

後熱処理による RE123 焼結体の臨界電流特性の制御

Control of Critical Current Properties for RE123 Sintered Bulks by Post-Annealing

東大院工¹ °下山 淳一¹, 廣田 哲也¹, 山本 明保¹, 荻野 拓¹, 岸尾 光二¹Univ. of Tokyo¹ °Jun-ichi Shimoyama¹, Tetsuya Hirota¹, Akiyasu Yamamoto¹, Hiraku Ogino¹,Kohji Kishio¹

E-mail: shimo@sogo.t.u-tokyo.ac.jp

【緒言】銅酸化物超伝導体に対する後熱処理は主に不定比酸素量の調節によるキャリアドーピング状態の制御を目的として行われている。一方、RE123[REBa₂Cu₃O_{7-δ}]では金属組成にも不定比性があり、RE が中軽希土類の場合 Ba サイトを部分置換しやすいほか、最近の我々の研究において、Y123 においても微量ではあるが Y が Ba サイトを置換することがわかってきた[1]。このような RE の Ba サイト置換は超伝導特性の劣化を招くため、これまで中軽希土類の RE123 の合成においては還元雰囲気下での焼成によって CuO_{1-δ}面の酸素量を減らす、つまり Ba サイト周囲の陰イオンを減らすことによって 3 価 RE イオンの置換が抑制されてきた。さらに、Y123 熔融凝固バルクにおいては、還元雰囲気下での後熱処理によっても臨界電流特性が向上することを見出している[2]。以上の背景のもと、我々は後熱処理過程の導入による RE123 焼結体の臨界電流特性改善を試みており、前回は Y123 焼結体の結晶粒間の J_c が 800°C での還元アニールの追加によって向上することを報告した[3]。今回は、不可逆磁場の变化や後熱処理条件について調べた結果も含めて報告する。

【実験方法】RE123 焼結体は、RE₂O₃, BaO₂, CuO を出発原料とし固相反応により作製した。焼結条件も粒間 J_c に大きく影響する重要な制御因子であることから、それを系統的に変えた試料を作製した。これらの焼結体試料について酸素量を調節し、ゼロ磁場下での粒間、粒内の J_c を残留磁化法で調べた後、還元雰囲気下での後熱処理を行い、再び酸素量を調節し、同様な方法により J_c を評価した。また、結晶粒間の不可逆磁場は交流 4 端子法による抵抗率測定によって評価した。

【結果と考察】Y123 については、空气中、890~910°C での焼成によって、ポーラスであるものの質の良い粒間結合を持つ焼結体が得られることがわかった。800°C、酸素分圧 1 kPa の還元アニールを加えることによる J_c の改善は 890, 900°C で焼結した試料において最も顕著で 2~3 倍高くなり、40 K、低磁場で約 1.5×10^3 A/cm² に達した。このような大きな改善は最後に 300°C、酸素気流中で十分に酸素アニールを行った試料においてのみ観測され、キャリアのオーバードーピングも粒間 J_c の改善に大きく寄与することが明らかになった。さらに、Figure 1 に 890°C で焼結した Y123 試料の不可逆磁場に及ぼす還元アニールの効果を示したように、還元ポストアニールの追加による粒間の結合の改善は高磁場域にまで及ぶこともわかった。講演では還元アニール条件による粒間 J_c の変化や、Y123 以外の RE123 焼結体における後熱処理の臨界電流特性に及ぼす効果についても報告する。

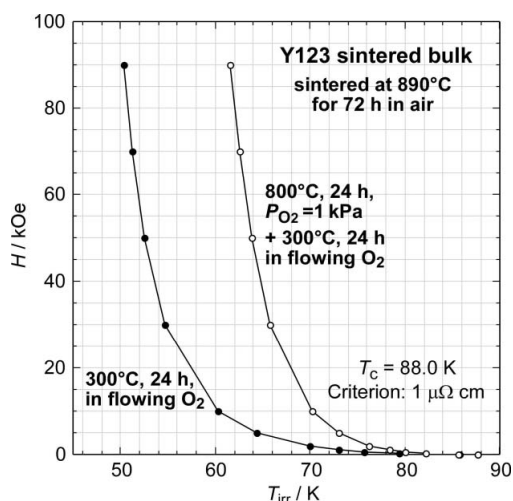


Fig. 1 Improvement of irreversibility lines of Y123 sintered bulks by addition of the reductive post-annealing process at 800°C under $P_{O_2} = 1$ kPa.

[1] H. Kaku et al., *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, **21** (2011) 2745-2748.

[2] T. Akasaka et al., *IEEE Trans. Appl. Supercond.*, **21** (2011) 2706-2709.

[3] 下山淳一ほか、2012 年秋季応用物理学会 11p-A1-19.