

Ag-CoFe 합금박막의 자기저항에 미치는 교환결합층 효과

고려대학교 금속공학과 김용혁* 이성래

The effect of exchange coupling layer on the magnetoresistance of Ag-CoFe alloy films

Korea University Y. H. Kim* and S. R. Lee

I. 서론

미세입상합금박막은 제조가 용이한 장점이 있으나 자성체 입자의 단자구 거동에 따른 높은 포화자계가 단점이다. 지금까지 여러 학자들에 의해 미세입상합금박막의 포화자계감소가 시도되고 있으나 아직 만족할만한 결과를 얻지 못하고 있으며, 본 연구팀에 의해 Ag-Co합금계에서 교환결합층에 의한 포화자계의 감소가 발표된 바 있다. 본 연구에서는 미세입상합금박막중 최대자기저항이 보고된 Ag-Co계에 Fe를 첨가하여 이방성자계감소를 통한 포화자계감소를 도모하고 최적조성, 유효교환결합 합금두께에서 강자성 교환결합 상하지층을 증착하여 합금박막의 포화자계를 감소시키고자 하였다.

II. 실험방법

동시열진공증착기로 코닝글라스에 Ag-CoFe합금박막 및 Fe, Ni₈₁Fe₁₉, Co상하지층을 상온에서 증착했다. 증착전 진공도는 5×10^{-7} torr였으며 증착중 진공도는 3×10^{-6} torr를 유지했다. 자성체의 조성을 31 at.%로 고정시키고 Co 및 Fe의 상대적조성을 변화시켜 박막을 제조하여 자기저항 및 포화자계의 조성의존성을 관찰하였다. 이렇게 얻어진 최적조성의 합금박막을 합금박막의 두께를 100 에서 3000 Å까지 변화시켜 자기저항 및 포화자계의 두께의존성을 관찰하였다. 또한 유효교환결합두께(100 ~ 300 Å)의 합금박막에 100, 200 Å 강자성체 교환결합층을 증착하여 이의 영향을 관찰하였다. 자기적 특성은 VSM으로 관찰하였고 자기저항은 4탐침법으로 측정하였다. 포화자계는 전체 자기저항변화의 50%를 나타내는 자계로 결정하였다.

III. 결과 및 고찰

자성체의 전체조성을 31at.%로 고정시키고 Fe 및 Co의 상대조성을 달리하여 3000Å의 박막을 제조하였을 때, $\text{Co}_{92}\text{Fe}_8$ 조성에서 최대자기저항 25.7%를 얻었고 Fe의 조성이 증가함에 따라 자기저항은 감소하였다. 이는 이 조성에서 자성체의 고용도가 최소값을 보이고, 자성체의 크기 및 분포가 스핀의존산란에 최적상태이며 따라서 비저항차가 최대값을 나타내기 때문이다. Fe가 포함되지 않은 Ag-Co합금박막의 포화자계는 2.3 kOe이었으며, Fe의 조성이 증가함에 따라 결정자기이방성 에너지가 감소하고, 따라서 자기적으로 연결화되어 포화자계는 단조감소하였다.

최대 자기저항이 관찰된 $\text{Ag}_{69}(\text{Co}_{92}\text{Fe}_8)_{31}$ 조성의 합금을 300°C에서 60분까지 열처리 하였을 때 비저항의 감소로 인한 자기저항의 감소가 관찰되었고 Ag-Co계와 마찬가지로 Ag-CoFe계도 증착상태에서 최대 자기저항이 나타남을 확인하였다. 최적조성인 $\text{Ag}_{69}(\text{Co}_{92}\text{Fe}_8)_{31}$ 합금박막을 두께를 달리하여 자기저항거동을 관찰한 결과 합금박막이 200Å 이하일 때 비저항의 급격한 증가와 비저항차의 급격한 감소가 관찰되었다. 이는 Ag-Co계의 결과와 비교할 때, 불균일한 박막이 형성되고 자성체 클러스터의 크기가 감소되었기 때문이다. 또한 포화자계는 3000Å에서 2.1 kOe를 보이고 두께가 감소함에 따라 서서히 증가하다가 100Å에서 5.25 kOe로 급격히 증가하였는데 이 또한 박막의 구조때문인것으로 사료된다.

합금박막의 두께를 100에서 300Å, 교환결합층의 두께를 100, 200Å으로 변화시켜 3층막을 제조하여 자기저항 및 포화자계에 미치는 영향을 고찰한 결과 합금층의 CoFe 클러스터와 상하지층간의 교환결합의 효과로 비저항차의 증가와 포화자계의 감소를 관찰할 수 있었다. 100Å 합금박막에 Fe상하지층을 200Å 증착하였을 때, 자기저항은 1.2%에서 5%로 포화자계는 5.25kOe에서 3.1kOe로 개선되었다.

IV. 참고문헌

1. 이수열, 이성래, 한국자기학회지 5(1), 48 (1995)
2. Y.H. Kim and S.R. Lee, ISPM proceeding, Seoul p950 (1995)