

スクリーン印刷法による低温形成型炭素電極を用いた 低コスト色素増感太陽電池の開発

電子技術課 二口友昭, 角田龍則 企画管理部 寺澤孝志 立山科学工業㈱ 森井泉 仁, 森 喜代志

1. 緒言

太陽電池は、有効な再生可能エネルギーとして一般家庭への普及が進展している。その中で、色素増感太陽電池(DSSC)は、シリコン太陽電池と比べ使用材料および製造プロセスが安価であることから、次世代の太陽電池として期待されている。しかし、一部の部材において製造コストや材料コストは依然高価であり、コスト低減に向けての研究開発が進められている。これまでに対向電極として白金に代わりカーボン電極を用いた研究は行われているが、基板に透明電極付ガラスを用い高温で作製したもの等であり、より一層の低コスト化が求められている。本研究では、酸化チタン光電極の構造と特性向上要因の解明、低温形成型炭素電極の最適化、各金属基板上への低温での炭素系電極の形成および中型基板への複数セルの作製を行った。また、共同研究企業において炭素電極に特殊機能性スペーサを一体化させ、両側からさらに最適化された酸化チタン光電極で挟み込み約10cm長で、室外の太陽光と室内光の両方を利用する低コストで集積化されたセルを作製し目標である変換効率 8%を達成した。

2. 実験方法

カーボンペーストは、活性炭素、カーボンナノチューブ、セルロース系バインダおよび溶剤の所定量を遊星攪拌混合機で混合し作製した。これを 200 メッシュのスクリーン製版を通して、ガラス基板および金属基板上に印刷し、130°Cで1時間乾燥して(8 μ m 程度)形成した。ガラス基板上およびセラミックス基板上のものについて、直流4端子法で抵抗率を測定し、表面および断面を FE-SEM で観察した。さらに金属基板上に形成したものを対向電極として用い DSSC を作製した。その構造は、透明電極を成膜したガラス基板上に多孔質酸化半導体である酸化チタン膜(20 μ m 程度)を形成し、これにルテニウム色素(N719)を吸着させ、電解液を塗布しポリイミドをスペーサとして対向電極を貼り合わせ封止したものである。太陽電池特性は擬似太陽光下 (AM1.5、100mW/cm²) で測定した。

3. 実験結果および考察

図1は、カーボンナノチューブの比率と抵抗率の関係を示す。カーボンナノチューブ1本単独の抵抗率は、

1 $\times 10^{-4}$ Ω cm である。重量比率 40%まで、ほぼ対数混合則にしたがって、抵抗率が低下していた。図2はカーボン系電極(ナノチューブ比率 20%)と Pt 電極を用いて作製した DSSC の I-V カーブを示す。低コストのカーボン系電極を用いた場合においては、Pt 電極を用いた場合に比べ約 90%程度の変換効率が得られた。また、カーボン系電極の基板に用いる金属の種類 (Al, Ti, Ni, SUS) について検討したところ、Ni 基板のもので優れた特性が得られた。XPS により金属表面を分析したところ、Ni の表面酸化膜が比較的薄いことがわかり、接触抵抗が低いいため変換効率が良好であったものと思われる。

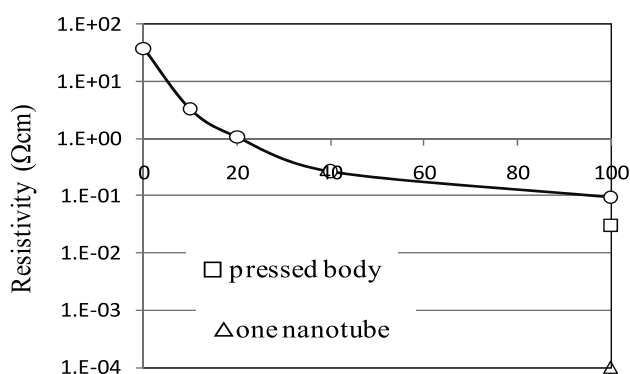


Fig. 1 Resistivity of the carbon based counter electrode as a function of carbon nanotube ratio.

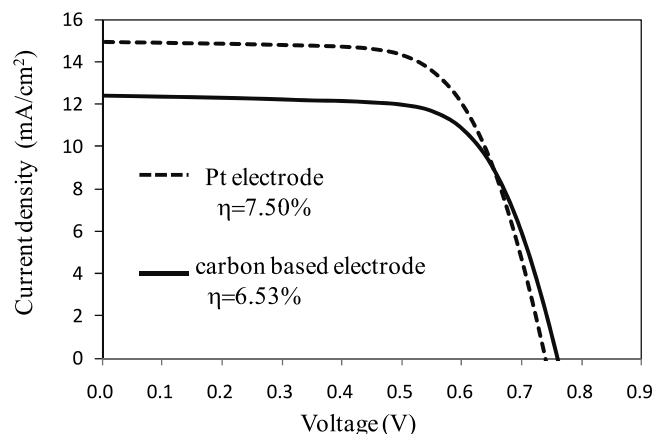


Fig. 2 Photocurrent density - voltage curve of DSSC using carbon based counter electrode or Pt electrode.

4. 結言

Pt 電極を炭素電極に置き替えるとともに、対向電極側の基板も透明電極付きガラス基板から金属基板上に置き換えることで、大幅な低コスト化を実現した。また、少量生産から大型製品の大規模生産まで対応可能なスクリーン印刷法での製造プロセスを確立した。