

Garnet $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 Mössbauer분광학 연구

엄영량 · 김철성

국민대학교 자연과학대학 물리학과 서울 136-702

(1998년 11월 17일 받음, 1999년 2월 5일 최종수정본 받음)

자성 garnet $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 분말을 ethylene glycol을 용매로 이용한 sol-gel방식으로 합성하였다. 시료의 결정학 적 및 자기적 성질을 x선 회절기(XRD), 진동시료 자화기(VSM), 그리고 Mossbauer 분광기를 이용하여 연구하였다. 분말의 경우 1000 °C에서 단일상의 garnet결정을 얻었으며 결정구조는 cubic 구조이며 격자상수는 12.415 Å이었다. Mössbauer spectrum은 13 K 부터 700 K까지 측정하였으며 Fe는 모두 +3가 상태로 16(a)와 24(d) site에 존재함을 확인하였다 spin wave 상수는 $B_{3/2} = 0.32 \pm 0.05$, $C_{5/2} = 0.18 \pm 0.05$ 였으며, Debye 온도는 24(d)site인 경우 382 K 그 리고 16(a) site인 경우 246 K였다. VSM 실험으로부터 상온에서 포화 자화값(M_s)은 25 emu/g이었다.

I. 서 론

Garnet $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG)은 우수한 마이크로파의 특성과 약한 자기장에도 반응하는 자기적 특성으로 인해 자기센서로의 응용을 위해 시료의 제조 방법과 거시적 자기적 성질에 관한 많은 연구가 수행되어 왔으나 미시적 자기적 특성을 보이는 Mössbauer분광학적 연구는 활발하지 못했다[1-4]. 그 동안 Garnet의 제조에는 산화물을 이용한 세라믹스 방식이 주로 이용되고 있으며, $Y_{3-x}La_xFe_5O_{12}$ 의 경우 Y과 La의 이온반경 차이로 인해 Y자리에 La을 $0.0 \leq x \leq 0.4$ 까지 치환할 경우 단일상의 garnet제조가 가능하였다. 또한 이 경우 초단파 소자의 이용에 중요한 공명선평이 La의 치환량이 증가 할수록 감소하는 특징이 있음이 보고되었다[5]. 그러나 이와 같은 산화물 합성 방식에 의한 직접 합성법의 경우 1350 °C 이상의 높은 annealing 온도가 요구된다. 그 밖에 garnet을 제조할 수 있는 방법으로는 공침법과 금속 alkoxide나 비정질 citrate gel을 이용한 sol-gel법이 이용되고 있다[6-8]. 이중 공침법은 용액의 농도가 순간적으로 음이온 유입에 의하여 변하여 공침전반을 조절하기 어려우며 조성의 불균일성을 초래하기 쉬운 단점이 있는 반면 sol-gel법의 경우 매우 미세하고 활성이 있고 순도가 높은 분말을 제조할 수 있는 장점이 있으며 특히 800 °C 이하의 저온 합성이 가능하여 매우 미세한 입자 size의 시료를 얻을 수 있다. 또한 sol-gel법을 이용하는 경우 fine particle 상태의 분말과 박막을 모두 합성할 수 있어 자성 재료 응용면에서 큰 장점이 있다[9]. 그러므로 본 연구에서는 ethylene glycol을 용

매로 사용한 sol-gel 방식에 의하여 YIG결정에 La시료를 $x = 0.5$ 치환하여 분말시료를 제조하여 결정학적 및 자기적 특성의 변화를 XRD, VSM 그리고 Mössbauer 분광기를 이용하여 연구하고자 한다.

II. 실험사항

시료의 합성은 순도 99.9 % 이상의 $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$, $Y(NO_3)_3 \cdot 6H_2O$ 그리고 $La(NO_3)_3 \cdot 5H_2O$ 를 ethylene glycol 용매에 녹여 24시간 stirring하여 약 250 °C에서 건조하는 sol-gel 방식에 의하여 제조하였다. 단일상의 garnet powder시료는 1000 °C에서 8시간 소결하여 제조하였다. 시료의 결정구조를 확인하기 위하여 CuK_{α} 선을 사용하는 Philips사 XPert(PW1827) XRD를 이용하여 X선 회절도를 취하였으며, scanning 속도를 매분당 0.25도로 하여 분해능을 증가시켰다. Mössbauer 스펙트럼은 전기역학적 등가속도형 Mössbauer 분광기[10]로 취하였으며, 선원은 Dupont 회사 제품의 Rh금속에 들어있는 실온상태의 30 mCi의 ^{57}Co 단일 선원을 사용하였다. 시료두께의 균질성과 열전도를 위해 전체 시료량을 40 mg으로 하였으며 두께 0.005인치 직경 1인치의 Be판을 양면에 막아서 사용하였다. 저온 실험을 위해서는 APD사 CS-202 displax 장치와 DMX-20 Mössbauer vacuum shroud를 이용하여 13 K부터 700 K까지 측정하였다. 온도 측정을 위해서는 silicon diode를 사용하였으며 온도 오차는 ± 0.05 K였고 10^{-6} torr 이상의 진공도를 유지하였다. VSM은 LakeShore 7300을 이용하여 실온에서 700 K까지 외부 자기장을

