

シリコンナノワイヤ/ポリマー複合太陽電池のセル性能 — ナノワイヤ長・アニール温度の効果 —

Cell performances of silicon nanowire/polymer hybrid solar cells

— Effects of nanowire length and annealing temperature —

物材機構¹, 東京電機大学² °佐藤 慶介^{1,2}, Mrinal Dutta¹, 深田 直樹¹

NIMS¹, Tokyo Denki Univ.² °Keisuke Sato^{1,2}, Mrinal Dutta¹, Naoki Fukata¹

E-mail: satok@mail.dendai.ac.jp

【はじめに】無機ナノ構造体に有機材料を組み合わせた無機/有機複合太陽電池は、原料コストの削減ならびに変換効率の高効率化を可能にする次世代太陽電池として研究開発が進められている。我々は、太陽光スペクトルの光吸収帯域が広いシリコン材料を 1 次元構造にしたシリコンナノワイヤ（無機ナノ構造体）と大気中で安定性した電氣的・機械的特性を示すポリマー（有機材料）を複合化した太陽電池の開発を行っている。本発表では、シリコンナノワイヤ/ポリマー複合太陽電池のセル特性に関して、ナノワイヤ長の効果ならびに太陽電池へのアニール温度の効果に関して報告する。

【実験】シリコンナノワイヤは、硝酸銀（0.02M）と HF 水溶液（4.6M）を混合させた溶液内に n 型シリコン基板を浸漬させることで形成した。ナノワイヤ長は、エッチング時間を 1 分、3 分、12 分、30 分、60 分に変えることで、200 nm、570 nm、2.1 μm 、3.5 μm 、7.6 μm に制御した。太陽電池の活性層は、各ナノワイヤ長をもつシリコンナノワイヤ表面上に高導電性、高濡れ性を有する p 型ポリマー（PEDOT:PSS）をスピコートすることで、シリコンナノワイヤ/ポリマー コア/シェルヘテロ接合構造を作製した。電極には、表面に銀によるくし形電極、裏面にアルミニウム電極を用いた。作製した太陽電池に対して、アニール温度の効果を調べるために、窒素雰囲気中、150°C~250°C の範囲で 30 分間熱処理を行った。

【結果】右図に、シリコン基板上にポリマーをスピコートした planar 太陽電池と各ナノワイヤ長のシリコンナノワイヤ/ポリマー複合太陽電池を 200°C で熱処理したときのセル特性を示す。ナノワイヤ長が短い（200 nm）太陽電池では、pn 接合領域が少ないため、planar 太陽電池と同程度の短絡電流密度（25 mA/cm²）を示し、変換効率は 3.7% であった。ナノワイヤ長を長く（570 nm~2.1 μm ）すると、pn 接合領域の拡張に伴い効率よく n 層領域と p 層領域内にそれぞれ電子と正孔（光キャリア）が流入される。その結果、570 nm のワイヤ長をもつ太陽電池は、31 mA/cm² にまで短絡電流密度が増大し、その変換効率は 9.3% と最も高い値を示した。ナノワイヤ長をさらに長く（3.5~7.6 μm ）すると、光キャリアの電極への輸送距離が増大するため、キャリアの結合が生じることで短絡電流密度は 18 mA/cm² まで低下した（変換効率は 3.7%）。当日は、太陽電池へのアニール温度の効果についても報告する。

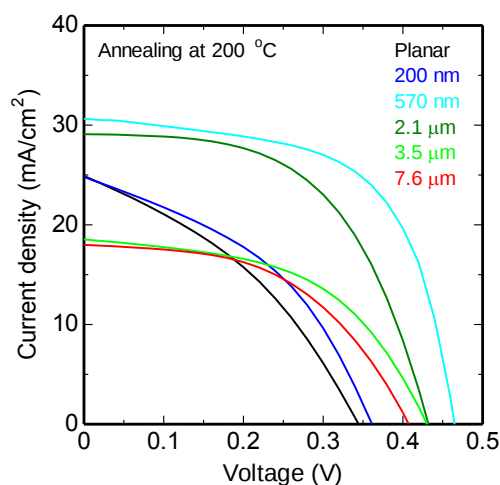


図 ナノワイヤ長の異なるシリコンナノワイヤ/ポリマー複合太陽電池の 200°C アニールでのセル特性