

Sr-La페라이트의 자기특성에 관한 연구

A Study on the Magnetic Properties of Sr-La Ferrite.

오응철, 조치현, 서강수, 신용진
(명지대학교 전자공학과)

1. 서 론

페라이트자석은 결정 구조에 따라 입방정 페라이트와 육방정 페라이트로 구분된다. 입방정 페라이트는 $MgO \cdot Al_2O_3$ 와 같은 스피넬(spinel)결정 구조를 가지며 분자식 $MO \cdot Fe_2O_3$ ($M=Mn, Ni, Fe, Co, Mg$ 등)로 표시된다. 또한, 육방정 페라이트는 $MO \cdot 6Fe_2O_3$ ($M= Ba, Sr, Pb$)로 표시되고, 마그네토 플럼바이트(magnetoplumbite)구조를 가지며, 결정자기 이방성 에너지가 크므로 우수한 경자기특성을 나타낸다. 특히 Sr-페라이트는 1963년에 Cochardt씨에 의하여 그 자기특성이 발표되었는데, 이에 사용되는 Sr은 Pb에 비하여 가볍고, 이온반경이 작기 때문에 반응속도가 빠르고, 소결특성이 좋으며, 자기특성도 우수한 것으로 보고되어 있다. 1~2)

최근 많은 연구보고를 통하여 하드-페라이트 제조시 일반적으로 MO ($M= Ba, Sr, Pb$)와 Fe_2O_3 의 몰비가 비화학양론 조성인 5.2~5.8에서 정해지고 있으며, 또 여기에 첨가물을 사용할 경우 자기특성이 향상된다는 것이 알려져 있는 사실이다. 3~4)

본 연구에서는 $SrO \cdot nFe_2O_3$ ($n=5.8 \sim 6.1$)의 화학양론범위와 비화학양론범위에서 첨가물로 La_2O_3 를 사용하여 첨가물이 소결특성과 자기특성에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험 방법

각 시료의 조성은 $[SrO \cdot nFe_2O_3]_{100-x} (La_2O_3)_x$ 로서 $n=5.8 \sim 6.1$ 이고, $x=0 \sim 3$ 이다. 원료 분말은 순수한 알콜에서 습식혼합하여 충분히 건조시킨 후 $1250^\circ C$ 에서 1시간 하소하였다. 하소시킨 분말은 유발기로 예비분쇄한 다음, 볼밀을 사용하여 40시간 분쇄하였다.

분쇄한 분말은 PVA 1.5wt%의 수용액 5wt%를 고루 분사시켰으며, 성형밀도를 높이고 과립화를 위해서 100메쉬로 분급하였다. 그리고 금형에 분말을 충전하고 196MPa($2t/cm^2$)까지 서서히 압력을 높여 성형하였다. 소결시 승온 속도는 $300^\circ C/hr$ 로 하였으며, $1225^\circ C$, $1250^\circ C$, $1275^\circ C$ 및 $1300^\circ C$ 에서 각각 30분동안 소결하였다. 냉각은 15시간 동안 자연냉각을 택하여, 급냉으로 인한 시편의 균열의 방지를 꾀하였다. 시편의 특성 측정에는 B-H 커브-트레이서(AMH-1050-50, Walker Scientific, Inc.)를 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

그림 1은 조성식에서 $x=0$ 인 La_2O_3 가 첨가되지 않은 경우의 일반적인 Sr-페라이트의 $(\text{BH})_{\text{max}}$ 를 나타낸 것이다. 이것은 일반적으로 $n=5.8\sim 5.9$ 사이의 비화학양론 조성에서의 특성과 일치하며, 그림에서 보는 바와같이, $n=5.8$ 에

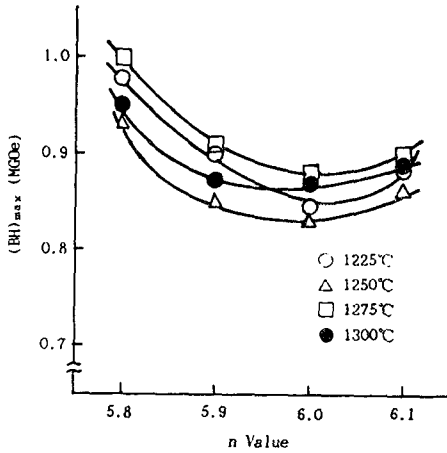


Fig 1. $(\text{BH})_{\text{max}}$ vs n value of basic compositions $\text{Sr}\cdot n\text{Fe}_2\text{O}_3$ sintered at various temperatures.

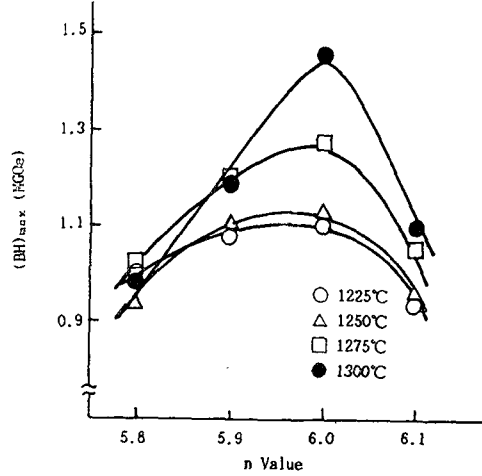


Fig 2. $(\text{BH})_{\text{max}}$ vs n value of $x=2$ compositions sintered at various temperatures.

