

シリコン太陽電池に利用するナノインプリントテクスチャ構造の最適化

Structure Optimization of Nanoimprinted Texture for Crystalline Silicon Solar Cell

奈良先端大[○]吉永 征矢, 石河 泰明, 荒木 慎司, 本多 竜規, 姜 雲建, 堀田 昌宏, 浦岡 行治

Nara Institute of Science and Technology (NAIST)

[○]Seiya Yoshinaga, Yasuaki Ishikawa, Shinji Araki, Tatsuki Honda, Yunjiang Jiang, Masahiro Horita,

Yukiharu Uraoka

E-mail: y-seiya@ms.naist.jp

【背景・目的】 単結晶シリコン (c-Si) 太陽電池はアルカリ溶液などを用いてエッチングすることで表面にテクスチャ構造を形成し、表面反射率を低減することで高効率化を行っている。従来のエッチングによるテクスチャ形成法は表面面積増大に伴う開放端電圧の減少、表面再結合抑制のため高品質なパッシベーション膜が必要となり高コストに繋がるなどの問題が懸念されている。本研究では表面面積を増大させずに表面反射を抑制する手法としてナノインプリントによるテクスチャ形成法を提案し、シミュレーションを用いた 3 次元テクスチャ構造の最適化を行った。

【実験方法】 シミュレーターは 3 次元回折光学シミュレーター Diffact MOD (Cybernet system Co. Ltd.) を使用した。基板上のテクスチャ形状はピラミッド、ピラー、モスアイ、逆モスアイの 4 形状について、テクスチャサイズを 10 nm から 500 nm までのサブミクロンスケールで変化させた際の表面反射率から最適化を行った。一例としてシミュレーションで設計したピラミッド形状を図 1 に示す。ナノインプリントでは残膜が形成されてしまうため、図 1 (b) で示すようにテクスチャと基板の間に 50 nm の膜を設定し、基板は 300 μm の c-Si 基板を使用した。テクスチャ材料は高屈折率、ワイドバンドギャップの無機材料である酸化ジルコニウム (ZrO_2) の光学特性を与えた。照射光はテクスチャに垂直に入射する光とした。

【結果】 評価方法として、波長 300 nm から 1200 nm までの Weighted average reflectance (R_w) を用いた。テクスチャ形状をピラミッド、テクスチャサイズを 200/10 (Height/Width) nm の時に R_w は最小値 4.71% を示した。図 2 に R_w の最も低かった構造と c-Si ウエハの表面反射率を示す。200/200 nm のピラミッド形状の R_w も 4.92% と同様に低い結果となった。ピラミッド形状ではテクスチャの高さが同じ場合、テクスチャ幅のサイズが大きく変化しても R_w への影響は小さく、robust な条件であることが示唆された。

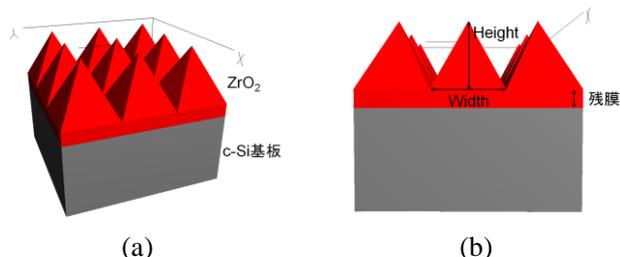


図 1 シミュレーションに利用したピラミッド構造 (a) 斜投影図, (b) 断面図

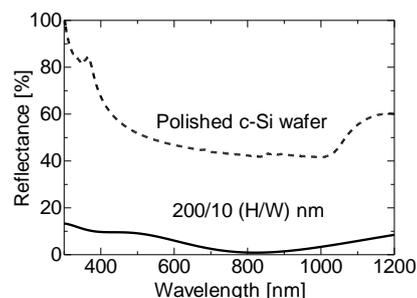


図 2 最適なナノインプリントテクスチャ構造と c-Si ウエハの表面反射率