

結晶背面から給電する高温超伝導テラヘルツ波発振素子

High- T_c superconducting terahertz emitting device powered from the crystal back
筑波大数理物質¹, 筑波大ABES R&Dセンター²

○南英俊¹, 楠瀬慎二¹, 齋藤佑真¹, 湯原拓也¹, 桑野玄気¹, 永山佳苗¹, 柏木隆成¹, 辻本学¹, 門脇和男²

Univ. of Tsukuba¹, Univ. of Tsukuba ABES R&D Center²

°H. Minami¹, S. Kusunose¹, Y. Saito¹, T. Yuhara¹, G. Kuwano¹, K. Nagayama¹, T. Kashiwagi¹, M. Tsujimoto¹, and K. Kadowaki²

E-mail: minami@bk.tsukuba.ac.jp

高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{Ca}_1\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212) はジョセフソン接合が $1 \mu\text{m}$ あたり 667 層積層した結晶構造をしており、各接合で生じる交流ジョセフソン電流をメサ構造による共振効果によって位相同期させることで、単色で連続なテラヘルツ波を得ることができる[1]。2007 年の発明以来長い間研究されてきた素子は単結晶表面をメサ型に加工したもので、メサ部が振動電流発生源、共振器とアンテナを兼ねるものであった。最近、我々は共振器とアンテナの機能をメサ部から切り離れた素子の開発を進めてきた[2-4]。これにより、メサの形、サイズや数だけでなく、共振器とアンテナの種類や数に自由度が生まれる。本発表では、この成果を発展させてテラヘルツ波放射出力の向上を目指すために、結晶表面の全面を発光母体として有効利用できるよう下部電極を結晶背面に配した素子の開発を行っているので報告する。

結晶背面から給電するために、本研究ではBi2212単結晶をサファイア基板にはんだ付けする技術を開発した。その性能を評価するため、Bi2212単結晶を基盤としてもつ従来型のメサ型素子を作製した。メサ部は $80 \times 400 \times 3.0 \mu\text{m}^3$ のサイズをもつ直方体である。図1に、定電流源スイープで測定した60Kにおける電流電圧特性と、放射電磁波を0.02 srの立体角で同時測定した際のホットエレクトロンボロメータの出力を示す。発振周波数は $80 \mu\text{m}$ 幅のメサから期待される0.46 THzであった。残留抵抗 2.5Ω は金-はんだ合金によるものと考えており改良が必要と考えるが、メサ上面から排熱しない従来型素子にも関わらず70 Kまでテラヘルツ波放射が起こり、排熱性は優れていることがわかる。この技術を使い、共振器とアンテナの機能をメサ部から切り離れた素子の開発を進めている。結晶表面の全面に円形メサを78個周期的に並べ並列に接続した素子を作製した。テラヘルツ波放射を観測できているが、現状では発振は弱い。実験の詳細については当日報告する。

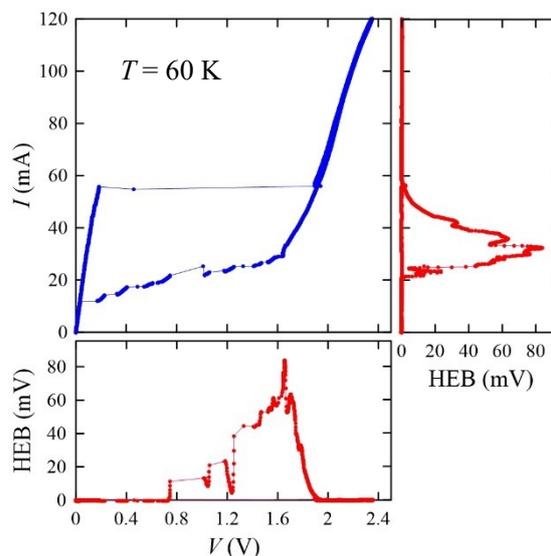


図 1

[1] L. Ozyuzer *et al.*, *Science* **318** (2007) 1291.

[2] Y. Ono *et al.*, *Phys. Rev. Applied* **12** (2020) 064026.

[3] 大野ら, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 13a-B406-3 (2020).

[4] 南ら, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 9p-Z27-21 (2020).