

MOMBE로 성장한 고유전 HfO₂ 박막의 전기적 특성 Properties of high-k HfO₂ films grown by MOMBE

문태형, 함문호, 김명석, 윤일구, 명재민†
연세대학교
(jmmyoung@yonsei.ac.kr)

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 안정성등이 고려되어야 한다. 이러한 배경에서 20 ~ 25의 비교적 높은 유전상수를 가지며 5.16 ~ 7.8eV의 큰 밴드갭을 갖는 Hafnium 산화막이 대체 물질중의 하나로서 관심을 모으고 있다.

현재까지 박막 증착방법으로는 CVD(Chemical Vapor Deposition)와 ALD(Atomic Layer Deposition)가 일반적으로 사용되었는데 본 연구에서는 Hf-t-butoxide precursor를 이용한 MOMBE(Metal Organic Molecular Beam Epitaxy) 방법을 사용하여 (100)방향 p-type Si 기판 위에 HfO₂ 박막을 성장시키고 그 특성을 관찰하였다. 캐리어 가스로는 Ar을, 산화제로서 O₂ 가스를 사용하였으며 박막 성장시간을 달리하여 HfO₂ 박막을 성장시켰다. 박막 성장 후 각 샘플에 대해 AFM, XRD, TEM, C-V, I-V 측정을 통해 결정학적/전기적 특성을 조사하였다.

TEM과 XRD 관찰을 통해 성장시간이 증가함에 따라 선형적인 박막 두께의 변화와 박막의 결정화가 일어나는 것을 확인하였다. 시간변화에 따른 두께변화는 ellipsometry를 통해 관찰 후 박막의 성장속도를 계산하였고, 전기적 특성은 Pt 전극을 sputter로 증착하여 MIS 구조를 만든 후 측정하였다. 이를 통하여 본연구에서 얻어진 HfO₂ 박막의 유전율은 12.5이었고 시간변화에 따른 유전상수의 snap back 현상이 발견되었다.