

# C 9

## TbGdFeCo 및 TbFeCo 합금박막의 자기이방성에 관한 연구

충북대학교 김 선 욱\*, 유 성 초, 김 명 한  
생산 기술연구원 홍 영 명

### MAGNETIC ANISOTROPY OF TbGdFeCo AND TbFeCo THIN FILMS

Chungbuk National  
University  
KAITEC

S. O. Kim\*, S. C. Yu, M. H. Kim  
Y. M. Hong

#### 1. 서 론

기록밀도를 높이기 위해서 개발된 방식이 광자기기록방식과 수직자기 기록방식이며, 이는 1973년 Chaudhari 등이 광자기기록매체인 Gd-Co 비정질 박막을 개발한 후 부터 연구가 더욱 활발해졌다. 최근에 들어서는 진공증착 또는 스퍼터링에 의해 제작된 RE-TM (Rare Earth - Transition Metal) 계인 TbFeCo, TbGdFe, TbGdCo, TbGdFeCo 등은<sup>1-2)</sup> 큰 Kerr 회전각, 보자력, 수직이방성을 가지므로 다른 RE-TM계의 박막에 비하여 더욱더 연구가 활발히 진행중이다. 수직이방성의 원인<sup>3)</sup>으로는 atomic pair ordering, internal stress, columnar microstructure, single ion anisotropy, exchange anisotropy model 등이 제시되고 있으나 아직 확실히 밝혀지지 않았고, 지금까지 보고된 바에 의하면 어느 한 원인만 기여하는 것이 아니라 박막조성과 제작조건에 따라 이러한 여러 가지 원인들의 기여정도가 달라진다고 알려졌다.

#### 2. 실험방법

TbGdFeCo 및 TbFeCo 단층 박막제조는 두께가 약 800 ~ 2000 Å 되도록 dc magnetron sputtering 방법으로 제조하였고 박막제작시 조건은 back ground pressure가  $1.5 \times 10^{-6}$  Torr, Ar pressure가 5 ~ 10 mTorr, bias voltage가 -100 ~ 0 Volt 이었으며, 스퍼터링 가스로는 99.99% 순도의 아르곤 가스가 사용되었다. TbFeCo 다층 박막은 단층박막과 동일한 제작조건하에서 단지 TbFeCo 층과 Al 층을 번갈아 올리면서 두께를 변화시켰다. VSM 과 torque magnetometer 를 이용하여 각 박막의 자기이방성을 측정하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

TbGdFeCo 와 TbFeCo 단층박막은 모두 수평이방성이 존재하였고 제조조건중 bias voltage 를 0 volt 로 하였을경우 자기이방성상수( $K_u$ ) 가 매우 감소하였다. 또한 Gd 대신 Tb 첨가시  $K_u$  가 증가하였다. 이러한 결과는 표 1 과 같다. 다층 박막은  $(a \text{ Al}/b \text{ Tb}_{24}(\text{Fe-Co})_{76})_n$  ( $a$  : Al의 두께,  $b$  : TbFeCo의 두께,  $n$  : bilayer의 수) 형태로 두께를 변화시키면서 단층 박막과 같은 조건하에서 제조하였다. 다층 박막의 자기이방성은 표 2에서와 같이 TbFeCo 와 Al이 각각 20 ~ 200 Å 과 40 ~ 100 Å 일때 수직이방성이 나타났으나, TbFeCo 층의 두께가 400 Å 이상일때는 다층 박막임에도 불구하고 Al 두께와 무관하게 모두 수평이방성이 존재하였다. 그러므로 TbFeCo 두께가 400 Å 이상일때(박막의 전체 두께는 약 900 Å ~ 1000 Å) 에는 Al 과 다층으로 제조된 박막이라도 단층(약 2000 Å)과 같은 성질이 나타남을 알수 있었고 수직이방성은 TbFeCo의 한 층이 20 Å 에서 400 Å 미만인 두께 안에서만 존재하였다. 또한 두께가 20 Å 이하 일때의 다층박막은 비록 TbFeCo 와 Al를 교대로 올려서 만든 박막이지만 수평이방성이 존재하였고 TbFeCo 층의 두께가 20 Å 일때에는 Al 층의 두께가 100 Å 에서 40 Å 으로 변함에 따라 박막의 이방성도 수직 이방성에서 mixed type(수직( $\perp$ ) 과 수평( $\parallel$ ) 사이에 존재) 이방성으로 변화하였다. 위 사실로부터 수직이방성을 갖는 TbFeCo의 최소두께는 20 Å 임을 알수있고, Al 층이 40 Å 과 70 Å 일때는 Al 과 TbFeCo 의 mechanical mixing 으로 인해 수평이방성에서 수직이방성으로 변화하는 중간상태라고 생각할수 있다. 그러나 Al층이 100 Å 일때는 Al 과 TbFeCo 의 혼합층뿐만이 아니라 순수한 Al 층이 존재함으로 다층박막 형태(multilayer configuration)에 의한 효과로 인해 뚜렷하게 수직이방성이 존재하는 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

