

Bi-2212 固有ジョセフソン接合を用いた THz 波発振素子の放射パターン測定系の構築 (Ⅱ)

Construction of measurement system for radiation pattern of THz-wave oscillators
using Bi-2212 intrinsic Josephson junctions (II)

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 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi-2212) 固有ジョセフソン接合を用いた THz 波発振素子のアレーによる高出力化のためには, Bi-2212 メサ内の各キャビティモードに対応した放射パターンを精密に測定する必要がある. 前回, 我々は, 低温回転ステージを用いた放射パターン測定系を構築し, 30 K ~ 53 K の測定温度に対してパターン測定に十分な角度ステップ $0.14^\circ \sim 0.29^\circ$ を同測定系が有することを示したが, 同発振素子のパターン測定には至らなかった[1]. その原因は, 同発振素子のホルダーの回転に伴うバックグラウンド (BG) 放射の変化量に比べて THz 波の信号強度が微弱であるためと考えた. そこで, 本研究では, レンズによる SN 比の改善および適切な BG 除去を行うことにより, 同発振素子の放射パターンの測定を試みた.

実験および結果 放射パターン測定系は, 前回報告のように, GM冷凍機に取り付けられた低温回転ステージと, その外部に置かれた Si ボロメータ検出器からなる. $80\ \mu\text{m} \times 140\ \mu\text{m} \times 1.1\ \mu\text{m}$ の矩形メサ型発振素子を, その長辺方向を回転ステージの水平軸と平行に置き, 素子直上に直径 5 mm の Si 半球レンズを設置した. 放射パターンの測定は, THz 波放射時に水平回転角 θ を -60° から 60° まで変化させながらデータ取得を行い, この操作を複数回行った平均値から無放射時の BG 放射を差し引いた. 図1は 40 K における I - V 特性の

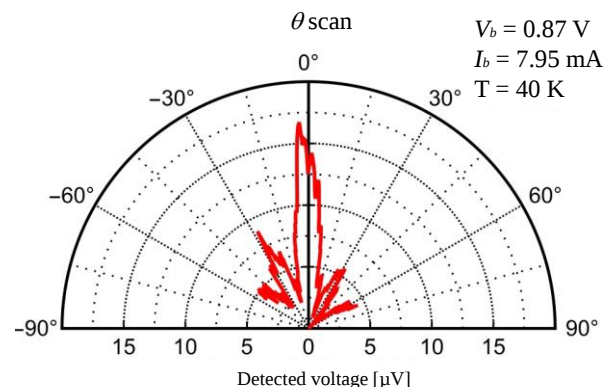


Fig. 1: Radiation pattern of THz wave oscillation from 111 mode at 40 K

back-bending領域でのバイアス点 (0.87 V, 7.95 mA) に固定して得られた放射パターンである. 同図より $\theta = 0^\circ$ 方向の指向性が示され, その半値幅約は 15° であった. 上述のバイアス点における発振周波数の測定値 (453 GHz) と back-bending領域での素子の発熱効果を加味した共振周波数の理論値 (455 GHz) との比較により, このときの THz 波放射は 111 キャビティモードと特定した. 111 モードによる放射は, $\theta = \pm 45^\circ$ に指向性をもつ V 字型の放射パターンを示すことが理論的に示唆されているが[2], Si 半球レンズによる集光効果を取り入れた数値シミュレーションでは, 図1と同様に $\theta = 0^\circ$ 方向に強い指向性を示す放射パターンになることが示されている. したがって, 測定された放射パターンは, 同発振素子からの THz 波放射によるものとして妥当であるといえる.

【謝辞】 本研究は JSPS 科研費 JP17K06367 の助成を受けたものである.

【参考文献】 [1] 江口他: 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会(2019.9) No.19a-PB2-18.

[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.