有機薄膜太陽電池の２分子再結合定数の評価

Determination of bimolecular recombination coefficients in bulk heterojunction solar cells

○布引 達也[1], 杉山 拓也[1] , 高田 誠[1]、永瀬 隆[1,2], 小林 隆史[1,2], 内藤 裕義[1,2]
(1. 大阪府立大、2. 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研)
○T. Nunobiki[1], T. Sugiyama[1], M. Takada[1], T. Nagase[1,2], T. Kobayashi[1,2], and H. Naito[1,2]
(1.Osaka Pref. Univ., 2.RIMED)
E-mail: tatsuya.nunobiki.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

はじめに：有機薄膜太陽電池(OPV)の動作機構を明らかにするためには、電荷生成過程、電荷輸送過程を理解することが重要である。本研究では、その一環として、OPV の２分子再結合定数が、開放光起電力減衰(OCPVD)法、および、インピーダンス分光(IS)法から求められることを示す。

実験：OPVの一例として、PTB7およびPC$_{71}$BMによるバルクヘテロ接合を有する ITO/ZnO/PTB7:PC$_{71}$BM/MoO$_3$/Al 逆構造のOPVを作製した。Fig. 1にOPVのJ-V特性を示す。FFは0.66、電力変換効率は6.3%であった。OCPVD測定は、波長635nmの赤色レーザーを励起光源とし、開放光起電力減衰をデジタルシンクロスコープにより測定した。IS測定にはSolartron 1260 型インピーダンスアナライザおよび1296 型誘電率測定インターフェイスを用い、暗状態下で測定を行った。

結果：Fig. 2 に示す開放光起電力減衰特性から寿命 τ を

$$\tau = -\frac{kT}{q} \Big/ \left(\frac{dV_{OC}}{dt}\right)\Big|_{t=0} \quad (1)$$

により決定した。２分子再結合が支配的である場合、$\tau = 1/2\sqrt{G\gamma}$となる（τの励起光強度依存性から２分子再結合であることを確認している[1]）。G は単位時間当たりの電荷生成数であり、逆バイアス時の OPV の電流値から算出した[2]。これらより、２分子再結合定数は、3.4×10^{-14} cm^3/sと決定できた。

Fig. 3 に複素インピーダンスの虚数成分(Im[Z])の周波数特性を示す。Im[Z]のピーク周波数f_{max}から、

$$\gamma_{IS} = \frac{2\pi}{3n} f_{max} \quad (2)$$

により２分子再結合定数 γ_{IS} を算出[3]すると、1.6×10^{-15} cm^3/sとなった。これらの値は Langevin 再結合定数より小さい値である。当日は、２分子再結合定数を様々な電力変換効率を有する OPV で系統的に評価し、OPV 特性に与える２分子再結合の影響を明らかにする。

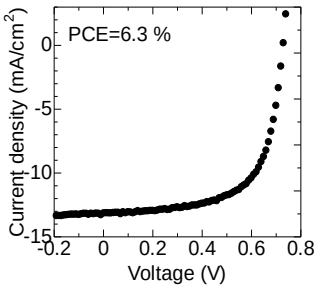

Figure 1 Current density-voltage characteristics

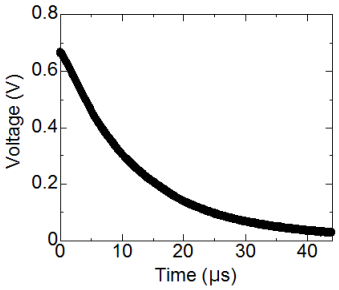

Figure 2 Open-circuit photovoltage decay

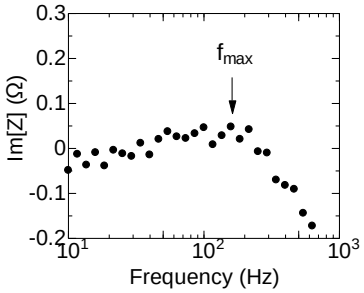

Figure 3 Im[Z] - frequency characteristics

参考文献：[1] 杉山 他：第63回春応物 19a-P5-10 (2016).
[2] P. W. M. Blom *et al*, *Adv. Mater.*, **19** 1551(2007).
[3] 高田 他：第64回春応物 (2017).

謝辞：本研究は、科学研究費補助金及び新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」(領域番号2401/課題番号24102011)の助成を受けた

© 2017年 応用物理学会