磁場配向 Er124 粒子の回転拡散の研究 **Rotational Diffusion of Er124 powders Aligned under Magnetic Field** 京大院エネ科¹,台湾放射光研究セ²,京大院農³: ⁰木村史子¹,堀井滋¹,有本樹¹,

土井俊哉¹, 吉村政人², 和田昌久³, 木村恒久³

Grad. Schl. Energy Sci., Kyoto Univ.¹, National Synchrotron Radiation Research Center²,

Grad. Schl. Agri., Kyoto Univ.³

[°]F. Kimura¹, S. Horii¹, I. Arimoto¹, T. Doi¹, M. Yoshimura², M. Wada³, T. Kimura³

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

1. はじめに

高い臨界温度を有する超伝導セラミックスである REBa₂Cu₃O_v(RE123)や REBa₂Cu₄O₈(RE124)の結晶 系は直方晶であるので磁場による3次元配向が可能 である。これらの微結晶を 3 次元配向することにより、 実用化に近づく。微結晶の3次元磁場配向を達成した 後、磁場から取り出し配向を固定化する手法は実用化を検討する際に重要な知見となる。今回、配向後の回 転拡散を、Er124 粒子を用いて X 線回折法により検討 したので報告する。

2. 実験方法

○ErBa₂Cu₄O₈ (Er124)単結晶の作製方法¹⁾ Er: Ba: Cu を 1:2:4 のモル比で秤量し、大気圧下で の固相反応法により、800~925℃ で、12 時間程度の 仮焼成を数回行い、(Er123 + CuO)を得た。得られた (Er123 + CuO)と KOH を5:6 の重量比で混合し、蓋 付きのアルミナるつぼに入れ、フラックス法で大気圧下 でEr124 単結晶を育成した。得られた Er124 単結晶を メノウ乳鉢を用いて粉砕した後、粉砕した粉末を更に、 ボールミルを用いて回転数 100 rpm で 30 時間粉砕し て試料を得た

○磁場配向と X 線回折 実験 微結晶を UV 硬 化モノマー(XVL14 協 立化学社製 粘度 12 Pa s)に懸濁させた。1 T を 発生する磁石に試料を セットし、変調回転 (180°毎の間欠回転 stop:0.25 sec、回転速 度:60 rpm)を行った(Fig. 1)。 直ちに SPring-8 の台 湾ビームライン BL12B2



Fig. 1 Sample rotating system under 1-T magnetic field.

に試料を設置して X 線回折実験を行った。波長は 1 Å、オシレーション角 2°、照射時間 1 秒、カメラ長 73.3 mm、CCD 検出器(Rayonix 社製 MX225-HE)を用 いて、約 1700 枚の回折像を得た。

〇データ整理 得られた回折像を 2DP ソフトウエア(リ ガク社製)を用いて、方位角 β に対する回折強度を得た。方位角プロットの $\beta=0^\circ$ のピークを igor ソフトウエ アを用いてガウス分布関数でフィッティングさせ、分散 σ^2 を求めた

3. 結果と考察

Fig. 2 の左に回折像、右に(200)に帰属できるピークの 方位角プロット(濃い青)とそのフィッティング結果(薄い 青)を示した。配向度を示すσは(200)及び(020)で約 となった。1Tの配向で得られる配向度より配向ゆら ぎが大きいのは、サンプルの磁場中心にX線が当たっ ていないためである。

ところで、配向後の回転拡散は式(1)で表される2)。

 $\sigma_1^2 = \sigma_0^2 + 2D_{\text{rot}}t^{------(1)}$ こで、 σ_1^2 及び σ_0^2 は時間t及び0秒での分散で、tは 時間である。また、Drotは回転拡散係数で式(2)で表さ





Fig. 3 σ^2 of the diffraction peaks of the (200) and (020) planes were plotted against the time. The black lines indicate fitting lines. The blue and red lines correspond to calculated lines for particles with a sphere shape.

が、Er124は円板のような形をしており、円板に垂直方 向に c 軸が、板面内に a 軸及び b 軸がある。

Fig. 3 は (200) 及び(020)面の σ^2 を時間に対してプロットした。この近似直線を黒線でした。式(1)からわかるように、その傾きが D_{rot} である。また、青及び赤線はEr124が球状と考えた時の σ^2 をプロットした。これは、式(2)で $a_1 = a_2, F(D) = 1$ として求まる。拡散係数は(200)では 1.77×10⁻⁶、(020)で4.17×10⁻⁶(rad²sec⁻¹)となり、明ら かに形状異方性がある。粒径としてa軸の方が長くb軸 が長い形の円板をしていることが予想される2 また、η=12 Pasの媒体を用いれば 110 分の間に(200) 及び(020)面は 2.1°及び 3.4°しか揺らいでおらず、 磁場から出して 2時間のうちに配向を固定すれば十分

配向が維持されることが分かった 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)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。

References (1)M. Yamaki et al., Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012) 010107. (2) C. Tsuboi et al., J. Appl. Cryst. 49, (2016) 2100-2105.