

# 新規n型バッファ層を用いた逆構造型有機薄膜太陽電池の高効率化

太陽光発電工学研究センター ○小江 宏幸, 齋 均, 鯉田 崇, 吉田 郵司

○Hiroyuki Ogo, Hitoshi Sai, Takashi Koida and Yuji Yoshida

RCPVT AIST, AIST Tsukuba Central 5, 1-1-1 Higashi, Tsukuba 305-8565, Japan, <sup>2</sup>Saitama Univ., 255 Shimo-Okubo, Sakura, Saitama, 338-8570, Japan

E-mail: hiro-ogou@aist.go.jp

## 目的

- 近年、有機薄膜太陽電池(OPV)の変換効率は飛躍的に向上し、多くの報告例がある。  
→ しかしながら、素子の耐久性に問題があり無機太陽電池に比べ安定性に問題がある。  
→ 素子安定性に期待のできるデバイス構造の開発が必要不可欠である。  
→ 逆構造型有機薄膜太陽電池が注目されており、高い安定性が期待されている。[1]
- 更なる変換効率の向上には、各種キャリア抽出および輸送可能な良質なバッファ層が必要不可欠  
→ 現状として、n型バッファ層にLiFやBCPなどの極薄膜や、TiO<sub>x</sub>など塗布成膜のために低導電率な金属酸化膜を使用  
→ 逆構造型OPVの導入により、n型バッファ層を有機膜上ではなく、透明導電膜基板上に成膜することが可能  
→ そのため、有機膜へダメージを与えることなく、良質な金属酸化膜をスパッタ法を用いて成膜が可能[2,3]
- 本研究では、n型バッファ層としてスパッタリング法によって成膜された高導電率かつ安定なAZO膜を導入し、逆構造型OPVの作製を行った。さらに、AZO成膜時の環境制御、もしくは、成膜後の表面処理を行うことによる太陽電池特性への影響についても検討を行った。

## 実験

### 【デバイス構造】

- Glass/ ITO/ AZO/ C60/ VOPc/ MoO<sub>3</sub>/ Al
- Glass/ ITO/ AZO/ P3HT:PCBM/ MoO<sub>3</sub>/ Al

### 【成膜条件】

#### 【有機膜】

- 低分子系 ... 真空蒸着法 (VOPc, C60, MoO<sub>3</sub>)
- 高分子系 ... スピンコート法 (P3HT, PCBM)

#### 【AZO膜】

- スパッタリング法、3inch AZO、RF-power(100W)、Ar (およびO<sub>2</sub>)

### 【AZO膜の表面処理による影響】

成膜後、AZO膜に対し表面処理  
⇒ UV-O<sub>3</sub>, Ar plasma, 200°C  
の3種類

### 【AZO成膜環境制御による影響】

O<sub>2</sub>ガス混入により、O<sub>2</sub>ドーピング  
⇒ 0, 0.2, 0.5, 1.0 SCCM  
の4種類

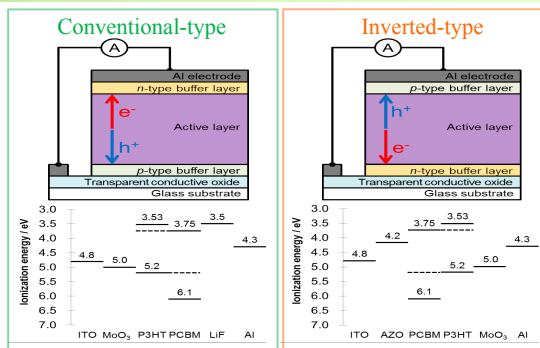


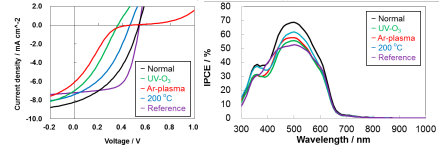
Fig. 1. Structure of conventional-type and inverted-type OPV

