

課題番号 : F-17-KT-0122  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 塗布型太陽電池の薄膜構造評価 その2  
 Program Title(English) : Thin film structure analyses of solution-processed solar cells Part 2  
 利用者名(日本語) : 五十嵐健翔, 梅山有和  
 Username(English) : K. Igarashi, T. Umeyama  
 所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科  
 Affiliation(English) : Graduate School of Eng., Kyoto Univ.  
 キーワード/Keyword : 形状・形態観察および分析、太陽電池、フラーレン、共役系高分子

## 1. 概要(Summary)

有機薄膜太陽電池の電子アクセプターとして広く用いられるフラーレン誘導体[70]PCBM は幾つかの異性体の混合物である[1-3]。本研究では、[70]PCBM の  $\beta_1$  体と  $\beta_2$  体を単離し、共役系高分子である PffBT4T-2OD との複合膜を作製した。その膜構造を京都大学ナノテクノロジーハブ拠点の設備を利用して解析した。また、太陽電池性能評価を行ったところ、 $\beta_1$  体は  $\beta_2$  体と比較して大幅に光電変換効率が低下することがわかった。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

X 線回折装置

### 【実験方法】

ITO 基板の上に ZnO 膜を作製し、その上にスピコート法により PffBT4T-2OD:フラーレン複合薄膜を作製した。その膜構造解析をリガク社製全自動水平型多目的X線回折装置 SmartLab を用いて行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Buckyprep カラムを装着した高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により、市販の[70]PCBM を  $\alpha$  体と  $\beta$  体に分離した[1-3]。さらに、5PBB カラムを装着した HPLC により、 $\beta$  体を  $\beta_1$  体と  $\beta_2$  体に分離した。 $\beta_1$ -[70]PCBM のクロロベンゼンなどの有機溶媒への溶解性 ( $6.4 \text{ mg mL}^{-1}$ ) は  $\beta_2$ -[70]PCBM ( $19 \text{ mg mL}^{-1}$ ) と比較して低くなっていた。

PffBT4T-2OD と  $\beta_1$ -[70]PCBM あるいは  $\beta_2$ -[70]PCBM の混合溶液を ITO/ZnO 基板の上にスピコートすることで複合薄膜を得た。X 線回折装置を用い、その構造解析を行ったところ、PffBT4T-2OD:  $\beta_1$ -[70]PCBM は  $q = 1.22 \text{ \AA}^{-1}$  にフラーレンのパッキング

に由来する鋭いピークを示したのに対し、PffBT4T-2OD:  $\beta_2$ -[70]PCBM は  $q = 1.14 \text{ \AA}^{-1}$  に比較的ブロードなピークを示した。これは、前者においてより密なフラーレンパッキング構造が形成されていることを示す。また、太陽電池素子の変換効率は、 $\beta_2$ -[70]PCBM が 0.43%、 $\beta_1$ -[70]PCBM が 8.75%となった。 $\beta_1$ -[70]PCBM の高い凝集力によりフラーレンドメインのサイズが大きくなり、電荷分離効率や電荷回収効率が低下したことが変換効率低下の原因と考えられる。

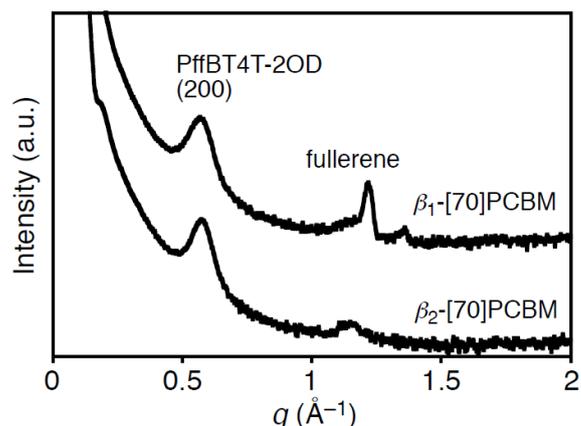


Fig. 1 XRD patterns of blend films of PffBT4T-2OD with  $\beta_1$ -[70]PCBM (upper) and  $\beta_2$ -[70]PCBM (lower).

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

- [1] T. Umeyama et al., Chem. Sci.8,(2017) 181.
- [2] T. Umeyama et al., Chem. Lett. 46, (2017) 1001.
- [3] T. Umeyama et al., RSC Adv. 7, (2017) 45967.

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Umeyama, K. Igarashi, D. Sakamaki, S. Seki and H.Imahori, Chem. Commun. 54 (2018) 405.

## 6. 関連特許(Patent) なし。