

固有ジョセフソン接合素子アレイを用いたテラヘルツ波発振器の開発

Development of THz Emitters consisted of Array of IJJ Devices

筑波大数理物質¹, QuTech, Delft Univ. of Technology², 筑波大学 ABES R&D センター³

○柏木 隆成¹, 今井 貴之¹, 桑野 玄気¹, 大野 雪乃¹, 中川 駿吾¹, 志津 友幸¹, 金子 陽太¹,

楠瀬 慎二¹, 中山 繭¹, Kim Jeonghyuk¹, 山本 卓², 辻本 学¹, 南 英俊¹, 門脇 和男³

Univ. of Tsukuba¹, QuTech, Delft Univ. of Technology², Univ. of Tsukuba ABES R&D Center³,

○T. Kashiwagi¹, T. Imai¹, G. Kuwano¹, Y. Ono¹, S. Nakagawa¹, T. Shizu¹, Y. Kaneko¹, S. Kusunose¹,

M. Nakayama¹, J. Kim¹, T. Yamamoto², M. Tsujimoto¹, H. Minami¹, K. Kadowaki³

E-mail: kashiwagi@ims.tsukuba.ac.jp

我々は、銅酸化物高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212)の固有ジョセフソン接合(IJJ)を利用したテラヘルツ波発振器の開発を行っている。これまでの研究により、固有ジョセフソン素子の動作時におけるジュール熱が、発振の強度や周波数帯などに大きく影響を与えることが明確になった[1, 2]。そこで、固有ジョセフソン素子の排熱性を高めた発振器構造の開発を進めてきた。これにより、従来構造に比べ数倍高い電圧を固有ジョセフソン素子に印加できるようになり、発振の出力や周波数帯域を向上させることに成功した [3,4]。その結果、現状では、2 THz を超える発振や、数十マイクロワットレベルの発振が得られるようになっている。この高排熱構造の最大のメリットは、従来構造に比べ、得られる周波数帯が大きく広がったところである。例えば、円盤状の一つの固有ジョセフソン素子では、0.5~2.4 THz 程度の周波数帯域が、固有ジョセフソン素子の環境温度を調整することでカバーできる。現在は、これらの素子性能の安定化と、発振出力の向上を中心課題として研究を進めている。

本発表では、発振出力向上のための素子構造の改良についての現状を報告する。発振出力の向上への取り組みとして、固有ジョセフソン素子に含まれるジョセフソン接合の総数を増やすこと及び固有ジョセフソン素子のアレイ化の2つの観点から開発を進めている。図1には、素子アレイ化の一例として、2つの固有ジョセフソン素子の単独メサ構造 ($80 \times 400 \times 5 \mu\text{m}^3$ 程度) を、高排熱サンドイッチ構造[4]で支持している様子を示す。従来のサンドイッチ構造では、複数の単独メサ構造を均等に保持することが困難であったが、周辺構造を改良することで、上記の問題を解決できるようになった。発表では、これらの詳細について報告する。

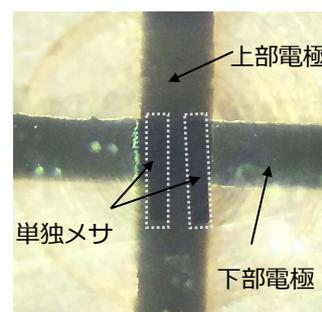


図1 単独メサ構造のアレイ素子の一例

[1] H. Minami *et al.*, Phys. Rev. B **89**, 054503 (2014).

[2] C. Watanabe *et al.*, J. Phys.: Condens. Matter **26**, 172201 (2014).

[3] T. Kashiwagi *et al.*, APL **106**, 092601 (2015).

[4] T. Kashiwagi *et al.*, SUST **30**, 074008 (2017).