固有ジョセフソン接合を用いたテラヘルツ波発振素子のアレー化に向けた Bi-2212 メサのキャビティモードの検討

Investigation of cavity modes in Bi-2212 mesas for arrays of Terahertz-wave oscillators using intrinsic Josephson junctions

防衛大　電気電子 ○江口哲平，立木隆，内田貴司

National Defense Academy, ○Teppei Eguchi, Takashi Tachiki, Takashi Uchida

E-mail: teguchi0122@gmail.com

はじめに　$Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ 固有ジョセフソン接合 (Bi-2212 IJJ)を用いたテラヘルツ波発振素子は発振周波数の可変性を有するが，単体素子の放射出力が数十 μW と低い問題がある。そのため素子のアレーによる高出力化の研究がなされている[1]。一方，単体素子の放射パターンが素子内のキャビティモードにより変化するため[2]，アレー化により放射出力を有効に電力合成するには特定のキャビティモードを励起する必要がある。モード制御はバイアス電圧により可能なため，バイアス範囲の広い素子が望ましい。本研究では，*I*−*V* 特性のブランチ間の跳び電圧が高いアンダードープ Bi-2212 IJJ を用いた素子の発振特性からキャビティモードを検討した。

実験および結果　フラックス法で成長したas-grown単結晶から素子をいくつか製作し，その中で臨界電流密度の低い素子をアンダードープ試料とみなした。Fig. 1上図は，Arイオンミリング（加速電圧700 V, イオン電流密度1.1 mA/cm^2, エッチング時間80分）で製作した幅80 μm, 長さ120 μmの矩形メサ型素子の25 Kにおける*I*−*V*特性である。図中の横軸は接触抵抗分の電圧を差し引いている。約5.5 mAの臨界電流I_cは、我々の製作した同寸法のアンダードープ試料のI_cの半分以下であるため, 更にアンダードープであることがわかる。また，Fig.1下図は，同素子からのテラヘルツ波放射を検出したボロメータの検出電圧のバイアス電圧依存性である。バイアス電圧0.81 Vで約25 mVの検出電圧の大きなピークとその前後でいくつか小さなピークが観測された。そのうち大きなピーク上のバイアス点＃1とそれよりも高バイアス側のブロードな小さなピーク上の＃2において、周波数スペクトルから発振周波数がそれぞれ458 GHzと519 GHzであることが示された。これらの周波数と3次元キャビティモデル[2]で計算される共振周波数を比較することにより，バイアス点＃1と＃2におけるキャビティモードがそれぞれ101モードと111モードに対応していることが示唆された。また、各モードに対応した放射ピークのバイアス範囲が、素子にバイアスできる最大電圧1.12 Vよりも十分低く、このことはアレー化に有用であると考えられる。【謝辞】本研究はJSPS科研費 JP17K06367の助成を受けたものである。

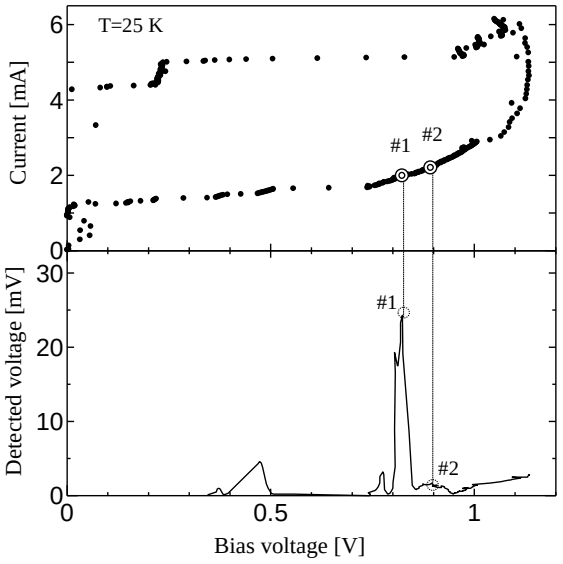

Fig. 1: *I*−*V* characteristics and bias voltage dependence of detected voltage at 25 K.

【参考文献】[1] T. M. Benseman et al.: Appl. Phys. Lett. **103** (2013) 022602.

[2] 立木隆，内田貴司 : 第 62 回応用物理学会春季学術講演会(2015.3) No.12a-P9-5.

© 2019年 応用物理学会