15 kOe까지 인가하여 자기모멘트를 측정하였다.

III. 결과 및 분석

Fig. 1은 1000 °C에서 열처리한 자성 garnet $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ powder 시료의 X선 회절도를 나타낸다. 일반적으로 ceramic 방식에 의한 분말 garnet 결정의 제조시에 La이 Y에 치환될 경우 $x=0.4$ 까지 단일상이 생성되며 La 치환량이 이보다 많은 경우 단일상의 garnet을 얻을 수 없으며 합성온도도 1350 °C 이상의 고온에서 소결해야 하는 것으로 알려져 있다. 그러나 본 연구에서는 sol-gel 방식에 의하여 미세 입자를 생성함으로써 $Y^{3+}(0.95 \text{ \AA})$ 에 비하여 이온반경이 큰 $La^{3+}(1.14 \text{ \AA})$ 을 치환 시켜도 1000 °C 이하의 온도에서 8시간 annealing하여 단일상의 garnet을 얻을 수 있었다. X선 회절도를 분석한 결과 분말과 박막 시료 모두 단일상의 garnet이 생성되었음을 알 수 있었고 격자 상수값을 computer에 의해 최소자승법으로 맞추었으며 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 격자 상수는 12.415 Å이었다. 또한 분말 시료의 결정입자 size는 Scherrer relation ship을 이용하였다. X선 회절도의 주 peak(420)의 line broadening을 Gaussian을 사용하여 계산한 $D_{hkl} = k\lambda/B \cos\theta$ 값으로부터 입자 size가 98.3 nm임을 알 수 있었다. 여기서 D_{hkl} 은 particle diameter이며 k는 상수로 shape factor(0.9)를 나타내며 B는 주 peak(420)의 반치폭이며 λ 는 X선의 파장을 나타낸다[11].

Fig. 2, 3은 분말 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 12 K 부터 Curie-온

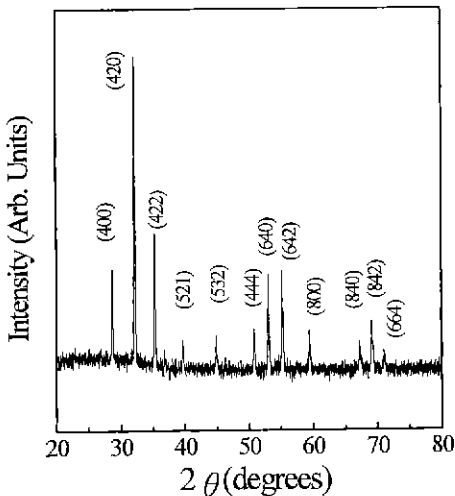


Fig. 1. X-ray diffraction patterns of powder $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$.

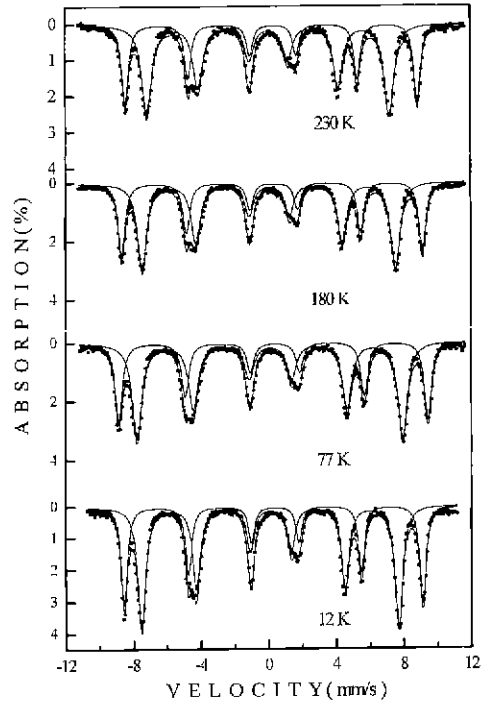


Fig. 2. Mössbauer spectra for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ from 12 K to 230 K.

