

バイオテンプレートによる $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ マイクロワイヤの作製及び機能性検証

岩竹翼, 村田陽, 松本裕介, 的場正憲, 神原陽一
(慶應大学)

Synthesizing and verifying the function of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ micro-wire with biotemplate.
(Keio Univ.)

緒言

生体鋳型合成によるバルク超伝導体の作製は、前駆体物質と生成物質の均質性が高く、マイクロスケールでの加工が可能である[1]. 2009年, D.Walshらはデキストランを生体鋳型とした合成により作製した $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (YBCO)マイクロワイヤの磁化測定により超伝導転移を報告した[2]. 一方、磁気センサとして用いられる超伝導量子干渉素子(SQUID)のデバイス応用において、超伝導マイクロワイヤは素子材料として有用である[3]. そこで、生体鋳型合成法による YBCO マイクロワイヤの超伝導体としての応用可能性を広げるため、生体鋳型により作製された YBCO マイクロワイヤの輸送特性と、形状における昇温速度依存性を明らかにする。

方法

$\text{Y}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (Strem Chemicals), $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (Sigma Aldrich), $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$ (Sigma Aldrich)を化学量論比で秤量し、純水と混合攪拌した。その溶液に Dextran ($\text{H}(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_x$)[1] (Sigma Aldrich) を加え再度攪拌した後、試料をファイバ状に伸張した。伸張後に大気中で乾燥させた。乾燥後、 920°C で4時間熱処理をした。この時、昇温速度を $0.1\sim 30^\circ\text{C}/\text{min}$ で変化させ、9個の試料を合成した。 $0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ で焼成した試料について X線回折(XRD)にて結晶相の同定を行なった。また、各試料について走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて表面構造の観察を行なった。撮影した SEM 像を ImageJ[4]を用いて各ワイヤの形状を測定し、昇温速度と形状の関係を調べた。

結果と考察

XRD 測定の結果、いずれの試料も直方晶系 YBCO 結晶相を持つ。 $0.1^\circ\text{C}/\text{min}$, $30^\circ\text{C}/\text{min}$ で焼成した試料の SEM 像を Fig. 1 に示す。また、撮影した SEM 像から ImageJ を用いて測定した試料の長さの平均値および、直径の平均値と昇温速度の関係を Fig. 2 に示す。Fig. 2 よりマイクロワイヤの形状には昇温速度依存性がある。

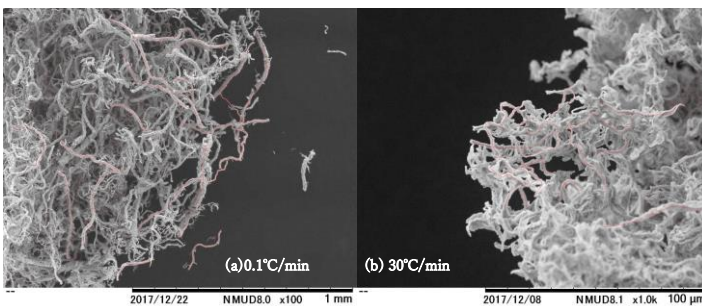


Fig. 1 SEM images of YBCO micro-wire calcined by (a) $0.1^\circ\text{C}/\text{min}$ and (b) $30^\circ\text{C}/\text{min}$. Red lines indicate the points that are measured with ImageJ.

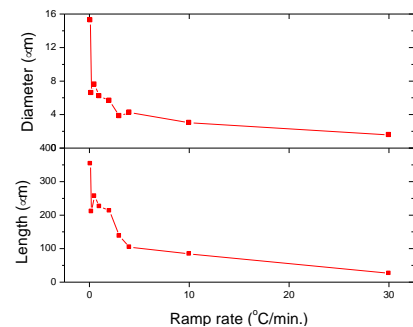


Fig. 2 Diameter and length of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ micro-wire versus ramp rate.

参考文献

- 1) S. R. Hall *et al.*, Supercond. Sci. Technol. **25**, 035009, (2012).
- 2) D. Walsh, *et al.*, Supercond. Sci. Technol. **22**, 015026, (2009).
- 3) C. Carr, *et al.*, Supercond.Sci.Technol.**11**, 1317-1322, (1998).
- 4) W. S. Rasband, ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>, (1997-2012)