

자기저항 (MR) 소자에서 막두께와 BIAS 자계세기가 자기저항 특성에 미치는 영향

삼성전기(주) 종합연구소
김봉희, 구부희, 최재훈*, 정인섭

The Effects of Film Thickness and Bias Field Strength on Magnetoresistivity in magnetoresistive Sensor

Samsung Electro-Mechanics, R&D Center
B.H.Kim, B.H.Koo, J.H.Choi*, I.S.Jeong

1. 서론

자기저항(Magnetoresistive, 이하 MR) 소자는 외부 자계에 응답하여 출력전압이 변화하는 磁電변환 센서로서, 모터의 속도제어용, 무접점스위치, 자기박막헤드 등에 사용된다. 특히 출력전압을 증가시켜 감지효과를 향상시키려면, 자기저항 변화율을 크게하여야 하며, 이는 자성 박막의 두께, 그리고 bias 자계 세기에 의한 자화방향과 전류방향 사이의 각에 의해 조절될 수 있다. 본 연구에서는 NiCo 박막의 두께와 photolithography에 의해 형성된 NiCo 박막 stripe에 가해지는 bias 자계를 각각 변화시킴으로써 MR 소자의 자기특성 거동을 관찰하고 이를 자화방향의 회전을 통해 해석하였다.

2. 실험방법

Ni₇₀Co₃₀ 박막을 glass 기판 위에 300°C의 기판가열과 함께 진공증착하였으며, 박막의 두께는 0.06 μ m과 0.1 μ m로 변화시켰다. 또한 Barium ferrite의 bias 자석은 그 두께를 0.95mm, 1.30mm, 1.65mm로 변화시켜 실험하였다. Fig.1은 본실험에서 photolithography 공정을 통해 형성한 NiCo 박막의 MR stripe pattern이다.

3. 실험결과 및 고찰

자기저항 변화율은 $(R_g - R_{max}) \times 100 / R_{max}$ (%)로 표시되며, R_g 는 외부자계에 따라 자화방향(M)과 전류방향(i) 사이의 각이 θ 일 때의 저항값이며, R_{max} 는 $\theta = 0$ 일 때, 즉 최대 자기저항값을 나타낸다.[1]

Fig.2는 일정한 bias 자계가 가해졌을 때(자석두께 1.65mm) -200G~200G의 외부자계에 따라 MR stripe에서 유도되는 자기저항 변화율의 변화를 나타낸다. 실제 모터에서 사용되는 -80G~80G의 외부자계 범위에서의 기울기는 0.06 μ m 막두께에서 더 큰 것을 알 수 있으며, 이는 막이 두꺼운 소자의 반자계(stripe 방향)가 막이 얇은 소자보다 크게 되어, 동일한 외부자계의 세기에 대해 막이 얇을수록 θ 가 커지기 때문으로 생각된다. 즉 0.06 μ m 두께의 MR stripe은 반자계의 감소로 외부자계 변화에 대해 민감하게 반응하여 저항 변화율의 기울기가 증가되므로 0.1 μ m 경우보다 더 큰 출력을 얻을 수 있다.

Fig.3은 0.06 μ m로 증착된 막의 bias 자석 두께에 따른 저항 변화율을 나타낸다. Bias 자석의 두께가 증가함에 따라 최대 저항치(R_{max})를 이루는 외부자계(Hex)가 증가함을 알 수 있다. 이는 Fig.4에서와 같이 bias 자석이 두꺼운 경우는 초기 bias 자계가 강하여 R_{max} 가 되는 $\theta = 0$ 방향으로 MR stripe을 자화시키기에는 bias 자석이 얇은 경우, 보다 더 큰 외부자계가 필요하기 때문이다. 또한 bias 자석이 얇아짐에 따라 그래프의 폭이 줄어들고 저항변화 기울기가 증가함을 알 수 있는데, 이는 위와 같은 이유로 초기 bias 자계가 약할 경우 외부자계에 대해 spin 방향이 쉽게 바뀌기 때문으로 여겨진다.

