

希土類系高温超伝導体の二軸磁場配向における 印加磁場条件と配向度の関係

Relationship between magnetic field conditions and degrees of orientation on rare-earth-based cuprate superconductors

京大院エネ科: [○]有本樹, 堀井滋, 西岡寛広, 土井俊哉

Grad. Schl. Energy Sci., Kyoto Univ.: [○]I. Arimoto, S. Horii, T. Nishioka, T. Doi

E-mail: arimoto.itsuki.67w@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組織の形成が不可欠である。

我々は物質の三軸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($\Delta\chi$)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、一イオン磁気異方性や磁化容易軸が異なるY, Dy, Erイオンを含むRE123及び双晶構造を含まないY124を様々な磁場印加条件で磁場配向することで、REイオンの違いや双晶構造の有無が磁場配向挙動に与える影響を明らかにした。

2. 実験方法

酸素アニールしたREBa₂Cu₃O_y (RE=Y, Dy, Er)焼結体を乳鉢で粉砕し、斜方晶のRE123粉末を得た。なお、Y123, Dy123, Er123の本焼成温度はいずれも920℃とした。また、Y124はフラックス法によって結晶育成を行った。RE123及びY124粉末とエポキシ樹脂を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($\mu_0 H_a = 0.5 \sim 10$ T)のもと、回転速度($\Omega = 10 \sim 60$ rpm)での回転工程に、水平磁場が α 面に垂直となる際に $t_1 = 0 \sim 10$ 秒間停止させる工程を含めた。得られたRE123及びY124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 $\perp \alpha$ 、第二磁化容易軸 $\perp \beta$ 、困難軸 $\perp \gamma$)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の間欠回転磁場下では、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)およびEr123の分子レベルで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 ab 面内方向の配向度を表す(020)ピーク

のXRCの半値幅($\Delta\omega$)と $\mu_0 H_a$ の関係を示す。なお、 $\Omega = 60$ rpm, $t_1 = 2$ sとした。どの試料も $\mu_0 H_a$ の低下とともに面内配向度が低下した。しかし、RE123の配向度を比べると、一イオン磁気異方性の高い重希土類イオンを含むDy123及びEr123の面内配向度はY123に比べて高くなっていることがわかる。また、Y124とY123の比較から、双晶による面内磁気異方性の低下のため、Y123の配向度が低くなった。

当日は、 $\mu_0 H_a$, Ω , t_1 に対する $\Delta\omega$ 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 $\Delta\omega$ 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。

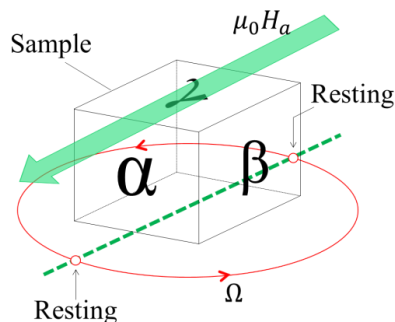


Fig. 1 Experimental configuration in a modulated rotating magnetic field (MRF).

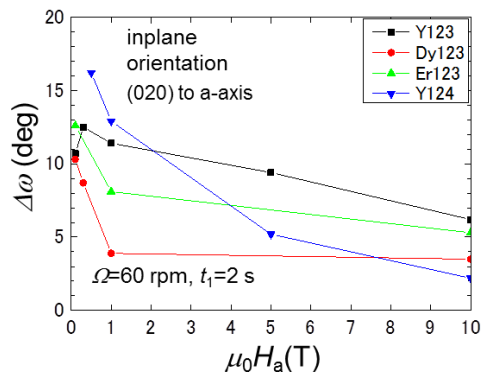


Fig. 2 Magnetic field ($\mu_0 H_a$) dependence of inplane $\Delta\omega$ for the magnetically aligned powder samples of RE123 and Y124.