

버퍼층 Ta에 의존하는 코네틱 박막의 연자성 자기저항 특성

최종구¹ · 황도근^{1,2} · 이상석^{1,2*}

¹상지대학교 대학원 동서의료공학과, 강원 원주시 우산동, 220-702
²상지대학교 보건과학대학 한방의료공학과, 강원 원주시 우산동, 220-702

최진협 · 이기암

단국대학교 전자물리학과, 충남 천안시 안서동, 330-714

이장로

숙명여자대학교 자연과학대학 물리학과, 서울시 용산구 청과동, 140-742

(2009년 8월 4일 받음, 2009년 10월 4일 최종수정본 받음, 2009년 10월 7일 게재확정)

코닝유리(Corning glass) 기판 위에 이온빔 증착법으로 제작한 버퍼(Ta)/코네틱(Conetic; NiFeCuMo) 박막에 대해 버퍼층에 의존하는 결정성장과 열처리 효과를 조사하였다. 또한 코네틱층을 증착할 때에 인가한 자기장 방향으로 용이축과 곤란축의 자기저항 곡선으로부터 얻은 보자력과 포화자기장값을 버퍼층 유무에 따라 서로 비교하였다. Ta 박막의 두께가 5 nm이고 코네틱 박막의 두께가 50 nm일 때에 보자력은 0.12 Oe으로 작았으며, MH 히스테리시스 곡선에서 얻은 자화율(χ)은 1.2×10^4 으로 우수한 연자성의 특성을 가졌다. 저자기장에 민감한 거대자기저항 스핀밸브(GMR-SV; giant magnetoresistance-spin valve)나 자기터널링접합(MTJ; magnetic tunnel junction) 박막구조에서 자유층으로 연자성의 특성이 우수한 코네틱 박막을 사용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

주제어 : 버퍼층, 코네틱(NiFeCuMo) 박막, 보자력, 연자성, 후열처리

I. 서 론

저자기장에 민감한 자장감응도의 특성을 갖는 연자성(soft magnetism) 박막을 개발하는 것이 생체자성학 분야의 오랜 연구목표이다. 자성박막을 제조하는 방법은 대체적으로 이온빔 증착법이나 마그네트론 스퍼터링법이 있다. 현재 개발된 연자성의 합금 중 Hi-T-perm으로 불리는 $Fe_{62}Co_{26}Zr_7B_4Cu_1$, finemet로 불리는 $Fe_{73.5}Si_{13.5}B_9Nb_3Cu_1$, metalglass로 불리는 $Co_{65}Fe_4Ni_2Si_{15}B_4$, conetic AA로 불리는 $Ni_{90}Fe_{15}Mo_{4.2}Mn_{0.5}Si_{0.2}$ 등이 우수한 연자성 특성을 유지하는 박막을 제작하기 위해서는 이온빔 증착법이 요구된다. 또 다른 연자성 합금 중 퍼멀로이(permalloy)로 불리는 $Ni_{80}Fe_{20}$, Hi-Mu80로 불리는 $Ni_{90}Fe_{15.5}Mo_4Mn_{0.5}$, superpermalloy로 불리는 $Ni_{80}Fe_{15}Mo_{4.2}$, 코네틱(conetic)으로 불리는 $Ni_{77}Fe_{14}Cu_5Mo_4$ 등이 우수한 연자성 특성을 유지하는 박막을 제작하기 위해서는 마그네트론 스퍼터링 증착법을 통상적으로 사용한다[1].

자기센서를 응용한 의료시스템에서 심사도의 생체신호는 10 kHz까지 넓은 주파수 대역을 포함하며, 측정 거리 범위가 1 cm의 분해능을 갖는다면 실시간에 심사도를 진단하는 획기

적인 발전을 기대할 수 있다[2]. 가령 1 Hz에서 노이즈를 감안한 1 pT에서 1 mT까지 자기장 분해능을 갖는 자기센서들의 형태는 대체적으로 광펌핑, 플럭스게이트 자력계, 서치코일, 초전도양자간섭소자(superconducting quantum interference device; SQUID) 자력계 등이 있다. 이러한 센서들은 형태가 큰 시스템이며, 고전력과 고비용이 요구된다[3, 4]. 하지만 1 nT~1 mT 자장영역의 감도를 측정할 수 있는 박막형 자기센서들은 크기가 작고 저전력과 저비용이 가능하며, AMR(aisotropy magnetoresistance), GMR(giant magnetoresistance), TMR(tunneling magnetoreistance) 센서를 개발하는 연구가 지난 수년부터 현재까지 진행되어 왔다[5, 6].

