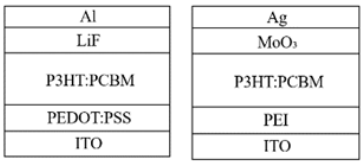
電荷輸送層に TiN ナノ粒子を導入した有機薄膜太陽電池

Organic solar cells with TiN nanoparticles introduced into a charge transporting layer

信州大・繊維 [1] ○戸谷優太 [1], 産屋敷隆道 [1], 市川 結 [1]
Shinshu Univ. [1], ○ Yuta Toya[1], Takamichi Ubuyashiki [1] , Musubu Ichikawa[1]
E-mail: musubu@shinshu-u.ac.jp

【緒言】有機薄膜太陽電池は低コスト、軽量、フレキシブルの特徴から、次世代の太陽電池として注目を集めている。一方で、電力変換効率は未だに低いという課題がある。素子性能の向上のためには、膜厚を厚くすることにより光吸収を増大させることが有効であるが、励起子拡散長が非常に短いため、膜厚が制限される。そこで、高効率化のために、電荷輸送層や活性層に貴金属微粒子などのプラズモニック材料を添加することがしばしば行われている。[1] 本研究では、プラズモニック材料として、窒化チタン（TiN）ナノ粒子を用いることを検討した。TiN ナノ粒子は、可視広域にブロードなプラズモン共鳴を示すことから、太陽電池の高効率化に有用と考えられる。今回、TiN ナノ粒子をホール輸送層もしくは電子輸送層に分散させたポリマー太陽電池を作製し、その効果を評価したので報告する。

【実験】素子構造を Fig. 1 に示す。セル構造は、ホール輸送層に TiN ナノ粒子を導入する場合は順型とし、電子輸送層に導入する場合は逆型とした。電荷輸送層と活性層はスピンコート法により成膜し、対極側の電荷輸送層と、対極は真空蒸着法により成膜した。また、TiN ナノ粒子は下部の電荷輸送層に導入した。下部電荷輸送層には、PEDOT:PSS もしくはポリエチレンイミン（PEI）を用いた。作製した素子は電流密度－電圧（J-V）測定と入射光－電子変換効率（IPCE）スペクトル測定により評価した。



順型　　逆型

Fig. 1 素子構造

【結果・考察】作製した素子の *J-V* 測定結果を Table 1 , 2、IPCE 測定結果を Fig. 2 に示す。Table 1 , 2 から順型素子、逆型素子それぞれにおいて、TiN を 0.3 wt% , 0.6 wt%加えた素子で最大の性能が得られた。これは、TiN を添加したことによる光吸収の増大や光散乱によるものだと考えられる。一方で、TiN の添加率を増加させていくと、順型素子では 0.5 wt%、逆型素子では 0.9 wt%において性能の低下が見られた。これは、TiN を過剰量加えたことにより活性層の体積が減少し光吸収が減少したためだと考えられる。Fig. 2 に TiN 添加濃度の異なる順型素子の IPCE スペクトルを示す。TiN の添加によって幅広い波長域にわたって IPCE の上昇が確認できた。

Table 1 順型素子特性

添加率	V_{OC} (V)	J_{SC} (mA/cm^2)	FF (%)	PCE (%)
0 wt%	0.61	4.67	29	0.83
0.1 wt%	0.62	5.61	30	1.05
0.3 wt%	0.63	6.29	36	1.42
0.5 wt%	0.62	5.42	35	1.20
1.0 wt%	0.63	3.45	27	0.58

Table 2 逆型素子特性

添加率	V_{OC} (V)	J_{SC} (mA/cm^2)	FF (%)	PCE (%)
0 wt%	0.65	7.23	58	2.73
0.3 wt%	0.63	7.39	60	2.78
0.6 wt%	0.63	7.71	61	2.94
0.9 wt%	0.63	7.33	55	2.52

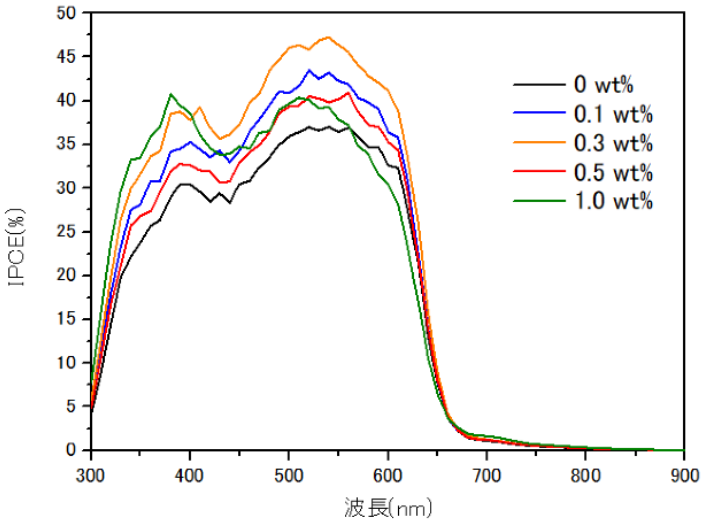


Fig. 2 順型素子 IPCE スペクトル

[1]J.Wu, *et al.*, *ACS Nano.*, 5 , 959-967 (2011)

© 2021年 応用物理学会