

Ba-122 多結晶バルクの作製条件の及ぼす微細組織への影響

Influence of preparation condition on microstructure of Ba-122 polycrystalline bulks

東北大学¹, 東京農工大学², 九州大学³ ◯嶋田 雄介¹, 徳田 進之介²,山本 明保², 波多 聡³, 今野 豊彦¹Tohoku Univ.¹, TUAT², Kyushu Univ.³ ◯Yusuke Shimada¹, Shinnosuke Tokuta²,Akiyasu Yamamoto², Satoshi Hata³, Toyohiko J. Konno¹

E-mail: yshimada@imr.tohoku.ac.jp

【緒言】多結晶超伝導バルク体の輸送電流特性は、その組織、特に結晶粒内および結晶粒界といった結晶粒組織に強く依存する。本研究では、多結晶超伝導バルクの中でも臨界磁場が高く、バルクマグネットとしての応用が期待される Ba-122 を対象とし、組織制御による輸送電流特性向上を目指して、まずは作製条件の微細組織へ及ぼす影響について調査を行った。

【実験方法】Ba-122 バルクは、組成が Ba(Fe,Co)₂As₂ : Co ドープ Ba-122 バルクおよび (Ba,K)Fe₂As₂ : K ドープ Ba-122 バルクとなる 2 種類を、原料単体粉末をボールミルによりメカニカルアロイングさせ、焼結を施すことで作製した。Co ドープ Ba-122 バルクについては、ボールミル条件（時間、回転数など）で定義される混合エネルギー E_{BM} を変化させた[1]。このように得られた試料について、各種電子顕微鏡法による組織観察を行った。

【結果と考察】混合エネルギーの異なる Co ドープ Ba-122 バルクにおける TEM 比較観察から、 E_{BM} の増加とともに Ba-122 結晶粒径が微細化していることがわかった。特に、 E_{BM} が比較的高い $E_{BM} = 590$ MJ/kg のときの結晶粒径が 20 nm から 100 nm 程度と、前報の Ba-122 バルク[2]と比較しても非常に細かい組織が形成していることがわかった。また、 E_{BM} が高いほど第二相として (Fe,Co)As 相や BaO 相の形成もみられ、超伝導体積率が低下していることが示唆された。一方で、結晶粒内組織に注目すると、結晶粒径が 100 nm を超えるものでは Fig. 1 に示すような積層欠陥が多数みられた。これは高分解能観察(a)および元素分析(b)-(d)の結果、(Fe,Co)As 層が(001)に沿って欠落したものであることがわかった。また、Kドープ Ba-122 バルクは、同じ焼結条件で作製した Coドープバルクとの比較では結晶粒径に顕著な差がみられない一方で、FeAs 相が Coドープバルクより増加していた。これは、焼結時に K が抜けやすいことに起因することが考えられた。

【謝辞】本研究は JST-CREST(JPMJCR18J4)の支援、並びに JSPS 科研費(JP18K14012)の助成を受けて実施したものである。

[1] 徳田ら、第 66 回応用物理学会春季学術講演会(2018)

[2] Y. Shimada et al., Supercond. Sci. Technol., (2019) DOI: <https://doi.org/10.1088/1361-6668/ab0eb6>

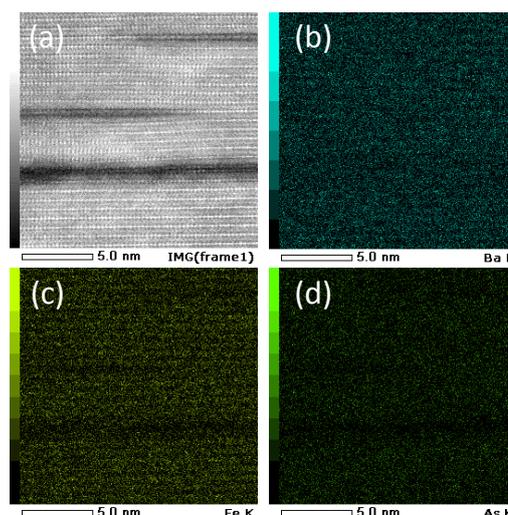


Fig. 1 HAADF-STEM image (a) and SEM-EDS elemental maps (b)-(d) of Co-doped Ba-122 bulk ($E_{BM} = 50$ MJ/kg).