

SmCo박막의 바이어스자계가 CoZrNb박막의 연자성특성에 미치는 효과

신광호*

경성대학교 멀티미디어공학과
부산시 남구 대연3동 110-1번지

김영학

부경대학교 공과대학 전기·제어공학부
부산시 남구 용당동 산 100번지

(2003년 9월 1일 받음, 2003년 9월 20일 최종수정본 받음)

경자성박막을 이용한 자기임피던스센서의 바이어스 자계 인가의 유용성을 알아보기 위해서, SmCo 경자성박막의 조성에 따른 자기적 특성과 이 박막이 아몰퍼스 CoZrNb 연자성박막에 미치는 바이어스 효과에 대하여 조사하였다. 아몰퍼스상을 가지는 SmCo 경자성박막의 포화자화는 Sm 조성이 증가함에 따라 감소하였으며, 보자력은 Sm 조성의 증가에 따라 증가하다가 28 at% 부근에서 약 500 Oe를 나타낸 후 다시 감소하였다. SmCo 박막에 의해서 발생된 바이어스 자계가 CoZrNb 박막에 미치는 효과는 자화곡선과 투자율의 측정, 그리고 자기관찰을 통하여 조사되었다. MI센서로 사용이 가능한 $3 \times 0.5 \text{ mm}^2$ 크기의 박막시료에 있어서, 약 60 Oe의 바이어스 자계가 얻어졌으며, 센서의 감도를 최적화하기에 충분한 바이어스 자계를 경자성박막을 이용하여 발생시킬 수 있음을 입증하였다.

주제어 : SmCo, CoZrNb, 바이어스자계, 자기

I. 서 론

최근 정보통신기술의 발달에 의해서 산업환경에 대한 변화뿐만 아니라 사회적으로도 많은 변화가 야기되고 있다. 특히, 휴대전화를 필두로 하는 모바일커뮤니케이션의 정착은 어디에서나, 누구나가 편리하게 정보를 주고 받을 수 있는 정보화사회를 앞당기고 있다. 휴대전화와 관련된 기술 중에서 최근에 들어서 크게 주목을 받고 있는 것은 휴대전화를 이용한 영상의 처리기술과 함께 LBS구현이 있다[1]. LBS는 휴대폰에 GPS(global positioning system)수신기와 전자나침반(electronic compass)을 설치하여 사용자의 위치와 진행방향을 나타내는 것 뿐 아니라, 목적지와 현재위치에 대한 정보를 기반으로 해서 많은 부가적인 서비스를 실현하게 해 주는 것이다. LBS를 구현하기 위해서는 지도정보의 유용한 이용과 함께 위치정보와 방향에 대한 데이터를 충분히 정밀하게 취득할 수 있는 GPS수신기와 전자나침반의 개발이 필수적이다. 현재 GPS수신기에 대한 기술은 이미 다수의 상용화된 제품들이 출시되어 있을 정도로 완성되어 있다고 판단할 수 있으므로, LBS를 구현하기 위해서는 고성능의 전자나침반의 개발이 시급히 필요하다고 볼 수 있다. 휴대폰용 전자나침반으로서 구비하여야 할 성능으로는, 상온(room temperature)에서 미약한 자계에 대한 높은 분해능과 감도를 가지고 있어야 하

며, 소형이고, 소비전력이 작아야 한다. 이러한 관점에서 본다면 플럭스게이트센서(flux gate sensor)[2]와 자기임피던스(magneto-impedance sensor: MI)센서[3-5]가 적합하다고 볼 수 있으나, 보다 구조와 구동원리가 단순하기 때문에 저가격으로 양산을 할 수 있는 MI센서가 휴대폰용 전자나침반을 구성하는 자계센서로서 초기 진입할 가능성이 커다고 할 수 있을 것이다. 그러나 박막으로 제작되는 MI센서를 자화회전에 의한 자화가 주로 일어나는 수십 MHz이상의 전류로 구동할 경우에는, 박막의 자기이방성정도(아몰퍼스 CoZrNb박막의 경우, 5 Oe전후)의 외부자계에 의해서 임피던스의 최고치가 얻어지고 2~3 Oe정도의 바이어스자계가 걸린 상황에서 가장 감도가 높은 임피던스변화율이 얻어진다[4]. 따라서, 박막형 MI센서를 낮은 구동전류에 의해서도 높은 감도를 나타내게 하기 위해서는 바이어스 자계의 인가가 필요하다. 박막형 자계센서에 있어서, 바이어스 자계를 인가하는 방법으로는 직류의 전류를 통전시키는 방법, 다층박막이나 권선으로 제작되는 코일을 이용하여 자계를 인가하는 방법, 그리고 박막이나 벌크의 영구자석을 배치하여 바이어스자계를 인가하는 방법 등이 있다. 이 중에서 영구자석을 이용하는 방법은 바이어스 자계를 인가하기 위하여 전류를 인가하지 않아도 되므로 소비전력을 줄이는 관점에서 보다 적합한 방법이라고 할 수 있다. 또한 박막형 영구자석을 이용한다면, 벌크형 영구자석을 이용하는 것에 비하여, 센서를 소형화하는 관점에서 유리하다. 영구자석 박막에 의한 바이어스 자계의 효과는 연자성체의 투자율

