

結晶性高分子太陽電池における開放電圧の起源

Origin of the Open-Circuit Voltage of Crystalline Polymer Solar Cells

京大院工¹, 理研 CEMS² ○部谷 拓斗¹, 大北 英生¹, 辨天 宏明¹, 伊藤 紳三郎¹,
斎藤 慎彦², 尾坂 格²

Kyoto Univ.¹, RIKEN CEMS², Hiroshima Univ.³ ○Takuto Hidani¹, Hideo Ohkita¹, Hiroaki
Benten¹, Shinzaburo Ito¹, Masahiko Saito², Itaru Osaka²
E-mail: hidani@photo.polym.kyoto-u.ac.jp

【緒言】 高分子太陽電池において開放電圧は電子ドナー材料の HOMO 準位と電子アクセプター材料の LUMO 準位のエネルギー差に依存することが実験的に示されている。しかし、より詳細に見ると同じエネルギー差であっても開放電圧が異なるものがみられる。主鎖骨格が同じである共役高分子 (PTzBT-BOHD, PTzBT-12OD 図 1) はほぼ等しい HOMO 準位を有するが、フラーレン誘導体 PCBM とのブレンド素子では開放電圧に違いが見られることが報告されている^[1]。本研究では、この二種類の素子について界面での電荷移動準位に着目し、開放電圧を決める要因について検討した。

【実験】 PTzBT 膜はスピンコート法で作製した。膜の表面の状態および膜を裏返した状態で光電子収量分光法により HOMO 準位を評価した。太陽電池の素子構造は、ITO/ZnO/PTzBT:PCBM (1:2 w/w)/MoO₃/Ag (100 nm) とした。素子に対して AM1.5G 標準照射条件下で電流-電圧測定および真空中において開放電圧の温度依存測定を行った。

【結果・考察】 光電子収量分光法により HOMO 準位を測定したところ、どちらも約 5.2 eV となり、ニート膜においてはほぼ同じ HOMO 準位を有していることが分かった。一方、表 1 に示すように、フラーレン誘導体 PCBM とのブレンド膜の太陽電池素子の AM1.5G 照射条件下での素子特性を見ると、開放電圧 V_{oc} に 0.06 V の差が見られる。そこで、各素子の開放電圧 V_{oc} の温度依存性を測定した。図 2 に示すように、 V_{oc} はおよそ 200 から 300 K の範囲内において温度に対して線形関係を示した。絶対零度への外挿値から実効的な界面電位差 E_g^{eff} を評価したところ、BOHD と 12OD には 0.2 V 程度の差があることが分かった。二つの高分子において、単膜の状態では同一の HOMO 準位であるが、ブレンド膜ではドナーとアクセプターの界面での相互作用の違いにより、異なる界面電荷移動状態を形成していることを示唆している。この違いが開放電圧の差の主たる要因であると考えられる。両高分子では側鎖に違いがあるために、結晶相と非晶相で形成する界面電荷移動状態が異なることに起因していると推察される。

【参考文献】

[1] I. Osaka *et al.*, *Adv. Mater.* **2014**, *26*, 331–338.

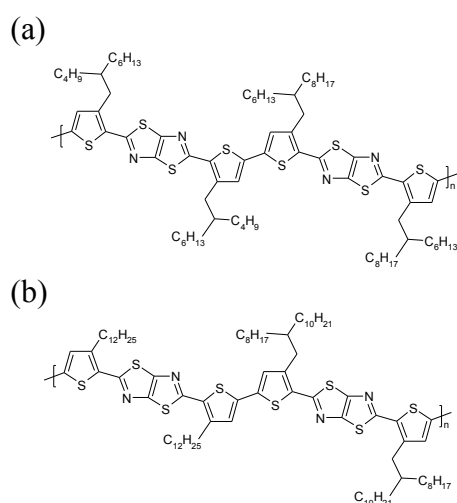


Table 1. Photovoltaic parameters of each polymer solar cell.

	$J_{sc} /$ mA cm^{-2}	V_{oc} / V	FF	PCE / %
BOHD	11.7	0.89	0.60	6.27
12OD	9.19	0.83	0.69	5.21

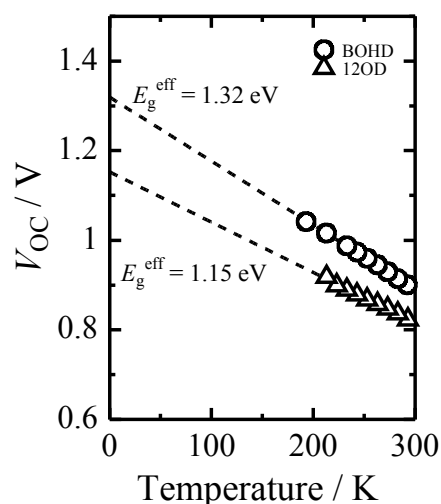


Figure 2. Temperature dependence of V_{oc} in each polymer solar cell. The E_g^{eff} represents an extrapolation value of V_{oc} at 0 K.