

MOMBE로 성장시킨 고유전 ZrO₂ 박막의 특성 (Properties of high-k ZrO₂ films grown by MOMBE)

연세대학교 홍장현, 최우종, 김두수, 명재민

반도체 소자의 고집적화가 진행됨에 따라 게이트 길이 0.1 μ m 이하의 소자 구현을 위해서는 MOS 구조에서 게이트 유전막의 두께가 10~15Å 이하가 되도록 요구되고 있다. 하지만, 현재 사용되고 있는 SiO₂의 경우 이러한 두께 감소는 게이트 공핍효과 및 터널링에 의한 누설전류 증가 등의 문제점이 있어 이를 극복하기 위한 새로운 고유전 물질의 개발이 필요하게 되었다. 지금까지 Al₂O₃, TiO₂, Ta₂O₅를 비롯한 많은 고유전 물질들이 연구되어 왔는데 이러한 고유전 물질은 높은 유전상수 외에도 낮은 누설전류, 실리콘 기판과의 열역학적 안정성 등이 고려되어야 한다. 이러한 배경에서 20~25의 비교적 높은 유전상수를 가지며 5.16~7.8eV의 큰 밴드갭을 갖는 Zirconium 산화막이 대체 물질중의 하나로서 관심을 모으고 있다.

현재까지 박막 증착방법으로는 CVD(Chemical Vapor Deposition)와 ALD(Atomic Layer Deposition)가 일반적으로 사용되었는데 본 연구에서는 Zr-t-butoxide precursor를 이용한 MOMBE(Metal Organic Molecular Beam Epitaxy) 방법을 사용하여 (100)방향 p-type Si 기판 위에 ZrO₂ 박막을 성장시키고 그 특성을 관찰하였다. 캐리어 가스로는 Ar을, 산화재로서 O₂ 가스를 사용하였으며 기판온도와 가스 혼합비를 변화시켜가며 ZrO₂ 박막을 성장하였다. 박막 성장 후 각 샘플에 대해 SEM, XRD, C-V, I-V 측정을 통해 그 특성을 알아보았다.

표면형상 관찰을 통해서 350°C 이상의 온도에서 ZrO₂박막이 성장함을 관찰하였고, XRD 분석결과 기판 온도가 높아짐에 따라 박막의 결정성이 향상됨을 확인하였다. 시간에 따른 두께변화를 ellipsometry를 통해 관찰 후 박막의 성장속도를 계산하였고, 전기적 특성은 Pt 전극을 sputter로 증착하여 MIS 구조를 만든 후 측정하였다.