

有機薄膜太陽電池の複素インピーダンスのモジュラス解析：電荷輸送の解析

Modulus analysis for the study of carrier transport in organic photovoltaics

○布引 達也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. Nunobiki¹, M. Takada¹, 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)のバルクヘテロ接合(BHJ)層における電荷輸送過程を明らかにすることは、OPVの動作理解のために重要である。インピーダンス分光法(IS)により、実際に動作している様々なデバイスの輸送特性を調べることができる。例えば、複素インピーダンスをモジュラス表示($M(\omega) = j\omega Z(\omega)$)にすれば、有機発光ダイオード(OLED)中の電荷輸送の挙動を把握することができる [1]。本報告では、OPVのBHJ層のモジュラス解析を行い、BHJ層中の電荷輸送挙動を明らかにすることを目的とする。

実験：poly(3-hexylthiophene-2,5-diyl) (P3HT)および[6,6]-phenyl-C₆₁-butyric acid methyl ester (PC₆₁BM)による BHJ を有する ITO/ZnO/P3HT:PC₆₁BM /MoO₃/Al 逆構造 OPV を作製した (電力変換効率 2.1%)。IS 測定および電流密度-電圧(J-V)測定には Solartron Modulab を用い、暗状態で測定を行った。

結果：逆構造 OPV におけるモジュラスの虚数成分($\text{Im}[M]$)の周波数特性($\text{Im}[M]-f$)を Fig. 1 (a)に示す。Fig. 1 は $\text{Im}[M]-f$ 特性の印加電圧による変化を直感的に把握するために、同特性を印加電圧に応じて、y 軸方向に移動して表示した図である (右 y 軸の電圧値は、その印加電圧の $\text{Im}[M]-f$ 特性の $\text{Im}[M]=0$ となるように表示してある)。Fig. 1(a)より $\text{Im}[M]-f$ 特性にはピークが観測できた。このような $\text{Im}[M]-f$ 特性 (ピーク周波数の印加電圧依存性) は α -NPD/Alq₃ OLED とは大きく異なっている [1]。

電荷挙動を明らかにする一環として、P3HT 単膜素子(ITO/ZnO/P3HT/MoO₃/Al)の作製を行い、同様の測定を行った。P3HT 単膜素子の $\text{Im}[M]-f$ 特性を Fig. 1 (b)に示す。P3HT 単膜素子でも BHJ 素子と同様な特性が観測された。以上の結果をもとに、逆バイアス時の空乏層、順バイアス時の空間電荷効果、ZnO 界面での正孔蓄積などを議論する。

参考文献： [1] 高橋淳一, 表面科学 **33**, 81 (2012); S. Sato, M. Takata, M. Takada, and H. Naito, J. Nanosci. & Nanotechnol. **16**, 3368 (2016).

謝辞：本研究は、科学研究費補助金 (17H01265)の助成を受けた。

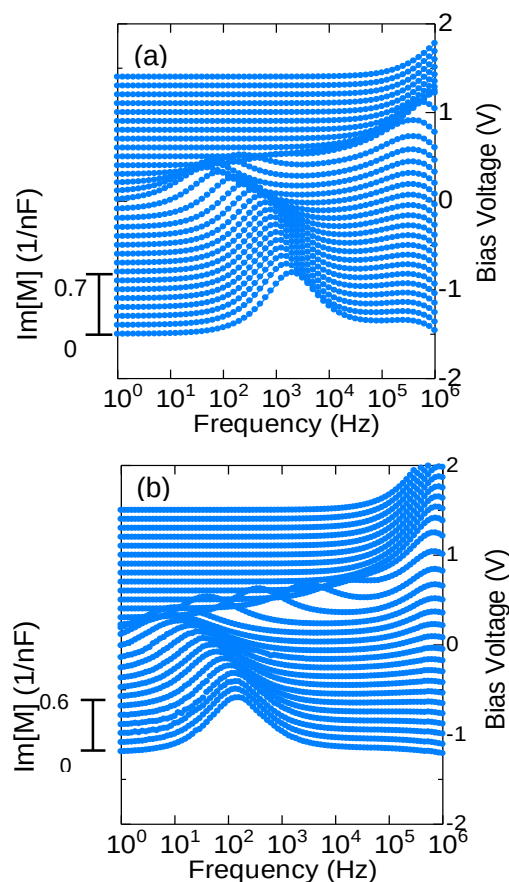


Fig. 1 $\text{Im}[M]-f$ characteristics at different bias voltages: (a) P3HT:PC₆₁BM OPV (b)P3HT device.