

## SOFT MAGNETIC PROPERTIES OF Fe-Hf-N FILMS REACTED WITH BONDIGN GLASS

Korea University      K. N. Kim\*

Korea University      B. H. Kim

Korea Institute of Science and Technology      H. J. Je

### 1. 서론

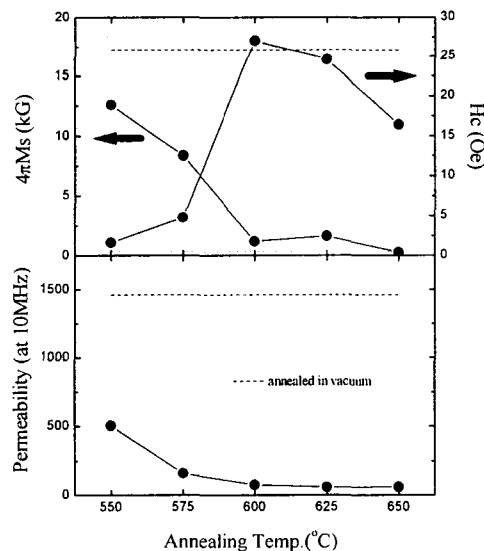
자기헤드에서 사용되는 연자성 박막에서 요구되는 특성 중 가장 중요한 것은 우수한 연자기 특성의 확보와 헤드제조공정에서 필수적인 유리접합공정(MIG 헤드의 경우 약 500~600 °C의 열처리) 이후에도 연자기 특성이 유지되는 내열성이다. 이러한 관점에서 우수한 연자기 특성과 내열성을 동시에 보유하는 연자성 박막재료에 대한 연구가 활발히 진행되어 Fe-TM(Hf, Zr, Ta 등)-(B, C, N) 계 등이 보고되었다[1-4].

본 연구에서는 Fe 계 초미세결정 연자성 박막 중 우수한 연자기 특성과 내열성을 동시에 갖춘 Fe-Hf-N 박막을 사용하여, MIG 헤드 제조 시 겹재질로 사용되는 SiO<sub>2</sub>층을 올린 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막 및 반응 억제 역할을 하는 것으로 알려진 Cr층을 올린 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 2종의 박막을 제조하여, 열처리 온도를 변화시켜 박막과 접합유리와의 반응이 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 및 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막의 연자기 특성에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

### 2. 실험방법

다결정 CaTiO<sub>3</sub> 기판위에 Fe-Hf-N 박막을 증착시키고 그 위에 SiO<sub>2</sub> 1200 Å을 증착하여 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막시편을, Cr 300 Å 및 SiO<sub>2</sub> 900 Å을 증착하여 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막시편을 준비하였다. Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 및 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막시편을 질소 분위기에서 550~650 °C에서 20분간 접합유리와 함께 열처리하여 연자기 특성 변화를 측정하였다. 접합유리와 반응된 박막의 연자기 특성은 VSM과 Permeability Measuring System을 사용하여 측정하였으며, 조성은 AES와 EPMA를 통해, 결정상과 미세구조는 각각 XRD 및 SEM을 통해 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

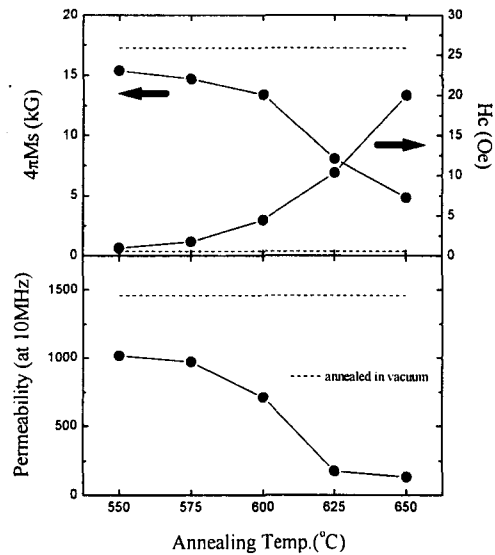


**Fig. 1. Effect of annealing temperature on effective permeability, saturation magnetization(4πMs) and coercivity(Hc) of Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> films reacted with bonding glass.**