TbGdFeCo와 TbFeCo계 단층 박막은 모두 수직이방성이 존재하였고 Gd대신 Tb 첨가시 대체로 자기 이방성 상수( $K_u$ )가 증가하였고 박막제조시 bias voltage를 0 Volt로 하였을 경우 현저히  $K_u$  값이 작아졌으므로 bias voltage의 유무에 따라  $K_u$  값에 큰영향이 있음을 알 수 있었다. 그러나 같은 스퍼터링 조건하에서 다층으로 박막을 제조했을 경우 수직이방성이 존재하였다. 아직까지 수직이방성이 발생하는 정확한 원인은 밝혀지지 않았지만 본 실험결과로 다층박막 형태(multilayer configuration) 존재 여부와 RE-TM 한 층의 두께에 수직이방성이 크게 의존함을 알 수 있었다.

Table 1. Sputtering conditions and Magnetic anisotropy constant  $K_u$  for TbFeCo and TbGdFeCo single layer thin films.

Composition	Back ground pressure (Torr)	Ar pressure (mTorr)	Bias voltage (Volt)	$K_u$ ( $\times 10^5$ erg/cm <sup>3</sup> )
Tb <sub>24</sub> (Fe-Co) <sub>76</sub>	$1.5 \times 10^{-6}$	10	-100	-2.81
Tb <sub>24</sub> (Fe-Co) <sub>76</sub>	$1.5 \times 10^{-6}$	10	0	-13.66
Tb <sub>16</sub> Gd <sub>8</sub> (Fe-Co) <sub>76</sub>	$1.5 \times 10^{-6}$	5	-100	-8.55
Tb <sub>16</sub> Gd <sub>8</sub> (Fe-Co) <sub>76</sub>	$1.4 \times 10^{-6}$	10	-100	-4.07
Tb <sub>16</sub> Gd <sub>8</sub> (Fe-Co) <sub>76</sub>	$1.4 \times 10^{-6}$	10	0	-15.27
Tb <sub>8</sub> Gd <sub>16</sub> (Fe-Co) <sub>76</sub>	$1.5 \times 10^{-6}$	10	-100	-7.00
Tb <sub>8</sub> (Fe-Co) <sub>92</sub>	$1.8 \times 10^{-6}$	10	0	-10.97

Table 2. Direction of easy magnetization for Al/TbFeCo multilayer thin films when  $\perp$  = perpendicular and  $\parallel$  = parallel to the plane of the film, respectively.

number of bilayers	TbFeCo layer thickness (Å)	Al layer thickness (Å)		
		40	70	100
40	20	mixed	mixed	$\perp$
20	40	$\perp$	$\perp$	$\perp$
13	60	$\perp$	$\perp$	$\perp$
8	100	$\perp$	$\perp$	$\perp$
4	200	$\perp$	$\perp$	$\perp$
2	400	mixed	$\parallel$	$\parallel$
1	800	$\parallel$	$\parallel$	$\parallel$

#### 5. 참고문헌

- ① E. R. Wuori and J. H. Judy, J. Appl. Phys. 57(1), 4010(1985)
- ② M. Tejedor, J. Garcia and B. Hernando, J. Phys. E17, 869(1984)
- ③ H. Fukunaga and K. Narita, Jpn. J. Appl. Phys. 24(1), 24(1985)
- ④ Z. S. Shan, D. J. Sellmyer, S. S. Jaswal, Y. J. Wang and J. X. Shen, Phys. Rev. Lett. 63(4), 449(1989)
- ⑤ S. O. Kim, M. H. Kim, K. S. Kim, S. C. Yu, Magneto-Optical Recording International Symposium'91 (proceeding, Tokyo) 81(1991)