

Title	Studies on Preparation and Magnetic Properties of Rare Earth Intermetallic Compounds
Author(s)	泉, 宏和
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3128997
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	いづみ 泉 ひろ 宏 かず 和
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13097 号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用化学専攻
学位論文名	Studies on Preparation and Magnetic Properties of Rare Earth Intermetallic Compounds (希土類金属間化合物の合成と磁気特性に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 足立 吟也 教授 池田 功 教授 米山 宏 教授 大島 巧 教授 野村 正勝 教授 松林 玄悦 教授 福住 俊一 教授 野島 正朋

論文内容の要旨

本論文は、次世代の永久磁石材料として注目されている希土類-遷移金属間化合物の新規な合成方法と、その磁気特性に関する研究をまとめたものであり、緒論、本論5章、および結論からなっている。

緒論では、これまでに実用化がなされている、あるいはこれからなされようとしている希土類系永久磁石材料の長所および短所を示すとともに、本研究の目的と意義、およびその背景について述べている。特に、サマリウム-鉄-窒素系化合物の実用化において、解決すべき問題点について詳述している。

第1章では、希土類-遷移金属間化合物の合成において、原料の高価な希土類金属の一部を、希土類酸化物からより安価に得ることができる希土類炭化物に置き換えた、新規な合成プロセスを開発し、そのプロセスで得られる希土類-遷移金属間化合物が、従来の手法で得られるものと同等の結晶のおよび磁氣的性質を有していることを見い出している。

第2章では、サマリウム-鉄-窒素系化合物の微粉碎に、界面活性剤を添加した有機溶媒を分散媒とする湿式ボールミル粉砕法を適用することで、優れた磁気特性を有する微粉末の得られることを見い出している。

第3章では、第2章で得られたサマリウム-鉄-窒素系化合物微粉末の表面をジェチル亜鉛の光分解で生じる亜鉛金属で被覆することにより、その耐酸化性を著しく改善させることが可能であることを見い出している。さらに、この亜鉛被覆を行ったサマリウム-鉄-窒素系化合物微粉末を用いることによって、これまでに報告されたものの中で、最も大きな最大エネルギー積と、優れた耐酸化性を合わせ持つボンド磁石の作製に成功している。

第4章では、サマリウム-鉄-炭素系化合物における鉄の一部をコバルトで置換することによって、キュリー温度と磁気異方性を改善するとともに、その焼結特性について検討している。特に、 $\text{Sm}_2(\text{Fe}_{0.7}\text{Co}_{0.3})_{17}\text{C}_{0.3}$ は、850 K という十分に高いキュリー温度と一軸異方性を持つ上に、1373 K の高温においても分解することなく焼結することが可能であることを見い出している。

第5章では、非経験的分子軌道計算法の一法である DV-X α 法を用いて、サマリウム-鉄-炭素系化合物およびサマリウム-鉄-窒素系化合物のモデルクラスタについて、その電子状態を計算し、炭素あるいは窒素原子がこれらの化合物の優れた磁気特性に及ぼす影響について考察し、これらの原子が結晶格子を膨張させるだけでなく、結晶内の鉄原子と混成することによりそのバンド構造を変化させ、優れた磁気特性を発現させていることを見い出している。

結論では、以上の研究成果を体系的に述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高性能な永久磁石材料となる可能性を有した希土類-遷移金属間化合物の新規合成プロセスの開発を目的としたもので、主な結果を要約すると以下のとおりである。

- 1) サマリウム-鉄-炭素-窒素系化合物およびネオジム-鉄-炭素-窒素系化合物の合成において、出発原料の希土類金属の一部と炭素とを、希土類酸化物からより安価に得られる希土類炭化物に置き換えることによって、高価な希土類金属の使用量を低減させることが可能であることを見い出している。
- 2) サマリウム-鉄-窒素系化合物の有機溶媒中での湿式ボールミル粉碎において、一般的に広く用いられているアニオン性界面活性剤を添加することにより、粉碎が効率よく進行し、高磁化・高保磁力を有する磁性微粉末を作成することが可能であることを見い出している。
- 3) 優れた磁気特性を有しているながら耐酸化性に乏しいサマリウム-鉄-窒素系化合物微粉末の表面を、液相中あるいは気相中でのジエチル亜鉛の光分解によって生成する亜鉛金属で被覆することにより、その耐酸化性を著しく改善することに成功している。
- 4) ジエチル亜鉛の液相中および気相中での光分解によって生じる亜鉛被膜の形態は、両者の間で大きく異なり、気相中での分解によって得られる亜鉛被膜が、より優れた耐酸化性を有していることを見い出している。
- 5) 亜鉛被膜を行ったサマリウム-鉄-窒素系化合物微粉末を用いることによって、これまでに報告されているうちで最も大きな最大エネルギー積を有するボンド磁石を作製することに成功している。
- 6) 亜鉛被覆を行ったサマリウム-鉄-窒素系化合物微粉末を用いて作製したボンド磁石は、空气中に室温で150日以上長期にわたって放置しても、その磁気特性の劣化は大変小さく、被覆条件を最適化することで、実用に耐えるボンド磁石の作製が可能であることを見い出している。
- 7) サマリウム-鉄-炭素系化合物の鉄の一部をコバルトで置換することによって、そのキュリー温度と磁気異方性が著しく改善され、またその化合物が高温においても分解することなく焼結されうることを見い出している。
- 8) サマリウム-鉄-窒素系化合物およびサマリウム-鉄-炭素系化合物のモデルクラスタについて非経験的分子軌道計算を行い、窒素あるいは炭素原子が結晶格子を膨張させるだけでなく、結晶内の鉄原子と軌道を混成させることによってバンド構造を変化させ、優れた磁気特性を発現させている可能性があることを見い出している。

以上のように本論文は、希土類-遷移金属間化合物系永久磁石材料を対象として、その高性能化について系統的に取りまとめたもので、磁気工学の発展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。