

18p-C8-8

Pb 置換 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ 固有ジョセフソン接合からの テラヘルツ波発振に関する検討

Investigation on terahertz wave emission

from Pb-substituted $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ intrinsic Josephson junctions

京大院工¹ ○前田 圭穂¹, 吉岡 佑介¹, 平山 伸夫¹, 辻本 学¹, 掛谷 一弘¹Kyoto Univ.¹ ○Y. Maeda¹, Y. Yoshioka¹, N. Hirayama¹, M. Tsujimoto¹ & I. Kakeya¹

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

【はじめに】 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212) 単結晶上に作製された、多数層の固有ジョセフソン接合からなる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ることが報告されている[1]。その原理は、メサを空洞共振器として、その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が印加された時にテラヘルツ波が放射されると解釈されている。

この発振器に対する大きな関心のひとつとして高出力化が挙げられるが、現在のところ、単一素子で140 μW 、複数素子を用いたアレイ構造で600 μW に留まっており[2]、実用化への障害となっている。高出力の発振を得るには、ジョセフソンプラズマ振動の振幅を与える臨界電流密度を増大させることが有効であると考えられる。高い臨界電流密度は、過剰ドープ領域のBi2212において実現可能であるが、ドープ量の増加により超伝導ギャップが抑制されるため、発振条件を満たす電圧を印可することが困難となると考えられている。

そこで我々は、Bi2212のBiサイトの一部をPbで置換した、 $\text{Bi}_{2-x}\text{Pb}_x\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (BiPb2212) に注目した。BiPb2212は、Pb置換量を変化させることで、超伝導ギャップを維持したまま、臨界電流密度を増大させることが可能である[3]。本研究では、ミリワット級の高出力が期待されるBiPb2212からのテラヘルツ波発振の条件を検討した結果を報告する。

【研究の方法と結果】 実験には、Traveling Solvent Floating Zone Method (TSFZ 法) によって育成された $\text{Bi}_{2-x}\text{Pb}_x\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ 単結晶 ($x = 0.06 - 0.14$) を使用した。これらの結晶から、Ar イオンミリング等によって $80 \times 400 \times 2.4 \mu\text{m}^3$ の単独メサ構造 (Fig. 1) を作製し、その抵抗温度特性および電流電圧特性について、評価を行った。発振条件を満足するには、不足ドープ領域の結晶を用いることが有効であるが、上記の結晶はいずれも As grown で過剰ドープ領域にあり、単結晶に熱処理を施しても不足ドープ領域に達することができなかった。そこで、本研究では、単独メサ構造を作製した後に、真空中 (200°C, 24h) で熱処理を施す方法を採用することで、不足ドープ領域に特有の抵抗温度特性を実現し (Fig. 2)、600 A/cm^2 程度の高い臨界電流密度と、発振条件を満たす電圧の印可に成功した。

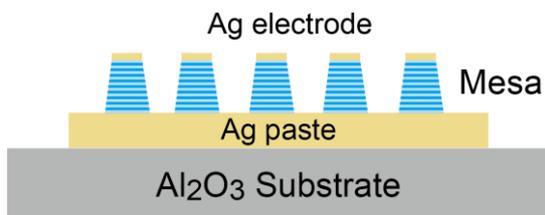
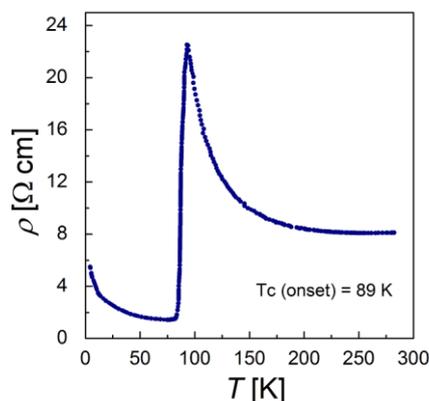


Fig. 1 : 単独メサ構造の模式図

Fig. 2 : BiPb2212 単独メサ構造の抵抗-温度特性. 転移温度 $T_c \sim 80 \text{ K}$.[1] L. Ozyuzer *et al.*, : Science, **318**, 1291 (2007)[2] T. M. Benseman, *et al.*, : arXiv. cond-mat. 1305.3964 (2013)[3] H. Kambara, *et al.*: J. phys. conf. ser. **400**, 022043 (2012)