

高温超伝導テラヘルツ波発振素子アレイの研究

Study of arrays of the high- T_c superconducting terahertz emitting devices

筑波大数理物質, °南英俊, 村山一哉, 小守優貴, 中村健人, 大野雪乃, 湯浅拓実, 田中大河,
田邊祐希, 今井貴之, 太田隆晟, 桑野玄気, 金子陽太, 鍾俊蘭,

柏木隆成, 辻本学, 門脇和男

Univ. of Tsukuba, °H. Minami, K. Murayama, Y. Komori, K. Nakamura, Y. Ono, T. Yuasa,

T. Tanaka, Y. Tanabe, T. Imai, R. Ota, G. Kuwano, Y. Kaneko, J. Zhong,

T. Kashiwagi, M. Tsujimoto, 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)の固有ジョセフソン接合系をメサ状構造に加工し DC バイアスを印加することにより、接合間で協調したジョセフソン電流を励起し単色の連続テラヘルツ波発振を得ることができる[1]。高温超伝導体 Bi2212 の大きな超伝導エネルギーギャップ ~ 60 meV と高い超伝導転移温度 ~ 90 K によって、従来の金属超伝導体では不可能な周波数 ($0.7\sim 2$ THz)での発振 [2]と液体窒素冷却での動作 (0.43 THz まで) [3]が可能となっている。しかしながら、発振素子にとって最も重要な特性である発振強度が現状では最大でも数十 μW であり、その向上が最大で喫緊の課題である。発振強度は協調して動作するジョセフソン接合数の 2 乗に比例するため、厚いメサ状構造が研究されている。また、Klemm らはメサ構造の下に広がる超伝導 Bi2212 基盤部を取り除いた Stand-alone 型メサ構造を提案した[4]。しかしながら、これまでのところ期待されるような飛躍的な発振強度の向上は確認されていない[5]。

我々は、発振強度を向上させることを目的としてメサ構造のアレイ化を研究している。これまで、Bi2212 基盤上に平行に並べた 2 つのメサ素子を直列接続することで周波数の引き込み現象[6]、3 つのメサ素子を個別にバイアスし調整することで発振強度が $3^2=9$ 倍となる現象[7]が確認されている。最近になりメサ部で発生するジュール熱の除熱性を高める構造が開発されたため[2, 3]、より大きなアレイの作製を試み、メサ素子間の電磁的結合を強める構造、バイアスの方法などを模索している。これまでのところ期待されるような成果は得られていないが、これまでで最高レベルの発振出力を観測したので、講演では現状を報告する。

- [1] L. Ozyuzer, *et al.*: Science, **318** (2007) 1291. [2] T. Kashiwagi, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **107** (2015) 082601.
- [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.
L. Y. Hao, *et al.*: Phys. Rev. Applied **3** (2015) 024006. H. Minami, *et al.*: J. Phys. Condens. Matter **28** (2016) 025701.
- [4] R. A. Klemm and K. Kadowaki: J. Phys. Condens. Matter **22** (2010) 375701, & J. Supercond. Nov. Magn. **23** (2010) 613.
- [5] 山本卓他：日本物理学会2010年秋季大会26aXP-9. T. Kitamura, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **105** (2014) 202603.
- [6] N. Orita, *et al.*: Physica C **470** (2010) S786. H. Minami, *et al.*: IEICE Trans. Electron. **E95-C** (2012) 347.
- [7] T. M. Benseman, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **103** (2013) 022602.