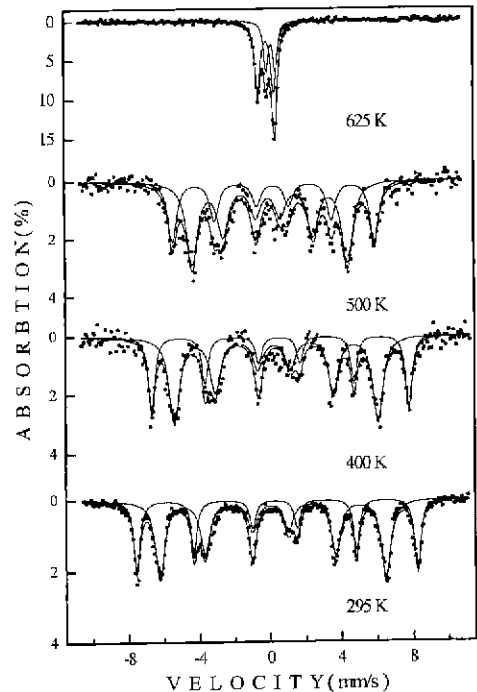


Fig. 3. Mössbauer spectra for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ from room temperature to Curie temperature.

도까지 여러 온도에서 취한 Mössbauer spectrum 중 대표적인 것들을 보여주고 있다. garnet은 24(c), 16(a)와 24(d)의 세 site가 존재하지만 Fe는 16(a) 와 24(d) site에만 존재하므로 이들 스펙트럼의 분석은 12 K부터 Curie온도 이하에서는 2 set의 6 Lorentzian으로 분석하였으며 Curie온도 이상에서는 2 set의 2 Lorentzian으로 분석하였다. 초미세 자기장 값과 이성핵적 이동값은 garnet의 전형적인 값을 보였다. 초미세 자기장값의 경우 12 K에서 16(a)-site인 경우 549 kOe, 24(d)-site인 경우 473 kOe이며 이성핵적 이동값은 0.33 mm/s와 0.19 mm/s를 나타내었다. 또한 실온에서의 초미세 자기장 값은 octahedral 16(a)-site인 경우 489 kOe, tetrahedral 24(d)-site인 경우 397 kOe이며 이성핵적 이동값은 각각 0.26 mm/s와 0.11 mm/s를 나타내었다. 이성핵적 이동값은 상온에서 α -Fe에 대한 상대값을 보정한 것이며 초미세 자기장값과 이성핵적 이동값으로부터 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 시료내 철이온이 16(a)-site 및 24(d)-site에서 모두 Fe^{3+} 이온 상태를 알 수 있었다. 또한 전기 사중극자 분열 값의 경우 온도에 무관하게 영의 값을 가지며 이성핵적 이동값은 온도가 상승함에 따라 일차적으로 감소하는 2차 Doppler효과를 만족함을 알 수 있었다. 이에 대한 Mössbauer 스펙트럼의 분석값은 Table I에 제시하였다. Tetrahedral 24(d) site에서 작은 이성핵적 이동값과 큰 전기 사중극자 분열값을 갖는 것으로부터 tetrahedral site내의 Fe^{3+} coordination이 octahedral 16(a) site내의 Fe^{3+} 이온보다 더 일그러짐(distortion)을 알 수 있다. 이는 사면체 Fe^{3+} -O bond의 강한 공유 결합에 의한 효과로 설명할 수 있겠다. ceramic 방식으로 제조된 garnet $Y_3Fe_5O_{12}$ [12]의 24(d)

site에서 이성핵적 이동값(IS)은 0.16 mm/s이고 전기 사중극자 분열값(QS)은 0.97 mm/s이고 $Y_3FeAl_4O_{12}$ [13]의 경우 0.09 mm/s(IS), 0.97 mm/s(QS)로 작은 이성핵적 이동값을 가지고 있다. 중성자 회절 실험 결과[14]로부터 회토류 철 garnet 물질의 경우 산소와 사면체 Fe^{3+} 사이에서 전자가 산소의 p-orbital에서 사면체 Fe^{3+} 의 3d의 4s 궤도로 이동이 일어나 핵의 s전자 밀도를 증가시키기 때문에 이성핵적 이동값의 감소를 가져온다고 설명할 수 있다.

