

C4

$\text{Co}_{30}\text{Ag}_{70}$ 미세입상박막의 자기저항과 포화자계에 미치는 합금박막의 두께, 상하지층의 두께의 영향에 관한 연구

고려대학교 금속공학과 김용혁* 이성래

THE EFFECT OF THE ALLOY THICKNESS AND THE OVER UNDERLAYER THICKNESS ON THE MAGNETORESISTANCE AND THE SATURATION FIELD OF $\text{Co}_{30}\text{Ag}_{70}$ NANO GRANULAR ALLOY FILM

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

I. 서론

최근 미세입상박막에서 거대자기저항이 관찰되어 이의 응용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 미세입상박막은 제조가 용이하고 성막후 열처리등에 의해 물성조절이 가능한 장점을 지니고 있으나 자성체 클러스터의 단자구거동에 의한 높은 포화자계가 단점으로 지적되고 있다. 이의 개선책으로 Co 대신 자기적으로 soft한 CoFe, NiFe등을 Ag기지에 분산시키는 연구가 진행되고 있으나 그 경우 자기저항이 급격히 감소하는 경향이 있다. 따라서 자기저항 효과를 10%이상으로 유지하면서 포화자계를 수백 Oe이하로 낮추는 새로운 방법이 요구된다. 본 연구에서는 합금박막의 두께, 상하지층의 두께 및 종류를 달리하여 자기저항 및 포화자계의 거동을 연구하였다.

II. 실험방법

미세입상박막은 동시열진공증착법으로 제조하였다. 초기진공은 5×10^{-7} torr를 유지하였으며, 증착중 진공도는 3×10^{-6} torr였다. 소지는 Corning 2948 슬라이드유리를 사용했다. 조성은 30at.% Co로 고정시켰고¹⁾, 합금박막의 두께는 100 에서 3000 Å, 상하지층의 두께는 50에서 200 Å, 종류는 Co, Fe 및 NiFe를 사용하였다. IEEE488 interface card로 연결된 자기저항측정 장비로 ± 10 kOe까지 자계를 가하면서 4단자법으로 자기저항을 측정하였다. DMS VSM 880을 사용하여 ± 10 kOe까지 자계를 가하며 자기적 특성을 조사하였다. 포화자계는 최대자기저항비의 50%가 되는 자계로 결정하였다.

III. 결과 및 고찰

Ag-Co계는 Cu-Co계²⁾와는 달리 증착상태에서 최대자기저항비가 관찰되었다. 합금박막을

100Å 증착하였을 때 비저항은 $45\mu\Omega\text{cm}$ 를 나타냈는데 이는 박막의 size effect 때문이다. 박막의 두께를 3000Å까지 증가시켰을 때, 비저항은 단조감소하여 $17\mu\Omega\text{cm}$ 로 수렴하였다. 합금박막이 100Å일 때 비저항차는 $1.6\mu\Omega\text{cm}$ 로 작았으나 박막두께가 증가함에 따라 단조증가하여 $3.5\mu\Omega\text{cm}$ 에서 최대값을 보였다. 이는 박막의 두께가 증가함에 따라 합금층의 Co 클러스터 크기가 커짐을 시사하는 것이다. Yu등은³⁾ FeAg계에서 합금박막이 얇아짐에 따라 비저항차가 증가한다는 보고를 한 바 있다. 그들은 측정온도가 1.5K이며 가해진 자계가 60 kOe로서 미세한 클러스터도 충분히 포화시킬 수 있기 때문에 클러스터 크기가 작아질수록 표면적 대 체적비가 증가하여 비저항차가 증가한 것이다. 본 실험과 같이 상온에서 10 kOe의 자계만 가하는 경우는 클러스터가 어느 임계크기 이상이 되어야 스핀의존산란을 기대할 수 있다. 따라서 자기저항비는 100Å 두께의 박막은 3.5%, 3000Å 두께의 박막은 19%를 나타냈다. 포화자계는 100Å 박막은 2.85 kOe, 3000Å 박막은 2.3 kOe로서 두께가 증가함에 따라 완만히 감소하였다.

Co, Fe, NiFe를 상하지층으로 증착하였을 때 비저항은 증가하였다. 이는 삼층막구조로 인해 계면이 형성되었기 때문이며, 합금층보다 상대적으로 비저항이 높은 Co, Fe, NiFe층이 병렬연결되어 있기 때문이다.

Co상하지층을 증착하였을 때, 비저항차도 감소하였다. 이는 상하지층의 영향으로 합금층의 Co클러스터가 작아졌음을 나타내준다. 또한 강한 교환결합효과로 3차원적으로 무질서하던 Co클러스터의 자기모멘트 배열이 2차원적으로 무질서한 상태로 달라져 스핀의존 산란확률이 감소하였기 때문이라 사료된다. 따라서 자기저항비는 Co상하지층에 따라 급격히 감소하였다. 그러나 합금박막이 100Å이고 상하지층이 200Å일 때 교환결합효과에 의하여 포화자계가 2.29kOe로 개선되었다.

Fe, NiFe 상하지층일때는 비저항차가 증가하였다. 이는 약한 교환결합효과로 미세한 Co클러스터도 쉽게 자화반전을 이룰 수 있기 때문이다. 또한 Fe, NiFe층은 합금층에 비하여 비저항이 1 order가 높아 전도전자의 스핀의존산란이 합금층내로 제한되도록 하는 효과가 있는 것으로 사료된다. 하지만 비저항의 증가가 크기 때문에 자기저항은 감소하게 된다.

합금층이 100Å이고 상하지층이 200Å인 경우, 상하지층이 Fe일때는 1.28kOe, NiFe일때는 2.57kOe으로 포화자계가 개선되어 교환결합에 의한 포화자계감소효과의 가능성을 제시하였다. 합금박막이 1000Å 이상으로 두꺼울 때는 교환결합효과가 미약하였다.

IV. 참고문헌

1. 이수열, 이성래, 한국자기학회지, 5(1) 48 (1995)
2. 이성래, 오용주, 김용혁, 대한금속학회지, 인쇄중 (1995)
3. C. Yu et al, J. Appl. Phys. 76(10) 6487 (1994)