

高温超伝導テラヘルツ波発振素子の高出力化

Power enhancement of the high- T_c superconducting terahertz emitter

筑波大数理物質, °南英俊, 大野雪乃, 村山一哉, 田邊祐希, 中村健人,
楠瀬慎二, 今井貴之, 太田隆晟, 桑野玄気, 金子陽太, 中川駿吾,
柏木隆成, 辻本学, 門脇和男

Univ. of Tsukuba, °H. Minami, Y. Ono, K. Murayama, Y. Tanabe, K. Nakamura,

S. Kusunose, T. Imai, R. Ota, G. Kuwano, Y. Kaneko, S. Nakagawa,

T. Kashiwagi, M. Tsujimoto, and K. Kadowaki

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

高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212)はジョセフソン接合が原子レベルで天然に積層 (670 層/ $1\mu\text{m}$) した構造 (固有ジョセフソン接合系) をしている。固有ジョセフソン接合系をメサ状に加工し空洞共振周波数を揃えることで、各接合で発生する交流ジョセフソン電流の位相同期動作が誘起され、容易に検出できるレベルの強度 (~数十 μW) をもつ単色の連続テラヘルツ波が得られる [1, 2]。その高い超伝導転移温度 ~90 K と大きな超伝導エネルギーギャップ ~60 mV によって、従来の金属超伝導体では不可能な液体窒素での動作 [3] と 2 THz を超える周波数での発振 [4] が可能である。しかしながら、発振出力はまだ不十分であり、その高強度化が最大の課題である。

発振強度、発振線幅や放射分布に関するこれまでの研究結果から [5]、我々は、ジョセフソン接合間の同期動作は十分発達おらず、また、現在の構造は電磁波放射に適した構造にはなっていないと推測した。そこで、メサ部と超伝導体基盤部の電気的整合性をコントロールすることでジョセフソン接合間の協調動作を促進させると同時に電磁波放射効率を上げる構造を検討し、メサ部の外部に構造体を作り込む新しい試みを始めた。サファイア基板に貼った Bi2212 単結晶上に、幅 80 μm 長さ 350 μm の矩形メサ状素子を作製し、その周りの超伝導体基盤部にスロットを複数配置した素子において、当研究室比でこれまでの最高値の 2.3 倍 (~80 μW) の発振出力を得た。図 1 は、フーリエ変換赤外分光計を用いて 7.5 GHz の分解能と 4 回の平均化で測定した発振スペクトルである。室温動作の TGS 焦電センサーを検出器として用いて、このレベルの信号が得られる。詳細は当日報告する。

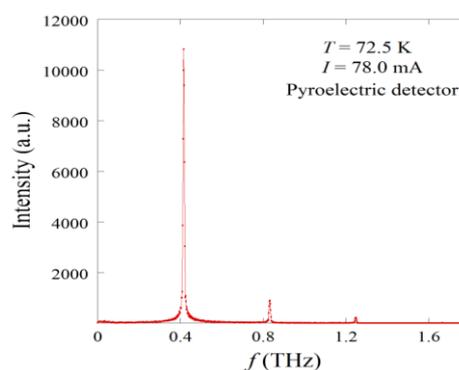


図 1

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

[2] S. Sekimoto, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **103** (2013) 182601.

[3] 南英俊他: 応用物理学会2014年春季大会18p-D1-17, & 応用物理学会2014年秋季大会18p-A21-5.

[4] T. Kashiwagi, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **107** (2015) 082601.

[5] T. Kashiwagi, *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 010113.