

InP ナノワイヤ太陽電池における吸収率の構造依存性シミュレーション **Simulation of Structure Dependence of Absorption in InP Nanowire Solar Cells** 上智大学大学院 理工学専攻, 崎山祐弥, 下村和彦 Sophia University, Yuya Sakiyama, Kazuhiko Shimomura E-mail: kshimom@sophia.ac.jp

はじめに

近年の脱炭素社会に向けた代替エネルギーの開発において、われわれは人工業による光-水素エネルギー変換素子の実現に向けた研究を行っている。この素子に用いる太陽電池の変換効率を向上させる方法の一つとして、ナノワイヤ構造の導入が挙げられる。ナノワイヤ構造の導入により多重反射が可能であるため、従来のプレーナー構造と比べ光吸収率の向上が期待できる。本研究では、ナノワイヤサイズによる多重反射シミュレーションを行い、吸収率のプレーナー構造との比較検討を行った。

計算方法

Fig.1は、本研究でのシミュレーションモデルである。 n 等分した光を仮定し、各光線に光線近似を用いて反射回数を算出した。その後、300-1000nm の範囲において、InP の屈折率および吸収係数の波長依存性から、フレネルの公式およびランベルト・ベールの法則を用いて、太陽光スペクトルの光量に対する吸収量の比率を計算した。ここでの計算は、ナノワイヤ径、ナノワイヤ間隔、ナノワイヤ高さの値を変えて行っている。また、光線の入射角はAM1.5の条件下である42度で行っている。

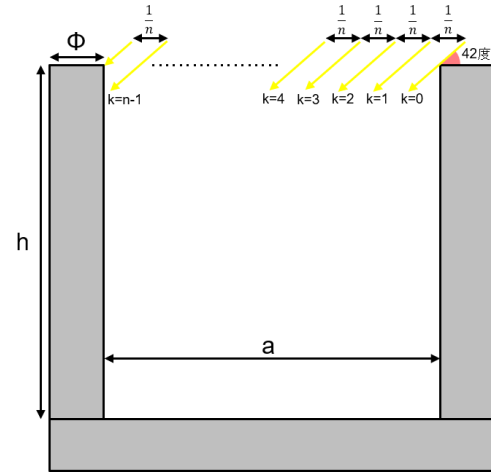


Fig.1 シミュレーションモデル

計算結果

Fig.2は、 $n=1000$ においてナノワイヤ高さを1500nmに固定し、ナノワイヤ径およびナノワイヤ間隔を200-1000nmの範囲で変化させた際の光吸収率である。この結果から、ナノワイヤ径、ナノワイヤ間隔がともに600nmの時に最高吸収率である74.4%が得られたことがわかる。また、Fig.3は、ナノワイヤ径600nm、ナノワイヤ間隔600nmにおいてナノワイヤ高さを500-3000nmの範囲で変化させた際の光吸収率である。この図から、今回のモデルでの光吸収率は約77%に漸近しており、 $h>2000\text{nm}$ で75%以上の光吸収率が得られた。プレーナー構造と比較しても、光吸収率が向上していることがわかる。以上の結果から、本研究のモデルでの最適なナノワイヤサイズは、 $a=600\text{nm}$ 、 $\Phi=600\text{nm}$ 、 $h>2000\text{nm}$ であると言える。ここで、吸収されていない23%の内、約17%はナノワイヤ上面による反射であることが計算により確認できたため、反射防止剤の導入によりさらなる光吸収率の向上が見込める。

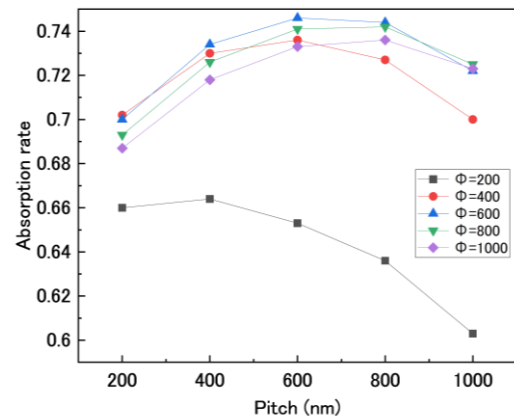


Fig.2 ナノワイヤ径および間隔に対する光吸収率の変化

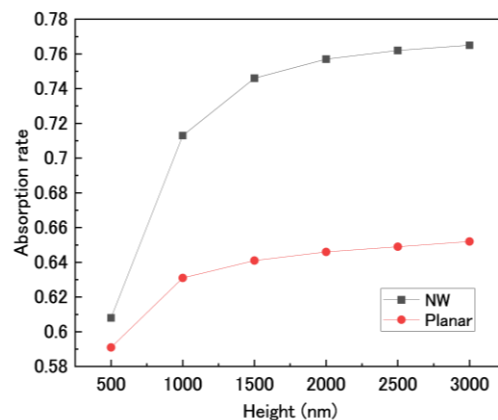


Fig.3 ナノワイヤ高さに対する光吸収率の変化

参考文献

- [1] L. Hu and G. Chen, Nano Lett. 7, 3249 (2007).
- [2] J. Wallentin et al., Science 339 (2013) 1057-1060.