

時間分解光第二次高調波発生法を用いた有機ドナー/アクセプタ界面における 励起子およびキャリアダイナミクス評価

Study on exciton and carrier dynamics at organic donor-acceptor interface
by using time-resolved second harmonic generation technique

東工大・工 〇松尾 魁士, 田口 大, 間中 孝彰

Tokyo Tech, 〇Kaito Matsuo, Dai Taguchi, Takaaki Manaka

E-mail: manaka@ome.pe.titech.ac.jp

はじめに 有機薄膜太陽電池においては、ドナー・アクセプタ (DA) 界面が発電に重要な役割を果たすため、界面近傍における励起子およびキャリアダイナミクスの評価がデバイス特性の向上に不可欠といえる。これまでは過渡吸収や過渡 PL など、主に超高速時間分解分光が用いられてきたが、これらは励起子の挙動に着目した手法である。一方我々は、電界誘起光第二次高調波発生 (EFI-SHG) 法が有機デバイス内部の電界評価に有効であることを示してきた[1]。本発表では、銅(II)フタロシアニンとフラーレンの積層構造素子に対して、ピコ秒～ナノ秒の時間スケールで時間分解 SHG (TR-SHG) 測定を行い、界面近傍の電界の過渡変化から、キャリアの挙動を直接評価したので報告する。パルス光吸収後の励起子およびキャリアダイナミクスについては、励起子拡散とキャリアの拡散・ドリフトを考慮した一次元シミュレーションを行い、これをもとに実験結果を解析した。

実験 Fig. 1 に TR-SHG 測定の概略図を示す。CuPc の吸収ピークに対応する波長 640 nm のポンプ光を照射し、その後に移動ステージを用いた光遅延器によって適当な時間差をつけてプローブ光を入射する。プローブ光波長は CuPc 由来の EFI-SHG 信号が支配的となる 800 nm とした。この光遅延器を用いることで、ピコ秒からナノ秒領域にわたる時間分解 SHG 測定が可能となる。ポンプ光とプローブ光は、真空チャンバーに導入されており、蒸着後に真空を保ったまま測定が可能になるよう構築してある。実験ではドナー層およびアクセプタ層の膜厚を変化させたサンプルについて測定を行った。

結果・考察 Fig. 2 に TR-SHG 測定の結果を示す。ポンプ光照射後、数ピコ秒で SHG 強度が大きく減少している。これは高強度のポンプ光照射により CuPc 内で光退色が起こり、CuPc の非線形感受率が低下したことに起因するもので、

励起子の生成を意味する。

その後、遅延時間とともに

SHG 強度が上昇している様子

が確認できる。これは、励起

子分離によって生じたキャリ

アが界面近傍に作る電界によ

る EFI-SHG の効果だと考え

られる。内部電界の時間変化

についてはシミュレーションからも確認できており、TR-SHG 測定が DA 界面における過渡的なキャリア挙動の評価に対して有効であることが示された。

[1] M. Iwamoto, T. Manaka, D. Taguchi, Jpn. J. Appl. Phys., 53, 100101, 2014.

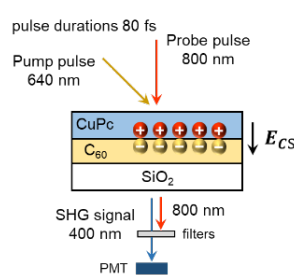


Fig. 1: Experimental arrangement of the TR-SHG measurement. All measurements are conducted in vacuum ($< 10^{-4}$ Pa).

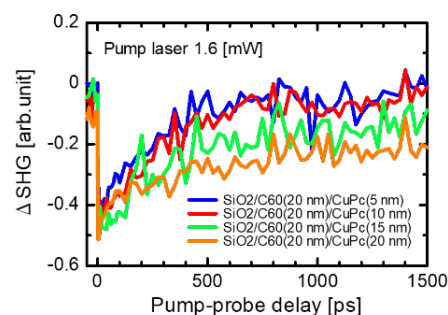


Fig. 2: TR-SHG spectra obtained from D/A bilayers with CuPc films with different thicknesses deposited on C₆₀ film.