

1P010

波長可変レーザーを用いた MIM 接合素子の光電流スペクトル測定システムの構築

(東大物性研*) ○安井基陽*, 関口雄輔*, 宮川幹司*, 松田真生*, 田島裕之*

【序論】

有機薄膜太陽電池はその製造コストの低さより、次世代の太陽電池として注目されている。過去数十年の広範囲にわたる研究により、有機薄膜太陽電池のエネルギー変換効率は5%にまで上昇した。しかし、その程度の変換効率では実用化には不十分であるというのが現状であり、さらなる向上が要求されている。そのため多くの研究者により新規物質の創造やデバイス構造の工夫がなされており、加えて光電流発生メカニズムの解明が試みられている。メカニズム解明に向けて様々な環境中での測定が必要であり、低温状態での光電流の測定は非常に興味深い。一般に低温状態ではキャリア数の減少のため光電流は低くなり測定が困難になる。そこで本研究では強度の強い光をサンプルに照射するために光源として OPO/Nd:YAG レーザーを使用し、極低温中での光電流の測定を行った。また、強い光を用いることで十分な光電流を流さないサンプルに対しても測定が可能となった。

【実験】

図1に本研究で構築した光電流スペクトル測定システムの略図を示す。Nd:YAG レーザーから照射された光を OPO (光パラメトリック発振器) に通すことにより光の波長を制御した。このとき制御可能な波長の範囲は 410~2630nm である。また、OPO を通過した光を2枚の偏光板に通し、片方の偏光板を回転させることにより光の強度を調節した。偏光板を通過した光を2本に分け、片方をレーザーパワーメーターに照射することで強度を測定し、もう片方を試料に照射して光電流を測定した。本研究では主に2種類の測定を行った。一つは光強度を一定に維持しつつ波長のみを変化させて光電流を測定する方法で、これを波長依存測定と呼ぶことにする。もう一つは波長を一定のまま強度を変化させて測定する方法で強度依存測定と呼ぶ。

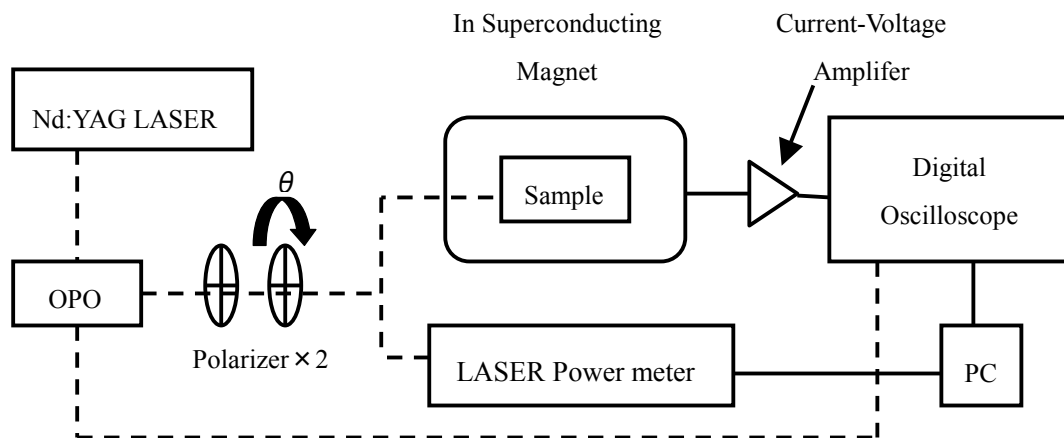


図1 光電流スペクトル測定システム

本研究では P3HT/PCBM 混合層を絶縁層を含む MIM 接素子をはじめとして、いくつかの MIM 接合素子の波長依存測定と強度依存測定を行った。図 2 に作成した P3HT/PCBM 素子のデバイス構造を示す。P3HT/PCBM 層、PEDOT/PSS 層はいずれもスピン・コート法により成膜した。