Mössbauer 분광기의 동축의 속도를 zero에 놓고 5 K/min의 온도 상승율의 thermal scan 방식에 의해 Curie 온도를 625 K로 결정하였으며 이를 Fig. 4에 제시하였다. 일반적으로 yttrium iron garnet에 La이 치환될 경우 격자상수 증가에 따른 Curie온도의 변화량은 36-56 K/Å로 알려져 있다[15]. 그러나 측정된 Curie온도는 625 K로 순수한 yttrium iron garnet의 Mössbauer분광기로 측정된 580 K에 대해 Curie 온도가 45 K가 증가하였고 격자 상수는 12.38 Å에서 12.415 Å으로 증가 하였다. 이는 기존에 알려진 ceramic 방식으로 제작한 시료의 격자상수 1 Å 증가에 따른 Curie 온도의 변화량보다 약 20배 이상 증가하였으므로 Fe-O-La의 초교환 상호 작용이 Fe-O-Y보다 더 강하게 작용하고 있음을 알았다.

Fig. 5는 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 시료의 환산 초미세 자기장 값에 대한 환산 온도의 그래프이며 실선으로 표시한 것은 $S = 5/2$ 의 Brillouin 곡선을 의미하며 점으로 표시한 것은 Mössbauer 스펙트럼으로부터 계산된 결과로

Table I. Mossbauer parameters for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$. H_{hf} is the hyperfine field, ΔE_Q is the quadrupole splitting, δ is the isomer shift.

T(K)	H_{hf} (kOe)		ΔE_Q (mm/s)		δ (mm/s)	
	16(a)	24(d)	16(a)	24(d)	16(a)	24(d)
12	549	473	-0.09	-0.03	0.33	0.20
77	544	464	-0.04	-0.02	0.33	0.18
130	538	459	-0.04	-0.05	0.31	0.16
180	530	443	-0.05	-0.04	0.29	0.15
230	518	423	-0.04	-0.03	0.28	0.13
295	489	398	-0.04	-0.02	0.26	0.11
400	440	348	-0.00	0.04	0.24	0.04
550	254	198	-0.00	0.03	0.2	-0.05
625	-	-	0.51	0.88	0.16	-0.11

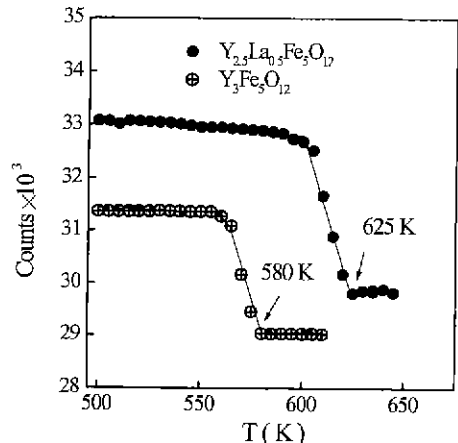


Fig. 4. Counts measured for 10 s at zero Doppler velocity as a function of temperature for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$.

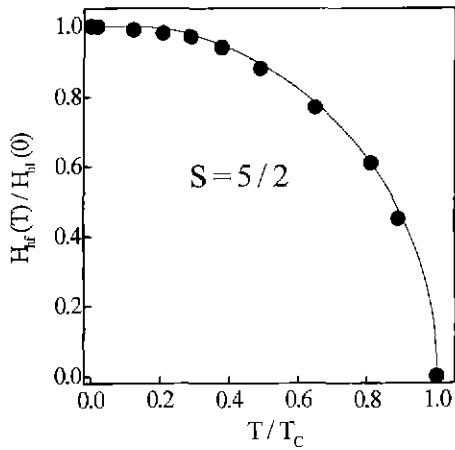


Fig. 5. Reduced magnetic hyperfine field $H_{hf}(T)/H_{hf}(0)$ against reduced temperature T/T_c for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$.

잘 일치하고 있다 이 경우 결정장에 의한 ground state에서의 Fe의 에너지는 weak field로 $^6A_{1g}$ 로 존재함을 알 수 있다.

