

[N-14]

이온빔 주입에 의한 실리콘 산화막 내의 실리콘 나노결정 형성 및 PL특성 연구

최한우, 우형주, 김준곤, 이삼근*, 지영용, 김기동, 홍완
한국지질자원연구원 입자빔응용팀, *대전대학교 화학과

SiO₂ 층에 형성된 Si nanocrystal의 경우 Si에 기반을 두고 있는 발광 소자 개발의 가능성을 높여 주고 있다. 특히 이온빔 조사 방법의 경우 깊이에 따른 Si의 분포를 자유로이 조절할 수 있다는 장점이 있다.

본 실험에서는 이온빔 조사에 의해 Si nanocrystal 형성되는 것을 확인하고 nanocrystal의 형성 조건에 따른 PL 특성의 변화를 측정하였다. Si 기판의 열산화 처리에 의해 형성된 2 μ m 두께의 SiO₂ 층 내에 400 keV의 Si 이온을 주입하여 시료를 준비하였다. 형성되는 nanocrystal의 크기 및 PL 특성에 영향을 미치는 조건으로는 SiO₂ 층에 입사된 Si의 농도, 열처리 온도 및 시간 등이 있다. 이러한 영향들을 확인하기 위하여 이온 조사량은 $2 \times 10^{16} \sim 4 \times 10^{17}$ ions/cm²(과포화 Si 1~20%)로 변화시켜주었으며, 열처리 조건은 1100°C에서 열처리 시간을 다양하게 변화시켜 시료를 준비하였다. PL 측정 결과 1.7 eV 부근에서 최대값을 갖는 PL 스펙트럼을 얻을 수 있었으며, Si의 농도가 증가할수록, 열처리 시간이 길어질수록 최대치가 적색으로 편이를 일으키는 것을 알 수 있었다. 이것은 nanocrystal의 크기가 Si의 농도 및 열처리 시간에 따라 증가하기 때문에 나타나는 현상이다. 또한 PL의 세기는 열처리 시간이 2시간이 될 때까지 증가하다가 포화됨을 알 수 있었으며, Si의 농도에 따른 PL의 세기는 Si 농도가 증가하면 5%까지는 PL 세기도 같이 증가하다가 10%가 넘어 가면서 급격히 감소됨을 확인하였다. Si nanocrystal의 형성을 확인하기 위하여 HRTEM, XRD를 측정하였다. HRTEM에서는 3~5 nm 크기를 갖는 Si nanocrystal의 결정이 촬영되었으며, XRD에서는 열처리 시간의 증가에 따른 Si nanocrystal (111) 피크의 증가가 관찰되었다.

이와 같은 실험을 통하여 이온빔 주입에 의하여 Si nanocrystal이 형성되는 것을 확인하였으며, nanocrystal이 형성되는 조건에 따른 PL 특성의 변화를 확인하였다.