

HIT 構造セルにおける受光面側各層の設計指針： シミュレーションによる検討

Role of Front Layer Stack in HIT Cell: Simulation Study

豊田工大¹, 明治大² ○神岡 武文¹, 林 豊¹, 中村 京太郎², 大下 祥雄¹

Toyota Tech. Inst.¹, Meiji Univ.², °Takefumi Kamioka¹, Yutaka Hayashi¹, Kyotaro Nakamura²,
Ohshita Yoshio¹

E-mail: t-kamioka@toyota-ti.ac.jp

【はじめに】ヘテロ構造(heterojunction with intrinsic thin layer; HIT)[1]の Si 結晶太陽電池は、低温でのプロセスで製造でき、高い変換効率が得られることから、注目を集めている。現在、このセルを構成する各層の役割に関して、理論および実験の両面からの研究が進み、動作原理が次第に明らかになりつつある。我々のグループでは最近、ヘテロ接合界面(i-aSi:H/n-cSi)に関する新しいモデルを提案した[2]。このモデルでは、界面における正孔反転層における量子閉じ込め効果を組み込むことで、開放電圧の i-aSi:H 層厚依存性の再現に成功している。本研究では、本モデルを用いたシミュレーションを行い、受光面側の i-aSi:H 層以外の各膜(p-aSi:H, ITO 等)の役割と、それらの最適な設計指針に関して報告する。

【シミュレーション手法】ITO/p-aSi:H/i-aSi:H/n-cSi/i-aSi:H/n-aSi:H/ITOの積層構造を有する HITセルをデバイスモデルとした。表面テクスチャ構造は考慮していない。各材料の寸法や物性値は、前回発表[2]した値を用いた。セル特性の数値解析には、ヘテロ接合界面における量子閉じ込め効果を組み込んだ 2次元デバイスシミュレータ"ATLAS"(Silvaco 社)を用いた。受光面側の p-aSi:H 層のキャリア密度、厚さ、および ITO の仕事関数などをパラメータとして変化させ、セル特性を解析した。

【結果および考察】ITO の仕事関数を固定し、セル特性の p-aSi:H 層キャリア密度依存性(図 1)をみると、キャリア密度の増加にともない変換効率が向上する傾向がみられる。ただし、変換効率が最大となるキャリア密度が存在し、さらに増加させても効率はほとんど変化しない(僅かに減少傾向に転ずる)。これには、キャリア密度が高い領域における開放電圧の減少が寄与している。この詳細は、さらに解析を進めて報告する。なお、このような傾向は、量子効果を考慮しない従来モデルとは異なるため、セル特性の正確な予測には、量子効果を考慮する必要があることを示唆する。本発表では、セル特性に対するその他のパラメータ依存性と合わせ、最適な受光面側各層の最適設計指針を議論する予定である。

【謝辞】本研究の一部は、NEDO 太陽光発電システム次世代高性能技術の開発「結晶 Si 太陽電池」の下で行われた。

【参考文献】[1] M. Taguchi et al., Prog. Photovoltaics **13** (2005) 481. [2] 林他, 2013 年春季第 60 回応用物理学会学術講演会, 29a-A4-9. [3] Y. Hayashi et al, 3rd nPV Workshop (2013).

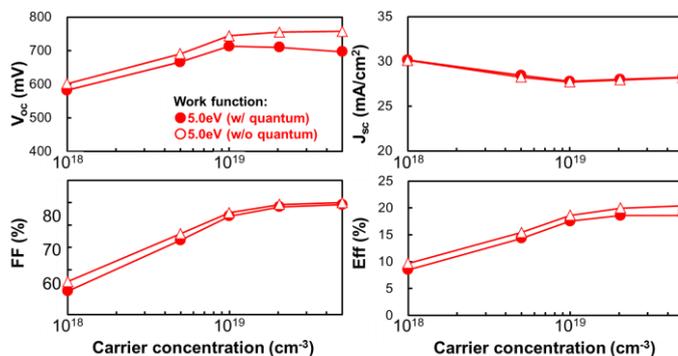


図 1 セル特性(開放電圧;V_{oc}、短絡電流密度;J_{sc}、fill factor; FF、変換効率;Eff)の p-aSi:H 層キャリア密度依存性