

誘電体共振器による Bi2212-THz 波発振器の高出力化の検討

Investigation of higher power of Bi2212-THz oscillator with dielectric resonator

筑波大学数理物質¹, 産総研²

○齋藤佑真¹, 南英俊¹, 菊池隆太¹, 中川駿吾^{1,2}, 山口啄弥¹, 山田将太郎¹, 榎本裕樹¹,
鈴木祥平¹, 辻本学^{1,2}, 柏木隆成¹

Univ. of Tsukuba¹, AIST²

○Y. Saito¹, H. Minami¹, R. Kikuchi¹, S. Nakagawa^{1,2}, T. Yamaguchi¹, S. Yamada¹, Y. Enomoto¹,
S. Suzuki¹, M. Tsujimoto^{1,2} and T. Kashiwagi¹

E-mail: s2120332@s.tsukuba.ac.jp

高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212)単結晶をメサ状構造に加工した素子に DC 電圧を印加することで、単色テラヘルツ(THz)波の連続放射が得られる[1]。Bi2212 内には $1\ \mu\text{m}$ 当たり 667 層のジョセフソン接合が内包されており、THz 波放射は、交流ジョセフソン効果により各接合に生じた高周波電流が、メサ状構造による共振効果により位相同期することで生じる。THz 波技術の産業応用には mW レベルの出力をもつ高品質光源が必要と考えており、Bi2212-THz 波発振器の高出力化と特性の向上に向け研究を行っている。2022 年春季の講演では、Bi2212 メサ上部にアルミナ板を載せた素子から極めて指向性の高い THz 波放射が得られ、この現象はアルミナ板が誘電体共振器アンテナとして振る舞うことに起因することを報告した[2]。我々はこのようなアルミナ板がもつ共振器としての振る舞いを、THz 波放射の高出力化に活用できると考えている。例えば、Bi2212 メサとアルミナ板はそれぞれ固有の共振周波数をもつことから、両者が整合するように共振器構造を適切にデザインすることで、THz 波が効率よく伝搬し高出力化が期待できる。そこで本研究では、有限要素法解析ソフトウェア COMSOL Multiphysics による電磁界シミュレーションを活用してアルミナ板の構造を調整し、実際の素子構造に反映して評価を試みたのでその結果を報告する。

図 1 に COMSOL にて作成した Bi2212-THz 波発振器のシミュレーションモデルを示す。Bi2212 基盤上の中央に $80 \times 300 \times 2\ \mu\text{m}^3$ の矩形メサを配置し、その上部に、放射出力が最大になるように立体形状を調整したアルミナの構造体を載せている。矩形メサの長辺方向の両側面に給電点として集中ポートを設定し、逆位相、同振幅で励振した。図 2 に各励振周波数における放射出力の計算結果を示す。比較のため、従来の $1.0 \times 1.0 \times 0.5\ \text{mm}^3$ のアルミナ板を載せた素子における結果を示した。図 2 より、アルミナ板の構造を調整することで、矩形メサの固有周波数 0.45 THz における放射出力の向上が確認できる。この結果を基に、実際にアルミナ板を加工した発振素子を作製し、THz 波放射の測定実験を行った。実験結果と構造の調整に関する詳細については当日議論する。

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

[2] 南他：応用物理学会 2022 年春季大会 23p-D215-14. 齋藤他：応用物理学会 2022 年春季大会 23p-D215-15.

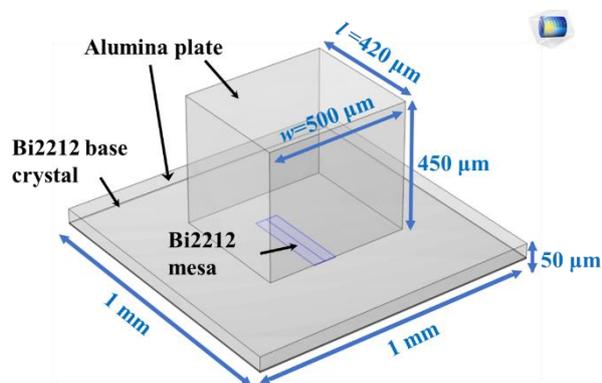


Fig.1 COMSOL simulation model of Bi2212-THz oscillator with an adjusted alumina plate.

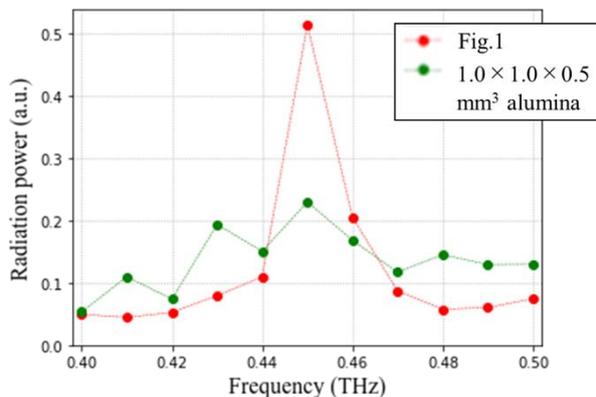


Fig.2 Calculation result of radiation power at each excitation frequency.