

拡張タイムドメインリフレクトメトリによる OTFT チャネル形成前駆過程の解析

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

千葉大院工¹

酒井 正俊¹, 廖 維淞¹, 田中 恭平¹, 村上 裕章¹, 工藤 一浩¹

Department of Electrical and Electronic Engineering, Chiba University¹,

Masatoshi Sakai¹, Liao Weisong¹, Kyouhei Tanaka¹,

Hiroaki Murakami¹, and Kazuhiro Kudo¹

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

フレキシブルエレクトロニクスを構成するデバイスとして有機薄膜トランジスタ(OTFT)が期待されている。OTFT にゲート電圧が印加されるとコンタクト電極からキャリア注入が開始され、キャリアが半導体/ゲート絶縁膜界面に蓄積することによってチャネルが形成される。チャネル面内でキャリアの広がる過程は拡散によって説明できることが時間分解 EFISHG や電荷変調イメージングなどによって視覚的に明らかにされてきた^[1]。これらの手法で観測できるのは、試料上面から観測したキャリアが面内方向へ広がる過程であり、その前の過程を観測することは難しい。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)^[2]は、これらの光学的な手法で観測されている時間領域よりも前の過程、すなわち、チャネルが面内方向に広がり始める前までの前駆過程を、インピーダンスの時間変化として観測することができる。もちろん、キャリア面内方向に広がる過程も追跡することができる。ExTDR は試料から反射された電磁波の波形から、デバイスのインピーダンスの瞬時値を観測する実験手法であり、キャリア注入の進行によりデバイスのインピーダンスが変化していく過程を追跡することによって、キャリア注入開始からチャネル形成に至る過程を時間分解観測することができる。これまで pentacene のトップコンタクトボトムゲート TFT 構造に関して、ExTDR で、注入キャリアが半導体/ゲート絶縁膜界面に到達してからホール分布が面内方向に広がり始めるまでにタイムラグが観測されていた。チャネル面内のホール分布をデバイスシミュレータにより計算した結果(図 1)からは、コンタクト電極から注入されたホールが、まずコンタクト電極直下に蓄積され、十分に飽和(充電)した後に面内方向に広がることが明らかとなった。この過程はゲート絶縁膜のキャパシタ C_{ins} が膜厚方向の全抵抗を通じて充電される過程に相当している。接触抵抗やアクセス抵抗が大きいとこの CR 時定数が大きくなり、チャネル形成の立ち上がりに影響が及ぶことが明確に示された。

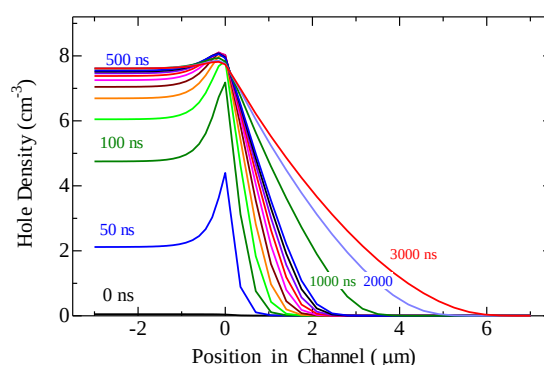


図 1. デバイスシミュレーション (ADVANCE/TCAD)による OTFT の半導体/ゲート絶縁膜界面におけるホール分布の時間変化

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

[2] M. Sakai *et al.*, Applied Physics Express 12, 051004 (2019).