*Tel: (051)620-4353, E-mail: khshin@star.ks.ac.kr

에 크게 영향을 미치며[6], 이 효과는 퍼멀로이 박대나 YIG [7, 8]에 대해 조사, 입증되었다. 바이어스 자계를 인가하기 위한 영구자석 박막이 구비해야 할 특성으로는, 자계를 검출하기 위한 센서로서 동작하는 연자성 박막보다는 보자력이 충분히 커야 하며, 얇은 두께의 박막으로도 충분한 바이어스 자계를 발생시킬 수 있도록 큰 잔류자속이 요구된다. 또한 센서 동작이 바이어스용 영구자석 박막에 의해서 열화되는 것을 방지하기 위해서 안정된 열적특성을 가지는 것이 바람직하다. 이러한 관점에서 본다면 다른 영구자석박막에 비하여 SmCo박막이 가장 유리하다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 MI센서를 구성하는 아몰퍼스 CoZrNb박막의 바이어스 자계를 인가하는 방법으로, 아몰퍼스 경자성박막을 연자성박막과 다층화시키고, SmCo박막에서 발생한 바이어스 자계를 이용하여 다층박막으로 구성된 MI센서의 감도를 향상시키는 방법을 개발하고 있다. 본 논문에서는 자기이방성제어가 용이하며 열적으로 안정한 아몰퍼스 SmCo 경자성 박막과 연자성이 우수한 아몰퍼스 CoZrNb박막을 다층화시키고, SmCo 박막에서 발생하는 바이어스 자계가 CoZrNb 박막의 자기적 특성에 미치는 바이어스 효과를 검토한 결과를 보고한다. 이를 위하여, 아몰퍼스 SmCo계 박막의 Sm조성에 대한 보자력과 포화자화와 같은 자기특성을 조사하였으며, CoZrNb 연자성박막을 SmCo 박막 위에 성막시켜 바이어스 자계의 영향을 자구(magnetic domains)관찰과 자화곡선 및 투자율을 측정 · 평가하였다.

II. 실험

SmCo박막의 특성을 조사하기 위해서, 유리기판위에 Sm 조성에 따르는 박막들을 성막하였다. 이 때 기판과의 밀착력을 높이기 위해서 두께 60 nm의 Cr 박막을 기판과 SmCo 박막사이에 형성시켰다. SmCo 박막의 일축자기이방성을 유도하고 착자시키기 위하여 약 200 Oe 자계 중에서 성막을 실시하였으며, 성막 시 기판은 수냉상태였다. SmCo 박막을 성막하기 위한 입력전력은 100 W로 일정하게 하였으며, 스퍼터가스(Ar)의 압력을 5~20 mTorr로 조정하면서 성막하였다. SmCo 박막의 조성은 Co 타겟 위에 배치하는 10×10 mm² 크기의 Sm 칩의 수로써 조절하였다. SmCo 경자성박막과 CoZrNb 연자성 박막으로 구성되는 다층박막은 유리기판 위에 RF 스퍼터링법으로 성막시켰다. SmCo 박막과 기판사이, 그리고 SmCo 박막과 CoZrNb 박막의 밀착력을 높이기 위하여 Cr 박막을 사용하였고, 기판과 SmCo 박막사이 Cr막의 두께는 60 nm이었으며, 중간층으로 사용된 Cr막의 두께는 30 nm이었다. CoZrNb 박막은 Co_{84.85}Zr_{3.15}Nb₁₂ 조성을 가지는 합금타겟을 사용하여 성막하였다. 박막의 조성은 EPMA

