

저에너지 Fluorine-based 중성빔 incorporation 공정을 이용한 Al₂O₃ gate 절연막 특성향상에 관한 연구

박병재¹, 민태홍¹, 강세구², 박재범², 임용선², 염근영^{1,2,3}

¹성균관대학교 신소재공학과, ²성균나노과학기술원, ³테라급 나노소자사업단

Dynamic random access memory (DRAM)이나 flash memory와 같은 차세대 비휘발성 메모리에서 SiO₂를 대체할 gate dielectric 물질이 요구되고 있다. 이는 기존의 gate dielectric으로 사용되어진 SiO₂가 소자의 고집적화에 따라 기술적, 이론적 한계에 도달하였기 때문이다. 특히, 향후 Silicon-oxide-nitride-oxide-silicon (SONOS) 소자와 같은 플래시 메모리 소자가 대용량 전자 소자에 적합하기 위해서는 gate dielectric에서 charge trapping 성능이 중요시된다. 따라서 더 높은 capacitance 값을 얻는 것이 중요한 issue가 되고 있다.

이에, 본 연구에서는 실제 SONOS 소자에 적용중인 ONA 구조의 Al₂O₃ 막에 식각이 일어나지 않는 낮은 에너지에서 fluorine beam treatment 효과를 확인해보았다. 먼저 15 nm 두께의 Al₂O₃ 막을 10 eV의 fluorine 중성빔과 이온빔으로 각각 표면처리한 결과 약 5 nm 정도의 AlO_xF_y 층이 형성됨을 관찰할수 있었으며, 전체 막 두께나 표면 조도는 큰 변화가 없음을 확인할수 있었다. 다음으로 ONA 구조에서 fluorine beam 처리 전후의 전기적 특성을 알아보기 위해 MOS device를 제작하여 I-V, C-V등을 측정하였다. 그 결과 중성빔 fluorine 처리시 leakage current가 약간 감소함을 관찰할수 있었으며, 이는 Al₂O₃ 막에서 fluorine 원자들이 defect 들을 passivation 시키는 경향을 가지기 때문으로 사료된다. 특히 C-V hysteresis 측정 후, flat band voltage에서 ±15 V sweep을 주어 메모리 윈도우 특성을 관찰한 결과, 중성빔 incorporation한 막이 빔처리를 하지않은 막이나, 이온빔 incorporation한 막보다 charge trapping이 증가하여 더 넓은 메모리 특성을 관찰할수 있었다.