Fig. 6은 spin wave theory에 의하여 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 $T/T_c < 0.7$ 범위내의 온도 영역에서 평균 초미세 자기장의 온도에 따른 변화를 절대영도에 대한 값에 대한 비로 나타내고 있다. 초미세 자기장은 온도 증가와 더불어 감소하는데 그 식은 다음과 같다[16-17].

$$\frac{H_{hf}(T) - H_{hf}(0)}{H_{hf}(0)} = -B_{3/2} \left(\frac{T}{T_c}\right)^{3/2} - C_{5/2} \left(\frac{T}{T_c}\right)^{5/2} \quad (1)$$

여기서 T_c 는 Curie온도이며 B와 C는 Block 상수로

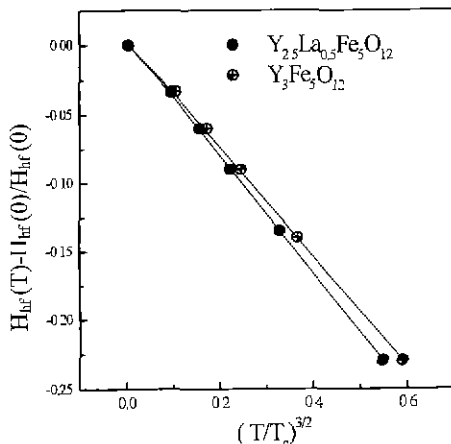


Fig. 6. Fractional change of the average magnetic hyperfine field, H_{hf} , as a function of $(T/T_c)^{3/2}$ for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$.

spin wave 상수를 의미한다. $H_{hf}(T)$ 는 온도 T에서의 초미세 자기장값이며, $H_{hf}(0)$ 는 절대영도에서의 초미세 자기장값을 나타낸다. 초미세 자기장 실험값에 (1)식을 최소 자승 값으로 계산한 결과 $La_{0.5}Y_{2.5}Fe_5O_{12}$ 시료의 spin wave 상수 $B_{3/2} = 0.32 \pm 0.05$, $C_{5/2} = 0.18 \pm 0.05$ 이었다. 순수한 $Y_3Fe_5O_{12}$ 의 경우는 $B_{3/2} = 0.27 \pm 0.05$, $C_{5/2} = 0.19 \pm 0.05$ 이며 이 값들은 α -Fe ($B_{3/2} = 0.11$) 및 Ni($B_{3/2} = 0.12$)에 비하여 모두 큰 값을 가짐으로 장파장의 spin wave가 La이 치환된 ultra-fine garnet 결정 내에서 더 잘 여기 됨을 알 수 있다.

$Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 온도에 따른 Mössbauer spectra의 공명 흡수 면적으로부터 Debye 온도를 결정할 수 있었다. Debye 온도를 결정하기 위해 되튤없는 확률(recoil free fraction) f에 Debye 모델을 도입하면 다음과 같이 된다[18].

$$f = \exp\left[-\frac{3E_R}{2k_B\Theta} \left(1 + \frac{4T^2}{\Theta^2} \int_0^{\Theta/T} \frac{x dx}{e^x - 1}\right)\right] \quad (2)$$

여기서 E_R 은 14.4 keV γ -선에 대한 ^{57}Fe 의 되튤 에너지이고 Θ 는 Debye 온도이며, k_B 는 Boltzmann 상수를 나타낸다. 온도 T에서 Mössbauer spectrum의 전체 공명 흡수 면적 F는 f에 비례하므로 $\ln f = \ln F + const.$ 의 형태로 쓸 수 있다. 원자의 질량을 m, 원자간 거리를 R이라고 할 때 고체의 녹는 온도 $T_s \propto m \Theta^2 R^2$ 에 비례하므로 Debye 온도는 물체의 굵기를 나타낸다고 할 수 있다. $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 Debye 온도는 24(d)site인 경우 382 K 그리고 16(a) site인 경우 246 K로 순수한 $Y_3Fe_5O_{12}$ 의 376 K 및 237 K와 비교하여 Debye온도가 증가 하였음

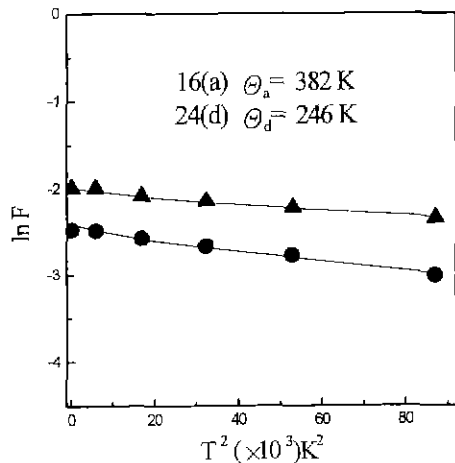


Fig. 7. Natural logarithm of the absorption area, F, vs T^2 for the spectra for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$.