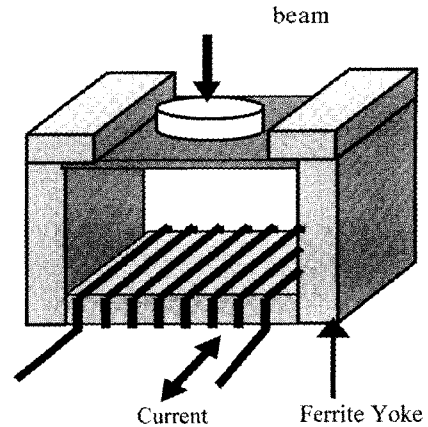


Fig. 1. Ferrite yoke for observing the magnetic domain structure of films.

Table I. Film sample conditions used in this experiment.

No.	Thickness (μm)		size (mm)
	SmCo	CoZrNb	
#1	3.8	2	8φ
#2	3	1	3×3
#3	3	1	3×2
#4	3	1	3×0.5

(electron probe micro analyzer)로, 자화곡선은 진동형 시료 자력계(vibrating sample magnetometer: VSM)로 측정하였고, 박막의 투자율은 8자형 코일법[9]을 이용하여 10 MHz의 여자주파수에서 측정하였다. CoZrNb 박막 표면의 자구구조(Magnetic domain structure)는 전자현미경(scanning electron microscope: SEM)를 이용한 Backscattering 법[10]으로 관찰하였다. 자계의 인가에 따르는 자구구조의 변화를 관측하기 위해서 Fig. 1에서 나타낸 것과 같은 시편홀더를 이용하였다. Table I은 본 실험에서 이용된 샘플의 크기를 나타낸 것으로, 시편 #1은 원형이며, #2~#4는 사각형이다.

III. 결과 및 고찰

Fig. 2(a)와 (b)는 각각 Sm 함유량에 따르는 박막의 포화자화와 보자력을 나타낸 것이다. 포화자화에 대한 결과는 비교를 위하여 Sm₁Co₅와 Sm₂Co₁₇ 조성을 가지는 벌크재료가 대한 값과 함께 나타내었다. 포화자화는 Sm 조성이 증가함에 따라 감소하였으며 박막의 포화자화를, SmCo계 영구자석재료로 가장 일반적으로 사용되고 있는, Sm₁Co₅와 Sm₂Co₁₇의 벌크재료의 포화자화를 비교하면 SmCo 박막에서도 벌크재료와 거의 같은 포화자화를 가지는 것을 알 수 있다. 또한 Sn 조성이 45 at% 이상인 박막에서는, 측정자계 영역에서, 자화값을 나타내지 않았다. Fig. 2(b)에서는 성막가스(Ar) 압력이

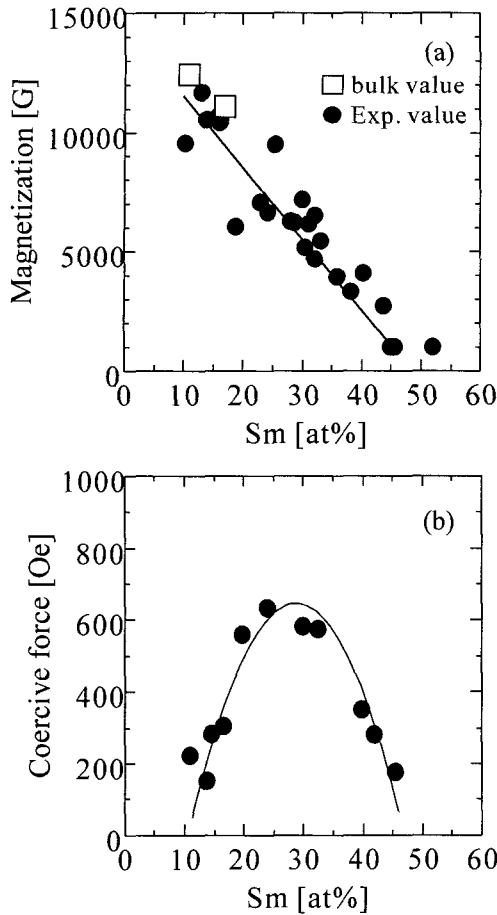


Fig. 2. Film composition dependency of magnetic properties, (a) saturation magnetization, (b) coercive force.