각종 벌크(bulk) 상태의 주요 자성체 재료에 대한 비자화율은 Table I에 나타내었다. 초연자성의 재료인 코네틱의 경우, 비자화율은 20,000~100,000임을 보인다[7]. 이로써 코네틱 박막에 대한 연자성의 특성을 상세하게 연구하는 것이 필요하다. 본 연구는 코닝유리(Corning glass) 기판 위에 이온빔 증착법으로 제작한 버퍼층(Ta)/코네틱(Conetic; NiFeCuMo) 박막에 대해 버퍼층에 의존하는 코네틱 박막의 결정성장과 열처리 효과를 조사하였다. 또한 코네틱층을 증착할 때에 인가한 자기장 방향으로 용이축과 곤란축의 자기저항 곡선으로부터 얻은 보자력과 포화자기장값을 버퍼층 유무에 따라 서로

*Tel: (033) 730-0415, E-mail: ssllee@sangji.ac.kr

Table I. Magnetic susceptibilities of three type magnetic bulk materials

Type	Materials	Magnetic susceptibility (χ)
Diamagnetic materials	Bismuth	0.9999986
	Paraffin	0.9999942
	Wood	0.9999995
	Silver	0.9999981
Paramagnetic materials	Aluminium	1.0000065
	Nikel chloride	1.0000079
	Beryllinum	1.00004
	Manganese sulphate	1.0001
Ferromagnetic materials	Nikel	50
	Cast iron	60
	Cobalt	60
	Machine steel	300
	Typical ferrite	1,000
	Transformer iron	3,000
	Silicon iron	4,000
	Pure iron	4,000
	Mumetal	20,000
	Superalloy	100,000

비교하였다.

II. 실험 방법

박막의 모든 시료들은 Corning #7059 glass 위에 이온빔 증착(ion beam deposition; IBD) 시스템을 이용하여 상온에서 증착하였다. 6개의 3-인치 타겟이 장착된 초고진공(Ultra-High Vacuum; UHV) 이온빔 시스템은 기본 진공도가 1×10^{-8} Torr이며, 사용한 이온 건은 직경 3 cm 탄소판 그리드(grid)를 갖는 카프만 소스(Kaufmann source)이다[8,9]. 이온빔 생성에 필요한 아르곤 가스 분압은 0.2 mTorr 이며, 증착율과 증착 균일도를 결정하는 가속 전압, 양극(anode)의 방전 전압, 이온빔 전압 및 전류에 대한 값은 각각 120 V, 30 V, 800 V, 6.0 mA이다. 즉, 800 eV의 에너지를 갖는 아르곤-이온(Ar-ion) 빔(beam)이 표적에 입사되고 Ta, Conetic 타겟 원자가 스퍼터링 빔으로 형성되어 기판에 증착된다. 위의 증착 조건에서 Ta와 Conetic의 증착율은 각각 0.02 nm/s, 0.13 nm/s 이다. 사용된 3인치 직경 3 mm 두께의 원판형 코네틱 타겟은 4 N 순도를 가지고 있으며, 원자성분비는 $Ni_{77}Fe_{14}Cu_5Mo_4$ 이다. 상온에서 증착한 모든 자성체의 시료는 증착시 자기장 350 Oe의 크기를 갖는 영구자석을 이용하여 일축 이방성을 유도하였다. 코네틱 박막의 열처리기는 10^{-6} Torr의 진공도를 갖는 챔버 내 1 kOe의 원통형 영구자석 안에 할로겐램프의 복사열을 직접 받아 일정한 온도를 유지하는 Cu 판으로 감싼 Box 안에 박막시료를 넣어 열처리를 시행하였으며, 모든 박막시료는 상온에서 4-단자법으로 이방성 자기저항 특성곡선

을 측정하였다.

