

Bottom형 스핀밸브 GMR 소자의 씨앗층과 반강자성체 두께에 따른 의존성

전동민, 김병구, 이정표, 정근희, 서수정
신소재 공학과, 성균관대학교

서론

v-Mn 계열 반강자성체를 갖는 스핀 밸브의 경우에 씨앗층의 영향을 크게 받게 된다. 특히, (111) texture의 발달이 없는 경우에는 큰 교환결합자계를 얻을 수 없고 또한 공정후 열처리의 조건에 매우 크게 영향을 받음을 알 수 있다. Bottom형 교환결합형 스핀밸브의 경우에 (111) texture의 향상을 위해 Cu 또는 NiFe와 같은 fcc 재료를 씨앗층으로 사용한다.

본 연구에서는 씨앗층으로 사용된 Cu 또는 Ni-Fe의 두께별로 bottom형 교환결합자계 다층막과 스핀밸브를 제조하여 그 자기적 특성과 GMR 특성을 평가하였다. 또한 top형 스핀밸브와의 비교를 통해 교환결합자계에 미치는 영향에 대해 평가하였다.

실험방법

기본 진공도 $< 3 \times 10^{-7}$ Torr를 갖춘 스퍼터에서 4 mTorr의 Ar 가스압력에서 모든 스퍼터링을 실시하였다. bottom형 스핀밸브 구조는 Fig. 1. Variation of GMR ratio and magnetic properties with Co-Fe Pt thickness in a Ta 30\Ni-Fe, Cu t\ Mn-Ir-Pt 70\Co-Fe 15\Ni-Fe 35\Cu 25\Co-Fe 15\ Ni-Fe 35\Ta 30(단위 Å)으로 씨앗층의 두께의 변화를 이용하였고 또한, Mn-Ir-Pt의 두께 변화를 50 ~ 200 Å으로 변화시켰다. 열처리 공정은 $< 10^{-6}$ Torr에서 3kOe의 자장하에서 실시하였다.

자기적 특성은 VSM을 이용하여 측정하였고, GMR 특성 및 면저항은 4 단자법을 이용하였다. 결정구조는 XRD와 HR TEM을 통해 그 변화를 살펴 보았고, 반강자성체의 두께에 따른 열적 평가를 위해 blocking temperature를 300°C까지 측정하였고 training effect는 5회 자화 반전을 시킨 후 50회 이상 측정하였다.

실험 결과

top형 스핀 밸브와 bottom형 스핀밸브의 큰 차이점은 증착후에 교환결합자계(H_{ex})의 크기로부터 비롯된다. 또한 열처리의 특성이 상반되는 결과를 나타내고 있다. 본 연구에서는 교환결합자계에 영향을 주는 인자들, 특히 결정립의 크기 또는 계면의 특성 변화에 관심을 가져왔다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 top형의 경우에는 높은 H_{ex} 를 갖는다. 이에 반면 bottom형은 낮은 H_{ex} 를 보이고 있고 두께에 따라 크게 변화되는 것을 알 수 있다. 이의 특성만을 비교했을 경우에는 Mn-Ir-Pt에 지배적인

영향을 끼친 인자에 대해서 일정하게 설명하기 어렵다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 각 Mn-Ir-Pt에 대한 X-ray 분석이다. 이는 top의 경우에 (111) texture가 크게 두께에 따라 증가함을 보이고 있다. bottom형 또한, Mn-Ir-Pt의 경우 증가하는 것을 알 수 있다. 하지만 고정층 이후에 (111) 결합이 감소하는 것을 볼 수 이는 Mn-Ir-Pt의 결정립과 윗층의 결정 배향성이 감소하는 것이다. 정확히 결정립 대 결정립의 semi-epitaxial 성장을 하지 못하게 된다. 이는 계면의 반강자성체/강자성체의 스핀 교환력의 감소를 나타내고 픽강도의 감소 만큼 Hex 역시 감소하는 것을 볼 수 있다.

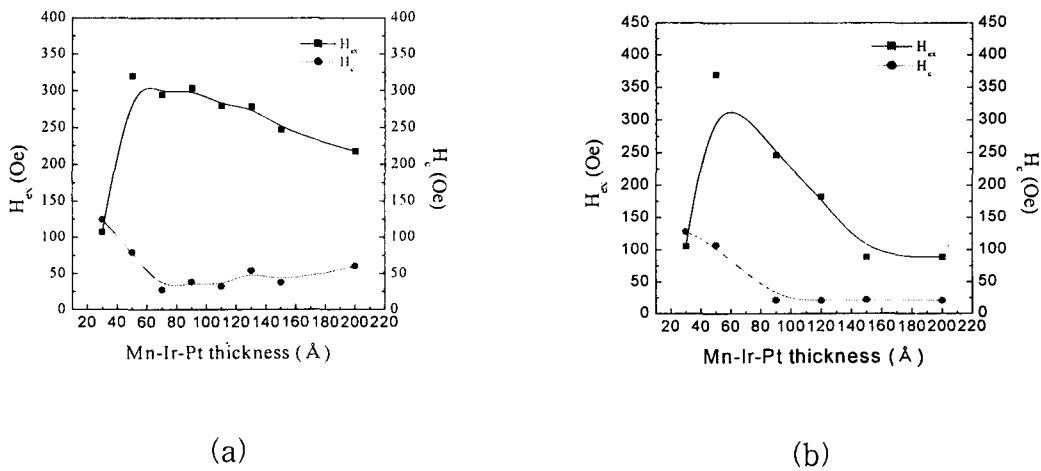


Fig. 1. Variation of Hex and Hc in top and bottom spin valves with Mn-Ir-Pt antiferromagnetic layers.

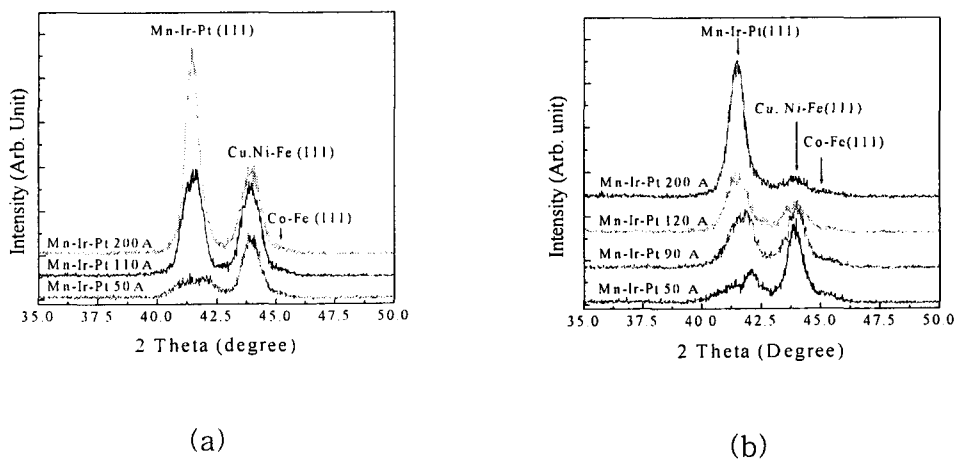


Fig. 2. Variation of X-ray diffraction patterns in top and bottom spin valves with Mn-Ir-Pt antiferromagnetic layers.