

NdFe_{10.7}Ti_{1.3}의 Mössbauer 분광학적 연구

국민대학교 이승화*, 안성용, 박승일, 김철성

한국표준과학연구원 김윤배, 김창석

Mössbauer studies of NdFe_{10.7}Ti_{1.3}

Kookmin University Seung Wha Lee, Sung Yong An

Park Seung Iel and Chul Sung Kim

Korea Research Institute of Standards and Science Y. B. Kim and C. S. Kim

I. 서 론

SmFe₁₁Ti는 강한 일축결정자기 이방성의 특성을 나타내고 보자력 특성을 가지고 있어 가장 유망한 영구자석임을 발표하였으나 포화자화 (4π Ms) = 1.11 T(11.1 KG)가 작은 것과 Sm이 가격이 비싼 것이 단점으로 나타났으며 비교적 싼 재료의 가격으로 인해 이에 대한 대치 품으로 NdFe₁₁Ti가 연구되었으나 결정자기이방성이 작아 고보자력을 얻기에 부적합하였다. 본 연구에서는 NdFe₁₁Ti보다 Ti의 함량을 높게 한 NdFe_{10.7}Ti_{1.3} 시료를 아크 용해법으로 제조하여 X선 회절 법에 의해 결정구조를 확인하고 Mössbauer 분광법과 VSM 측정에 의해 자기적 성질을 규명하고자 한다.

II. 실험 사항

NdFe_{10.7}Ti_{1.3} 합금은 순도가 99.9, 99.8, 및 99.9 %의 Nd, Ti, Fe을 사용하여 아르곤가스 분위기에서 아크 용해로 DAIA사 ACM-01을 이용하여 제조하였다. 아크용해시 시료의 균질성을 위해 5회이상 용해작업을 반복하였다. 이렇게 만들어진 잉곳트 시료를 석영관 속에 넣어 진공도가 10⁻⁵ torr 하에서 진공 봉입한 후 1000 °C에서 1주일 동안 열처리를 하였다. 시료의 결정구조를 확인하기 위하여 CuK α 선을 사용하는 Philips X선 회절기를 이용하여 X선 회절도를 취하였으며, scanning 속도를 매분당 0.25도로 천천히 하여 분해능을 증가시켰다. Mössbauer 스펙트럼은 전기역학적 등가속도형 Mössbauer 분광기로 취하였으며, γ 선원은 Dupont 회사 제품의 Rh금속에 들어있는 실온상태의 10 mCi 의 ⁵⁷Co 단일 선원을 사용하였다. 시료두께의 균질성과 열전도를 위해 전체 시료량을 40 mg으로 하여 BN₂ 분말을 시료와 함께 섞었으며 두께 0.005 인치 직경 1인치의 Be판을 양면에 막아서 사용하였다. 저온 실험을 위해서는 APD사 CS-202 dispex 장치와 DMX-20 Mössbauer vacuum shroud를 이용하였고 온도 측정을 위해 silicon diode를 사용하였으며 온도 오차는 ± 0.05 K였다. 고온 실험은 Austin Science사 VF-1000 furnace를 이용하였고 저온 고온 실험 모두 10⁻⁶ torr 이상의 진공도를 유지하였다. VSM 은 Lake shore 7300을 이용하여 77 K에서 부터 650 K 사이의 온도 영역에서 외부자기장을 10 kG 인가하여 자기모우멘트를 측정하였다.

III. 결과 및 분석

X선 회절 분석 결과 결정구조는 상온에서 tetragonal 구조를 갖고 있으며, 격자상수는 $a_0=8.607$ Å, $c_0=4.790$ Å으로 결정하였고, $2\theta=44.5^\circ$ 근방에서 약한 α -Fe 상이 존재함을 알 수 있었다. Mössbauer

