

TSFZ 法による BSCCO 系単結晶の育成

Single Crystal Growth of BSCCO by Using Travelling Solvent Floating Zone Technique

宇都宮大工¹ ○八巻 和宏¹, 村田 健一郎¹, 入江 晃亘¹

Utsunomiya Univ.¹, °Kazuhiro Yamaki¹, Kenichiro Murata¹, Akinobu Irie¹

E-mail: kyamaki@cc.utsunomiya-u.ac.jp

Bi 系高温超伝導体は超伝導を担う CuO₂ 面の枚数に応じ Bi-2201, Bi-2212, Bi-2223 の 3 つの相を取ることが知られている。我々のグループではこれまでに、良質な単結晶が比較的容易に得られる Bi-2212 に着目し、高温超伝導体を用いたテラヘルツ波発振素子[1]やスピン注入素子[2]の開発に取り組んできた。液体窒素温度での超伝導性の活用には転移温度の上昇が望ましく、今回は Floating Zone 炉を用いて Bi-2223 の単結晶を育成したので結果を報告する。

Bi-2223 の結晶成長に関しては陽イオンの組成比を Bi : Sr : Ca : Cu = 2.10 : 1.90 : 2.00 : 3.05 とし、高速スキャンによる高密度化を図った上、0.09 mm/h の育成速度で結晶成長を試みた。この速度は Bi-2223 単結晶の育成に関する過去の良く知られた論文の値 0.05 mm/h [3] に比べ高いが今回は、① Cu の仕込み値を多くすることで Bi-2223 相の析出の促進、② 上下のシャフトの回転速度を 26 rpm と速めることで熔融帯の均一化、を狙った。育成の結果、劈開性を持つ板状の単結晶試料が得られ、その大きさは 1×0.5 mm² 程度と 6×3 mm² 程度の Bi-2212 の場合に比べ小さかった。FZ 法により得られた Bi-2212 および Bi-2223 結晶のエックス線回折測定の結果を Fig. 1 に示す。最近の FZ 法による Bi-2223 単結晶の育成に関する報告[4]とは異なり、0.09 mm/h まで結晶成長速度を速めても育成中盤以降において Bi-2223 相を主相とする単結晶が育成可能であることが示唆された。しかしながら Bi-2223 相に Bi-2212 相がインターグロースしている可能性は否定できず、今後の検討が必要である。挿入図に Bi-2223 単結晶の面内輸送特性の温度依存性を示す。超伝導転移温度は $T_{c-onset}$ で 110 K 程度を示し、電流電圧特性の温度依存性はバルクの Bi-2223 相を示唆した。今後は高温超伝導エレクトロニクスを実現する基板材料としての Bi-2223 単結晶の確立を目指し、*c* 軸輸送特性の評価、並びに育成した結晶のポストアニールによる特性変化に関して評価を進めていく。

[1] D. Oikawa *et al.*, IEEE Trans. on Appl. Supercond. **23** (2013) 1500604

[2] A. Irie *et al.*, IEEE Trans. on Appl. Supercond. **25** (2015) 1800404

[3] T. Fujii *et al.*, J. Crystal Growth **223** (2001) 175

[4] A. Maljuk *et al.*, Crystals **6** (2016) 62

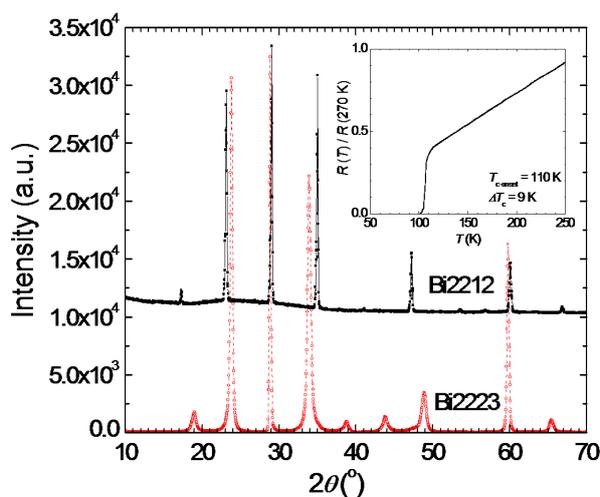


Fig. 1 X-ray diffraction patterns of Bi2212 and Bi2223 single crystals. (Inset) *R-T* characteristic of as-grown Bi2223 single crystal.