

Bi2212 単結晶を用いた THz 波発振素子の材料評価に関する研究

Study of material evaluation for THz wave emitters made of Bi2212 single crystals

筑波大数理物質¹, 阪公大 IQMC², KEK 物構研 PF³, 産総研⁴, NIMS⁵

○ 柏木隆成^{1,2}, 中尾裕則³, 前島健太郎¹, 小林未来¹, 榎本裕樹¹, 山内悠希¹,

葛見佳彦¹, 大坪健人¹, 石田茂之⁴, 永崎洋⁴, 茂筑高士⁵, 南英俊¹

Univ. of Tsukuba¹, Osaka Metropolitan Univ.², PF IMSS KEK³, AIST⁴, NIMS⁵

○ T. Kashiwagi^{1,2}, H. Nakao³, K. Maeshima¹, M. Kobayashi¹, Y. Enomoto¹, Y. Yamauchi¹,

Y. Kuzumi¹, T. Otsubo¹, S. Ishida⁴, H. Eisaki⁴, T. Mochiku⁵, H. Minami¹

E-mail: kashiwagi@ims.tsukuba.ac.jp

我々は、高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212) の単結晶を用いた小型テラヘルツ波発振素子[1]の開発を行なっている[2]。素子の発振原理は、Bi2212 結晶内の固有ジョセフソン接合における交流ジョセフソン効果である。Bi2212 結晶を $80 \times 400 \times 5 \text{ } \mu\text{m}^3$ 程度のチップ状に成形し、超伝導転移温度 T_c 以下で、結晶チップ内の固有ジョセフソン接合に電圧を印加することで、電磁波の発生が可能である。現在は、素子の性能向上を目指し、Bi/Sr の組成比 x や酸素量 δ を調整した結晶を準備し、 T_c , 格子定数, 素子の臨界電流や発振特性といったパラメータの相関を調べている[3,4]。その際、結晶の配向性や格子定数の均一性といった結晶性の評価において、放射光施設(PF KEK)の X 線を用いている。本発表では、結晶チップの結晶性の評価における最近の試みを報告するとともに、評価結果の活用法等を議論する。

図 1 には、評価に用いた結晶チップの光学写真(a)と、そのチップを異なる条件で熱処理した後に得た 0026 付近の回折強度の 2 次元マッピングを示した。図には、同一のチップを何度か減圧下で熱処理した後(b)と、その後に何度か大気中で熱処理後(c)の状態を示した。図において、回折スポットの縦・横方向の広がり、それぞれ 4 軸回折計の χ 及び 2θ 方向の広がりに対応する。X 線は、 $\sim 80 \times 400 \times 5 \text{ } \mu\text{m}^3$ 程度の結晶チップ全体に照射されているため、得られた回折強度はチップ全体の状態を反映している。図より、 255°C 程度の比較的低温の熱処理でもチップ全体の χ 方向の広がりを抑制する効果があることが確認できる。このような情報は、加工後の結晶チップの熱処理条件の最適化に活用できるのではないかと考えている。

- [1] L. Ozyuzer *et al.*, Science **318**, 1291 (2007).
- [2] T. Kashiwagi *et al.*, IEIEC Trans. on Electronics **E106.C**, 281 (2023).
- [3] S. Nakagawa *et al.*, J. Appl. Phys. **133**, 163904 (2023).
- [4] M. Nakayama *et al.*, J. Appl. Phys. **135**, 073902 (2024).

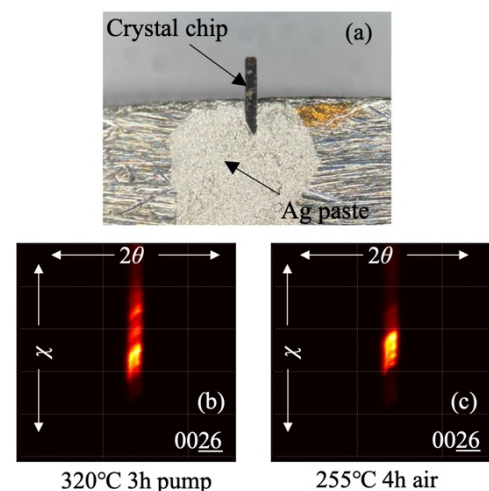


Fig.1 (a) Optical phot of a crystal chip. (b),(c) Diffraction intensities around 0026 for different annealing conditions.