에서 쉽게 제거되도록 여러가지 화학적 처리를 하였다. 성장 방법으로 본 실험에서는 직접성장법과 2-step성장법을 사용하였다. 그리고 Si 기판을 수소화하여 CdTe 박막을 성장하였으며 수소화 조건이 박막 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 Si(111) 기판위에 CdTe(111) 박막을 성장하여 (100) 방향과 CdTe 특성을 비교 조사하였다. 시료의 특성을 RHEED, XRD, PL, PICTS 등으로 조사하였다.

II. 실험 방법

본 실험에서는 기판은 Boron이 도핑된 비저항이 10-20 Ωcm 정도인 p-형 Si(100)을 사용하였다. Ishizaka와 Shiraki에 의해 개발된 방법으로 기판을 세척하였다. 잘 세척된 Si 기판을 (NH₄)₂Sx, N₂H₄ 등의 용액으로 처리를 한 후에 3 in. Mo 홀더에 붙인 다음 loading실에 장착 후 약 500 ℃로 5시간 동안 가열하여 불필요한 이물질들을 없앤 다음 성장실로 이송하였다. 시료 홀더의 온도보정을 위하여 In(녹는점 : 156 ℃), Sn(녹는점 : 232 ℃) 그리고 PbAg(녹는점 : 304 ℃)을 이용하여 성장기판 온도를 보정한 후 830 ℃로 약 30분 동안 가열하여 산화막을 제거하였다. 이와 같이 기판 처리 과정을 거친 후 온도를 내린 다음 성장 온도를 250 ℃로 하여 CdTe층을 약 200 nm 성장한 다음 약 360 ℃로 기판 온도를 올려서 10분간 열처리한 후 다시 310 ℃ 온도로 내린 다음 2.5A/s로 CdTe(1.5×10⁻⁶ Torr) effusion cell을 사용하여 약 4.5 μm의 두께까지 성장하였다. 그리고 다른 기판을 사용하여 수소화 처리를 하였다. 수소화 반응은 기판온도 200 ℃, rf power density 10~50W/cm², hydrogen flow rate 100sccm, pressure 0.9 torr에서 수행하였다. 수소화 처리를 한 기판을 사용하여 2-step 성장법으로 CdTe층을 성장하였다. CdTe 층의 두께는 성장된 시료의 적외선 투과도 곡선의 400~5000 cm⁻¹ 사이의 간섭무늬 간격으로부터 얻었으며 α-step으로 측정, 확인하였다. 박막의 방위를 결정하기 위해서 x-ray diffraction 실험을 하였고, RHEED, 표면형상, 저온 PL 측정을 통해 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

먼저 XRD 측정으로 Si(100) 위에 CdTe가 (111) 방향으로 성장되었음을 확인하였다. 이러한 방위는 보통 B face라고 보고되고 있으나 최근에는 기판의 pre-heating 동안에 Te 혹은 Cd 빔을 조사하면 A 혹은 B face가 달라진다는 보고도 있다.

Fig. 1의 (a)는 기판을 황처리할 하였을 경우에 성장한 시료의 표면 사진이고, (b)는 N₂H₄를 사용하였을 때의 표면 사진이다. 그리고 (c)의 경우는 기판을 수소화 한 경우의 표면사진이다. 황처리와 수소화한 기판을 사용하였을 때 CdTe 박막의 표면은 매끄러웠으며, N₂H₄ 처리를 한 시료의 표면은 많은 결함들이 관측되었다(b).

Fig. 2는 수소화된 기판위에 CdTe를 성장한 시료의 온도의존성 PL 스펙트럼이다. 1.59eV 근처에서 나오는 발광피크는 구속엑시톤에 의한 피크이며, 1.534eV에서 나오는 것은 얇은 주계와 반계사이의 천이인 주계-반계 쌍(DAP)에 의한 발광이 관측된다. 1.464eV발광은 결합과 관련된 발광으로 구속엑시톤에 의한 발광에 비해 크게 나타나고 있다. 이 결과로부터 1.431eV와 구속엑시톤 피크의 활성화 에너지를 계산한 결과 1.431eV는 10.24meV, 구속엑시톤은 3.73meV였다. 역시 수소화한 기판을 사용했을 때 구속엑시톤의 발광세기가 가장 크게 나타났으며, 황처리한 기판과 N₂H₄ 처리한 기판을 사용했을 때의 CdTe 박막의 발광세기는 현저히 감소하였다.

