

## 모의실험에 의한 자성박막의 자기적 특성 고찰

고려대학교 물리학과 유 형근\*, 백 중성, 임 우영.  
 충북대학교 물리학과 김 약연, 유 성초.  
 청주대학교 물리학과 이 수형.

### Magnetic characteristics for a magnetic thin film by a simulation

Korea University H. K. Yu\*, J. S. Back, W. Y. Lim.  
 ChungBuk National University Y. Y. Kim, S. C. Yu.  
 ChongJu University S. H. Lee.

#### 1. 서 론

최근 재료의 소·경량화 추세에 따라 박막형 시료의 제조와 그에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 박막시료의 표면효과가 시료 전체에 미치는 영향을 고찰하는 것은 반드시 필요하다 하겠다.

특히, 자성박막의 표면효과에 의한 원자당 자기모멘트의 증가현상과 다층박막의 경계면에서의 상호작용에 대한 연구[1]가 집중되고 있다.

본 실험에서는 강자성공명을 모델로한 모의실험으로써 외부에서 정자기장이 시료에 평행한 경우와 수직인 경우의 에너지 흡수 신호를 비교 분석함으로써 자성박막의 표면과 내부에서의 자기적 특성을 고찰하였다.[2]

#### 2. 실험 방법

모의실험을 위한 이론식으로는 마이크로파에 대한 Maxwell 방정식과 시료에서의 자화운동방정식을 이용하였으며, 경계면에서 경계조건으로 전자기파의 경계조건과 자화의 경계 조건을 이용하였다.

위의 결과 흡수에너지는 공명자기장(H), 유효자화( $M_{eff}$ ), g-factor, exchange stiffness constant(A), damping parameter( $\alpha$ ), resistivity( $\rho$ ), 표면자기이방성상수( $K_{s0}$ ,  $K_{sd}$ ) 들로 표현된다.

여기서는 아래 Tab1.과 같은 동일한 조건에서 정자기장이 박막에 수직, 평행한 모델에 대하여 표면이방성의 변화에 따른 박막의 자기적특성 변화를 관찰하였다.

Table 1. Parameters used in the simulation

d (Å)	$M_{eff}$ (emu/cm <sup>3</sup> )	g-factor	A ( $\times 10^{-6}$ erg/cm)	$\alpha$	$\rho$ ( $\times 10^{-6}$ $\mu\Omega$ cm)
2000	10000	2.2	1.0	0.001	1.5

### 3. 실험결과 및 고찰

먼저 Fig.1은 정자기장이 박막에 수직하게 인가된 경우로 표면이방성상수  $K_s$ 를 -1.5에서 1.5 까지 변화될 때 보이는 흡수 에너지를 나타내고 있다.  $K_s$ 가 양수값일때는 volume mode만이 관측되었고  $K_s$ 가 음수값일때는 volume mode 와 surface mode가 모두 관측되었다. 이것은 일반적으로 면내 이방성재료에서 나타나는 특성이다. 그러나 Fig2.는 정자기장이 박막에 평행하게 인가된 경우로  $K_s$ 를 -1.5에서 2.0 까지 변화될 때 보이는 흡수 에너지를 나타내고 있다. 수직한 경우와는 반대로  $K_s$ 가 양수 값인 경우만 volume mode 와 surface mode가 모두 나타난다. 이것은 수직이방성재료에서 나타나는 특성을 보이고 있다.

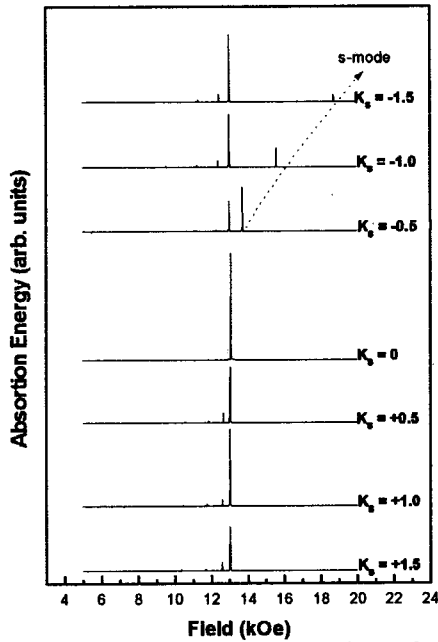


Figure1. The surface anisotropy dependence of the spin wave absorption spectra for the external field perpendicular to the film plane.

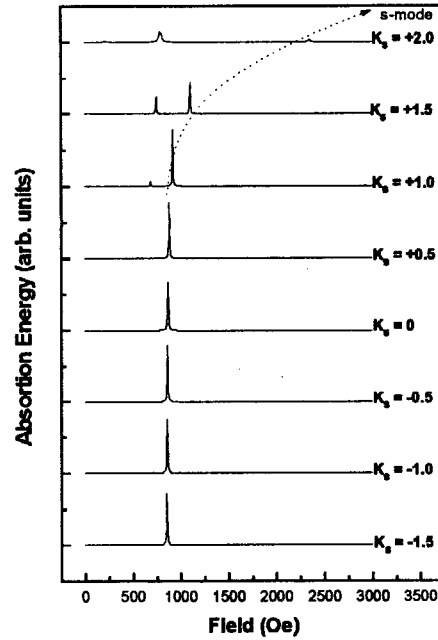


Figure2. The surface anisotropy dependence of the spin wave absorption spectra for the external field parallel to the film plane.

### 4. 결 론

면내 이방성 재료의 경우는 정자기장을 박막의 수직하게 인가한 상태에서 강자성공명 실험을 할 때만 표면이방성 특성을 볼 수 있으며, 수직 이방성 재료의 경우는 정자기장을 박막에 평행하게 인가한 상태에서 표면이방성 특성을 볼 수 있다. 또한 정자기장이 평행한 경우는 수직한 경우보다 spin wave와 surface mode의 분리가 힘든 것으로 나타났다. 따라서 공명신호는 높은 에너지 상태에서 분리가 잘 됨을 의미한다.

### 5. 참 고 문 헌

- [1] H. Yamazaki, M. V. Sapozhnikov, I. D. Tokman, *Magn. Mater.* **131**, 369(1994)
- [2] V. M. Agranovich, A. A. Maradudin, *Spin Waves and Magnetic Excitations.* **22.2**, 17(1988)