

Bi₂Sr₂CaCu₂O_y 固有接合から放射されるテラヘルツ波発振周波数の接合数及び面積依存性 Dependence of THz oscillation frequency on the number and the area of Bi₂Sr₂CaCu₂O_y intrinsic Josephson junctions

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, 電気系², 情報通信研究機構³

○小瀧 侑央¹, 西方 翼², 川上 彰³, 加藤 孝弘², 安井 寛治², 鈴木 常生¹, 中山 忠親¹, 末松 久幸¹, 新原 皓一¹

Y. Kotaki¹, T. Nishikata², A. Kawakami³, T. Kato², K. Yasui², T. Suzuki¹, T. Nakayama¹,
H. Suematsu¹ and K. Niihara¹

Extreme Energy-Density Research Institute, Nagaoka University of Technology¹,
Dept. Electrical Engineering, Nagaoka University of Technology²
National Institute of Information and Communications Technology³

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

L.Ozyuzer らによって直流バイアスした Bi-2212 固有接合から THz 電磁波放射が観測されて以来, 多くの研究グループによって研究が進められてきた[1]. これまでの報告では, 概ね $300 \times 100 \times 1 \mu\text{m}^3$ 程度と大きな固有接合においてジョセフソン発振周波数と接合の幾何学的共振周波数が一致した時に高強度の電磁波放射を生じることが明らかにされている. 一方で, 固有接合列の同期現象に必要な接合寸法条件を明らかにした研究は我々の知る限り見当たらない. 本研究では, 接合間の同期と接合寸法の関係を明らかにするために従来の研究と比較し, 接合数が少なく, かつ小さな接合面積の場合に焦点を絞り実験を行ったので報告する.

Bi-2212 単結晶は自己フラックスを用いて作製した. 素子作製には希塩酸法(pH1.65)[2]による両面加工によって同一単結晶内に Bi-2212 固有接合を利用した発振素子と検出素子を作製した[3]. この時, 検出素子は発振素子から絶縁層 (BiOCl) を介して $20 \mu\text{m}$ 離れて配置した. 発振素子の電磁波放射特性は, 液体窒素中において発振素子へ印可する直流電流を掃引し検出素子のゼロ電圧電流 ($I_{c0\text{det}}$) の変化を観測することで評価した. 発振素子の面積制御は, 放射特性測定後に接合端部を FIB 法によってトリミングすることで行った.

Fig.1 に異なる面積 ($W \times L \times d = 17.2 \times 88.8 \times 0.11 \mu\text{m}^3$, $17.2 \times 44.0 \times 0.11 \mu\text{m}^3$, $17.2 \times 18.7 \times 0.11 \mu\text{m}^3$) をもつ発振素子の電磁波放射特性を液体窒素中で調べた結果を示す. この結果より L を短くするにつれ検出素子のゼロ電圧電流 ($I_{c0\text{det}}$) が極小値の時(最大抑制点)の V_{osc} が高電圧側にシフトすることが解る. Fig.2 に $1/L$ に対する最大抑制点の発振器電圧 V_{osc} の依存性を示す. Fig.2 より発振器電圧 V_{osc} は $1/L$ に対し線形に増加することがわかった.

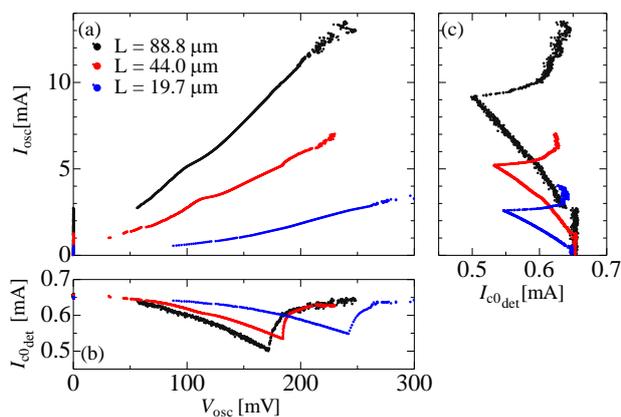


Fig.1 発振素子の V-I 特性と検出素子応答

- (a): 発振器電圧 V_{osc} -発振器電流 I_{osc} 特性
- (b): 発振器電圧 V_{osc} -検出器ゼロ電圧電流 $I_{c0\text{det}}$ 特性
- (c): 検出器ゼロ電圧特性 $I_{c0\text{det}}$ -発振器電流 $I_{c0\text{det}}$ 特性

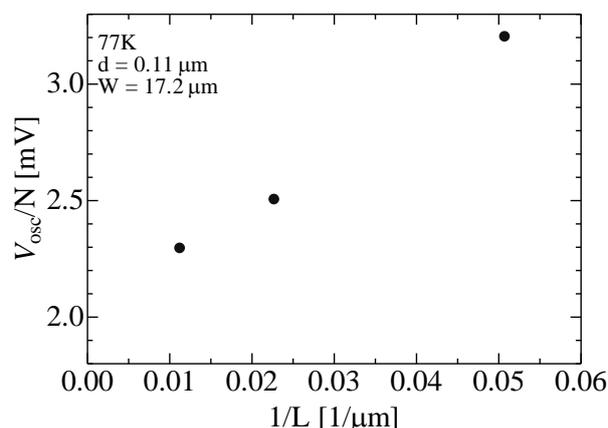


Fig.2 最大抑制点での発振器電圧 V_{osc} の L 依存性

参考文献

- [1] L. Ozyuzer *et al.*, Science, vol., 318(2007) 1291.
- [2] H. Ishida *et al.*, Appl. Phys. Lett., vol. 86 (2005) 122503.
- [3] T. Kato *et al.*, IEEE Trans. Appl. Supercon., vol. 21(2011) 172.