

有機太陽電池のナノスケール特性評価

Nanoscale characterization of organic solar cells

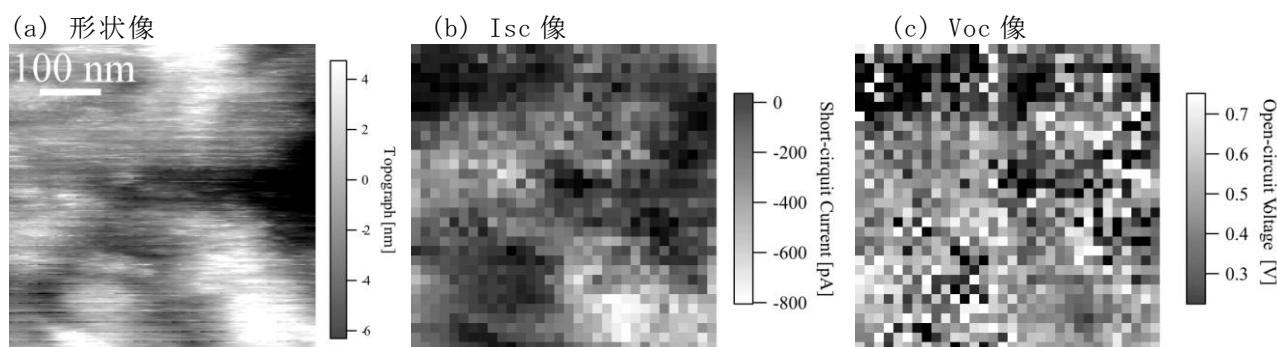
○落合貴大^{1,2)}, 竹内紀晶¹⁾, 吉田昭二¹⁾, 武内修¹⁾, 重川秀実¹⁾
(筑波大数理物質¹⁾, (株)タカノ²⁾)

Abstract : A typical bulk-hetero-junction (BHJ) organic solar cell consists of two planar electrodes sandwiching a very much complex nano-structured organic thin film. Since the thin film is highly inhomogeneous, the nanoscale generation properties varies from one portion to another in the film. Because all the portions are electrically connected in parallel by the outer electrodes, however, one can not distinguish the individual properties of the portions from an external measurement. We adopted light-modulated scanning tunneling spectroscopy (LM-STS) to measure the nanoscale generation properties of organic solar cells. Nanoscale variations of diode properties, VOC, JSC and internal resistance are successfully visualized.

バルクヘテロジャンクション(BHJ)有機太陽電池は pn 接合界面の活性領域体積を大きく取る目的で、有機薄膜に複雑なナノスケール微細構造を有している。そのように不均一な有機薄膜は部分部分で異なる発電効率を持つ物の、デバイスとして動作するにはすべての部分が外部の平板電極により並列接合されるために、デバイス外部から計測したのでは各部の発電特性を独立して観測することは出来ない。各部で生成された光電流はその大きさが異なるばかりか、条件によってはその極性も異なり、一部で生成した電流が別の部分でリーク電流として失われる現象が生じる。そのような場合、外部に取り出される電流は生成電流とリーク電流の差分によって決定される。

我々は BHJ 有機太陽電池の金属電極を取り去った表面に対して断続的な光励起下で走査トンネル顕微鏡測定を行うことにより、有機太陽電池薄膜表面形状のみならず、その電流・電圧特性や発電特性をナノスケールの空間分解能で評価した。特に光変調トンネル分光(LM-STS)測定では有機薄膜の暗状態・明状態における電流・電圧特性を同時に測定することが可能であり、そこから暗状態における pn 接合のダイオード特性や、明状態における短絡電流、開放電圧、内部抵抗などの各種パラメータを導出し、その空間分布を比較できる。下図は PEDOT-PSS/ITO 上にトルエン溶液のスピコートにより作成した PCBM:MDMO-PPV 混合膜の (a) STM 形状像、(b) 短絡電流 (I_{sc}) 像、(c) 開放電圧 (V_{oc}) 像である。内部抵抗の非常に高い部位に於いて V_{oc} 像に大きなノイズが見られているものの、ナノスケールでの太陽電池特性の空間分布を可視化できていることが見て取れる。

発表では光電流の電圧依存性などから、STMにより測定されたナノスケールの特性と実デバイス性能との関係について考察も行う。



¹⁾ T. Ochiai, N. Takeuchi, S. Yoshida, O. Takeuchi, H. Shigekawa: Institute of Applied Physics, University of Tsukuba

²⁾ T. Ochiai: Takano Co., Ltd.