

T2-010

Improvement of Depth Profiling Analysis in $Hf_xO_y/Al_xO_y/Hf_xO_y$ structure with Sub 10 nm by Using Low Energy SIMS

이종필, 박상원, 최근영, 박운백, 김호정, 김창열

하이닉스 반도체(주)

Sub 100 nm의 Complementary Metal-Oxide-Semiconductor (CMOS) 소자를 구동하기 위해서는 2.0 nm 이하의 SiO_2 oxide 에 해당하는 전기적 특성이 요구된다. 그러나 2.0 nm 이하의 SiO_2 에서는 누설 전류가 너무 크기 때문에 이를 대체하기 위해서 유전 상수 (dielectric permittivity)가 높은 HfO_2 ($\epsilon=25$), Al_2O_3 , HfO_2/Al_2O_3 laminate 등의 high-k dielectric 물질들이 연구되고 있다[1]. High-k dielectric 물질의 전기적 특성은 박막 조성, 두께 및 전극과의 계면에 생성되는 계면 층이나 불순물(Impurity) 거동에 크게 의존하므로 High-k dielectric/전극(Metal or Si) 구조에서 조성 및 불순물의 거동에 대한 정확한 평가가 주요 쟁점으로 부각되고 있다. 이를 평가하기 위해 일반적으로 Ar^+ ion에 의한 depth profiling 분석이 진행되나 Oxygen 원자의 선택적 식각에 기인된 분석 깊이 분해능(Depth Resolution) 왜곡으로 계면 층의 형성이나 불순물의 거동을 정확하게 평가할 수 없다. 이러한 예로는 Ta_2O_5 및 $SrBi_2Ta_2O_9$ 와 같은 다 성분 계 산화막에 Ar^+ ion 주사 시 발생하는 선택적인 식각(Preferential Sputtering) 때문에 박막의 실제 조성 및 거동을 평가하는 것은 어렵다고 보고된 바 있다[2,3]. 본 연구에서는 90Å인 적층 $Hf_xO_y/Al_xO_y/Hf_xO_y$ 구조에서의 불순물 거동 분석 능력 확보 상 주요 인자인 깊이 분해능 개선을 Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS)의 primary ion 중, impact energy 및 주사 각도를 변화시켜 ~1 nm 수준까지 구현하였다. 이러한 분석 깊이 분해능의 개선은 Low Impact Energy, 입사 이온의 glancing angle 및 Cluster ion 적용에 의존하며 이들 요인의 효과에 대해 비교/고찰하고자 한다.

Keywords: SIMS, high-k, glancing, cluster ion

참고문헌

1. C. T. Liu et al., IEDM Tech. Dig., p.747 (1999)
2. D. -W. Moon and K. -J. Kim, Appl. Phys. Lett., 62(24), 3094-3096 (1993)
3. Yoon-Baek Park, Kyung-youll Min, Kwang-Jun Cho, Sung Heo, Choul-Ho Lim, Moon-Keun Lee, Tae-Kwon Lee, Ho-Joung Kim, Soun-Young Lee, and Yil-Wook Kim, J. Vac.Sci. Technol. A 19(3) 916-921 (2001)