

高温超伝導体 THz 波発振素子の発熱制御に向けた研究開発 Study of thermal management of high- T_c superconducting THz emitters

筑波大数理物質 〇太田隆晟, 柏木隆成, 桑野玄気, 田邊祐希, 中村健人, 大野雪乃,
今井貴之, 金子陽太, 中川駿吾, 楠瀬慎二,
南英俊, 辻本学, 門脇和男

Univ. of Tsukuba, 〇R. Ohta, T. Kashiwagi, G. Kuwano, Y. Tanabe, K. Nakamura, Y. Ono,
T. Imai, Y. Kaneko, S. Nakagawa, S. Kusunose,
H. Minami, M. Tsujimoto and K. Kadowaki
E-mail: s-ota@ims.tsukuba.ac.jp

我々は高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212) の単結晶を用いた THz 波発振素子を開発している[1]。この素子の発振特性には素子の温度分布が大きく関わる事が分かっており、局所的な温度分布(ホットスポット)が素子の性能向上に寄与する可能性も指摘されている[2]。しかし素子の温度制御を発振性能の向上に繋げるためには、素子の温度分布と発振特性の関係をより詳細に理解する必要がある。本研究では、我々が開発したサーモフレクタンス法[3]による測定を通して、発振強度や発振周波数、共振モードなどの素子の動作状況の理解を深めていく。

サーモフレクタンス法は、物質の反射率の温度依存性を利用した温度測定手法である。本手法では、素子表面に塗布されている Au 薄膜の反射率の投入電圧に依存した変化から、素子の温度変化を測定する。実際には、素子への印加電圧と CCD カメラのシャッターのタイミングを同期させ、特定のバイアス点における画像を記録した。そして、それぞれのバイアス点の画像(R)と、印加電圧がゼロの時の画像(R_0)との差分($\Delta R = R - R_0$)を取り、反射率の変化量($\Delta R / R_0$)を求めることで、温度変化に対応した画像が得られる。

Fig. 1 に $80 \times 400 \times 2.6 \mu\text{m}^3$ の長方形型の発振素子の測定結果を示す。Fig.1(a)は、20 K における素子の電流-電圧特性(IVCs)である。図中の番号に従うヒステリシスを伴った IVCs が得られた。Fig.1(b)~(d)は、素子の光学写真と IVCs 上の点 5 及び点 6 でのサーモフレクタンス画像($\Delta R / R_0$)である。投入電力が大きいところで局所的な加熱を反映した画像が得られている。またバイアス点が、5 から 6 に移るところで、発熱の位置が図の右側にずれることがわかる。これは、IVCs のバイアス点が 5 から 6 に移る間に、素子の温まり具合が変化していることを示している。これには、評価素子の電極構造が寄与している可能性がある。当日はこのような素子の温度分布測定の結果から、素子の性能を向上させる温度分布の条件について議論する。

References

1. L. Ozyzers *et al.*, Science **318** 1291(2007).
2. H. Minami *et al.*, Phys. Rev. B **89** 054503(2014).
3. T. Kashiwagi *et al.*, J. Appl. Phys. **122**, 233902 (2017)

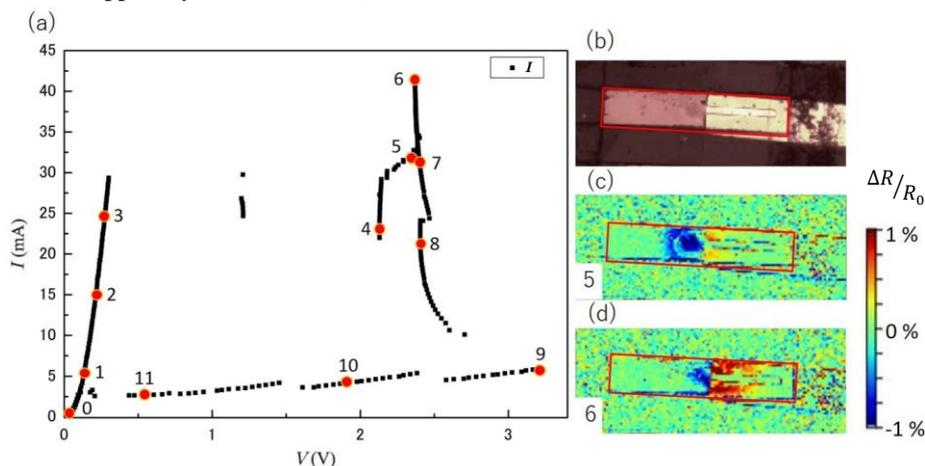


Fig. 1 (a) Current-voltage characteristics (IVCs) of the mesa structure with the dimensions of $80 \times 400 \times 2.6 \mu\text{m}^3$ observed at 20 K. $\Delta R/R_0$ images were taken at different bias points denoted by the numbers on IVCs. (b) An optical photograph of the mesa structure. (c) and (d) $\Delta R/R_0$ images of the sample obtained at point 5 and 6 on IVCs.