5~20 mTorr에서 제작한 시료들에 대하여 Sm 조성에 따르는 보자력을 나타낸 것이다. 성막가스 압력의 변화(5~20 mTorr)에 따르는 보자력 및 자기이방성의 차이는 발견하지 못하였다. 성막가스의 압력차이로 인하여 박막내의 스트레스 크기나 분포에서 차이가 발생하는 것이 충분히 예상되지만, 본 실험에서의 SmCo 박막의 경우, 자기기계결합(magnetomechanical coupling) 특성이 크게 나타나지 않으므로 보자력 등의 자기적 특성에 있어서, 본 실험에서 조정된 가스압력 영역에서는, 성막가스 압력 혹은 스트레스의 영향이 관측되지 않은 것으로 사료된다. 자기기계결합특성은 박막의 자기변형(magnetostriction)과 연자성특성에 의존한다. 즉, 자기변형이 크고 연자성이 우수할수록 자기기계결합특성이 크게 나타난다. 그러나 SmCo 박막의 경우, 큰 자기변형을 나타낸다는 결과는 보고되지 않고 있으며, 경자성재료로서 당연히, 연자성특성이 좋지 못하므로 자기기계결합특성이 크게 나타나지 않는다는 것을 예상할 수 있다. Sm 조성의 증가에 따라 보자력이 증가하여 28 at% 부근에서 최대값을 가진 후 Sm 조성의 증가에 따라 다시 감소하였다. 이 결과는 Chen 등[11]이 스퍼터링으로 성막한 아

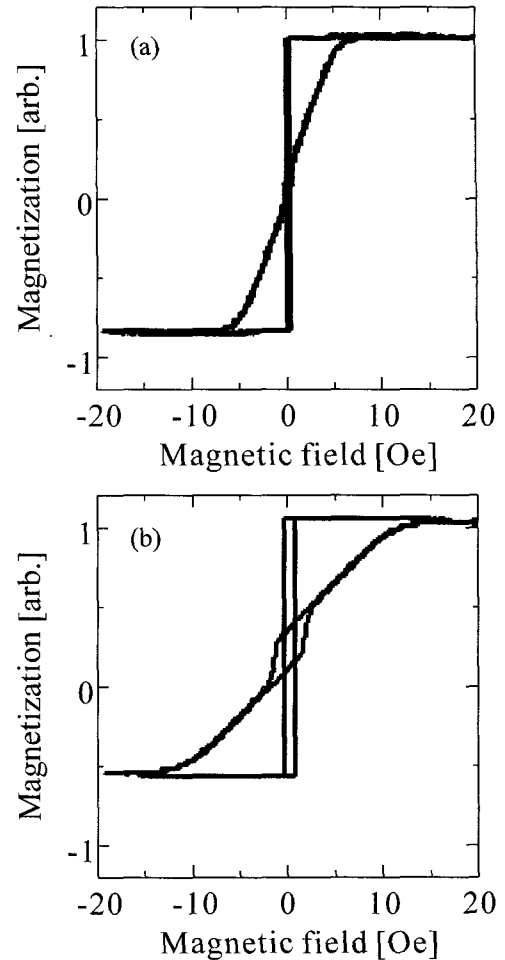


Fig. 3. Hysteresis curves of SmCo films, (a) Sm content: 13.2 at%, (b) Sm content: 28.3 at%.

몰퍼스 SmCo 박막에 있어서 조성에 대한 자기적 특성(보자력, 자기이방성)변화를 검토한 결과와 잘 일치하고 있다. Fig. 3(a)와 3(b)는 각각 성막한 SmCo 박막 중에서 Sm 조성이 13와 28 at%인 박막에 대하여, 자화용이축(magnetically easy axis)과 자화곤란축(magnetically hard axis)의 자화곡선을 함께 나타낸 것이다. Sm 조성이 13 at%인 시편의 경우, 보자력이 약 250 Oe, 이방성자계는 약 7 kOe이었으며, Sm 조성이 28 at%인 시편의 경우, 약 500 Oe의 보자력과 13 kOe의 이방성자계를 나타내었다. 보자력이 최대가 되는 Sm 조성, 약 28 at%에서 Fig. 3(b)와 같이 이방성자계가 13 kOe의 큰 값을 나타내었고 이것은 박막에서의 보자력의 크기는 이방성자계의 크기에 크게 관련 있음을 나타내고 있다.

