

n 型 SnS 単結晶/MoO₃ 接合の太陽電池特性

Photovoltaic properties of the junction between n-type SnS single crystal and MoO₃ film

東北大多元研¹ °(M2)リン タクシン¹, 鈴木 一誓¹, 川西 咲子¹, 小俣 孝久¹

Tohoku Univ.¹, °Lin Zexin¹, Issei Suzuki¹, Sakiko Kawanishi¹, Takahisa Omata¹

E-mail: lin.zexin.p5@dc.ac.jp

【緒言】SnS は、豊富で毒性のない元素からなる化合物半導体であり、1.2 eV のバンドギャップを有することから太陽電池材料として期待されている。SnS は従来、p 型伝導性を示すものしか知られていなかったため、その太陽電池は p 型 SnS と CdS 等の n 型半導体とのヘテロ接合が採用されてきた。ヘテロ接合の太陽電池の開放電圧(V_{OC})は 300–400 mV しかなく、変換効率は最高で 4–5%に留まる。この低い V_{OC} は、ヘテロ接合における界面欠陥が、フェルミ準位をピンングしていることが原因だとされる。最近報告されたハロゲンドーピング n 型 SnS 単結晶は、MoO₃ との界面においてフェルミ準位のピンングを生じずに 1 eV もの大きなバンド屈曲を示すことがわかっている[1]。カルコゲナイドを光吸収体に用いた太陽電池から得られる最大の V_{OC} は、内蔵電位より 200–300 mV 小さい電圧となる[2]。したがって、この接合を太陽電池に用いると、700–800 mV の V_{OC} が期待される。本研究では、n 型 SnS 単結晶と MoO₃ 薄膜の接合を用いた太陽電池を作製し、その発電特性を調べた。

【実験方法】φ3–5 mm の Br ドープ n 型 SnS 単結晶を真空中で劈開し、厚み 3 nm の MoO₃ 薄膜を抵抗熱蒸着した。得られた素子の上に、透明電極として直径 1 mm の Sn ドープ In₂O₃ (ITO) 薄膜をスパッタリングにて成膜し、背面電極に In-Ga 合金を用いた太陽電池素子を作製した。得られた素子の発電特性を 100 Wcm⁻² (1 Sun) の疑似太陽光を用いて調べた。

【結果と考察】図 1 に作製した Br ドープ SnS 単結晶/MoO₃ 太陽電池の J-V 特性を示す。 V_{OC} は 425 mV、 J_{SC} は 16.5 mAcm⁻²、変換効率は 2.8%であった。この V_{OC} は従来のヘテロ接合太陽電池の最高記録 (405 mV [3]) を上回っており、Br ドープ SnS 単結晶と MoO₃ との接合が V_{OC} の向上に適した構造であることを示している。ただし、得られた V_{OC} は期待された値 (700–800 mV) より小さく、さらなる向上には、MoO₃ 薄膜の膜厚や、Br ドープ SnS 単結晶のキャリア密度等の制御が必要だろう。MoO₃ 薄膜の膜厚が発電特性に与える影響や、外部量子効率などの測定結果については当日報告する。

[1] 鈴木一誓 他、2021 年 応物・春季学術講演会『SnS 太陽電池における $V_{OC} > 0.7$ V の可能性』

[2] J.V. Li et al., Sol. Energy Mater. Sol. Cells 124, 143, 2014

[3] P. S. Pawar et al., ACS Appl. Mater. Interfaces 12, 7001, 2020

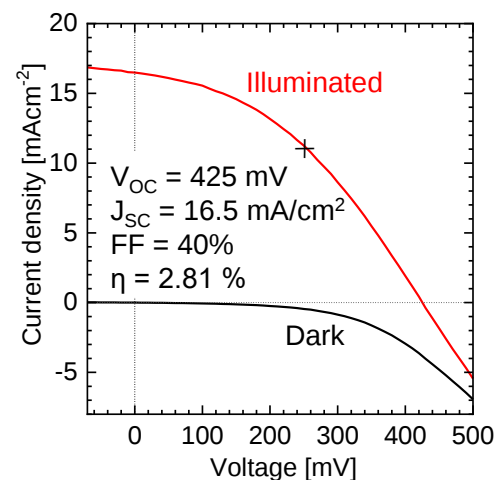


Fig 1. J-V characteristics of the Br-doped SnS single crystal/MoO₃ interface under 100mWcm⁻² illumination (1 Sun) and under dark.