

課題番号 : F-13-NU-0018
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 自己集積化による半導体ナノロッドの配列制御と光エネルギー変換への応用
Program Title (English) : Photoelectrochemical Properties of Self-assembled Semiconductor Nanorod
利用者名 (日本語) : 秋江 正博, 小林 央人, 西 弘泰, 亀山 達矢, 鳥本 司
Username (English) : M. Irie, H. Kobayashi, H. Nishi, T. Kameyama, T. Torimoto
所属名 (日本語) : 名古屋大学 大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University

1. 概要 (Summary)

サイズがおおよそ10 nm以下の半導体ナノ粒子は、量子効果に起因する特異的な物性を利用することで高効率な光エネルギー変換材料となることが期待されている。特に、一次元方向に結晶成長したロッド状ナノ粒子は、その異方性形状を利用することにより、キャリアの移動方向を規制しながら、効率よく電荷を取り出すことが可能である。ただし、それにはロッドを、電極上に方向を揃えて配列させる必要がある。そこで本研究では、高効率な光エネルギー変換系構築を目的として、自己集積化によるナノロッドの基板上への垂直配列構造の構築を検討した。

2. 実験 (Experimental)

FTO電極に固定したZnO種結晶を液相成長させ、基板に垂直に配向したZnOナノロッド電極を作製した。一方、オクタデシルホスホン酸の存在下、前駆体を340°Cで熱分解することでCdSナノロッド (NR) を作製し、クロロホルムへ分散させた。さらに移流集積法によりCdSナノロッドをZnOロッド上に担持してCdS NR/ZnO電極を得た。得られた電極の評価をXRDおよび電界放出型走査電子顕微鏡 (FE-SEM) にて行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

前駆体の熱分解により合成したCdS NRは反応時間を変化させることで、短軸は約4 nmを維持しつつアスペクト比を16から131まで幅広く制御できた。このCdS NRが均一に分散したクロロホルム溶液に、ZnOナノロッド電極を浸漬し、溶媒を揮発させることにより、ZnO表面にCdS NRを堆積させた (移流集積法)。アスペクト比16のCdS NRを用いたサンプルのXRD測定を行ったところ (Fig.1(a))、27°付近の六方晶CdSのc軸に由来する回折ピークのみが顕著に観察された。CdS NRはc軸方向へ異方成長しているため、これが基板に対して垂直に配向した場合に、このような鋭い一本のピークのみが観察される (Fig.1(a) inset)。一方、アスペクト比131のCdS NRを担持したZnO電極ではCdS由来のピークが全て観測され、CdSナノロッドがZnO電極上にランダムに固定されていることがわかった。

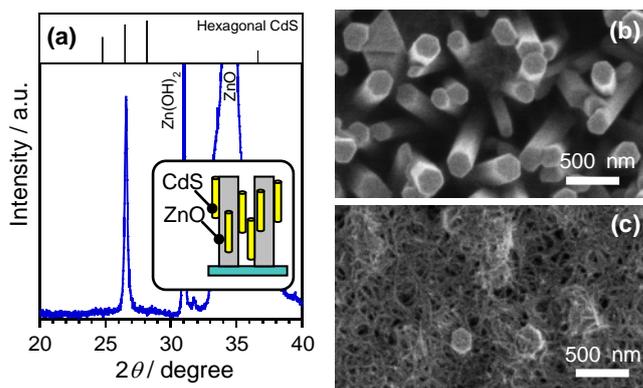


Fig.1. XRD pattern (a) and FE-SEM images (b, c) of CdS NR/ZnO electrode. The aspect ratios of CdS NR were 16 for (a, b) and 131 for (c).

このときの電極表面の様子をFE-SEMにより観察したところ、アスペクト比16の場合 (Fig.1(b))、CdS NR自体を観察することは出来なかったが、CdS NRが偏析しているような様子は見られなかった。一方で、アスペクト比が131と大きくなると (Fig.1(c))、ZnOロッドの間隙にCdS NRが侵入できず、ZnOロッドの上部にCdS NRが堆積していた。

このような吸着形態の違いは、作製した電極を光アノードとして、三極セルにより測定した光電流値に大きな影響を与えた。正孔捕捉剤としてトリエタノールアミンを含むアセトニトリル溶液中で、可視光を照射した際に生じた光アノード電流の波長450 nmにおける外部量子収率は、アスペクト比16のCdSを用いた場合、アスペクト比131の約2.5倍大きなものとなった。このようにCdS NRを基板に対して垂直方向に配列させることで、キャリアの移動をスムーズにし、電荷の取り出しを高効率化することに成功した。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

秋江 正博, 亀山 達矢, 鳥本 司 “粒子形状に依存して変化するCdSナノロッド担持ZnO電極の光電気化学特性”, 日本化学会第94春季年会, 平成26年3月27日

6. 関連特許 (Patent)

なし。