

高温超伝導体を用いた円盤型テラヘルツ波発振素子の ウェットエッチング法による作製手法の改善と特性評価

Improvement of wet etching process for cylindrical shape of high- T_c superconducting terahertz emitters and its device characteristics

筑波大数理物質¹、デルフト工科大²、筑波大 ABES センター³

○田邊祐希¹、柏木隆成¹、今井貴之¹、村山一哉¹、太田隆晟¹、桑野玄気¹、中村健人¹、
大野雪乃¹、金子陽太¹、楠瀬慎二¹、中川駿吾¹、山本卓²、辻本学¹、南英俊¹、門脇和男³
Univ. of Tsukuba¹, QuTech, Delft Univ. of Technology², ABES R&D Center, Univ. of Tsukuba³
○Y. Tanabe¹, T. Kashiwagi¹, T. Imai¹, K. Murayama¹, R. Ohta¹, G. Kuwano¹, K. Nakamura¹, Y. Ono¹,
Y. Kaneko¹, S. Kusunose¹, S. Nakagawa¹, T. Yamamoto², M. Tsujimoto¹, H. Minami¹,
and K. Kadowaki³

E-mail: s-y_tanabe@ims.tsukuba.ac.jp

銅酸化物高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212) をメサ構造に加工し、 c 軸方向に直流電圧を印加することにより、テラヘルツ帯の電磁波が得られる[1]。特に円盤型メサからは、1 つの発振素子から 0.5-2.4 THz の広帯域発振が得られている[2]。最近、我々はメサ構造を作製する手法として酸によるウェットエッチング法を開発した[3]。この方法は、数ミクロン程度の厚さのメサ構造を短時間で容易かつ安価に作製できる利点がある。そのため、従来素子のメサ構造下部に残っていた超伝導基板を排除した単独メサ構造[4]が、ドライエッチング法に比べて短時間で作製可能である。従来のウェットエッチング法では、基板とメサとの接着も兼ねて、下部電極に銀ナノペーストを使用していた。しかし、この構造ではエッチング時に銀ナノペーストの一部がエッチングされてしまう問題が生じていた。そのため、著者らはポリイミド樹脂を用いた作製手法を試みている[5]。

本研究では、下部電極として用いている Bi2212 の蒸着膜を、従来の倍近く厚くすることで、接触抵抗を下げることに成功した。またメサの直径 $\sim 182\ \mu\text{m}$ 、厚さ $\sim 4.5\ \mu\text{m}$ という大型の円盤型単独メサ (Figure 1.) を作製した。測定した結果、 $T_b = 25\text{--}65\ \text{K}$ でテラヘルツ波発振を観測した。周波数は約 0.35-0.75 THz であった。当日は、素子の作製工程や異なる 3 つの直径サイズの円盤型メサの発振特性の違いについて議論する。

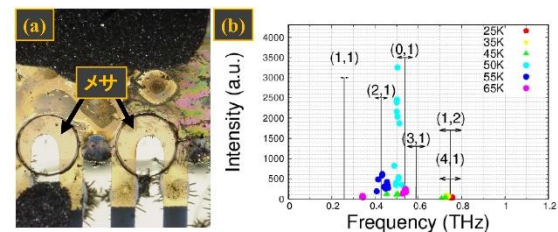


Fig. 1. (a) A photograph of the cylindrical stand-alone mesas fabricated by wet etching process. (b) The observed radiation spectra at different T_b . The vertical lines indicate the $\text{TM}(m,p)$ cavity modes. The horizontal bars show the allowance of the TM mode determined by the refractive index n of Bi2212 ($n = 3.5 - 4.0$).

- [1] L. Ozyuzer *et al.*, Science, **318**, 1291 (2007).
- [2] T. Kashiwagi *et al.*, Appl. Phys. Lett, **106**, 092601, (2015).
- [3] Y. Shibano *et al.*, AIP Advances, accepted.
- [4] T. Kitamura *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 202603 (2014).
- [5] 田邊ら, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20a-143-1 (2018).