

拡張タイムドメインリフレクトメトリによる OTFT のチャンネル形成過程の観測

Time Resolved Analysis of Channel Formation Process in OTFT with Extended Time Domain Reflectometry

千葉大院工¹

酒井 正俊¹, シュピンドラー 慧敏¹, 廖 維淞¹, 大橋 京悟¹, 工藤 一浩¹

Department of Electrical and Electronic Engineering, Chiba University¹,

Masatoshi. Sakai¹, Kevin Spindler¹, Liao Weisong¹,

Kyogo Ohashi¹, and Kazuhiro Kudo¹

E-mail: sakai@faculty.chiba-u.jp

有機薄膜トランジスタ(OTFT)にゲート電圧が印加されると、コンタクト電極から有機薄膜に注入されたキャリアが半導体/ゲート絶縁膜界面に達し、そこに蓄積されたホールが面内方向に広がることによって伝導チャンネルが形成される。チャンネル面内でキャリアが広がる過程はこれまで時間分解 EFISHG や電荷変調イメージングなどによって明らかにされてきた^[1,2]。これらの手法は視覚的な観測ができるたいへん優れた手法である一方、試料上面から観測する手法のため、OTFT動作の初期過程を観測する場合には限界がある。一方、我々が提唱してきた拡張タイムドメインリフレクトメトリ(ExTDR)^[3,4]は、膜厚方向のホール分布の進行から面内方向に広がるまでの過程を一貫して観測することができる。我々は前回までに、コンタクト電極から発したホールのフロントラインが膜厚方向に進行して半導体/ゲート絶縁膜界面に達し、面内方向に広がる前にまずコンタクト電極直下で蓄積される過程について議論してきた。今回はその後でコンタクト電極直下から面内方向にホールが広がっていく過程について調べた。実験としては従来と同じく、pentacene のトップコンタクトボトムゲート OTFT 構造の試料に対して矩形波パルスを入力し、その透過波のパルス時間幅依存性を観測した。等価回路を仮定して計算された波形との対応から、回路要素のインピーダンスを抽出した。抽出された半導体/ゲート絶縁層のキャパシタンスからホール分布の広がりを見積もった。ホールのフロントラインの広がり経過時間 t に対して約 0.5 乗の依存性を示しており、光学的手法^[1,2]による観測結果と対応した結果が得られている。講演では、トラップ準位の存在を考慮してチャンネルが広がる過程について議論する。

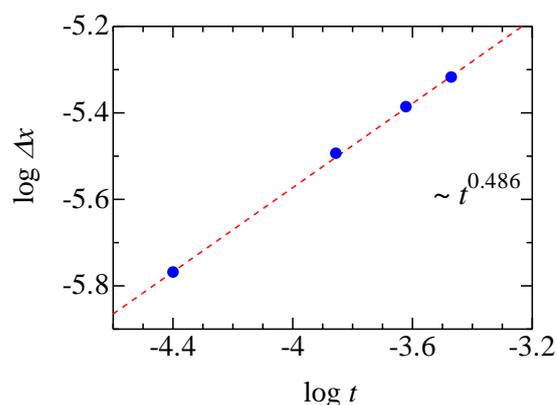


図 1. ExTRD によるホールフロントラインの時間依存性。

[1] T. Manaka et al., Nature Photonics 1, 581 (2007).他

[2] S. Matsuoka et al. Phys. Rev. Applied 9, 024025 (2018).他

[3] M. Sakai et al., APEX 12, 051004 (2019). [4] M. Sakai et al., J. Appl. Phys. 128, 085502 (2020).