

La,Co 置換 M 型 Sr フェライトの単結晶育成及び磁気異方性の評価

森下翔、谷奥泰明、植田浩明、道岡千城、吉村一良
(京大院理)

Single crystal growth and characterization of magnetic anisotropy in La,Co-substituted M-type Sr ferrites

H. Morishita, Y. Tanioku, H. Ueda, C. Michioka, and K. Yoshimura

(Dept. of Chem., Grad. Sch. of Sci., Kyoto Univ.)

1. はじめに

$\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ は M 型フェライトに分類される六方晶の構造を持つ物質であり、磁気異方性が強く保磁力が高いため永久磁石材料として実用化されている。これまで磁石特性を高めるために様々な元素置換が行われてきたが、特に Sr を La に、Fe を Co に部分置換した $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12-x}\text{Co}_x\text{O}_{19}$ は置換に伴い $x < 0.4$ では飽和磁化が減少せずに保磁力が増加する¹⁾。しかし、これまで行われてきた研究は焼結体に関するものであるが、磁気異方性を正確に評価するためには単結晶が必須である。本研究では、La 置換及び La,Co 置換体に対して、単結晶の磁気異方性を測定し、La 置換及び Co 置換それぞれの役割を解明することを目的とする。

2. 実験方法

La 置換 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}$ 及び La,Co 置換 $\text{Sr}_{1-x}\text{La}_x\text{Fe}_{12-x}\text{Co}_x\text{O}_{19}$ の単結晶を、キヤノンマシーナリー製の赤外線加熱単結晶育成装置 SC-E15HD を用いて育成した。直径 5mm、長さ 120mm 程度の棒状の焼結体を作製し、Sr,La-rich なフラックスを用いて移動溶媒型浮遊帯域 (Traveling Solvent Floating Zone, TSFZ) 法にて 1mm/h の速度で成長させ、円柱状の単結晶を得た。

磁化測定は QUANTUM DESIGN 社の MPMS を用いて、 $T=5\text{K}\sim 300\text{K}$ 、 $H=0\sim 5\text{MA/m}$ の範囲で行った。このとき、反磁場の影響を極力減らすために、単結晶試料をおよそ $0.5\text{mm}\times 0.5\text{mm}\times 2\text{mm}$ の直方体状に整形し、長辺を磁場方向と平行にして測定した。

3. 結果

$\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ においては、TSFZ 法によって単結晶を合成可能である²⁾が、今回 La 置換及び La,Co 置換 $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ においても TSFZ 法が有効であることが明らかとなった。図 1 は育成した結晶の一例であり、右側の複数ドメイン領域を除く直径 4mm、長さ 70mm 程度が単ドメインの単結晶となっている。

得られた試料を粉砕し、粉末 X 線回折測定を行ったところ、広い組成範囲において M 型フェライトが得られることが判明した (図 2)。磁化測定の結果、La 置換により、低温の異方性磁界が $x \leq 0.3$ までは減少するが、 $x \geq 0.4$ では逆に増加する。同時に、 $x \geq 0.4$ では磁化曲線がある磁場で急に立ち上がる振る舞いを見せ、このことは異方性磁界の増加と関係していると考えられる。また、La,Co 置換体においては、異方性磁界は増加し、組成によっては 2 MA/m を超える試料も得られた。

参考文献

- 1) K. Iida, Y. Minachi, K. Masuzawa, M. Kawakami, H. Nishio and H. Taguchi, J. Magn. Soc. Jpn. **23**, 1093 (1999).
- 2) H. Morishita, A. Amano, H. Ueda, C. Michioka and K. Yoshimura, Proc. of the 11th Inter. Conf. on Ferrites, S64 (2013).



Fig.1 A single crystal of $\text{Sr}_{0.6}\text{La}_{0.4}\text{Fe}_{12}\text{O}_{19}$ grown using TSFZ method.

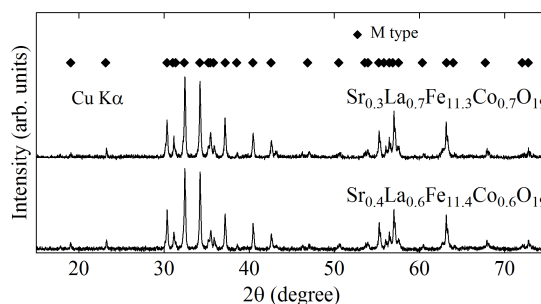


Fig.2 Powder X-ray diffraction patterns of $\text{Sr}_{0.3}\text{La}_{0.7}\text{Fe}_{11.3}\text{Co}_{0.7}\text{O}_{19}$ and $\text{Sr}_{0.4}\text{La}_{0.6}\text{Fe}_{11.4}\text{Co}_{0.6}\text{O}_{19}$.