

塗布グラフェン膜を用いた有機半導体の分子配向制御の有機薄膜太陽電池への応用

Molecular orientation control by a solution processed graphene layer and its application for organic solar cells

阪大院工, °櫻井 海徳, 山田 啓太郎, 末延 知義, 鈴木 充朗, 中山 健一

Osaka Univ., °M. Sakurai, K. Yamada, T. Suenobu, M. Suzuki, K. Nakayama

E-mail: nakayama@mls.eng.osaka-u.ac.jp

緒言： 有機薄膜太陽電池(OPV)の性能向上には、電荷輸送特性や光吸収効率等の有機層の薄膜物性の向上が必要である。高い薄膜物性を得るためには、有機半導体分子の分子平面が基板面に平行となる face-on 配向状態が望ましいが、多くの分子は分子平面が基板面と垂直になる edge-on 配向状態を取る傾向にあり^[1]、OPV の性能向上には分子配向の制御が重要となる。我々はこれまで塗布成膜により平滑な reduced graphene oxide (rGO)膜を簡便に基板へ成膜する手法を確立している。本研究では、rGO 膜と有機分子間の π - π 相互作用によって分子の face-on 配向状態を誘起することを試みた。また配向制御による薄膜物性の向上を利用し、OPV への技術応用を行った。

実験： 基板上に graphene oxide (GO)を塗布成膜後、ヒドラジン蒸気処理と加熱による還元で得られる rGO を template layer として使用した。rGO を予め成膜したガラス基板上に銅(II)フタロシアニン(CuPc)を真空蒸着し、その分子配向を微小角入射広角 X 線散乱(GIWAXS)法によって測定した。また ITO 電極上に rGO 膜を導入し、CuPc 膜をドナー、フラーレン(C_{60})膜をアクセプターとして用いた OPV 素子を真空蒸着により作製することで、ドナー分子の配向制御による OPV 素子性能への効果を評価した。

結果・考察： ガラス基板上へ直接成膜した CuPc 膜 (w/o rGO)では edge-on 配向を示していたのに対して、rGO 上へ成膜した CuPc 膜(w/ rGO)では π スタックに由来する 11-2 面の回折が面外方向に観測され、face-on 配向を示すことが分かった(Fig. 1a, b)。ITO 電極上に成膜した rGO によって

配向制御した OPV 素子の作製・評価を行った結果、rGO 導入によって短絡電流密度(J_{sc})が向上し、それに伴い光電変換効率(PCE)が 0.82%から 1.45 倍の 1.19%まで上昇した(Fig. 2)。吸収スペクトルと内部量子効率の解析から、 J_{sc} 向上の要因は、吸収フォトン数の増加、電荷生成効率及び電荷輸送特性の改善に起因すると考えられた。

[1] H. Cheng et al., *Appl. Phys. Lett.*, **2010**, 97, 083305.

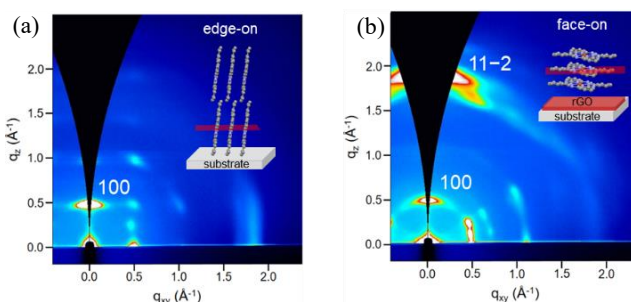


Fig. 1. GIWAXD patterns of the CuPc film (a)w/o and (b)w/ rGO.

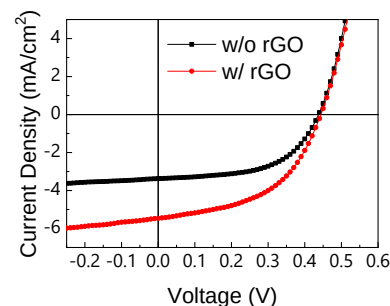


Fig. 2. J - V characteristics of OPV devices w/o and w/ rGO.