

NiFe 층의 조성이 NiFe/Cu/Co 스핀밸브 삼층막의 자기저항 특성에 미치는 영향

서울대학교 재료공학부 김 형준*, 이 병일, 주 승기

Effects of composition in NiFe layer on GMR characteristics
of NiFe/Cu/Co spin valve trilayers

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

1. 서 론

인접한 두 자성층 간의 보자력 차이를 이용한 스핀밸브 거대자기저항 재료는 Shinjo 등에 의해 제안된 이래[1], 간단한 구조와 우수한 자기저항 특성으로 자기저항 헤드 및 비휘발성 자기저항 메모리 소자로 응용에 관해 활발히 연구되어 왔다[2,3]. 위에 언급한 스핀밸브 재료를 성공적으로 자기저항 헤드 및 자기저항 메모리 소자에 응용하기 위해서는 낮은 자장에서 높은 자기저항 효과와 자기이방성의 고려가 필수적이다. 최근 주 승기 등은 NiFe 층과 Co 층의 보자력의 차이를 이용한 NiFe/Cu/Co 스핀밸브 삼층막을 4° 기울어진 Si(111) 기판과 Cu 바닥층 위에 형성하여 새로운 자기이방성과 우수한 자기저항 특성을 보고한 바 있으며[4], 이 때 관찰된 자기이방성은 기판에 존재할 계단 (step) 에 의한 것으로 생각되었다. 4° 기울어진 Si(111) 기판 표면에 존재할 계단은 그 위에 형성되는 바닥층과 자성 박막을 특정 방향으로 성장시킬 수 있으며, 특히 자성박막의 계면 상태를 변화시킴으로써 자기이방성에 기여할 수 있다. 합금 자성 박막의 경우, 자기이방성은 박막의 조성에 의존한다고 알려져 있으며, 조성의 변화에 의해 자기이방성의 계면에 의한 기여와 내부에 의한 기여가 변화할 수 있다. 본 연구에서는 4° 기울어진 Si(111) 기판과 Cu 바닥층 위에 형성된 NiFe/Cu/Co 스핀밸브 삼층막에서 낮은 자장 영역에서의 자기저항 특성을 나타내는 NiFe 층의 조성을 변화시킴으로써, NiFe 층의 자기이방성의 변화와 이에 따른 삼층막의 자기저항 특성의 변화를 기대하고, 조성의 변화에 따른 NiFe 단층막의 자기이방성과 NiFe/Cu/Co 스핀밸브 삼층막의 자기저항 특성을 연관지어 고찰하였다.

2. 실험 방법

고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 4° 기울어진 Si(111) 기판과 50Å 두께의 Cu 바닥층 위에 NiFe(60Å)/Cu/Co(30Å) 스핀밸브 삼층막을 형성하였다. 희석된 불산과 이온교환수를 이용하여 증착 전 기판 표면의 자연산화막을 제거하였고, NiFe 층의 조성은 일정한 조성의 Ni₈₀Fe₂₀ 타겟 위에 Fe 칩을 사용하여 조절하고, Ni 과 Fe 의 상대적 양은 EDS 로 분석하였다. 시편진동자력계의 전자석과 4 탐침법을 이용하여 자기저항 특성을 측정하였으며, 시편진동자력계의 인가 자장 내에서 시편을 회전하며 자기이력곡선을 측정함으로써 자기이방성 및 자기적 특성을 측정하였다. NiFe/Cu/Co 삼층막의 자기이방성

및 자기저항 특성을 이해하기 위해 NiFe 단층막을 동일한 기판과 바닥층 위에 조성을 변화시키며 60Å 에서 500Å 두께로 형성하였으며, NiFe/Cu/Co 스핀밸브 삼층막과 동일한 방법으로 자기이방성 및 자기적 특성을 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

NiFe 층의 Ni 과 Fe 의 조성비의 변화에 따른 NiFe(60Å)/Cu/Co(30Å)/Cu(50Å)/Si(111, 4° tilt-cut) 스핀밸브 삼층막의 자기저항곡선의 변화를 그림 1 에 나타내었다. Ni 과 Fe 의 조성비가 약 80 : 20 일 경우에 NiFe 층의 자화용이축이 Co 층의 자화용이축과 평행하게 정렬되었으며, 그 외의 조성일 경우에 Co 층의 자화용이축 방향으로 NiFe 층은 자화곤란 거동을 나타내었다. 이와 같이 삼층막의 자기저항 특성으로부터 얻어진 NiFe 층의 자화 거동은 60Å 두께의 NiFe 단층막의 자기이방성에도 그대로 반영되어, 두 종류의 시편에 대해 모두 일축자기이방성이 관찰되었으나, Ni 과 Fe 의 조성비가 약 80 : 20 일 경우와 그 외의 경우의 자화용이축이 상이하였다. 이와 같이 NiFe 조성 변화에 대한 NiFe/Cu/Co 스핀밸브 삼층막의 자기저항 특성은 NiFe 층의 자기이방성 변화와 연관이 있으며, 이를 NiFe 단층막의 조성 및 두께에 따른 자기이방성과 결정성의 변화로부터 고찰하고자 하였다.

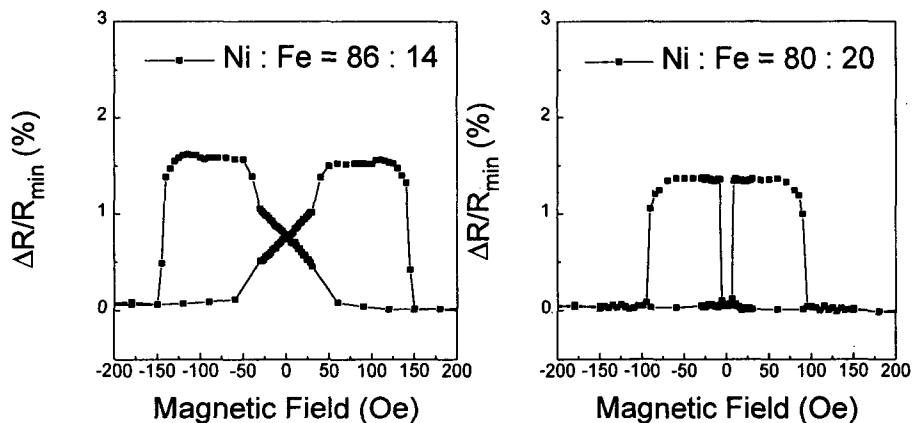


Fig. 1. Variation of R-H curves of NiFe(60 Å)/Cu(60 Å)/Co(30 Å) spin valve trilayers with respect to composition in NiFe layer

참고 문헌

- 1) T. Shinjo, H. Yamamoto, J. Phys. Soc. Jpn. 59 3061 (1990)
- 2) Danzhu Lu, Jian-Gang Zu, IEEE Trans. Magn. 31(6) 2615 (1995)
- 3) Y. Irie, H. Sakakima, M. Satomi, Y. Kawawake, Jpn. J. Appl. Phys., 34 L415 (1995)
- 4) 김 형준, 이 병일, 주 승기, 한국자기학회지, 6(5) 323 (1996)