

Bi-2212 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放射電力のバイアス電圧依存性

Bias-voltage dependence of radiation power in THz-wave oscillators using Bi-2212 intrinsic Josephson junctions

○ 立木 隆, 内田貴司 (防衛大・電気電子)

○ Takashi Tachiki, Takashi Uchida (National Defense Academy)

E-mail: tachiki@nda.ac.jp

はじめに $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi-2212) 固有ジョセフソン接合を用いた発振素子は、周波数可変な CW テラヘルツ波源として現在、盛んに研究されている [1]。これまで我々は同素子の放射特性の改善のために Bi-2212 メサ内のキャビティモード同定の実験とシミュレーション [2] や放射パターンの計算 [3] を行ってきた。今後さらに発振周波数の狭線幅化と高出力化を行うには、素子を安定して電圧（あるいは電流）バイアスする必要がある。本研究では、このような安定バイアスの実現に向けて、双方向スイープにより測定された放射電力のバイアス電圧依存性 (P - V) を検討した。

結果および考察 Bi-2212 単結晶上にフォトリソグラフィとイオンミリングにより $80\ \mu\text{m} \times 300\ \mu\text{m} \times 2\ \mu\text{m}$ の矩形メサを形成し、発振素子を製作した。Fig.1 は抵抗状態の低バイアス領域 ($V < 1.46\ \text{V}$) における同素子の (a) I - V 特性と (b) P - V 特性である。同図 (a), (b) の青い●で示した特性は、 I - V 特性のリターンカーブ、すなわち高電圧側から単方向にバイアス電圧を減少させながら得られたものである。この単方向スイープ時の放射電力は、バイアス点 A ($1.35\ \text{V}$, $2.93\ \text{mA}$) で最も高い $P_A = 11\ \mu\text{W}$ を示した。これに対して、この状態からバイアス電圧を増加させたとき、同図 (a) と (b) の特性は、赤い○で示したように単方向の場合とは異なる軌跡となった。とりわけバイアス点 B ($1.41\ \text{V}$, $3.21\ \text{mA}$) で $P_B = 25\ \mu\text{W}$ の最高電力が得られ、この値は単方向スイープ時の P_A の 2 倍以上となった。このように点 B で高い電力が得られた理由として、この時の発振周波数 $0.514\ \text{THz}$ が、メサをキャビティとする基本振動の共振周波数 $f_{11} = c_1/(2w) = 0.519\ \text{THz}$ とほぼ一致していることが挙げられる。ここでメサの幅 $w = 80\ \mu\text{m}$ 、最高プラズマモード速度 $c_1 = 8.3 \times 10^7\ \text{m/s}$ とした。双方向スイープによる放射電力の増加は、放射的境界条件を適用した結合サイン・ゴードン方程式による数値シミュレーションにおいても同様の傾向が示された。以上のように最高電力を得るためには双方向スイープによりバイアスを調整する必要があることが分かった。【謝辞】本研究は科研費 (26420291) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] U. Welp et al.: Nat. Photon., **7** (2013.9) 702.
- [2] 立木 隆, 内田 貴司: 第 75 回応用物理学会
秋季学術講演会 (2014.9) 18p-A21-8.
- [3] 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) 12a-P9-5.

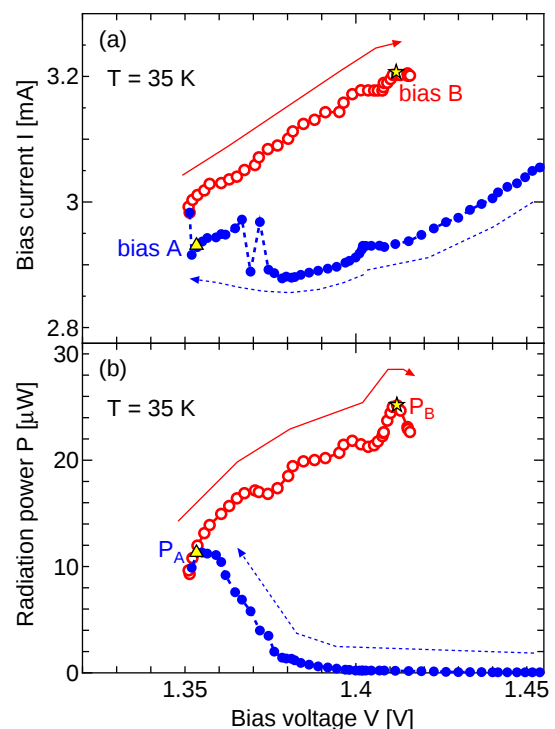


Fig. 1 (a) I - V and (b) P - V characteristics of the fabricated oscillator at 35 K