Fig. 4는 SmCo 박막과 CoZrNb 박막을 다층화한 박막 중 시료 #1에 있어서, 자화용이축과 자화곤란축의 자화곡선을 나타낸 것이다. 본 결과에서의 SmCo 박막은 Sm이 28 at%의 함유량을 가지는 것이고, 자화(magnetization)값은 SmCo박막과 CoZrNb 박막의 자화가 합쳐져서 나타난 것이다. 이 그림

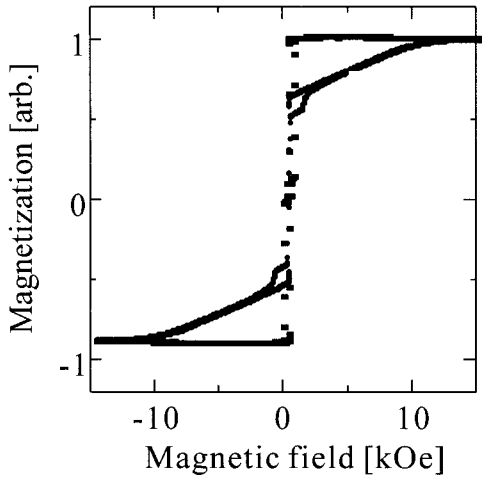


Fig. 4. Hysteresis curve of CoZrNb/SmCo multilayer film (#1).

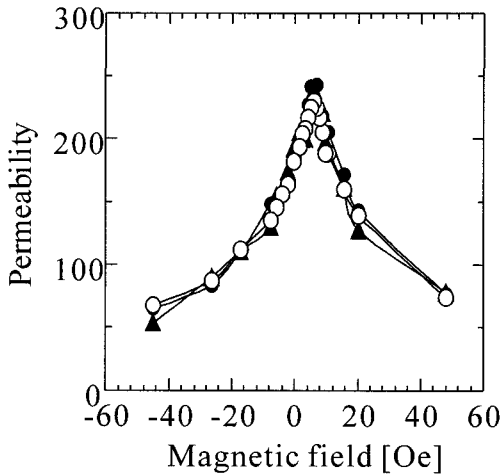


Fig. 5. External magnetic field dependency of permeability of CoZrNb/SmCo multilayer film (#1).

에서 자화곡선측의 결과를 검토해 보면, SmCo의 보자력과 이방성자계는 약 500 Oe, 12 kOe를 나타내고 있는 것을 알 수 있다. Fig. 4에서의 결과로부터 SmCo 박막과 CoZrNb 박막을 다층화하여도 SmCo 박막이 가지는 자기이방성과 보자력은 그대로 유지된다는 것을 알 수 있다. Fig. 5는 #1의 시료에 대해 자화용이축으로 직류자계 H_{dc} 를 인가하면서, 자화곡선측으로 10 MHz의 교류자계로 여자시키면서 측정된 투자율을 나타낸 것이다. 그림에서는 3회 반복측정한 결과를 함께 도시하고 있다. 여자주파수를 10 MHz로 선택한 것은 일반적으로 박막형 MI센서의 구동주파수가 10 MHz 내외이기 때문이다. 자기이방성을 가지지 않는 단층의 CoZrNb 박막은, 본 실험과 같은 여자조건에서, 외부 자계가 인가되지 않았을 때 투자율이 최대값을 나타낸다. 그러나 이 그림에서 SmCo 층에 성막된 CoZrNb은 SmCo 층의 바이어스 효과에 의해 $H_{dc} = 3 \sim 6$ Oe 부근에서 최대값을 나타내고 있으며, 이는 다

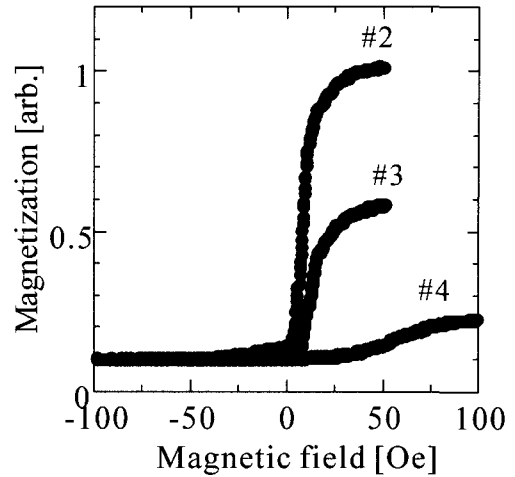


Fig. 6. Magnetization curves of CoZrNb/SmCo multilayer films with various sample sizes.

