

WN 박막을 이용한 저항 변화 메모리 연구

홍석만, 김희동, 안호명, 김태근

고려대학교 전기전자전파공학부

최근 scaling down의 한계에 부딪힌 DRAM과 Flash Memory를 대체하기 위한 차세대 메모리 (Next Generation Memory)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. ITRS (international technology roadmap for semiconductors)에 따르면 PRAM (phase change RAM), RRAM (resistive RAM), STT-MRAM (spin transfer torque magnetic RAM) 등이 차세대 메모리로서 부상하고 있다. 그 중 RRAM은 간단한 구조로 인한 고집적화, 빠른 program/erase 속도 (100~10 ns), 낮은 동작 전압 등의 장점을 갖고 있어 다른 차세대 메모리 중에서도 높은 평가를 받고 있다 [1]. 현재 RRAM은 주로 금속-산화물계(Metal-Oxide) 저항 변화 물질을 기반으로 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 근본적으로 공정 과정에서 산소에 의한 오염으로 인해 수율이 낮은 문제를 갖고 있으며, Endurance 및 Retention 등의 신뢰성이 떨어지는 단점이 있다. 따라서, 본 연구진은 산소 오염에 의한 신뢰성 문제를 근본적으로 해결할 수 있는 다양한 금속-질화물(Metal-Nitride) 기반의 저항 변화 물질을 제안해 연구를 진행하고 있으며, 우수한 열적 안정성(>450°C, 높은 종횡비, Cu 확산 방지 역할, 높은 공정 호환성 [2] 등의 장점을 가진 WN 박막을 저항 변화 물질로 사용하여 저항 변화 메모리를 구현하기 위한 연구를 진행하였다. WN 박막은 RF magnetron sputtering 방법을 사용하여 Ar/N₂ 가스를 20/30 sccm, 동작 압력 20 mTorr 조건에서 120 nm 의 두께로 증착하였고, E-beam Evaporation 방법을 통하여 Ti 상부 전극을 100 nm 증착하였다. I-V 실험결과, WN 기반의 RRAM은 양전압에서 SET 동작이 일어나며, 음전압에서 RESET 동작을 하는 bipolar 스위칭 특성을 보였으며, 읽기 전압 0.1 V에서 ~1 order의 저항비를 확보하였다. 신뢰성 분석 결과, 10³ 번의 Endurance 특성 및 10⁵초의 긴 Retention time을 확보할 수 있었다. 또한, 고저항 상태에서는 Space-charge-limited Conduction, 저저항 상태에서는 Ohmic Conduction의 전도 특성을 보임에 따라 저항 변화 메커니즘이 filamentary conduction model로 확인되었다 [3]. 본 연구에서 개발한 WN 기반의 RRAM은 우수한 저항 변화 특성과 함께 높은 재료적 안정성, 그리고 기존 반도체 공정 호환성이 매우 높은 강점을 갖고 있어 핵심적인 차세대 메모리가 될 것으로 기대된다.

References

- [1] Y. Shin, Symposium on VLSI Circuits Digest of Technical Papers (IEEE, Kyoto, 2005) p. 156.
- [2] J. W. Klaus, S. J. Ferro, and S. M. George, J. Electrochem. Soc., 147, 1175 (2000).
- [3] K. Jung, H. Seo, Y. Kim, H. Im, J. Hong, J. W. Park, and J. K. Lee, Appl. Phys. Lett. 90, 052104 (2007).

Keywords: 저항변화메모리, RRAM, WN

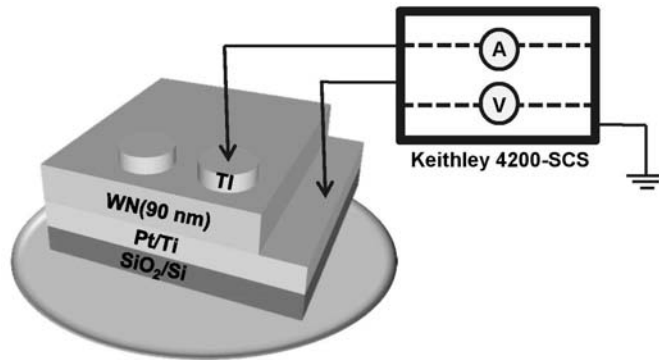


Fig. 1. Schematic drawing of Ti/WN/Pt RRAM device.

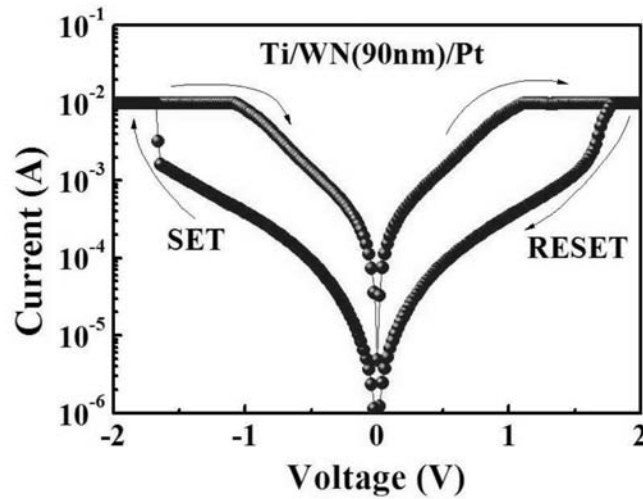


Fig. 2. I - V characteristic of the Ti/WN/Pt RRAM device.