

# 光レクテナのための酸素不定比性制御に基づく ホモ界面 MIIM ダイオードの作製

## Fabrication of oxygen non-stoichiometry controlled homointerface structure

### MIIM diode for optical rectenna

東北大院工 °清水 信, 松浦 大輔, 湯上 浩雄

Graduate School of Engineering, Tohoku Univ., °Daisuke Matsuura, Makoto Shimizu, Hiroo Yugami

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

【はじめに】近年、レクテナを用いた光電変換技術が注目されている。これは、アンテナで捉えた光（電磁波）をダイオードで整流するデバイスであり、従来、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たが<sup>[1]</sup>、太陽光のような可視光波長（数百 THz ~）では、より高い周波数で作動する高速応答ダイオードが無く作動が困難であった。ダイオード性能は主にダイオード高周波応答性能  $\eta_c$  と整流性能  $\eta_p$  によって定義され、 $\eta_c$  向上のためには高電流密度（低抵抗化）が必要であり、 $\eta_p$  向上のためには順方向と逆方向電流の高非対称性が必要である。原理的に高い  $\eta_c$  を実現可能なダイオードとして金属-絶縁体-金属（MIM）トンネルダイオードが挙げられるが、MIM ダイオードでは  $\eta_c$  と  $\eta_p$  はトレードオフの関係にあり、両性能の向上が課題であった。

我々は酸素不定比性酸化層を電極層とトンネル絶縁体層の間に形成したホモ界面 MIIM ダイオード構造によってこの課題が解決可能であることを解析的に明らかにした<sup>[2]</sup>。本発表では実際に作製した提案ダイオード構造における特性評価結果について報告を行う。

【実験】光レクテナ用ダイオードとして比較的高性能な Pt-TiO<sub>2</sub>-Ti 構造を有する MIM ダイオード構造を基に作製を行い、TiO<sub>2</sub> と Ti の中間に自然酸化層である TiO<sub>2-x</sub> を有する二重障壁

構造を形成した。作製方法の詳細については発表において説明する。

【結果と考察】作製した Pt-TiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2-x</sub>-Ti の MIIM ダイオードの断面観察および X 線反射法を用いた薄膜密度評価の結果、想定通りの構造が作製できていることを確認した。また、測定した電流-電圧特性を解析すると酸素不定比性酸化層が無いトンネル障壁モデルを用いた場合には説明できない高い電流密度と非対称性を同時に実現することができており、酸素不定比性酸化層が本特性の実現に貢献していることを実証することができた。（Fig. 1）。また、この電流密度と非対称性から変換効率を計算すると現在報告されている光レクテナ用ダイオードの性能から約 1000 倍の効率向上が可能であることが明らかとなった。

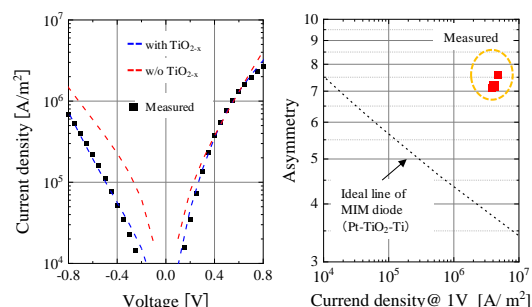


Fig. 1. Measured I-V property (Left) and measured asymmetric property (Right) of the proposed diode.

#### 参考文献

- [1] W. C. Brown et.al, *IEEE -MTT-S International Microwave Symposium*, (1976) 142.
- [2] 松浦大輔、清水信、湯上浩雄、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会予稿、(2019) 18p-E313-4.