

NiFe/Co/Cu/Co 스핀밸브 자기저항 메모리 셀에서 형상자기이방성이
NiFe/Co 층의 스위칭 자장에 미치는 영향

서울대학교 재료공학부 김 형준*, 이 병일, 주 승기

Effects of Shape Magnetic Anisotropy on the NiFe/Co Switching Characteristics of
NiFe/Co/Cu/Co Spin Valve Memory Cells

Seoul Nat'l Univ. Hyeong-Jun Kim*, Byung-Il Lee, Seung-Ki Joo

1. 서 론

스핀밸브 거대자기저항 박막을 이용한 자기저항 메모리 소자는 비휘발성, 간단한 구조, NDRO (Non-Destructive Read Out) 등 우수한 메모리 특성과 많은 장점으로 인해 최근 전세계적으로 활발히 연구되고 있다[1-3].

자기저항 메모리 소자는 기본적으로 외부에서 인가하는 전류에 의해 발생하는 자장을 이용하여 메모리 셀의 자기저항 변화를 유도하므로, 작고 신뢰성 있는 읽기 및 쓰기 자장을 나타내는 메모리 셀이 유리하다. 그러나, B. A. Everitt 에 의하면 메모리 셀의 크기가 마이크로 이하의 크기로 작아질수록 읽기 및 쓰기를 위해 필요한 자장의 크기가 증가한다고 보고되고 있으며, 아직까지 셀의 신뢰성이 문제점으로 지적되고 있다[4].

본 연구에서는 이미 주 승기 등에 의해 자기저항 메모리 소자에 응용 가능한 자기저항 특성을 나타내는 것으로 보고된 바 있는 NiFe/Co/Cu/Co 스핀밸브 거대자기저항 박막을 이용하여 마이크로 크기의 메모리 셀을 제작하고, 메모리 셀의 제작시, 셀을 구성하는 스핀밸브 박막의 일정한 자화용이축 방향에 대해 형상자기이방성의 자화용이축 방향을 변화시킴으로써 스핀밸브 박막의 NiFe/Co 층 스위칭 자장을 감소시키고자 하였다. 두 가지 자기이방성의 방향을 적절히 조절함으로써 작은 읽기 및 쓰기 자장을 나타내는 메모리 셀을 개발하고, 셀의 스위칭 자장을 조절하는 새로운 방법을 제시하고자 하였다.

2. 실험 방법

고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 4° 기울어진 Si(111) 기판과 50Å 두께의 Cu 바닥층 위에 NiFe(60Å)/Co(5Å)Cu(35Å)/Co(30Å) 스핀밸브 박막을 상온에서 형성하였다. 패터되지 않은 스핀밸브 박막의 자기저항 특성은 시편진동자력계의 전자석과 4 탐침법을 이용하여 측정하였으며, 패터된 박막의 자기저항 특성은 Probe Station 에 설치된 전자석 내에서 4 탐침법을 이용하여 측정하였다. 일반적인 사진식각 방법을 이용하여 NiFe/Co/Cu/Co 스핀밸브 박막을 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 μm 의 폭과 1 : 1, 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1, 5 : 1, 10 : 1 의 길이 : 폭의 종횡비를 갖는 메모리 셀로 패터하였으며, 패터된 메모리 셀의 자기저항 특성 측정을 위해 약 2000 Å 의 Al 을 증착하여 패드로 사용하였다. 패터된 메모리 셀의 자기저항 특성 측정시 ± 50 Oe 범위의 자장 변화 내에서 1 mA 의 일정한 전류를 인가하며 셀의 전

압 변화를 측정하였다. 특히 메모리 셀의 형상자기이방성 자화용이축을 셀을 구성하는 스핀밸브 박막의 일축자기이방성 자화용이축 방향과 0° , 45° , 90° 를 이루도록 구성함으로써 각각의 자기이방성의 방향 관계가 메모리 셀의 연자성층 스위칭 자장에 미치는 영향을 고찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

다양한 크기의 메모리 셀은 1 mA 의 일정한 인가 전류에서 약 6.5 ~ 10.5 mV 의 전압 변화를 나타내었으며, 약 150 ~ 250 Ω 의 초기 저항을 나타내었다. 그림 1 에서 보이는 바와 같이 형상자기이방성의 자화용이축과 스핀밸브 박막 내에 형성된 일축자기이방성의 자화용이축이 일치할 경우 매우 급격한 자기저항 변화가 감지되었으며, 두 가지 자기이방성의 방향이 다를 경우 자기저항 변화가 상대적으로 완만하게 진행됨을 알 수 있었다. 그러나, 본 스핀밸브 박막을 구성하는 NiFe/Co 연자성층은 두 가지 자기이방성의 방향이 서로 다를 때 더욱 작은 자장에서 자기저항 변화를 나타내었으며, 이는 인가하는 외부 자장과 다른 방향으로 정렬된 자화용이축에 의해 NiFe/Co 연자성층의 자화반전이 도움을 받기 때문인 것으로 생각되며, 두 가지 자기이방성의 방향을 적절히 조절함으로써 메모리 셀의 스위칭 자장을 조절할 수 있음을 암시하는 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 1) B. A. Everitt, R. S. Beech, J. M. Daughton, IEEE Trans. Magn. 33(5) 3280 (1997)
- 2) K. Matsuyama, H. Asada, S. Ikeda, K. Taniguchi, IEEE Trans. Magn. 33(5) 3283 (1997)
- 3) Youfeng Zheng, Jian-Gang Zhu, IEEE Trans. Magn. 33(5) 3286 (1997)
- 4) B. A. Everitt, A. V. Pohm, R. S. Beech, J. M. Daughton, IEEE Trans. Magn., In press [Dig. 7th MMM-Intermag Joint Conference, EB-02, 1998]

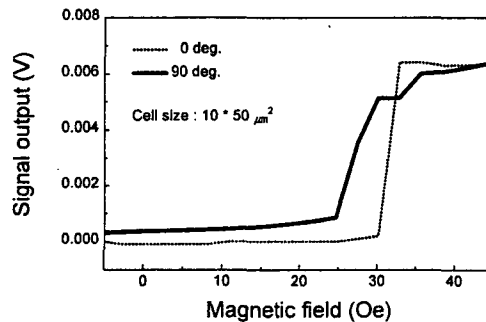


Fig. 1. Signal output of NiFe(60 Å)/Co(5 Å)/Cu(35 Å)/Co(30 Å) spin valve memory cells with respect to external magnetic field.

External magnetic field was aligned along the easy axis of uniaxial magnetic anisotropy of sheet spin valve thin films. The angle represents the direction of easy axis of shape magnetic anisotropy in patterned spin valve memory cells with respect to the direction of external magnetic field.