

太陽電池応用に向けたシリコンナノワイヤ構造の光学特性評価

Optical Characteristics of Silicon Nanowire Structures for Solar Cell Applications

東工大院理工¹, PVREC², 科学技術振興機構³,

○森田尊彦¹, 加藤慎也³, 宮島晋介¹, 小長井誠^{1,2,3}

Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Tech.¹, PVREC, Tokyo Tech.², Japan Science and Technology Agency³,

○Takahiko Morita¹, Shinya Kato³, Shinsuke Miyajima², Makoto Konagai^{1,2,3}

E-mail: morita.t.af@m.titech.ac.jp

【はじめに】 シリコンナノワイヤは次世代の太陽電池材料として注目されている^[1]。ナノワイヤ構造においては、低い表面反射率が報告されており、高い光閉じ込め効果が期待される^[2]。ナノワイヤ単体の光吸収特性を調べた結果はこれまでに報告されているが、太陽電池構造での光学計算に関する報告は少ない。本研究では、ナノワイヤ構造およびナノワイヤ間を充填するパッシベーション材料の屈折率が、光吸収率に与える影響を検討した結果を報告する。

【研究手法】 光学シミュレーションには CYBERNET 社の電磁波解析ソフト DiffractMOD を用い、入射光に対する反射率、吸収率、電界成分の強度分布を計算した。このソフトで使用する RCWA 法は、周期微細構造を持つ光学素子の設計に有効である。計算には、裏面反射層やシリコンナノワイヤ周囲のパッシベーション材料、反射防止膜を考慮した実際のデバイスに近いモデルを用いた。

【計算結果】 Fig.1 はナノワイヤに裏面反射層として Ag を採用した構造(Air/Si nanowire/Ag)における光吸収率のワイヤの直径依存性を示す。ナノワイヤ長は $3\mu\text{m}$ である。ワイヤの充填率は一定とした。これより、ワイヤの充填率が同じであっても、その直径によって光吸収率が異なることがわかる。従って、微小サイズのナノワイヤについては、新たな光閉じ込め構造

の提案が必要と考えられる。また、ナノワイヤ周囲を満たすパッシベーション材料の屈折率を変化させた場合の計算も行った。その結果、屈折率には最適値が存在することが明らかとなった。これは、パッシベーション材料の屈折率を変化させることによりナノワイヤ層の実効的な屈折率が変化するためであり、シリコンナノワイヤ太陽電池の高効率化のためには、適切な屈折率を有するパッシベーション材料の開発が重要であることが明らかとなった。

【謝辞】 本研究は文部科学省「革新的エネルギー研究開発拠点形成事業(FUTURE-PV Innovation)」の委託により行われたものである。

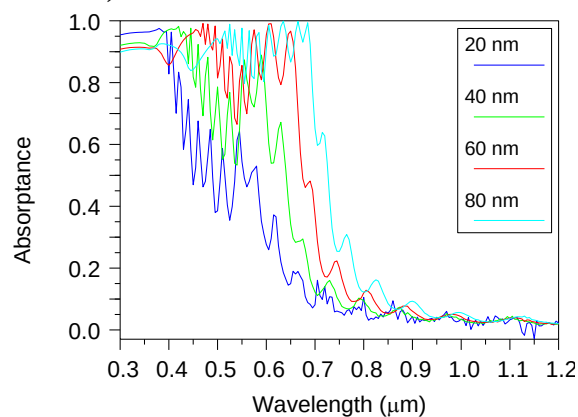


Fig.1 Calculated spectroscopic absorbance of silicon nanowires on each diameter 20-80 nm with back reflective coat Ag.

[1] Y. Kurokawa, *et al*, Jpn J Appl Phys, **51** (2012) 11 PE 12

[2] S.Kato, *et al*, Nano Research Letters 2013, **8**:215