

有機双極子層を挿入した有機太陽電池の特性評価

伊藤英輔・近松真之・吉田郵司

産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター 有機系薄膜チーム

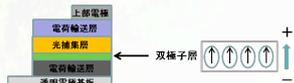
研究の目的

有機太陽電池

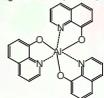
キャリアの効率的な解離、抽出を通じた高効率化
電極/有機、有機/有機界面の制御（電子状態、構造）が重要
双極子層による電位シフト

(例：自己組織化膜)

電子準位接続の制御
内部電界効果

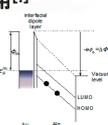


本研究：Alq₃分子の双極子モーメントの積層による電位シフトを利用^[1]
(Alq₃-tris-(8-hydroxyquinolino) aluminum)



Alq₃薄膜の電位シフト

真空蒸着法(暗条件)で作製
双極子モーメントの積層による大きな電位シフト
膜厚に比例(50 mV/nm)
基板(下地)を選ばない

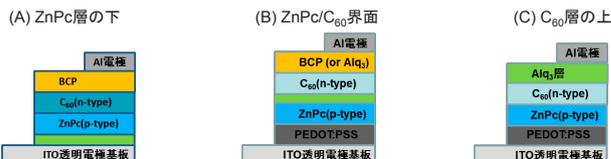


双極子モーメント $\mu = 4.1D$
電子輸送材料、発光(有機EL)

Alq₃層内の電位シフトがキャリアの
電荷分離に与える効果を検証

実験

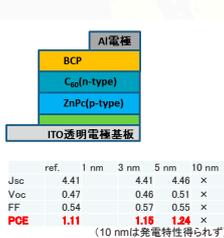
基本構造：ITO/PEDOT:PSS/ZnPc(30nm)/C₆₀(30nm)/BCP(6nm)/Al
真空蒸着法による成膜
Alq₃層を積層膜界面に挿入：挿入場所及び膜厚の最適化を図る



挿入場所による発電特性への影響を評価：I-V、IPCE
双極子層挿入による効果を検証するためのデバイス構造を構築する

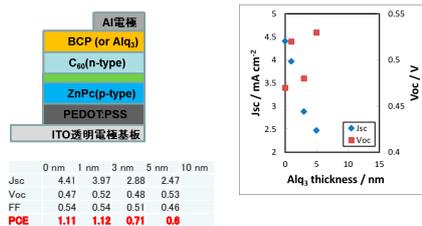
結果

(A) ZnPc層の下



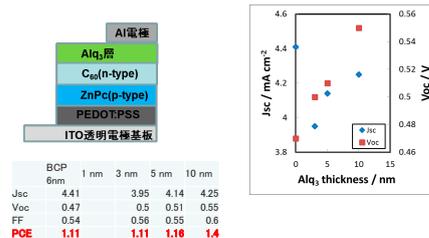
膜厚とともにJsc、Vocがわずかに増加
膜厚5nmが最適

(B) ZnPc/C₆₀界面



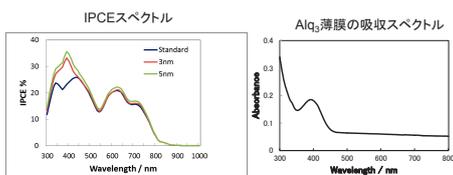
膜厚とともにJscが減少
この組み合わせは適さない

(C) C₆₀層の上



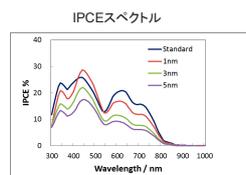
膜厚とともにVocが増加
膜厚10nmがそれ以上で効率アップ

考察



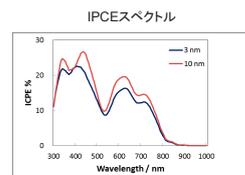
400nm付近でIPCE増加：Alq₃の吸収

Alq₃層での吸収でキャリア生成の可能性
Jscの増加に寄与



可視全領域での効率(300-800 nm)が低下

Alq₃層内でキャリアの再結合が起これと考えられる
(有機EL素子の構成：ZnPc(正孔輸送) / Alq₃(発光・電子輸送))



Alq₃層：バッファ層として利用^[2]

キャリア(電子)輸送の効率化

ZnPc/C₆₀層の下または上に挿入した場合に特性の向上が見られた → Alq₃層挿入がどのように影響を与えるのか？(電子構造解析、キャリア形成過程の検証が必要)

結論

- Alq₃双極子層挿入による積層型有機太陽電池セルへの影響を検証するために、Alq₃層を挿入した時の素子性能を評価した。
 - Alq₃層を挿入する場所により素子特性へ大きく影響する。
 - ZnPc層の下：膜厚5nmまで、Jscの増大
 - ZnPc/C₆₀の間：発電特性得られず、キャリアの再結合の可能性
 - C₆₀層の上：膜厚(～10nm)とともに向上
- (A)および(C)で、発電特性が得られた。

(A)および(C)、それらを組み合わせた系で、今後、
・双極子層内の分極が及ぼす影響を検証
・素子の電子構造の評価
を行う予定である。

参考文献

- [1] E. Ito, et al., J. Appl. Phys. Vol.92 (2002) pp.7306-7310.
- [2] V.M. Manninen, et al., J. Mat. Chem. Vol.22 (2012) 22971-22982; P. Cao, et al., Thin Solid Films Vol. 517 (2009) pp. 5301-5304; P. Vivo, et al., Solar Energy Mat. Solar Cells Vol.92 (2008) pp.1416-1420.

本研究は、JST CREST研究領域「太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出」研究課題「有機太陽電池のためのバンドギャップサイエンス」課題としておこなわれています。