

REBa₂Cu₄O₈ 単結晶の常圧下合成および三軸磁場配向Tri-axial magnetic alignment and growth in ambient pressure for REBa₂Cu₄O₈ superconductors京大院エネ科¹, 高知工大環境理工²: 堀井滋¹, 山木桃子², 古田守², 土井俊哉¹Kyoto Univ.¹, Kochi Univ. Tech.²: OS. Horii¹, M. Yamaki², M. Furuta², T. Doi¹

E-mail: horii.shigeru.7e@kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

高温超伝導体は層状構造を有し、またクーパー対の対称性から本系の材料化には超伝導を担う CuO₂ 面の面間方向および面内方向を整列させた三(二)軸配向が不可欠である。我々は、このような異方的物性を持つ機能性物質の配向制御技術として、エビタキシー技術を用いない三軸磁場配向技術に着目し、これまでに面内磁気異方性を低下させる可能性のある双晶組織を含まない Y₂Ba₄Cu₇O_{15-y} を用いた三軸結晶配向の原理証明を行ってきた[1]。一方で、回転変調磁場を用いた配向には、磁場配向条件を決める物質側の決定因子である系の磁化軸や磁気異方性の理解が重要となる。希土類(RE)系高温超伝導体の場合、Cu イオンに加えて RE イオンの一イオン磁気異方性が重要な役割を担うが、配向を行う室温における常磁性 RE イオンの磁気異方性は配位子場などの RE イオン周りの局所構造によっても変化する可能性があり、よくわかっていない。本研究では、結晶粒内に双晶構造を形成しない斜方晶であり、近年常圧下での合成が容易に可能となった REBa₂Cu₄O₈ (RE124)に着目した。様々な RE124 の合成をフラックス法で試み、これらの三軸磁場配向から RE124 の磁化軸決定因子を明らかにした。

2. 実験方法

RE124 の合成には、KOH をフラックスとしたフラックス法を用いた。一部の RE124 の合成には、原料として Ba(OH)₂ を用い、仮焼工程を経ずに原料を直接フラックスに溶解させ結晶育成させる手法を取り入れた。得られた RE124 単結晶をボールミルで粉碎した後、エポキシ樹脂と混合して $\mu_0 H_a = 10$ [T]の間欠回転磁場中(Fig.1 参照)で硬化させ粉末配向体を得た。これらの磁化軸及び配向度を、 α 、 β 、 γ 各面の X 線回折(XRD)法及びロッキングカーブ法からそれぞれ決定した。

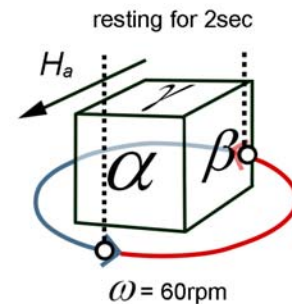


Fig.1 Experimental configuration in a modulated rotation magnetic field.

3. 結果および考察

Ba原料によって生成相の異なる結果の一例として、Fig.2 にRE=Smにおける粉末XRDパターンを示す。なお、いずれも結晶成長温度は700°Cである。Ba源をBaCO₃とし仮焼して得られたSm123+CuOを原料とした場合、生成相は主相としてSm123が得られた。一方、Ba源としてBa(OH)₂を用い仮焼工程を経ずにそのまま原料とした場合、Sm124相がほぼ単相として得られた。RE123+ CuOを原料とした場合、REのイオン半径の増大とともに、RE124相の生成温度領域が狭くなる傾向を示す[2]が、原料の選択により改善が見込めることがわかった。RE=Ndにおいても、123相の混入が起こるものの、Nd124相の育成も可能となっている。当日は、これらの結晶育成の結果に加えて、RE種に依存した磁化軸・三軸磁気異方性について議論する予定である。

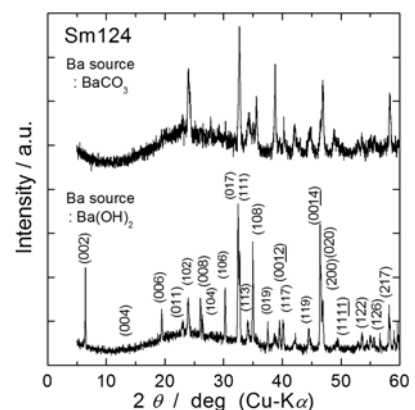


Fig. 2 XRD patterns for two different powdered resultants obtained from the flux method.

【謝辞】本研究の一部は、科学研究費助成事業(24550236)、日本板硝子工学助成会、岩谷科学技術研究助成の援助によって行われた。

【参考文献】[1]Fukushima, Horii *et al.*, APEX 1 (2008) 111701. [2]Yamaki, Horii *et al.* JJAP 51 (2012) 010107.