

共置換した $Y_{1-x}Ca_xBa_{2-y}Sr_yCu_4O_8$ の超伝導特性Superconducting properties of co-substituted $Y_{1-x}Ca_xBa_{2-y}Sr_yCu_4O_8$

東北大工 °五十右 理乃, 佐藤秀孝, 川股 隆行, 野地 尚, 加藤 雅恒

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ., °A. Imigi, H. Sato, T. Kawamata, T. Noji, M. Kato

E-mail: ayano.imigi.t1@dc.tohoku.ac.jp

銅酸化物超伝導体 $YBa_2Cu_4O_8$ は、ブロック層の CuO 二重鎖から O が抜けにくいいため、伝導面である CuO_2 面の静電ポテンシャルの乱れが小さく、高い T_c が期待できる。実際に 12 GPa 下では T_c は 108 K を示す[1]。しかしながら、常圧下での T_c は 80 K に留まっている。これは CuO_2 面のホール濃度が不足しているためである。先行研究によると、全ホール量を増加させる Y/Ca 置換によって、 T_c が 90 K まで向上する[2]。また、ブロック層の縮小により CuO 二重鎖から CuO_2 面にホールを移動させる Ba/Sr 置換によっても、 T_c は 90 K まで向上する[3]。そこで我々は、これらの置換を同時に行うことにより CuO_2 面のホール濃度をさらに増加させ、 T_c の変化を調べた。

本研究では KOH 熔融法と固相反応法の 2 つの手法で多結晶試料 $Y_{1-x}Ca_xBa_{2-y}Sr_yCu_4O_8$ ($x = 0 - 0.2, y = 0 - 0.2$) を作製した。 KOH 熔融法では、 Y_2O_3 、 BaO_2 、 CuO 、 $CaCO_3$ 、 $SrCO_3$ を化学量論比通りに混合した粉末に KOH を加え、空气中 $650^\circ C$ で 24 時間加熱し反応させて試料を得た。固相反応法では、 Y_2O_3 、 $Ba(NO_3)_2$ 、 CuO (粒径 50 nm 未満)、 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 、 $Sr(NO_3)_2$ を化学量論比通りに混合し、酸素中 $800^\circ C$ で 24 時間の焼成を 6 回繰り返して試料を得た。

それぞれの作製手法で得られた $x = 0.1$ かつ $y = 0.1$ の共置換試料における粉末 X 線回折像を Fig.1 に示す。 KOH 熔融法で作製した試料は、未反応の原料等が不純物相として析出する一方で反応性の高さによりシャープなピークが得られた。固相反応法で作製した試料は、単相だが反応性の低さからピークがブロードであった。またいずれの作製手法でも $T_c \sim 90K$ となった。先行研究より $x = 0.1$ [2]または $y = 0.1$ [3]でも $T_c \sim 90 K$ であり、共置換によって T_c が向上しなかった。その原因を当日考察する。

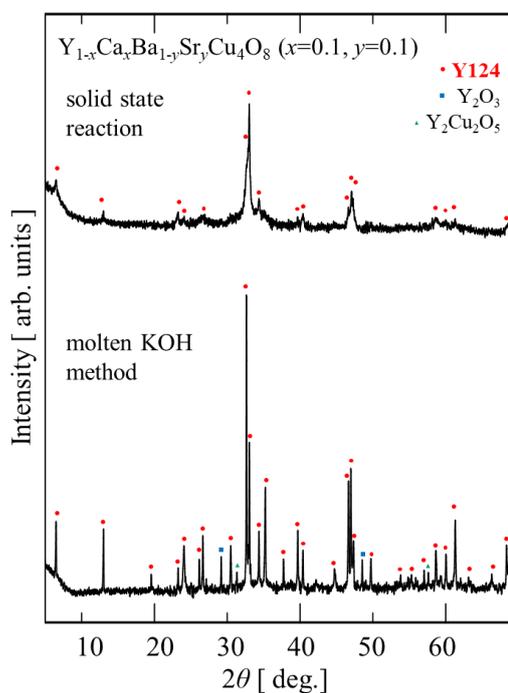


Fig. 1. Powder X-ray diffraction patterns for $Y_{1-x}Ca_xBa_{1-y}Sr_yCu_4O_8$ ($x=0.1, y=0.1$) obtained by the two kinds of synthetic methods.

[1] E. N. Van Eenige *et al.*, *Physica C* **168**, 482 (1990).

[2] T. Miyatake *et al.*, *Nature* **341**, 41(1989).

[3] Y. Miyachi *et al.*, *Jpn. J. Appl. Phys.* **58**, 070906 (2019).