

希塩酸法で作製された $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ スタックの THz 帯電磁波放射特性の幾何学依存性 Geometrical Dependence of EM Wave Emission from a $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ Stack Made by a Dilute Hydrochloric Acid Method

長岡技術科学大学 極限エネルギー密度工学研究センター¹, 電気電子情報工学専攻²,
物質材料研究機構³, 情報通信研究機構⁴

○小瀧 侑央¹ 加藤 孝弘², H. B. Wang³, 羽多野 毅³, 川上 彰⁴, 鈴木 常生¹, 中山 忠親¹, 末松 久幸¹, 新原 皓一¹

Y. Kotaki¹, T. Kato², H. B. Wang³, T. Hatano³, A. Kawakami⁴, T. Suzuki¹, T. Nakayama¹, H. Suematu¹ and K. Niihara¹

¹Extreme Energy-Density Research Institute, Nagaoka University of Technology

²Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, Nagaoka University of Technology

³National Institute for Material Science

⁴Advanced ICT Research Institute, National Institute of Information and Communications Technology

E-mail: †k_yukio@etigo.nagaokaut.ac.jp

高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ (Bi-2212) 固有接合スタックから THz 帯の電磁波が放射される現象が発見され、電磁波を放射する為にはスタックを空洞共振器としたときの共振周波数とジョセフソンの発振周波数が一致すること重要であると考えられている[1]。THz 発振器の高周波化を目指すためには固有接合スタックの共振器長を短くする必要がある。

現在、固有接合スタックの多くは物理エッチングを用いた加工によって作製されており、我々の知る限りスタック端部が垂直な素子の作製例は無い。したがってスタックの上部と下部の共振器長は異なり各接合の共振周波数に差が生じる。固有接合スタックの共振器長を短くした場合には、共振周波数の差がより顕著に現れ、各接合の振動電流の位相が同期しない可能性があるが未だその影響は検証されていない。

一方、我々はこれまで化学反応を利用した希塩酸法[2]を用いた Bi-2212 固有接合スタックの作製法について研究を進めてきた。希塩酸法によって作製される固有接合スタックの端部は垂直であることと電磁波放射を確認したので報告する。

Bi-2212 単結晶上に $80\mu\text{m} \times 300\mu\text{m}$ のレジストパターンをフォトリソグラフィを用いて形成した。その単結晶片を pH1.65, 20°C の希塩酸溶液中に 9 分間、浸漬させることで固有接合スタックを作製した。作製した固有接合スタックの光学写真と端部の SEM 像を Fig. 1 に示す。作製したスタックのサイズは $59\mu\text{m} \times 279\mu\text{m}$ 、 Bi-2212 の(001)面に対してほぼ垂直であった。また接合数は 600 であった。液体ヘリウムで 26K に冷却した固有接合スタックに直流バイアスを印加しその電磁波応答を Si ボロメータで検知した。その結果を Fig. 2 に示す。スタックに 730mV 印加された時にボロメータが強く応答しておりスタックから電磁波が放射されたことを示唆する。また真空中の光速の値 C_0 、共振器長 $W=59\mu\text{m}$ 、印加電圧 $V=730\text{mV}$ 、接合数 $N=600$ を用いて共振周波数 f_r とジョセフソン発振周波数 f_J それぞれ計算すると $f_r=599\text{GHz}$, $f_J=587\text{GHz}$ とほぼ一致する。

希塩酸法を用いて端部が Bi-2212 の(001)面に垂直・平行である固有接合スタック作製に成功した。電磁波放射特性を測定した結果、共振周波数とジョセフソンの発振周波数がほぼ一致することがわかった。講演では端部の角度を変えた場合、発振特性に及ぼす影響について議論する。

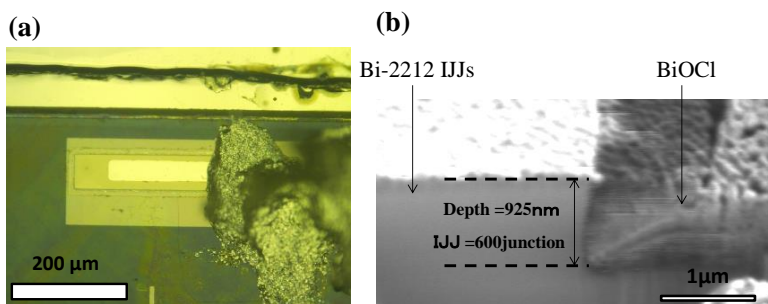


Fig. 1 作製した固有接合スタックの
(a)光学顕微鏡写真
(b)断面 SEM 像

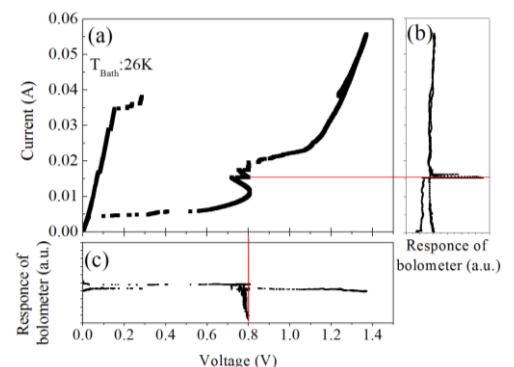


Fig. 2 希塩酸法で作製した Bi-2212 スタックの
(a) IV 特性
(b)電流に対する Si ボロメータ応答
(c)電圧に対する Si ボロメータ応答

参考文献

- [1] L. Ozyuzer *et al.*, Science, vol. 318 (2007) pp.1291-1293.
[2] H. Ishida *et al.*, Physica C, vol.412 (2004) pp.1406-1409.