高温超伝導体 Bi2212 を用いた THz 発振器の高出力化に向けた取り組み

Study of improvement of radiation intensity characteristics of high T_c superconducting THz emitters

筑波大数理物質、デルフト工科大学 [1]、
○今井貴之，柏木隆成，田邊祐希，太田隆晟，桑野玄気，中村健人，
大野雪乃，金子陽太，楠瀬慎二，中川駿吾，南英俊，山本卓 [1]，辻本学，門脇和男
Univ. of Tsukuba, QuTech, Delft Univ. of Technology[1],
○T. Imai, T. Kashiwagi, Y. Tanabe, R. Ota, G. Kuwano, K. Nakamura, Y. Ono, Y. Kaneko,
S. Kusunose, S. Nakagawa H. Minami, T. Yamamoto[1], M. Tsujimoto, K. Kadowaki
E-mail:s1820371@s.tsukuba.ac.jp

我々は、高温超伝導体 $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$(Bi2212)単結晶をメサ状に加工し、結晶 c 軸方向に直流電圧を印加することで THz 帯の電磁波を発振する素子を開発している[1]。この発振器は Bi2212 単結晶内部の固有ジョセフソン接合による交流ジョセフソン効果と、メサの形状による空洞共振効果を利用したものである。現在、単一の素子から数十 μW レベルの発振が確認されているが[2]、幅広い用途にはさらなる出力の向上が必要である。この素子の発振出力を向上させるためには、素子内部のジョセフソン接合の総数を増やすこと、及び素子動作時の発熱を制御することが重要である[2,3]。

本研究では、素子からの出力を向上するために、接合数の多い、つまり厚いメサ構造の製作に取り組んだ。また、素子構造には発熱の効果を抑制し、発振出力の向上が期待できる単独メサ構造を用いた。厚い Bi2212 単結晶の単独メサ構造の製作には、ウエットエッチング法を用いた。その製作過程を図 1 に示す。まず、5~20μm 程度の厚さに切り出した Bi2212 単結晶の表裏に金および銀を蒸着する。続いて、素子として切り出す部分のみに金属膜を残すようにドライエッチングを行う（図 1(a)）。その後、ウエットエッチング溶液に浸し、素子部分以外を取り除き（図 1(b)）、最終的に結晶片の厚さ方向全てをエッチングし、単独メサ構造が完成する（図 1(c)）。これらのプロセスを再現よく実現する方法を開発したので、その詳細を報告する。

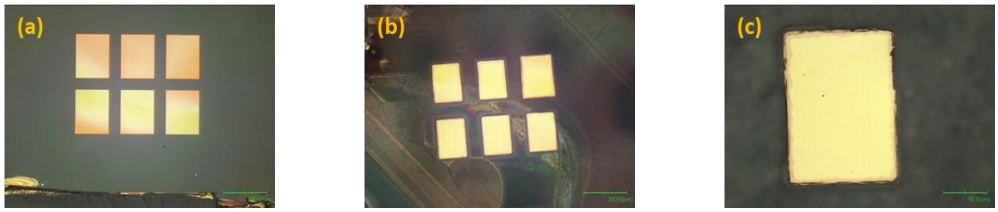

Fig.1 Fabrication process of stand alone mesa structures by using wet etching method. (a), (b) and (c) are the optical photographs of pattering of mesa structures, under wet etching of sample, and a fabricated stand alone mesa structure with the dimensions 200 x 150 μm^2 , respectively.

[1] L. Ozyuzer *et al.*, Science **318**, 1291 (2007).
[2] S. Sekimoto *et al.*, APL **103**, 182601 (2013). T. Kitamura *et al.*, APL **105**, 202603 (2014).
[3] T. Kashiwagi *et al.*, APL **4**, 054018 (2015).

© 2018年 応用物理学会