膜中のバンドの曲がりが有機太陽電池の開放端電圧に与える影響

Effect of Band Bending on Open-Circuit Voltage in Organic Photovoltaics

分子研[1]，総研大[2]
○伊澤 誠一郎[1,2]，新宅 直人[1,2]，平本 昌宏[1,2]，
IMS[1], SOKENDAI[2]
○Seiichiro Izawa[1,2], Naoto Shintaku[1,2], Masahiro Hiramoto[1,2]
E-mail: izawa@ims.ac.jp

有機半導体膜では異なる層を接合した際に、界面での電荷移動から真空準位のシフトが起こる。この界面から膜厚方向にかけてのバンドの曲がりは長距離に及び、この膜中でのエネルギー構造の変化は有機太陽電池の性能に影響を及ぼすと考えられる。

そこで今回、有機膜中でのバンドの曲がりが太陽電池性能に与える影響を調べるため、ドナー層の膜厚が 2~100 nm と異なる H_2Pc/C_{60} 二層型有機太陽電池（Fig.1a）を作製し、そのデバイス性能、エネルギー構造について解析を行った。まずそれらのデバイスの擬似太陽光照射下での電流電圧測定を行ったところ、H_2Pc 層の膜厚が厚くなるごとに開放端電圧（V_{OC}）が増加してき、2~100 nm の膜厚の違いで V_{OC} が合計で 0.27 V 変化した。（Fig.1b）。その膜中でのエネルギー準位接続を調べるために、ケルビンプローブ法を用いて仕事関数を測定した。まず MoO_3 層上での H_2Pc 層の仕事関数は膜厚が厚くなると小さくなっていくことがわかった。さらに異なる膜厚の H_2Pc 層上に C_{60} 層を積層した際の仕事関数を測定した。まず H_2Pc 層の膜厚が薄い場合には、C_{60} 層とのフェルミ準位の差が小さいため、H_2Pc/C_{60} 界面でのエネルギーシフトは小さいことがわかった。一方、H_2Pc 層の膜厚が厚い場合には、H_2Pc 層のフェルミ準位が浅いため C_{60} 層との準位差が大きくなり、H_2Pc/C_{60} 界面で HOMO-LUMO 差が大きくなる方向に大きなエネルギーシフトが起こることがわかった。この H_2Pc 層の膜厚の変化による H_2Pc/C_{60} 界面でのエネルギーシフトの違いが V_{OC} 変化を引き起こしたと考えられる。以上から、有機太陽電池の開放端電圧は、材料の組み合わせが同じであっても、界面のエネルギー準位接続の違いで大幅に変化することがわかった。

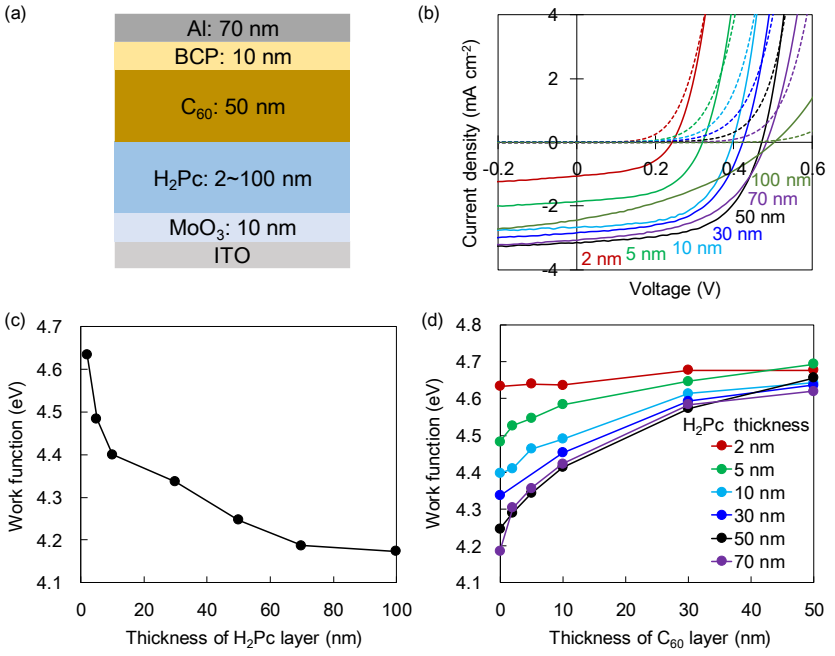

Fig.1 (a) Schematic image of the device structure, (b) *J-V* curves of the devices with different H_2Pc thickness, (c) Energy level mapping of H_2Pc layer on MoO_3 layer, (d) Energy level mapping of C_{60} layer on H_2Pc layer with different film thickness.

© 2018年 応用物理学会