결론적으로, MR 소자의 저항변화율은 막의 두께가 얇아짐에 따라 평면반자계의 감소로 일정 자계 범위내에서 증가하게 되며, bias 자계가 감소함에 따라 외부자계에 더욱 민감하게 변화하게 된다. 본 연구결과로부터 적절한 막의 두께와 bias 자석의 두께가 실험적으로 결정되었다.[2]

- [1] R.Hund, IEEE Trans.on Magn. 7, 150 (1971).
- [2] 김봉희, 구부희, 최재훈, 정인섭, 한국자기학회지 발표예정.

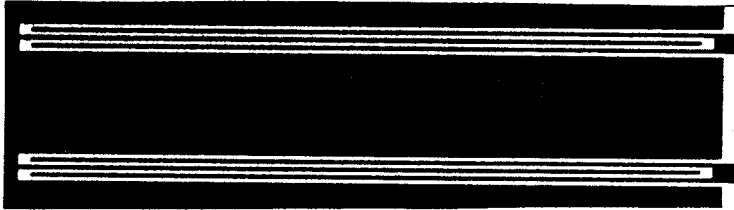


Fig.1. MR stripe pattern.

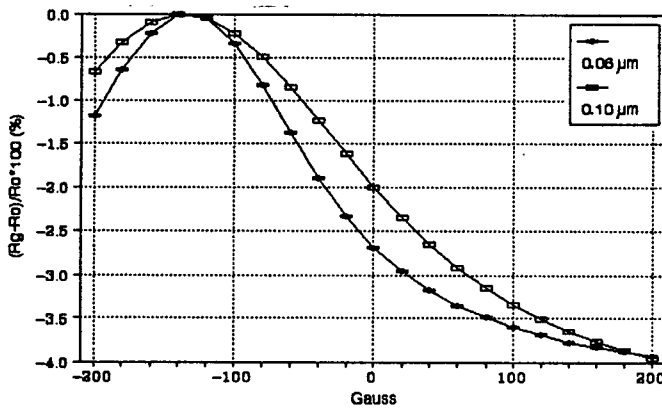


Fig.2. Magnetoresistivity changes in NiCo sensors with film thickness of 0.06μm and 0.1μm at bias magnet thickness of 1.65mm.

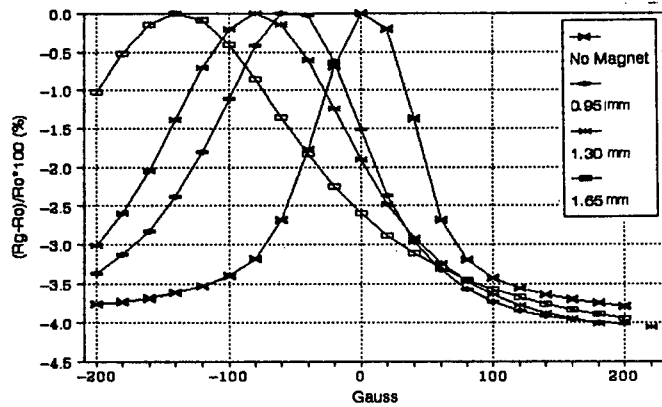
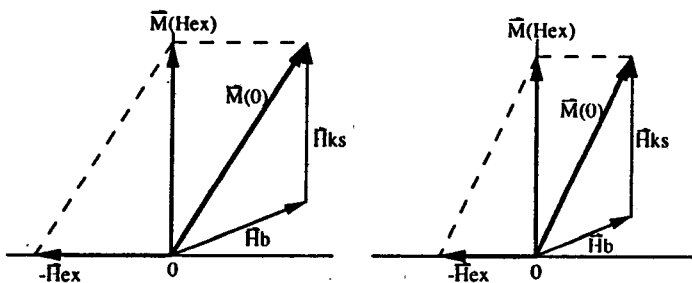


Fig.3. Magnetoresistivity changes in NiCo sensors with various bias magnet thicknesses at film thickness of 0.06μm.



- H_{ks} : Shape Anisotropy
- H_b : Bias Field
- H_{ex} : External Field

Fig.4. Effect of bias magnet thickness on MR stripe magnetization.