

変調光電流分光測定における測定条件とデータ信頼性

Measurement conditions and data reliability of modulated photocurrent spectroscopy

○(M1)奥野 友基¹, 永瀬 隆^{1, 2}, 小林 隆史^{1, 2}, 内藤 裕義^{1, 2}

(1. 大阪府大工, 2. 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研)

°Y. Okuno¹, T. Nagase^{1, 2}, T. Kobayashi^{1, 2}, H. Naito^{1, 2}

(1. Osaka Pref. Univ., 2. RIMED)

E-mail : yuuki.okuno.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに 有機薄膜太陽電池(OPV)の電力変換効率は電子・正孔の移動度がバランス(一致)する時に最大になるため[1]、OPVの電荷輸送特性を評価することは重要である。我々はこれまで、変調光電流(MPC)法を用いることで、動作しているOPVの電子・正孔の移動度評価が可能であることを実験により示した[2]。しかし、電子・正孔の移動度評価における励起光の吸収係数、および、二分子再結合定数(γ) (γ が、Langevin再結合定数(γ_{LAN})程度になると移動度評価ができなくなる[3])の影響を報告していなかった。そこで、本研究では、励起光などの測定条件、および、 γ の大小によるMPC法により評価した移動度の信頼性を数値計算により調べた。

2. 解析 変調光照射時の電子・正孔に関する電流連続の式を解析的に解き、二分子再結合過程を考慮したMPC法の表式を得た。この際、拡散電流、局在準位を無視した。電子・正孔移動度(μ_e, μ_h)、実効電圧、活性層の膜厚、励起光の吸収係数を与えることで光吸収係数、 γ の影響を調べた。

3. 結果及び考察 活性層の膜厚100 nm、実効電圧1.0 V、 $\mu_e, \mu_h = 10^{-4}, 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、電子・正孔の光生成、電界は活性層内で一様とし、 γ を0から γ_{LAN} まで変化した場合のMPCスペクトルをFig. 1に示す。MPCスペクトル虚部には電子・正孔の走行に由来する2つのピークが現れた。 γ が γ_{LAN} に比べて十分小さいとき、2つのピークは同程度の高さであるのに対し、 γ が γ_{LAN} と同程度になると、低移動度の電荷走行に由来するピークは高移動度の電荷のピークに比べ小さくなり、ピーク周波数の決定が難しくなることがわかる。

二つのピークの周波数 f_{peak} の電界依存性より電子・正孔移動度を算出した結果をFig. 2に示す[2]。 γ は γ_{LAN} の 10^{-3} 倍から10倍まで変化した。 γ_{LAN} の 10^{-1} 倍以下となると二分子再結合の影響を受けず二つの移動度が正確に決定できることがわかる。OPVにおける γ は γ_{LAN} の $10^{-3} \sim 10^{-1}$ 倍程度[4]であると報告されていることから、MPC法はOPVの移動度評価に適することが示された。

当日は、OPV内における光吸収係数の影響も併せて、正確な移動度評価が可能となる実験条件について議論する。

【謝辞】 本研究の一部は、科学研究費補助金(JP17H01265、JP19H02599、JP20H02716、

21H04564)の助成を受けた。

【参考文献】 [1] J.D. Kotlarki and P.W.M. Blom, Appl. Phys. Lett. 100, 013306 (2012). [2] H. Nojima *et al.*, Sci. Rep. 9, 20346 (2019). [3] M. Schmeits, J. Appl. Phys. 101, 084508 (2007). [4] L. J. A. Koster *et al.*, Appl. Phys. Lett. 88, 052104 (2006).

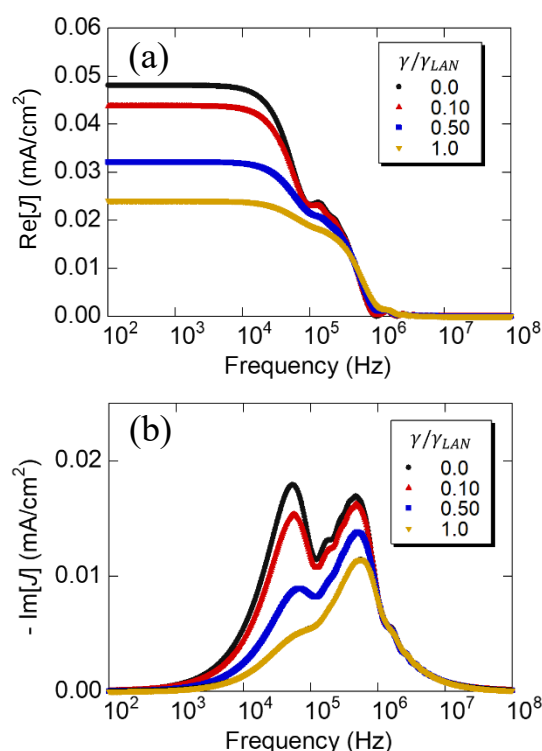


Fig. 1 Real part (a) and imaginary part (b) of MPC spectra with various γ . ($\mu_e = 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $\mu_h = 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$)

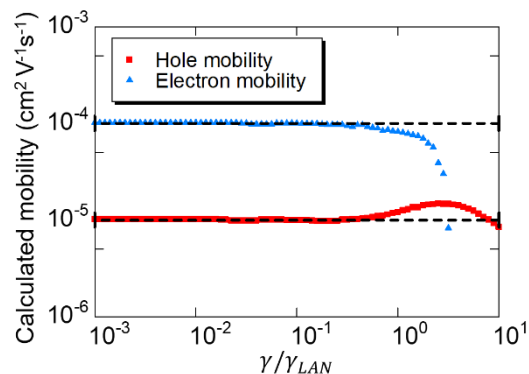


Fig. 2 Electron and hole mobilities calculated from MPC spectra at different γ .