



Title	Studies on Preparation and Magnetic Properties of Rare Earth Permanent Magnet Materials
Author(s)	野口, 健児
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42337
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	野 口 健 児
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 6 2 7 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 13 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科物質化学専攻
学 位 論 文 名	Studies on Preparation and Magnetic Properties of Rare Earth Permanent Magnet Materials (希土類永久磁石材料の作製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
	(副査) 教 授 甲 斐 泰 教 授 大 島 巧 教 授 野 島 正 朋 教 授 小 松 満 男 教 授 城 田 靖 彦 教 授 平 尾 俊 一 教 授 新 原 皓 一 教 授 田 川 精 一 教 授 町 田 憲 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、強力な永久磁石の材料として実用されている希土類－鉄系金属間化合物の $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ および $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 化合物について、既報の被覆技術により処理がなされた希土類永久磁石材料に比べ、耐久性と磁気特性に優れる磁石材料を作製すると共に、処理を施した磁石材料を用いてボンド磁石を試作しその磁石性能ならびに大気中における応用に関する研究をまとめたものであり、緒論、本論5章、および結論から構成されている。

緒論では、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ および $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ の永久磁石材料としての強さと、これまでの応用例を紹介すると共に、本研究の背景、目的、ならびに概要を述べた。特に、従来の酸化防止処理の欠点と本研究における重要性ならびに優位性に関して記述している。

第1章では、 $\text{Sm}_2(\text{Fe}_{0.9}\text{Co}_{0.1})_{17}\text{N}_x$ に対して、湿式ボールミル粉碎ならびに有機金属化合物の光分解を用いた Zn 被覆を行い、高性能磁石粉末を作製することを検討している。その結果、Zn 被覆粉末を用いた樹脂ボンド磁石は、現時点の Sm-Fe-N 系ボンド磁石において最も優れた磁気特性を有し、さらに高い耐酸化性を有することを明らかにしている。

第2章では、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 系ボンド磁石においてバインダーに低融点金属を用いることで、耐久性の改善を検討している。また、バインダーとなる低融点金属を磁石材料表面に有機金属化合物の光分解により供給することで、成形する前に酸化防止被膜として機能させることに成功している。さらに、この低融点金属を被覆した磁性粉末を用いて作製したメタルボンド磁石が高い耐久性を有することを明らかにしている。

第3章では、希土類永久磁石材料に対する被覆方法として金属蒸気収着法を考案し、処理効果を検討している。この手法により、磁石材料は多量の金属で均一に被覆され、耐酸化性が大幅に向上することに成功している。さらに、磁石材料の磁氣的性質が変化することが明らかとなり、その原因について考察を行っている。

第4章では、上章で成果をあげた表面被覆処理を施した $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 微粉末と Nd-Fe-B 系磁性粉末を用いて、更なる高性能化のために異種粉末複合型ボンド磁石の作製を検討している。その結果、異種粉末を混合複合化することで磁性粉末間に磁氣的な相互作用が生じると同時に、ボンド磁石が高密度化することを見いだしている。さらに、この異種粉末複合型ボンド磁石の大気中での耐久性を検討し、それぞれ単独で作製したボンド磁石より耐久性に優れることを明らかにしている。

第5章では、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 微粉末に対する新規な表面改質法として、種々のヒドリドシランを用いて粉末表面と結合

した Self-Assemble 改質膜を形成させることを検討している。表面改質処理を施した磁性粉末を用いたボンド磁石を成形する際の改質膜の役割、ならびに改質後の耐久性を明らかにしている。

結論では、得られた結果について体系的に述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、希土類永久磁石材料の耐久性を改善するために現在までに適用されてきた方法とは異なる新規な表面改質処理を適用することで、材料粉末およびそれを用いたボンド磁石の磁気特性を劣化させる要因である雰囲気中に含まれる酸素源、熱に対する耐久性を付与することを目的としたものであり、主な結果は以下のとおりである。

- 1) $\text{Sm}_2(\text{Fe}_{0.9}\text{Co}_{0.1})_{17}\text{N}_x$ 微粉末を、界面活性剤を含む有機溶媒中で攪拌を行いながら湿式ボールミル粉碎法により作製することで、粒径が均一で凝集が少ない粉末が得られることを明らかにしている。
- 2) $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ の光分解により生成するZn金属で被覆した $\text{Zn}/\text{Sm}_2(\text{Fe}_{0.9}\text{Co}_{0.1})_{17}\text{N}_x$ 微粉末を用いたボンド磁石は、 $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 系において最大の $(BH)_{\max}$ 値 ($186\text{kJ}/\text{m}^3$) を示し、熱安定性ならびに耐酸化性に優れることを明らかにしている。
- 3) $\text{Zn}/\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 微粉末に対して、 $\text{In}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ の光分解により被覆を行うことで、多量のIn金属が表面に析出し、この被膜金属をバインダーとしてメタルボンド磁石を成形することが可能であることを明らかにし、さらに作製したInメタルボンド磁石は、市販の $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 樹脂ボンド磁石より高い $(BH)_{\max}$ 値を示し、耐熱性ならびに耐酸化性に優れることを明らかにしている。
- 4) 密封容器中で気化させたZn蒸気を磁性粉末表面に析出・反応させる金属蒸気収着法を確立し、粉末表面に均一で厚いZn金属被膜を形成させることを明らかにしている。
- 5) $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 粉末は、金属蒸気収着法により処理することで比較的低温で H_c を増加させることができ、また、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 系 HDDR 粉末では、温度安定性を改善できることを明らかにしている。
- 6) 表面被覆処理を施した $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 粉末と $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 微粉末を混合し作製した複合型ボンド磁石は、粉末の配向度が向上することで単独原料のボンド磁石の磁気特性より高い値を示し、さらに成形圧に対する磁気特性の依存が小さいことを明らかにしている。
- 7) 新規な表面改質処理方法として、ヒドリドシランを前駆体とした Self Assembled Monolayer を $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_x$ 微粉末表面に磁気特性を損なうことなく形成させることに成功している。
- 8) ヒドリドシランとしてジフェニルシランを前駆体に用いることで、かさ高いフェニル基をもつジフェニルシランが粉末表面に均一な SAM 膜を形成し耐酸化性が大幅に向上することに加え、有機樹脂との親和性が付与され、樹脂中への分散性が向上することを明らかにしている。

以上のように、本論文は希土類永久磁石の優れた磁気特性を保ったまま、これまで欠点とされてきた耐久性を改善することに成功し、大きな成果をあげている。よって本論文が博士論文として価値のあるものと認める。