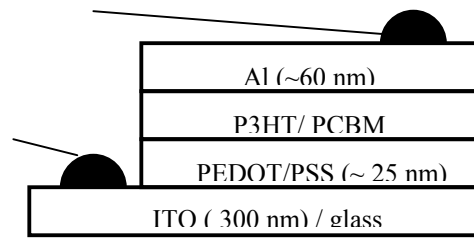


図2 P3HT/PCBM素子の構造

【結果】

本研究では 1.6K という極低温から室温までという非常に広い温度範囲において測定を行った。図 3 は 1.6K と 90K における P3HT/PCBM 素子の波長依存測定の結果である。1.6K という極低温中においても光電流の測定が可能であるのがわかる。同じ 1.6K において光源として 525nm の LED を用いたときは量子効率が 3.4×10^{-3} であったのに比べ、今回の測定では同じ波長のときに 8.3×10^{-4} と小さくなった。これはパルスレーザーでは短い時間で大量の光子を照射するため、電流増幅アンプの入力インピーダンスの関係で接合にかかる電圧が低下したためと考えられる。

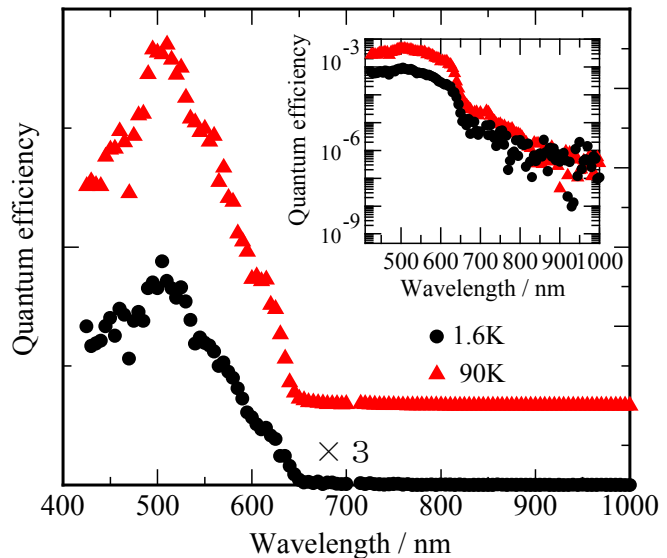


図3 P3HT/PCBM素子の波長依存測定

図 4 は P3HT/PCBM 素子の強度依存測定の結果である。アンプの代わりに図 5 のような回路を用いて測定した。光強度が強くなるにつれ電圧が一定の値に収まるのがわかる。このときの値は开路電圧 (open circuit voltage) と一致するはずであり、実際 LED を用いた I-V 測定では室温で 0.394V であった。

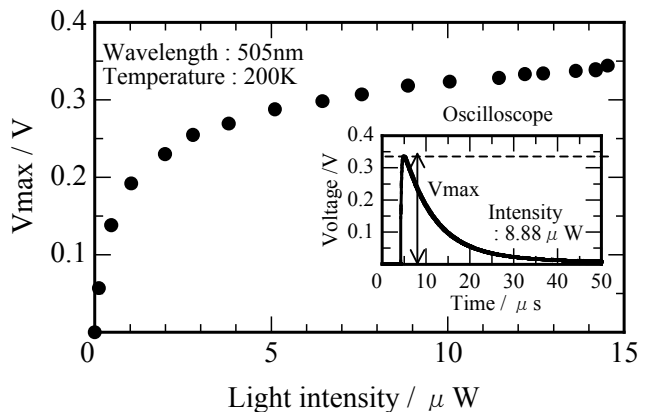


図4 P3HT/PCBM素子の強度依存測定

当日は P3HT/PCBM 素子における詳細な結果やその考察に加え、他のサンプルの結果・考察についても報告する。

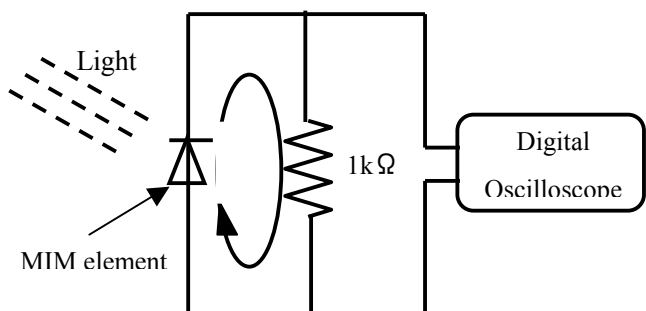


図5 強度依存測定に使用した回路