III. 실험결과 및 고찰

상온에서 증착된 코네틱 단일박막을 EDS(Energy Dispersive Spectrum)로 분석한 결과, 불순물은 발견되지 않았고 박막과 타겟의 원자성분비는 2% 이내로 거의 일치하였다. 이는 4개 원소들의 에칭율과 스퍼터 거동(sputter yield)을 비슷하게 가지고 있기 때문이다[10]. Ta(5 nm)/NiFeCuMo(15 nm)/Ta(5 nm) 박막구조에 대한 x선 회절(x-ray diffraction; XRD) θ -2 θ 주사 무늬로부터 얻은 (111)NiFeCuMo 회절피크 크기를 Fig. 1(a), (b)에 나타내었다. fcc 결정조직의 (111)NiFeCuMo에 대한 XRD 세기는 버퍼층 Ta이 있을 때에 매우 우세함을 알 수 있다. 버퍼층 Ta의 초기성장에서 생긴 (111) 결정방향으로 코네틱 박막이 성장한다는 사실을 뒷받침하고 있다. 이로써 코네틱 박막에서 (111) 결정세기의 피크가 코네틱 박막 내에 연자성의 특성을 결정하는데 중요한 역할을 하고 있음을 확인할 수 있다.

Fig. 2(a), (b)는 glass/Ta(5 nm)/NiFeCuMo(15 nm)/Ta(5 nm) 박막에 대해 1 mm 폭의 4-단자와 전류 흐름에 의한 용이축 및 곤란축의 이방성 자기저항 특성곡선을 나타낸 것이다. 증착시 그림자 마스크를 이용한 박막의 시료는 전류 방향이 용이축과 수직이 되도록 설정하였다. AMR 곡선과 대응하는 MH 곡선을 비교해 보았을 때에 보자력(coercivity; H_c)은 0.25 Oe이었다. 한편 Fig. 2(b)는 Fig. 2(a)에서 보인 곤란축의 방향으로 외부 자기장을 인가하여 측정된 glass/Ta(5 nm)/NiFeCuMo(15 nm)/Ta(5 nm) 박막의 일반적인 AMR 곡선이다. 곤란축 AMR 곡선에 대응한 MH 곡선으로부터 보자력은

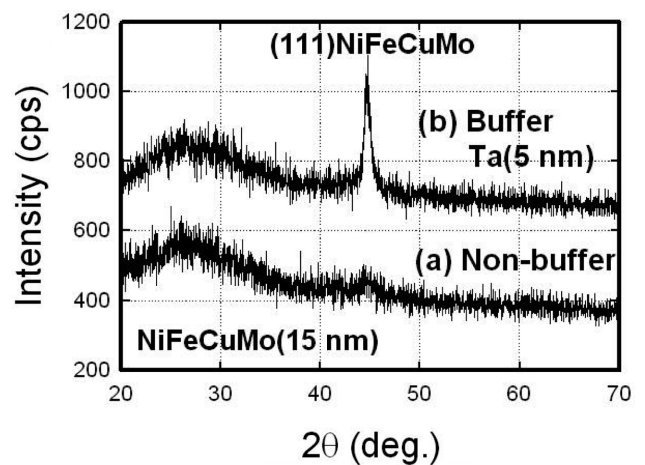


Fig. 1. XRD patterns for the glass/Ta(t)/NiFeCuMo(15 nm)/Ta(5 nm) films; (a) non-buffer Ta(t=0 nm), and (b) buffer Ta(t=5 nm).

