$Pb(Zr,Ti)O_3$ 강유전체 커패시터에 적용하기 위한 $SrRuO_3$ 버퍼 층의 특성 평가

권순용, 최지혜*, 손영진*, 홍석경*, 류성림
충주대학교, *하이닉스반도체(주)

Evaluation of $SrRuO_3$ Buffer Layer for $Pb(Zr,Ti)O_3$ Ferroelectric Capacitor

Soon-Yong Kweon, Ji-Hye Choi*, Young-Jin Son*, Suk-Kyoung Hong*, Sung-Lim Ryu
Chungju National Univ., *Hynix Semiconductor Inc.

$Pb(Zr,Ti)O_3$ (PZT) 강유전체 박막은 높은 잔류 분극 (remanent polarization) 특성 때문에 현재 강유전체 메모리 (FeRAM) 소자에 적용하기 위하여 가장 활발히 연구되고 있다. 그런데 PZT 물질은 피로 (fatigue) 및 임프린트 (imprint) 등의 장시간 신뢰성 (long-term reliability) 특성이 취약한 단점을 가지고 있다. 이러한 신뢰성 문제를 해결할 수 있는 효과적인 방법 중의 하나는 IrO_2, $SrRuO_3$ (SRO) 등의 산화물 전극을 사용하는 것이다. 많은 산화물 전극 중에서 SRO는 PZT와 비슷한 pseudo-perovskite 결정구조를 갖고 격자 상수도 비슷하여, PZT 커패시터의 강유전 특성 및 신뢰성을 향상시키는데 매우 효과적인 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구는 PZT 커패시터에 적용하기 위하여 SRO 박막을 증착하고 이의 전기적 특성 및 미세구조를 분석하고자 하였다. 또 실제로 SRO 박막을 상부전극과 PZT 사이의 버퍼 층 (buffer layer)으로 적용한 경우의 커패시터 특성도 평가하였다. 먼저 다결정 SRO 박막을 SiO_2/Si 기판 위에 DC 마그네트론 스퍼터링 법 (DC magnetron sputtering method)으로 증착하였다. 그 다음 이러한 SRO 박막의 미세구조, 결정성 및 전기적 특성이 증착 조건들의 변화에 따라서 어떤 경향성을 보이는지를 평가하였다. 기판 온도는 350 ~ 650℃ 범위에서 변화시켰고, 증착 파워는 500 ~ 800 W 범위에서 변화시켰다. 또 $Ar+O_2$ 혼합 가스에서 산소의 혼합 비율을 20 ~ 50% 범위에서 변화시켰다. 이러한 실험 결과 SRO 박막의 전기적 특성 및 미세 구조는 기판의 증착 온도에 따라서 가장 민감하게 변함을 관찰할 수 있었다. 다른 증착 조건과 무관하게 450℃ 이상의 온도에서 증착된 SRO 박막은 모두 주상정 구조 (columnar structure)를 형성하며 (110) 방향성을 강하게 나타내었다. 가장 낮은 전기 저항은 550℃ 증착 온도에서 얻을 수 있었는데, 그 값은 약 440 μΩ·cm 이었다. SRO 버퍼 층을 적용하여 제작한 PZT 커패시터의 잔류 분극 (Pr) 값은 약 30 $\mu C/cm^2$ 정도로 매우 높은 값을 나타내었고, 피로 손실 (fatigue loss)도 1×10^{11} 스위칭 사이클 후에 약 11% 정도로 매우 양호한 값을 나타내었다.

감사의 글: 본 연구는 산업자원부의 지역혁신센터사업 (RIC)의 지원에 의해 수행되었습니다.