

n 型層として TiO<sub>2</sub> 薄膜を用いたヘテロ接合 Cu<sub>2</sub>O 薄膜太陽電池の光起電力特性Photovoltaic properties of heterojunction Cu<sub>2</sub>O thin film solar cellswith n-type TiO<sub>2</sub> thin films.

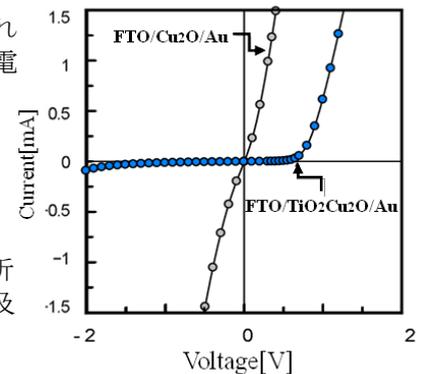
金沢工大 ○ (M2) 石田 竜也、(B) 神崎 凌馬、宮田 俊弘

KIT OEDS R&D Center.<sup>1</sup>, Tatsuya Ishida<sup>1</sup>, Ryoma Kanzaki and Toshihiro MiyataE-mail: [tmiyata@neptune.kanazawa-it.ac.jp](mailto:tmiyata@neptune.kanazawa-it.ac.jp)

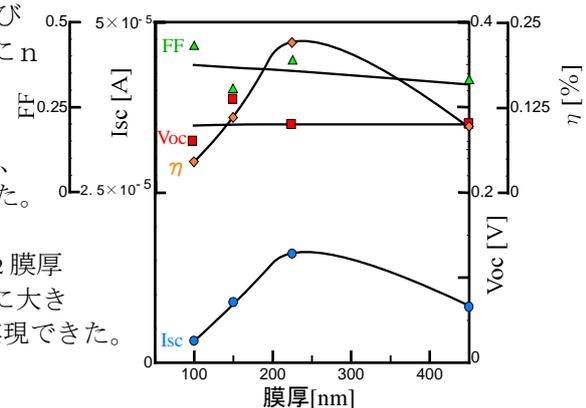
【はじめに】現在の太陽電池はシリコン系(Si)が主に実用化され、発電効率は単結晶型で約 22~23[%]程度が限界といわれており、単セルの太陽電池ではこれ以上の変換効率向上が困難である。そのため、本研究室では、変換効率をさらに向上させることを目的として、Si 太陽電池をボトムセルとし、その上に透過型 Cu<sub>2</sub>O 太陽電池をトップセルとして組み合わせたタンデム型太陽電池を想定し研究を行っている[1]。

今回新規の n 型層として TiO<sub>2</sub> 薄膜を採用するトップセル用 FTO/n-TiO<sub>2</sub>/p-Cu<sub>2</sub>O/Au ヘテロ接合薄膜太陽電池を作製し、n-TiO<sub>2</sub> 及び p-Cu<sub>2</sub>O 薄膜の各種形成条件と、光起電力との関係を詳細に検討したので報告する。

【実験方法】下部透明電極として F 添加 SnO<sub>2</sub> (FTO) 薄膜が形成された市販の透明電極付きガラス基板上に、n 型層として TiO<sub>2</sub> 薄膜を成膜電力:rf-100[W]、スパッタ時間:5~90[min]、スパッタガス圧:0.6[Pa]、スパッタガス:Ar の条件下で成膜し、その上に成膜電力:rf-50[W]、スパッタ時間を 120~240[min]、スパッタガス圧:0.6Pa、スパッタガス:Ar+H<sub>2</sub> (H<sub>2</sub>含有量 3%)の条件下で p-Cu<sub>2</sub>O 薄膜の成膜を行った。また、作製した p-Cu<sub>2</sub>O 薄膜上に Au を蒸着しヘテロ結合 Cu<sub>2</sub>O 薄膜太陽電池を作製した。作製した TiO<sub>2</sub> 薄膜及び Cu<sub>2</sub>O 薄膜の結晶学的特性は X 線回析 (XRD) 法を用いて評価を行った。Cu<sub>2</sub>O 薄膜太陽電池の電気的特性及び光電変換特性は、太陽光シミュレータを用いて AM1.5G 照射下、素子温度室温にて評価した。

Fig1. I-V characteristics of thin film solar cells prepared with FTO/n-TiO<sub>2</sub>/p-Cu<sub>2</sub>O/Au and FTO/Cu<sub>2</sub>O/Au

【結果・考察】一例として、Fig.1 に FTO/TiO<sub>2</sub>/Cu<sub>2</sub>O/Au 及び FTO/Cu<sub>2</sub>O/Au 薄膜太陽電池の I-V 特性をそれぞれ示す。新たに n 型層に TiO<sub>2</sub> を使用したことにより FTO/Cu<sub>2</sub>O/Au で作成したヘテロ結合太陽電池と比べ漏れ電流が大幅に抑えられ、I-V 特性が飛躍的に改善でき、解放電圧 0.28V、胆略電流 0.016mA、曲線因子 0.39、発電効率 0.22% の光起電力を実現することができた。また、Fig2 に TiO<sub>2</sub> 薄膜の膜厚を変化させて作製した、FTO/TiO<sub>2</sub>/Cu<sub>2</sub>O/Au 薄膜太陽電池の Voc、Isc、FF、及び η の TiO<sub>2</sub> 膜厚依存性を示す。同図に示すように、光起電力特性は、TiO<sub>2</sub> 膜厚に大きく依存し、TiO<sub>2</sub> 膜厚 225nm において最も優れた光起電力特性を実現できた。

Fig2. Dependence of Voc, Isc, FF, and η on TiO<sub>2</sub> film thickness for FTO/TiO<sub>2</sub>/Cu<sub>2</sub>O/AZO thin film solar cells

[おわりに]新たに n 型層として TiO<sub>2</sub> を採用することで、Cu<sub>2</sub>O 薄膜の結晶性を悪化させることなく、FTO/n-TiO<sub>2</sub>/p-Cu<sub>2</sub>O/Au ヘテロ接合太陽電池を作製できた。また、光起電力特性として解放電圧 0.28V、胆略電流 0.016[mA]、曲線因子 0.39、発電効率が 0.22% を実現することができた。

[参考文献]

[1] 石田竜也,他,第 84 回 応用物理学会秋季学術講演会,23p-A307-13,(2023)