有機薄膜太陽電池における正孔移動度のドナー・アクセプター混合比依存性

Compositional dependences of hole drift mobility in organic photovoltaics

○明里 直輝[1]、杉田 椋哉[1]、小林 隆史[1,2]、永瀬 隆[1,2]、内藤 裕義[1,2]
（1. 大阪公立大、2. 大阪公立大分子エレクトロニックデバイス研）
○N. Akeri[1], R. Sugita[1], T. Kobayashi[1,2], T. Nagase[1,2], and H. Naito[1,2]
（1. Osaka Metropolitan Univ., 2. RIMED）
E-mail: sb22126p@st.omu.ac.jp

【はじめに】有機薄膜太陽電池(OPV)の電力変換効率(PCE)には電荷輸送メカニズムの理解が重要である。そこで我々は、実際に発電している OPV に対して適用可能な変調光電流(MPC)法を用いて移動度の評価を行っている。これまでに P3HT:PCBM, PTB7:$PC_{71}BM$, PTB7-Th:ITIC, PBDB-T:ITIC の 4 種類の半導体層を持つ OPV についてドナー・アクセプター混合比を変えて特性を評価したところ、いずれの場合でも電子・正孔移動度が混合比に依存し、両者がバランスする混合比で最も高い PCE が得られることが分かった（図 1）[1-4]。ところで、正孔移動度の混合比依存性に着目すると、依存性の強いグループ(移動度の変化は 2 桁程度)と相対的に依存性の弱いグループ(変化は 1 桁以下)に分かれることも明らかとなったが、このような違いが生じる原因は不明のままであった。そこで本研究ではこの原因を明らかにすることを目的に各種検討を行ったのでその結果について報告する。

【実験】本研究では上記の半導体材料を用いて ITO/ZnO/Active Layer/MoO_3/Al となる逆構造 OPV を作製した。MPC 法では、正弦波変調した 488 nm の半導体レーザーを OPV に照射し、0 V から 0.6 V の逆バイアスを印加した時の出力電流をロックインアンプにより測定した。

【結果及び考察】Fig.1 に測定結果をまとめたものを示す。上段が正孔移動度の混合比依存性が強いグループ、下段が依存性の弱いグループである。PTB7-Th と PTB7 は同一の高分子骨格を有するが、それぞれ上段と下段に分かれており、特定の高分子骨格が混合比依存性の強弱の原因ではないことが分かる。また非フラーレンアクセプターの採用とも無関係である。そこで改めて作製プロセスを見直すと、下段の OVP は 1,8-Diiodooctane を添加した溶液から半導体層を製膜していることが分かった。添加剤の効果は様々なものが提案されているが、本研究で作製した OPV では添加剤によりドナー・アクセプターの相分離が促進され、ドナーの混合比が少ない条件でも正孔輸送チャネルが形成されたことにより、正孔移動度が低下しなかったものと考えられる。実際、添加剤の有無により、上下段が入れ替わることも確認できている。当日はこれらの結果に加え、簡単な数値シミュレーションの結果も示しながら議論する予定である。

【謝辞】本研究は科学研究費補助金(JP20K21007, JP20H02716, JP21H04564)の支援を受けた。

【参考文献】[1] H. Nojima et al., Sci. Rep. **9**, 20346 (2019). [2] E. Nakatsuka et al., Materials **13**, 02660 (2020). [3] 杉田他, 第69回春応物23p-P10-6 (2022). [4] 明里他, 第69回春応物23p-P10-2 (2022).

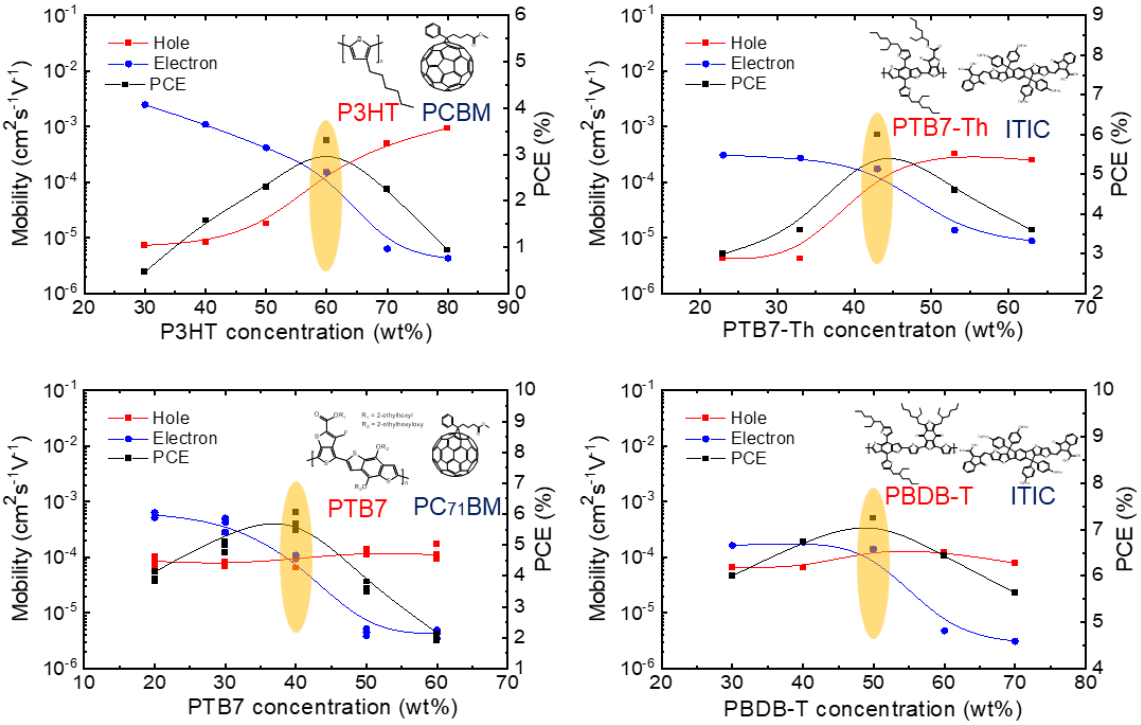

Fig. 1 PCE and determined carrier mobilities of inverted OPVs with different donor/acceptor mixing ratios.

© 2023年 応用物理学会