

回転磁場下での $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ 及び $\text{ErBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ 微結晶の配向挙動

Alignment of microcrystals of $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ and $\text{ErBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ under rotating magnetic fields

京大院農¹, 京大院エネ科² ○木村史子¹, 木村恒久¹, 堀井滋², 有本樹², 野津乃祐², 土井俊哉²

Dept. Agri., Kyoto Univ.¹, Grad. Schl. Energy Sci., Kyoto Univ.²

○F. Kimura¹, T. Kimura¹, S. Horii¹, I. Arimoto², D. Notsu², T. Doi²,

E-mail: kimura.fumiko.7z@kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

$\text{REBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ (RE123) 及び $\text{REBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ (RE124)は高い臨界温度を有する優れた高温超伝導物質である。これらの物質の結晶系は直方晶であるが、RE123 は正方晶-斜方晶転移により、(110)面で双晶を形成している。そのため、結晶粒レベルで磁気異方性が低下している。一方 RE124 は粒子が単結晶からなっている。これらの超伝導物質は 2 軸性結晶であるので、変調回転磁場を印加する事により、3 次元配向(二軸結晶配向)が可能である。この配向手法を用いることにより、超伝導材料としての実用化が見えてくる。

本研究では、RE123 として $\text{DyBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ を RE124 として $\text{ErBa}_2\text{Cu}_4\text{O}_8$ を用いて、その配向挙動を精査し、高配向度の 3 次元配向に必要な磁場印加条件を検討した。

2. 実験方法

Dy123 粉末は、原料を混合し、3 回仮焼・粉碎を繰り返した後、圧粉成型体を得た。空气中 960℃で成型体を本焼し、450～300℃で酸素アニールして結晶粉末を得た。Er124 粉末は、原料を混合し、3 回仮焼・粉碎を繰り返した後、前駆体($\text{Er123}+\text{CuO}$)を得た。その前駆体に KOH を混合し、フラックス法で Er124 の単結晶を得た。Dy123 及び Er124 はメノウの乳鉢で粉碎した後、更にボールミルで粉碎してそれぞれ粉末を得た。

Dy123 粉末及び Er124 粉末を粘度 η が 12 Pa s の液体に懸濁(10%)させて試料とした。その試料を、リガク社製の Rapid Raxis II に設置した磁場印加装置にセットし、配向過程の XRD 像を得た。磁石の磁場強度は 1T であった。試料を磁場下で、静置及び等速回転させ XRD を測定した。X 線線源は $\text{MoK}\alpha$ を用いた。

3. 結果と考察

回転磁場下で回転速度(実際は試料回転速度) ω を変化させて回折測定を行うと、次のような配向挙動を示すことが知られている(1)。回転が非常に遅い場合には磁化容易軸が磁場に追従して回転する(SRR)ため、静磁場配向に近い回折像が得られる。SRR は $\tau\omega \leq 1/2$ を満たしている。ここで τ は磁場配向に要する時間で、式(1)で表される。

$$\tau = 6\eta\mu_0 / (F(D)B^2\chi_a) \quad (1)$$

ここで $F(D)$ は粒形の関数であり、粒形が球では 1 である。回転が速くなると容易軸は磁場に部分的に追従して動く(ARR)ため、静磁場配向からずれ、磁化困難軸の配向がおこる($1/2 < \tau\omega < 2.5$)。更に回転速度が速くなると、容易軸は磁場には全く追従できなくなる(RRR)、即ち完全な回転磁

場条件となる($\tau\omega \geq 2.5$)。RRR 下では、磁化困難軸のゆらぎは回転速度 ω に依存しない。

Fig. 1 に、方位角が 360° で出現する回折点((200), (020), および(0014))の回転速度依存性を示した。このピークは静磁場配向の時に出現する。回転速度が速くなるにつれピーク強度は減少し 1.8rpm でピークはほとんど消失している。ピークが小さくなる 0.6rpm と 1.2rpm がほぼ SRR から ARR に移る転移回転速度と思われる。また、方位角が 90° と 270° に生じる回転磁場配向による回折点の半価幅依存性から ARR と RRR になる転移回転速度は 6~9rpm であることが判明した。従来 $\tau\omega \geq 2.5$ で RRR と考えていたが、 $\tau\omega \geq 10$ 程度になるように、回転速度か粘度を調整して 3 次元配向を試みる必要があることが判明した。これは、

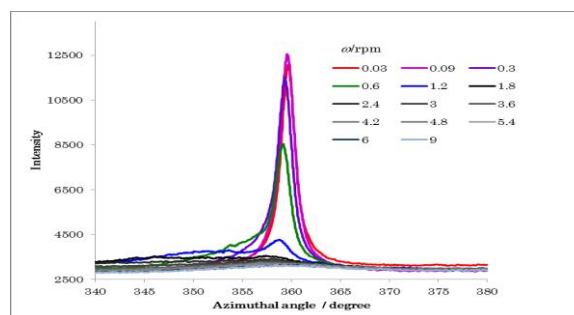


Fig. 1 Azimuthal plot obtained from *in-situ* X-ray measurements of ER124 suspension by changing the rotating speed. 2θ corresponds to diffractions from (200), (020), and (0014).

Dy123 についてもほぼ同じ結果が得られた。今回 3 次元配向の高配向試料を得るためには、従来考えていたより、早く試料を回す必要があることが明らかになった。当日は YEr123 の 3 次元配向条件についても、報告予定である。

謝辞

本研究の一部は、JST・研究成果最適展開プログラム(A-STEP, ステージ I)の助成によって行われたものである。

参考文献

- (1) F. Kimura and T. Kimura, "Magnetically Textured Powders — An Alternative to Single-Crystal and Powder X-ray Diffraction Methods", *CrystEngComm*, in press.