

ポルフィリン化合物を用いた有機薄膜太陽電池の光電流測定

(東大物性研¹, 九大先導研²)関口雄輔¹, 安井基陽¹, 松田真生¹, 田島裕之¹
信国浩文², 谷文都², 島崎優一², 成田吉徳²

Introduction

有機薄膜太陽電池は MIM (Metal-Insulator-Metal) 接合を利用したデバイスであるため光照射によって容易にキャリアの注入を調節でき、基礎物性科学の研究対象として非常に興味深い。また、MIM 接合の一種であるバルクヘテロ接合を利用した有機薄膜太陽電池は、現在主流となっているシリコン太陽電池の数分の一以上のエネルギー変換効率を既に有しており、今後の研究の進展によっては次世代デバイスとなる研究対象である。一方で、このデバイスの動作特性に関してはまだ未解明な部分が数多くある。そこで我々は、有機薄膜における伝導性の理解を目的として様々な物質を用いた有機太陽電池を作成し、種々の測定を行った。

Experiment

我々はドナー性分子をポルフィリン化合物、アクセプター分子を PCBM とする活性層を用いたバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池を作成し、測定を行った。デバイス構造は ITO (300 nm) / PEDOT:PSS / Porphyrin compounds:PCBM / Al (80 nm) である (Figure 1)。PEDOT:PSS ならびに Porphyrin compounds:PCBM で構成される活性層は室温大気中にてスピンコート法により積層し、電極となる Al は真空蒸着によって積層した。

変調光を用いた測定においては、バイアス電圧はかけずに短絡光電流を測定した。光源は 470 nm LED を使い、発振器にて電圧を印加させることで変調させた。これを石英光ファイバーにて超伝導マグネット内にある試料に照射させた。試料からの光電流を電流電圧増幅アンプにて増幅後、ロックインアンプを用いて測定を行った。電流電圧測定に関しては、エレクトロメーターを用いて測定を行った。測定はすべて真空中で行い、試料部分の光量をシリコンダイオードにて較正を行った。波長依存測定に関しては、レーザーを用いて測定を行った。光源は Nd:YAG レーザーを用い、OPO にて波長調整を行った。試料からの光電流を電流電圧増幅アンプにて増幅後、オシロスコープにて測定を行った。

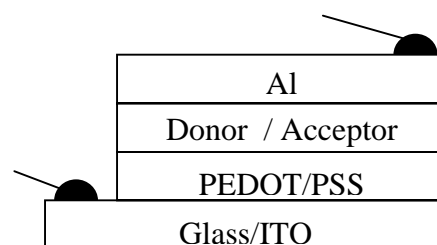
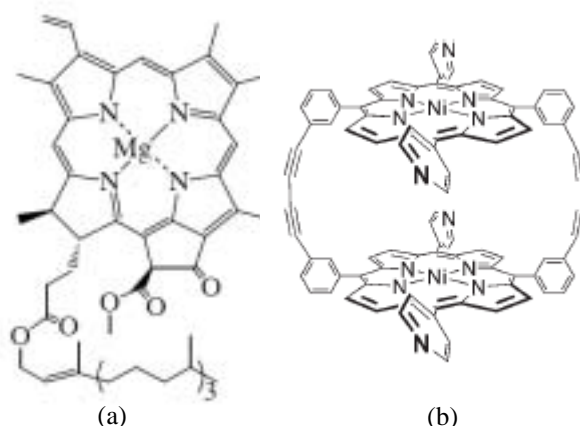


Figure 1 デバイス構造

Figure 2 (a) Chl-a 及び (b) Ni₂-CPD_{py} の分子構造

Results and Discussion

以下に、ポルフィリン化合物であるクロロフィル-a (Chl-a) 及び Ni₂-CPD_{py} (Figure 2) を

ドナー性分子として作成したバルクヘテロ接合型有機薄膜太陽電池における種々の光電流測定の結果を示す。

Figure 3 に室温における光照射時と暗時の電流電圧特性、Figure 4 に室温における光電流の波長依存測定の結果を示す。電流電圧特性においては、グラフは典型的な I-V カーブを描いており、この作成した素子が太陽電池として機能していることを示している。また、光吸収スペクトルではポルフィリン化合物のソーレー帯ならびに Q 帯における光吸収が確認でき、波長依存測定ではそれぞれの吸収帯における波長域での光電流の生成を確認することができる。このことから、ポルフィリン化合物による光吸収が光電流の生成に寄与している事がわかる。そして、ポルフィリン化合物が PCBM と共にバルクヘテロ接合を形成し、ドナー性分子として機能していると考えられる。

