

p-i-n 型有機太陽電池への応用を志向したトリポード型正孔輸送材料

Tripodal Small-Molecules as Hole-Transport Material for p-i-n Organic Solar Cells

奈良先端大物質[○](M2)前田 明宏, 清水 勇佑, 鈴木 充朗, 山田 容子NAIST, [○]Akihiro Maeda, Yusuke Shimizu, Mitsuharu Suzuki, Hiroko Yamada

E-mail: hyamada@ms.naist.jp

【緒言】我々は、光前駆体法と呼ぶ独自の成膜法を用いた塗布積層を駆使し、有機太陽電池 (OPV) の活性層の構造制御を検討してきた。特に、バルクヘテロジャンクション (BHJ) 型の p:n 混合膜 (i 層) を p 型および n 型の単成分膜で挟み込んだ p-i-n 型 OPV では、BHJ 単層型の素子に比べて大幅に高い性能が得られることを報告した^[1]。しかし、正孔輸送層として機能する p 層には、凝集性が高く不均一な薄膜を与える化合物 (DTA, Figure 1a) を用いており、膜厚の制御や電荷キャリア移動度の評価が難しいという問題があった。本研究では、この問題の解消を目指し、平滑で均質な薄膜を与えるホール輸送材料の合成と評価を行った。

【結果と考察】p 層材料には、上述した平滑性と均質性に加え、「i 層から効率的に正孔を抽出するための高い正孔輸送能」、および「i 層での光吸収を妨げない高い透明性」が求められる。本研究ではこれらの条件を満たし得る化合物として、ベンゼンの 1,3,5 位にアントリルチエニル基を導入したトリポード型の分子 TAT と、アントラセンユニットが一つ少ない準トリポード型分子 ThBAT を設計し、対応する光前駆体 TAT-2DK と ThBAT-2DK を合成した (Figure 1b)。

TAT と ThBAT を光前駆体法により成膜した結果、いずれの場合も平滑な薄膜が得られた (Figure

1c)。これは、分子間で密なパッキングを形成しにくいトリポード構造の特徴を反映した結果と考えられる。また、得られた薄膜中における正孔移動度を空間電荷制限電流 (SCLC) 法により評価したところ、TAT では 3.6×10^{-5} , ThBAT では $2.0 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であった。これらの移動度は、OPV に用いられる低分子 p 型材料で一般的に観測される $10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ オーダーの値に比べて若干低い、p 層の膜厚が小さいことを考慮すると実用上有用なレベルと考えられる。発表では、これらの物性の詳細を、他の関連化合物と比較しながら議論する。

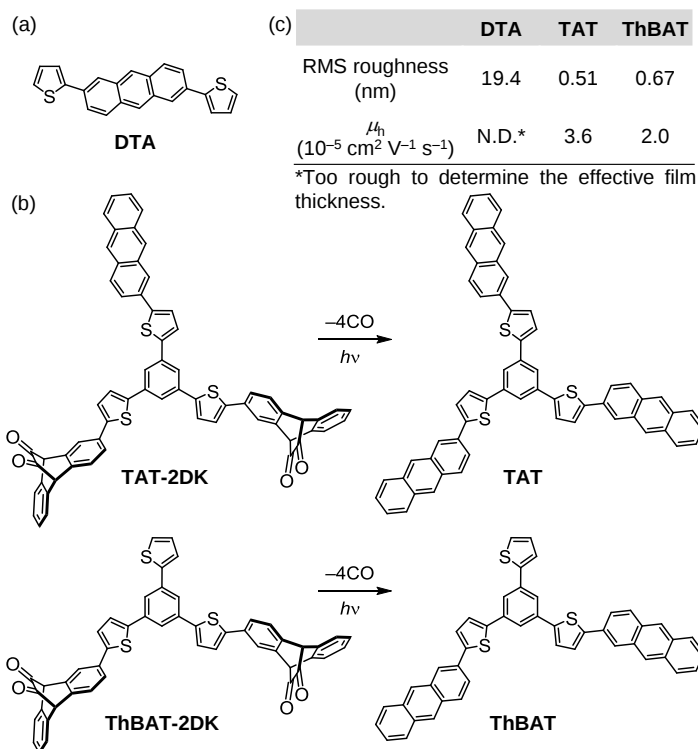


Figure 1. (a) Chemical structure of DTA; (b) Chemical structures of TAT, ThBAT and their photoprecursors; (c) Summary of RMS roughnesses of thin films calculated from AFM images and SCLC hole mobilities.

[1] Y. Yamaguchi et al., *Sci. Rep.* **4**, 7151 (2014).