Fig. 1에는 550 °C부터 650 °C까지 접합유리와 반응된 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막의 연자기 특성을 나타내었다. Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막과 접합유리와의 반응 시, 열처리 온도가 증가함에 따라 박막의 연자기 특성

이 급격히 열화되어, 600 °C에서 포화자화 1 kG, 보자력 37 Oe, 유효투자율 70 정도로 연자기 특성이 대부분 소멸되었다. 접합유리와 반응된 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막 단면의 미세구조는 온도가 높아질수록 심하게 훼손되었고, 두께도 점차 얇아졌다. 또한 유리 계면부에 하얀 석출물이 보였는데, 이는 유리내에 과량의 PbO가 환원되면서 Pb로 석출된 것으로 보이며 반대로 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막은 산화되어 HfO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등으로 변화되는 것을 확인하였다.

결론적으로 접합유리와 반응된 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막의 연자기 특성 열화의 주요원인은 접합유리와 화학적 반응에 의해 Fe-Hf-N 박막이 산화되기 때문인 것으로 나타났다.



**Fig. 2. Effect of annealing temperature on effective permeability, saturation magnetization( $4\pi Ms$ ) and coercivity( $H_c$ ) of Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> films reacted with bonding glass.**

Fig. 2에는 550 °C부터 650 °C까지 접합유리와 반응된 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막의 연자기 특성을 나타내었다. 열처리 온도가 증가하면서 보자력은 증가하고 포화자화와 투자율은 감소하지만 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막에서의 경우보다 연자기 특성 열화가 덜 일어나, 600 °C에서도 포화자화 13.5 kG, 보자력 4 Oe, 유효투자율 70 정도를 유지하였다. 접합유리와 반응된 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막의 미세구조는 625 °C까지 박막의 원형이 거의 그대로 유지되었으며, 600 °C까지 Pb의 석출도 보이지 않았다. 또한 접합유리와 반응된 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막의 조성과 결정상의 분석을 통해 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막보다 산화가 덜 일어남을 확인할 수 있었다.

결론적으로 접합유리와 반응된 Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막이 Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막보다 연자기 특성이 우수하게 나타났으며, 이러한 차이는 Fe-Hf-N와 SiO<sub>2</sub>층 사이에 있는 Cr층이 접합유리와 Fe-Hf-N 박막의 반응을 효과적으로 억제시킨 결과로 사료된다.

#### 4. 결론

Fe-Hf-N/SiO<sub>2</sub> 박막과 접합유리와의 반응 시, 연자기 특성 열화의 주요원인은 접합유리와 화학적 반응에 의해 Fe-Hf-N 박막이 HfO<sub>2</sub>와 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 등으로 산화되기 때문인 것으로 나타났으며, Fe-Hf-N/Cr/SiO<sub>2</sub> 박막의 경우에는 Cr층이 Fe-Hf-N 박막의 산화를 억제하여 연자기 특성 열화가 덜 일어남을 알 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- [1] H. Sakakima, K. Osano, K. Ihara and M. Satomi, *J. Magn. Magn. Mat.*, **93**, 349(1991)
- [2] N. Hasegawa, M. Saito, A. Kojima, A. Makino, Y. Misaki and T. Watanabe, *J. Magn. Soc. Jap.*, **14**, 313(1990)
- [3] N. Hasegawa, M. Saito, A. Kojima, A. Makino, Y. Misaki and T. Watanabe, *J. Magn. Soc. Jap.*, **14**, 319(1990)
- [4] K. Nakanish, O. Shimizu and S. Yoshida, *J. Magn. Soc. Jap.*, **15**, 371(1991)