

## HAXPES による結晶シリコン太陽電池の評価

西原 達平<sup>1</sup>, Lee Hyunju<sup>1</sup>, 原 知彦<sup>2</sup>, 築紫 大河<sup>1</sup>, 大下 祥雄<sup>2</sup>, 〇小椋 厚志<sup>1, 3\*</sup><sup>1</sup>明治大学理工学部, <sup>2</sup>豊田工業大学, <sup>3</sup>明大 MREL

## Investigation of problems in crystalline silicon heterojunction solar cells by HAXPES

Tappei Nishihara<sup>1</sup>, Lee Hyunju<sup>1</sup>, Tomohiko Hara<sup>2</sup>,  
Taiga Tsukushi<sup>1</sup>, Yoshio Ohshita<sup>2</sup>, and 〇Atsushi Ogura<sup>1, 3\*</sup><sup>1</sup>Meiji University, <sup>2</sup>Toyota Technological Institute, <sup>3</sup>MREL

## 1. はじめに

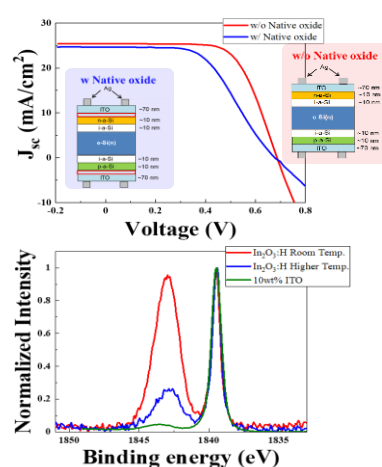
近年、クリーンエネルギーへの期待は高く、コストパフォーマンスに優れた結晶シリコン太陽電池の高効率化のための様々な研究が行われている。その手段として、パッシベーション性能の向上や、キャリア選択構造(Carrier Selective Contact: CSC)の利用が提案され、ヘテロ接合を用いた太陽電池(Silicon Heterojunction: SHJ)が注目されている<sup>1)</sup>。

ヘテロ接合界面の評価手法として、電気測定や断面透過型電子顕微鏡(Transmittance Electron Microscope: TEM)などによる電気、物理構造評価に加え、化学結合状態やバンド構造も性能向上にかかわる重要な要素であることが明らかになってきている。

本発表では、SHJ 太陽電池の高効率化のために、変換効率の劣化要因を硬 X 線光電子分光法(Hard X-ray Photoelectron Spectroscopy: HAXPES)を用いて評価した。特に、SHJ 太陽電池に用いられる透明導電膜(Transparent Conductive Oxide film: TCO)に関連する特性劣化要因評価や、新規 CSC 材料として注目されている酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)および二次元層状物質である遷移金属ダイカルゴゲナイド(Transition Metal Dichalcogenide: TMD)について紹介する<sup>2)</sup>。

## 2. HAXPES を用いた課題説明

TCO の新材料として水素化酸化インジウム(Hydrogenated-Indium Oxide: IO:H)は、近赤外領域でのフリーキャリア吸収が抑制される高透過率を有するために SHJ 太陽電池への応用が期待されている<sup>3)</sup>。しかし、従来の TCO への単純な置換では、変換効率の主要な決定要因の 1 つである Fill Factor (FF)特性が著しく劣化する<sup>4)</sup>。我々は HAXPES を用いて IO:H に関連する界面の化学結合状態を評価し、FF 劣化要因となり得



**Fig. 1.** 界面酸化物層と電気特性の相関および IO:H 成膜後の界面化学結合状態<sup>4)</sup>

る変化を観測した。さらに、この結果を基に代替案を提案し、FF 特性の改善に成功した(Fig. 1 参照)<sup>4, 5)</sup>。

また、新規 CSC 材料として注目されている TMD や TiO<sub>x</sub> と Si 基板におけるバンド構造を明らかにし、本実験で用いた TMD である MoS<sub>2</sub> は、電子選択層として働くことを明らかにした。

本研究の一部は NEDO の支援で行われた。

## 文 献

- 1) M. A. Green *et al.*: Prog. Photovolt. Res. Appl. **29**, 3 (2021).
- 2) T. Matsui *et al.*: Sol. Energy Mater. Sol. Cells **209**, 110461 (2020).
- 3) T. Koida *et al.*: Phys. Status Solidi A **215**, 1700506 (2018).
- 4) T. Nishihara *et al.*: Mater. Sci. Semicond. Process. **132**, 105887 (2021).
- 5) T. Nishihara *et al.*: ECS J. Solid. State Sci. Technol. **10**, 055013 (2021).

\*E-mail: a\_ogura@meiji.ac.jp