17a-PA1-5

時分割 X 線光電子分光による有機薄膜太陽電池界面光起電圧の検出

Investigation of transient photovoltage at interfaces in organic photovoltaic cells using time resolved X-ray photoelectron spectroscopy

筑波大数理 [1], JST さきがけ [2], 東工大理工 [3], 東大物性研 [4] 櫻井岳暁 [1,2], 小澤健一 [3], 湯川龍 [4], 秋久保一馬 [4], 山本達 [4], 松田巌 [4]

Univ. of Tsukuba[1], JST-PRESTO[2], TITech [3], Univ. Tokyo[4], T. Sakurai[1,2], K.Ozawa[3], R. Yukawa[4], K. Akikubo[4], S. Yamamoto[4] and K. Akimoto[4]

E-mail: sakurai@bk.tsukuba.ac.jp

【緒言】有機薄膜太陽電池におけるドナー/アクセプタ分子界面の電荷再結合過程は、デバイス特性に影響を与えることが知られている。ただし、どのような因子により再結合過程が支配されるのか不明瞭な点が多く、素過程の解明が求められている。以上の背景のもと、本研究はドナー/アクセプタ界面エネルギー損失に関する情報を時分割光電子分光の測定により得る事を目標とする。本発表ではパルス光照射に伴う光起電圧の時分割減衰過程を計測した結果について報告する。

【実験】ドナー材料には亜鉛フタロシアニン(ZnPc)、アクセプタ材料にはC_{60}を選択した。ITO基板上にバッファ層材料(酸化モリブデン(MoO3 : 5nm)、ヨウ化銅(CuI : 3nm))を形成し、これを基板とする事でZnPc薄膜(20nm)の分子配向を制御した。続いてC_{60}薄膜を逐次真空蒸着し、太陽電池ヘテロ構造試料を作製した。時分割軟X線光電子分光の測定は、Spring-8 BL07LSUにて行った。試料準備槽にITO/バッファ層/ZnPc試料を設置し、入射光のエネルギーを変化させながら軟X線光電子分光を測定した。またこの上にC_{60}層を3 nm蒸着形成したヘテロ接合の光起電圧も観測した。光照射に使用するパルス光にはTI:Al_2O_3レーザの高調波(400 nm)を用いた。

【結果】パルス光照射時に C_{60}/ZnPc 界面で生じる光起電圧を平行配向ならびに垂直配向双方の試料で確認した。この光起電圧は入射光強度に依存して変化し、平行配向試料の方が、光起電圧が約 1.5 倍大きくなることが確認できた。この起電圧の差は、分子配向変化に伴う界面再結合速度の変化と光吸収係数の違いの両方が関与していると予想される。一方、光起電圧の減衰過程を観察すると、約 1 ns で光起電圧が消失することが判明した (図)。この消失時間はレーザー過渡吸収分光で計測された電荷消失速度と一致しており、光励起キャリアの再結合がドナー/アクセプタ界面で生じる起電圧と密接に絡むことが明らかになった。

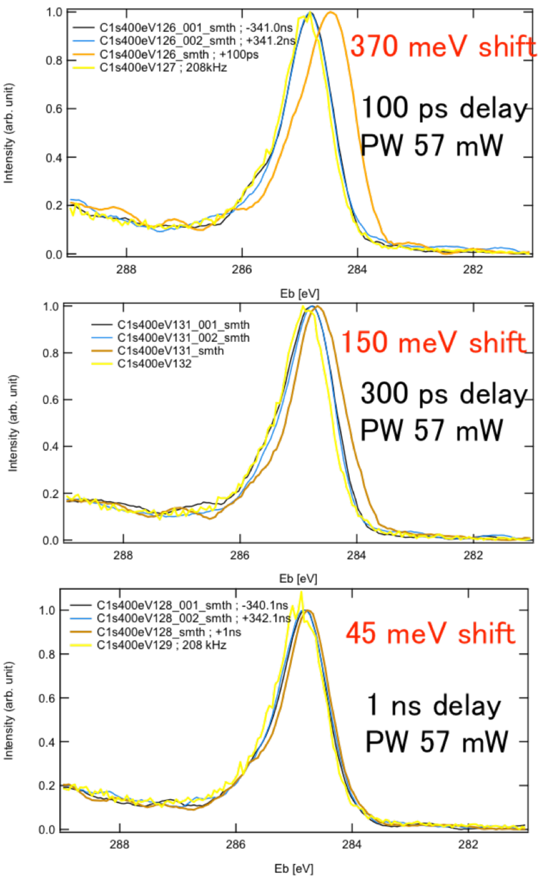

図 C_{60}/ZnPc (平行配向)試料の光起電圧の減衰過程の C1s XPS スペクトル。フェムト秒パルス光照射後 100, 300, 1000 ps と経過するにつれ、C1s ピークに対応する C_{60} 表面の光起電圧が小さくなる (橙色：光照射後 100,300,1000ps に対応。黒：光照射前、青：光照射後 300 ns、)。

© 2014 年　応用物理学会