

La ドープ $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ によるテラヘルツ波発振

Terahertz radiation emission in La doped $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$

○温 一凡¹、吉岡 佑介¹、野村 義樹¹、辻本 学¹、掛谷 一弘¹ (1. 京大院工)

○Y.F. Wen¹, Y. Yoshioka¹, Y. Nomura¹, M. Tsujimoto¹ and I. Kakeya¹ (1.kyoto Univ.)

E-mail: wen@sk.kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (BSCCO) 単結晶で作ったメサ構造に直流バイアスを印加するとテラヘルツ波の発振が観測された[1]。このようなメサ構造は多数層の固有ジョセフソン接合を持つので、メサを空洞とする共振条件とジョセフソン関係式が同時に満たされる電圧を与えればテラヘルツ波が放射されると解釈されている。

高出力化は発振に関する大きな関心の一つであり、現在のところ、BSCCO によるテラヘルツ波の発振強度は 0.6 mW という報告が最大である[2]。より高い出力を得るには、臨界電流密度を大きくすることが考えられる。BSCCO を過剰ドープ領域にすることで高い臨界電流密度が実現可能であるが、超伝導ギャップが抑制されたり、接合のダンピングが強くなるため発振条件が難しくなる。そこで元素置換による臨界電流の増幅が考えられる。これまで Bi を Pb に置換した BSCCO の固有ジョセフソン接合については多く調べられてきており、複雑な効果が現れることがわかっている。一方、 Sr^{2+} を La^{3+} に置換することによりホールキャリアが減少する事は知られているが、固有ジョセフソン特性についてはあまり知られていない。我々は、BSCCO の Sr サイトの一部を La で置換した $\text{Bi}_2\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (BSLCCO) に注目した。La 置換によりブロック層の厚みが減少するという報告もあり、臨界電流密度が上昇することが期待される。

【研究の方法と結果】TSFZ 法で育成した結晶を劈開し、Ar イオンミリング等によって、 $60 \times 400 \times 1.2 \mu\text{m}^3$ のメサ構造 (Fig. 1) を作製した。発振条件を満足するために、酸素アニール (650 °C 24 h 1 atm) の後、Ar アニール (800 °C 24 h 1 atm) を施した。I-V 特性と発振特性を Fig. 2 に示す。1.7 V で発振が検出された。メサの厚さから固有ジョセフソン接合の層数は 800 あるので、一層あたりの電圧は 1.9 mV と計算できる。ジョセフソン関係式から 0.9 THz の発振が推測できるので、定在波モードを TM_{01} と仮定すると屈折率が 2.7 と計算でき、La ドープにより小さくなったと考察できる。

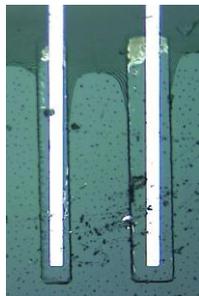


Fig.1: メサの写真

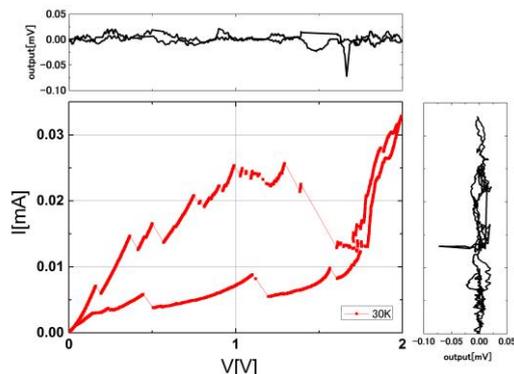


Fig.2: IV 特性 @ 30K

[1] L. Ozyuzer, *et al.*: Science **318** 1291 (2007).

[2] T. M. Benseman, *et al.*: Appl. Phys. Lett. **103** 022602(2013).