

La₂O₃/HfO₂ 나노 층상구조를 이용한 MIM capacitor의 특성 향상

오일권, 김민규*, 박주상*, 김형준*[†]

연세대학교 전기전자 공학; *연세대학교 전기전자공학
(hyungjun@yonsei.ac.kr[†])

란타넘 산화물 (La₂O₃) 박막은 하프늄 산화물 (HfO₂) 박막보다 높은 유전 상수와 높은 밴드 오프셋으로 인해 dynamic random access memory(DRAM)에서 유전체 재료로서 연구되어 왔다. 그리고 Lanthanum이 도핑된 HfO₂이 더 높은 유전 상수와 낮은 누설 전류 밀도를 갖는다는 사실이 이전에 보고된 바 있다.

본 연구에서 우리는 ALD를 이용하여, TiN 하부 전극 위에 La₂O₃의 위치를 달리하는 La₂O₃/HfO₂의 나노 층상조직 구조 (두께 10 nm)를 금속 - 절연체 - 금속 (MIM) 구조로 제작하였다. ALD는 좋은 conformality와 넓은 지역 균일성을 가지며, 원자수준의 두께를 조절할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 또한, 다양한 화학 물질들을 이용한 복합적 계층구조를 만들 수 있는 점과 HfO₂ 및 La₂O₃ 계층의 수직 위치를 정확하게 조절할 수 있는 점으로 본 연구에 적합한 증착 방법이다. HfO₂ 속에 La₂O₃ 층을 깊이에 따라 삽입함으로써 HfO₂ 계층에 La 도핑의 효과와 더불어 TiN 하부 전극 위의 La₂O₃과 HfO₂의 차이점을 확인하였다. HfO₂은 250°C에서 TDMAH와 물을 사용하여, La₂O₃은 동일한 온도에서 La(iPrCp)₃와 물을 사용하여 제작되었다.

화학적 구성 및 binding 구조는 X선 광전자 분광법 (XPS)을 통해 분석하였다. 전기적 특성(유전 상수 및 누설 전류)은 Capacitance-Voltage (CV)와 Current-Voltage (IV) 측정으로 확인하였다. 결과적으로, La₂O₃ 또는 HfO₂을 한 종류만 사용한 절연층의 전기적 특성보다, La₂O₃/HfO₂의 나노 층상조직 구조가 더 나은 특성 (누설 전류 밀도 : $5.5 \times 10^{-7} \text{ A/cm}^2 @ -1\text{MV/cm}$, EOT : 14.6)을 갖는다는 것을 확인했고, 더불어 La₂O₃의 흡습 성질로 인한 화학 구조와 전기적 특성의 일부 차이를 확인하였다. 본 연구에서는 HfO₂ 속에 La₂O₃층이 TiN 하부 전극 바로 위에 위치할 때, 즉, 공기 중에 노출되지 않은 HfO₂/La₂O₃ 구조에서 가장 좋은 특성의 MIM capacitor를 얻을 수 있었다.

Keywords: MIM capacitor, high k material, ALD, 나노 층상구조, 하프늄 산화물, 란타넘 산화물

Co-firing of PZT/metal foil laminates for MIM structured device fabrication

김백현, 배현정*, 권도균[†]

한국항공대학교 항공재료공학과; *한국항공대학교 재료연구센터
(dkwon@kau.ac.kr[†])

캐패시터, 액추에이터와 같이 MIM (Metal-Insulator-Metal) 구조를 갖는 디바이스는 높은 소결온도를 갖는 세라믹 유전체/압전체와 고온 내산화성이 낮은 금속 전극의 적층 형태로 인하여 동시 열처리 공정에 있어서 많은 제약이 따른다. 본 연구에서는 소결온도를 대폭 낮춘 저온 소결용 PZT 압전체 테이프를 니켈 금속 포일에 적층하여 동시 열처리를 통하여 소결을 시도하였다. 동시 열처리된 MIM 디바이스의 세라믹과 금속 전극 계면의 미세구조 및 성분 분석을 통하여 계면 반응 기구를 확인하였고, 계면 반응층이 디바이스의 특성에 미치는 영향에 대한 정량적 분석을 수행하였다. 또한 열처리 시간에 따른 계면 반응층의 변화를 관찰하고 반응층의 변화가 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 니켈 이외에 니켈 합금인 INCONEL 718과 PZT 세라믹과의 동시 소성을 시도하여 니켈, INCONEL 두 금속 기판과 PZT 사이에 생성되는 계면 반응층의 미세구조와 특성의 차이점을 비교하였고 디바이스로서 사용하기 위한 적합성 여부를 확인하였다.

Keywords: Lead zirconate titanate, PZT, LTCC, Co-firing, INCONEL