

電磁波吸収体としての $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_3\text{Co}_2\text{Z}$ 型フェライトの磁気特性評価

中川 貴¹, 多田大¹, 阿部正紀¹, 高田幸生² (現豊田中研), 山本孝夫², 石井慶信³, 井川直樹³
(¹東工大, ²阪大, ³原子力機構)

Estimation of magnetic properties of $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_3\text{Co}_2\text{Z}$ -type ferrites as electromagnetic wave absorber
Takashi Nakagawa¹, Masaru Tada¹, Masanori Abe¹, Yukio Takada², Takao A. Yamamoto², Yoshinobu Ishii³,
Naoki Igawa³

¹Tokyo Tech., ²Osaka Univ., ³JAEA

緒言

$\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{Z}$ 型フェライト ($\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$) はフェリ磁性で、複雑な六方晶系の結晶構造をもつ。このZ型フェライトの透磁率の限界周波数 (透磁率の実部が低周波域でのその半分になる自然共鳴周波数) はおよそ900MHzで、そのときの透磁率の虚部の値は約10程度に達するため、この周波数近傍の電磁波を吸収する材料として期待されている。透磁率の向上や限界周波数の制御を目的として、CoやFeの他の遷移金属への置換や、焼成温度の低下を目的とした Bi_2O_3 や SiO_2 の添加などが試みられている。Baの一部をSrに置換すると透磁率を維持したまま限界周波数を1GHzまで高めることができる。しかしながら、すべてのBaをSrに置換すると限界周波数がおよそ3GHzになるのに対して、透磁率の虚部のピーク値は約3まで低下する。本研究では、非磁性原子の置換がどのように透磁率に影響するのかを調べるために、高温中性子回折、SQUID、回転磁場配向などの手法で $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)_3\text{Co}_2\text{Z}$ 型フェライトの気特性を評価した。

実験

BaCO_3 (99.7%), SrCO_3 (99.8%), Co_3O_4 (99.9%), Fe_2O_3 (99.5%)の金属組成が $(\text{Ba}_x\text{Sr}_{1-x})_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}$ となるように混合し、固相反応法によって試料を作製した。各試料の焼成条件 (焼成温度 T , 酸素分圧 P_{O_2}) は、 $x=0: T=1573$ K, $P_{\text{O}_2}=61.3$ kPa, $x=0.5: T=1523$ K, $P_{\text{O}_2}=101.3$ kPa, $x=1: T=1483$ K, $P_{\text{O}_2}=21.3$ kPaである。粉末中性子回折実験は原子力機構のJRR-3炉に設置してあるHRPDで行った。磁化測定はSQUID (QUANTUM Design MPMS) を用いて印加磁場0~5 Tでの各試料の磁化を測定した。回転磁場配向法では、印加磁場1 Tで得られた試料を磁場配向し、回転磁場に垂直に130 MPaのプレスをした後に各試料の焼成条件下で再焼成して試料を合成した。

結果

中性子回折のRietveld解析の結果、図1に示すように $x=0$ と $x=0.5$ の試料ではCoは格子内に全体的に分布するのに対し、 $x=1$ の試料ではCoが偏在する。また、磁気モーメントのc軸とのなす角は、 $x=0, x=0.5$ ではちょうど 90° であったが、 $x=1$ では、 58° となった。Z型フェライトは $\text{Ba}_3\text{Me}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ のMeがCoの場合のみc面が磁化容易面となり、それ以外の遷移金属の場合c軸が磁化容易軸となる。したがって、 $\text{Sr}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 中では、Coが占有するサイト近傍では磁気モーメントがc面方向へ向く傾向があり、Feのみが占有するサイト近傍ではc軸方向へ向く傾向を示し、結果的にその中間付近の傾きとなっていると考えられる。

磁場配向させた試料の回転磁界に平行方向に磁場をかけた場合の磁化測定結果を図2に示す。いずれの試料でも、飽和磁化の値はほとんど変わらない。しかし、 $x=1$ の試料のc面内の異方性磁界が、他の2つの試料に比べ、かなり大きいことがわかる。この結果は中性子回折より求めた磁気モーメントの傾きから説明することができる。

これらの結果は、非磁性イオンを置換した場合でも、原子間距離の変化により磁性イオン分布が大きく変化し、磁気特性に強く影響することを意味している。

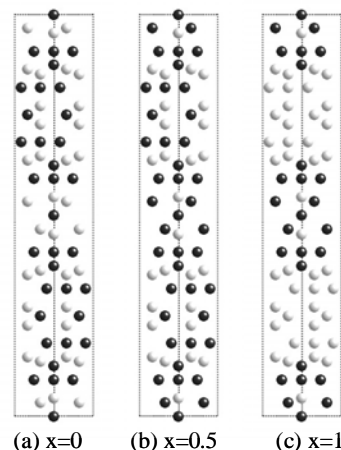


図1 110方向から見たZ型単位格子中の磁性イオンの原子座標。黒はCoが入るサイトで、白はCoが入らないサイトを意味する。

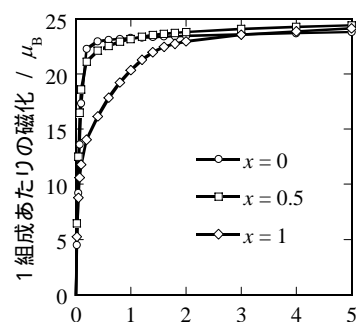


図2 磁場配向試料作成時の回転磁界に平行な方向へ磁場を印加したときの磁化曲線。