

熱電界電子放出モデルによる有機トランジスタの数値的検討

Numerical Investigation of Organic Transistors based on Thermionic Field Emission Model

慶應大・理工¹, 東洋大² ○野田 啓¹, 和田 恭雄¹, 鳥谷部 達²Keio Univ.¹, Toyo Univ.², °Kei Noda¹, Yasuo Wada¹, Toru Toyabe²

E-mail: nodakei@elec.keio.ac.jp

【背景と目的】我々はこれまで有機薄膜トランジスタ (OTFT) のコンタクト電極周辺に高キャリア濃度層を形成することにより、ドレイン電流値を向上できることをシミュレーションと実験の両手法によって示した。[1-3] これまでは、有機半導体のキャリア濃度制御という本質的な問題に言及すべく、接触抵抗やキャリアトラップなどの外因的要因を考慮せずに議論を行ってきた。今回は、実際の OTFT のコンタクト電極／有機半導体界面に存在するキャリア注入障壁 (例、ショットキー障壁) を考慮した上で、より現実に近い形でのデバイスシミュレーションを実施し、OTFT の動作特性の数値的検討を試みた。

【結果】本研究で用いたデバイスシミュレータは TOTAS (Toyo University Organic Thin Film Transistor Advanced Simulator) [1-3] である。また、OTFT のキャリア注入モデルとして、熱励起された電子のトンネル現象である熱電界電子放出 (Thermionic Field Emission) [4] を採用し、図 1 に示したボトムゲート・ボトムコンタクト型の n チャネル OTFT に対してデバイスシミュレーションを実施した。キャリア注入障壁高さを 0.45eV 、半導体層の電子移動度を $1.0\text{ cm}^2/(\text{Vs})$ に設定して得られた、出力特性の計算結果を図 2 に示す。その結果、正のゲート電圧 (V_g) 印加時において、ドレイン電圧 (V_d) の値が 0.75V 付近を境に、ドレイン電流 (I_d) が急激に増加する様子が確認された。このような非線形な I_d - V_d 曲線は現実の OTFT 素子でしばしば観測されており、ショットキー障壁に由来するものと考えられている。[5] このように、熱電界電子放出モデルを導入したデバイスシミュレーションにより、キャリア注入によって動作が律則される OTFT の電気特性をある程度予測できる可能性が示された。

(参考文献) [1] Y. Ishikawa, et al., J. Appl. Phys. **107**, 053709 (2010). [2] Y. Wakatsuki, et al., J. Appl. Phys. **110**, 054505 (2011). [3] K. Noda, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 021602 (2013). [4] F. A. Padovani and R. Stratton, Solid-State Electron. **9**, 695 (1966). [5] B. H. Hamadani and D. Natelson, Proc. IEEE **93**, 1306 (2005).

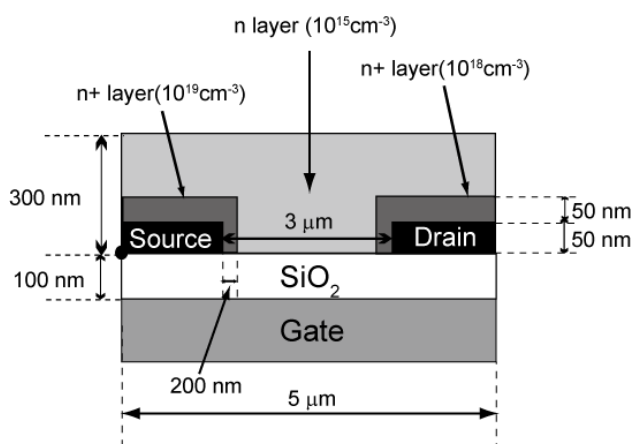


図 1. デバイスシミュレーションの対象とした n チャネル OTFT の素子構造.

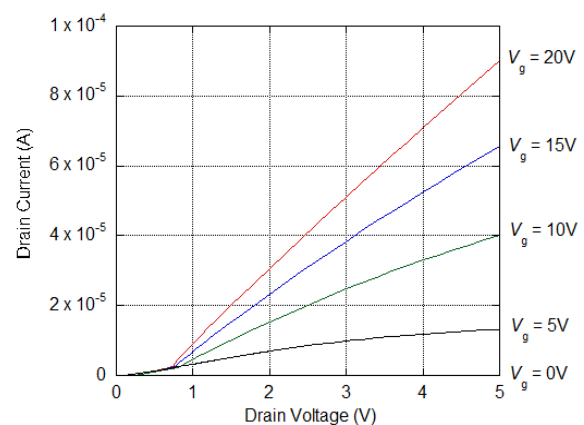


図 2. シミュレーションで得られた出力特性.