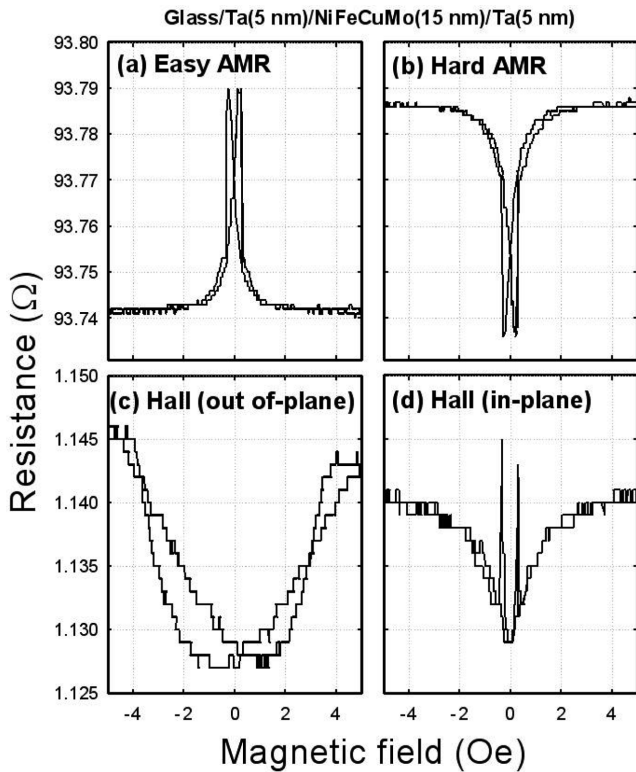


Fig. 2. (a) Easy AMR, (b) hard AMR loops, (c) out of-plane Hall resistance curve, and (d) in-plane Hall resistance curve for the glass/Ta(5 nm)/NiFeCuMo(15 nm)/Ta(5 nm) film. The coercivities of in-plane and out of-plane AMR curves are measured (a) and (b), respectively.

거의 0.3 Oe 부근이지만 일반적으로 자화율은 곧란축에서 얻은 MH 곡선으로부터 포화자기장(saturation magnetic field; H_s)과 원점에서 기울기이므로 곧란축의 포화자기장은 박막의 자화율을 계산하는데 중요한 특성인자이다. 기령 Fig. 2(b)에서 얻은 H_s 가 1.5 Oe이고 SQUID에서 얻은 곧란축 자화곡선에서의 포화자화값 M_s 가 775 emu/cc일 때에 자화율은 5,167의 값을 나타냈다. 여기서 측정된 시료의 체적은 $15 \text{ nm} \times 8 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$ 이었고 자화율 계산은 Egelhoff 연구그룹의 실험 결과로부터 추정된 $\chi (= 10M_s/H_{HS})$ 을 적용하였다[1, 11].

Fig. 2(c)는 glass/Ta(5 nm)/NiFeCuMo(15 nm)/Ta(5 nm) 박막 면에 수직으로 외부 자기장을 인가하여 용이축 방향으로 측정된 일반적인 Hall 저항 AMR 곡선이다. 강자성체 박막에 형성된 수 μm 크기의 자구들은 외부 자기장이 보자력보다 클 경우에 자구벽들 스위칭 현상이 Neel 벽 이동으로 변화되며, 두께가 증가할수록 벌크 물질에 대한 Bloch 벽 이동으로 자화 방향이 회전함을 나타낸다. Hall 저항의 용이축 측정곡선에서 수직 자화성분의 이동은 수평 AMR 용이축에서 얻은 보자력보다 5배나 큰 3.0 Oe 근방임을 볼 때에 연자성의 특성에서 수직 방향의 자구들이 부분별로 이루어져 있다는 사

실을 뒷받침한다[12]. 한편 Fig. 2(d)는 박막 면에 수평으로 인가한 외부 자기장의 세기에 대하여 얻은 Hall 저항 측정곡선이다. 두 피크의 중간값은 곧란축에서 측정된 AMR 곡선에서 얻은 보자력과 거의 일치하였다. 따라서 Hall 전압 측정곡선은 AMR 곡선에서 얻은 보자력의 값을 재현하고 검증할 수 있는 방법임을 보여준다[13].

