29a-G14-6

ラビング配向処理を施した P3HT 膜上に作製した積層型有機薄膜太陽電池

Fabrication of multilayered organic solar cells deposited on rubbed P3HT films

信州大工 [1]、○杉本　圭 [1]、伊東　栄次 [1]
Shinshu Univ. [1],° Kei Sugimoto[1],Eiji Itoh[1]
Email:eitoh@shinshu-u.ac.jp

1　はじめに

近年、有機薄膜太陽電池の研究が盛んに行われている。その中でも、Poly(3-hexylthiophene) (P3HT)は代表的な p 型有機半導体として広く研究されている。[1]有機半導体の特徴として高い異方性が挙げられ、特に regioregular-P3HT のように一軸配向性を有するポリマーはその配向方向によって光吸収特性やキャリア輸送性が大きく異なると考えられ、偏光特性を有する光電変換素子や有機薄膜トランジスタへの応用が期待されている。最近、Vohra らはラビング法によって配向させた P3HT 上にフラーレン誘導体の PCBM を塗布して積層した素子の光電変換特性が向上することを報告している。[2]また、興味深いことに P3HT のイオン化ポテンシャルはラビングにより増加することも報告されている。[2,3]しかし、積層界面で P3HT と PCBM とが相互に混ざり合った構造を取るため、P3HT の配向変化に伴う明確な V_{OC} の増加は観測されていない。良質な積層構造を形成すれば HOMO-LUMO 準位差の増加に起因した V_{OC} の増加が期待できる。

そこで、本研究ではラビングした P3HT 膜上にフラーレン C_{60} を積層した積層型の光電変換素子を作製しラビングによる V_{OC} の向上を試みた。ただし、同構造の素子ではバルクヘテロ接合に比べて界面が少なく光電流が十分に得られない可能性が高い。そこで、P3HT と C_{60} の間にもう一層 P3HT に比べて準位の深い p 型半導体を積層したカスケード型の素子についても作製し、光電変換特性におけるラビング効果を調べた。

2　実験方法

UV オゾン処理したパターン化された ITO 電極上に PEDOT:PSS をスピンコートして 150℃で 10 分間熱処理を行った後、P3HT のクロロホルム(CF) あるいはジクロロベンゼン(DCB)溶液をスピンコートした。その後、Fig.1 のように、P3HT を自作のラビング装置でラビング処理した後、(p 型半導体)、C_{60}(50nm)、BCP(10nm)、Al(150nm)の順に真空蒸着した。なお、比較対象として P3HT にラビングを施していない素子も作製した。光電変換特性の測定は Ar 雰囲気中で行った。

3　結果及び考察

Fig.2 は ITO/PEDOT:PSS/P3HT/C60/BCP/Al 素子の光電変換特性を示す。CF 溶液から塗布した素子について比較するとラビングを施したことにより、短絡光電流 J_{SC} は若干低下したが、開放端電圧 V_{OC} が 0.26 V から 0.41 V に向上し、FF も 0.41 から 0.52 に増加し、効率増加につながった。これは、P3HT をラビングしたことにより P3HT のイオン化ポテンシャルが増加したことと一致する。また、短絡光電流 J_{SC} が低下したのは、ラビングによる P3HT のダメージによると考えられる。一方、P3HT の溶媒を DCB 溶液にすることで、V_{OC} は CF 溶液の場合とあまり変わらないが J_{SC} が 1.36mA/cm^2 から 1.91 mA/cm^2 に、FF も 0.52 から 0.55 に向上している。これは P3HT の結晶化によると考えられる。同構造の素子の偏光特性その他の詳細や、p 型半導体を別途挿入した素子の特性については当日報告する予定である。

4　謝辞

本研究の一部は文科省科学研究費補助金(No.22360123)により行われた。

5　参考文献

[1] 松尾豊,有機薄膜太陽電池の科学,化学同人(2011).
[2] V. Vohra et al.; J. Phys. Chem. Lett. 3 (2012) 1820-1823.
[3] S.Duhm et al.; G.Heimel;Nat.Master.7 (2008) 326-332.

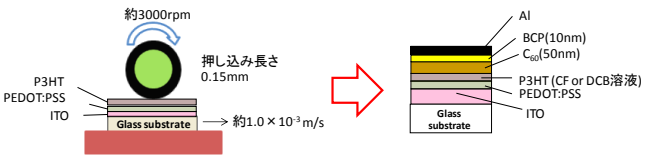

Table.1　ラビング方法及び作製した素子

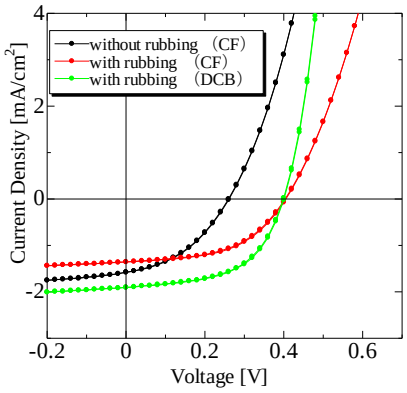

Fig.1 ITO/PEDOT:PSS/P3HT/C_{60}/BCP/Al素子の光電変換特性

© 2013 年　応用物理学会