

空洞共振器構造に基づく光レクテナデバイスの作製

Fabrication of Optical Rectenna Device Based on Hollow Microcavity Resonators

東北大院工¹ ○清水信¹, 松浦大輔¹, 加戸稔矩¹, 湯上浩雄²

Tohoku Univ.¹, [○]Makoto Shimizu¹, Daisuke Matsuura¹, Toshinori Kado¹, Hiroo Yugami¹

E-mail: makoto.shimizu.a3@tohoku.ac.jp

【はじめに】近年、アンテナで捉えた光（電磁波）をダイオードで整流するレクテナを用いた光電変換技術が注目されている。マイクロ波領域（数 GHz）では 90%以上の電力変換効率が得られている一方^[1]、可視から赤外領域（数十 THz〜）では、一般的な pn 接合ダイオード等の応答速度が不十分のため金属―絶縁体―金属（MIM）トンネルダイオードを用いる必要があり、我々も光レクテナ用のものを過去に報告している^[2]。しかし MIM トンネルダイオードは数 nm のトンネル層形成が必要であり、アンテナとの高効率な結合を有し、且つ安定的に作製可能な構造の実現が課題であった。近年、カーボンナノチューブ^[2]やグレーティング構造^[3]を用いた基板鉛直方向に作製されたアンテナ上にトンネル層を安定的に形成できる構造が提案され、可視光や赤外光に対する光電変換が実証されている。一方、これらの構造は応答波長の制御が本質的に難しく、光電変換波長域は材料特性に依存していた。これに対し本研究では応答波長制御が容易、且つトンネル層の安定的な形成を可能とする空洞共振器構造に基づいた光レクテナの設計および作製を行った。

【実験】空洞共振器の共振モードはキャビティ内の定在波として存在し、Fig.1(a)に示すように磁場定在波の腹の部分にトンネル層を形成することで磁場振動に起因する誘導電流を整流する。本構造では定在波の 2 次モードに対して応答させるため Pt-TiO₂-Ti からなる MIM トンネルダイオード構造の各厚さを最適化した。作製した構造に対しては波長の異なるレーザー光を照射し、短絡電流および開放電圧を測定することで発電特性を評価した。

【結果と考察】電子線リソグラフィを用い想定通りの構造を作製することができた (Fig.1(b))。また、この構造に対してレーザー光照射時の短絡電流測定結果から本構造は光レクテナとして動作していることが確認できた。発電特性等は発表時に詳細を説明する。

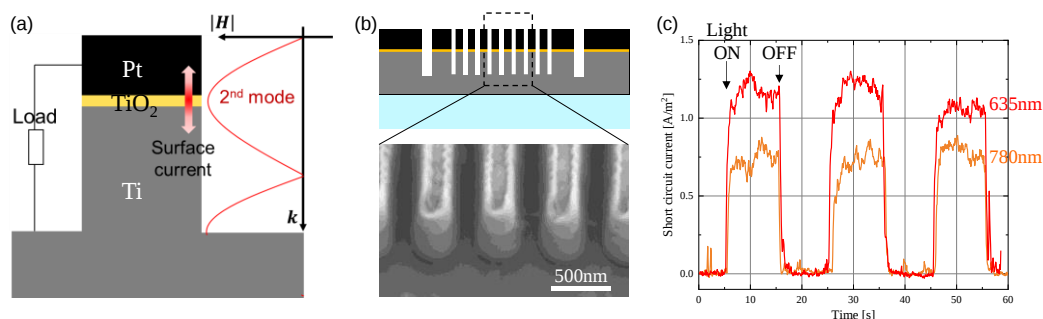


Fig.1 (a) Concept of the proposed optical rectenna system (b) Fabricated rectenna structure (c) Measured short circuit current under illumination and non-illumination of lasers.

参考文献

[1] A. Mugitani et al., 2020 IEEE Wireless Power Transfer Conference (2020) 191. [2] D. Matsuura et al., Sci. Rep., **9** (2019) 19639. [3] A. Sharma et al., Nat. Nanotechnol., **10** (2015) 1027. [4] P. S. Davids et al., Science, **367** (2020) 1341.