

## BSCCO 固有接合からの高次モード発振の実現に向けた取り組み

## Trials towards a Higher Mode Radiation from BSCCO IJJ Oscillators

宇都宮大工 ○八巻 和宏, 田村 晃一, 入江 晃亘

Utsunomiya Univ., ○Kazuhiro Yamaki, Kouichi Tamura, Akinobu Irie

E-mail: kyamaki@cc.utsunomiya-u.ac.jp

BSCCO 固有ジョセフソン接合は、高温超伝導体を用いたテラヘルツ帯の固体発振素子として注目されている。発振出力が接合数の二乗に比例することからコヒーレント発振と考えられるが、発振周波数の上限は 1.0 THz 程度に留まっている。発振機構の 1 つとして考えられている空洞共振器モデルによれば、高次の共振モードを利用することで、より高い周波数の発振が期待される。しかし、素子の長さ  $l$  と幅  $w$  ( $\sim 80 \mu\text{m}$ ) の比  $l/w$  が 1 より十分大きい系においては、自己発熱効果との兼ね合いもあり高次モードの発振は、ほとんど実現していない[1]。本研究では、 $l/w$  が 3~7 程度の既知の形状を有する発振素子からの高次高調波発生に向けた取り組みを紹介する。初めに発振素子を液体ヘリウムで直接冷却し、4.2 K での放射特性を我々のグループで開発してきた BSCCO 検出素子を用いて評価した。前回までの報告の通り、直接冷却すると素子への最大印加電圧はヘリウムフロー型クライオスタットで間接冷却した場合に比べ、最大で 3 倍程度大きくなる。4.2 K での発振素子の電流-電圧特性と定電流バイアスした検出素子の応答を Fig. 1 に示す。点線で囲った印加電圧 1.6 V 近傍で検出素子に応答が見られる。素子の形状から発振時の励起モードを見積もると、幅方向に 1 波長の定在波を生じる TM(2, 0)モードの発振を示唆した。液体ヘリウムで直接冷却し自己発熱効果を抑制することで高次モードが励起される可能性を実験的に確認した。

次に、発振素子の最大印加電圧上昇に向けた取り組みを紹介する。従来は母材である BSCCO 中の陰イオンである酸素量の制御が行われ、発振素子への最適熱処理条件が確立されている。一方で、陽イオンに関しては Bi サイトを Pb で置換した京都大学の掛谷らの報告[2]を除き、十分に検討されているとは言い難い。BSCCO の陽イオンの組成制御による発振素子の特性制御に関しては、山梨大学の長尾らにより言及されている[3]。そこで現在、BSCCO の Ca サイトに Y を置換することで、BS(C,Y)CO 発振素子の試作を試みている。Ca サイトを Y で置換することでアンダードープ化が進み発振素子への最大印加電圧の上昇が期待できる。BS(C,Y)CO 単結晶は自己フラックス法により作製し、 $c$  軸の格子定数は Y 添加なしの 3.08 nm から Y の仕込み組成を 30 at.% とすることで、ばらつきはあるものの、3.02 nm まで減少することを確認している。

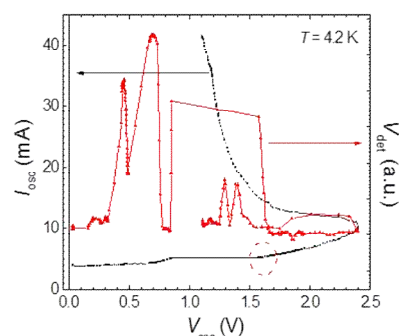


Fig.1  $I_{\text{osc}}-V_{\text{osc}}$  and  $V_{\text{det}}-V_{\text{osc}}$  curves for a BSCCO mesa.

[1] T. Kashiwagi *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **80** (2011) 094709 [2] 前田ら、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会(2013)、18p-C8-8 [3] 丸山ら、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会(2013)、18a-P4-10