

## 粒界拡散法に適した Nd-Fe-B 系焼結磁石の開発

日高徹也、早川拓馬、鹿子木史、馬場文崇、塚本直人、岩崎信  
(TDK(株))

Development of high performance sintered Nd-Fe-B permanent magnet suitable for grain-boundary diffusion process.

T.Hidaka, T.Hayakawa, A.Kakoki, F.Baba, N.Tsukamoto, M.Iwasaki  
(TDK Corp.)

### はじめに

Nd-Fe-B 系焼結磁石において、少ない重希土類元素量で高保磁力が確保できる、いわゆる粒界拡散(弊社名: HAL(High Anisotropy field Layer))法を適用した材料が増加してきた。この方法は、使用する重希土類元素量を削減できるため、高残留磁束密度をも両立させ得、従来実現不可であった高磁気特性を実現できる。一方、通常の Nd-Fe-B 系焼結磁石の生産工程と比較すると、粒界拡散工程が追加されるため、工程コストは増加する。よって、粒界拡散法による磁気特性向上の効果を一層高めることが強く求められている。具体的には、少ない重希土類使用量においてさらに保磁力を向上( $\Delta H_{cJ}$ : プラス値)させるとともに残留磁束密度の低下( $\Delta B_r$ : マイナス値)を抑制することが課題として挙げられる

我々は上記課題に対応した、被拡散磁石(以下、「基材」)の開発を行うことを目的とし、粒界拡散工程適用による磁気特性変化の「基材」依存性を確認し、その違いの原因について検討を行ったので、報告する。

### 実験方法

組成の異なる Nd-Pr-Dy-B-Co-Al-Cu-Zr-Ga-Fe 系の複数の基材を通常の粉末冶金法により作製した。作製した基材を約 14 x 10 x 4mm(配向方向)のサイズに加工したものを Tb 拡散処理に供した。Tb 量は複数の水準とし、拡散熱処理、続いて時効処理を行った。磁気特性評価は BH トレーサにより行った。また、一部のサンプルにおいて、EPMA(Electron Probe Micro Analyzer)や 3DAP(3 Dimensional Atom Probe)により元素分布の確認を行った。

### 実験結果

複数の「基材」に対する拡散実験を行った結果、「基材」により磁気特性変化が大きく異なることが確認された。例えば、サンプル A はサンプル B と比べ、 $\Delta B_r$  小、 $\Delta H_{cJ}$  大の良好な磁気特性変化を示した。その違いの解明の一環として 3DAP を用いて拡散処理後の 2 粒子界面付近の組成確認を行った。その結果を Fig.1 に示す。Cu は主相に固溶せず、粒界で高濃度である<sup>1)</sup>ことから、その領域を 2 粒子粒界層と判断した。両者の厚みは同等であった。一方、Tb は 2 粒子粒界から主相内部に向け漸減している。サンプル B に比べサンプル A では主相外縁部の Tb 濃度が高く、かつ高 Tb 領域の厚みが薄いことが分かった。この結果は上記の磁気特性変化と矛盾しない。

我々は、本検討等を通して得られた結果を反映させ、魅力的な粒界拡散磁石のラインナップ拡充を進めている。

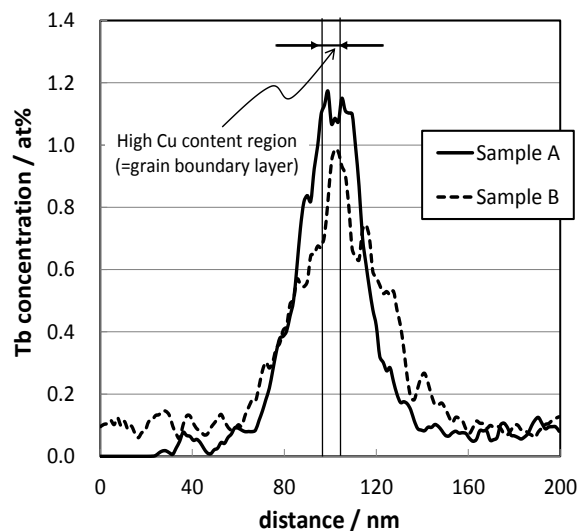


Fig.1 Tb concentration profile of samples near grain boundary after HAL process.

### 参考文献

- 1) A. Sakamoto, T. Hidaka, C. Ishizaka, N. Uchida and A. Fukuno: Trans.Mater. Res. Soc. Jpn. 29 (2004) 1719-1722.