## 結果および考察

### 【AZO膜の表面処理による影響】

Glass/ ITO/ AZO(15)/ P3HT:PC<sub>60</sub>BM(100)/ MoO<sub>3</sub>(15)/ Al(100)

※ Reference: Glass/ ITO/ MoO<sub>3</sub>(15)/ P3HT:PC<sub>60</sub>BM(100)/ LiF(0.3)/ Al

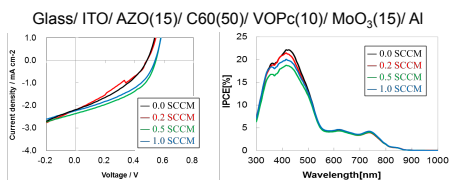


	Normal	UV-O <sub>3</sub>	Ar-plasma	N <sub>2</sub> , 200°C	Reference	AZO@100nm	Conductivity (S/cm)
J <sub>sc</sub>	8.22	7.01	6.10	7.41	7.21	No treatment	23.04
V <sub>oc</sub>	0.54	0.36	0.47	0.46	0.54	UV-O <sub>3</sub>	23.15
FF	0.42	0.32	0.19	0.39	0.63	Ar plasma	93.02
PCE	1.84	0.82	0.55	1.34	2.47	200°C annealing	45.45

- P3HT系においても良好な逆構造型OPVの作製が可能であることが確認された。
- AZOの表面処理を行うことによりFF、Vocの著しい低下が観測された。
- AZOの表面モルフォロジー、仕事関数の変化が要因であると考えられる。

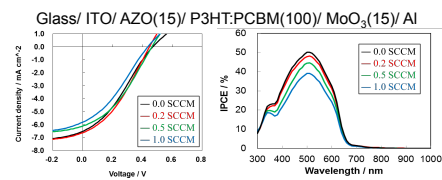
### 【AZO成膜環境制御による影響】

#### 【低分子蒸着系】



Ar SCCM	25.0	25.0	25.0	25.0
O <sub>2</sub> SCCM	0.0	0.2	0.5	1.0
J <sub>sc</sub> mA cm <sup>-2</sup>	2.19	2.19	2.36	2.23
V <sub>oc</sub> V	0.48	0.48	0.54	0.54
FF	0.36	0.32	0.43	0.41
PCE %	0.38	0.34	0.55	0.50

#### 【高分子塗布系】



Ar SCCM	25.0	25.0	25.0	25.0
O <sub>2</sub> SCCM	0.0	0.2	0.5	1.0
J <sub>sc</sub> mA cm <sup>-2</sup>	6.52	6.63	6.11	5.82
V <sub>oc</sub> V	0.47	0.45	0.46	0.44
FF	0.31	0.35	0.36	0.32
PCE %	0.96	1.04	1.01	0.81

- AZOスパッタ成膜時にO<sub>2</sub>ガスを混入させることにより、AZOへのO<sub>2</sub>ドーピングを行った。
- AZOの成膜条件により、変換効率に変化が現れた。  
⇒ 低分子系においては、開放電圧が上昇し変換率が上昇した。また、高分子系においては、若干の開放電圧の低下が確認された。
- AZOを用いることにより、形状因子はどのOPVにおいても上昇傾向であることが観測された。

## まとめ

- 1) AZO膜を用いることで、低分子蒸着系および高分子塗布系の有機薄膜太陽電池において、逆型化に成功した。
- 2) 成膜後AZO膜を表面処理することで、FF及びVocの著しい低下が観測された。
- 3) AZO成膜時のO<sub>2</sub>ドーピングにより、AZO膜の物性を変化させることで太陽電池特性の変化が確認された。

## 参考文献

- [1] T. Kuwabara et al., Solar Energy Materials & Solar Cells 92 (2008) 1476– 1482.
- [2] H. Ogo et al., KJF2012, Aug. 29-Sep. 1 (2012), PB14, Sendai, Miyagi, Japan.
- [3] 小江ら, 第73回応用物理学会 学術講演会, 11p-PB1-7

## 謝辞

本研究は、経済産業省のもと、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から委託され実施したもので、関係各位に感謝いたします。