ミスト CVD 法による酸化チタン薄膜の合成及び 酸化亜鉛ナノロッドコーティングの時間依存分析 1240085 平 実奈(光・エネルギー研究室) (指導教員 李 朝陽 教授)

1. 背景と目的

現在はシリコン型太陽電池が最も多く使用されているが、 課題点として導入コストが高く、リサイクルできずに環境に 影響を及ぼすことが挙げられる.この問題を解決するために も本研究では低コストで製造でき、リサイクルが可能である 色素増感太陽電池について取り上げる.色素増感太陽電池は、 可視光領域の波長の光を吸収する色素を用いた太陽電池であ る.現在の主な電極として使用されている酸化チタンは、最高 効率が 15%と低い[1].酸化亜鉛電極を用いた場合、ナノ構造の 形成が可能であるため大表面積化でき、高い配向性を保ちつ つ高透過率の実現が可能になる.本研究では、光電極としての 応用として GZO 導電膜上に酸化亜鉛ナノロッドを合成し、さ らに酸化チタンをコーティングすることで大表面積化と化学 的な安定性の向上を目指します.

2. 実験方法

GZO 導電膜上に CBD 法を用いて酸化亜鉛ナノロッドを成 長させた[2].その後、ミスト CVD 法を用いてガスを Air,溶液 濃度を 0.05mol/L で酸化亜鉛ナノロッドを 5,10,15,20 分間コ ーティングし,コーティング時間依存性について研究を行っ た.

ミスト CVD 法で使用した溶媒である TTIP の反応は熱分解 (1)と加水分解(2)の下記の化学反応に分けることができる[3].

$$Ti(OC_{3}H_{7})_{4} \rightarrow TiO_{2} + 4C_{3}H_{6} + 2H_{2}O$$
(1)
$$Ti(OC_{2}H_{7})_{4} + 2H_{2}O \rightarrow TiO_{2} + 4C_{2}H_{7}OH$$
(2)

3. 実験結果

CBD 法により酸化亜鉛ナノロッドを GZO 基板に対して垂 直に成長することができた.ミスト CVD 法で酸化亜鉛ナノロ ッド上に酸化チタンコーティングをした.



図 1 酸化チタンコーティングした酸化亜鉛ナノロッドの SEM 像:(1)5 分(2)10 分(3)15 分(4)20 分

図1にSEM 像断面図を示す.コーティング時間5分,10分で はナノロッド間にも薄くコーティングがされていることが確 認できた.しかし,15分,20分と成膜時間が増大するとナノロッ ド間に厚く成膜されたことにより,ナノロッド同士の隙間が 埋まっていることが確認できる.酸化チタンにより隙間が埋 まったのち,さらにナノロッドの上部分に積もってしまった と考えられる.

図 2 にラマンスペクトルより,4 条件すべてにみられる 440cm⁻¹のピークは酸化亜鉛ナノロッドによるピークだと考 えられる.そのほかに成膜時間 15 分 20 分では 3 つのピークが 確認でき,ピーク位置 398 cm^{-1} と 638 cm^{-1} はそれぞれアナター ゼ型酸化チタンの B_{1g} , E_g モードに対応していた.514 cm^{-1} のピ ークはアナターゼ型酸化チタンの A_{1g} モードと B_{1g} モードに対 応していた.酸化チタンのコーティング時間が増大すると酸 化チタンのピークが大きく、結晶性がよくなった.







図3に透過率測定結果を示す.4条件すべてにおいて,約70%の透過率を確認することができた.

図 3 酸化チタンコーティングした酸化亜鉛ナノロッドの 透過率測定結果

4. まとめ

ミスト CVD 法を用いて酸化亜鉛ナノロッドに酸化チタン コーティングすることができた.アナターゼ酸化チタン膜を 確認でき、透過率が 70%を実現できた.最適な成膜時間は 10 分で,酸化亜鉛ナノロッドに薄く均一にコーティングするこ とができた.

参考文献

[1]日本経済新聞 | 色素増刊太陽電池が実用化に前進. https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK1601J_W3A710C100 0000/

[2] 田口瑞基,"低温で酸化亜鉛薄膜とナノロッドの合成と特性評価",高知工科大学学士論文,2023年.

[3] Qiang Zhang, "Nanostructured Titanium Dioxide Thin Films Synthesized by Mist CVD for Applications in Metal Oxide Thin Film Gas Sensors", 2020, 26.