

テクスチャー型 a-Si:H/ μ c-Si:H タンデム型太陽電池の 分光感度シミュレーション技術

Simulation technique for external quantum efficiency in textured a-Si:H/ μ c-Si:H tandem solar cells

岐阜大学 未来型太陽光発電システム研究センター 佐合 佑一朗, [○]藤原 裕之

Gifu Univ., CIPS Yuichiro Sago, [○]Hiroyuki Fujiwara

E-mail: fujiwara@gifu-u.ac.jp

【はじめに】 a-Si:H/ μ c-Si:H タンデム構造を基本とする薄膜シリコン太陽電池では、光散乱効果による短絡電流密度の向上を目的として、サブミクロンサイズのテクスチャー構造が形成されている。この光散乱による光路長の増加は、長波長領域における分光感度の改善に有効であるが、テクスチャー効果を考慮した分光感度スペクトルの計算には、一般に複雑な計算が必要となる。本研究では、特に a-Si:H/ μ c-Si:H タンデム型太陽電池の分光感度を高精度で容易に計算可能な新たなシミュレーション技術を光学アドミッタンス法を応用した計算手法により実現した。

【シミュレーション方法】 分光感度の計算は、光学アドミッタンス法¹⁾により太陽電池各層の光吸収を算出することから行った。この計算では、Glass/SnO₂:F/界面/a-Si:H/ μ c-Si:H/ZnO/Ag 構造を仮定し、各層界面において反射防止条件を強制的に適用することからテクスチャー効果をシミュレートした。図 1 は、この手法を用いた計算手順を示しており、図の A_{flat} が、ガラス側から入射した場合に平坦な a-Si:H/ μ c-Si:H 構造で吸収される光の割合を示している。特に本計算手法では、 A_{flat} の極大値を結んだ直線により光学干渉を強制的に排除し、その吸収率のスペクトルとして図の A_{tex} を得る。この両スペクトルで囲まれた A の領域がテクスチャーによる光吸収の実質的な増加を表す。つまりこの計算手法では、平坦構造における光学干渉を反射防止条件の適用により平滑化し、a-Si:H/ μ c-Si:H 各層における最大の分光感度を見積っている。

【結果】 図 2 は、Schicho らによって報告されているテクスチャー型 SnO₂:F 基板(Asahi-U)上に形成された a-Si:H(250 nm)/ μ c-Si:H(1500 nm)太陽電池の外部量子効率(EQE)スペクトル²⁾(白丸)および上記の計算手法を用いた計算スペクトル(実線)を示している。図 2 から確認される様に、シミュレーション結果は実験値と非常に良く一致した。さらに、a-Si:H/ μ c-Si:H 構造において、a-Si:H および μ c-Si:H 層の膜厚を変化させた場合の EQE スペクトル²⁾に対しても、同様の極めて良い一致が観察された。以上の結果から、テクスチャーの構造因子を考慮しない新しい簡易計算法から、a-Si:H/ μ c-Si:H 太陽電池の分光感度スペクトルを高精度に再現できることを初めて明らかにした。

1)Y. Sago and H. Fujiwara, *Jpn. J. Appl. Phys.* **51** (2012) 10NB01.

2)S. Schicho, D. Hrunski, R. van Aubel, and A. Gordijn, *Prog. Photovolt: Res. Appl.* **18** (2010) 83-89.

【謝辞】 この開発は、独立行政法人科学技術振興機構の研究成果展開事業(先端計測分析技術・機器開発プログラム)による成果である。

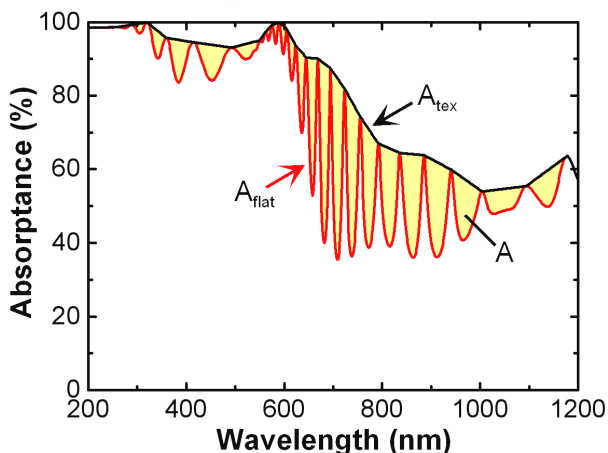


Fig. 1. Calculation method for the total absorbance in the a-Si:H/ μ c-Si:H structure.

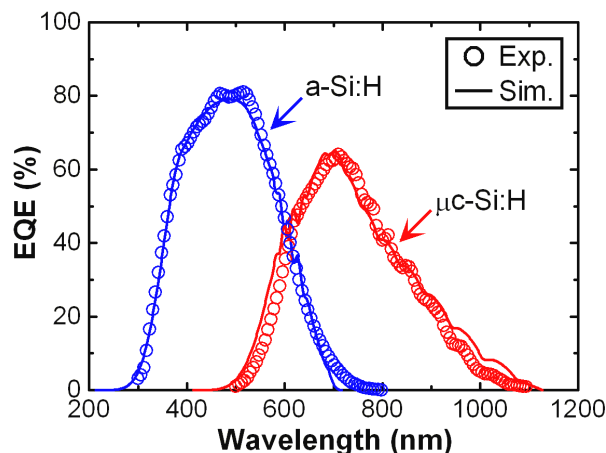


Fig. 2. EQE spectra of the textured a-Si:H/ μ c-Si:H tandem solar cell obtained from the experiment (open circle) and simulation (solid line).