spectrum을 13 K에서 800 K 까지 취하였으며, Mössbauer spectrum 분석은 α -Fe 상을 고려하여 Curie 온도 이하의 온도에서는 Fe-site가 ($8i_1$, $8i_2$, $8j_1$, $8j_2$, $8f$ and α -Fe)의 6 set의 6개 공명흡수선으로 분석하였으며, 이때 상온에서 $8i_1$, $8i_2$, $8j_1$, $8j_2$ 및 $8f$ -site의 면적비는 13.8 %, 15.4 %, 17.0 %, 16.4 %, 34.1 % 그리고 α -Fe 상($H_H = \sim 330$ kOe)은 3.3 % 존재하며 이는 X-선 결과와 잘 일치함을 알았다. Curie 온도는 570 K로 결정하였으며 이는 VSM의 결과와 잘 일치하였다. Curie 온도(24.5 % α -Fe상) 이상에서는 α -Fe 상인 6선의 공명 흡수선과 ThMn_{12} 상의 2선의 공명 흡수선이 함께 나타났으며 온도가 증가함에 따라서 α -Fe 상이 점진적으로 증가하였다. 초미세 자기장은 온도가 증가함에 따라 감소하였으며, 그 크기는 $H_{hf}(i) > H_{hf}(j) > H_{hf}(f)$ 임을 알았다. Spin reorientation 은 Mössbauer 실험 결과 초미세자기장값에서 Fe의 5 site 모두 180 K에서 급격한 감소를 보이며, 이성질체 이동값에서도 180 K에서 급격한 변화를 관측할 수 있었다. VSM 실험결과 110 K 부근에서 자기 moment 값이 증가한 후 다시 감소하기 시작하는 180 K 근방에서 Spin reorientation 현상이 관측되었으며 이는 Mössbauer 결과와 잘 일치하고 있다.

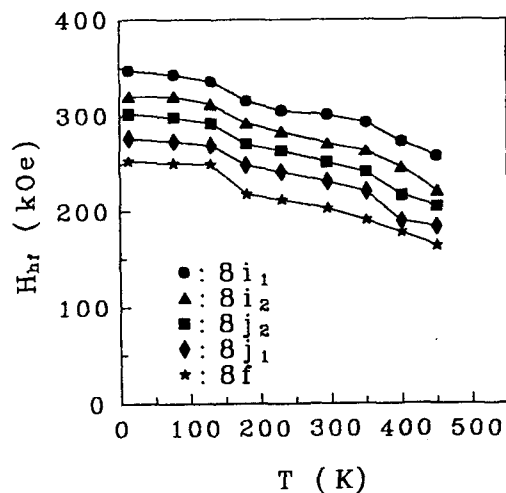


Fig.1 Dependence of magnetic hyperfine fields, H_{hf} on the temperature in $\text{NdFe}_{10.7}\text{Ti}_{1.3}$.

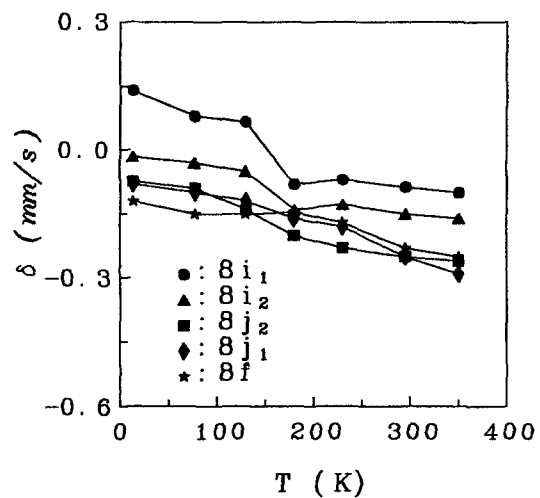


Fig.2 Dependence of isomer shifts, δ , on the temperature in $\text{NdFe}_{10.7}\text{Ti}_{1.3}$.

참 고 문 헌

- [1] K. Ohashi, T. Yokoyama, R. Osugi and Y. Tawara, IEEE Trans. Magn. 23, 3101 (1987).
- [2] Y. B. Kim, H. T. Kim, C. S. Kim, and T. K. Kim, IEEE Trans. on Mag. 29, 2848 (1993).
- [3] C. S. Kim, Y. J. Lee, S. W. Lee, Y. B. Kim and C. S. Kim, J. Appl. Phys. 79, 5516 (1996); Y. Z. Wang and G. C. Hadjipanayis, J. Appl. Phys. 70, 6009 (1991).
- [4] K. Yu. Guslienko, E. H. C. P. Sinnecker, and R. Grössinger, J. Appl. Phys. 80, 1659 (1996)