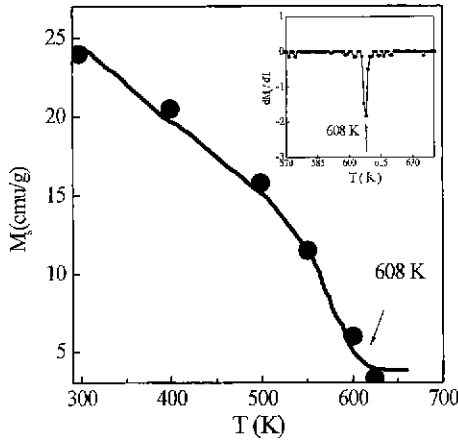


Fig. 8. Temperature dependence of the magnetic moment under field of 10 kOe for $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$. The solid circle are average normalized magnetic hyperfine fields taken from Mössbauer spectra.

을 알 수 있다[19]. Debye 온도를 결정하기 위한 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 recoil free fraction f 의 $\ln f$ 에 대한 온도 T^2 의 그래프를 Fig. 7에 제시하였다.

VSM을 이용하여 1000 °C에서 열처리한 분말 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 시료에 외부 자장을 10 kOe인가함에 따라 saturation magnetization(M_s)값은 25 emu/g이며 coercivity(H_c)값은 53 Oe을 얻었으며 이는 YIG의 32 emu/g와 56 Oe와 비교해서 La이 치환된 경우 M_s 값이 다소 감소했음을 알 수 있다.

Fig. 8은 실온부터 700 K까지 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 분말 시료의 온도 변화에 따른 Magnetization의 변화를 보여준다. 그림에서 원으로 표시한 것은 Mössbauer 분광 실험 결과에 따른 초미세 자기장을 규격화시킨 값이며 실선은 자기모멘트 값이다. VSM을 이용한 Curie온도는 온도에 대한 포화자화값의 변화 곡선을 온도에 대하여 미분하여[20] 608 K로 결정하였다. Mössbauer분광기로 측정된 Curie온도는 625 K였다. Mössbauer 스펙트럼의 측정 시간은 10^{-8} s로 VSM측정 시간보다 9승배 작음으로 Curie온도 차이를 이해 할 수 있다. granular Fe-(SiO₂)시료[21]의 경우 SQUID와 thermal scan 방식에 의한 Mössbauer실험으로 Curie 온도를 58 K와 167 K로 결정하였으며 SQUID측정시 Mössbauer 측정 대비 0.35의 낮은 온도 비율을 가짐을 발표하였다. 온도에 따른 Magnetization의 변화 곡선은 non-magnetic ion인 La이 치환되어 24(c)site의 영향이 없는 관계로 σ_a 와 σ_b 에만 의존하는 온도에 따른 magnetization의

slope을 보임을 알 수 있으며 이는 순수한 YIG의 결과와도 일치함을 알 수 있다.

