

MOCVD 法による薄膜シリコン太陽電池用 ZnO 透明導電膜の開発

Development of ZnO Transparent Conducting Films for Thin Film Silicon Solar Cells Using MOCVD Technique

PVTEC¹, 産総研² ○前島 圭剛¹, 鯉田 崇², 齋 均², 松井 卓矢², 吉田 功¹PVTEC¹, AIST² ○Keigou Maejima¹, Takashi Koida², Hitoshi Sai², Takuya Matsui², Isao Yoshida¹

E-mail: k.maejima@pvtec.or.jp

薄膜シリコン太陽電池において透明導電膜は性能を左右する重要な部品である。今回有機金属気相堆積(MOCVD)法により ZnO 透明導電膜を作製し、その特性を評価したので報告を行う。

Zn、O、B 原料にそれぞれジエチル亜鉛、水、ジボランを用いて MOCVD 法によりガラス基板上に B ドープ ZnO(BZO)透明導電膜を作製した[1]。さらにプラズマ CVD 法を用いて a-Si:H/ μ c-Si:H タンデムセルを作製した[2]。

新しく MOCVD 装置で作製した BZO 膜を太陽電池に適用するにあたり、BZO 膜の成膜温度やジボラン流量の依存性を明らかにしてきた[1]。その結果、成膜温度が 170°C、ジボラン流量が 0.25 μ mol/min 程度で良い特性の膜が得られることが分かった。しかし、BZO 単層では低シート抵抗と高ヘイズ率の両立が困難であったため、文献 3 で報告されている二層構造にすることにより、シート抵抗 21 $\Omega/\square$ 、ヘイズ率 40%($\lambda=600\text{nm}$)の BZO 膜(膜厚 2 μm)の成膜を実現した。この BZO 膜の光学特性や電気的特性を図 1 に示す。キャリア密度が $4 \times 10^{19} \text{cm}^{-3}$ 程度と低いと、1000nm 付近の波長域において自由電子による吸収はほぼないことが分かる。また、セル化にあたり、BZO/ガラス界面における光反射を抑制するために反射防止層を界面に挿入している。この反射防止層によりセル反射率が 1.3%程度低減する。この BZO 膜に Ar エッチングを行ったうえで作製した反射防止フィルム付 a-Si:H/ μ c-Si:H タンデムセルの外部量子効率(EQE)を図 2 に示す。500nm より長波長域で SnO_2 上のセルに比べて BZO 膜上のセルの量子効率が増加していることが分かる。トップセルは長波長側の量子効率が増加した効果により J_{sc} がほぼ同等で、ボトムセルは長波長側の量子効率が増加したことにより J_{sc} が増加した。このことからタンデムセルとしても J_{sc} が増加したと考えられる。その結果、BZO 膜上のセルの初期効率 12.6%が得られた。1sun、50°C で 1000 時間の劣化後の効率で 12.2%と比較的良好な結果が得られ、この時の劣化率が 3%程度と低かった。

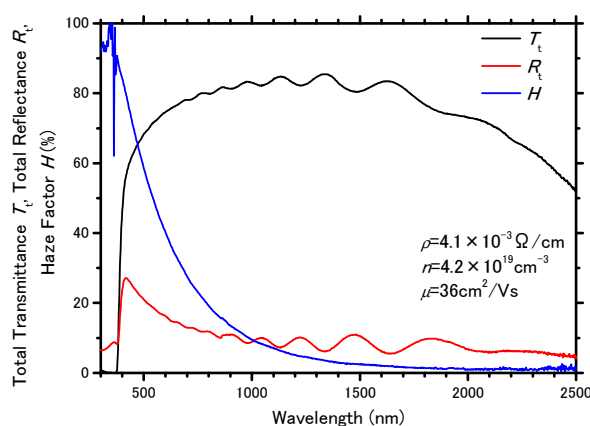


Fig. 1 : Optical properties and electrical properties of BZO film.

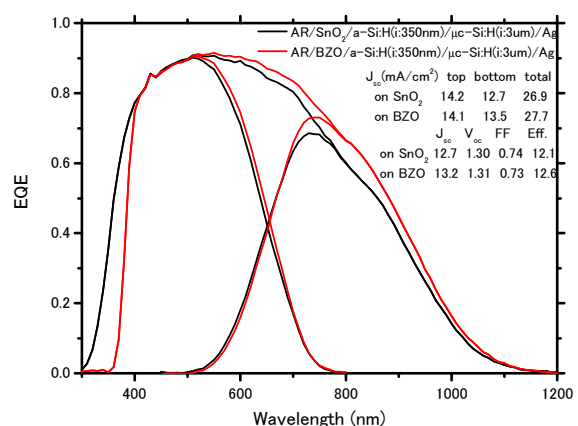


Fig. 2 : Cell initial performances of a-Si:H/ μ c-Si:H solar cell on BZO.

謝辞：この研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の支援を受けた。

参考文献：[1] K. Maejima *et al.*, Thin Solid films **559** (2014) 83. [2] T. Matsui *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 10NB04. [3] L. Ding *et al.*, IEEE J-PV **2** (2012) 88.