

# 急冷により作製した高飽和磁化 Ca-Zn 系スピネルフェライト

橋本順平、柿崎浩一、神島謙二  
(埼玉大学)

High saturation magnetization calcium-zinc spinel ferrite

prepared by rapid cooling

J. Hashimoto, K. Kakizaki, K. Kamishima  
(Saitama Univ.)

## 緒言

スピネルフェライトは、一般に化学式  $\text{MeFe}_2\text{O}_4$  ( $\text{Me} = \text{Mg}^{2+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \dots$ ) で表される。<sup>1)</sup> Mg 以外のアルカリ土類二価イオンは Me サイトに入らないと考えられていた。しかし先行研究<sup>2)</sup>の W 型フェライト組成を参考に  $\text{CaZn}_2\text{Fe}_{16}\text{O}_{27}$  の組成で焼成を行うと高飽和磁化の Ca 系スピネルと  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、Ca 系酸化物の混相が得られた。但し、このスピネルの単相は得られていない。本研究では Ca-Zn 系高飽和磁化スピネルフェライトの単相を得るための作製条件を検討し、飽和磁化値向上を試みた。

## 実験方法

作製方法は粉末冶金法であり、2通りの焼成過程で行った。原料粉には  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  を用い、Ca 系副生成物を抑制するため Ca の少ない  $\text{Ca}_{0.5}\text{Zn}_{2.5}\text{Fe}_{16-x}\text{O}_{27-\delta}$  組成となるように秤量し、湿式ボールミルで 24 時間混合後、乾燥させた。混合粉末を  $1 \text{ t/cm}^2$  でディスク状に加圧成型し、 $T_s = 1200 \sim 1300^\circ\text{C}$  で 5 時間焼成した。焼成後、空冷 ( $-200 \text{ K/h.}$ ) もしくは水冷により試料を得た。<sup>3)</sup> 試料の結晶構造は粉末 X 線回折法で同定し、磁気特性は超伝導量子干渉型磁束計 (SQUID) を用いて測定した。

## 実験結果

図 1 に  $\text{Ca}_{0.5}\text{Zn}_{2.5}\text{Fe}_{16-x}\text{O}_{27-\delta}$  ( $0 \leq x \leq 7$ )、 $T_s = 1300^\circ\text{C}$ 、急冷試料の X 線回折図を示す。どの試料もスピネルが主相であった。 $x = 0$  では  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  が異相として残存するが、 $1 \leq x \leq 7$  ではスピネルの単相となった。これに対し、空冷 ( $-200 \text{ K/h.}$ ) の試料では  $0 \leq x \leq 7$  の範囲でスピネルが生成したが、いずれも単相は得られず、異相として  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ca}_3\text{Fe}_{15}\text{O}_{25}$  が生成した。

図 2 に  $\text{Ca}_{0.5}\text{Zn}_{2.5}\text{Fe}_{16-x}\text{O}_{27-\delta}$  ( $0 \leq x \leq 7$ )、 $T_s = 1300^\circ\text{C}$ 、急冷試料の飽和磁化を示す。300 K では  $x = 1$  で最大値 93 emu/g であり、1.8 K では  $x = 3$  で最大値 146 emu/g であった。一方、空冷 ( $-200 \text{ K/h.}$ ) した試料の飽和磁化の最大値は  $x = 1$  で、300 K 及び 1.8 K においてそれぞれ 48 emu/g および 87 emu/g であった。また、急冷試料は導電性がありマグネタイト様スピネルであることが考えられるが、低温で通常の Zn 置換マグネタイト (約 140 emu/g)<sup>4)</sup> より高い飽和磁化値であった。この結果より、急冷により二価鉄を含むマグネタイト様スピネルが生成しただけでなく、Ca を添加したことによりイオン分布に変化が生じ、磁化が増加したと考えられる。

## 参考文献

- 1) S. Blundell, Magnetism in Condensed Matter, 97-98 (Oxford Univ. Press, 2001)
- 2) 関川雄大, 柿崎浩一, 神島謙二; 第 41 回磁気学会学術講演会概要集, 5 (2017)
- 3) E. W. Gorter, Philips Res. Rep. 9, 356-360 (1954)
- 4) J. J. Went, E. W. Gorter, Philips Tech. Rev. 7, 185 (1952)

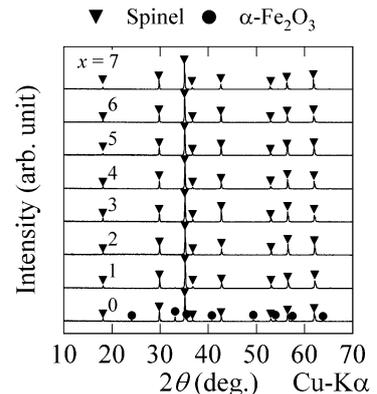


図 1  $\text{Ca}_{0.5}\text{Zn}_{2.5}\text{Fe}_{16-x}\text{O}_{27-\delta}$  ( $T_s = 1300^\circ\text{C}$ ・急冷)の X 線回折図

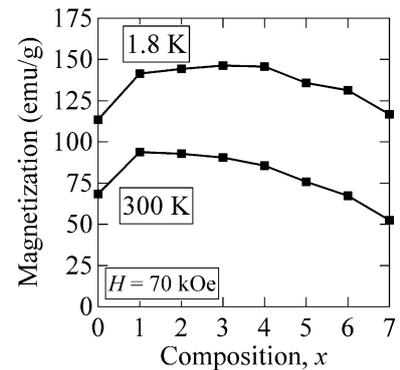


図 2  $\text{Ca}_{0.5}\text{Zn}_{2.5}\text{Fe}_{16-x}\text{O}_{27-\delta}$  ( $T_s = 1300^\circ\text{C}$ ・急冷)の飽和磁化