

아산화질소 플라즈마 처리를 이용하여 형성한 실리콘 옥시나이트라이드 박막의 특성과 어플리케이션

정성욱, 이준신

한성균관대학교 전자전기공학과

본 논문은 단결정 및 다결정 실리콘 기판 상에 아산화질소 플라즈마 처리를 통하여 형성한 초박형 실리콘 옥시나이트라이드 박막의 특성과 이의 어플리케이션에 관한 것이다. 초박형 절연막은 현재 다양한 전자소자의 제작과 특성 향상을 위하여 활용되고 있으나 일반적인 화학 기상 증착 방법으로는 균일도를 확보하기 어려운 문제점을 가지고 있다. 디스플레이의 구동소자로 활용되는 박막 트랜지스터의 특성 향상과 비휘발성 메모리 소자의 터널링 박막에 응용하기 위하여 초박형 실리콘 옥시나이트라이드 박막의 증착과 이의 특성을 분석하였고, 실제 어플리케이션에 적용하였다. 실리콘 산화막과 실리콘 계면상에 존재하는 질소는 터널링 전류와 결합 형성을 감소시키며, 벌크 내에 존재하는 질소는 단일 실리콘 산화막에 비해 더 두꺼운 박막을 커패시턴스의 감소없이 이용할 수 있는 장점이 있다. 아산화질소 플라즈마를 이용하여 활성화된 질소 및 산소 라디칼들이 실리콘 계면을 개질하여 초박형 실리콘 옥시나이트라이드 박막을 형성할 수 있다. 플라즈마 처리 시간과 RF power의 변화에 따라 형성된 실리콘 옥시나이트라이드 박막의 두께 및 광학적, 전기적 특성을 분석하였다. 아산화질소 플라즈마 처리 방법을 사용한 실리콘 옥시나이트라이드 박막을 시간과 박막 두께의 함수로 전환해보면 초기적으로 증착률이 높고 시간이 지남에 따라 두께 증가가 포화상태에 도달함을 확인할 수 있다. 아산화질소 플라즈마 처리 시간의 변화에 따라 형성된 박막의 전기적인 특성의 경우, 플라즈마 처리 시간이 짧은 실리콘 옥시나이트라이드 박막의 경우 전압의 변화에 따라 공핍영역에서의 기울기가 현저히 감소하며 이는 플라즈마에 의한 계면 손상으로 계면결합 전하량이 증가에 기인한 것으로 판단된다. 또한, 전류-전압 곡선을 활용하여 측정된 터널링 메커니즘은 2.3 nm 이하의 두께를 가진 실리콘 옥시나이트라이드 박막은 직접 터널링이 주도하며, 2.7 nm 이상의 두께를 가진 실리콘 옥시나이트라이드 박막은 F-N 터널링이 주도하고 있음을 확인할 수 있다. 결론적으로 실리콘 옥시나이트라이드 박막을 활용하여 전기적으로 안정한 박막트랜지스터를 제작할 수 있었으며, 2.5 nm 두께를 경계로 터널링 메커니즘이 변화하는 특성을 이용하여 전하 주입 및 기억 유지 특성이 효과적인 터널링 박막을 증착하였고, 이를 바탕으로 다결정 실리콘 비휘발성 메모리 소자를 제작하였다.