3 端子容量−電圧測定による ペンタセン電界効果トランジスタの劣化過程の観測

Degradation process in pentacene field-effect transistor observed by the three-terminal capacitance-voltage measurement

> 千葉大工¹, 千葉大院融合², 千葉大先進³ ⁰山本 紘平¹, 田中 有弥², 野口 裕^{1,2,3}, 石井 久夫^{1,2,3}

Chiba Univ. , [°]Kohei Yamamoto, Yuya Tanaka, Yutaka Noguchi, Hisao Ishii

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

【序論】有機電界効果トランジスタ(OFETs)の動作機構を正しく理解するためには,素子動作状態におけるキャリアの注入や蓄積過程を調べることが重要である.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 Figure 1 に示す ように,従来の変位電流測定系^[1] にドレイン電圧(V_{DS})供給回 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(3 端子 *C-V* 測定)を提案している.この手法を用いると,従来法 では評価できなかった,チャネル部へのキャリア注入過程を調 べることができる^[2].この特徴を生かして,本研究ではバイアス ストレスによるチャネル形成過程の変化を調べた.

【実験】ペンタセン (Pn) を用いたトップコンタクト型 FET を 作製し (詳細は Fig.1 参照),一定電圧 (ゲート電圧 $V_{GS} = -40$ V, $V_{DS} = -18.31$ V) を印加して劣化させ,変位電流測定を行った.

【結果】Figure 2(a)に素子動作状態における変位電流測定結果を, 2(b)に伝達特性(V_{DS} = -18.31 V)を示す. Figure 2(a)の縦軸は変 位電流 (*I*_{dis}) を Ramp rate (*dV*/*dt*) で規格化したもので,素子の 実効的なキャパシタンスを表す. はじめに pristine (〇)の結果 に注目する. $V_{GS} = 0 V$ 付近で C が C_{dep} (両電極にホールが蓄積 した時の C の値, Fig. 2(c)) 近傍の値であることから空乏状態で あることが推測される. VGsを負側にスキャンしていくと Cが増 加し, -4 V 付近で C_{ini} (ソース電極下にホールが蓄積した時の C の計算値, Fig. 2(d)) に達する. これはホールがソース電極から 注入し、電極直下に蓄積したことを示している. 更に負側にス キャンしていくと C_{chn} (ホールがドレイン端まで到達した時の Cの計算値, Fig. 2(e)) まで増加する. C が C_{chn}に到達した V_{GS} か らドレイン電流(I_{DS})が流れ始めていることから,この C の変 化はピンチオフ点がチャネル部をドレイン端まで移動する過程 を示していることがわかる(飽和領域). 最終的に $V_{GS} = -25$ V 付近で C は C_{acc} (ホールが Pn/TTC 界面全体に蓄積した時の Cの値, Fig. 2(f)) で飽和することから,ホールがドレイン電極直 下まで蓄積していると考えられる(線形領域).

この素子をバイアスストレスにより劣化させていくと、まず はソース直下への蓄積電圧(Fig. 2(a)の(I))が負側にシフトし ていく(△, 6.5×10⁴ 秒後).さらに劣化させていくと、ドレイ ン直下への蓄積が始まる電圧(Fig. 2(a)の(II))も負側にシフト し始める(□, 3.4×10⁶ 秒後).これらの C の変化は素子内部に トラップが段階的(ソース直下→チャネル→ドレイン直下)に 生じたことを示唆している.講演では、劣化に伴うトラップ電 荷量やチャネル部への注入電荷量の変化も含めて、劣化プロセ スについて詳細に議論を行う予定である.



Fig.1 Schematic illustration of device structure and measurement setup



Fig.2 (a) Three-terminal *C-V* curves,(b) Transfer curves, (c)-(f) Schematic view of carrier distribution. The dashed line indicates the capacitor in each state.

本研究は、日本学術振興会の最先端研究開発支援プログラムにより、助成を受けたものである. [1] S. Ogawa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **42**, 10B (2003). [2] Y. Tanaka *et al.*, MRS Proceedings, **1287** (2011).