

時間分解 EFISHG 法による有機半導体薄膜における移動度異方性の直接観測

Direct evaluation of anisotropic carrier mobility in organic semiconductor films by time-resolved EFISHG measurement

東工大院理工 ○安部健太郎, 間中孝彰, 岩本光正

Tokyo Tech. Kentaro Abe, Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto

E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

はじめに 有機材料中の電荷輸送は分子の配向に依存するため、これまで分子配向を制御する技術や伝導特性の異方性に関する研究が盛んに行われてきた。分子を配向させる方法は様々あるが、低分子ではラビング法が用いられることが多く、高分子では摩擦転写法などが用いられている。このような材料の伝導特性に対しては、多くの場合、ラビングなどの配向方向に対して平行および垂直方向の特性を比較することで異方性を評価する。しかし、この方法では特定の 2 方向しか測定できず、またその方向が必ずしも移動度が最大 (または最小) になるとは限らない。我々はこれまで、キャリア輸送を直接観測する手法として時間分解顕微 SHG (TRM-SHG) 法を提案してきた[1]。今回、この TRM-SHG 法を用いることで、配向した有機半導体材料の電氣的異方性 (移動度の異方性) を直接かつ簡便に評価することに成功したので報告する。

実験 実験で用いた有機半導体材料は、結晶性の TIPS ペンタセンと共役系高分子の F8T2 である。TIPS ペンタセンは dip-coating を用いて、また F8T2 は FTM 法[2]を用いて、厚さ 500 nm の熱酸化膜が形成された Si 基板上 (抵抗率: $\sim 0.02\Omega \cdot \text{cm}$) に製膜した。また円形の金電極を有機半導体材料上に蒸着し、有機 FET に類似した構造とした。この電極に 100V のパルス電圧を加え、TRM-SHG 法 (図 1 参照) により、キャリアの動きを直接可視化した。

結果及び検討 図 2 は今回用いた TIPS ペンタセン薄膜の偏光顕微鏡像であり、配向方向を確認できる。図 3 は実際に得られた SHG 像である (遅延時間は 10 ns)。この図で、中央の黒い部分が電極であり、遅延時間 10 ns において、その周囲に白く見える部分までキャリアが到達していることがわかる。また、キャリアの移動速度が方向によって異なり、輸送特性の異方性を視覚的に確認することに成功した。特に、図 2 の配向方向と図 3 のキャリアの優先的な輸送方向を比較すると、ほぼ同一の方向に向いていることがわかる。キャリアの輸送速度から移動度の最大値と最小値を見積もると、このサンプルでは $2.1\text{cm}^2/\text{Vs}$ と $0.8\text{cm}^2/\text{Vs}$ が得られ、3 倍程度の異方性があることがわかった。また、F8T2 を用いたサンプルでも同様の結果が得られており、発表では高分子の配向性と移動度異方性についての関係や、温度特性による輸送機構についても議論する。

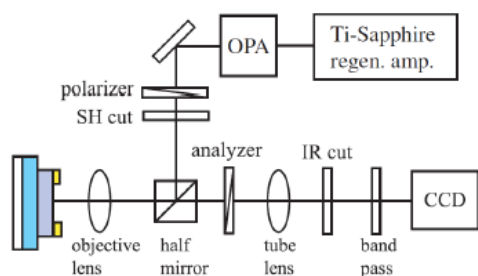


図 1 光学系セットアップ図



図 2 偏光顕微鏡像

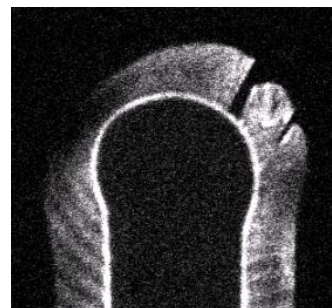


図 3 SHG 画像

[1] T. Manaka, et al. Nat. Photonics, vol. 1, pp. 581–584 (2007).

[2] A. Dauendorffer, et al. Jpn. J. Appl. Phys. vol. 51, p. 055802 (2012).