

ウェーハ薄型化による結晶 Si 太陽電池の温度特性改善 Improved temperature coefficients in very thin c-Si solar cells

産総研 ゼロエミッション国際共同研究センター

○齋 均、佐藤 芳樹、奥 登志喜、松井 卓矢

GZR, AIST

○Hitoshi Sai, Yoshiki Sato, Toshiki Oku, Takuya Matsui

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

【はじめに】太陽電池の性能は一般に標準条件 (1sun, AM1.5g, 25°C) で評価されるが、発電効率は温度上昇と共に低下する。実環境では太陽電池の温度は 25°C を超えることが多く、実発電量を最大化するには、標準条件での効率向上に加え、温度上昇に伴う効率低下の抑制、すなわち温度係数の改善が重要である。温度上昇に最も敏感なパラメータは V_{OC} であり、 V_{OC} が高いほど温度係数が改善する[1]。結晶 Si 太陽電池では、近年、表面再結合を抑制するパッシベーショングコンタクト技術が進展して効率と V_{OC} の改善が進み、例えばシリコンヘテロ接合 (SHJ) セルでは効率 25.1%と $V_{OC}=0.743V$ が達成された[2]。さらなる V_{OC} 向上を実現する手段の一つにウェーハ薄型化があり [3,4]、我々はウェーハ薄型化と温度係数の相関について検討してきた [5]。今回、より詳細な実験および計算による検討を行ったので報告する。

【実験】厚みを 50~400 μm の範囲で制御した n 型 CZ-Si ウェーハを用意し、テクスチャエッチング、ウェット洗浄を経て、PECVD 法により a-Si:H 層を、スパッタ法で透明電極及び Ag 電極を形成し、小面積 SHJ セル (4cm²) を作製した。ソーラーシミュレータ付き恒温槽を用いて発電特性の温度依存性を評価した。また、再結合モデルを用いた数値計算により温度・ウェーハ厚・発電効率の相関を調べた。

【結果および考察】実験的に得られた温度係数のウェーハ厚さ依存性を図 1 に示す。発電効率の温度特性は V_{OC} に支配され、薄型化により改善出来ることが確認された。また図 2 に示すように、最大効率を与えるウェーハ厚 (最適厚さ) は温度上昇と共に減少した。数値解析からは、現状よりも表面再結合速度を低減すれば最適厚さが小さくなる傾向が認められた。これらの結果から、高温環境での発電量向上には、ウェーハ厚を含めたセル設計が重要であることが示唆される。

【参考文献】 [1] R. Würfel, Phys. Sol. Cell. (2009). [2] X. Ru et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells **215**, 110643 (2020). [3] H. Sai et al., Prog. Photovoltaics Res. Appl. **27**, 1061 (2019). [4] P. Balaji et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells **216**, 110715 (2020). [5] 齋ほか、2019 年春季応用物理学会。【謝辞】薄型ウェーハは (株) コマツ NTC の河津様、長井様にご提供いただいた。

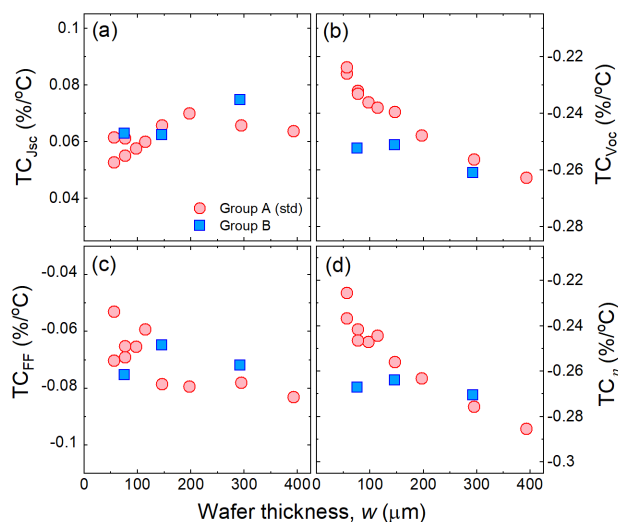


図.1 SHJ セルの温度係数のウェーハ厚依存性。薄型化により V_{OC} と効率の温度係数が改善した。

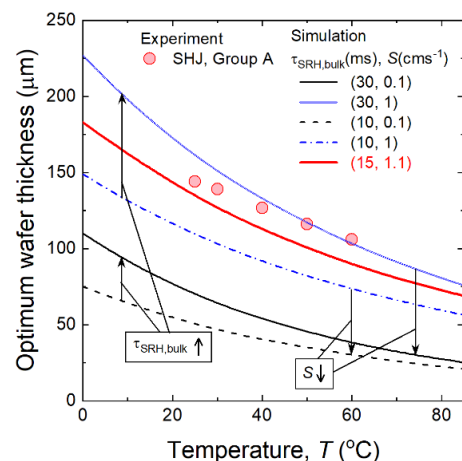


図 2. 最適ウェーハ厚さの温度依存性。