

平成 25 年度 工系創成的研究賞 受賞者

〔研究者〕



氏名 野崎 智洋 (のざき ともひろ)

所属 機械物理工学専攻

職名 教授

〔タイトル〕

フラーレンを代替するナノ結晶シリコンと新規な異相界面科学の研究

〔背景〕

さらなる高効率化が期待される有機薄膜太陽電池では、電子受容体分子（アクセプター）として主にフラーレン誘導体が用いられている。しかし、アクセプターの開発は電子供与体分子（ドナー）と比較して大幅に遅れており、材料の選択肢は少ない。本研究では、量子サイズ効果を有する 10 nm 以下のシリコンナノ結晶（SiNC, Silicon Nanocrystal）を電子受容体として用いる、新規な Bulk Heterojunction（BHJ）タイプのハイブリッド太陽電池を開発する。太陽電池の革新的な高効率化には、量子サイズ効果を利用した新概念に基づく光 - 電気変換機構を取り入れることが不可欠であり、SiNC は安全性や資源賦存量などの観点からも、次世代太陽電池の実現に不可欠な機能材料の一つと位置付けられている。

〔目的〕

我々が開発したハイブリッド太陽電池の模式図と断面 TEM 像を図 1 に示す。SiNC (6 nm) はほぼ均一にポリマーとブレンドされており、良好な BHJ 構造が形成されている。また、変換効率として現在までに約 2% を達成している。SiNC は 10 nm 以下で量子サイズ効果が発現することは別途確認しているが、半導体ポリマー（有機）と SiNC（無機）が形成する異相界面の諸現象には未解明な点が多く、SiNC 単体の物性とこれをデバイスとして作りあげた時に得られる諸特性との相関は明らかにされていない。本研究では、ドーピングされた 2 nm の SiNC を合成し、これをハイブリッド太陽電池に供することで開放電圧として 1.0 V 以上を実現し、さらに形状因子を現状の 0.3 から 0.6 まで改善することで、変換効率 10% を目指した研究を実施する。これにより、低コスト高効率太陽電池の早期実現だけでなく、新規な異相界面科学を開拓する学術基盤の創出に貢献する。

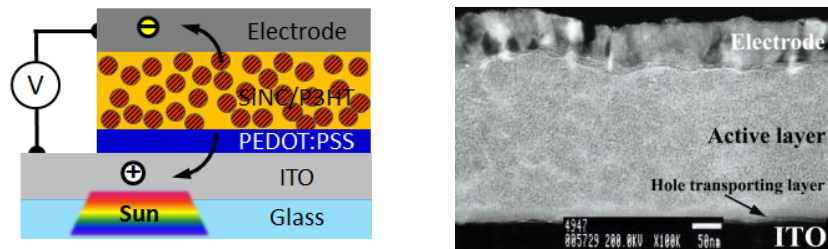


図1 ハイブリッド太陽電池の構造模式図（左）と断面TEM像（右）

【研究計画概要】

我々が新規に開発したインフライトプラズマCVD法を用い、平均粒径2nmのSiNCを合成する。結晶サイズを現状の6nmから2nmへと大幅にダウンサイズすることで、開放電圧の向上におよぼす影響を明らかにする。SiNCの結晶サイズをフラーレン誘導体(1~1.5nm)に匹敵するまで小さくすることで、半導体ポリマーとの混和性が向上し、形状因子の改善も期待できる。さらに、リンなどの不純物をドーピングしたn-type SiNCを合成することで、結晶サイズ、バンドギャップ、フェルミ準位、そして開放電圧の関連性を系統的に整理し、有機・無機材料が形成する異相界面現象を理解するとともに、ハイブリッド太陽電池の変換効率向上を実現する。