

어레이형 FeMn 스핀밸브소자의 인가전류 값에 의존하는 자장감응도 특성 연구

김미선^{1*}, 안명천², 김선욱³, 최상대¹, 황도근⁴, 이상석⁴, 이장로⁵

¹ 상지대학교 생명과학연구소

² 상지대학교 대학원 동서의료공학과

³ 상지대학교 한방의학연구소

⁴ 상지대학교 한방의료공학과

⁵ 숙명여자대학교 물리학과

1. 초록

어레이형 맥진기 센서 개발을 위해 초고진공 이온빔 스퍼터링 증착장비로부터 Glass/Ta(5)/NiFe(10)/Cu(2.6)/NiFe(7)/FeMn(10)/Ta(5) (nm) 스핀밸브 박막을 제작하였다. 다층박막 시료를 광-리소그래피 하여 최적화된 2×6 μm²의 미세 활성영역을 패터닝 하였다. Cu를 증착하여 만든 4단자 전극법으로 측정된 자성특성은 5 Oe 근방에서 가장 민감한 자기저항비 자장감응도와 출력 전압들은 각각 0.5%/Oe, ΔV = 0.1 mV 이었다. 형상자기이방성이 적용된 하부 자유층 NiFe층은 상부 고정 자성층 NiFe/FeMn층의 자화 용이축과 직교하였다. 측정시 인가전류 값을 각각 1 mA, 2 mA, 5 mA, 그리고 10 mA 인가하였을 때 출력 전압 값은 1:2:5:10로 균일하게 증가하였으며, 자장 감응도도 거의 일정 하였다. 안정된 외부자장에 민감한 나노자성소자로서 좋은 특성을 띠었다. 이를 바탕으로 10×10 mm² 내에 20개의 직접화된 소자를 제작하여 2~3 cm 만큼 떨어진 피부접촉부 같은 위치에 자리잡은 영구자석이 요골동맥의 맥파 변동에 따른 공간적인 위치변화에 신호 검출을 시도하였다.

2. 실험결과 및 논의

Fig. 1(a)은 전체 1×1 mm² 크기 안에 25 μm 폭을 갖는 10개의 어레이형 실제 소자들을 나타낸 광학 현미경 사진이다. Fig. 1(b)는 각각의 센싱 전류 1mA로 하였을 때, 얻은 GMR 소자들의 자기저항특성 곡선들이다. 비교적 모든 소자의 특성들이 같은 크기의 MR비와 교환결합세기 (H_{ex})와 보자력 (H_c)를 갖는 안정된 값을 나타내고 있다.

Fig. 2은 GMR/SV 소자의 자기저항특성 곡선들을 보여준 결과이다. Glass /Ta(50 Å)/NiFe(100 Å)/Cu(26 Å)/NiFe(50 Å)/FeMn(100 Å)/Ta(50 Å) 다층구조가 2×6 μm² 소자로 패터닝 되었을 때, 소자의 내부저항은 약 13 Ω 이었으며, MR비는 그림-2(a)에서 1.6 %로 나타났다. 한편 고정층(pinned layer)인 상부 이층구조 (bilayer)인 상부층 NiFe(50 Å)/FeMn(100Å)의 H_{ex}와 H_c의 값은 각각 75 Oe 와 65 Oe 이었다. 비자성층 Cu층을 사이로 한 자유층 (free layer)인 NiFe(100 Å)는 상부 고정층 간의 상호결합력은 8.5 Oe이었고, 보자력은 1.5 Oe로 매우 양호한 연자성 히스테리시스 특성을 갖고 있음 Fig. 2(b)에서 얻을 수 있었다. 또한 Fig. 2(b)에서 고감도 소자의 자화특성을 결정하는 외부자기장 민감도 S = MR/H_a는 0.4 %/Oe인 값을 유지하고 있었다. 패터닝된 소자의 센싱전류에 의존하는 작동전압 신호의 특성을 조사한 결과를 Fig. 2(c)에 나타내었다. 0.2 A, 1 mA, 2 mA, 그리고 3 mA로 증가하였을 때, 각각 전압 변위인 V = 0.7 mV로 선형적으로 안정한 값으로 비례하였다. 따라서 그림-5에서 논의될 고감도 나노 자성소자 특성 측정에 필요한 신호 크기 변화는 수백 μV를 얻을 수 있는 결과이었다.

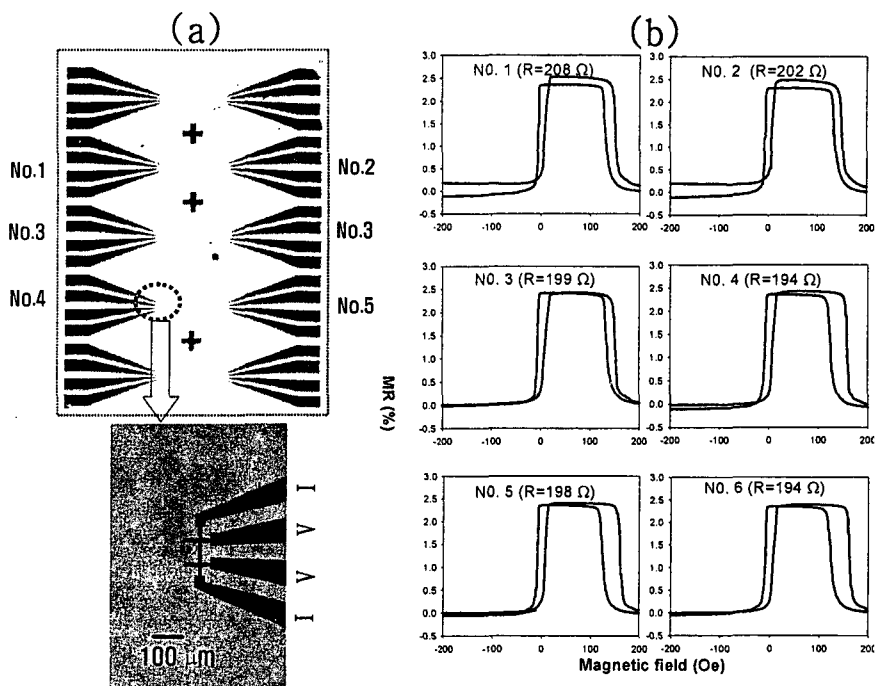


Fig. 1. (a) Real 10 array GMR-SV sensors having a width of 25 μm .
 (b) Magnetoresistance curves for the array GMR-SV sensors.

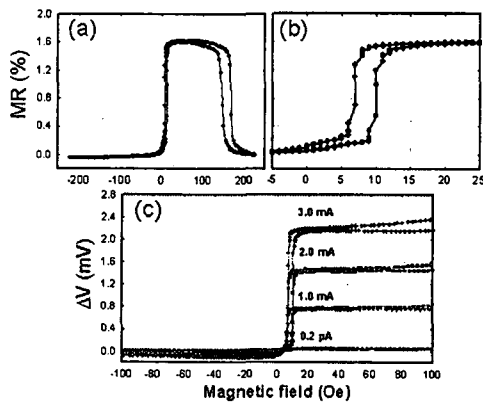


Fig. 2. GMR-SV sensor for four different sensing currents (0.2 μA , 1 mA, 2 mA, and 3 mA).