

自立・超薄型ウェーハによる高効率結晶シリコン太陽電池の実現に向けて

Toward high-efficiency c-Si cells with very thin free-standing wafers

産総研¹, 筑波大², コマツ NTC(株)³

○齋 均¹, 松井 卓矢¹, 布村 正太¹, 海汐 寛史^{1,2}, 河津 知之³, 高遠 秀尚¹, 松原 浩司¹

AIST¹, Tsukuba Univ.², Komatsu NTC Ltd.³

○H. Sai¹, T. Matsui¹, S. Nunomura¹, H. Umishio^{1,2}, T. Kawatsu³, H. Takato¹, K. Matsubara¹

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

結晶シリコン (c-Si) 太陽電池に関する ITRPV ロードマップに依れば、発電コスト低減に向けウェーハ厚さは現行の 180 μm から 110 μm 程度に向け薄型化が進むと予想される。一方、詳細な数値解析から、理想的な c-Si 太陽電池ではウェーハ厚さ 110 μm で最大効率 (29.4%) が得られること、またウェーハ厚に対する光吸収量 (すなわち短絡電流密度 J_{sc}) と開放電圧 (V_{oc}) のトレードオフ関係からウェーハ厚 50 μm 程度まで発電効率がほぼ一定となること、が報告されている[1]。すなわち原理的には薄型化と高効率は両立し得る。ウェーハ薄型化が進めば、一定程度の曲げを許容する軽量な太陽電池モジュールの実現が期待出来、例えば EV 搭載向けなど新たな応用も広がる。また、最近研究が活発な c-Si セルを用いた多接合セルのフレキシブル化・軽量化も期待出来る。このような超薄型・高効率結晶シリコン太陽電池の実現に向けては、理論的に予想されている超薄型・高効率セルの実験的検証に加え、薄型ウェーハの製造技術や、薄型ウェーハに適合する高効率セル化技術やモジュール技術の開発などの課題がある。表面敏感となる薄型セルでは、表面欠陥の終端 (パッシベーション) が極めて重要となる。水素化アモルファスシリコン (a-Si:H) 膜は優れた表面パッシベーション効果を有することが知られ、実際に a-Si:H/c-Si ヘテロ接合セルにて 25%を超える高い発電効率が実現されている[2]。

こうした背景のもと、最近我々のグループでは a-Si:H/c-Si ヘテロ接合構造を用いた超薄型・高効率結晶シリコンセルの開発を進めている[3]。図は、同一条件にて作製したヘテロ接合セルのウェーハ厚さ依存性を調べた結果である。厚さ 30 ~ 400 μm の広範囲に渡り、 V_{oc} と J_{sc} の間に明瞭なトレードオフが確認できる。一方、曲線因子 (Fill factor) の厚さ依存性は小さい。結果として、効率の絶対値には改善余地があるものの、厚さ 100 μm 以下でも比較的高い効率が得られている。本講演では、これら実験結果を紹介しながら、自立・超薄型ウェーハによる高効率結晶シリコン太陽電池の実現に向けて議論する。

【謝辞】本研究は NEDO の委託を受けて実施したものである。【文献】[1]Richter et al., IEEE J. Photovolt. 3 1184 (2013). [2]Adachi et al., Appl. Phys. Lett. 107 233506 (2015). [3]Sai et al., Proc. IEEE PVSC 44 (2017).

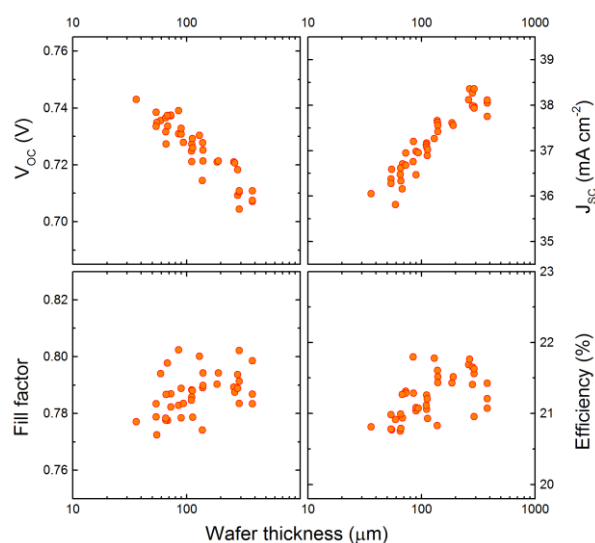


図. a-Si:H/c-Si 太陽電池におけるウェーハ厚さと発電特性の相関 (n 型 CZ-Si, 同一インゴット)