

イオン液体がつくる電気二重層の特性を活かした新規有機光電セル

(名大院理*, JSPS**, 名大物質国際研***)

○福岡聖*, Simon Dalglish**, 阿波賀邦夫***

Novel organic photocells operated by electric double layers in ionic liquids

(Department of Chemistry*, JSPS**, RCMS***, Nagoya Univ.)

○Syou Fukuoka*, Simon Dalglish**, Kunio Awaga***

【序】近年、有機物半導体を用いた光電変換素子の研究が盛んである。我々はこれまでの研究により、絶縁分極層と電荷分離層を積層した多層膜セルにおいて、大きな過渡光電流が発生することを明らかにした【1】。さらにイオン液体を絶縁分極層として用いることで、非常に大きな過渡光電流が得られること、透明電極がを問わずに過渡光電流を発生させられることが分かった【2】。そこで本研究では、二つの電極を同一基板上に平行に蒸着する、イオン液体の特性を活かした平面型セルを考案した。この平面型セルでは透明電極を必要としないため、どんな電極も使うことができ、さらに全て同一基板上で作製するためフレキシブルなデバイスにできるという利点がある。本研究ではこの平面型セルにおける過渡光電流発生を検討するとともに、様々なイオン液体を用いて光電変換を評価したので報告する。

【実験】図1に作製したセルの構造を示す。真空蒸着法によってガラス基板上に200nm ずつ金と銀を平行に蒸着し電極とした。P3HT/PCBM 薄膜は、P3HT/PCBM 重量比1:1のクロロベンゼン溶液(36mg/ml)を、基板上の金電極側にスピコート法で作製した。イオン液体の量を一定にするためのスペーサーを貼り付け、イオン液体を注入し、光電セルとした。過渡光電流測定光源には波長590nmのLEDを用い、セルで発生した電流を電流増幅器で増幅し、その信号をオシロスコープで観測した。

【結果と考察】図2に作製した平面型セルで得られた、1Hzで光を照射したときの過渡光電流の結果を示す。光を照射した瞬間に正の過渡光電流が流れ、光を切った瞬間に負の過渡光電流が流れた。そしてその間では電流が流れず、定常状態であった。図3を用いてこの挙動を説明する。正の過渡光電流は、光を照射した瞬間にP3HT/PCBM薄膜で電荷分離が生じ、発生したホールが金電極から外部回路を通り銀電極側に流れる際に観測される。イオン液体はコンデンサーとして働き、P3HT/PCBM薄膜で発生したホールは銀電極表面に蓄積する。このときイオン液体のア

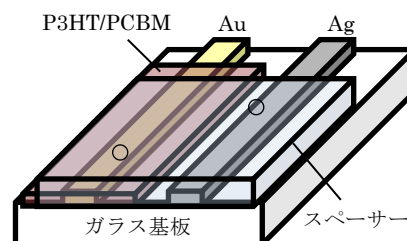


図1 平面型セルの構造

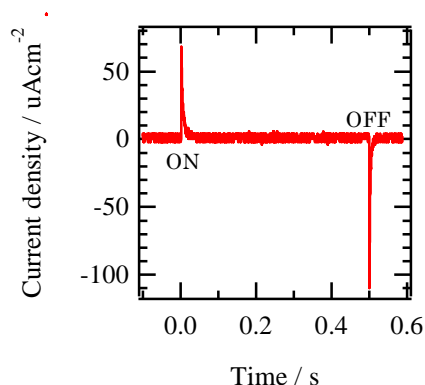


図2 平面型セルにおける過渡光電流

ニオンが銀電極表面に蓄積したホールを安定化するため、大きな正の過渡光電流が観測されたと考えられる。電荷が蓄積するにつれて抵抗が大きくなり、それ以上電流が流れなくなった状態が定常状態である。定常状態では、銀電極表面に蓄積したホールとイオン液体のアニオンとの間で電気二重層が形成されていると考えられる。光を切った瞬間、銀電極表面に蓄積していた電荷は、外部回路を通り対極へと移動し再結合するため、逆向きの電流が観測される。