4원소 합금의 코네틱 벌크인 $\text{Ni}_{77}\text{Fe}_{14}\text{Cu}_5\text{Mo}_4$ 는 상온에서 고유저항율이 $6.0 \mu\Omega\text{cm}$ 의 Ni, $8.7 \mu\Omega\text{cm}$ 의 Fe, $5.0 \mu\Omega\text{cm}$ 의 Mo와 $1.5 \mu\Omega\text{cm}$ 의 Cu 원소함량에 의존한다. 또한 4원소 합금에서 형성되는 계면 산란효과로 인하여 표면저항값이 변할 수도 있다. Fig. 3(a)와 (b)는 버퍼층의 유무에 따라 코네틱 박막의 두께에 따른 4-단자의 표면저항값과 용이축의 보자력을 비교한 것이다. Fig. 3(a)와 (b)에서 알 수 있듯이 순수한 코네틱 박막의 표면저항값에 따른 두께별 의존성은 버퍼층 Ta의 효과와 누설전류로 인한 코네틱 박막의 표면저항값보다 전체적으로 100Ω 정도 낮게 나타났다. 또한 바닥층과 보호층인 Ta 박막 사이의 경계면에서 계면 산란효과와 확산효과로 코네틱 박막에서의 표면저항값이 약간 변할 것으로 예상된다. 상온에서 증착된 코네틱 박막일 경우, y축을 자연대수

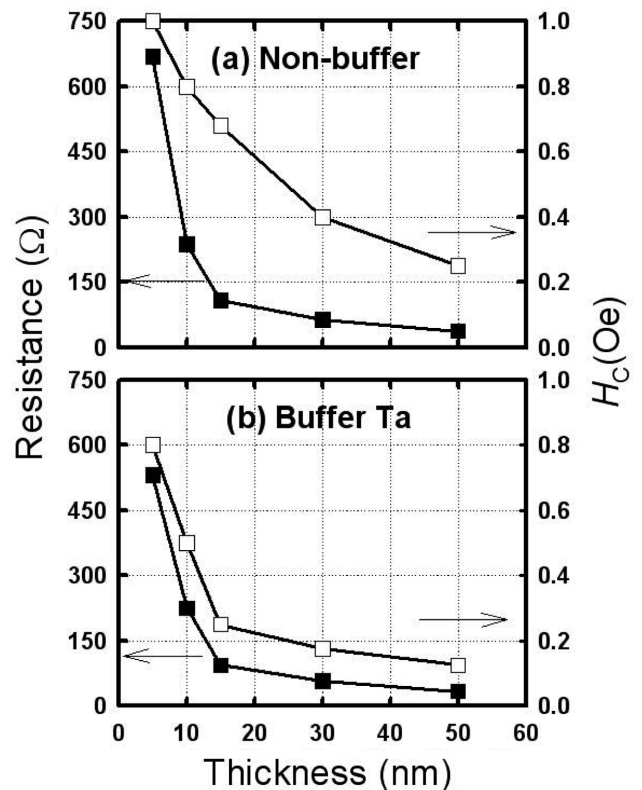


Fig. 3. Thickness dependence of the 4-probe resistance and H_c of conetic thin films for the glass/Ta(5 nm)/NiFeCuMo($t = 5 \text{ nm} \sim 50 \text{ nm}$)/Ta(5 nm) film prepared by ion beam deposition (IBD).

지수승으로 하여 살펴보면 두께에 따른 표면저항값의 곡선 변화율이 선형적으로 감소하지 않으므로 층간층(layer-by-layer) 덮임이 아니라 섬형(island) 구조로 증착되어 덮임이 이루어짐을 알 수 있었다[14]. 하지만 증착시 기판의 온도를 100 °C 이상 유지하였을 때에 섬형 성장구조에서 층간층 덮임 성장구조로 초기에 이루어짐으로써 박막의 표면 거칠기가 평탄할 것으로 사료된다.

