



Title	Correlation of Magnetic Properties of Hexaferrites with their Crystal and Magnetic Structures Determined by Using Quantum Beams
Author(s)	高田, 幸生
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46938
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 高 田 幸 生

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 20362 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 3 月 24 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科原子力工学専攻

学 位 論 文 名 Correlation of Magnetic Properties of Hexaferrites with their
Crystal and Magnetic Structures Determined by Using Quantum Beams
(六方晶フェライトの磁気特性と量子ビームを用いて決定した結晶・磁
気構造との相関)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 山本 孝夫

(副査)

教 授 西嶋 茂宏 教 授 山中 伸介 助教授 中川 貴

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では UHF 帯電磁波吸収材料の候補である六方晶フェライトの結晶・磁気構造と磁気特性との相関を研究対象とした。吸収特性の指標となる透磁率が大きい Z 型フェライト $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ 内の磁性イオン分布・スピン配向の焼成条件・イオン置換による変化や磁気特性に及ぼす効果を記述した。

第 1 章では、序章として本論文の背景と目的、研究の構成を記述した。

第 2 章では、高分解能中性子回折により $\text{Co}^{2+}\text{-Fe}^{2+}$ 置換 Z 型フェライト内の Fe・Co の分布と磁気モーメント方位を評価し結果を記述した。 Co^{2+} 分布には嗜好性があり焼成時の酸素分圧 P_{O_2} には依存しないことを指摘した。 $P_{\text{O}_2}=101.3\text{ kPa}$ での試料は 21.3 kPa の試料より磁気モーメントが c 面に近く、これが透磁率に影響することを指摘した。

第 3 章では、異常分散 X 線回折により $\text{Co}^{2+}\text{-Fe}^{2+}$ 置換 Z 型フェライト内の Fe・Co の分布を調査し、得られた結果が中性子回折・XAFS 測定の結果と整合性があることを指摘した。

第 4 章では、 P_{O_2} が結晶・磁気構造に及ぼす効果の詳細を記述した。 Co^{2+} 分布は P_{O_2} に依存しないこと、 $P_{\text{O}_2}=61.3\text{ kPa}$ ではモーメントが完全に c 面内に沿うことを指摘した。この粉末の磁場配向試料の透磁率は 51 となり多結晶体 Z 型フェライトとして世界最高値であることを指摘した。

第 5 章では、Z 型フェライトのモーメント方位の温度変化を高温中性子回折により評価し、523 K から 573 K に温度上昇するとモーメントが c 面方向から c 軸方向に変化することを指摘した。

第 6 章では、 $\text{Ba}^{2+}\text{-Sr}^{2+}$ 置換が Z 型フェライトの結晶・磁気構造やその温度依存性に及ぼす影響を高温中性子回折により明らかにした。この置換により Co^{2+} 分布が変化することを指摘した。 Ba^{2+} を全て Sr^{2+} に置換するとモーメントが c 面から外れ透磁率も減少し、モーメント方位が c 軸方向に変化する温度域も 50 K 低温化することを指摘した。

第 7 章では、M 型 ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$)・Y 型 ($\text{Ba}_2\text{Co}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$) フェライトの新たな合成法として噴霧熱分解法を採用し、合成粒子のナノ化を試みた結果を記述した。固相法より低温もしくは匹敵する温度でナノオーダーの六方晶フェライト粒子の合成を実現したことを指摘した。

第 8 章では本論文の結論を述べた。Z 型フェライトの構造を量子ビームを用いて解析し物性と関連付けることに成

功した。透磁率はイオン分布ではなくモーメント方位に依存することを見出した。以上の結果はより進んだ透磁率特性を有する材料の開発に向け、これまでの手探りのアプローチに代わる効率的な設計指針確立の礎となることを指摘した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、UHF帯域での電磁波ノイズ吸収材料として有望視されている Co_2Z 型六方晶フェライト結晶中の $\text{Fe} \cdot \text{Co}$ の分布や磁気モーメント方位を量子ビームを用いて解明した結果を記述している。電磁波吸収特性の指標である透磁率は飽和磁化と c 面方向の異方性磁界によって決定されるため、直接測定できない異方性磁界を磁気モーメントの方位から評価している。さらにそれらの焼成プロセスや陽イオン置換による変化を評価し、さらなる透磁率向上に向けての材料設計指針の方向性を確立することを目的としている。主な成果は以下のように要約できる。

(1) 中性子回折から得られた構造解析結果を異常分散 X 線回折・XAFS 測定から得られた $\text{Fe} \cdot \text{Co}$ の分布の相補的な結果と比較したところ、全ての結果が Co の占有サイトに嗜好性があるという整合性を得ている。これは中性子回折が Co_2Z 型フェライト結晶中の磁性イオン分布・磁気モーメント方位を解明する上で有用なツールとなることを証明している。

(2) Co_2Z 型フェライト焼成時の酸素分圧は Co の占有サイト嗜好性に変化を与えないが、磁気モーメント方位には影響する。酸素分圧 61.3 kPa での焼成試料では磁気モーメントがほぼ完全に c 面に沿う。さらに磁場中で配向した試料の透磁率は 51 となり、多結晶体の Z 型フェライトの世界最高値を達成している。磁気モーメントが c 面に沿うと異方性磁界が小さくなり、透磁率は高くなる。

(3) Co_2Z 型フェライトは昇温に伴い、キュリー温度に至る前に Co の磁性への寄与が消失するとともに磁気モーメント方位が c 面方向から c 軸方向に変化する。この結果は Co が磁気モーメント方位と密接な関係があることを示しており、電磁波ノイズ吸収材料として使用できる温度限界にも対応する。

(4) Co_2Z 型フェライトに含まれる Ba を Sr に半分置換すると Co は結晶内で比較的均一に分布するが、全てを Sr に置換すると Co は局在化する。磁気モーメント方位は Ba を Sr に半分置換しても c 面方向を保持し透磁率を損なわないのに対し、全てを Sr に置換すると c 面から大きく外れ透磁率が減少する。結晶内で Co が均一に分布していると磁気モーメントは c 面に沿い、 c 軸方向の異方性磁界が小さくなることで透磁率は大きくなる。

以上のように、本論文は焼成プロセスや組成が Co_2Z 型フェライト結晶中の Fe と Co の分布や磁気モーメント方位、さらには実用特性である透磁率に及ぼす効果を詳細に議論している。これらの知見はより優れた特性を有する電磁波遮蔽材料を設計するうえでの指針となり、構築が進むユビキタスネットワーク社会において懸念される電磁波環境問題の解決に役立つなど、工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。