図4は過渡光電流測定に用いた4種類のイオン液体の分子構造である。図5に各イオン液体における過渡光電流測定(10Hz)の結果を示す。過渡光電流のピーク値や緩和時間、発生する電荷量がイオン液体を変えることで変化することが分かった。イオン液体はコンデンサーとして働いているため、各イオン液体のキャパシタンスに着目した。イオン液体のキャパシタンスと発生した電荷量でプロットしたグラフが図6である。イオン液体のキャパシタンスが増大するにつれて、発生する電荷量も増大するということが分かった。このことは、コンデンサーに蓄えられる電荷がキャパシタンスに比例するという事実と一致する。また、緩和時間に関しても、イオン液体のキャパシタンスが大きいほど長くなるということが分かった。つまり、大きな過渡光電流を得るためには大きなキャパシタンスを持つイオン液体を用いれば良く、高速応答を得るためには小さなキャパシタンスを持つ絶縁分極層を用いれば良いことが明らかになった。

以上の研究から、キャパシタンスの大きいイオン液体を絶縁分極層に用いることで、平面型セルにおいて正と負の大きな過渡光電流が得られることが分かった。当日は電荷分離層の膜厚依存性についても述べたい。

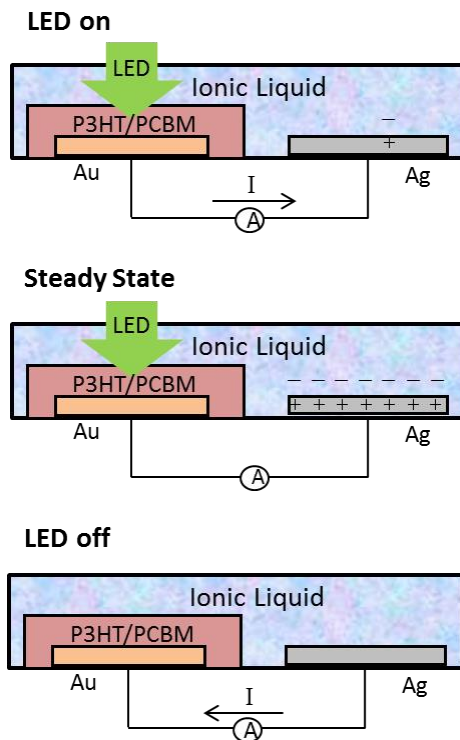


図3 過渡光電流発生メカニズム

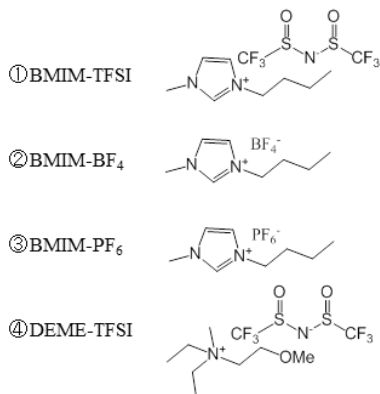


図4 イオン液体の分子構造

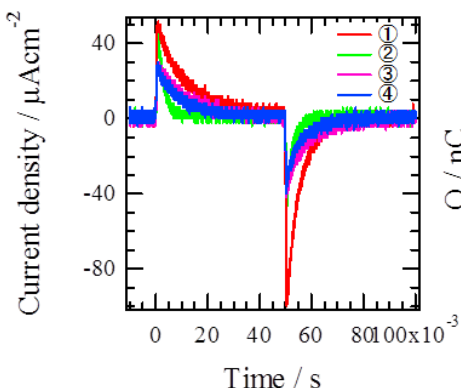


図5 各イオン液体における過渡光電流

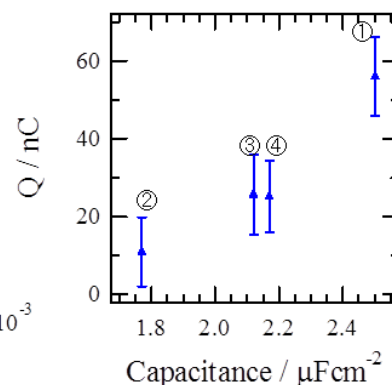


図6 キャパシタンスと電荷量

[1] L. Hu, et al. *Appl. Phys. Lett.*, **96**, 243303 (2010)
 [2] B. Li, et al. *Appl. Phys. Lett.*, **100**, 163304(2012)