Bi2212 メサアレイでの相互同期テラヘルツ発振現象における周波数同調解析

Analysis of Frequency Entrainment of Mutual Synchronous Terahertz Oscillation in Bi2212 Mesa Array

小林亮太 [1]、巴山 顕 [1]、藤田秀眞 [1]、○掛谷 一弘 [1]（京大院工 [1]）

R. Kobayashi[1], K. Hayama[1], S. Fujita[1], I. Kakeya[1] (Kyoto Univ. [1])

E-mail: kobayashi.ryota.86a@sy.kyoto-u.ac.jp

高温超伝導体 $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$（Bi2212）は、結晶内部に超伝導層と絶縁層の積層構造を有しており、単結晶メサ構造に電圧を印加することで交流ジョセフソン効果と空洞共振効果に起因するテラヘルツ帯の電磁波を放射する[1]。また、同一結晶基板上に形成した複数のメサを同時に動作させることでより強力な発振を得ることができることが知られており[2]、2 つのメサの並列バイアスでの発振電磁波偏光測定から、2 メサでのジョセフソン振動が超伝導基板を介して相互同期しているという直接の証拠が得られている[3]。この現象がどのような結合機構によって実現されるかを知ることは、超伝導多体同期現象の解明だけでなく、実用テラヘルツ光源の実現のために極めて重要である。

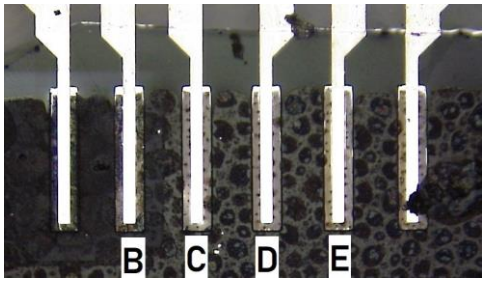

Fig 1. Microscope photo of terahertz oscillator with mesa array

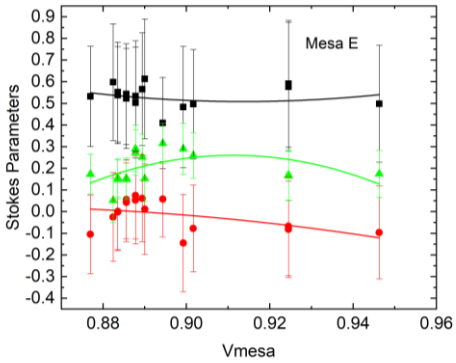

Fig 2. Second order polynomial approximation of Stokes parameters

実験的に観測された単独発振状態の重ね合わせとして同期発振時の偏光特性を再現することには困難が伴う。なぜなら、一般に同期発振する二つの振動子は相互作用によって周波数の引き込みの影響を受け、それぞれの振動子の発振状態が単独駆動時の発振状態から外れるためである。本解析では、図 1 に示したメサアレイ構造を持つテラヘルツ発振器における単独メサ発振時の偏光特性を測定バイアス点の近傍へと自然に拡張するために、ストークスパラメータの 2 次までの電圧変数多項式近似を行った。結果は図 2 のようになる。離散的な点が連続量に拡張されたことにより、同期発振時の偏光特性を単独発振状態の重ね合わせとしてより精緻に再現することが可能になる。この結果を利用してジョセフソン振動子に相互同期をもたらすメサ間の相互作用について, 周波数引き込みと位相同期に着目した議論を行う。

[1] I. Kakeya and H. Wang, *Supercond. Sci. Technol.* **29**, 073001 (2016)

[2] T. M. Benseman, et al., *Appl. Phys. Lett.* **103**, 022602 (2013)

[3] M. Tsujimoto, et al., *Phys. Rev. App.* **13**, 051001 (2020)

© 2021年 応用物理学会