

層状薄片添加による有機無機ヘテロ接合太陽電池の高性能化

High-performance organic-inorganic heterojunction solar cells with thin layered material additives

埼玉大院理工 [○]木村 貴大, 石川 良, 白井 肇, 上野 啓司

Saitama Univ. [○]T. Kimura, R. Ishikawa, H. Shirai, K. Ueno

E-mail: kei@chem.saitama-u.ac.jp

【序論】遷移金属ダイカルコゲナイド (TMD) 単層は直接遷移型半導体であり高い光吸収を示すなど、光電子素子材料として興味深い性質を持つ¹⁾。しかし大面積で欠陥のない TMD 単層の製造は困難であり、それを利用した光電子素子の研究開発は大きく制限されている。この研究では、有機極性溶媒中でバルク MoS₂ 単結晶に超音波を照射して作製した薄層 MoS₂ を PEDOT:PSS に添加することで、PEDOT:PSS/Si ヘテロ接合太陽電池の性能向上を試みている。

【実験】薄層 MoS₂ 分散液の調製²⁾ : MoS₂ 粉末を ~ 0.1 g / mL 程度の濃度で、N, N - ジメチルホルムアミド (DMF) に加えた。この混合物を 24 時間超音波処理し、その後 5 分間 1500 rpm で遠心分離、上澄みをデカントし、薄層 MoS₂ 分散液を得た。MoS₂ が剥離できているかの評価は、原子間力顕微鏡 (AFM) および Raman 分光測定により行った。

太陽電池作製 : n 型 Si(100) 基板を洗浄後、40 wt% NH₄F aq により酸化膜をエッチングした。その上に、PEDOT:PSS 混合溶液 (ethylene glycol 7 wt%, Zonyl® FS300 0.05 wt% 添加) に MoS₂ 分散 / 非分散 DMF を添加した溶液を滴下し、スピンコート成膜 (1500 rpm, 1 min) した。これを 150 °C で乾燥後、表面に Ag ペーストを、裏面に GaIn 合金を塗布し太陽電池素子とした。これらを擬似太陽光照射下で *J-V* 測定を行い、さらに外部量子効率 (EQE) も測定した。

【結果・考察】薄層 MoS₂ 分散液をドロップキャストした SiO₂ 基板上を AFM で測定したところ、厚さが 1.5 nm 程度 (2 層分) の薄片が観察された。これにより、超音波処理により剥離が進行したことが判明した。太陽電池の性能では、薄層 MoS₂ の添加効果が認められた (Table I, MoS₂ ①, ②)。薄層 MoS₂ 濃度を正確に決定できないため相対的な比較ではあるが、添加した薄層 MoS₂ の量と素子性能の間には相関関係があることが伺える。EQE 測定により、素子性能向上は広い波長範囲で光吸収が増大したことによるものと確認された。特に、400 – 700 nm 付近の吸収増大が顕著であった。当日は、ethylene glycol 以外の溶媒添加による性能の変化についても報告する。

【参考文献】 1) Meng-Lin Tsai et al., *ACS Nano* **8**, 8317 (2014). 2) A. O'Neill et al., *Chem. Mater.* **24**, 2414 (2012).

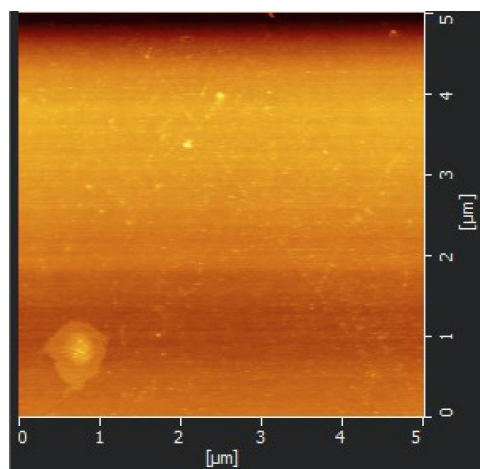


Fig1. AFM image of exfoliated MoS₂ on a SiO₂ substrate.

Table I. Performance parameters of each solar cell.

	J_{sc} (mA/cm ²)	V_{oc} (V)	FF (%)	PCE (%)
PEDOT:PSS	32 ± 2	0.48 ± 0.01	59 ± 7	8.9 ± 0.8
MoS ₂ ①	35 ± 1	0.46 ± 0.01	60 ± 4	9.7 ± 0.7
MoS ₂ ②	36 ± 2	0.47 ± 0.01	60 ± 5	10.1 ± 0.9