17a-PA2-7

化学浴析出酸化チタンを用いた逆型有機薄膜太陽電池の Light-soaking 効果の機構解析

Mechanistic analysis on light-soaking effect for inverted polymer solar cells containing chemical-bath deposited titanium oxide

金沢大 [1], JST-さきがけ [2], 筑波大 [3] ○桑原 貴之 [1], 矢野 勝寛 [1],
山口 孝浩 [1], 當摩 哲也 [1,2], 高橋 光信 [1], 孫 東鉉 [3], 丸本 一弘 [2,3]

Kanazawa Univ. [1], JST-PRESTO [2], Univ. of Tsukuba [3] ○Takayuki Kuwabara[1], Katsuhiro Yano[1], Takahiro Yamaguchi[1], Tetsuya Taima[1,2], Kohshin Takahashi[1], Donghyun Son[3], Kazuhiro Marumoto[2,3]

E-mail: tkuwabar@se.kanazawa-u.ac.jp

【背景】本研究室では、大気中での化学浴析出法による平滑な酸化チタンの製膜法を開発し、この膜が逆型有機薄膜太陽電池の電子捕集層として働くことを見出している [1]。本研究では、この逆型素子に白色光照射を行った際に、徐々に光電変換特性が増加する“Light-soaking 効果”に着目し、交流インピーダンス(IS)測定ならびに電子スピン共鳴（ESR）測定を用いて機構解析を行った。

【実験】フッ素ドープ酸化スズ基板(FTO)上に化学浴析出法によって酸化チタン薄膜を製膜した後、有機発電層である PCBM:P3HT、正孔捕集層である PEDOT:PSS をスピンコート法により積層し、金を真空蒸着することで素子を作製した。この素子を大気下未封止状態で AM1.5G 疑似太陽光を照射した際の I-V 測定及び IS 測定を行い、光電変換特性を評価した。ESR 測定用に準備した“ITO/酸化チタン/PCBM:P3HT”基板は、石英ガラス上に ITO を被覆した透明導電性基板に酸化チタン薄膜を製膜した後、PCBM:P3HT をスピンコート法により積層したものである。

【結果と考察】アモルファス酸化チタン(TiO_x)を電子捕集層に用いた素子(FTO/TiO_x/PCBM:P3HT/PEDOT:PSS/Au)に太陽疑似光を照射したとき、Fig.1 に示されるように光照射時間の増加に伴って光電変換特性が向上する Light-soaking 効果が観察された。一方、この素子に UV カット光(カット領域: $\lambda < 420$ nm)を照射したとき、PCE は約 0.08%であり、ほとんど機能しなかった。すなわち、この逆型素子を駆動させるためには、紫外光照射が必須であることが分かった。この現象の詳細を調べるために IS 測定を行った結果、白色光照射に伴って PCBM:P3HT の電気抵抗の低下が観察され、発電層でのキャリア再結合が減少していることが分かった。また“ITO/TiO_x/PCBM:P3HT”の ESR 測定より、白色光照射を続けると $P3HT^+$カチオンラジカル数が増加することが分かった。これは、バンドギャップ励起した TiO_x 中の電子がトラップ準位に補足される一方、正孔は P3HT に移動したためと推定された。以上を総合すると、TiO_x 素子における Light-soaking 効果は、TiO_x/PCBM:P3HT 界面の TiO_x 側に局在する再結合中心に由来すると推定された。詳細は当日に発表する。

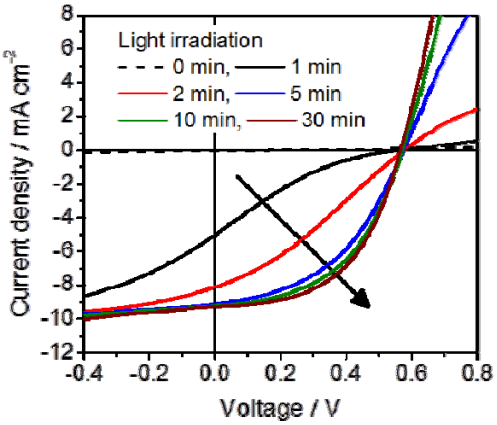

Fig.1 アモルファス酸化チタンを電子捕集層に用いた逆型素子の I-V 測定時の Light-soaking 挙動

【参考文献】1. T. Kuwabara, K. Takahashi et al., Org. Electron., 11 (2010) 1136.

© 2014 年　応用物理学会