

Bi-2212 ウィスカー固有接合テラヘルツ放射素子の 電磁界シミュレーション

A simulation study of the terahertz emission from Bi-2212 cross-whisker devices

物材機構¹, 筑波大², 京大院工³ ○齋藤 嘉人^{1,2}, 掛谷 一弘³, 高野 義彦^{1,2}

NIMS¹, Univ. of Tsukuba², Kyoto Univ.³ ○Yoshito Saito^{1,2}, Itsuhiro Kakeya³, Yoshihiko Takano^{1,2}

E-mail: SAITO.Yoshito@nims.go.jp

銅酸化物高温超伝導体に内在する固有ジョセフソン接合列を利用したテラヘルツ発振素子[1]は、幅広い周波数可変性をそなえた連続波発振が可能であるため将来有望である。このような超伝導テラヘルツ光源は従来、浮遊帯域溶融法で育成された $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ (Bi-2212)大型単結晶から作製されてきたが、最近我々は Bi2212 ウィスカー結晶によるテラヘルツ発振に成功した[2]。更にワイヤグリッドを用いた偏光測定を行うことで素子の共振長を推定することでウィスカー結晶の物質定数である屈折率がバルク単結晶と異なる事を見出した。左記の解析において発振モードは偏光楕円における主軸の傾きと電場の水平・垂直成分比から推定されたが、①主軸の向きが水平もしくは垂直からずれる場合があり、また②小さな軸比を持つことから直線偏波が予測される半波長モード($\text{TM}_{10,01}$)発振と結論付けるには難がある状態であった。

今回の研究では三次元電磁場解析ソフトを用い、テラヘルツ発振固有接合列と同じ寸法を持つ完全導体パッチアンテナからの放射シミュレーションを行い実験データと比較した。また誘電率は実験から得られたウィスカー結晶の値($\epsilon \sim 26$)を代入して用いた。その結果、発振周波数が空洞共振周波数からずれた際に偏光楕円の主軸が水平または垂直方向からオフセットを持つことが確認された。また、最近素子の発振と空洞共振周波数が必ずしも同一ではないことが等価回路モデルを用いて理論的に指摘されている[3]。軸比が小さくなる点については、過去の円偏波放射素子[4]と同様に回転成分が寄与していると考えられる。しかし、現状有効なモデルを考察出来ておらず、より実際の状況に即したシミュレーションと解析を行う必要がある。

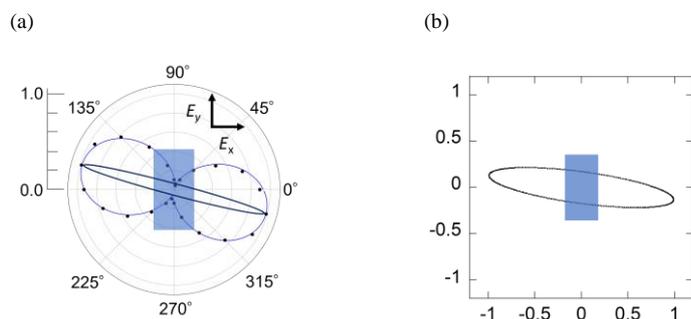


Figure 1 (a) A polarization profile (black line) of the THz emission ($f = 737$ GHz) with a plan view of the sample (blue square). The black dots and blue line represent the experimental data and its fitting curve, respectively.

(b) The polarization ellipse written by using the simulation study at $f = 741$ GHz.

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

[2] Saito et al., *Appl. Phys. Exp.* **14**, 033003(2021).

[3] Kobayashi et al., *Appl. Phys. Exp.*, (submitted).

[4] Elarabi et al., *Phys. Rev. Appl.* **8**, 064034(2017).