층화된 SmCo 박막에서 발생하는 바이어스자계에 의해서 나타나는 현상이며, 3~6 Oe 정도의 바이어스자계가 인가되고 있다는 것을 알 수 있다. 투자율의 최대치가 나타나는 자계가 3~6 Oe로 측정에 따라 정확히 일치하지 않는 이유는 측정에 사용한 시편이 원형이며, 측정용 검출코일의 중심에 시편의 중심을 정확히 일치시키는 것이 용이하지 않았기 때문이다. 이 결과로부터 SmCo 박막을 이용한 바이어스 자계에 의해서 CoZrNb 박막의 고주파투자율특성을 제어할 수 있으며, 이를 통하여 센서특성으로 나타나는 10 MHz 정도의 고주파임피던스특성을 제어할 수 있다는 것을 알 수 있다.

Fig. 6은 시편 #2, #3, 그리고 #4에 있어서, ± 100 Oe 사이의 자계를 자화곡선측으로 측정된 자화곡선을 나타낸 것이다. 시료의 자화용이축방향으로의 길이가 3에서 0.5 mm로 감소함에 따라 SmCo에 의한 바이어스 자계가 커져 자화곡선곡선의 중심이 더 높은 자계 쪽으로 이동되고 있음을 알 수 있고, 이는 시료의 자화용이축방향으로의 길이가 짧을수록 강한 바이어스 자계가 인가됨을 의미한다. 이 결과에서는 시편 #2는 ~ 7 Oe, #3은 ~ 15 Oe, 그리고 #4는 ~ 60 Oe의 바이어스 자계가 인가되어 있음을 나타내고 있다. 영구자석박막과 연자성 박막의 두께와 특성이 같음에도 불구하고 시료의 크기에 따라서 바이어스 자계의 크기가 변화하는 이유는, CoZrNb박막에 바이어스로 작용하는 자계가 SmCo 박막과의 정자기적 결합(statically magnetic coupling)에 의한 것이며, 바이어스 자계가 작용하는 자기적 경로상에서의 자기저항이 변화하였기 때문이다. 바이어스자계가 인가되는 경로는 SmCo 박막과 CoZrNb 박막이며, 바이어스 자계가 인가되는 경로의 길이(박막의 폭) 감소할수록 자기저항이 감소하는 것이다. 이 결과는 영구자석박막을 이용하여 바이어스자계를 인가하는 형태의 MI센서를 설계함에 있어서 매우 중요한 설계지침이 될 수 있

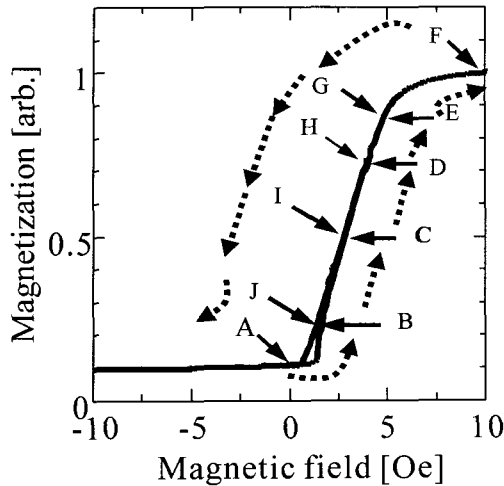


Fig. 7. Magnetization curve of CoZrNb/SmCo multilayer film (#2).

는 것으로, 바이어스자계의 크기는 영구자석박막의 두께나 특성뿐만 아니라, 바이어스자계가 인가되는 경로에도 밀접하게 영향을 받는다는 것을 의미한다.