코네틱 박막의 두께에 따라 의존하는 용이축의 보자력과 곤란축의 포화자기장, 자화율을 고려해 보면 Egelhoff가 처음으로 발표한 이론 및 실험결과에서 벌크나 샌드위치형 구조의 두께가 50 nm 일 때에 이의 보자력은 0.05 Oe 이었지만 본 연구와 같이 10 nm 이하의 박막구조에 대해 발표된 보고는 없었다[15]. 미세한 두께를 수월하게 조절할 수 있는 IBD에서 제작된 박막의 두께에 대해 먼저 버퍼층이 없을 때의 Fig. 3(a) 결과를 살펴보면 5 nm에서 보자력은 1.0 Oe 이었으나 10 nm에서는 0.8 Oe 이었으며, 15 nm에서 50 nm으로 두꺼워질 때에 0.67 Oe 에서 0.25 Oe으로 변하여 코네틱 박막의 두께가 증가할수록 벌크 상태로 작은 연자성의 특성을 갖는 보자력을 띠고 있음을 알 수 있다. 또한 Fig. 3(b)에서 버퍼층 Ta의 두께가 5 nm일 때에 보자력은 0.8 Oe 이었으나 10 nm에서는 0.5 Oe 이었으며, 15 nm에서 50 nm으로 두꺼워질 때에 0.25 Oe에서 0.12 Oe으로 변하여 코네틱 박막의 두께가 증가할수록 벌크 상태로 변하는 보자력은 버퍼층이 없을 때보다 약 2.5배 만큼 작은 연자성의 특성을 띠고 있음을 알 수 있다. 그리고 자화율의 값을 결정짓는 곤란축의 포화 자기장은 3.0 Oe 이었으나 10 nm에서는 3.0 Oe 이었으며, 15 nm에서 50 nm으로 두꺼워질 때에 1.2 Oe으로 변하여 코네틱 박막이 매우 작은 포화자기장을 띠고 있음을 알 수 있었다. 또한 자화율의 경우, 코네틱 박막이 두께 5 nm에서 50 nm까지 $2.5 \times 10^3 \sim 1.2 \times 10^4$ 정도 큰 자화율을 띠고 있음을 알 수 있다.

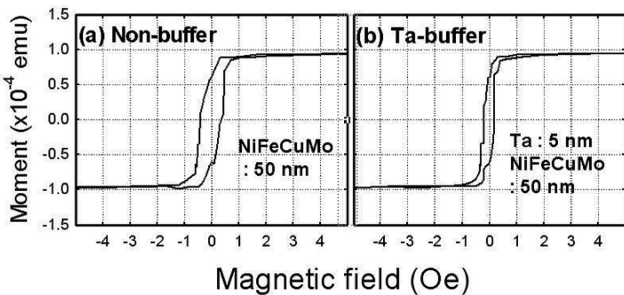


Fig. 4. Easy axis MH-loops for the glass/Ta(t)/NiFeCuMo(50 nm)/Ta(5 nm) films; (a) non-buffer Ta(t=0 nm), and (b) buffer Ta(t=5 nm). Here the coercivities for (a) non-buffer and (b) buffer are 0.25 Oe and 0.12 Oe, respectively.

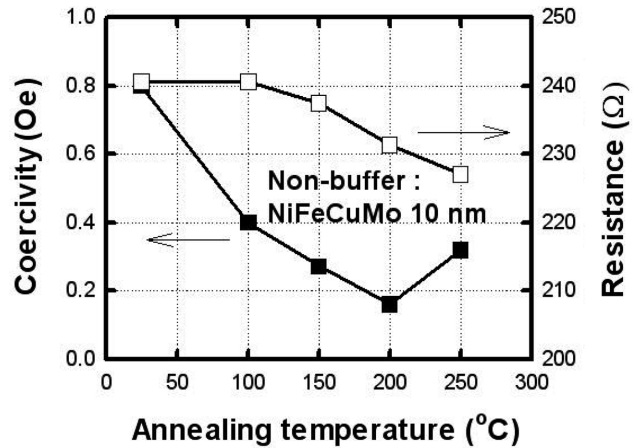


Fig. 5. Annealing temperature dependent of the coercivity H_c (filled rectangular) and 4-probe resistance (open rectangular) for the glass/non-buffer/NiFeCuMo(10 nm)/Ta(5 nm) film. The time of annealing treatment is 1 hr at temperature and the AMR curves are measured by four-probe method at room temperature.

IBD 방법으로 제작한 코네틱 박막의 초연자성의 특성을 가지고 있었던 보자력과 자화율은 AMR 측정곡선으로부터 추정된 값이었다. Fig. 4는 실제로 버퍼층이 없을 때와 있을 때를 SQUID로 측정된 MH 히스테리시스 곡선으로 비교한 것이다. 코네틱 박막의 두께가 50 nm일 때에 Fig. 4(a)와 (b)에서 얻은 보자력과 잔류자화, 자화율은 각각 0.25 Oe, 0.9×10^{-4} emu, 6.5×10^3 이었다.

