

シリコンナノ粒子/有機ポリマー太陽電池のセル性能におけるリン添加の効果

Effect of phosphorus-doping on photovoltaic performance of

Si nanoparticles/organic polymer hybrid solar cells

東京電機大学¹, 物質・材料研究機構² ○(M1)高瀬 正峻¹, 深田 直樹², 佐藤 慶介¹

Tokyo Denki Univ.¹, National Institute for Materials Science²

Masataka Takase¹, Naoki Fukata², Keisuke Sato¹, E-mail:18kmj19@ms.dendai.ac.jp

[はじめに] 近年、太陽光の吸収帯域を拡張させるために半導体ナノ粒子を利用した太陽電池の開発が行われている。半導体ナノ粒子は、量子サイズ効果により光吸収に寄与するバンドギャップの拡張が可能のため、高効率な太陽電池の作製に適した材料として注目されている^[1]。本研究では、シリコンナノ粒子(SiNPs)内にリンを添加し、リン添加が太陽電池性能に与える効果について調査した。本発表では、太陽電池性能においてリン添加の効果以外に下地基板として使用した Si 基板の抵抗率の影響についても報告する。

[実験方法] SiNPs は、市販されている直径が 100 nm のナノ粒子を使用した。この SiNPs 内へのリン添加は、リン含有溶剤を用い、加熱処理することで行った。リン添加された SiNPs をピラミッド形状^[2]の Si 基板表面に塗布し、SiNPs 層表面に有機ポリマーである PEDOT:PSS をコーティングした太陽電池を作製した。作製した太陽電池は、ソーラーシミュレータによる電流密度-電圧特性と量子効率(EQE)測定による評価を行った。

[実験結果] リン添加した SiNPs を X 線光電子分光法(XPS)で分析したところ、P-Si 結合による XPS 信号が観測され、リンの添加状態を確認した。このリン添加 SiNPs の電流密度-電圧特性を Fig. 1 に、セルパラメータを Table 1 に示す。比較のために、アンドープ SiNPs を用いた太陽電池から得られた結果についても Fig. 1 と Table 1 に示す。SiNPs を用いた太陽電池のセルパラメータは、SiNPs 内にリンを添加することによって増加傾向を示した。これは、SiNPs 内へのリン添加による抵抗値の低下（直列抵抗 $R_s=0.23\text{ }[\Omega\cdot\text{cm}^2]$ ）と光キャリア数の増大が影響しているためである。その結果、短絡電流密度 J_{sc} が大幅に改善され、約 3 倍以上の変換効率の増大が見られた。

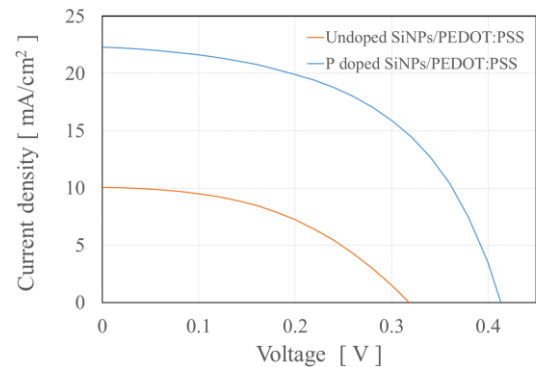


Fig.1 J-V characteristic of Undoped and P-doped SiNPs/PEDOT:PSS hybrid solar cells

Table. 1 Cell performance of Undoped and P-doped SiNPs/PEDOT:PSS hybrid solar cells

	V_{oc} [V]	J_{sc} [mA/cm ²]	FF	η [%]
Undoped	0.318	10.1	0.451	1.44
P-doped	0.413	22.3	0.520	4.79

参考文献

[1] M. Dutta, L. Thirugnanam, P. V. Trinh, and N. Fukata, “High efficiency hybrid solar cells using nanocrystalline Si quantum dots and Si nanowires”, ACS Nano, 9, 6891-6899, (2015).
[2] Y. Sugano, K. Sato, N. Fukata, and K. Hirakuri, “Improved separation and collection of charge carriers in micro-pyramidal-structured silicon/PEDOT:PSS hybrid solar cells”, Energies, 10, 420, (2017).