Fig. 7은 시편 #2에 대하여 ± 10 Oe 범위에서 자계를 인가하면서 자화곡선으로 측정된 자화곡선을 나타낸 것이다. SmCo박막의 자화가 영향을 받지 않을 정도로 낮은 자계를 인가하면서 측정된 결과이기 때문에, 이 측정결과는 바이어스자계가 인가된 CoZrNb 박막의 자화특성을 나타낸다고 볼 수 있다. 이 그림에서 CoZrNb 층은 SmCo 층에 의해 약 3 Oe로 바이어스되어 있다는 것을 알 수 있으며, 이 결과는 Fig. 5에서 나타낸 투자를 측정결과에서의 바이어스값과 거의 일치한다고 볼 수 있다. 이 결과에서는 1 Oe 이하에서 나타난 바이어스자계에 의한 포화영역, 1~5 Oe 사이에서는 자화영역, 5 Oe 이상에서의 외부자계에 의한 포화영역으로 나누어서 시편의 자기적인 상태를 검토할 수 있다. Fig. 8은 Fig. 7의 자화곡선 상에서 표시한(A→B→C→D→E→F→G→H→I→J→A)의 순서로 자계를 인가하면서 관찰된 자구구조를 나타낸 것으로, 각 자화상태에 대응하는 자구구조를 나타낸 것이다. Fig. 8에서 나타낸 자구구조들과 Fig. 7에서 나타낸 자화곡선을 비교하면서 CoZrNb/SmCo 박막의 자화과정을 이해할 수 있다. 외부에서 자계를 인가하지 않은 상태(Fig. 7에서 A의 상태)에서는 SmCo 박막에 의한 바이어스 자계에 의해서 CoZrNb 박막의 자화가 포화되었기 때문에 자벽이 관찰되지 않고 있으며, 이 때의 SmCo 박막과 CoZrNb 박막은 서로 반대방향으로 자화되어 있다. 1.8 Oe의 외부 자계를 인가하였을 때(Fig. 7에서 B의 상태)에는 자벽이 관찰되고 있으며, 인가 자계가 증가함(Fig. 7에서 B~E의 상태)에 따라 반전영역이 넓어졌다. 12 Oe이상의 자계를 인가하였을 때(Fig. 7에서 F의 상태)에는 CoZrNb 박막이 다시 포화되어 자벽은 관찰되

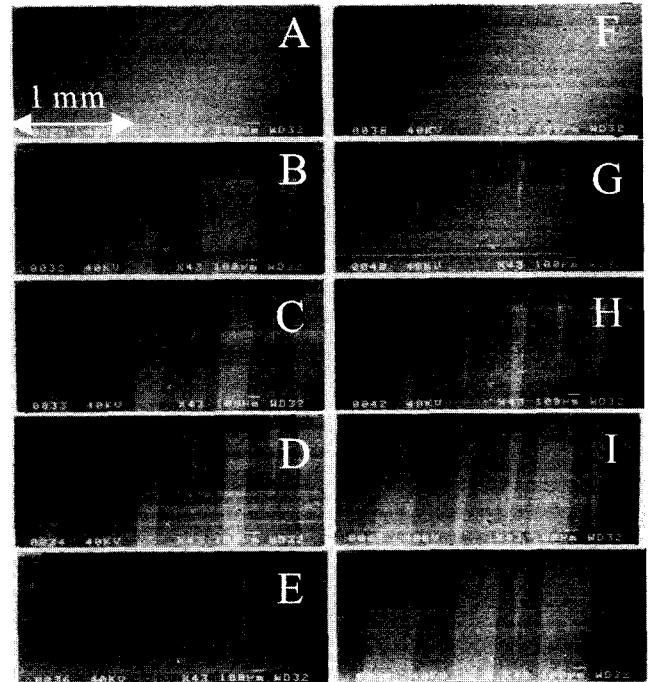


Fig. 8. Magnetic domain patterns of CoZrNb/SmCo multilayer film (#2) changed by applied magnetic field.

지 않았다. 이 때 두 층의 자화방향은 서로 같은 방향을 향하고 있다. 인가자계가 12에서 4.6 Oe까지 감소될 때에는 스파이크 상의 자벽이 박막의 끝부분에서 부분적으로 발생하였다. 스파이크 형태의 자구발생은, SmCo 박막과 CoZrNb 박막 사이의 정자기적인 결합에 의해서, CoZrNb 박막의 끝부분에서 자극(magnetic poles)이 발생하기 때문이라고 판단된다. 이 스파이크 형태의 자구는 자계가 감소(H→I→J)됨에 따라 자구영역이 박막의 중심부로 확대되어 갔다. 외부 인가 자계를 감소시켜서 0 Oe로 하였을 때 CoZrNb 박막은 다시 SmCo박막과의 정자기적인 결합에 의해서 반대방향으로 포화되었으며 자벽은 관찰되지 않았다. 또한, Fig. 7과 8의 결과로부터 MI센서로 사용하기 위한 연자성박막에 다층화한 경자성박막을 이용하여 바이어스 자계를 인가하더라도 연자성박막의 연자성특성(soft magnetic property)를 열화시키지 않으며, 센서의 분해능을 떨어뜨리지 않을 것이라는 것을 예상할 수 있다.

