

課題番号: GR093  
助成額: 113百万円

# 機能性シリコンナノ複合材料を利用した次世代高効率太陽電池の開発



グリーン・イノベーション

深田 直樹

Naoki Fukata

独立行政法人物質・材料研究機構国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 グループリーダー

理工系

専門分野

半導体物性  
工学

キーワード

応用物性・結晶工学/ナノ構造科学/薄膜・表面  
界面物性/無機材料・物性/構造・機能材料

WEBページ

<http://nfukata.sakura.ne.jp/nfukata.org/index.php>,  
[http://www.nims.go.jp/mana/people/mana\\_scientist/n\\_fukata/index.html](http://www.nims.go.jp/mana/people/mana_scientist/n_fukata/index.html)

平成23年2月10日  
～平成26年3月31日

## 研究背景

単結晶及び多結晶Siが原料の安全性、資源の豊富性、及び変換効率の観点で太陽電池材料の主流となっている。しかしながら、従来のバルクタイプでは、更なる性能向上とコスト削減が厳しい状況にある。そこで、性能向上とコスト低減を両立できる方法として、Siナノ構造を利用した太陽電池が注目されている。

## 研究目的

本研究では、Siナノ構造としてSiナノワイヤを利用し、その内部にpn接合を形成した安価で環境負荷の小さい特殊な太陽電池材料の開発を中心的に行う。本研究により、Si材料の削減による低コスト化および変換効率の向上を両立した、これまでに無い新しい次世代シリコン太陽電池の実用における基礎・基盤技術の確立を目指す。

## 実績

代表論文: ACS NANO 6(4), 3278-3283, (2012)  
受賞: INC8 Best Poster Award、半導体技術委員会(2012年5月); SATテクノロジーショーケース「ベスト新分野開拓賞」、茨城県科学技術振興財団(2013年1月)  
新聞: 日刊工業新聞「ナノワイヤ太陽電池」(2012年5月28日)、鉄鋼新聞「Siナノ構造の高速形成技術開発-高効率太陽電池を低コスト化-」(2012年1月27日)、日刊工業J-NET21「大幅な性能向上の可能性を秘める太陽電池用Siナノワイヤ」(2012年12月7日)

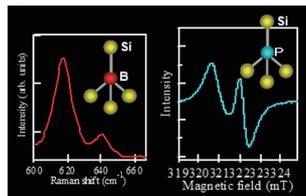
## 研究成果

### Siナノワイヤ内部へのpn接合形成制御

化学気相堆積法を利用して、直径20-100nmのSiナノワイヤ内部にpn接合を形成する位置制御ドーピング技術を確立した。また、pn接合形成のためにナノワイヤ内部に導入された不純物の結合・電子状態評価にも初めて成功した。

### Siナノワイヤ太陽電池セルの開発

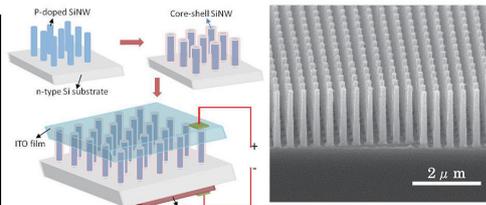
Siナノワイヤの内部動径方向にpn接合を有する特殊なコアシェル構造を構築した新規太陽電池材料および太陽電池セルの開発を行った。ナノワイヤ構造および位置制御ドーピングを利用したpn接合形成の最適化を行い、オゾン処理を利用した新しい表面再結合中心の低減、およびSiナノ結晶との複合機能化を利用することで、ナノワイヤを利用した太陽電池において12.9%という高い変換効率を達成できた。



図左: Siナノワイヤ中の不純物の状態評価例。

図中: Siナノワイヤを利用した太陽電池セルの概念図。

図右: ナノインプリントとエッチングを利用して作製されたSiナノワイヤのSEM像。



## 2030年の 応用展開

Siナノワイヤ内部動径方向にpn接合を構築した特殊な材料を利用することで、生産コストの大半を占めるSi材料の大幅削減が可能となり、且つ、性能に関しても従来のバルクSi

系太陽電池の変換効率を改善することが期待される。更に集光型の太陽電池へ応用ができれば、狭い面積で効率的に太陽光発電が行えるようになる。