서 가장 좋은 특성을 나타내고 있으며, 그 이상에서는 Fe_2O_3 의 과잉에 의해서 자기 특성이 떨어짐을 알 수 있다.

그림 2는 $x=2$ 일 경우의 n 에 대한 영향을 나타낸 것이다. 이 그림으로부터 최대의 $(\text{BH})_{\text{max}}$ 값은 $n=6$ 에서 나타남을 알 수 있다. 이것은 La를 첨가하므로써 M상의 고용범위가 화학양론 범위로 이동했음을 나타내는 것으로 생각된다.

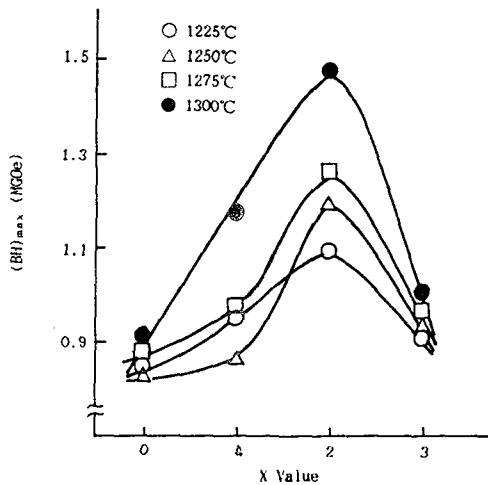


Fig 3. $(\text{BH})_{\text{max}}$ vs x value of $[\text{Sr}\cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3]_{100-x}(\text{La}_2\text{O}_3)_x$ compositions sintered at various temperatures.

그림 3은, 그림2에서 가장 좋은 특성을 나타낸 n=6조성에서의 x값의 변화에 따른 $(BH)_{max}$ 의 특성곡선을 나타낸다.

그림에서 알 수 있는 바와같이, n=6, x=2의 조성 $[Sr \cdot 6Fe_2O_3]_{98}(La_2O_3)_2$ 에서 가장 좋은 $(BH)_{max}=1.48(MGOe)$ 를 얻을 수 있었다. 이 값은 동일한 조건하에서 소결된 x=0인 조성에 비하여 약 2배 가까운 값이다. 이것은 La_2O_3 의 첨가로 Sr^{2+} 이온이 La^{3+} 이온으로 치환되므로서, 마그네토·플럼바이트구조를 안정화 시키고, $[M]O \cdot 6Fe_2O_3$ 성분의 자기특성을 향상시켰기 때문인 것으로 판된다.

IV. 결 론

이상에서 기술한 바와 같이 첨가물 La_2O_3 가 $Sr \cdot nFe_2O_3$ 에 미치는 자기특성을 조사한 결과 다음과 같은 사실을 확인하였다.

1) 기본 조성식 $[Sr \cdot nFe_2O_3]_{100-x}(La_2O_3)_x$ 에서 x=0인 경우는 n=5.8의 비화학양론 조성에서 우수한 자기특성이 나타났다.

2) x=2인 $[Sr \cdot 6Fe_2O_3]_{98}(La_2O_3)_2$ 의 경우는 n=6.0의 화학양론 조성식에서 가장 높은 $(BH)_{max}=1.48(MGOe)$ 의 값을 얻을 수 있었다.

이 값은 기본조성의 것보다 상당히 높은 것으로서, 이방화시킬 경우 훨씬 좋은 자기특성을 얻을 수 있을 것으로 확신한다.

참 고 문 헌

- 1) A.Cohardt: Modified Strontium Ferrite. A New Permanent Magnetic Materials, J.Appl.Phys, 34, 1273(1963)
- 2) A.Aharoni and Schieber: Magnetic Moment of Lanthanum Magnetoplumbite Ferrite, Phys.Rev, 123, 807(1961)
- 3) R.H. Arent: Liquia-phase Sintering of Magnetically Isotropic and Anisotropic Compacts of $BaFe_{12}O_{19}$ and $SrFe_{12}O_{19}$, J.Appl. Phys, 44, 7, 3300(1973)
- 4) M.Tokar: Microstructure and Magnetic Properties of Pb-ferrite, J.Am.Cer.Soc. 52, 6, 302(1969)
- 5) H.Yamamoto, M.Nagakura & H.Terada: Magnetic Properties of Anisotropic Sr-La System Ferrite Magnets, IEEE Trans. Magnetics, 26, 1144(1990)
- 7) 신용진: 최근의 자성재료연구동향, 전기학회지, 제2권 제11호, p.607, (1983)
- 8) 신용진 외: 복합 첨가물이 Sr페라이트의 자기특성에 미치는 영향, 한국재료학회 추계학술대회 논문집(1991)
- 9) 신용진 외: Sr페라이트의 자기특성에 미치는 영향. 한국전기전자재료학회지 5, 3, 329(1992)