

자기저항 소자의 자기장 각도에 따른 출력 신호 분석

김동영*, 윤석수, 오선종¹, 김철기¹

안동대학교 물리학과

¹충남대학교 재료공학과

1. 서론

자기 저항이란 자성체에 자기장을 걸어주면 전기 저항이 변화하는 현상을 말한다. 자기저항재료의 자기장의 세기에 따른 저항변화(ΔR)의 정도를 자기저항비라 하며, 백분율(%)로 $MR(\%) = \Delta R/R \times 100$ 로 표현한다[1,2]. 자기저항 특성을 이용한 자기저항 소자는 자기장의 세기에 따른 민감도 및 선형성이 우수하여 각도센서, 바이오센서 및 자기장센서 등에 이용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 민감도 특성이 우수한 NiFe/Cu/NiFe/MnIr재료에서 상부층 NiFe의 이방성 자기저항 특성을 이용한 각도센서의 분해능 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

NiFe(10 nm)/Cu(1.2 nm)/NiFe(4 nm)/ MnIr(10 nm) 시료는 Si기판 위에 DC 마그네트론 스퍼터 법을 사용하여 상온 증착 하였으며, seed층으로 Ta(5 nm)를 사용하였으며, 보호층으로는 Ta(5 nm)를 증착 하였다. 원형 자기저항 소자는 광식각 (Photo-lithography) 및 건식에칭(Dry etching) 공정을 통하여 마이크로 사이즈로 제작하였다. 제조된 소자의 각도에 따른 출력특성은 소자에 직류 1 mA의 일정한 전류를 인가한 후 4 단자법으로 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

NiFe(10 nm)/Cu(1.2 nm)/NiFe(4 nm)/ MnIr(10 nm)재료는 Cu에 의한 합성형 반강자성 결합력이 약하여 상부층 NiFe의 민감도를 향상시킬 수 있다. 하부층은 MnIr에 의하여 고정층 역할을 하게 되며, 자기장의 세기에 따른 변화가 미약하다. 한편 상부층 NiFe은 약한 결합력에 의하여 작은 자기장하에서도 자화가 변화되는 특성의 의하여 민감도 특성이 향상될 수 있다. 이러한 상부층 NiFe에서 나타나는 자기저항은 전류의 방향과 측정 방향에 따라서 이방성자기저항(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. 원형으로 자기저항 소자를 구성할 경우 이방성 자기저항 또는 평면홀 저항 특성 모두를 조절하는 것이 가능하며 출력 신호 특성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

그림 1은 선폭이 5 μm 과 10 μm 인 원형 자기저항 소자의 자기장 각도에 따른 출력 특성을 보인다. 선폭이 5 μm 과 10 μm 인 소자의 S/N비는 각각 1233 및 643이었으며, 지구자기장 이하의 자기장인 0.2 Oe 와 0.5 Oe의 일정한 자기장하에서 각도에 따른 출력 특성을 보인다. 0.5 Oe의 지구 자기장 하에서 보인 자기장 각도에 따른 출력특성은 이력특성 및 노이즈 특성이 작음을 보인다. 특히 S/N비가 증가 할수록 신호특성이 우수하여 각도 분해능을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

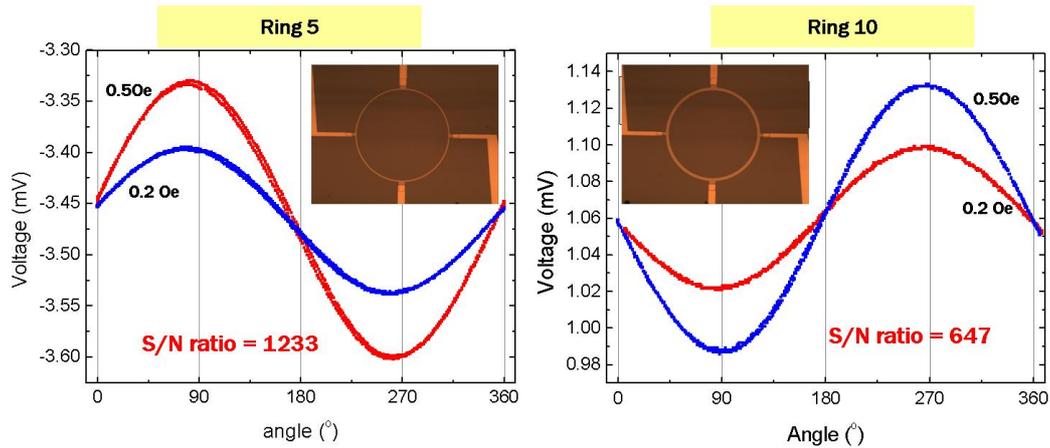


그림 1. 링형 자기저항 소자의 자기장 각도에 따른 출력 특성

4. 결론

NiFe/Cu/NiFe/MnIr과 같이 합성형 반강자성 결합력을 갖는 이방성 자기저항 재료는 자기이력 특성이 작고, 형상을 조절하여 출력신호를 개선할 수 있다. 이러한 센서는 민감도 및 선형성이 우수하여 지자기 센서 및 콤팩트 센서로 활용될 수 있다.

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)