

Bipolar Resistance Switching Characteristics of NiO_{1+x} films with Adding Higher-Valence Impurities

김종기, 손현철*
연세대학교

Abstract : The effects of adding higher-valence impurities on the bipolar resistive switching characteristics of Pt/NiO_{1+x}/TiN MIM stacks and physical properties were investigated. NiO_{1+x} films with 14% W deposited at 20% oxygen partial pressure exhibited the bipolar resistance switching characteristics in Pt/NiO_{1+x}/TiN MIM stacks, while NiO_{1+x} films with 8.2% W show unipolar resistance switching behavior. The relationship of W-doping and the crystallinity was studied by X-ray diffraction. The metallic Ni contents and WO_x binding states with W amount was investigated by XPS. Our result showed that the metallic Ni, WO_x binding states, and crystallinity in NiO_{1+x} played an important role on the bipolar resistive switching.

Key Words : ReRAM, Memory, NiO_x, W doping

1. 서론

NiO_x[1]와 같은 이성분계 산화 막을 기초로 한 ReRAM은 차세대 비휘발성 메모리에 주목을 받는 후보들 중의 하나이다. 낮은 산소 분압에서 증착된 NiO_x 박막은 일반적으로 unipolar 저항 스위칭 특성이 나타나고 높은 산소 분압에서는 저항 스위칭 특성이 나타나지 않는다. [2] 본 실험에서는 20% 산소 분압에서 W의 도핑 농도에 따른 NiO_x 박막의 저항 스위칭 특성 변화에 관한 연구를 수행하였다. 낮은 W 도핑 농도에서는 W-doping NiO_{1+x}는 unipolar 저항 스위칭이 보이나 W 도핑 농도가 높아짐에 따른 bipolar 저항 스위칭 특성을 확인하였다. W 도핑 농도에 따른 결정성 변화, metallic Ni와 WO_x binding states 변화를 X선 회절과 X-ray photoelectron spectroscopy(XPS)를 통해 볼 수 있었다. 이것이 NiO_x의 bipolar 저항 스위칭 특성에 중요한 역할을 한다.

2. 실험

산소 분압 (O₂/Ar+O₂)를 20%로 조절을 시키면서 스퍼터링을 이용하여 TiN/SiO₂/Si 기판 위에 W-doped NiO_{1+x} 박막을 증착하였다. 그리고, lift-off 리소그래피 방식을 이용하여 Pt 상부 전극을 증착한 후 two-probe measurement (Agilent B1500A)를 이용하여 저항 스위칭 특성을 측정하였다. 결정성과 정성적 분석을 위해 X선 회절과 XPS를 각각 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

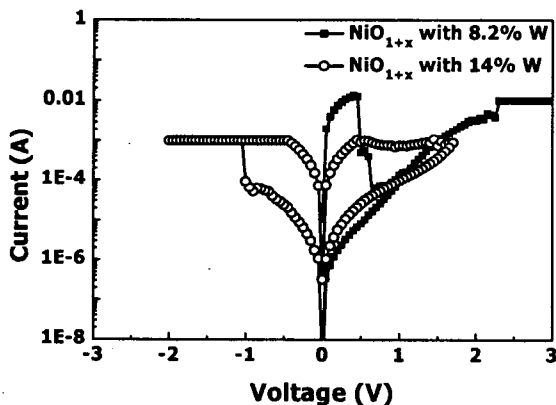


그림 1. W-doped NiO_{1+x} 박막들의 저항 스위칭 특성

Nb [3]와 같이 W 도핑은 NiO_x 박막의 high resistance states(HRS)의 증가시키는 역할을 한다. 높은 산소 분압 (20%)에서, 8.2% W이 첨가된 NiO_{1+x} 박막은 Pt/NiO_{1+x}/TiN MIM 구조에서 unipolar 저항 스위칭 특성이 관찰되어지나, 14% W이 첨가된 NiO_{1+x} 박막 경우에는 bipolar 저항 스위칭으로 변화하였다. X선 회절 분석 결과, 8.2% W이 첨가된 NiO_{1+x} 박막은 다결정성을 보여주나, 14% W이 첨가된 NiO_{1+x} 박막에서는 비정질로 변화하는 것이 관찰되었다. XPS 분석 결과, Ni보다 산소와 안정적인 반응을 하는 W 첨가에 의해 Metallic Ni 성분이 증가하는 현상과 W의 도핑 농도가 증가함에 따라 복잡한 구조의 WO_x binding states가 관찰되었다.

4. 결론

본 실험에서는 NiO_{1+x} 박막에 W 도핑 효과는 박막의 결정성, metallic Ni 조성 변화과 복잡한 WO_x binding states를 유도하는 것을 확인하였다. 이것은 W 도핑 농도에 따라 NiO_{1+x} 박막의 저항스위칭 특성이 unipolar에서 bipolar로 변화하는데 중요한 역할을 하는 것으로 예상된다.

감사의 글

본 논문은 삼성전자 “나노 고집적 메모리 시스템 원천 기술 연구”를 통해 개발된 결과임을 밝힘. 2010년 BK21 프로젝트 역시 지원하였음.

참고 문헌

- [1] S Seo, MJ Lee, SK Choi, DS Suh, YS Joung, IK Yoo, IS Byun, IR Hwang, and BH.Park, Appl. Phys. Lett. 86,093509 (2005).
- [2] S Seo, MJ Lee, DH Seo, EJ Jeoung, YS Joung, IK Yoo, IR Hwang, SH Kim, IS Byun, JS Kim, JS Choi and BH Park, Appl. Phys. Lett. 86,093509 (2004).
- [3] JG Kim, KM Lee, and HC Sohn, J. Electrochemical Society 156, H881 (2009).

* 교신저자) 손현철, e-mail: kimjonggi@yonsei.ac.kr, Tel:02-2123-7832
주소: 서울 서대문구 신촌동 연세대학교 신소재공학과