

光励起 STM による BHJ 型有機薄膜太陽電池の局所性能

Local characteristics of bulk-hetero junction organic solar cells

by Light-Modulated Scanning Tunneling Microscopy

筑波大数理工物質¹, タカノ(株)², 物質・材料研究機構³

○落合貴大^{1,2)}, 安田剛³⁾, 小林祐貴¹⁾, 吉田昭二¹⁾, 武内修¹⁾, 重川秀実¹⁾

Institute of Applied Physics, University of Tsukuba¹⁾, Takano Co., Ltd²⁾, NIMS³⁾

○T. Ochiai^{1,2)}, T. Yasuda³⁾, Y. Kobayashi¹⁾, S. Yoshida¹⁾, O. Takeuchi¹⁾, H. Shigekawa¹⁾

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

軽量・柔軟・安価に作製可能な有機薄膜太陽電池は異なる種類の有機半導体の pn 接合からなる太陽電池である。太陽電池の活性層に光が照射されたとき発生する励起子は pn 接合の界面でのみ電子とホールに分離されるが励起子の拡散長は 10nm 程度と非常に短い。そこで界面の増加のため有機薄膜太陽電池の活性層はバルクヘテロ接合(BHJ)という構造を用いることがある。これは有機分子の相分離によって形成されるナノオーダーの三次元的に不均一な構造である。界面は平面接合にくらべて面積が飛躍的に増加しており、励起子を効率よく分離できる。BHJ は用いる有機半導体の種類や作成条件によって形状が異なり、構造の不均一性からこの太陽電池は部位によって異なる発電効率を持つことになる。場合によっては高い発電効率の部位で生成した電流が低い発電効率の部位でリーク電流として消費されていることもある。実デバイスでは全ての部位が電極により並列接合されるため、部位によるばらつきは平均化されてしまい、生成電流からリーク電流を差し引いた総和のみが観測可能な量となる。

そこで我々はデバイスの測定では得られない BHJ 有機薄膜太陽電池の局所性能のばらつきを評価するため、陰極を取り払った構造の有機薄膜太陽電池試料表面に光変調走査トンネル分光法(LM-STMS)を適用した。LM-STMS は断続的な光を試料に照射しながら STS 測定を行う手法である。光照射により励起されたホールは ITO 基板に、電子は STM 探針によって集められる。得られるトンネル電流は図 1 のように明状態と暗状態の I-V カーブの間を周期的に往復するため、その包絡線から明・暗状態の I-V カーブを一度に取得できる。得られる I-V カーブからは探針直下における pn 接合のダイオード特性、明状態における太陽電池の短絡電流(Isc)・開放電圧(Voc)・内部抵抗などのパラメーターを導出可能である。MDMO-PPV : PCBM 混合膜を用いた BHJ 型有機薄膜太陽電池において、これらのパラメーターの空間分布の可視化を行った(図 2)。今回の発表では測定した P3HT : PCBM 混合膜有機薄膜太陽電池における性能の空間分布を提示し、組成の違いがもたらす構造の変化による空間分布の相違について考察する。

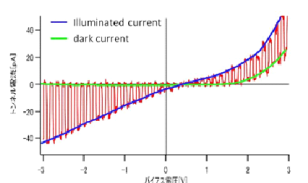


図1 LM-STMSによって取得されるI-Vカーブ

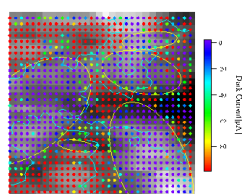


図2(a) 暗電流(-3.7V)

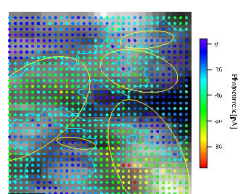


図2(b) 光電流(0V) = Isc

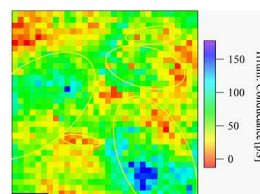


図2(c) 伝導度 [nS]