IV. 결론

표면은 N_2H_4 처리를 한 경우에 가장 좋지 않은 결과를 얻었으며, S, hydrogenated 한 시료의 경우에는 미량의 결함들이 관측되었다. PL 측정결과 기판을 수소화 처리를 한 후에 성장한 시료에서 좋은 발광을 얻었다. 수소화 조건을 달리하여 최적의 기판처리 조건을 찾아 CdTe 박막을 성장하려 하며, Si 기판을 황처리 조건을 달리하여 CdTe 박막을 성장하고자 한다. 이러한 실험들은 Si 기판의 산화막을 낮은 온도에서 제거하고자할 때의 실험적 조건체시로서 많은 연구가 따라야 할 것으로 기대된다.

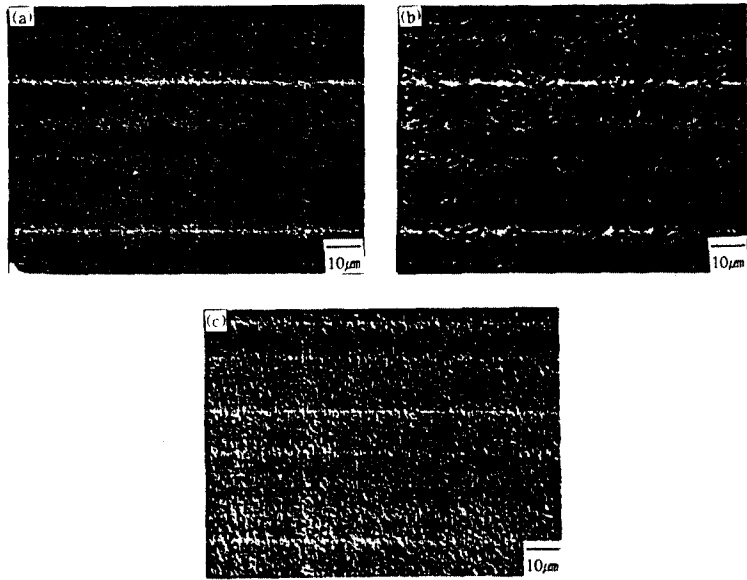


Fig. 1 Surface morphology of CdTe epilayers grown on (a) S-treated (b) N_2H_4 -treated (c) hydrogenated Si(100) substrates.

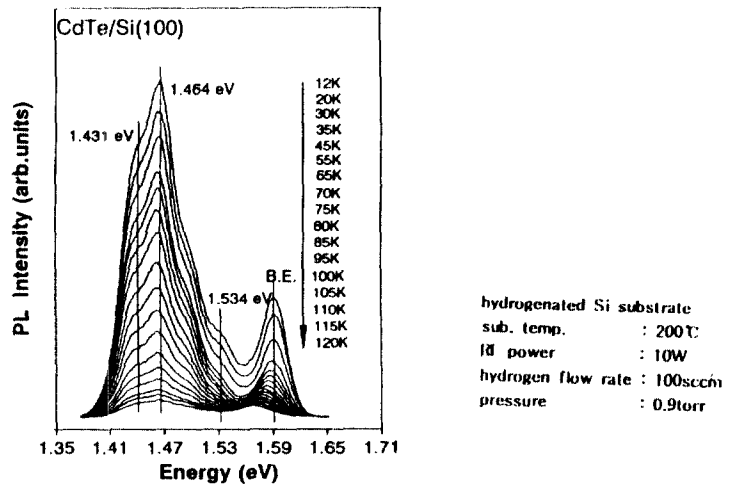


Fig. 2 Temperature dependence PL spectrum of CdTe on hydrogenated Si substrate.