Fig. 5는 IBD 방법으로 제작한 코네틱 박막의 열처리 효과에 관한 것이다. 그림자 마스크를 이용하여 1 mm 폭으로 형성된 버퍼층이 없는 코네틱 박막을 용이축으로 설정한 폭 방향과 동일하게 외부 자기장을 인가하였다. 열처리 조건은 10^{-6} Torr 진공챔버 내에 영구자석을 이용하여 1 kOe의 일정한 외부 자기장을 유지하였으며, 상온에서 100 °C, 150 °C, 200 °C, 250 °C에 도달하기 위한 온도 증가율은 2 °C/min 이었다. 열처리 온도에서 1시간 머무른 후에 온도 하강율을 4 °C/min으로 상온까지 낮추었다. Fig. 5와 같이 열처리 전 상온에서 보자력이 0.80 Oe 이었으나 100~200 °C에서는 0.4 Oe~0.17 Oe의 값을 보여주었다. 진공 열처리 효과로 계면 간의 치밀성이 높아져 4-단자 자기저항값은 240 Ω에서 227 Ω으로 서서히 줄어들었다. 이러한 결과는 버퍼층 Ta이 없더라도 열처리 과정을 거치면 초연자성의 특성을 갖는 코네틱 박막을 얻을 수 있는 것이다. 균일한 외부 자기장에서 열처리 과정을 거치므로 보자력을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 자성박막의 열적 안정성을 높이는 특성을 가질 수 있다. 퍼멀로이의 NiFe 보다 4원소 합금인 NiFeCuMo는 열처리 효과에 민감함을 알 수 있다. 하지만 250 °C 이상일 경우에는 원소간의 섞임과

계면 확산으로 인해 급격히 초연자성의 특성이 감소할 것으로 예상된다. 본 연구는 최적화된 코네틱 박막을 이용하여 반강자성체의 IrMn 및 FeMn와 Ru 사잇층 Synthetic형 스핀밸브 박막소자 또는 자기터널링접합 박막소자를 제작하여 초연자성의 특성을 가진 거대자기저항 스핀밸브 소자의 개발과 특성에 대해 추후에 발표하고자 한다.

IV. 결 론

코닝유리 기판 위에 이온빔 증착법으로 제작한 버퍼(Ta)코네틱(NiFeCuMo) 박막에 대해 버퍼층에 의존하는 결정성장과 열처리 효과를 조사하였다. 버퍼층 Ta이 없을 때보다 버퍼층이 있을 때에 코네틱 박막의 (111) 결정성은 매우 우수하였다. 또한 증착할 때에 인가한 자기장 방향으로 용이축과 곤란축의 자기저항 곡선으로부터 얻은 보자력과 포화자기장값을 버퍼층 유무에 따라 서로 비교하였다. Ta 박막의 두께가 5 nm이고 코네틱 박막의 두께가 50 nm일 때에 보자력은 0.12 Oe 작았으며, MH 히스테리시스 곡선에서 얻은 자화율(χ)은 1.2×10^4 으로 우수한 연자성의 특성을 가졌다. 버퍼층이 없을 때, 10 nm 두께의 코네틱 박막에 대한 열처리 효과를 살펴보면 상온에서 200 °C까지 보자력이 0.8 Oe에서 0.17 Oe으로 낮아진 것은 박막의 결정성과 계면의 치밀성이 향상된 것으로 사료된다. 이러한 실험적 결과를 바탕으로 저자기장을 띠는 고감도 스핀밸브나 터널접합의 박막구조에서 자유층으로 연자성의 특성이 우수한 코네틱 박막을 사용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2009-0073065)의 결과이며, 상지대학교 2008년도 교내연구비에서

도 일부 지원을 받아 수행된 연구결과이다.

