

NiFe 자유층의 bias voltage가 NiFe/Cu/NiFe/FeMn스핀밸브의
거대자기저항 거동에 미치는 영향

한국과학기술원 오세충*, 이택동

The Effects of bias voltage of NiFe free layer on Giant Magnetoresistance Behavior
of NiFe/Cu/NiFe/FeMn Spin-Valve

KAIST S. C. OH*, T. D. LEE

1. 서론

거대자기저항 현상은 많은 다층박막에서 발견되었다. 특히 스핀밸브구조는 비교적 작은 magnetic field에서 큰 자기저항비를 나타내기 때문에 차세대 재생헤드로 활발한 연구의 대상이 되고 있다. NiFe/Cu/NiFe/FeMn 스핀밸브에서 강한 (111) texture를 가질수록 고착층에 큰 exchange bias field를 가하기 때문에 높은 자기저항비를 갖는다고 보고하고 있다^[1]. 하지만 이런 결정성 향상이 자기저항비에 미치는 영향에 대해서 명확히 설명하지 못하고 있다. 결정성을 향상시키는 방법으로는 기판과 자성층에 따른 적절한 바닥층의 선택^[1], 스퍼터링시 제조공정변수 즉 바닥층 및 자유층 두께변화^[2], 스퍼터링시 인가전력 및 스퍼터링 압력등이 있다. 본 연구에서는 자유층의 증착시 기판 바이어스를 가하여 결정성을 향상시켰고 이 때 기판 바이어스에 의한 거대자기저항에 변화를 조사 하였다.

2. 실험방법

Si(100)/Ta(50 Å)/NiFe((100-t_{NiFe}) Å, no sub-bias)/NiFe(t_{NiFe} Å, sub-bias)/Cu(25 Å)/NiFe(40 Å)/FeMn(96 Å)/Ta(50 Å)로 이루어진 교환결합형 스핀밸브 시편을 4개의 독립적인 DC magnetron sputter를 사용하여 제조하였다. 초기진공도는 1×10^{-6} Torr이하로 유지하였고, 스퍼터링 압력은 5 mtorr로 유지하였다. 각 층의 증착은 300 Oe의 자장하에서 증착속도는 1~2 Å/s로 조절하였다. 결정성을 조절하는 방법으로 자유층(NiFe)의 두께를 100 Å로 일정하게 유지한 상태에서 bias voltage를 0, 100, 200, 300, 400 V로 변화시켰고, 각 bias voltage에 대해 sub-bias를 가한 두께(t_{NiFe} Å)를 0, 20, 30, 50, 85, 100 Å로 변화시켰다. 결정성은 XRD로 분석하였고, 자기저항은 4 탐침법을 이용하여 자장과 전류의 방향을 수직으로 하고 상온에서 측정하였으며, 자기저항비는 $(R_{max}-R_{min})/R_{min} \times 100$ 으로 정의하였다. M-H곡선은 진동시료형자력계(VSM)를 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

기판 바이어스에 따른 자기저항비 변화를 조사하였다. 200 V bias voltage를 가했을 경우 3.6 %의 자기저항비를 얻었으며 바이어스를 가하지 않았을 때 보다 약 29 %의 자기저항비 증가를 보였다. 그림 1과 그림 2는 각 bias voltage에 대해 sub-bias를 가한 두께(t_{NiFe} Å)에 따른 자기저항비 변화와 비저

향 변화를 나타낸다. t_{NiFe} 증가할수록 비저항이 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이런 비저항의 증가 원인은 Ta/NiFe의 intermixing에 기인된다고 생각한다. 또한 자기저항비는 모든 voltage에서 t_{NiFe} 가 0~30 Å까지는 점점 감소하다가 이 후 증가하는 경향을 나타내었다. NiFe (111)회절강도는 t_{NiFe} 가 증가할수록 점점 증가하는 경향을 보였다. t_{NiFe} 가 20 Å, 30 Å일 때 자기저항비의 감소 원인은 intermixing에 의한 비저항의 증가때문이라 생각된다. 바이어스 전압의 증가할수록, t_{NiFe} 증가할수록 비저항이 증가한다. 이러한 비저항의 증가는 effective spin dependent scattering을 감소하는 원인이 되지만 결정성은 spin dependent scattering을 증가시키는 원인이 되어 t_{NiFe} 가 50 Å 이상에서 이런 결정성 향상이 자기저항비의 증가의 원인이 된다고 생각한다.

4. 결론

바이어스 전압의 증가, t_{NiFe} 의 증가함에 따라 비저항이 증가하였다. 바이어스 전압이 200 V에서 최대 자기저항비를 얻었고 그 이상의 바이어스 전압에서는 intermixing에 의한 자기저항비가 감소하는 것으로 나타났다. t_{NiFe} 의 증가함에 따라 자기저항비가 감소하다가 증가하는 경향을 보였다. 감소의 원인은 intermixing에 기인하고, 증가의 원인은 결정성 향상에 기인된다고 사료된다. 결론적으로 intermixing이 effective spin dependent scattering을 감소시키는 반면에 결정성은 spin dependent scattering의 증가시키는 원인이 된다고 사료된다.

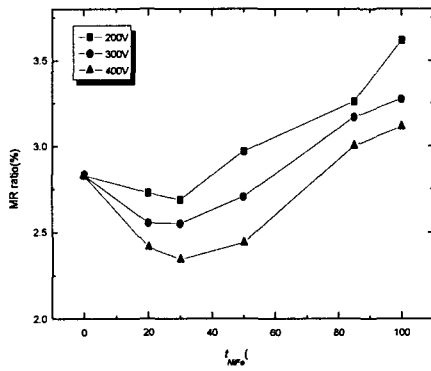


Fig. 1 Dependence of MR ratio on biased NiFe layer thickness of Si(100)/Ta(50)/NiFe(100- t_{NiFe} , no-bias)/NiFe(t_{NiFe} , sub-bias)/Cu(25)

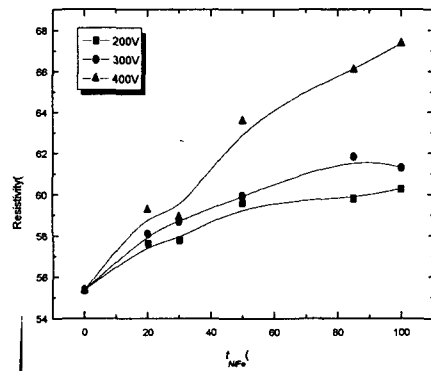


Fig. 2 Dependence of Resistivity on biased NiFe layer thickness of Si(100)/Ta(50)/NiFe(100- t_{NiFe} , no-bias)/NiFe(t_{NiFe} , sub-bias)/Cu(25)

5. 참고문헌

- [1]. Ryoichi Nakatani et al., Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 33, NO. 1A, p133-137(1994)
- [2]. Koichi Nishioka et al., IEEE Trans. Magn., Vol. 31, NO. 6, p3949-3951(1995)