これらの試料を用いて様々な周波数の変調光によって生成した光電流の温度依存性の測定を行った。その結果、光電流は温度の低下と共に減少した。しかし極低温 1.5 K においても、室温で観測された光電流の数十分の一程度の光電流を観測することができた。さらに変調周波数を変化させることによって、光電流の異なる温度依存性を観測した。

また Chl-*a*:PCBM 素子においては、1.5 K における光電流の磁場依存性を測定した。その結果、磁場が増加するにつれて光電流が減少する現象を観測した。

さらに、室温中で試料に光を照射し続けることによって光電流が徐々に減少していく現象を観測した。また、同様の傾向が極低温である 1.5 K においても観測された。そのうえ、光照射を中断することによって光電流が回復する現象を観測した。これらのことから現時点では、この現象は化学反応のためなどではなく、built-in potential が変化したこと由来するのではないかと考えている。

当日は、これらの素子における詳細な結果やその考察を報告する予定である。

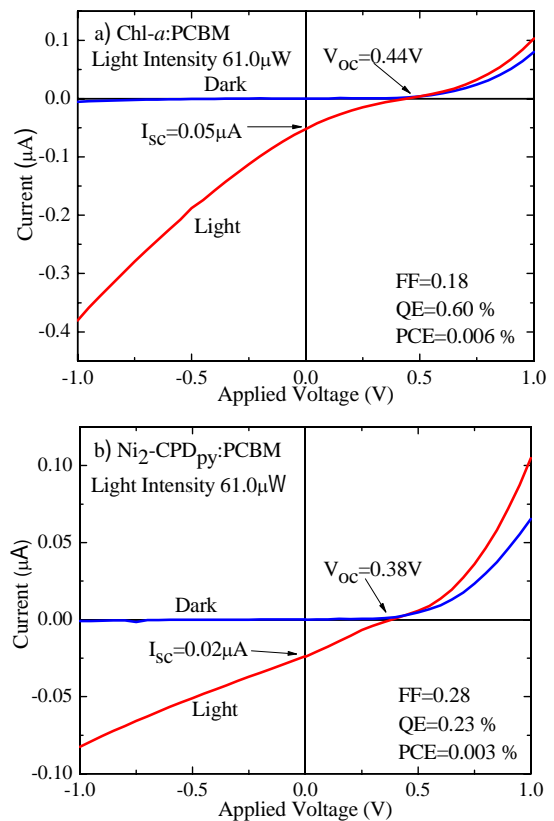


Figure 3 a) Chl-*a*:PCBM素子及び

b) Ni₂-CPD_{py}:PCBM素子に関する電圧特性

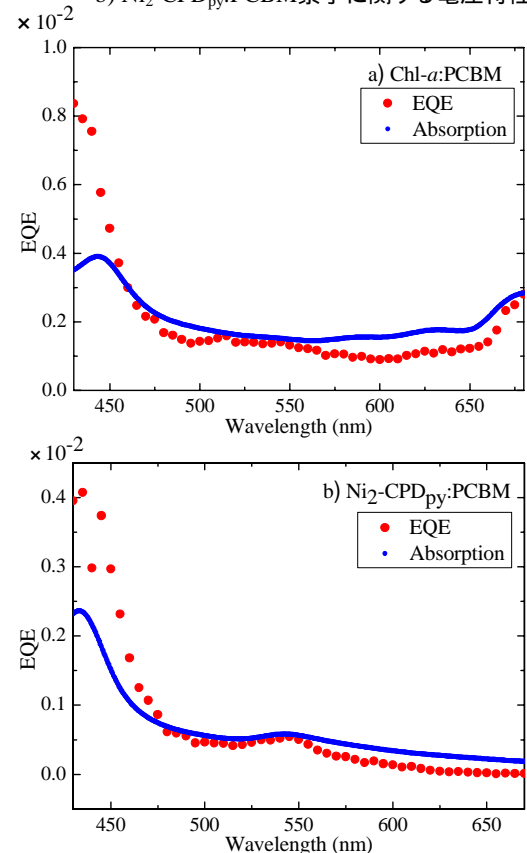


Figure 4 a) Chl-*a*:PCBM素子及び b) Ni₂-CPD_{py}素子の波長依存測定ならびに光吸収スペクトル