

EFISHG 法によるフレキシブル OFET の曲げ変形効果の解析

Analyzing bending effects in flexible organic field-effect transistors by using
EFI-SHG technique

東工大院理工 阿部 洋平, 田口 大, 間中 孝彰, 岩本 光正

Tokyo Tech, Yohei Abe, Dai Taguchi, Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto

E-mail: manaka.t.aa@m.titech.ac.jp, iwamoto@pe.titech.ac.jp

1. はじめに 有機導電材料が発見されて以来[1]、有機材料の特徴を活かしたデバイス応用への展開が期待されている。なかでも、材料の持つ柔軟性はその一つの大きな特徴であり、フレキシブルディスプレイへの応用展開を可能としている。しかし、フレキシブルな変形に伴う電気伝導機構の解明は未だ不十分である。そこで本研究では、フレキシブルな構造の有機電界効果トランジスタ (OFET) を作製し、トランジスタ特性に対する曲げの効果と、EFI-SHG測定法による曲げ変形に伴うキャリア輸送の変化を評価した。ついで、実験で得られた移動度変化に対して、誘電体理論に基づいたモデルにより解析を行った。

2. 実験 フレキシブルな基板 (polyethylene-naphthalate: PEN) 上に OFET (有機半導体: TIPS pentacene、ゲート絶縁膜: polyimide) を作製し (図 1)、曲げによるキャリア輸送への影響を調べた。サンプルに加える歪は ± 1 、 1.5% で、チャンネルが伸びる方向と縮む方向について実験を行った (図 2)。電流電圧測定により実効的なキャリアの移動度を見積もった後、EFI-SHG 法によりキャリア輸送を実際に観測した[2]。また、誘電体理論に基づき、実効的な移動度がどの程度変化するかを解析し[3]、実験結果との比較・検討を行った。

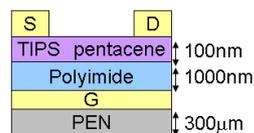


図 1. OFET 構造

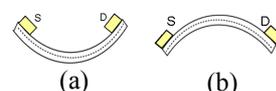


図 2 (a)チャンネルが縮む方向(+)

(b)チャンネルが伸びる方向(-)

3. 結果と考察 I-V 測定の結果より、歪 ± 1 、 1.5% で $\sim \pm 30\%$ の実効的な移動度変化が確認できた。その際、チャンネルが縮む方向に曲げた際に、実効的な移動度が増加し、伸びる方向では減少する傾向が見られた。EFI-SHG 法により実際のキャリアの輸送を観測し、移動度変化を見積もったところ、I-V 測定から見積もられた実効的な移動度変化より大きいことが分かった(図 3)。EFI-SHG法は過渡状態でのチャンネル内を移動するキャリアの移動の様子から直接移動度が評価される。一方、I-V測定は定常測定であり、接触抵抗等の影響がある。発表では、こうした要因の違いについても議論する。

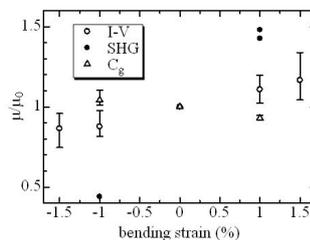


図 3.歪に対するキャリア移動度の変化

[1]H.Shirakawa, E.J.Louis, A.G.Macdiarmid, C.K.Chiang, and J.H.Heeger, J.Chem. Soc.Chem.Commu.578 (1977).

[2]T. Manaka, E. Lim, R. Tamura, and M. Iwamoto, nature photonics. 2007.172.

[3]T. Yamamoto, Y. Abe, D. Taguchi, T. Manaka, M. Iwamoto, J. Appl. Phys., 111, 054502 (2012)