

粒界改質した Nd-Fe-B 系焼結磁石の重希土類成分と磁気特性

町田憲一、難波雅弘、兪 小紅、西尾博明、遠藤政治
(大阪大学)

Heavy Rare Earth Elements and Magnetic Properties of Grainboundary Modified Nd-Fe-B Sintered
Magnets

Ken-ichi Machida, Masahiro Namba, Xiaohong Yu, Hiroaki Nishio, Masaji Endo
(Osaka Univ.)

1. 緒言

Nd-Fe-B 系焼結磁石では、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 主相粒子を取り囲む Nd リッチ粒界相に選択的に高保磁力成分である重希土類元素 (Dy や Tb) を導入すること (粒界改質法) で、高い磁化と保磁力とを兼ね備えた磁石とすることが可能となる[1]。この場合、Dy や Tb をいかに粒界部に均一に導入するかが重要であり、この良否により磁気特性、特に減磁曲線において磁化が急激に低下する部位の曲率 (角型性) に顕著な違いが生じる。特に、導入した Dy や Tb の拡散深さ方向に対する濃度の均一性が保磁力の増加割合の大小と密接に関連すると考えられる。そこで、本研究では Dy-Al 系または Tb-Al 系合金を用いて Nd-Fe-B 系焼結磁石に対して粒界改質処理を施し、磁化、保磁力、角型性などの研磨深さに対する数値の揺らぎについて検討したので報告する。

2. 実験

改質に用いた磁石は信越化学工業(株)製の N52 で、角柱状 ($3 \times 3 \times 2.8$ mm) または円柱状 ($10 \text{ mm}\phi \times 3.5 \text{ mmL}$) の磁石片に切断し有機溶媒で脱脂後、既報[1]に従い改質処理を施した。改質材である Dy-Al 系または Tb-Al 系と Nd を含む Dy-Nd-Al 系または Tb-Nd-Al 系合金は、所定量のそれぞれの単体金属 (純度: 99~99.99%) をアーク溶解することで作製し、精製 Ar 雰囲気中、 950°C で 4 時間加熱後、引き続き 550°C から 600°C で 2 時間アニール処理した。得られた角柱状磁石ではそれぞれの辺に沿って等方的に、また円柱状磁石では高さ方向 L に沿って垂直に各底面を研磨し、これらの磁気特性は超電導式 VSM 装置を用いて室温で測定した。

3. 結果と考察

Nd-Fe-B 系焼結磁石に対して、 Tb_3Al_2 合金粉末を改質材として処理した試料 (この場合は $L=7$ mm の円柱状磁石で、単独の 1 個で測定) 磁気ループ曲線と同微分曲線を、未処理磁石のそれらと併せて図 1 に示す。図から、Tb-Al 系合金の改質により保磁力が効果的に増大する反面、未処理磁石に比べて角型性が幾分低下していることがわかる。これは改質処理により内部に導入された Tb 元素の分布に偏りが起こり、深さ方向に対して保磁力のバラツキが生じたものと推察される。

次に、 $L=3.5$ mm の円柱状磁石 2 個に対して同様に改質処理を行い、上下のそれぞれの底面を同程度研磨した試料の磁気特性を表 1 に示す。ここで、L の大きさは研磨した円柱状磁石 2 個の L 値の合計であり、未研磨の $L=7$ mm からの高さの差が研磨した深さに対応する。表より、研磨することで磁化と最大エネルギー積は幾分上昇したが、保磁力はほぼ同程度であった。また角型性も研磨深さと共に幾分低下した。同様の結果は Dy-Al 系合金等を改質材として使用した場合でも見られた。

参考文献

- 町田、李、金属、78 (2008) 760 など
- 町田、脇、難波、兪、西尾、遠藤、日本金属学会 2017 春期大会、講演番号 S1.16

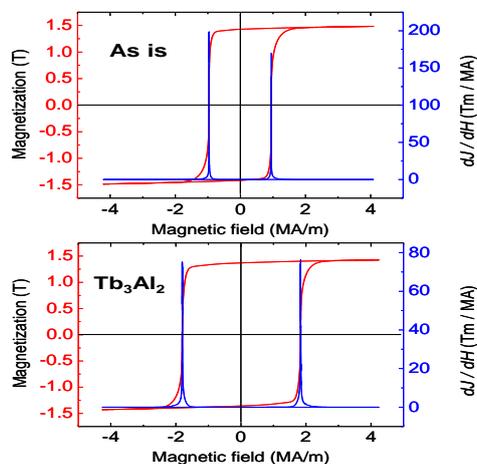


図 1. 改質前および Tb-Al 系合金で改質した円柱状磁石の磁気

表 1. Tb-Al 系合金で改質した円柱磁石の長さ方向 L (研磨深

Sample	Br (T)	H_J (MA/m)	BHmax	H_k/H_J
As-is	1.46	0.969	410	95
Tb3Al2_L7.0	1.32	1.900	339	89
Tb3Al2_L6.6	1.32	1.890	341	88
Tb3Al2_L6.2	1.34	1.890	347	87
Tb3Al2_L5.8	1.35	1.896	347	85