

微結晶シリコン太陽電池におけるテクスチャ構造の最適周期と膜厚の相関 Relationship between the cell thickness and the optimum period of textured back reflectors in thin-film microcrystalline silicon solar cells

産総研¹, PVTEC² ○齋 均¹, 鯉田 崇¹, 齊藤 公彦², 近藤 道雄¹AIST¹, PVTEC² ○Hitoshi Sai, Takashi Koida, Kimihiko Saito, Michio Kondo

E-mail: hitoshi-sai@aist.go.jp

【はじめに】薄膜シリコン太陽電池は資源的制約が無く安価・安全な太陽電池として期待されているが、普及に向けた最大の課題は発電効率の向上である。効率 15% の a-Si:H/ μ c-Si:H タンデム太陽電池の開発には、 μ c-Si:H サブセルで短絡電流密度 $J_{SC} > 30 \text{ mA/cm}^2$ を妥当な膜厚で実現する必要がある。光閉じ込め用テクスチャ構造の高度化が重要である。我々はこうした観点から、規則性テクスチャ構造をプラットフォームとし、テクスチャ構造の各パラメータと太陽電池特性の相関を系統的に調べてきた[1,2]。前回、適正化したハニカム型テクスチャ基板を適用した μ c-Si:H 太陽電池で 30 mA/cm^2 超の J_{SC} (アクティブエリア) を報告した。今回、セル膜厚と最適なテクスチャ周期の相関について検討を行ったので報告する。

【実験】フォトリソグラフィ及びエッチングを適用しハニカム型テクスチャ基板を作製し、反射層となる Ag/ZnO:Ga をスパッタ製膜して太陽電池基板とした。この上に n-i-p μ c-Si:H をプラズマ CVD 法で、ITO 窓電極及び楕円形 Ag 電極をスパッタ法で製膜し、 μ c-Si:H 太陽電池を作製した。

【結果と考察】ハニカム型テクスチャ構造の周期 P と μ c-Si:H 太陽電池の J_{SC} の相関を図 1 に示す。テクスチャのアスペクト比は約 0.2 で一定としている。図より、最適周期は一定ではなく、セル膜厚 t_i の増加に伴い最適値が長周期化した。断面観察を行ったところ、周期 $1.5\mu\text{m}$ のテクスチャ基板上に膜厚 $3\mu\text{m}$ のセルを製膜した場合、図 2 に示すようにテクスチャ凹部直上に明瞭な欠陥が確認され、セル表面の平坦化も認められる。これらの要因により、 $P < t_i$ となる場合に J_{SC} が制限されたと考えられる。以上の結果は、設計膜厚を念頭にテクスチャ構造を最適する必要があることを示唆する。

【謝辞】本研究は NEDO の委託を受け、また産総研 NPPP の支援を受けて実施された。【文献】[1] H. Sai et al., Appl. Phys. Lett. **101**, 173901 (2012). [2] 齋ほか, 第 73 回応物秋 13a-F6-6.

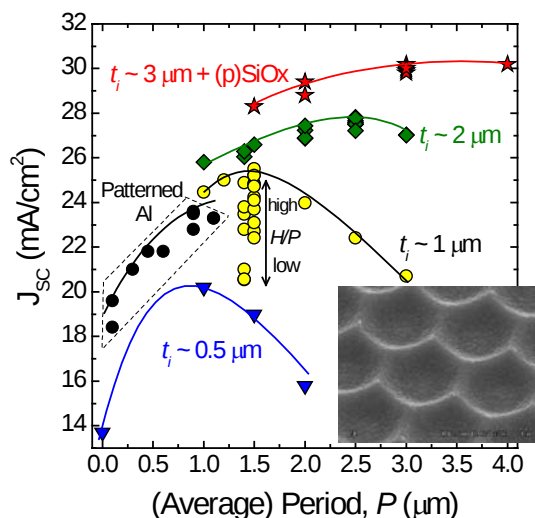


図 1. ハニカム型テクスチャ構造の周期と μ c-Si:H セルの J_{SC} の相関。膜厚 t_i により最適周期が変化する。右下はハニカムテクスチャ構造の表面 SEM 像。

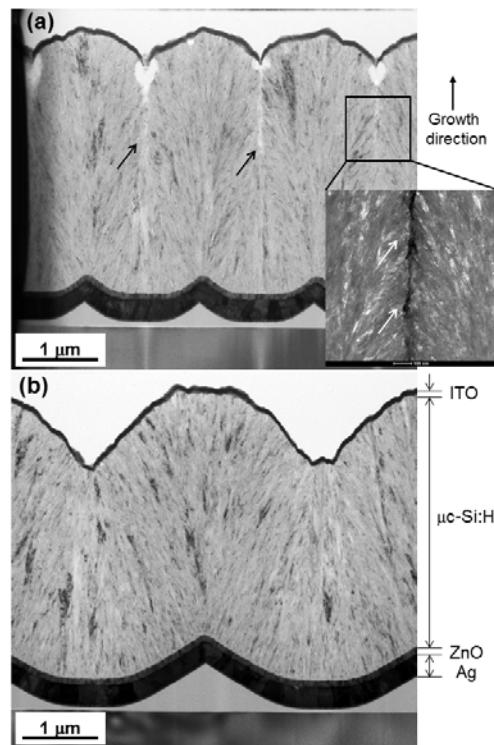


図 2 周期 $1.5\mu\text{m}$ (a) 及び $3\mu\text{m}$ (b) のハニカム型テクスチャ構造上に作製した膜厚 $3\mu\text{m}$ の μ c-Si:H 太陽電池の断面像。(a) において線状の欠陥が確認できる。