

## Nd リッチ Ga 添加 Nd-Fe-B 磁石の微細組織解析

佐々木泰祐、大久保忠勝、高田幸生<sup>\*\*</sup>、佐藤岳<sup>\*\*</sup>、加藤晃<sup>\*\*\*</sup>、金子裕治<sup>\*\*</sup>、宝野和博  
物質・材料研究機構、株式会社豊田中央研究所<sup>\*\*</sup>、トヨタ自動車株式会社<sup>\*\*\*</sup>

### Microstructure characterization of Nd-rich Ga-doped Nd-Fe-B sintered magnet

T.T. Sasaki, T. Ohkubo, Y. Takada, T. Sato, A. Kato, Y. Kaneko, K. Hono

National Institute for Materials Science, Toyota Central Research Institute, Toyota Motor Corporation

### はじめに

Nd-Fe-B 系磁石において、主相である  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  相のサイズやその配向度、2 粒子粒界に形成される Nd リッチ粒界相は、保磁力の向上を図る上で重要な組織因子であることは良く知られている。最近、Nd リッチ組成で、Ga を添加した Nd-Fe-B 系磁石において高い保磁力が得られることが報告されたが、その要因として、商用の Nd-Fe-B 系磁石にはみられない  $\text{Nd}_6\text{Fe}_{14}$  系の相の粒界 3 重点への形成が示唆されている<sup>(1,2)</sup>。

本研究では、この Nd リッチ Ga 添加 Nd-Fe-B 系磁石中に存在する副相、および 2 粒子粒界に形成される Nd リッチ粒界相の構造、ケミストリーを SEM、TEM を用いて観察し、保磁力向上の要因について検討した。

### 実験方法

供試材として、昭和電工製のストリップキャスト合金( $\text{Fe-24.6Nd-7.87Pr-0.85B-0.13Cu-0.92Co-0.35Al-0.53Ga}$  (wt.%) )を原料合金として用いた焼結磁石を用いた。真空中で  $480^\circ\text{C}$ 、保持時間 1 時間の熱処理を施し、熱処理前後の微細組織を SEM (Carl-Zeiss Cross Beam 1540sB)、TEM (FEI Titan G2 80-200) を用いて観察した。

### 結果

熱処理によって、供試材の保磁力( $\mu_0 H_c$ )は 1.0T から 1.8T まで向上した。焼結まま材において、2 粒子粒界への Nd リッチ粒界相の形成は確認されなかったが、図 1(a)の反射電子像に示す通り、熱処理後の試料の 2 粒子粒界には Nd リッチ粒界相が形成されていた。図 1(a)中の矢印で示す粒界相を、TEM を用いて観察すると、粒界相の幅は約 20nm 程度で(図 1(b))、商用ネオジム磁石において形成されるそれよりも非常に厚い。また、EDS マップ(図 1(c))中の黒線で示した領域から得た濃度プロファイル(図 1(d))からもわかる通り、この粒界相の Nd 濃度は 80at.% と、商用磁石に形成される Nd リッチ粒界相に比べて Nd 濃度が著しく高い。また、この Nd リッチ粒界相は Ia-3 構造を有しており、隣接する Nd リッチ相と同様の構造を有する。よって、熱処理による非磁性の Nd リッチ粒界相の形成が熱処理による高保磁力化の主要因であると結論できる。

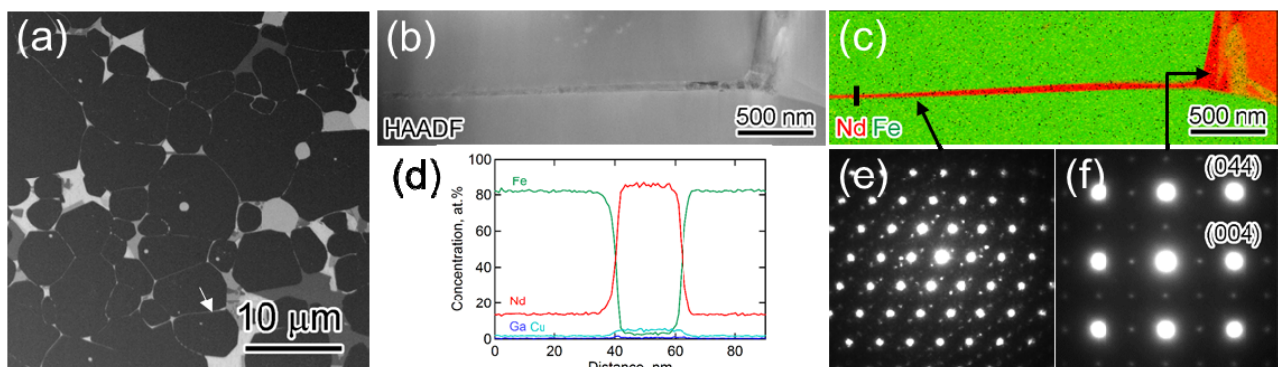


図 1 (a)熱処理材の反射電子 SEM 像、(b), (c): (a)中の矢印で示す Nd リッチ粒界相の HAADF-STEM 像、および Nd, Fe マップ。(d): (c)中の黒線部から得た濃度プロファイル、(e), (f): 粒界相、および Nd リッチ相より得られた電子線回折像。

### 参考文献

- 1) 長谷川ら、粉体粉末冶金協会春季大会予稿集, 202 (2013)
- 2) 山崎ら、日本金属学会春季講演大会予稿集, S7・21 (2014)