

六方晶フェライト $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ の単結晶育成と磁氣的性質

田中誠也、丸山健一、内海重宜

(公立諏訪東京理科大学大学院)

Single crystal growth and magnetic properties of hexagonal ferrite $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$

S. Tanaka, K. Maruyama, S. Utsumi

(Suwa Univ. of Sci.)

はじめに

六方晶フェライト $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ は、磁石鋳やモーター、スピーカー等に広く用いられている最も一般的な磁性材料の一つである。 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ に非磁性イオン Sc^{3+} を添加した $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ では磁気モーメントが角度配列したヘリカル磁性が発現する。しかし、 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ の磁氣的性質やヘリカル磁性の発現機構などはほとんど明らかにされていない。本研究では、フラックス法を用いて一連の Sc 濃度 x を持つ良質な $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ 単結晶を育成し、単結晶試料について磁化測定を行い、磁氣的性質を明らかにした。

実験方法

$\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ 単結晶試料はフラックス法により育成した。出発原料として粉末の BaCO_3 , Fe_2O_3 , Sc_2O_3 , Na_2CO_3 を用いた。ただし Na_2O と Fe_2O_3 の一部はフラックスとして働く。試薬を 1 mg の精度で秤量し、電気炉の中で 1693 K で加熱し、原料をフラックスに十分溶かし込んだ。結晶核晶出後、温度範囲 50-100 K、徐冷速度 0.5 K/h の条件で単結晶を育成した。熱希硝酸で洗い出した単結晶についてエネルギー分散型 X 線分光法 (EDS) および単結晶・粉末 X 線回折 (XRD) により評価した。大型の単結晶試料から直径 1 mm 程度の円板状試料を切り出し、試料振動型磁力計 (VSM) を用いて磁化測定を行った。

実験結果

EDS と XRD の結果から良質な $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ 単結晶が得られたことが示された。Sc 濃度 x が高くなると格子定数 a , c は増加し、Sc 濃度 $x = 0.18$ 付近で飽和に達した。

Fig.1 に 77 K における $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ 単結晶試料の磁化曲線を示す。Sc 濃度 $x = 0$ 結晶では磁化は 16 kOe でも飽和に達しなかった。Sc 濃度 x が増加するとともに異方性磁場は減少し、Sc 濃度 $x = 0.130$ 結晶では $H = 3.7$ kOe で飽和に達した。Sc 濃度 $x = 0.130$ では低磁場領域で磁化のなだらかな上昇が測定され、ヘリカル磁性の発現が示唆された。

Fig.2 に Sc 濃度 $x = 0.130$ 結晶の磁化 σ の温度変化を示す。温度 T の上昇とともに磁化は一度増加し、200 K 付近で極大値を取った後に減少し、Néel 点で 0 となった。極大値を取るのは、ヘリカル磁性からフェリ磁性へ磁気相転移したためと考えられる。

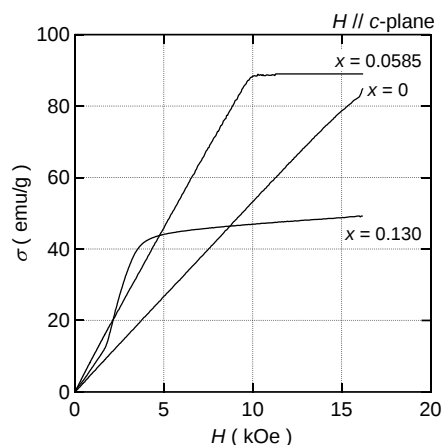


Fig.1 Magnetization curves of $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Sc}_x)_{12}\text{O}_{19}$ at 77 K ($H//c$ -plane).

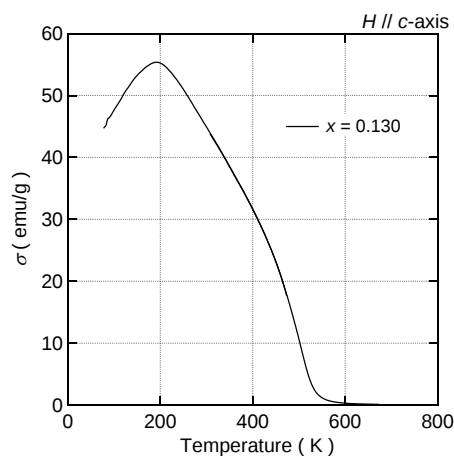


Fig.2 Temperature dependence σ for the $x = 0.130$ crystal.