

課題番号 : F-18-HK-0020
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 高密度 CNT を用いた太陽電池用 CNT-電極複合膜の試作
Program Title (English) : Fabrication of CNT-electrode complex films for solar cells using high density CNT
利用者名(日本語) : 中村 基訓
Username (English) : M. Nakamura
所属名(日本語) : 旭川工業高等専門学校
Affiliation (English) : National Institute of Technology, Asahikawa College
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, 垂直配向 CNT, ヘテロ接合, 太陽電池

1. 概要(Summary)

本研究では, カーボンナノチューブ (CNT) と Si を接合し光活性層として用いる CNT-Si ヘテロ接合太陽電池の開発を目指している. 大気下で p 型特性を示す半導体性 CNT と n-Si を物理吸着により接合し, 発電及び電荷分離層として機能させる. これまでの報告では, 2 次元的にネットワーク状に形成された CNT を, Si 基板に転写することで pn 接合構造を作成していた. この場合, CNT-Si の接合面積が最適化できず, 効率が制限されるという課題があった. そこで, 本研究では, 別基板に成長させた高密度垂直配向 SW-CNT 膜を準備し, SW-CNT 上に電極を形成した CNT-電極複合膜を用いることとした. これをエッチングにより Si 基板から剥離し, 別に用意した Si 基板上に転写することで接合面積の大幅な改善ができるのではないかと考えた. すでに北海道大学にて確立されているプロセスを応用することで, 太陽電池用垂直配向 CNT の転写プロセス確立が可能かどうかを検証した.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

EB 加熱・抵抗加熱蒸着装置 EBX-8C: 成長した垂直配向 CNT 表面に Au 電極を形成するのに利用; スパッタ装置 SSP3000Plus: ITO 電極を形成するのに利用

【実験方法】

旭川高専において Co ナノ粒子を触媒としてエタノール CVD 法により形成した垂直配向 CNT (基板は SiO₂/Si) の表面に電極となる Au を約 100~200nm 成膜し, PMMA レジストをスピコートして支持部かつエッチャント保護層を形成した. その後 BHF に数時間漬け置き, CNT 直下の SiO₂ をエッチングすることにより SiO₂/Si 基板から剥離した.

最後に剥離した垂直配向 CNT-電極複合膜を, 窓形成

された基板に転写し, 基板上に垂直配向 CNT を固定した.

3. 結果と考察(Results and Discussion)

本手法によって試作した CNT-Si ヘテロ接合太陽電池を用いて発電効率の測定評価を実施した. 結果としては, これまで本研究室で試作してきた Si 上に直接成長させた太陽電池に比べ, 効率が若干改善したが, 予想される接触面積の増加による効率の向上は見られていない. 下人としては, BHF によるウェットエッチングの際に, 垂直配向 CNT がダメージを受けている可能性が考えられる. CNT-Si の接合領域の断面 SEM を用いて観察したが, 垂直配向した状態での CNT を確認することができなかった. エッチング前後でのラマン分光結果を検証すると, エッチング後において, G/D 比の大幅な低下が確認されており, さらなる加工プロセスの改善が必要であることがわかった.

また, 電極として用いている Au 膜が 100nm 以上と比較的厚く, 光がある程度吸収されている影響も懸念される. 電極材料として ITO なども視野に入れ, 継続的にデバイス作成および評価をしていきたい.

4. その他・特記事項(Others)

・科研費(基盤 C) 静電吸着インクジェット法による CNT-Si ヘテロ接合太陽電池の CNT 直径分布制御(課題番号: 16K06248)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許(Patent)

なし