참고문헌

- [1] W. F. Egelhoff Jr., R. D. McMichael, C. L. Dennis, M. D. Stiles, F. Johnson, A. J. Shapiro, B. B. Maranville, and C. J. Popwell, *Thin Solid Films*, **505**, 90 (2006).
- [2] N. A. Stutzke, S. E. Russek, D. P. Pappas, and M. Tondra, *J. Appl. Phys.*, **97**, 10Q107 (2005).
- [3] C. W. Chen, "Magnetism and Metallurgy of Soft Magnetic materials", Dover, New York (1986).
- [4] M. Tondra, J. M. Daughton, C. Nordman, D. Wang, and J. Taylor, *J. Appl. Phys.*, **87**, 4679 (2000).
- [5] D. W. Kim, J. H. Lee, M. J. Kim, and S. S. Lee, *J. Magnetism*, **14**, 80 (2009).
- [6] W. H. Lee, D. G. Hwang, and S. S. Lee, *J. Magnetism*, **14**, 18 (2009).
- [7] F. Pfeifer and C. Radeloff, *J. Magn. Magn. Mater.*, **19**, 190 (1980).
- [8] S. H. Park, K. S. Soh, G. Yoon, and S. S. Lee, *J. Kor. Phys. Soc.*, **54**, 2052 (2008).
- [9] S. S. Lee, B. Y. Kim, J. Y. Lee, D. G. Hwang, S. W. Kim, M. Y. Kim, J. Y. Hwang, and J. R. Rhee, *J. Appl. Phys.*, **95**, 7525 (2004).
- [10] C. Kittel, "Introduction to Solid State Physics", Eight Ed. John Wiley & Sons, Inc. (2005) pp. 634-640.
- [11] J. G. Choi, D. G. Hwang, J. R. Rhee, and S. S. Lee, *J. Kor. Phys. Soc.*, **19**, 142 (2009).
- [12] J. Heo, D. H. Park, W. S. Kang, S. H. Ji, and K. A. Lee, *J. Kor. Phys. Soc.*, **18**, 185 (2008).
- [13] J. Heo, H. S. Kim, J. H. Choi, and K. A. Lee, *J. Kor. Phys. Soc.*, **18**, 98 (2008).
- [14] B. K. Kim, J. Y. Lee, S. S. Kim, D. G. Hwang, S. S. Lee, J. Y. Hwang, M. Y. Kim, and J. R. Rhee, *J. Korean Magnetic Society*, **13**, 187 (2003).
- [15] D. Seong, S. S. Lee, and D. Youm, *Solid State Commun.*, **76**, 1341 (1990).

Soft Magnetoresistive Properties of Conetic Thin Film Depending on Ta Buffer Layer

Jong-Gu Choi¹, Do-Guwn Hwang^{1,2}, and Sang-Suk Lee^{1,2*}

¹*Dept. of Eastern-western Biomedical Engineering, Graduation, Sangji University, Wonju 220-702, Korea*

²*Dept. of Oriental Biomedical Engineering, Sangji University, Wonju 220-702, Korea*

Jin-Hyub Choi and Ky-Am Lee

Department of Electronic Physics, Dankook University, Cheonan, 330-714, Korea

Jang-Rho Rhee

Department of Physics, Sookmyung Women' University, Seoul 140-742, Korea

(Received 4 August 2009, Received in final form 4 October 2009, Accepted 7 October 2009)

The property of soft magnetism for the Corning glass/non-buffer or buffer Ta/Conetic(NiFeCuMo)/Ta prepared by the ion beam deposition sputtering was studied. The effect of crystal property and post annealing treatment depending on the thickness of Conetic thin films was investigated. The coercivities of Conetic thin films with easy and hard direction along to the applying magnetic field during deposition were compared with each other. The coercivity and magnetic susceptibility of Ta(5 nm)/Conetic(50 nm) thin film were 0.12 Oe and 1.2×10^4 , respectively. From these results, firstly, the Conetic thin film was more soft magnetism thin film than other one such as permalloy NiFe. Secondly, the usage of soft magnetism Conetic thin film for GMR-SV (giant magneoresistance-spin valve) or MTJ (Megnetic Tunnel Junction) structure in a low magnetic field can be possible.

Keywords : buffer layer, Conetic(NiFeCuMo) thin film, coercivity, soft magnetism, post annealing treatment