

## 透明電極/p 層界面に挿入したグラフェンの a-Si セル特性改善効果 Effects of graphene inserted between TCO and p-layer of a-Si solar cells on PV Characteristics

富士電機<sup>1</sup>, 東工大<sup>2</sup> ○藤井 健志<sup>1</sup>, 佐藤 まり子<sup>1</sup>, 石川 亮佑<sup>2</sup>,  
ポーポン シッチャヌグリスト<sup>2</sup>, 久保 登士和<sup>1</sup>, 斎藤 哲哉<sup>1</sup>, 市川 幸美<sup>1</sup>, 小長井 誠<sup>2</sup>  
Fuji Electric<sup>1</sup>, Tokyo Inst. of Tech.<sup>2</sup>, ○Takeshi Fujii<sup>1</sup>, Mariko Sato<sup>1</sup>, Ryouyuke Ishikawa<sup>2</sup>,  
Porponth Sichanugrist<sup>2</sup>, Toshikazu Kubo<sup>1</sup>, Tetsuya Saito<sup>1</sup>, Yukimi Ichikawa<sup>1</sup>, Makoto Konagai<sup>2</sup>  
E-mail: fujii-takesi@fujielectric.co.jp

太陽電池の変換効率向上を目指して、太陽光のすべての波長を有効利用する異種のバンドギャップ材料を組み合わせた積層太陽電池の研究が進んでいる。短波長光を変換するワイドギャップセルとしては a-Si 系が用いられることが多く、発電電圧（開放電圧）の向上が求められている。a-Si 系では透明電極の SnO<sub>2</sub> が n 型縮退半導体であるため、接触している p 層との界面で逆接合を形成している可能性があり開放電圧 (Voc) が低下する要因のひとつであると考えられる。そこで、我々はグラフェンを透明電極と p 層の界面に挿入することで、透明電極と p 層の電荷移動をグラフェンにより遮蔽することで逆接合の built-in potential が小さくなり開放電圧が改善できるのではないかと考えた。今回、この効果の検証にグラフェンを挿入した a-Si 太陽電池を作製し、その特性の評価を行った。

a-Si 太陽電池の作製は、まず、25 mm<sup>2</sup> の Asahi-VU (SnO<sub>2</sub>/glass) 基板の半分に CVD によって作製したグラフェン[1]を、熱転写シートを用いて転写し、トルエン、アセトンにて表面の有機物を洗浄した。この基板上にプラズマ CVD にて太陽電池を成膜し、図 1 に示す透明電極 (SnO<sub>2</sub>) / グラフェン/p-i-n/金属電極構造を持つ a-Si の太陽電池セルを作製した。

図 2 にグラフェンの有無によるセルの dark、および 1 Sun 下での I-V 特性の比較を示す。この結果から分かるように、グラフェンの挿入により Voc が約 3.7% (30 mV) 増加し、dark I-V 特性も高電圧側にシフトしている。フィルファクター (FF)、短絡電流密度 (Jsc) に大きな差はないことから、Voc の増加がそのまま変換効率の増加に寄与していることが分かる。

この結果は、グラフェンを挿入することにより、SnO<sub>2</sub> (n 型) /p 層で形成される逆接合の built-in potential が抑えられたことを示唆しており、想定したゼロギャップのグラフェンと半導体と特異な界面の効果であると考えられる。今後、作製条件による効果の差を踏まえ、これらの詳細な機構を明らかにする予定である。

なお、本研究の一部は経済産業省のもと NEDO より委託され行われた。

[1] 藤井他、2012 第 73 回応用物理学会学術講演会 11p-C2-8

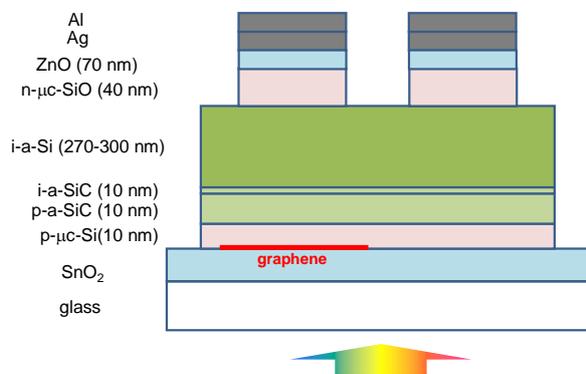


図 1 a-Si セルの断面構造

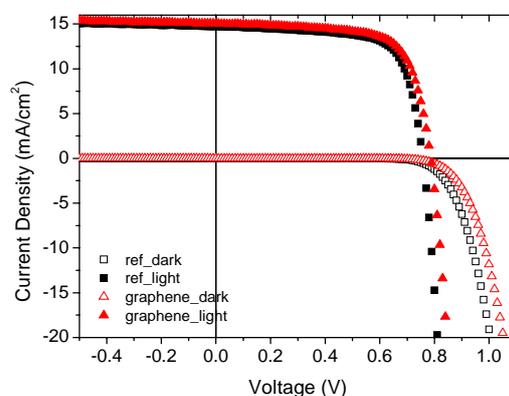


図 2 グラフェンの有無による I-V 特性の差