

$\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}/\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ の ohmic-like 接合の形成による superstrate 型 $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ 太陽電池の作製

Fabrication of supestrate-type $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ solar cells by ohmic-like contact formation at $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}/\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ interface

立命館大学 ○新井 裕之, 新澤 雄高, 立野 俊史, 峯元 高志

Ritsumeikan University ○Hiroyuki Arai, Yutaka Niizawa, Toshifumi Tachino and Takashi Minemoto

E-mail: ro0010ss@ed.ritsumei.ac.jp

【はじめに】

$\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ (CIGS) 薄膜太陽電池は変換効率 20%以上が達成されており、更なる変換効率の向上のために多接合型太陽電池が注目されている。多接合型太陽電池のトップセルに有用な、高変換効率な superstrate 型 CIGS 太陽電池の作製の課題は CIGS 裏面に用いる透明裏面電極と CIGS の良好なオーミック接合の形成である。一般的に、CIGS は p 型であるため、裏面電極として n 型である透明導電膜 (TCO) を CIGS の裏面に直接成膜すると n-p-n 接合が形成される。したがって、ダブルダイオード特性を示し、太陽電池特性の低下に繋がる。本研究の目的は、superstrate 型 CIGS 太陽電池の作製において、n 型透明導電膜を用いた透明裏面電極構造を設計することである。具体的には、スパッタリング法を用いて裏面電極を堆積する際のターゲット基板位置や印加電力を調整することで CIGS 表面にスパッタリングダメージ層を導入した。CIGS/ $\text{In}_2\text{O}_3:\text{Sn}$ (ITO) 界面の欠陥密度を意図的に増加させることで、CIGS/ITO 界面欠陥準位を介したキャリア再結合を促し、オーミック接合の形成を試みた。この技術を用いて superstrate 型 CIGS 太陽電池の作製を行った。

【実験内容】

初めに、 $\text{Al}/\text{AZO}(300\text{nm})/\text{ZnO}(50\text{nm})/\text{CdS}(60\text{nm})/\text{CIGS}(2\mu\text{m})/\text{Mo}(0.8\mu\text{m})/\text{soda-lime glass (SLG)}$ 構造の substrate 型 CIGS 太陽電池に透明 Epoxy 接着剤を用いて代替 SLG を接着し、Ref. cell を作製した。その後、両端の SLG 基板を鉛直方向に引っ張ることで CIGS/Mo 界面で引き剥がしを行い、Mo/SLG 基板と SLG/Epoxy glue/Al/AZO/ZnO/CdS/CIGS に分離した。その後、CIGS 裏面に透明裏面電極として ITO を形成した。この時、CIGS/ITO のオーミック接合形成のために界面の欠陥密度を故意に増加させる条件として、サンプルをターゲット中心の直上にセットし、ターゲット-基板距離を 40mm、基板回転を行わず、印加電力を 3.2 W/cm^2 とした。最後に、Al グリッド電極を蒸着し、SLG/Epoxy glue/Al/AZO(300nm)/ZnO(50nm)/CdS(60nm)/CIGS(2 μm)/ITO(90nm)/Al 構造の superstrate 型 CIGS 太陽電池を作製した。図 1 に Ref. cell および、superstrate 型 CIGS 太陽電池の作製プロセスを示す。作製した Ref. cell および superstrate 型 CIGS 太陽電池の電流密度-電圧特性と外部量子効率を測定した。

【結果と考察】

図 2 に Ref. cell および CIGS/ITO のオーミック接合形成を試みた superstrate 型 CIGS 太陽電池の電流密度-電圧特性を示す。通常、Superstrate 型 CIGS 太陽電池作製時の p-CIGS 裏面に直接 n-ITO を成膜すると n-p-n 接合が形成されダブルダイオード特性を示し、太陽電池特性の低下に繋がる。Mo/SLG 基板上への CIGS 成膜時に CIGS/Mo 界面において MoSe_2 が形成されるように、ITO 成膜時に CIGS 裏面でオーミック接合を形成させる化合物層が CIGS/ITO 界面に形成されない限り、CIGS 裏面が非オーミック接合となる。本研究は、スパッタリングによって CIGS/ITO 界面の欠陥密度の増加を促し、ohmic-like 接合の形成を実現した。高変換効率な Ref. cell を使用することで、superstrate 型 CIGS 太陽電池の変換効率の更なる向上の実現が可能であると考えている。

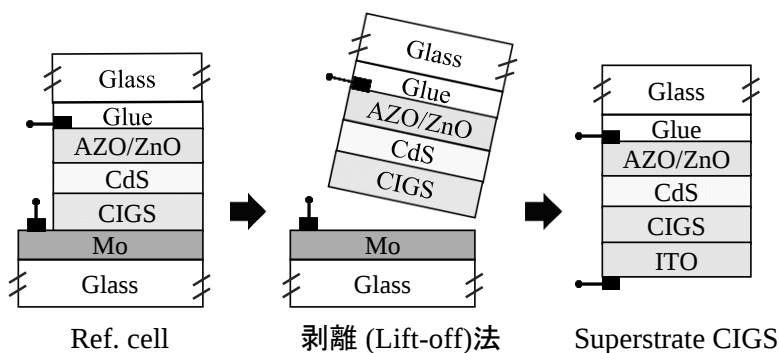


図 1. Ref. cell および superstrate 型 CIGS 太陽電池の作製プロセス

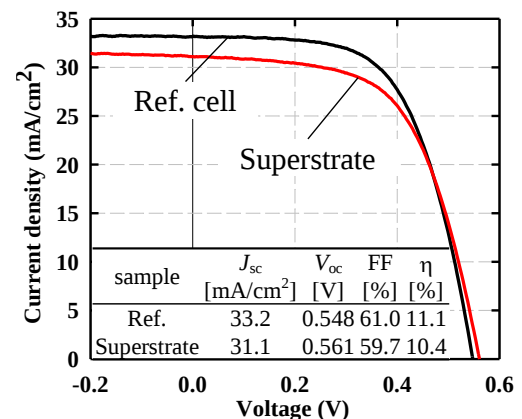


図 2. Ref. cell および superstrate 型 CIGS 太陽電池の電流密度-電圧特性