

5 接合アモルファス Si 太陽電池の低照度下での特性改善

Improvement of Characteristics of Amorphous Si Quintuple-Junction Solar Cells under Low Illuminance

東京都市大学総合研究所 ○小長井 誠、佐々木 峻、米村 百可、石川 亮佑.

Tokyo City University, °Makoto Konagai, Ryo Sasaki, Momoka Yonemura, Ryousuke Ishikawa

E-mail: mkonagai@tcu.ac.jp

IoT 機器の自立電源への応用に向けた両面受光 5 接合アモルファス Si(a-Si)太陽電池を提案・試作し、すでに 1,000-3,000lux の照明下で 3V 以上の開放電圧を得ている¹⁾。今回は、低照度下での発電特性の改善について報告する。

試作した両面受光 5 接合アモルファス Si 太陽電池の光吸収層(i 層)は、第 1、第 2、第 4、第 5 セルにはワイドギャップの a-SiO:H ($E_{opt}=1.85\text{eV}$) を、また第 3 セルの i 層のみ a-Si:H を用いている。試作した 5 接合セルの全膜厚は $0.6\sim 0.8\ \mu\text{m}$ となっている。低照度下での特性を議論する上で重要なパラメータは、開放電圧 V_{oc} である。暗状態で漏れ電流が無視できるほど小さい (R_{sh} が十分高い) 太陽電池の V_{oc} は、光照射強度 (P_{in}) の対数に対して線形的に減少する。一方、漏れ電流が無視できない場合は、ある照射強度から V_{oc} が急速に減少する。

今回は、漏れ電流の発生原因を考察するとともに改善策を施した。Fig.1 は、測定した $V_{oc}\text{-}\log(P_{in})$ 特性、ならびに AFORS-HET を用いて理論解析した結果を示している。理論解析では、 $R_{sh}=1\times 10^4, 1\times 10^5\ \Omega\text{cm}^2$ と仮定した。漏れ電流には、凹凸形状の激しいガラス/SnO₂ 基板 (TCO 基板) に起因する成分と n- $\mu\text{c-Si:H}$ に起因するものがある。低照度下では、流れる電流の絶対値が 1sun の状態の 1/100 ~ 1/1000 と小さくなるため、横方向の暗電流の広がり問題となる。本研究では、n 層の最適化により漏れ電流が減少し、200lux 以上で 3.0V を超す開放電圧が得られるようになった。TCO の平坦化については当日報告する。

また、a-Si では、ギャップ内に存在する局在準位が低照度領域での V_{oc} に大きな影響を与えている。Fig.2 は、D-states density を変化させたときの $V_{oc}\text{-}\log(P_{in})$ 特性を示したものである。特に 100lux 以下の領域では、 V_{oc} の低下が顕著である。 $V_{oc}\text{-}\log(P_{in})$ 特性の改善には、光吸収層となる a-Si(O):H 層の高品質化が重要であることが分かった。

謝辞: 本研究は基盤研究 (A) の支援を受けた。

- 1) M. Konagai and R. Sasaki, Jpn. J. Appl. Phys. 58, SBBF05 (2019).

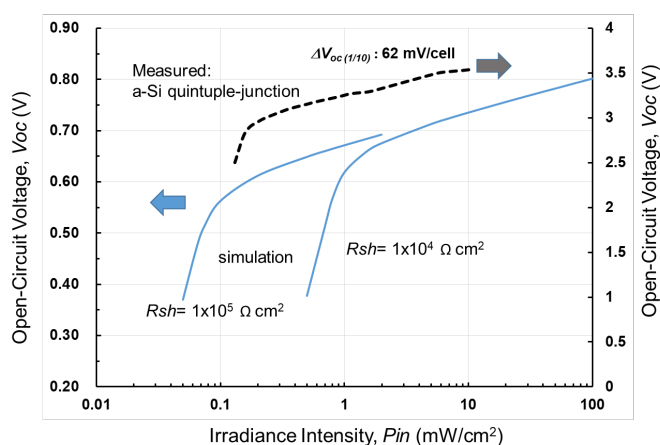


Fig.1 Irradiation intensity dependence of V_{oc} of bifacial quintuple-junction solar cells. The $\Delta V_{oc}(1/10)$ is 62 mV/cell in 5 junction average. Solid lines correspond to the theoretical analysis of the effect of R_{sh} on the $V_{oc}\text{-}P_{in}$ characteristics.

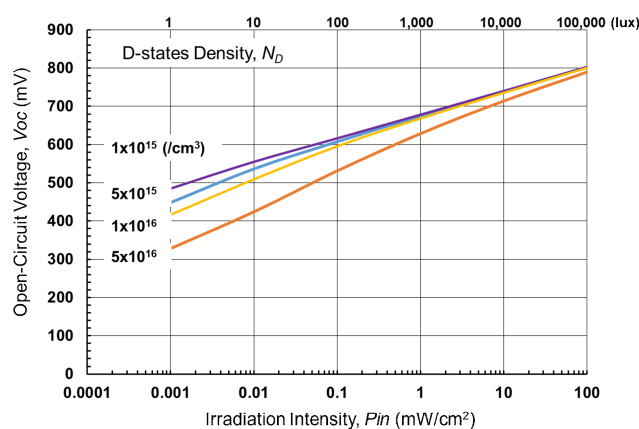


Fig.2 Theoretical analysis of $V_{oc}\text{-}P_{in}$ characteristics as a function of the defect density N_D in i-a-Si layer.