

## 完全吸収太陽電池の光閉じ込め特性と発電特性に対する銀ナノストライプピッチの効果

## Effect of Silver Nanostripes Pitch on Light Confinement and

## Device characteristics of Metamaterial Perfect Absorber Solar Cell

農工大<sup>1</sup>, 理研<sup>2</sup>, ○(B)勝俣 翔平<sup>1</sup>, 伊勢川 知久<sup>1</sup>, 岡本 隆之<sup>2</sup>, 久保 若奈<sup>1</sup>TUAT<sup>1</sup>, RIKEN<sup>2</sup>, ○Shohei Katsumata<sup>1</sup>, Tomohisa Isegawa<sup>1</sup>, Takayuki Okamoto<sup>2</sup>, Wakana Kubo<sup>1</sup>

E-mail: w-kubo@cc.tuat.ac.jp

完全吸収メタマテリアル (Metamaterial perfect absorber (MPA))は誘電体薄膜を金属ナノ構造体と金属薄膜で挟んだ構成で、共鳴する入射光を誘電体層内に閉じ込めることで知られる。<sup>[1]</sup>我々はこのMPAを有機薄膜太陽電池に導入すれば、有機薄膜太陽電池の光吸収が増加し、発電効率の向上につながるのではないかと考えた。これまでに我々は、MPAによって光電変換層内に光が閉じ込められると、MPA太陽電池の発電特性が向上することを実験的に確認した。<sup>[2-3]</sup>しかし、MPAの光閉じ込めと発電の相関はピッチ500 nmのAg NSで構成されるMPAでしか確認していない。そこで本研究では光電変換層内への光の閉じ込めと発電特性の相関が、他のピッチのAg NSで構成されるMPA太陽電池でも成立するのか確認するために、Ag NSのピッチを変化させて作製したMPA太陽電池の光吸収と発電特性を調査した。

実験では、酸化インジウム錫 (ITO)基板上にピッチ350 nmおよびピッチ400 nmのAg NSsを作製した。これらのAg NSsは、ピッチ500 nmのAg NSsとは異なる閉じ込め波長を示す。Ag NSsの上に酸化亜鉛 (ZnO), poly[2, 6-(4, 4-bis-(2-ethylhexyl)-4H-cyclopenta[2, 1-b;3, 4-b']dithiophene)-alt-4, 7(2, 1, 3-benzothiadiazole)]:[6, 6]-phenyl-C71-butyric acid methyl ester (PCPDTBT:PC<sub>71</sub>BM), 酸化モリブデン (MoO<sub>3</sub>), アルミニウム (Al)層を積層し、MPA太陽電池を作製した (Fig. 1)。MPA太陽電池の吸収率と分光感度 (IPCE)を光閉じ込めモードを励起するTE偏光下と励起しないTM偏光下で測定した。TE偏光下とTM偏光下での吸収スペクトルとIPCEの比をそれぞれ、光吸収増強 (Absorption enhancement (AE))およびIPCE比と定義した。Fig. 2(a)に示すようにピッチ350 nmのMPA太陽電池において光吸収増強は、波長450~1000 nmで1を上回り光吸収増強が起きている様子が確認された。また、有限要素法を用いた計算から算出した

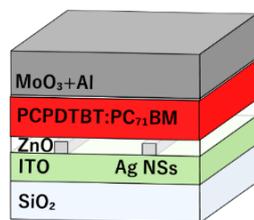


Fig. 1 Schematic of the MPA solar cell.

光吸収増強も同様の傾向が見られた。一方 IPCE比は波長800~1000 nmで1を超えており、発電特性が向上していることが確認された。発電特性の向上が確認された波長950 nmの磁場分布 (Fig. 2(b))を確認すると、光電変換層に光が閉じ込められている様子が観察された。したがってピッチ350 nmにおいても、ピッチ500 nmと同様にMPA構造による光電変換層への光の閉じ込めにより、MPA太陽電池の発電特性が向上することを確認した。またピッチ400 nmのMPA太陽電池においても同様の傾向が確認された。つまりAg NSsのピッチに関係なく、光電変換層への光閉じ込め効果と発電特性の間に相関があることが明らかになった。

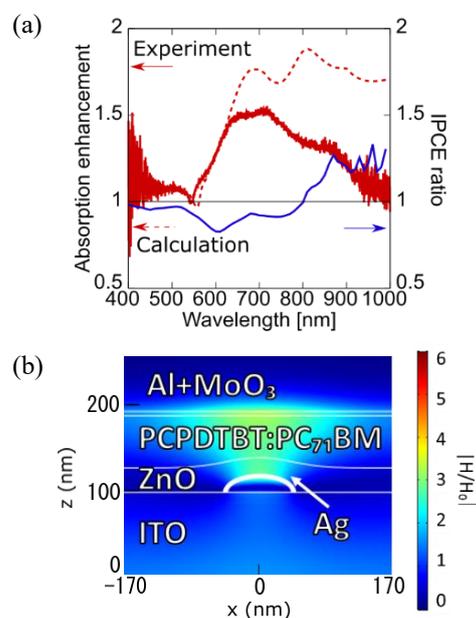


Fig. 2(a) Absorption enhancement by experiment (red curve), absorption enhancement by calculation (red dashed curve), and IPCE ratio (blue curve) of the MPA solar cell embedding Ag NSs with a pitch of 350 nm, and (b) the magnetic field distribution of the MPA solar cell calculated at 950 nm.

[1] N. I. Landy et al, Phys. Rev. Lett. (2008) **100**, 207402.

[2] T. Isegawa, T. Okamoto, M. Kondo, S. Katsumata, and W. Kubo, Opt. Commun. (2019) **441**, 21.

[3] S. Katsumata, T. Isegawa, T. Okamoto, and W. Kubo, in preparation.