IV. 결 론

Ceramic 방식에 의한 YIG의 제조는 Bi₂O₃와 같은 소결제를 첨가하여도 약 1200 °C의 고온에서 단일상을 얻을 수 있는 반면 sol-gel 방식으로는 이온 반경 차이가 큰 La이온을 치환하더라도 1000 °C에서 열처리하여 $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ 의 분말 시료를 얻을 수 있었다. Garnet의 Curie온도는 ceramic 방식으로 제조할 경우 격자상수 1 Å증가시 36-56 K/Å상승한다고 알려져 있으나 sol-gel 방식으로 제조한 경우 약 15-20배 정도 증가하였음을 알 수 있었다. Curie온도가 $Y_3Fe_5O_{12}$ 보다 크게 증가하였으므로 Fe-O-La의 초교환 상호작용이 Fe-O-Y 보다 더 강함을 알 수 있었다. 또한 Mössbauer spectra로부터 Fe이온이 모두 16(a) 와 24(d) site내에 +3가로 존재함을 알 수 있었으며 spin wave 상수값이 $B_{32}=0.32\pm 0.05$, $C_{32}=0.18\pm 0.05$ 로 순수한 YIG에 비하여 큰 값을 가짐을 알 수 있으며 Debye온도의 경우도 순수한 YIG와 비교하여 증가하였음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부 98년도 대학기초 연구지원 사업과 한국 과학재단(97-0702-0401-5) 지원에 의한 것이며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] F. Bertaut and F. Forrat, *Compt. Rend.* **242**, 382(1956).
- [2] K. Hisataka, I. Matsubara, K. Maeda, H. Yasuoka, H. Mazaki and K. Yamatsu, *J. Magn. Magn. Mater.* **140-144**, 2127(1995).
- [3] V. A. Bokov, V. V. Vokov, N. L. Petrichenko and M. Maryshko, *Phys. Solid State* **40**, 1377(1998).
- [4] P. W. Peterman, M. Ye, and P. E. Wigen, *J. Appl. Phys.* **76**, 6886(1994).
- [5] Y. Y. Song, S. C. Yu, W. T. Kim, S. S. Lee and T. G. Choy, *J. Phys. IV France* **7**, C1-445(1997).
- [6] N. I. Mezin, E. N. Kuznetsov and N. Yu. Strarostyuk, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Neorg. Mater.* **25**, 1187(1989).
- [7] O. Yamaguchi, Y. Mukaida and A. Hayashida, *J. Mater. Sci. Lett.* **9**, 1314(1990).
- [8] K. Matsumoto, K. Yamaguchi and T. Fujii, *IEEE*

- Trans. on Magn. in JPN **6**, 614(1991).
- [9] T. Mizuno and M. Gomi IEEE Trans. on Magn. in JPN **5**, 1236(1986).
- [10] C. S. Kim, H. M. Ko, M. Y. Ha and J. Y. Park. IEEE Trans. on Mag. **27**, 5456 (1991).
- [11] P. Vaquero, M. P. Cosner-Lopez, and M. A. Lopez-Quintela, J. Solid State Chem. **126**, 161(1996)
- [12] J. Wells and S. S. Hanfner, Phys. Lett. **68A**, 80(1978).
- [13] E. R. Cyerlinsky and R. A. MacMillian, Phys Stat. Sol. **41**, 333(1970).
- [14] M. Bonnet, A. Delaplane, H. Fuess and P. Becker, J. Phys. Chem. Solids, **40**, 863(1979).
- [15] G. Gilleo, Ferromagnetic Material II, North-Holland Publishing Company, Amsterdam(1982), p. 108.
- [16] C. L. Chien and R. Hasegawa, Phys. Rev. **B16**, 2115(1977).
- [17] C. S. Kim, S. Y. An, Y. R. Uhm, S. W. Lee, Y. B. Kim, C. S. Kim, J. Appl. Phys. **83**, 6929(1998).
- [18] H. N. Ok, K. S. Baek, E. C. Kim and C. S. Kim, Phys. Rev. **B48**, 3212(1993).
- [19] 엄영광, 김철성, 이재광, 한국자기학회지, **8**, 203(1998).
- [20] L. E. Hueso, F. Rivadulla, R. D. Sanchez, D. Caeiro, C. Jardon, C. Vazquez-Vazquez, J. Rivas, M. A. Lopez-Quintela. J. Magn. Magn. Mater. **321-328**, 189(1999).
- [21] C. L. Chien, G. Yiao, S. H. Liou, J. N. Taylor, and A. Lavy, J. Appl. Phys. **61**, 3311(1987)

Mössbauer Spectroscopy Studies of Garnet $Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$

Young Rang Uhm and Chul Sung Kim

Department of Physics, Kookmin University, Seoul 136-702, Korea

(Received 17 November 1998, in final form 5 February 1999)

$Y_{2.5}La_{0.5}Fe_5O_{12}$ is fabricated by a sol-gel method and the magnetic properties of single phase garnet are investigated by using X-ray diffraction, vibrating sample magnetometer, scanning electron microscopy and Mössbauer spectroscopy. The single phase powders garnet was fired at 1000 °C for 8 hours. The crystal structures of samples are cubic garnet. Mossbauer spectroscopy were measured from 13 K to 750 K. Mössbauer spectra show that the iron exist ferric trivalence in sample. The spin wave constants were determined $B_{3,2} = 0.32 \pm 0.05$, $C_{5,2} = 0.18 \pm 0.05$ and Debye temperature were determined 382 K at 24(d) site and 246 K at 16(a)-site. The saturation magnetization (M_s) of powder is 25 emu/g