

교환결합력을 갖는 NiCo/MnIr재료의 자기 저항 특성

김동영*, 이상호, 윤석수, 트랑광 흥¹, 김철기¹

안동대학교 물리학과, ¹충남대학교 나노공학부

1. 서론

자기 저항이란 자성체에 자기장을 걸어주면 전기 저항이 변화하는 현상을 말한다. 자기저항재료의 자기장의 세기에 따른 저항변화(ΔR)의 정도를 자기저항비라 하며, 백분율(%)로 $MR(\%) = \Delta R/R_x \times 100$ 로 표현한다 [1,2]. 이방성자기저항재료는 거대자기저항재료나 터널링 자기저항재료에 비하여 자기저항비는 작지만 자기장의 세기에 따른 출력신호의 선형성이 우수하다. 또한 출력신호특성이 전류의 방향과 자화의 방향에 의존하는 자기저항특성의 원리를 바탕으로 형상 구조의 변경에 의하여 전류의 방향을 조절하는 것이 가능하고, 따라서 형상구조의 변경 및 재료의 자기저항비 특성 개선을 통하여 출력신호특성을 증대시켜 자기장을 측정하는 척도인 민감도를 향상시키는 것이 원리적으로 가능하다. 따라서 본 연구에서는 교환결합력을 갖는 NiCo/MnIr재료의 형상 변경에 의한 자기저항 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

NiCo(10 nm)/MnIr(10 nm) 시료는 Si기판 위에 DC 마그네트론 스퍼터 법을 사용하여 증착 하였으며, seed 층으로 Ta(5 nm)를 사용하였으며, 보호층으로는 Ta(5 nm)를 증착 하였다. 자기저항 소자는 광식각(Photolithography) 및 건식에칭(Dry etching) 공정을 통하여 마이크로 사이즈로 제작하였다. 제조된 시편의 자화 곡선은 VSM을 사용하여 측정하였으며, 자기저항 특성은 1 mA의 전류를 인가한 후 4단자법을 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

NiCo(10 nm)/MnIr(10 nm)와 같이 단일자성층에서 나타나는 자기저항은 전류의 방향과 측정방향에 따라서 이방성자기저항(AMR; anisotropic magneto-resistance)와 평면홀 저항(Planar Hall resistance)로 분류된다. 이방성 자기저항은 전압 측정 방향과 흐르는 전류의 방향이 서로 평행이 되어 자기장에 의해 야기되는 자기저항 자체에 의한 전압을 측정하며, 평면홀저항은 전압 측정 방향과 흐르는 전류의 방향이 서로 수직이 된다. 이방성 자기저항 또는 평면홀 저항 특성은 전류의 방향과 자구의 방향에 의존하므로 형상변경으로 이들 두 가지 특성 모두를 조절하는 것이 가능하며, 그림 1과 같이 원형으로 형상을 변경할 경우, 출력 특성은 이방성 자기저항 및 평면홀 저항 특성 모두를 포함한다. 따라서 원형 구조의 반경/폭의 비인 R/w 를 조절하여 출력 신호 특성이 증가함을 보인다. 또한 NiCo 강자성층에 반강자성층인 MnIr을 이용하여 교환 결합력을 결부시킬 경우 자기장 측정 범위의 조절이 가능하여 민감도 향상이 가능하고, 특히 자기이력 특성의 제거가 가능하다.

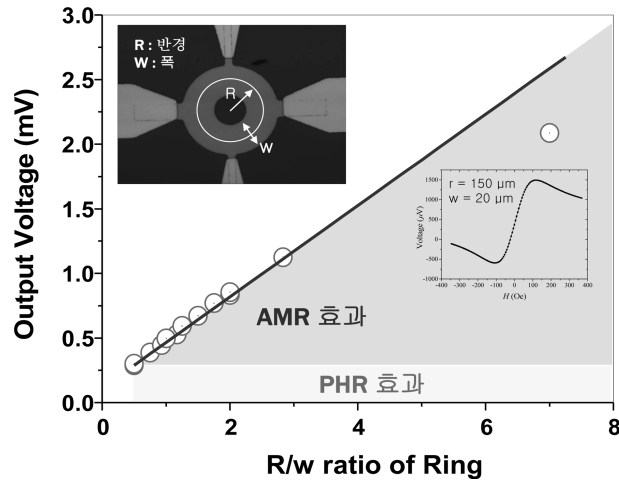


그림 1. 원형 자기저항 센서의 출력 특성

4. 결론

NiCo/MnIr과 같이 교환 결합력을 갖는 이방성 자기저항 재료는 자기이력 특성이 없고, R/w를 조절하여 출력신호를 개선할 수 있으며, 선형성이 우수하여 자기장 센서로 활용될 수 있다. 또한 자기장의 세기에 따른 전기저항 변화를 이용하므로 교류 주파수 특성이 우수하여 직류 및 교류의 광대역 자기장 센서로 응용이 가능하다.

5. 참고문헌

- [1] T. Q. Hung, S. Oh, S. Anandakumar, J. R. Jeong, D. Y. Kim, C. G. Kim, IEEE Trans. Mag. 45, pp. 4518-4521. (2009)
- [2] T. Q. Hung, J. R. Jeong, D. Y. Kim, N. H. Duc, C. G. Kim, J. Phys. D: Appl. Phys., 42, p. 55007 (2009)