

초상자성 미립자의 자기, 초고주파, 광학특성

포항공과대학 전자전기공학과 권오대

Magnetic, Microwave, and Optical Properties
of Superparamagnetic ParticlesDept. of Elec. Eng. O'Dae Kwon
POSTECH

1. 서 론

자성미립자들은 audio, video 테이프 및 디스켓 제작의 핵심 재료들이다. 그러나 초미립자의 자성체가 되면 hysteresis가 소멸되는 특성 외에도 알려진 적이 없는 자기적 상호작용이 발생하는 것이 알려졌다.[1] 특수한 상호작용에 의한 dynamic 특성으로서 마이크로파의 loss를 변형시키는 방법 등이 전파흡수체 응용으로 연구되기도 하였다.[2] 본 발표에서는 이러한 superparamagnetic 초미립자의 생성과 특성을 보고하고 그 광자기적 특성의 연구결과도 함께 논하려 한다.

2. 실험방법

$FeCl_2$, $FeCl_3$, NH_4OH 의 침전반응으로 적절한 반응환경에서 Fe_3O_4 초미립자의 수용액, 즉 자성액이 합성되며, XRD로서 초미립자 재료의 성분을 분석하고, TEM으로서 초미립자들의 크기가 100Å 정도의 구형 혹은 바늘형이 됨을 관찰하였다. 이러한 자성초미립자들의 수용액 colloid는 미립자 크기 등의 조건들을 최적화하지 않아도 1 KHz 영역의 광자기 변조특성을 쉽게 얻을 수 있다. 이는 광자기적 Kerr 효과를 측정하는 실험장치를 제작하여 확인실험을 수행하였다.

Superparamagnetic 초미립자의 자성포화 MH 특성곡선은 colloid 상태나 분말상태의 시료를 DMS 880A Vibrating Sample Magnetometer(VSM)으로 측정하고, 초미립자의 특수상호작용 효과는 초미립자와 1μ 크기 정도의 Sr 혹은 Br ferrite 입자들의 혼합체를 제조하여서 coercivity와 조성비의 관계를 측정함으로써 확인된다.

한편 위의 혼합체들로서 마이크로파 측정시편을 제작하여 10MHz~10GHz 대역의 loss tangent spectrum을 측정하고 또 2GHz~18GHz 사이의 radar return loss 측정도 수행하게 된다.

3. 실험결과 및 고찰

상기한 혼합체의 조성비와 coercivity 변화곡선은 상호작용을 무시한 Kneller-Luborsky 곡선에서[3] 규칙적으로 deviate함을 확인하게 되는데 이는 superparamagnetic 초미립자의 존재에 기인한 상호작용의 coupling이 있음을 증거하며, 이러한 상호작용은 보통의 dipole interaction 과는 무관함도 판명된다. 초고주파의 dynamic 특성에서도 interparticle 상호작용은 exchange narrowing과 유사한 효과를 보이기도 한다.

한편 광자기 변조특성은 초미립자의 colloid 상태의 시료를 Kerr 효과 측정장치로 분석한 것인데, 400Hz의 변조를 쉽게 확인할 수 있었고 bipolar input으로 800Hz 변조가 가능함도 측정되었다.

4. 결 론

Superparamagnetic 초미립자를 합성하고, 상호작용의 특수효과를 magnetization 변화와 초고주파 spectrum으로 분석하였고, 광자기적인 Kerr 변조특성을 연구하였다. 초미립자의 합성방법이 최적화되면 상기한 특성들의 극대화와 그에 따른 응용이 가능할 것이다. 초미립자간의 상호작용에 관한 원인은 정확히 알려지지 않고 있다.

5. 참고문헌

- [1] O.Kwon and J. Solc, J. Mag. & Mag. Matl., Vol.54-57, 1699(1986)
- [2] O. Kwon J. Solc and G. Rabold, J. Wave-Material Interaction, Vol.1(3), 325(1986)
- [3] E.F. Kneller and F.E. Luborsky, J. Appl. Phys. Vol.34, 656(1963)