

三端子容量-電圧測定による 有機発光トランジスタのキャリア挙動の観測

Carrier Behavior in Organic Light-Emitting Transistor

Observed by Three-Terminal Capacitance-Voltage Measurement

○山本 紘平¹、田中 仁²、梶井 博武²、大森 裕²、野口 裕³、石井 久夫^{1,4}

(1. 千葉大院融合、2. 阪大院工、3. 明大理工 4. 千葉大先進)

○Kohei Yamamoto¹, Hitoshi Tanaka², Hirotake Kajii², Yutaka Ohmori², Yutaka Noguchi³, Hisao Ishii¹

(1.Chiba Univ., 2.Osaka Univ., 3.Meiji Univ.)

E-mail: ishii130@faculty.chiba-u.jp

【序論】有機発光トランジスタ (OLET) は、正孔・電子の輸送機能と再結合による発光機能を両立させたデバイスである。OLET の動作機構を正しく理解し、発展させていくためには、素子動作状態におけるキャリア挙動を調べるのが重要である。素子の容量 (C) はこのようなプロセス評価のためのよい指標であることから、我々は従来の C - V 測定系 (変位電流測定; DCM^[1], インピーダンス分光) にドレイン電圧 (V_{DS}) を供給する電池回路を組み込んで、素子動作状態における容量を測定する手法 (三端子 C - V 測定) を提案している^[2]。この手法を用いると、従来法では観測することができなかった、空乏状態⇒飽和領域⇒線形領域といったチャネルの形成過程を評価することができる。この特徴を生かして本研究では、従来法による MIS キャパシタのキャリア挙動だけでなく、三端子法により両極性動作時のキャリア挙動を調べた。

【実験】 poly(9,9-dioctylfluorene-co-benzothiadiazole)

(F8BT) を用いたトップゲート・ボトムコンタクト型 OLET に対し、DCM 及び三端子 DCM を行った。

【結果】ドレイン電極をグラウンドから浮かして、ソース・ゲート間のみで DCM を行ったときの結果を Figure 1 に示す。縦軸は変位電流 (I_{dis}) を Sweep rate で規格化したもので、波形の変化は素子の実効的な C の変化を示す。従来の DCM では V_{DS} が印加されていないため、MIS キャパシタとしてのキャリア挙動を観測していることになる。Fig. 1 から正孔、電子ともにキャリアの注入開始電位が放出完了電位より 10 V 以上大きいことがわかる。これは ITO (ソース電極) と F8BT の間に 1 eV 以上の大きな注入障壁が存在するためであり、キャリアの蓄積が注入律速になっていることを示唆している。次に、 $V_{DS} = -60.3$ V のときの三端子 DCM と伝達特性の結果を Figure 2(a), (b) に示す。三端子 DCM 波形にみられる C の変化から 4 つのチャネル状態が存在することがわかる。

領域 I ~ IV はそれぞれ正孔の線形領域、正孔の飽和領域、両極性領域、電子の飽和領域のチャネル形成を示す。実際に伝達特性と比較してみると、領域 I ではドレイン電流 (I_{DS}) がゲート電圧 (V_{GS}) に比例し、領域 II では $I_{DS}^{1/2}$ が V_{GS} に比例しており、FET の線形領域・飽和領域の電流式をよく満たしている。また両極性領域 (領域 III) では、幾何学的な計算から期待される C の値よりも大きな値が観測されている。この C のオーバーシュートの原因は、変位電流の過渡成分や正孔チャネルと電子チャネルの相互作用に由来していると考えられる。講演では、発光の様子や異なる条件の三端子 DCM の結果も踏まえて、素子動作時におけるキャリア挙動についてより詳しく議論する予定である。

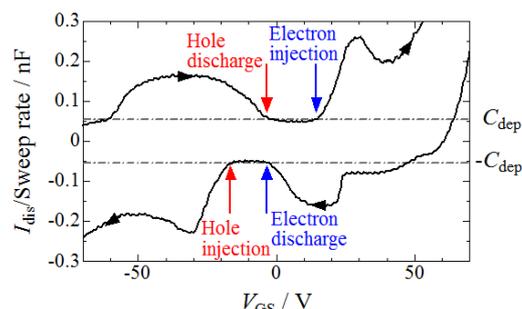


Fig. 1 Conventional DCM curve. C_{dep} means the capacitance at depletion state.

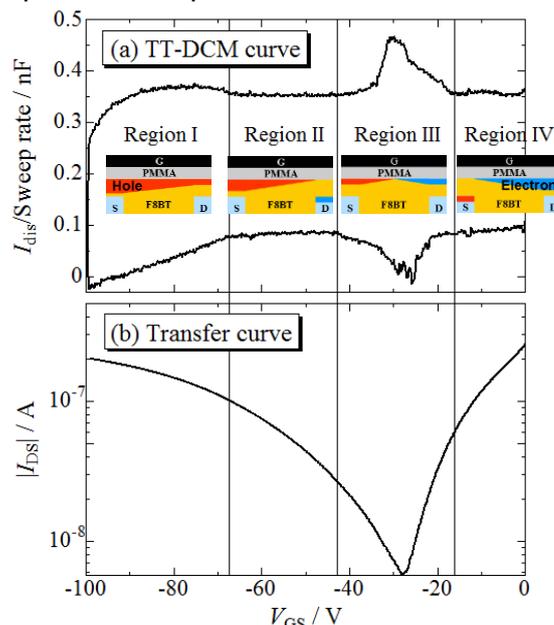


Fig. 2(a) Three-terminal DCM (TT-DCM) curve and (b) Transfer curve of $V_{DS} = -60.3$ V.

[1] S. Ogawa et al., Jpn. J. Appl. Phys. 42, 10B (2003). [2] Y. Tanaka et al., Org. Electronics 14, 2491 (2013).