

低酸素・微細 Zn 粉末による Sm-Fe-N 系 Zn ボンド磁石の高保磁力化

白岩知己¹, 西島佑樹¹, 松浦昌志¹, 手束展規¹, 杉本諭¹, 庄司哲也², 佐久間紀次², 芳賀一昭²
(¹東北大, ²トヨタ自動車)

High coercive Sm-Fe-N Zn-bonded magnets prepared using Zn fine powders with low oxygen content
Tomoki Shiraiwa¹, Yuki Nishijima¹, Masashi Matsuura¹, Nobuki Tezuka¹, Satoshi Sugimoto¹,
Tetsuya Shoji², Noritsugu Sakuma², Kazuaki Haga²
(¹Tohoku Univ., ²Toyota Motor Corporation)

緒言

高い飽和磁化, 異方性磁場, ならびにキュリー温度を有する $\text{Sm}_2\text{Fe}_{17}\text{N}_3$ 化合物を主相とする Sm-Fe-N 系 Zn ボンド磁石は, 高耐熱ボンド磁石としての利用が期待されている. この磁石の保磁力を向上させるためには, Sm-Fe-N 系粒子表面に現れる $\alpha\text{-Fe}$ を Zn と反応させ非磁性化することで, $\alpha\text{-Fe}$ を低減させる必要がある. そこで, Zn 粉末に含まれる酸素量の低減および Zn 粉末の微細化が考えられ, これによって Zn と $\alpha\text{-Fe}$ の反応促進や組織の均一性向上が期待される. 本研究では, 水素プラズマ金属反応法 (HPMR 法) により低酸素・微細 Zn 粉末を作製し, それを用いて作製したボンド磁石の磁気特性を調べた.

実験方法

HPMR 法を用いて, 水素分圧 $P_{\text{H}_2} = 20\%$, アーク電流値 $I = 100 \text{ A}$ の条件で Zn 粉末を作製した. これと Sm-Fe-N 系粉末をボールミルにより回転速度 150 rpm , 回転時間 30 min の条件で混合し, $15 \text{ wt.}\% \text{ Zn}$ の混合粉末を作製した. また, 比較のため市販 Zn 粉末 (高純度化学社製およびイーエムジャパン社製) を用いて同様の混合粉末を作製した. その後 $2.3 \text{ MA} \cdot \text{m}^{-1}$ の磁場中, 200 MPa で圧粉体を作製し, Ar ガス雰囲気中で $445 \text{ }^\circ\text{C}$, 30 min の熱処理をすることにより Sm-Fe-N 系 Zn ボンド磁石を作製した. 磁気特性は BH トレーサー及び VSM で, また粉末粒径はレーザー回折法ならびに TEM 像より求めた. さらに酸素分析は O/N 分析装置で, 結晶構造は XRD で評価し, 組織は SEM および TEM で観察した.

実験結果

Fig. 1 に, HPMR 法を用いて作製した Zn 粉末の TEM による観察像を示す. Fig. 1 より, 数十~数百 nm の粒径であることが分かり, 200 個の平均値より求めた一次粒子のメディアン径 (d_{50}) は $0.228 \mu\text{m}$ であった. また, この Zn 粉末の酸素量は $0.068 \text{ wt.}\%$ であった. それに対して市販の Zn 粉末の d_{50} は, 高純度化学社製が $3.18 \mu\text{m}$, イーエムジャパン社製が $0.140 \mu\text{m}$ であり, 酸素量はそれぞれ $0.75 \text{ wt.}\%$ および $1.5 \text{ wt.}\%$ であった. 一方, レーザー回折法を用いた粒径評価の結果, 各 Zn 粉末のメディアン径 (D_{50}) はそれぞれ $0.931 \mu\text{m}$, $3.29 \mu\text{m}$, $3.41 \mu\text{m}$ であり, 共に一次粒径より大きかったことから, Zn 粉末は二次粒子を形成していることが分かった.

これら Zn 粉末を用いて Sm-Fe-N 系 Zn ボンド磁石を作製したところ, HPMR 法により作製した低酸素・微細 Zn 粉末を用いたボンド磁石における保磁力は約 33 kOe に達し, 市販の Zn 粉末を用いて作製したボンド磁石と比べ, 高い保磁力を示すことが分かった. さらに, $180 \text{ }^\circ\text{C}$ でも 15 kOe を超える保磁力を有することが分かった.

謝辞

Sm-Fe-N 系粉末をご提供頂きました, 日亜化学工業株式会社様に御礼申し上げます.

また, 本成果の一部は, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構 (NEDO) 委託事業「未来開拓研究プロジェクト/次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発プロジェクト (MagHEM)」ならびに, 科研費 (16K14431) で得られたものである.

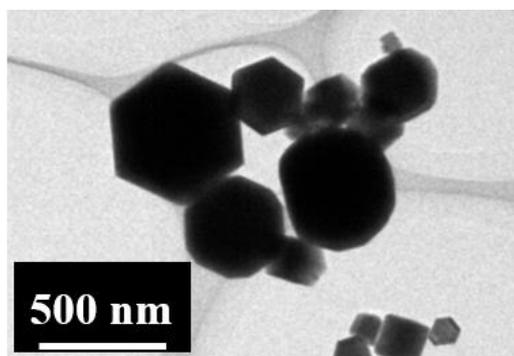


Fig. 1 Transmission Electron Microscope (TEM) image of Zn fine powder fabricated by Hydrogen Plasma Metal Reaction (HPMR) method.