

多段階光強度の LM-STS による P3HT:PCBM 系有機薄膜太陽電池の局所測定

Local Property Measurement of P3HT:PCBM Organic Solar Cells

by Multistep Intensity LM-STS

○落合貴大^{1,2}, 安田剛³, 加藤洋和¹, 小林祐貴¹, 吉田昭二¹, 武内修¹, 重川秀実¹
(1. 筑波大数理物質, 2. タカノ(株), 3. 物質・材料研究機構)

○T. Ochiai^{1,2}, T. Yasuda³, H. Kato¹, Y. Kobayashi¹, S. Yoshida¹, O. Takeuchi¹, H. Shigekawa¹
(University of Tsukuba¹, Takano Co., Ltd², NIMS³)

E-mail: bk200611465@s.bk.tsukuba.ac.jp

有機薄膜太陽電池では p-n 界面を三次元的に構築したバルクヘテロ接合 (BHJ) と呼ばれる構造を形成することにより p-n 界面の面積を増やし、発電効率を向上させることができる。BHJ は空間的に不均一な相分離構造であるため、BHJ 構造を持つ太陽電池の性能もナノスケールで不均一となる。我々は BHJ の局所的な性能分布を明らかにするため、BHJ 型有機薄膜太陽電池試料から金属電極を取り去り、光変調走査型トンネル分光法 (LM-STS) で局所性能の評価を行ってきた。

LM-STS は試料に照射する光強度を周期的に変調しながら STS 測定を行う手法である。例えば照射光を周期的に ON/OFF すれば、トンネル電流は明状態と暗状態の 2 つの仮想的な I-V カーブの間を周期的に往復する。したがって、振動の上端・下端を滑らかに結べば明・暗状態の I-V カーブを一度に取得できる [1, 2]。今回我々は照射光強度を多段階 (今回は 5 値) に変化させる新たな LM-STS 測定を行い、局所的な太陽電池性能の光強度依存性を得ることに成功した。測定した試料は P3HT:PCBM 混合クロロホルム溶液による BHJ 型有機薄膜太陽電池である。形状像 (図 1) に示した点で得た I-V カーブを拡大すると、図 4 のように光強度変調を反映してトンネル電流も 5 値の間を行き来する様子が見られ、これらの点を繋ぐことで、図 2、3 ではそれぞれ 5 本の I-V カーブを一度に取得できている。結果を比較すると、図 3 では 5 本の I-V カーブの間隔はほぼ均等であり、光電流は光強度に比例しているが、図 2 では光強度が強くなると間隔が狭くなり、光電流が光強度に対して飽和傾向にある。一方、電圧に対する光電流の応答を見れば、図 2 では負バイアスの増加に伴い光電流が大きくなるが、図 3 では飽和傾向にある。我々はこの結果を、図 3 ではあまり多くの光キャリアが生成されず、そのほとんどを低いバイアス電圧で取り出せているのに対して、図 2 では非常に多くの光キャリアが生成される物の、そのすべてを取り出すには高いバイアス電圧が必要であると解釈した。このように、多段階光強度の LM-STS は太陽電池の局所特性を制限する要因をより具体的に明らかにする強力な手法であることが示された。

[1] O. Takeuchi, Shoji Yoshida and H. Shigekawa, Appl. Phys. Lett. 84,3645 (2004).

[2] O. Takeuchi et al., Applied Physics Express 7, 021602 (2014).

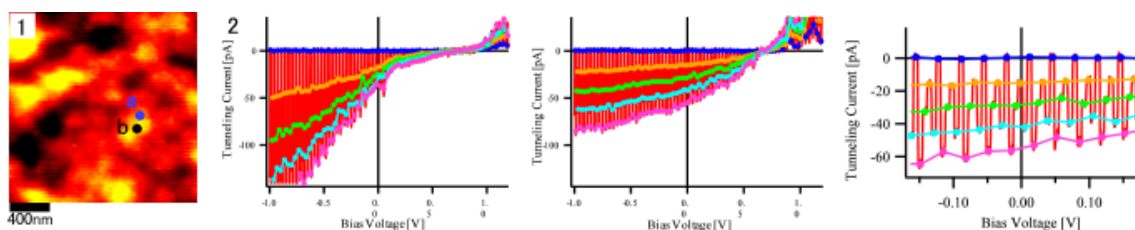


図1 : P3HT : PCBM系試料の表面像 図2 : 図1のa点における I-Vカーブ 図3 : 図1のb点における I-Vカーブ 図4 : 図3の I-Vカーブの0V付近を拡大