

ZnSnP₂ 吸収層/Cu 電極界面への Cu₃P 層の導入による直列抵抗の低減 Reduction of Series Resistance in ZnSnP₂ Solar Cells by Inserting Cu₃P layer between Absorber and Back Electrode

京大院工, °(M2) 桑野 太郎, 勝部 涼司, 野瀬嘉太郎

Kyoto Univ., °Taro Kuwano, Ryoji Katsube and Yoshitaro Nose

E-mail: kuwano.taro.83u@st.kyoto-u.ac.jp

【緒言】 p 型化合物半導体 ZnSnP₂ (ZTP) は、可視光領域における 10^4 cm^{-1} 以上の光吸収係数と、1.3 – 1.7 eV の領域において制御可能なバンドギャップを有しており、薄膜太陽電池の光吸収層として注目されている。最高変換効率を記録した ZTP 太陽電池の裏面電極には Cu が採用されているが [1], Cu/ZTP 接合の Ohmic 特性発現には、熱処理に伴う中間層形成が必要であることが、これまでの研究により示唆されていた [2]。これに対し我々は、この中間層が Cu₃P であり、これが ZTP に対してエピタキシャル関係を有しており、Ohmic 特性の発現に寄与していることを明らかにした [3]。一方、長時間の熱処理を行うと Cu 電極が凝集し、直列抵抗が増加することが確認された。そこで本研究では、Cu 電極を成膜する前に Cu₃P 薄膜を成膜することで、ZTP 太陽電池の直列抵抗低減、および変換効率向上を達成したので報告する。

【実験】 まず、溶液成長法により ZTP バルク結晶を作製し、切断・機械研磨により厚さ $t \sim 250 \text{ }\mu\text{m}$ 、直径 $d \sim 8 \text{ mm}$ のウェハ状に整形した。次に、王水でエッチングすることにより 表面の研磨ダメージ層と酸化膜を除去した。その後、DC スパッタリングにより、ZTP ウェハの片側に Cu₃P ($t \sim 20 \text{ nm}$), Cu ($t \sim 500 \text{ nm}$) を順に成膜した。もう片側には、CdS ($t \sim 50 \text{ nm}$), ITO ($t \sim 300 \text{ nm}$), Al ($t \sim 1 \text{ }\mu\text{m}$) をそれぞれ化学浴堆積法, RF スパッタリング, 真空蒸着により順に成膜した。太陽電池特性は、非光照射時および AM 1.5G 100 mW cm^{-2} 疑似太陽光照射時における電流密度-電圧 (J - V) 測定、及び外部量子効率 (EQE) 測定により評価した。

【結果】 本研究で作製した ZTP 太陽電池の J - V 特性を Figure 1 に示す。非光照射時における J - V 特性の解析から、Cu₃P 薄膜を導入すると直列抵抗は $1.42 \text{ }\Omega \text{ cm}^2$ となり、従来 ($15.1 \text{ }\Omega \text{ cm}^2$) よりも 1 桁低減できることが分かった。その結果、従来 (3.44%) よりも高い 4.06% の変換効率を達成した。講演では、 J - V 特性のロールオーバーについても議論する予定である。

【謝辞】 Cu₃P インゴットを提供いただいた大阪合金工業所の小川様に感謝致します。

[1] S. Akari, et al., *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, **174**, 412 – 417 (2018). [2] S. Nakatsuka, et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces*, **9**, 39, 33827 – 33832 (2017). [3] T. Kuwano, et al., *Proc. 7th WCPEC*, 2998 – 2999 (2018).

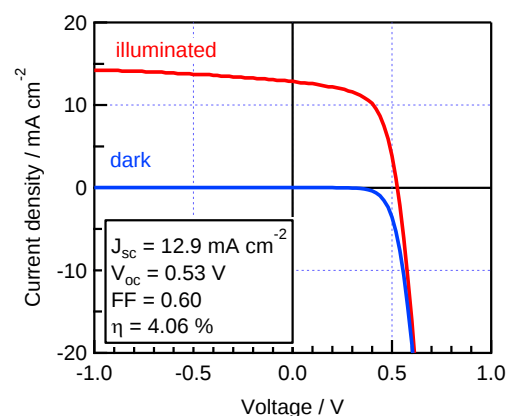


Figure 1. J - V characteristics of ZTP solar cells.