

NO와 NH₃ rapid thermal nitridation 공정에 따른 SiON 막질 분석

이우정¹, 이정환², 이연승¹, 조만호³, 이연진²

¹한밭대학교 정보통신공학과, ²한국표준과학연구원, ³연세대학교 물리학과

반도체 소자의 소형화와 고집적화에 따라 트랜지스터의 게이트 산화막은 두께와 길이가 함께 줄어들어야 한다. 현재 게이트 절연체로서 SiO₂가 널리 쓰여지고 있지만, short channel 효과 및 소자의 문턱전압 변화, 터널링에 의한 누설전류의 발생 등 여러 가지 물리적 한계가 드러나고 있는 상황이다.

이런 SiO₂ 절연막의 한계를 극복하기 위해 질화 성분을 첨가한 SiON과 같은 산화막 연구가 활발히 진행되어지고 있으며, SiO₂ 절연막에 plasma 또는 고온 열처리를 이용한 nitridation 후속공정을 통해 생성된 SiON 박막의 연구가 대표적이다.

게이트 산화막으로써, SiON 박막을 사용할 경우 Si와 게이트 산화막의 interface를 강화시켜 도펀트의 확산 및 hot-carrier에 의한 손실과 계면반응을 최소화 시킬 수 있는 장점이 확인되었고, 현재는 nitrogen의 함량을 최대화 시켜, 박막의 우수한 물리적, 전기적 특성을 확보하는 연구가 진행중이다.

SiO₂ 계면에 plasma nitridation을 처리를 실시할 경우 oxide top 계면에 trap site가 증가하여 hole trap 증가 및 charge loss 현상이 발생하는 문제점이 발견되어, 본 연구에서는 rapid thermal nitridation 공정을 실시하였으며, 3.5 nm 두께의 SiO₂에 후속공정으로 RTNO(NO), RTN(NH₃) 및 reoxidation에 의한 oxide 막 거동 분석을 목적으로 하였다.

분석 장비로는 약 100 keV의 에너지를 가지는 proton source를 이용하여 박막 내에 분포하는 원소의 정량분석과, 깊이에 따른 원소분포를 분석하기 위해 Medium Energy Ion Scattering (MEIS)를 사용하였고, 화학적 결합 상태를 분석하고자 Synchrotron radiated X-ray Photoelectron Spectroscopy (SR-XPS)를 사용하였다. 또, REELS 분석을 통하여 전자구조에 대한 특성을 확인하였다.

그 결과, SiO₂에 RTN만을 처리 하였을 때에 비해, RTNO와 RTN의 공정을 하였을 때 박막에 더 많은 nitrogen이 결합되는 것을 확인하였고, 후속 공정으로 reoxidation을 실시한 뒤에도 열적으로 안정한 특성을 보였다.