

Cu₂O/TiO₂ 薄膜太陽電池における TiO₂ 層への窒素添加○柳澤 将希¹, 鷹野 一朗^{2*}¹工学院大学大学院工学研究科, ²工学院大学Influence of a nitrogen dope in a TiO₂ layer on Cu₂O/TiO₂ thin-film solar cells○Masaki Yanagisawa¹ and Ichiro Takano^{2*}¹Graduate School of Engineering, Kogakuin University, ²Kogakuin University

1. はじめに

再生可能エネルギーの中核である太陽電池は、技術的に変換効率が飽和状態であるものの利用拡大の方向性には変わりはない。Si 系太陽電池は光変換効率及び信頼性が高いという特徴があるが、原料となる Si の不足や製造コストの観点から、新たな太陽電池が求められている。その候補として酸化物太陽電池の実用化が期待されている。酸化物太陽電池では、半導体電極 (TiO₂)、ルテニウム増感色素および電解液からなる湿式色素増感太陽電池と、これらを金属酸化物に置換した固体型色素増感太陽電池が研究されている。著者らは、長期安定性の面から固体型に注目し、p 型半導体を Cu₂O 薄膜、n 型半導体を TiO₂ 薄膜とした酸化物太陽電池を作製した¹⁾。Cu₂O/TiO₂ 薄膜太陽電池は Si 系太陽電池と比較すると、著しく効率は下がるが、Si 系太陽電池より安価であり、大電力を必要としない IoT 分野の個別電源として期待が持てる。本研究では、TiO₂ 層に着目し、窒素添加による吸光端の拡張を目的として、N 添加した際の変換効率を調査した²⁾。

2. 実験方法

成膜にはマルチプロセスコーティング装置を用いた。試料基板には、15mm×9mm に加工した無アルカリガラス (イーグル XG) 及び FTO 成膜ガラスを 10 分間アルコールにより超音波洗浄をしたものを使用した。試料基板は表面残留物の除去を目的として、真空中で逆スパッタ処理を 10 分間行い、その後反応性スパッタリング法により、O₂ ガス雰囲気中で Ar をスパッタガスとして成膜を行った。ターゲットには Cu (99.99%)、Ti (99.9%) をそれぞれ用い、積層膜は下層を TiO₂、上層を Cu₂O とし、Cu₂O 成膜では Ar 流量 15sccm、入力電力 30W、O₂ 流量 8.5sccm、膜厚 300nm

とした。TiO₂ は、全て Ar 流量 20sccm、入力電力 100W、O₂ 流量 1.5sccm のもとで、N₂ 流量を 0-0.2sccm まで変化させ膜厚 300nm とした。

I-V 特性はソーラーシミュレータ (HAL-250, 朝日分光株) を用いた。測定条件は、100mW/cm² の人工太陽光を照射し、電子負荷のもとで電圧と電流を測定した。

3. 実験結果および考察

I-V 特性を図 1 に示す。開放電圧はほぼ同じ 0.2V であるものの、短絡電流密度は N 未添加の TiO₂-0 に対して、N₂ ガスを 0.2sccm とした TiO₂-2 は約 4 倍に増加した。また、光変換効率は、TiO₂-0 が $0.971 \times 10^{-3}\%$ 、TiO₂-2 が $3.45 \times 10^{-3}\%$ となり、窒素

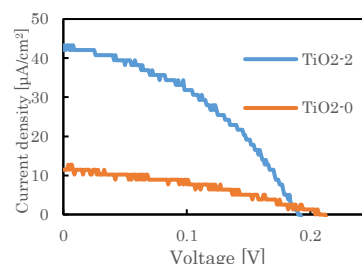


Fig. 1 I-V 特性

添加した試料が未添加の試料より 3 倍以上高い変換効率を示したことが確認された。これは、N を添加したことによって光吸光領域が拡大し、キャリアが増加したと推測される。一方、過剰な N 添加は TiN の形成につながり、変換効率が低下すると考えられるため、最適条件の調査が必要である。N 添加層の詳細な調査委については当日言及する。

文 献

- 1) 石坂啓介, Anmar H. Shukor, 鷹野一朗: 表面と真空, 63, 7(2020) pp348-351
- 2) 高山和紀, 鷹野一朗, 沢田芳夫: 真空, 46, 5 (2003) pp457-461

*E-mail: cm21054@g.kogakuin.jp