

SIMS glancing angle를 적용한 tunnel oxide 내 Nitrogen 깊이 분해능 향상 연구

이종필, 최근영, 김경원, 김호정, 한오석

(주) 하이닉스 반도체 연구소

Flash memory에서 tunnel oxide film은 electron tunnelling 현상을 이용하여 gate에 전하를 전달하는 통로로 사용되고 있다. 특히, tunnel oxide film 내부의 charge trap 현상과 불순물이 소자 특성에 직접적인 영향을 주고 있어, 후속 N₂O/NO 열처리 공정에서 SiO₂/Si 계면에 nitrogen을 주입하여 tunnel oxide film 특성을 개선하고 있다. 따라서 N₂O/NO 열처리 공정 최적화를 위해서는 tunnel oxide film 내 N 농도와 분포에 대한 정확한 평가가 필수적이다[1].

본 실험에서는 low energy magnetic SIMS를 이용하여 N₂O로 열처리된 tunnel oxide film 내의 N농도를 보다 정확하게 평가하고자 하였다. 사용된 시료는 Si substrate에 oxidation 이후 N₂O 열처리를 진행하여 tunnel oxide를 형성시켰으며, 분석 impact energy는 surface effect최소화와 최상의 depth resolution 확보를 위해 250eV를 사용하였으며, matrix effect와 mass interference를 방지하기 위해 MCs+ cluster mode[2]로 CsN signal를 검출하였다.

실험 결과, 특정 primary beam 입사각도에서 nitrogen depth resolution 저하 현상이 발생하였고, SIMS crater 표면이 매우 거칠게 나타났다. 이에, Depth resolution 저하 현상을 개선하기 위해 극한의 glancing 입사각 조건으로 secondary extraction voltage 변화를 통해 depth resolution이 개선되는 최적의 impact energy와 primary beam 입사각 조건을 확보하였다. 그 결과 nitrogen의 depth resolution은 1.6nm의 depth resolution을 확보하였으며, 보다 정확한 N 농도와 분포를 평가할 수 있게 되었다.

[1] J. Bennett, C. Gondran, C. Spark, P.Y. Hung and A. Hou, appl. Surf. Sci, 203-204(2003), p.409

[2] Y. Okada et al., IEES Electron Devices, vol.41, P1608~ 1612, Sept 1994

Keywords: SIMS, tunnel oxide, Nitrogen, glancing