

대기압 플라즈마에 의한 ZrO₂ 박막 형성

이봉주, 박정원

조선대학교 자연과학대학 물리학과

반도체 공정에서 유전물질(dielectric material)로 이용되고 있는 SiO₂는 유전 상수(k)가 작기 때문에 메모리 용량이 기가(giga)급인 소자에서 그 두께가 5 nm 이하로 얇아지게 되었으나, 전자 터널링(electron tunneling) 현상에 기인한 누설전류(leakage current)에 의해 적용상에서 한계에 도달하였다.

따라서 기존의 SiO₂(k=3.9~5.0)를 대체할 재료로 Al₂O₃(k=8~10), ZrO₂(k=25) 및 HfO₂(k=30) 등이 연구되고 있다. 이들은 유전 상수가 SiO₂ 보다 크기 때문에 보다 두꺼운 상태에서 적정 유전 특성을 가질 수 있다. 그렇지만 Si 기판과 전극(electrode)과의 열적 안정성이 확보되어야 할 뿐만 아니라, 적정 에너지 밴드 갭(energy band gap) 및 결함이 없는 미세구조를 가지고 있어야 우수한 누설 전류 특성이 유지되어야 하며 또한 공정상의 적합성, 오염 등의 많은 문제가 해결되어야 SiO₂를 대체할 수 있으므로 증착 공정 개발에서부터 물질 평가에 이르기 까지 많은 연구가 이루어지고 있다. Al₂O₃, HfO₂, 더불어 ZrO₂는 높은 온도에서도 실리콘과 열 안정성이 우수하며 이중 ZrO₂는 비교적 높은 유전상수를 비롯하여 넓은 에너지 밴드 갭(energy band gap), 실리콘과의 접촉시에 높은 열적 안정성과 더불어 Si 기판에 증착 되었을 때 상당히 높은 장벽 높이를 가지고 있기 때문에 장래성이 있는 금속-산화물 박막을 형성할 수 있다.

또한 ZrO₂는 높은 용융점, 굴절을, 경도값을 가지고 있으며 낮은 열용량과 우수한 내식성을 갖고 있기 때문에 과학기술 분야에서 많은 주목을 받고 있으며, 광학 코팅제를 비롯하여 큰 크기의 집적회로에서의 유전체층, 높은 큐리 도에서의 산화물 초전도체의 버퍼층, 평판 디스플레이에서의 활성층 용도로 각광받고 있으며, 티타늄보다 2~3배 강하고 탄성 및 내식성 등이 뛰어나 향후 플라스틱을 대체 할 것으로 기대되는 첨단신소재이기도 한다. 이미 골프클럽의 소재로 상용화 된 바 있으며, 이동전화, 개인 휴대 단말기의 케이스 등 전자기기 뿐만 아니라 의료용 기기, 자동차, 방위 산업 등에 폭 넓게 응용되며 건물 벽면, 유리, 거울, 타일, 등에 쉽게 코팅할 수 있는 광촉매 역할도 하고 있다.

본 연구에서는 RF-sputtering법에 의한 ZrO₂ 박막을 형성하였 증착 조건에 따른 변화를 연구하고자 한다.