双晶を含む RE123 の二軸磁場配向における高度配向化

Improvement of degrees of orientation

in biaxially magnetic field aligned powder samples of RE123 with twin microstructures

京大院エネ科¹, JST/A-STEP²: ⁰有本樹¹, 堀井滋^{1,2}, 西岡寛広¹, 野津乃祐¹, 土井俊哉^{1,2}

Kyoto Univ.¹, JST/A-STEP²: ^oI. Arimoto¹, S. Horii^{1, 2}, T. Nishioka¹, D. Notsu¹, T. Doi^{1, 2}

E-mail: arimoto.itsuki.67w@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y(RE123)は 90 K 級の高い臨界温度を 有する優れた高温超伝導物質である。しかし、RE123 の実用化には粒間弱結合を考慮した二軸結晶配向 組織の形成が不可欠である。

二軸結晶配向法として、我々は磁場配向法に着目 した。例えば静止磁場と回転磁場を交互に繰り返す間 欠回転磁場の場合、静磁場によって磁場が印加され た方向に第一磁化容易軸が配向し、回転磁場によっ て磁場印加面に対して垂直の方向に磁化困難軸が配 向することで、二軸配向を実現する。磁場配向法で高 い配向度を実現するには、各配向軸間の磁化率(2)の 差(42)が大きいほど有利である。しかし、RE123 では 正方晶-斜方晶転移による(110)双晶面の生成によって 結晶粒レベルでの CuO₂ 面方向の磁気異方性が低下 してしまう。本研究では、1 イオン磁気異方性が低下 してしまう。本研究では、1 イオン磁気異方性が異なる Y, Dy, Er イオンを含み、磁化容易軸が異なる RE123 粉末配向体を、様々な本焼温度や磁場印加条件で作 製することで、高配向度の RE123 を実現する条件を調 べた。

2. 実験方法

RE123 粉末の作製は以下の通りである。まず原料を 混合し、3回仮焼・粉砕を繰り返した後、圧粉成型体を 作製した。その成型体を 920℃もしくは 960℃で本焼し た後、十分に酸素アニールを行い、メノウ乳鉢で粉砕 した。作製した RE123 粉末をエポキシ樹脂と1:10 の 割合で混合し、試料回転方式の間欠回転磁場下で室 温にて硬化させ、粉末配向体を得た。Fig. 1 に間欠回 転磁場の発生方法の概念図を示す。ここで、試料の互 いに直交する各側面をα, β, γ面とする。間欠回転磁 場の発生には、水平磁場(µ0Ha=0.5~10 T)のもと、回 転速度Ω=10~60 rpm での回転工程に、水平磁場が α面に垂直となる際に t1=0~10 秒間停止させる工程を 含めた。RE123 粉末配向体について、XRD パターン から磁化軸(第一磁化容易軸⊥α、第二磁化容易軸 上β、困難軸上γ)を、極点図とロッキングカーブ(XRC) から配向度を決定した。

3. 結果と考察

Fig. 1 で示した間欠回転磁場では、原理的に第一 磁化容易軸がα面、第二磁化容易軸がβ面、磁化困難 軸がγ面の垂直方向に向く。10 T で配向させた粉末配 向体におけるα, β, γ面の XRD パターンから RE123 (RE=Y, Dy)及び Er123 の分子レベルでの各結晶軸方 向の磁化率の大小関係はそれぞれ $\chi_c > \chi_a > \chi_b$ および $\chi_b > \chi_a > \chi_c$ であることがわかった。

Fig. 2に RE123 粉末配向体の(103)極点図から算出

した配向割合 $F \geq \mu_0 H_a$ の関係を示す($\Omega = 60$ rpm, $t_1=2$ sで固定)。なお、Fは(103)極点図全体のX線回 折強度の積算に対する二軸配向粒を表すピークの積 算強度の割合を表している。Fig. 2 より、結晶磁気異方 性の低いY123 に比べて、1 イオン磁気異方性の高い REを含む Dy123 及び Er123 では 1 T 程度の低磁場 でも高い配向度が得られていることが分かった。また、 Y123 粉末の本焼温度を変化させると、高温で作製し た試料においての配向割合が高まる傾向を示した。こ の結果から、RE 種だけでなく、造粒プロセスも、RE123 の高配向を実現する上で重要であることが明らかにな った。

当日は、 $\mu_0 H_a$ 、 Ω 、 t_1 の変化に対する Fの変化を示 すとともに、 $\mu_0 H_a$ 、 Ω 及び t_1 によって制御された配向エ ネルギーと Fの関係についても報告する。

謝辞

本研究の一部は、村田学術振興財団からの助成によって行われたものである。



Fig. 1 Experimental configuration in a modulated rotating magnetic field (MRF).



Fig. 2 $\mu_0 H_a$ dependence of *F* for the magnetically aligned powder samples of RE123.