

α -Fe₂O₃ 박막에서 스핀 재 정렬에 관한 연구

원광대학교 서 정 철*

부경대학교 이 충 섭

THE SPIN REORIENTATIONS IN α -Fe₂O₃ THIN FILM

Wonkwang University

J. C. SUR*

Pukyong National University

C. S. LEE

1. 서 론

α -Fe₂O₃ (hematite)는 큐리온도가 956K이고 실온에서 약한 강자성체(weak ferromagnetism)의 성질을 가지나 260K이하에서는 상변화를 일으켜 반강자성체로 변화하는 물질로서 그 동안 많은 연구가 진행되어왔다[1]. 근래 들어 수직자기기록이나 자기 다층박막에서 α -Fe₂O₃를 중간 매체로 하는 연구가 많이 시도되고있으나 얇은 박막 상태에서 α -Fe₂O₃가 가지는 결정 및 자기적 특성이 완전히 밝혀지지 못한 상태이다. 본 연구에서는 특별히 95.3%의 ⁵⁷Fe 동위원소로 구성된 α -Fe₂O₃를 300nm 이하의 얇은 박막으로 제조하여 결정 형태와 자기적 성질을 미시적으로 규명하고자한다.

2. 실험방법

PLD(Pulsed Laser Deposition)를 이용하여 Si 기판위에 α -Fe₂O₃를 여러 가지 형태의 분위기에서 제조하여 가장 이상적인 조건을 찾는다. 이때 사용한 Fe는 Mössbauer Spectrum으로 측정하기 위하여 95.3%의 ⁵⁷Fe 동위원소를 사용한다. 제조된 박막에 대하여 박막용 X-선 회절기를 사용하여 결정의 형성 여부를 밝히고 투과형 및 내부전환전자 Mössbauer Spectrum을 77K에서부터 실온 이상까지 측정한 후 분석하여 원자의 spin 구조를 밝힌다.

3. 실험결과 및 고찰

여러 가지 조건으로 박막을 제조한 결과 Laser의 출력 80mW, 산소의 압력 0.1torr, 기판의 온도 300℃에서 가장 이상적으로 제조되었으며 이를 공기 중 800℃에서 1일간 열처리하였다. 입자의 크기는 Fig. 1에서와 같이 길이 200-300nm, 폭 70-150nm 정도의 타원체로서 기판에 비스듬히 누워있는 형태이며 박막의 두께는 위의 이상 조건에서 25분간 deposit된 경우 약 170nm 정도로 나타났다. x-선 회절에 의한 분석 결과는 Hexagonal 형태의 Corundum 구조로서 결정상수는 $a = 5.032\text{\AA}$, $c = 13.735\text{\AA}$ 로 결정되었다.

77K에서부터 실온 이상까지 여러 온도에서 측정한 Mössbauer Spectra에서 초미세자기장의 방향이 감마선 방향(기판에 수직 방향)에 대하여 임의로 분포된 것이 아니라 특정한 방향을 선호하고있는 것으로 나타났다. 또한 초미세 자기장의 온도에 따른 변화로부터 260K

부근에서 Morin transition이 일어나고 있음을 알았고 전기사중극자 분열의 온도에 따른 변화로부터 역시 Morin transition을 확인할 수 있었으며 실온에서 그 값이 -0.19mm/s 근방으로 원자의 spin 방향이 결정의 c 축과 90° 의 각을 이루고 있음이 밝혀졌다[2]. 그러나 박막 상태에서의 Morin transition은 260K 근방에서 갑자기 일어나는 것이 아니고 Fig. 2에서와 같이 비교적 넓은 범위에서 서서히 일어나며 또한 spin의 방향이 온도 감소에 따라 c 축과 90° 에서 0° 으로 변하는 것이 아니라 48° 로 근접하는 모습을 보여주고 있다.

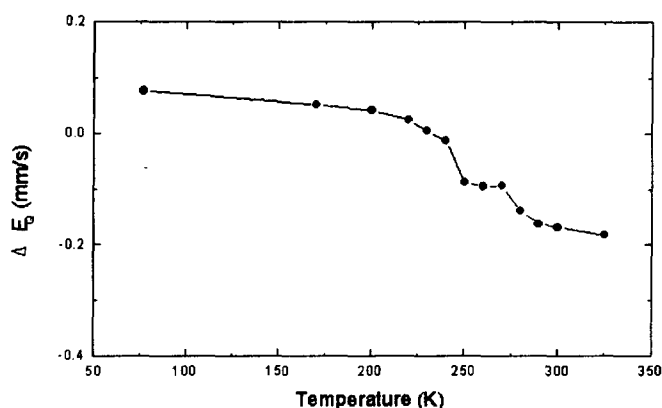
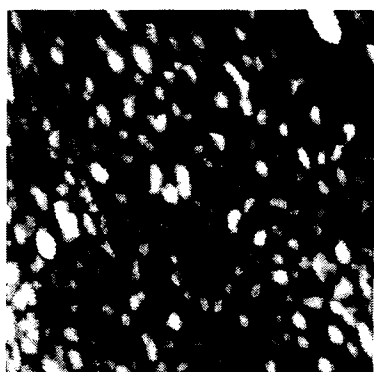


Fig. 1 Image of AFM.

Fig. 2 Temperature Dependence of Quadrupole Splitting.

4. 결 론

Si 기판 위에 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 박막을 제조한 결과 Laser의 출력 80 mW , 산소의 압력 0.1 torr , 기판의 온도 300°C 에서 가장 이상적으로 제조되었으며 공기 중 800°C 1일간 열처리한 입자의 크기는 길이 $200\text{-}300\text{ nm}$, 폭 $70\text{-}150\text{ nm}$ 정도의 타원체로서 기판에 비스듬히 누워있는 형태이다. 결정은 Hexagonal 형태의 Corundum 구조로서 결정상수는 $a = 5.032\text{ \AA}$, $c = 13.735\text{ \AA}$ 로 결정되었다. 원자의 spin 방향은 감마선 방향(기판에 수직 방향)에 대하여 임의로 분포된 것이 아니라 특정한 방향을 선호하고있는 것으로 나타났다. 또한 260K 부근에서 Morin transition이 일어나고 있음을 알아내었다. 실온에서 원자의 spin 방향이 결정의 c 축과 90° 의 각을 이루고 있으나 저온에서는 48° 로 근접하는 모습을 보여주고 있다. Morin transition에 의한 spin의 변화는 입자나 bulk 상태와는 달리 비교적 넓은 온도범위에서 일어나며 c 축에 나란한 spin reorientation이 아님을 확인할 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] A. H. Morrish, Canted Antiferromagnetism: World Scientific Publ. Co., Singapore, (1994).
- [2] L. Tobler, W. Kundig and I. Savic, Hyperfine Int. **10**, 1017, (1981).