IV. 결 론

자기임피던스센서의 바이어스 자계발생용 영구자석박막으로서, 아몰퍼스 SmCo 경자성박막을 성막하여 그 조성에 따른 특성을 조사하였으며, 이 박막이 아몰퍼스 CoZrNb 연자성박막에 미치는 바이어스 효과에 대하여 조사하였다. SmCo

박막은 Sm의 조성이 증가함에 따라 그 포화자화가 감소하는 경향을 나타내었으며, 보자력은 이에 따라 증가하여 28 at% 부근에서 최대값을 가진 후 다시 감소하였다. SmCo박막에 의해서 발생한 바이어스 자계가 CoZrNb박막에 미치는 영향에 대하여서는 자화곡선과 투자율 측정, 자구관찰로부터 확인되었고 3×0.5 mm² 크기의 시료에서 60 Oe의 바이어스 필드가 얻어졌다. 일축이방성을 갖는 아몰퍼스 SmCo 경자성박막을 이용하여 다층화된 연자성박막에 인가되는 바이어스 자계를 박막의 형상이나 두께 등을 조절하여 자유롭게 제어할 수 있음을 알 수 있었으며, 영구자석을 이용한 바이어스자계의 인가방법이 MI센서의 특성을 향상시키는데에 유용함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구에 조언을 주신 일본동북대학 전기통신연구소 荒井賢一 교수님께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Zhao, IEEE Communication Magazine, **40**, 108(2002).
- [2] 최상언, 안성진, 전기전자재료, **14**, 16(2001).
- [3] 김영학, 신광호, 전기전자재료, **14**, 25(2001).
- [4] K. Mohri, T. Kohzawa, K. Kwashima, H. Yoshida and L. V. Pania, IEEE Trans. Magn., **28**, 3150(1992).
- [5] M. Takezawa, H. Kikuchi, M. Yamaguchi, and K. I. Arai. IEEE Trans. Magn., **36**, 3664(2000).
- [6] S. Ushiyama, M. Masuda, and Y. Sasaki, Jpn. J. Appl. Phys., **2**, 621(1963).
- [7] H. Hedge, S. U. Jen, K. Chen and F. J. Cadieu, J. Appl. Phys., **73**, 5926(1993).
- [8] F. J. Cadieu and H. Hedge, J. Appl. Phys., **76**, 6059(1994).
- [9] P. A. Calcagno and D. A. Thompson, Rev. Sci. Instrum., **46**, 904 (1975).
- [10] D. J. Fathers, J. P. Jakuvovics, D. C. Joy, D. E. Newbury and H. Yakowitz, Phys. Stat. Sol. (A), **20**, 535(1973).
- [11] K. Chen, H. Hedge, and F. J. Cadieu, Appl. Phys. Lett., **61**, 1861(1992).

Bias Field Effect of SmCo Films on Soft Magnetic Properties of CoZrNb Films

K. H. Shin*

*Department of Multimedia Engineering, Kyungsoong University
110-1 Daeyeon-Dong, Nam-Gu, Pusan 608-736, Korea*

Y. H. Kim

*Department of Electrical Engineering, Pukyong National University
San 100 Yongdang-Dong, Nam-Gu, Pusan 608-739, Korea*

(Received 1 September 2003, in final form 20 September 2003)

To investigate whether the use of hard magnetic film is available to generate bias magnetic field for a magnetoimpedance sensor, the magnetic properties of SmCo hard magnetic films were investigated as a function of their compositions. The saturation magnetization decreased with Sm content increasing in SmCo films. And, the coercive force increased in the extent of Sm content of 28 at%, but decreased as Sm content increased moreover. The bias field effect of SmCo film to amorphous CoZrNb film was investigated with the magnetization curves, permeabilities, and magnetic domain structures of SmCo/CoZrNb multilayers. The bias field of about 60 Oe was observed in the film with 3 mm×0.5 mm, which can be constructed as a MI sensor, and this result strongly indicates that the bias field generated from a hard magnetic film is adequate to enhance the sensitivity of a MI sensor with hard/soft magnetic multilayer structure.

Key words : SmCo, CoZrNb, bias field, magnetic domain