

Fe-Ceramic 박막합금에 대한 자화의 온도 의존성

충북대학교 한승만*, 유성초
한국과학기술연구원 한석희, 김희중

TEMPERATURE DEPENDENCE OF THE SATURATION MAGNETIZATION
ON THE Fe-CERAMIC THIN FILM

Chungbuk University S. M. Han*, S. C. Yu
KIST S. H. Han, H. J. Kim

1. 서론

최근 휴대용 전자제품들의 급속한 경박단소화에 따라 이들 제품내에 내장되어 있는 인덕터, 변압기 등의 자기소자들은 고집적화, 고주파화에 대응할 수 있어야 한다. 이러한 고성능의 자기소자를 개발하기 위하여 새로운 방식의 소자구조를 모델링하고, 또한 새로운 고주파용 자성재료를 개발하는 것이 필수적이다.

이러한 소자의 고주파화 성능을 향상시키기 위해서는 자기코어를 박막화하고 고저항화하여 와전류손실을 줄이는것이 필요하다. 그동안 사용되었던 고주파용 자성재료는 주로 페라이트였지만 낮은 포화자속밀도때문에 용적이 커져서 고성능 자기소자의 제조에는 어느정도 문제점이 있었다. 또한 기존의 퍼멀로이나 센더스터등과같은 연자성 합금은 페라이트보다 포화자속밀도도 높고 연자성도 우수하지만 10 MHz 이상의 고주파에서는 사용하기가 어렵다.

그러나 최근 수 100 MHz 이상의 고주파 영역에서 동작하는 고성능의 박막 트랜스나 인덕터가 차세대의 자기디바이스로 검토되고 있으며 이러한 자기소자를 위한 연자성재료는 고주파특성이 훨씬 우수해야한다. 그러기 위해서는 고전기저항 단층막을 이용한 방법이 가장 간단한 방법이라고 볼 수 있다.

따라서, 본 실험에서는 Fe-ceramic 박막을 제작하여 이 시료에 대한 기본적인 자기적 특성과 자화의 온도의존성에 대하여 조사하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 시료는 RF 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 제작되었으며 타겟트는 순도 99.9%의 Fe(직경 100 mm) 디스크위에 ceramic 소편을 pin-hole 형으로 배치하여 사용하였으며, 기판은 corning glass(#7059)를 사용했다. 스퍼터링 가스로는 Ar 을 사용하였으며 박막의 크기는 직경 10 mm의 크기가 되도록 치구를 만들어 사용하였다. 스퍼터링시 잔류가스의 영향을 최소화하기 위하여 진공조내의 진공도를 7×10^{-7} Torr이하로 하였다.

박막의 조성을 다양하게 변화시켜 실험을 하기 위하여 ceramic 소편의 면적비를 10% ~ 50% 까지 변화시키고, 또한 스퍼터링시 Ar 압력을 1 ~ 50 mTorr 까지 변화시켜서 시료를 제작하였다.

박막의 두께는 surface profiler로 측정하였고, 조성은 EPMA, AES로 분석을 하였다. 그리고 박막의 미세구조는 X-선회절분석기를 이용하였다. 박막의 자화값 온도 의존성은 SQUID와 VSM을 이용하였다. 5 K ~ 300 K는 SQUID를 300 K이상은 VSM을 이용하였는데 시료는 외부자계에 대해 평행하게 위치시키고 외부자장은 10,000 Oe를 걸어주었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 두 가지의 ceramic 소편에 대한 전기저항과 포화자화값의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 전기저항과 포화자화값은 반비례관계에 있음을 알 수 있다. 그리고 Si_3N_4 와 Al_2O_3 를 비교해 보면 N을 포함한 계보다는 O를 포함한 계에서 고전기저항과 높은 포화자속밀도를 가진다는 것을 알 수 있다.

본 실험에서는 Fe- Si_3N_4 의 경우, 소편의 면적이 50% Ar 압력이 10 mTorr 일 때 400 이상으로 가장 높은 투자율을 가지는 것으로 나타났고 고주파 특성 좋은 것으로 나타났다.

Fig.2는 SQUID를 이용해서 측정된 자화값의 온도의존성을 나타내는 그래프이다. 본 실험에 사용된 박막시료의 경우 측정된 SQUID 결과는 조금 깊게 생각해 볼 필요성이 있다. 그림을 보면 알 수 있듯이 5 K 부근에서 다른 벌크나 리본에서는 찾아볼 수 없는 급격한 자화의 감소현상이 관찰되는 것을 볼 수 있다.

4. 참고문헌

- ① H. Fujimori, in Proc. of the Acta Metallurgica Conf. on Novel Magnetic Structure and Properties, Santa Fe, 1994

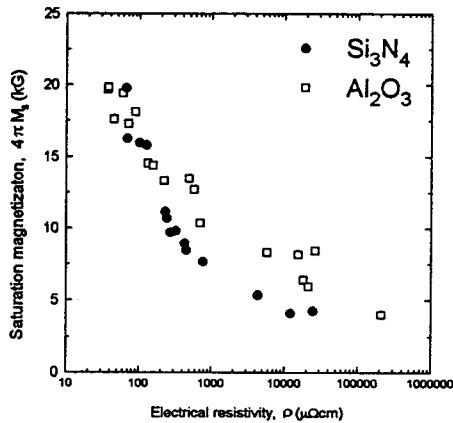


Fig. 1 The saturation magnetization of the as-deposited films as a function of the electrical resistivity

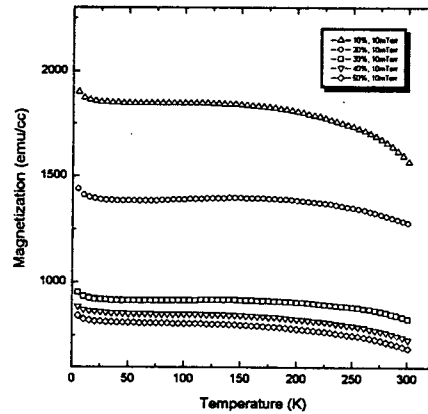


Fig.2 The temperature dependence of the saturation magnetization on the Fe- Si_3N_4 thin films