

高温超伝導体 Bi2212 テラヘルツ光源の多機能化

Multi-functional terahertz emitter of high-Tc superconductor Bi2212

掛谷 一弘、アセム エララビ、温 一凡、土居 卓司、辻本 学[†] (京大院工)

I. Kakeya, A. Eralabi, Y.-F. Wen, T. Doi, and M. Tsujimoto

(Dept. Elec. Sci. & Eng., Kyoto Univ.)

E-mail: kakeya@kuee.kyoto-u.ac.jp

高温超伝導体 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi2212)に内在する固有ジョセフソン接合系は積層する原子スケールのジョセフソン接合と 10 meV を超える超伝導ギャップからコヒーレントテラヘルツ光源として提案されてきた。2007 年に 0.3 から 0.8THz の領域の電磁波のクライオスタット外部への放射が検出されて[1]以降、精力的な研究がなされている。現在までに、放射強度については最大 0.6 mW[2]、発振周波数については 0.3 – 2.4 THz[3]、発振線幅は 30 MHz 未満[4]、発振温度の上限は 77 K を超える[5]という結果が報告されている。ミクロな発振メカニズムに関しては、多くが未解明であるものの、発振周波数の素子サイズ依存性や放射強度の方位依存性などから、超伝導体単結晶から作製されたメサ形状の発振素子がパッチアンテナとして機能し、振動する超伝導電流によって電磁波が放射されると理解されてきている[6]。テラヘルツ領域のコヒーレント光源は、超高速近距離通信や化学物質の非侵襲での同定といった、私たちの生活を豊かにする技術であるので、高温超伝導デバイスによるテラヘルツ技術の発展を実現することで、銅酸化物高温超伝導の研究が人類福祉に貢献できる道筋の一つである。

講演では、円偏光をめざした素子の開発について主に述べる。正方形の対角を落とした形状のメサを作成し、偏光を測定したところ、発振周波数が 0.43 – 0.44 THz の範囲で上昇するに伴って軸比が 2.0 – 4.0 と単調増加する楕円偏光が観測された (軸比 1.0 が円偏光)。デバイス構造や侵入長など物質パラメータを取り入れた数値計算を行い、この実験結果を再現することをふまえ、軸比 1.0 のデバイス構造を設計した。デバイス作製と測定の結果を発表する予定である。また、複数の Bi2212 置換物質でも発振が観測され、非置換物質よりも高周波での発振が得られている。このことは、高温超伝導研究で花開いた元素置換による多機能化への道筋を示唆している。

[†]現在の所属：筑波大数理物質

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

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

[3] T. Kashiwagi et al., Appl. Phys. Lett. **107**, 082601 (2015).

[4] M. Li et al., Phys. Rev. B **86**, 060505 (2012).

[5] M. Ji et al., Appl. Phys. Lett. **105**, 122602 (2014) and H. Minami et al., J. Phys.: Cond. Matt., **28**, 025701 (2016).

[6] U. Welp et al., Nat. Photonics **7**, 702 (2013) and M. Tsujimoto et al., Phys. Rev. Applied **2** 044016 (2014).