高移動度有機単結晶膜を用いた D/A 超格子型有機太陽電池

The D/A Superlattice Organic Solar Cells

Using High Mobility Organic Single Crystalline Films

⁰菊地 満^{1,5}、Aya Myint Moh^{2,5}、阿部 正宏^{3,5}、貞光 雄一³、内藤 裕義^{4,5}、

伊崎 昌伸^{2,5}、平本 昌宏^{1,5}

(1. 分子研、2. 豊橋技科大、3. 日本化薬株式会社、4. 大阪府立大、5. NEDO)

^oMitsuru Kikuchi^{1,5}, Aya Myint Moh^{2,5}, Masahiro Abe^{3,5}, Yuichi Sadamitsu^{3,5}, Hiroyoshi Naito^{4,5},

Masanobu Izaki^{2,5}, Masahiro Hiramoto^{1,5}

(1.IMS, 2. Toyohashi Univ. of Tech., 3.Nipponkayaku Co., 4.Osaka Pref. Univ., 5.NEDO)

E-mail: kikuchi@ims.ac.jp

序 バルクヘテロ接合は膜バルク全体にドナー/アクセプター(D/A)界面があり、励起子を効率的に 解離できるが、生成したキャリアの輸送ルート形成が不十分である。そこで本研究では、真空蒸 着法での交互積層により太陽電池の理想構造である超格子構造を作製し、キャリアを横方向に取 り出す D/A 超格子型有機太陽電池(Fig. 1(b))の動作を実証したので報告する。

実験 高移動度有機半導体として、C8-BTBT(ドナー)、PTCDI-C8(アクセプター)を用い、サファ イア基板上への真空蒸着により単結晶膜を作製した。セルの作製には精密マスクシステム(エピテ ック社製)を用い、トータル膜厚を100 nm で固定し、交互積層数を2層、4層、10層と増大、す なわち、D/A 界面の数を増加させた(Fig. 1(b))。

結果と考察 さまざまな電極間距離を有する横方向キャリア取り出し光起電力セル(Fig. 1(a))を作 製し、光電流が急激に低下する距離からキャリア飛程を実測した。すると C8-BTBT 単結晶膜にお けるホール飛程 $L_n = 0.4 \text{ mm}$ 、また、同様に PTCDI-C8 単結晶膜における電子飛程 $L_e = 0.2 \text{ mm}$ と ミリメーターオーダーのキャリア飛程を有することが分かった。そこで、電極間距離をキャリア 飛程内である 0.15 mm として D/A 超格子型有機太陽電池を作製した。Fig. 1(b)に電流・電圧(J-V)特 性を示す。今回作製したセルはキャリアを 100 µm 以上長距離輸送しているにも関わらず、明瞭な 光起電力特性を示した。また、積層数を増やすことで光電流が急激に増大した。これは内部量子 収率(IQE)の解析により、D/A 界面の増加に伴い励起子拡散(収集)効率(η_{CD})が 79%まで増大したた めであることが分かった。また、J-V 特性において逆バイアス印加時、光電流が飽和した領域で はキャリア収集効率(η_{CC})が 100%であるとすると、0 V 時において η_{CC} = 94% (10 layers)と非常に高 いことが分かった。すなわち、今回の D/A 超格子型有機太陽電池は高効率での励起子拡散とキャリア収集を両立することができており、本セルのコンセプトを実証することができた。



Fig. 1 (a) Structure of lateral hole-collecting photovoltaic cells (upper) and L_h determination by decline of photo current (lower). (b) Schematic illustration of D/A superlattice organic solar cells and Current-Voltage characteristics.