

# InP ナノワイヤの光-電力変換特性のドーピング層厚依存性

## Doping layer thickness dependence on optical-power conversion characteristics of InP nanowire

上智大学理工 ○(M1)桑原 圭, (M2)石原 理暉, (B4)香取 祐太, 下村 和彦

Sophia University, Kei Kuwahara, Riki Ishihara, Yuta Katori and Kazuhiko Shimomura

E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

### はじめに

InP は直接遷移型半導体でありながら 1.344eV のバンドギャップエネルギーを持つため、太陽光スペクトルを吸収するのに適している[1]。また、ナノワイヤはプレーナ型の太陽電池よりも表面積が大きくなる利点もあるため、次世代の太陽電池への応用が期待されている。そこで、我々は InP ナノワイヤのシミュレーションモデルを COMSOL Multiphysics 5.5 にて作成し、その光吸収特性を研究している。本報告では InP ナノワイヤのドーピング層厚を変化させることにより、光-電力変換特性の変化及び、その考察について述べる。

### シミュレーションモデル

図 1 に示すようなモデルを COMSOL Multiphysics 5.5 にて作成した。このモデルは 2 次元の長方形で、幅は 300nm、高さを 1000nm とした。ドーピング構造は、モデルの上部を p-InP ( $10^{18}\text{cm}^{-3}$ )、下部を n-InP ( $10^{18}\text{cm}^{-3}$ ) とし、中間を i-InP 層とした p-i-n 構造である。モデルの上部と下部には、それぞれ理想オーミック接触の仮想電極を接合し、電圧の印加と発生した電流の測定ができるようにした。太陽光スペクトルは AM1.5 であり[2]、305nm~950nm の波長を 5nm 刻みでモデルの上部から入射した。このシミュレーションでは、モデル上部の p ドープ層の層厚を 60nm, 180nm, 360nm と変化させることで、モデルから取り出される電流を測定し、量子変換効率(EQE)及び J-V 特性の変化を調べた。なお、i-InP 層の層厚は p-InP 層厚に応じて変化させ、下部の n-InP 層の層厚は 100nm で固定とした。

### 結果と考察

それぞれの p-InP 層厚での外部量子効率 (EQE) を Fig.2 に示す。このグラフより、上部の p-InP 層の層厚が厚いほど、全体的な EQE が減少することが確認された。これは、キャリアの生成の大部分がモデルの上部で起こるため、p-InP 層の層厚が薄いほど、光が強度を保ったまま中間の i-InP 層まで到達し、キャリアの生成が増したと考えられる。また、それぞれの J-V 特性を Fig.3 に示す。この結果より、上部の p-InP 層の層厚が厚くなると、短絡電流  $J_{sc}$  及び、変換効率は小さくなることを確認でき、この結果は Fig.2 の結果に従っている。解放電圧  $V_{oc}$  は p-InP 層の層厚に比例して、僅かに増加することも確認できた。

### 参考文献

- [1] van Dam D et al 2016 High-efficiency nanowire solar cells with omnidirectionally enhanced absorption due to self-aligned indium-tin-oxide mie scatterers ACS Nano 10 11414-9  
[2] ASTM G173-03(2020), Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, [www.astm.org](http://www.astm.org)



Fig.1: Schematic of the InP nanowire model

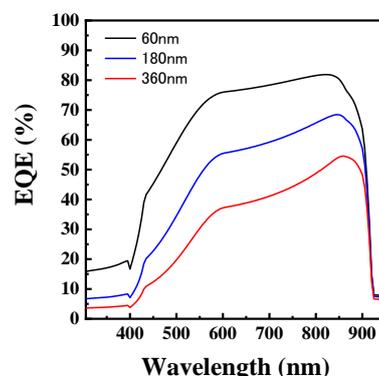


Fig.2: EQE characteristics

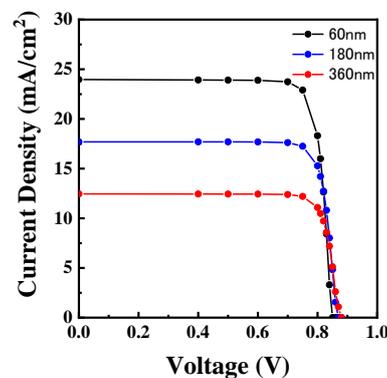


Fig.3: J-V curves