

ハニカムテクスチャ基板を用いた高性能薄膜シリコン太陽電池の開発
 High-efficiency thin-film silicon solar cells using honeycomb textured substrates
 産総研¹, 三菱重工², パナソニック³, PVTEC⁴

齋 均¹, 松井 卓矢¹, 近藤 道雄¹, 中尾 禎子², 竹内 良昭², 片山 博貴³, 吉田 功⁴

AIST¹, MHI², Panasonic³, PVTEC⁴, [○]Hitoshi Sai¹, Takuya Matusi¹, Michio Kondo¹,

Sachiko Nakao², Yoshiaki Takeuchi², Hirotaka Katayama³, Isao Yoshida⁴

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

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り、バンドギャップの異なるアモルファスシリコン (a-Si:H) や微結晶シリコン ($\mu\text{c-Si:H}$) を積層した多接合型太陽電池の開発が進められている[1]. ボトムセル材料である $\mu\text{c-Si:H}$ に着目すると、高効率化を目指す上での最大の課題は、間接遷移に起因して光吸収係数が小さいことを補う光閉じ込め技術の高度化である。我々はこの観点から、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サブストレート型 $\mu\text{c-Si:H}$ 電池にて系統的に調べてきた。この検討の中で、優れた光閉じ込め効果と高品質膜成長を両立し得るハニカムテクスチャ基板を開発するとともに、膜厚に応じたテクスチャ設計が必要であることを明らかにしてきた[2]. さらに、種々の高効率化技術をハニカムテクスチャ基板と組み合わせることにより、 $\mu\text{c-Si:H}$ 太陽電池で世界最高となる発電効率 10.8%(designated area, da)を達成した[3]. 最近では図 1 に示すように発電効率は 11.0%(da)にまで向上している[4].

一方低コスト化の観点からは、良質な $\mu\text{c-Si:H}$ 層を高速で製膜できるプラズマ CVD 装置の開発が必要である。高速製膜には原料ガスの解離効率が高い VHF プラズマが有効とされるが、波長の短い VHF 帯を用いると定在波の影響によって大面積での均一性確保に課題があった。近年、三菱重工が独自に開発した位相変調法により、G5 サイズ基板対応の大型 VHF-CVD 装置にて 1 nm/s を超える製膜速度と高い均一性が達成されている[5]. 最近我々は、高スループットで高性能な $\mu\text{c-Si:H}$ 電池を実現することを目指し、この高性能な G5-CVD 装置とハニカムテクスチャ基板を組み合わせる検討を進めている。G5-CVD 装置の製膜条件を適正化することで、製膜速度 1 nm/s 以上にて発電効率 11.0%(active area)を実現するとともに、厚膜電池においては短絡電流密度 31.6mA/cm²を得ている。発表当日は成果の詳細を報告する。

【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] S. Kim et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells **119** (2013) 26-35. [2] H. Sai et al., Appl. Phys. Lett. **102**, 053509 (2013). [3] M.A. Green et al., Prog. Photovolt: Res. Appl. **22** (2014) 1-9. [4] 齋ほか, 2014 年春季応用物理学会 [5]H. Takatsuka et al., Proc. WCPEC-4 (2006) 2028-2033.

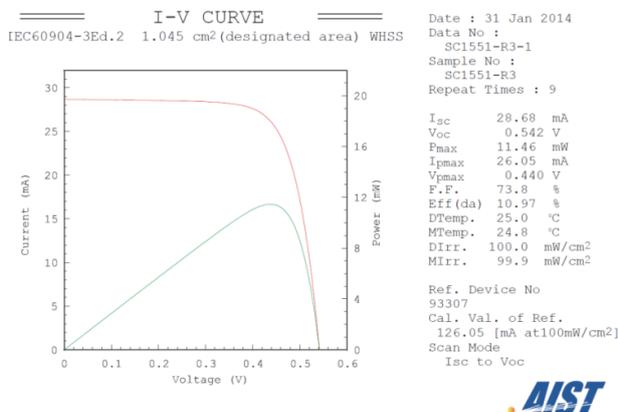


図 1. 効率 11%を実現した $\mu\text{c-Si:H}$ 電池の I-V 特性

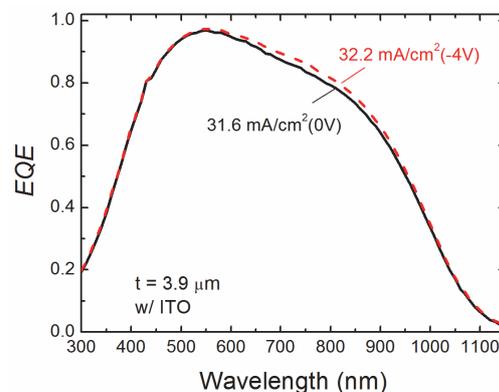


図 2. G5 装置にて製膜した厚膜 $\mu\text{c-Si:H}$ 電池の EQE 特性