

フォトニック結晶を用いた SHJ 太陽電池の光閉じ込め効果向上

Optical Confinement of SHJ Solar Cells using Photonic Crystal

パナソニック¹, 産総研² °兼松 大二¹, 齋 均², 寺川 朗¹

Panasonic Corp.¹, AIST², °Daiji Kanematsu¹, Hitoshi Sai², Akira Terakawa¹

E-mail: kanematsu.daiji@jp.panasonic.com

【背景】シリコンヘテロ接合(SHJ)太陽電池の薄型化は、従来の製品に軽量、フレキシブルという新たな特徴を加えることで、新規市場の創出へつながると考えられる。SHJ 太陽電池の薄型化にあたり、光吸収の低下による短絡電流密度 J_{SC} の減少が一つの課題となる。本報告では、厚さ 50 ~70 μm の薄型 SHJ 太陽電池を想定した光閉じ込め構造として、フォトニック結晶を利用したテクスチャ構造について検討した。

フォトニック結晶を利用した太陽電池は厚さ 3 μm 程度までの微結晶薄膜シリコン太陽電池を中心に開発が進められ、20 μm の結晶シリコン太陽電池まで効果が確認されている[1]。今回、フォトニック結晶を利用したデバイスとしては厚い 50 μm 超の SHJ 太陽電池において、その効果を確認した。

【実験】光学シミュレーションにより設計した凹凸構造を、厚さ 60 μm のシリコンウェハ表面に電子線リソグラフィを用いて作製した。この基板を用いてセル試作及び光学特性評価を行った。

【結果と考察】今回計算結果としては、厚さ 50 μm において最大 39.3 mA/cm^2 まで確認されている。当社は過去に 98 μm の SHJ 太陽電池において 39.5 mA/cm^2 の J_{SC} を報告しており、今回の結果は、薄型化による J_{SC} 低下を十分に防ぐ効果があると期待できる。実際の試作は装置上の制約から 37 mA/cm^2 程度が得られる構造で評価を行った。結果として J_{SC} は 33.9 mA/cm^2 が得られており、フラット基板と比較して+4 mA/cm^2 程度の光閉じ込め効果が確認された。計算結果との剥離の要因としては、低い内部量子効率(IQE)が考えられる。純粋な光吸収量から求めた Implied J_{SC} は 39.7 mA/cm^2 と高い値が得られている。この値は、仮にピラミッドテクスチャと同程度の IQE が得られたとすると、35.8 mA/cm^2 に相当する。まだ、プロセス上の課題が多いがフォトニック結晶の高いポテンシャルが確認された。

【謝辞】

本研究の一部は、NEDO「エネルギー・環境新技術先導プログラム」の助成を受けて実施された。

本研究の一部は、文部科学省「ナノテクノロジープラットフォーム」事業の支援を受けて、(国研)産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設において実施された。

光学シミュレーションにご協力頂いた、京都大学工学研究科教授野田進先生、助教石崎賢司先生、講師田中良典先生に感謝する。

参考文献

[1] K. Ishizaki, M. D. Zoysa, Y. Tanaka, S. W. Jeon, and S. Noda, Jpn. J. Appl. Phys. 57, 060101 (2018)