

有機半導体分子の塗布製膜における分子配向制御技術の開発

Molecular Orientation Control of Semiconducting Molecules by Wet-process

○山田 彰宏¹、高屋 智嗣¹、近松 樹¹、山本 晃平¹、小金澤 智之²、

辛川 誠^{1,3,4}、高橋 光信^{1,4}、當摩 哲也^{1,3,4} (1. 金大院自、2. JASRI、3. InFiniti、4. RSET)

A. Yamada¹, T. Takaya¹, T. Chikamatsu¹, K. Yamamoto¹, T. Koganezawa², M. Karakawa^{1,3,4},

K. Takahashi^{1,4}, T. Taima^{1,3,4} (1. Kanazawa Univ., 2. JASRI, 3. InFiniti, 4. RSET)

E-mail: taima@se.kanazawa-u.ac.jp

【緒言】有機薄膜太陽電池において、発電層内の分子配向を制御することは光吸収・電荷輸送の点において極めて重要である。チオフェン骨格をもつ低分子ドナー材料 DRCN5T は、塗布型有機薄膜太陽電池で 10.08% の高い変換効率が報告されている^[1]。この報告では透明導電膜基板上で edge-on 配向していることが観察されたが、さらなる高性能化には、光吸収増大・電荷輸送効率向上の点で有利な face-on 配向が望ましい。本研究では、DRCN5T の塗布製膜において金属化合物基板上に製膜することで分子-基板間相互作用を利用し、face-on 配向させることを試みた。

【実験】PEDOT:PSS 膜上と CuI 膜上に、DRCN5T (in Toluene 10 mg/ml) 溶液をスピコート法により製膜した。微小角入射広角 X 線散乱(GIWAXS)測定、UV-Vis 測定を用いて分子配向を評価した。

【結果・考察】Fig.1 に各サンプルの 2D-GIWAXS 像を示す。Out-of-plane 方向における face-on/edge-on 配向比を算出した結果、PEDOT:PSS 膜上に製膜した場合の配向比は 0.028、CuI 膜上に製膜した場合は 0.290 となり、配向比が 10 倍程度増加し、吸光係数スペクトルより波長 700 nm 付近で 10% 程度光吸収の増大が確認された。CuI の d 軌道と DRCN5T 分子の π 共役との相互作用により DRCN5T 分子を face-on 配向に制御できたと考えられる。また、分子配向を face-on 配向に制御した DRCN5T 分子を用いたプラナーヘテロジャンクション(PHJ)型、バルクヘテロジャンクション(BHJ)型太陽電池を作製したところ、両素子において Jsc が 10% 程度増大したことで、PCE も 10% 程度向上したことが分かった。

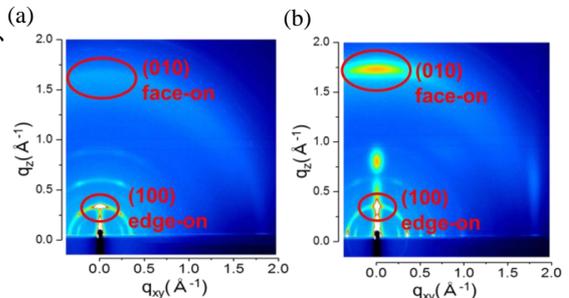


Fig.1 DRCN5T 単膜の 2D-GIWAXS 像
(a)w/o CuI (b)with CuI

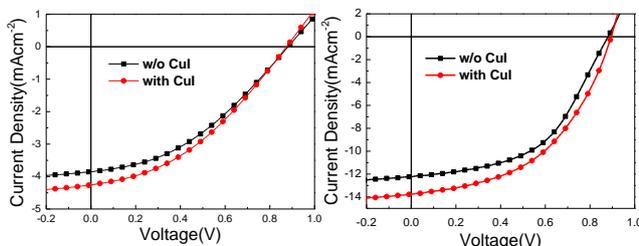


Fig.2 I-V 特性 (左)PHJ 型 (右)BHJ 型

【謝辞】本研究は、2016 年度マツダ財団研究助成、2017 年高橋公益財団法人 高橋産業経済研究財団研究助成、科研 16K05882 の支援を受け実施した。また本研究を進めるにあたり懇切なご指導を頂いた金沢大学 桑原 貴之 准教授(2017 年 12 月逝去)に、心より感謝申し上げます。

【参考文献】 [1] Bin Kan, Miaomiao et al., J. Am. Chem. Soc., 2015, 137 (11), pp 3886-3893

Table 1 各素子のパラメータ

		Jsc (mA/cm ²)	Voc (V)	FF	PCE (%)
PHJ 型	w/o CuI	3.85	0.88	0.39	1.32
	with CuI	4.26	0.87	0.39	1.43
BHJ 型	w/o CuI	12.24	0.88	0.51	5.46
	with CuI	13.75	0.89	0.48	5.96