

# 光透過型有機薄膜太陽電池の開発

◎桑野 航平<sup>1,2</sup>・小江 宏幸<sup>2</sup>・近松 真之<sup>2</sup>・吉田 郵司<sup>2</sup>・渡邊 康之<sup>3</sup>・西川 英一<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東京理科大学, <sup>2</sup>産業技術総合研究所 太陽光発電研究センター 有機系薄膜チーム, <sup>3</sup>公立諏訪東京理科大学

E-mail:4318701@ed.tus.ac.jp

## 研究背景

- 有機薄膜太陽電池(OPV)の展開として、光透過型OPVによる建材一体型の「窓発電」や農業ハウスでの利用が注目されている。
- 有機半導体の持つ選択的な波長吸収特性を活かし、光透過型OPVの作製を可能にするため、上部電極を非加熱成膜でも導電性が高く、有機発電層に対して低ダメージで成膜が可能なIndium zinc oxide (IZO)を採用した。



## 研究の目的

- OPVの上部電極にIZOを使用する際、発電層の吸収領域において高い透過性かつ低抵抗な膜を設計する必要がある。
  - 現状の素子構造で用いられているp型バッファ層のPEDOT:PSSが強酸性であるため、IZOを劣化させる課題がある。
- 本研究では、光透過型OPVに適したIZO膜の最適化を行う。また、p型バッファ材料であるPEDOT:PSSの代替として酸化物半導体を導入し、OPVの発電特性に対する有効性を検証した。

## 実験

### 【IZO成膜方法】

◆ IZO…対向式DCマグネトロンスパッタ法

Ar [1] (ccm)	O <sub>2</sub> (ccm)	Base gas pressure (Pa)	Total gas pressure (Pa)	Substrate temperature (°C)	DC Power (W)	Target size (mm)
40	0.4	4.0 × 10 <sup>-4</sup>	0.4	R.T.	50	50.8

### 【素子構造】

#### 《p型バッファ材料の検討》

- Glass/ITO/ZnO/P3HT:PC<sub>61</sub>BM/MoO<sub>3</sub>/IZO
- Glass/ITO/ZnO/P3HT:PC<sub>61</sub>BM/NiO/IZO
- Glass/ITO/ZnO/P3HT:PC<sub>61</sub>BM/WO<sub>3</sub>/IZO

#### 【OPV作製方法】

#### 《n型バッファ層》

◆ ZnO…スピコート法 (大気中)

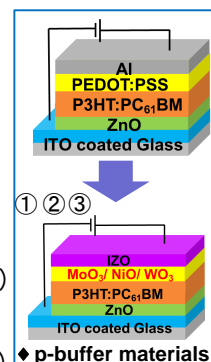
#### 《有機発電層》

◆ P3HT:PC<sub>61</sub>BM…スピコート法 (N<sub>2</sub>置換)

#### 《p型バッファ層》

◆ MoO<sub>3</sub>…真空蒸着法

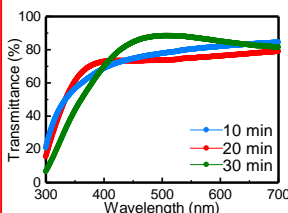
◆ NiO [2], WO<sub>3</sub> [3]…スピコート法 (大気中)



## 結果 & 考察

### 《 IZO成膜結果 》

#### ● 成膜時間依存性

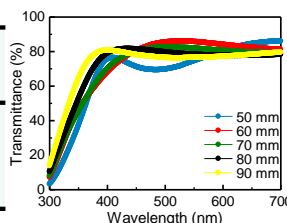


Time (min)	AVT (%) [400-700 nm]	Thickness (nm)	Sheet Resistance (Ω/□)
10	79.1	39.7	169.3
20	75.2	67.2	89.9
30	84.1	95.6	54.6

※AVT: Average visible transmittance

➢ 成膜時間30 minでは、透過率84.1%かつ表面抵抗値54.6 Ω/□となった。

#### ● ターゲットー基板間距離 (T-S)

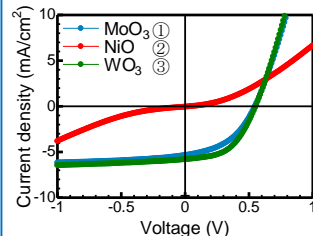


T-S (mm)	AVT (%) [400-700 nm]	Thickness (nm)	Sheet Resistance (Ω/□)
50	77.0	162.4	30.5
60	82.4	125.9	42.8
70	80.1	110.0	52.0
80	79.0	79.7	66.0
90	77.8	95.6	72.4

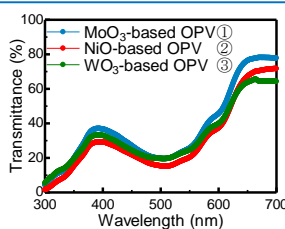
➢ T-Sを60 mmにすると、透過率82.4%かつ表面抵抗値42.8 Ω/□の良好な膜質が得られた。

### 《 光透過型OPV作製結果 》

#### ● 酸化物半導体の検討



	MoO <sub>3</sub> ①	NiO ②	WO <sub>3</sub> ③
J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	5.36	0.04	5.82
V <sub>oc</sub> (V)	0.55	0.02	0.55
FF	0.44	0.26	0.50
PCE (%)	1.29	0.00	1.60



	AVT (%) [400-700 nm]
MoO <sub>3</sub> ①	33.7
NiO ②	43.1
WO <sub>3</sub> ③	31.1



➢ WO<sub>3</sub>を用いた素子は、MoO<sub>3</sub>とNiOを用いた素子に比べて1.60%と最も高い変換効率を得られたことを確認した。

## 結論

- 光透過型OPVの上部電極に適したIZO膜の成膜条件は、成膜時間を30 min・T-Sを60 mmにすることで、透過率は82.4%と高く、表面抵抗値は42.8 Ω/□と低い抵抗値を得ることを確認した。
- PEDOT:PSSの代替として3種類の酸化物半導体材料MoO<sub>3</sub>, NiO, WO<sub>3</sub>を検討した結果、WO<sub>3</sub>を用いた素子が1.60%と最も高い変換効率を確認した。

## 参考文献

- [1] T. Ashida *et al.*, J. Vac. Sci. Technol. A 25, 1178-1183, 2007.
- [2] Y. Hou *et al.*, Adv. Mater., 28, 5112-5120, 2016.
- [3] T. Stubhan *et al.*, Adv. Energy Mater., 2, 1433-1438, 2012.