

# 銅酸化物超伝導体、 $\text{MgB}_2$ に対する熱処理前高圧プレス効果

## Effects of High-Pressure Pressing for Cuprate Superconductors and $\text{MgB}_2$ before Heat-Treatment

青学大理工<sup>1</sup>

○下山 淳一<sup>1</sup>, 近藤 真吏<sup>1</sup>, 澤田 百々子<sup>1</sup>, 高木 菜摘<sup>1</sup>, 元木 貴則<sup>1</sup>

Aoyama Gakuin Univ.<sup>1</sup>

○Jun-ichi Shimoyama<sup>1</sup>, Masato Kondo<sup>1</sup>, Momoko Sawada<sup>1</sup>, Natsumi Takagi<sup>1</sup>, Takanori Motoki<sup>1</sup>

E-mail: shimo@phys.aoyama.ac.jp

我々はこれまで銅酸化物超伝導体無配向焼結体の粒間弱結合の改善には、金属組成および酸素組成の不定比性と焼結後の微細組織の制御が重要な因子となることを報告してきた。RE123 や Bi 系超伝導体では金属組成を整数比に近づけることが粒内、粒間の  $J_c$  向上に特に有効であり、このために焼成後の適当な高温、酸素分圧下でのポストアニール過程の追加が必要であることを示してきた。また、有効な電流経路の増大には緻密な焼結体組織の形成が理想ではあるが、緻密化を焼結プロセスに頼ると、RE123 ではクラックが発生しやすく、クラックの発生が無くても超伝導状態での粒間の結合が劣化すること、Bi 系では結晶成長によって逆に空隙が多い組織になりやすいことがわかっている。同様に  $\text{MgB}_2$  では、拡散法で作製する場合を除いて、焼結時に結晶成長が進行しピン止め中心である粒界密度が低下し磁場中の臨界電流特性が劣化する。一方で  $\text{MgB}_2$  線材開発においては、バルク体よりも線材加工過程での緻密な組織形成と高い臨界電流特性が達成されている。以上の背景のもと、本研究では熱処理前の成型過程、特にプレス成型における印加圧力に注目し、Ca ドープ Y123 焼結体と *ex-situ* 法  $\text{MgB}_2$  バルクについて熱処理前にあらかじめ密度を高める効果を調べた。

Ca ドープ Y123 焼結体は、固相反応法で合成した単相の  $\text{Y}_{0.95}\text{Ca}_{0.05}\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  粉末を、錠剤成型器内、または SUS316 管内にて 1 軸プレスした後、空气中、800°C で 24 h 焼成後、780°C、1% $\text{O}_2$ /Ar ガス気流中で 12 h および 400°C から 250°C まで酸素気流中で徐冷することにより作製した。なお、SUS316 管内でプレスした試料は焼成前に SUS 管内から取り出している。 $\text{MgB}_2$  については市販の粉末（フルウチ化学製）を SUS316 管に入れ 1 軸プレスの後両端を封じ、石英管に封入後 900°C で 18 h 焼成した。得られた試料の磁化特性は SQUID 磁束計により評価した。

肉厚 0.4 mm、外径 3.2 mm の SUS316 管を用いることにより 1 軸プレスでも 2 GPa 以上の圧力が印加できるようになった。Fig. 1 に熱処理前に様々な圧力でプレスした Ca ドープ Y123 焼結体の残留磁化法で調べた 20 K における intergrain- $J_c$  と  $\text{MgB}_2$  バルクの 20 K における最大ピン力密度( $F_{p, \text{max}}$ )を示す。図中に示したように、焼成条件が同じでも Ca ドープ Y123、 $\text{MgB}_2$  ともプレス圧が大きいほど相対密度が高くなることが確認できた。さらに、Ca ドープ Y123 の intergrain- $J_c$ 、 $\text{MgB}_2$  の  $F_{p, \text{max}}$  ともにプレス圧の増加に伴い急激に高くなった。さらに Ca ドープ Y123 では焼成条件などの最適化により intergrain- $J_c$  (20 K)は最高 13.6  $\text{kA cm}^{-2}$  に達している。このような劇的な臨界電流特性の改善は単に高密度化だけでは説明できず、高圧プレスによる結晶の破碎や表面劣化層の脱離の影響を含めて原因を検討している。

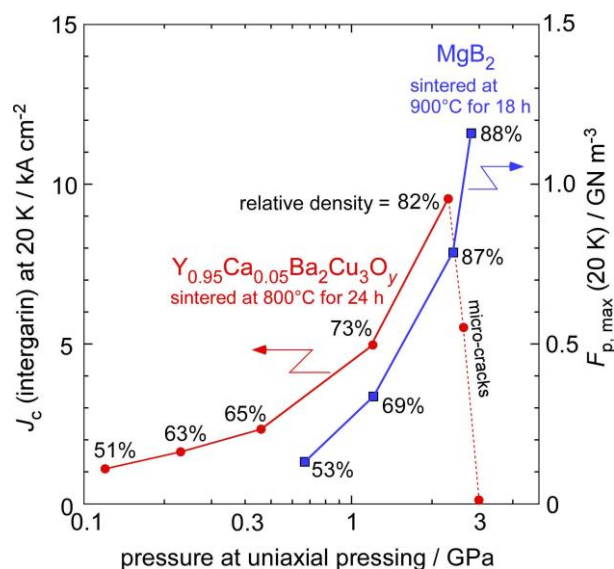


Fig. 1 Relationships between pressure at uniaxial pressing and intergrain- $J_c$  of Y(Ca)123 sintered bulks and  $F_{p, \text{max}}$  of  $\text{MgB}_2$  bulks at 20 K.