リニア駆動型回転変調磁場を用いた RE123 粒子の 2 軸磁場配向

Bi-axial alignment of RE123 powders by a linear-drive type of modulated rotating magnetic field

京大院エネ科[1]: ○堀井滋[1], 柏木勇人[1], 野津乃祐[1], 木村史子[1], 土井俊哉[1]

Grad. Schl. Energy Sci., Kyoto Univ.[1]

°S. Horii[1], H. Kashiwagi[1], D. Notsu[1], F. Kimura [1], T. Doi[1]

E-mail: horii.shigeru.7e@kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

$REBa_2Cu_3O_y$ (RE123)は、その実用化にクーパー対の対称性や粒間弱結合を考慮した二軸結晶配向組織の形成を必要とする機能物質である。

我々は、RE123の二軸結晶配向法として、回転変調磁場を利用した磁場配向法に着目している。磁場印加側に着目すると、これまでに静止磁場と回転磁場を交互に繰り返す間欠回転磁場を用いて、主にエポキシ樹脂中での RE123 粉末(双晶あり)の配向を行ってきた。また、RE 種によっても二軸配向に必要な磁場強度が異なり、RE=Dy,Er のとき永久磁石レベルの磁場である 1 テスラの間欠回転磁場でも二軸配向することもわかった。

この回転変調磁場を RE 系高温超伝導線材の作製技術として展開するには、連続プロセスに組み込めるようにする必要がある。すなわち、直線的に移動する長尺材料に回転変調磁場もしくは回転磁場を効果的に印加できる磁場印加法の開発が重要となる。

本研究では、配列を工夫した永久磁石からなる配列磁石とこれを直線往復運動させるリニア駆動型回転変調磁場発生装置を開発し、1 テスラ程度で配向可能な高い磁気異方性を有する Dy123 や Er123 粉末を用いて磁場配向を試みた。

2. 結果と考察

通常の固相反応法を用いて、$DyBa_2Cu_3O_y$ (Dy123) および $ErBa_2Cu_3O_y$ (Er123)を合成した。なお、大気中での本焼成プロセス(Dy123 : 960℃、Er123 : 940℃)は圧粉成型したのちに行い、本焼成後は十分に酸素アニールを行った。酸素アニール後、メノウ乳鉢で粉砕したものを磁場配向用の粉末とした。また、市販(TEP 製)の Dy123 粉末および Er123 粉末も利用した。これらの粉末を用いて、粉末:エポキシ樹脂＝1:10 の重量比で混合し、リニア駆動型回転変調磁場発生装置内で、室温にて配向させた。また、エタノールおよびポリビニルブチラールをそれぞれ分散媒と粘性増強剤とした Dy123 スラリーを用いて、配向厚膜の作製も試みた。得られた粉末配向体や配向厚膜の極点図[(103), (005)]から配向状態を調べた。

3. 結果と考察

Figs. 1(a)および 1(b)に、Dy123 用および Er123 用の配列磁石断面の概念図をそれぞれ示す。ここで注意すべきことは断面図の方向である。いずれも配列磁石の直線往復運動は左右方向であるが、Fig. 1(a)は水平方向から見た断面図であり、Fig. 1(b)は鉛直方向から見た断面図である。Dy123 と Er123 で磁化軸が異なるため、超伝導 CuO_2 面を水平方向に揃え、且つ 2 軸配向するよう、磁化軸に合わせた回転変調磁場を発生させる必要がある。なお、磁力線分布は有限要素法(FEMM)による計算結果で得たものである。

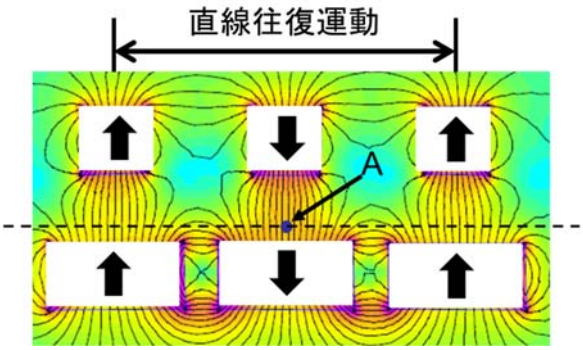
両配列磁石ともに、配列磁石の左右の往復運動に対して、磁力線が均質に存在する領域と磁力線の向きが反転していく領域が存在する。すなわち、配列磁石の直線往復運動させることで、Fig.1(a)および(b)の固定された点 A の位置において、間欠回転磁場に相当する磁場が発生できることになる。ただし、Fig.1(a)では鉛直上方に設置するほど、Fig.1(b)では中央に位置するほど間欠回転磁場の効果が低下する。

当日は、実際に導入した配列磁石の詳細について述べるとともに、最も高い磁気異方性をもつ RE123 物質の一つである Dy123 および Er123 粉末での配向効果について報告する予定である。

謝辞

本研究の一部は、JST・研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP, ステージ I)および科学研究費助成事業(17H03235)の助成によって行われたものである。

(a)



(b)

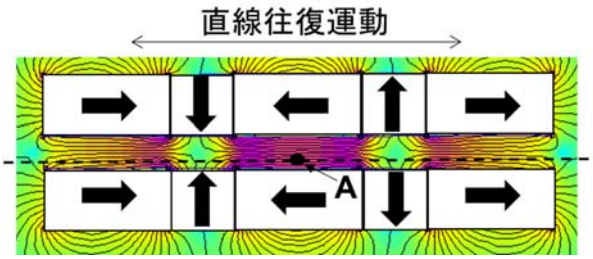


Fig. 1 Schematics of arranged permanent magnets for (a)Dy123 and (b)Er123.