

새로운 다층 구조의 Multi-bit 자기저항 메모리 소자에 관한 연구

서울대학교 재료공학부 정원철*, 김형준, 오훈상, 이병일, 주승기

A new multilayered structure for multi-bit MRAM cell

Seoul Nat'l Univ. W.-C. Jeong*, H.-J. Kim, H.-S. Oh, B.-I. Lee, S.-K. Joo

1. 서론

최근 메모리 소자, 특히 DRAM은 집적도면에서 비약적인 발전을 거듭하고 있으나 전원 공급이 중단되었을 경우 정보를 잃어버리는 휘발성과 소자당 1개의 트랜지스터와 1개의 캐패시터가 필요해 집적도 면에서 불리한 측면이 있다. 이에 비해 자기저항 메모리(MRAM)는 비휘발성, Non-Destructive-Read-Out, 간단한 소자 구조 등의 우수한 메모리 특성을 지니고 있어 스핀밸브 구조의 재료를 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 이러한 장점을 지닌 자기저항 메모리 소자에 Multi-bit 특성을 구현하여 읽기/쓰기 속도는 물론 집적도도 크게 증가시키고자 하였다.

2. 실험방법

4° tilt-cut Si(111) 웨이퍼를 기판으로 사용하여 고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 50Å 두께의 Cu를 바닥층으로 증착한 뒤 NiFe(60Å)/Cu(60Å)/Co(50Å)/NiFe(10Å)/Cu(60Å)/Co(30Å) 다층막을 형성하였다. 증착 전 Si(111) 기판은 10 : 1 로 희석된 불산(HF) 용액을 이용하여 표면의 자연산화물을 제거하였다. 초기 진공은 2×10^{-6} Torr 이하로 하였고 증착시 Ar 압력은 4 mTorr 로 하였다.

시편진동자력계를 이용해 자기이력곡선(M-H Curve)을 측정하였고, 시편진동자력계의 전자석과 4 탐침법을 이용해 상온에서 자기저항곡선(R-H Curve)을 측정하였다. 실제 소자로서의 작동가능성을 알아보기 위해 - 20 Oe 와 20 Oe 사이에서 Minor Curve를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1(a)에 [NiFe(60Å)/Cu(60Å)/Co(50Å)/NiFe(10Å)/Cu(60Å)/Co(30Å)]/Cu(50Å)/Si(111, 4° tilt-cut) 다층막의 65 Oe 에서 - 65 Oe 의 자장범위에서 측정한 Minor Curve 를 나타내었으며 NiFe, NiFe/Co, Co 층의 개략적인 자화배열을 함께 나타내었다. 65 Oe 에서 - 30 Oe 까지는 NiFe, NiFe/Co, Co 층의 자화배열이 동일하며 - 30 Oe 에서 NiFe 층의 자화반전이 일어나 NiFe 층과 NiFe/Co 층간의 자기저항 효과가 관찰된다. 이후, - 45 Oe 에서 NiFe/Co 층의 자화반전이 일어나면서 NiFe/Co 층과 Co 층 사이에서 자기저항 효과가 나타나며 - 65 Oe 까지는 일정한 자기저항을 유지한다. 자장의 방향을 바꾼 경우 - 65 Oe 에서 30 Oe 까지는 위의 상태를 그대로 유지하다가 30 Oe 에서 NiFe 층의 자화반전이 일어나면서 NiFe 층과 NiFe/Co 층, 그리고 NiFe/Co 층과 Co 층 사이에서 동시에 자기저항 성분이 발생해 전체 자기저항은 위의 두가지 경우를 합한 만큼 증가하게 된다. 그림 1(b)는 쓰기 자계로 150 Oe, -150 Oe와 60 Oe 를 가한 후 - 20 Oe 에서 20 Oe 까지 측정한 경우의 Minor Curve를 같이 나타내었다. 150 Oe 를 가한 후 20 Oe 를 가하면 NiFe, NiFe/Co, Co 층의 자화배열은 모두 같은 방향이므

로 낮은 출력전압 특성을 나타내는 반면, - 150 Oe와 60 Oe 를 가한 뒤 20 Oe 를 가하면 NiFe/Co와 Co의 자화배열이 반대방향이므로 어느 정도 높은 출력전압 특성을 나타내게 된다. 이 상태에서 - 20 Oe 까지 자계를 변화시켜가며 측정하면 보자력이 작은 NiFe 층만이 자화반전을 일으키면서 그림과 같은 Minor Curve를 나타내게 된다. 이 시편의 경우 -20 Oe 를 가했다가 0 Oe 가 되기도 전에 NiFe 층의 자화반전이 일어나는 것을 볼 수 있는데 이는 NiFe와 NiFe/Co 층 사이의 Cu 층이 얇아 강자성 결합을 하고 있기 때문인 것으로 보인다.

이 Minor Curve들로부터 4가지 서로 다른 조합의 쓰기 자계를 가함으로써 Multi-bit 메모리 특성이 나옴을 확인할 수 있었다.

4. 참고 문헌

- [1] 김 형준, 공학석사논문, 서울대학교 (1997)
- [2] 김 형준, 이 병일, 주 승기, 한국자기학회지 Vol. 6 No. 5 (1996)

