双晶を含む REBa2Cu3Oy 粉末の磁場配向挙動に与える

酸素アニールの影響

Relationship between Oxygen-annealing process and bi-axial orientation degrees in magnetically aligned REBa₂Cu₃O_y powders with twin microstructure

京大院エネ科: ⁰西岡寛広, 堀井滋, 藤岡祥太郎, 土井俊哉

Grad. Schl. Energy Sci., Kyoto Univ.:°T. Nishioka, S. Horii, S. Fujioka, T. Doi

E-mail: nishioka.tomohiro.67m@st.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

REBa₂Cu₃O_y (RE123)は90 K 級の臨界温度および 磁場中での優れた臨界電流特性を有するが、RE123 の実用化には粒間弱結合を考慮した二軸結晶配向 制御が不可欠である。

我々は物質の結晶磁気異方性を利用した回転変調 磁場(MRF)による二軸結晶配向法に着目した。二軸 磁場配向は各配向軸間の磁化率(χ)の差(Δχ)が大き い程有利となる。しかし、RE123 粒子は斜方晶への構 造相転移に伴いグレイン内に(110)双晶界面を形成 するため、結晶粒レベルでの面内磁気異方性が低 下する。本研究では、アニール条件の違いが双晶組 織を通じた結晶粒レベルでの面内磁気異方性に与え る影響を明らかにするため、二種類の方法でそれぞれ アニールした RE123 粉末の磁場配向挙動を調べた。

2. 実験方法

酸素アニールした REBa2Cu3Oy (RE=Nd, Dy, Er)焼 結体を乳鉢で粉砕し、斜方晶の RE123 粉末を得た。 なお、Nd123, Dy123, Er123 の本焼成温度はそれぞれ 940℃、920℃、910℃とした。酸素アニールの方法とし て、①800℃まで 4h で昇温、次に 350℃まで 90h で降 温、その後350℃で24h保持し炉冷、②450℃に加熱し た炉に予め還元アニールした試料を入れ 350℃まで 10h で降温、その後 350℃で 24h 保持し炉冷、の二種 類を行った。アニール後粉砕して得られた RE123 粉末 (平均粒径:3~6µm)とエポキシ樹脂を1:10の重量比で 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、粉末配向体とした。Fig.1にMRFの一つで ある間欠回転磁場の発生方法の概念図を示す。ここ で、直方体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 Q=60 rpm での回転工 程に、水平磁場がα面に垂直となる際に2秒間停止さ せる工程を含めた。得られた 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⊥β、困難軸⊥γ)を、極点図とロッキン グカーブから配向度を決定した。

3. 結果と考察

10 T の間欠回転磁場で得た粉末配向体における α, β, γ面の XRD 測定を行った。その結果、アニー ル条件によらず二軸配向が実現し、RE123 (RE=Nd, Dy)および Er123 の磁化率の大小関係はそれぞれ $\chi_c>\chi_a>\chi_b$ および $\chi_b>\chi_a>\chi_c$ であった。また Nd123, Dy123 においてはβ, γ面、Er123 においてはα, β面の XRD パターン中に *a* 軸と*b*軸由来の回折ピークが共存し、これは双晶組織をもつ RE123 粒子特有の配向 状態を反映したものと考えられる。

Fig. 2(a)および 2(b) にそれぞれ①, ②の条件でア ニールした Dy123 粉末配向体 (MRF, 10 T) の (103) 極点図を示すが、いずれも二軸配向が実現しているこ とがわかる。一方で、アニール②の粉末配向体の回折 スポットがよりシャープであり、高い配向度を示した。こ の結果から、アニール条件の違いが双晶組織に影響 を与えている可能性がある。

当日は、Nd123, Er123 粉末配向体の配向度やその 印加磁場依存性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 (103) pole figures at α plane for Dy123 powder samples aligned in MRF of 10 T. [(a) annealing process ① and (b)②]