

イオン液体を用いた低電圧駆動有機単結晶トランジスタの高速化 Speed-up of organic transistors with low-operational voltage gated with ionic liquids

阪府産技研¹, 阪大産研²

○車 博相¹, 宇野 真由美^{1,2}, 山岸 正和², 植村 隆文², 竹谷 純一²

TRI-Osaka¹, Osaka Univ. ISIR²

○B.S Cha¹, M. Uno^{1,2}, M. Yamagishi², T. Uemura², J. Takeya²

E-mail: bscha@tri-osaka.jp

【序】有機トランジスタは、簡便な低温プロセスで作製でき、軽量・フレキシブル化が実現できるという利点がある。その一方で、有機半導体中の移動度が十分ではないため、高速応答を可能にするには動作電圧を高くせざるを得ないという課題がある。これまでに、電気二重層を用いてキャリア密度を桁違いに増大させた低電圧駆動トランジスタが報告されているが、その動作周波数は 1-10 kHz にとどまっている[1]。我々はこれまでに、短チャネル有機単結晶トランジスタについて、イオン液体を用いた電気二重層によるゲート変調を行うことにより、1 V 以下の低電圧駆動でも 20 kHz の動作速度を実現した[2]。これは、短チャネル air-gap 構造を用いることにより、有機半導体単結晶／電極界面での接触抵抗の影響を大幅に低減することができたためである。今回、デバイス構造の改善によりソース・ドレインとゲート間の寄生容量を低減することにより、1 V 以下の低電圧駆動でも 0.5 MHz というさらなる高速化を実現した。

【実験】Fig.1 に作製したデバイスの概念図(断面図)とその顕微鏡写真を示す。ガラス基板上にフォトレジストを用いて air-gap 構造体用パターンを作製し、真上から金属を蒸着することによりソース・ドレイン、ゲート電極を成膜した。その上に rubrene 単結晶、或いは PDIF-CN₂ 結晶を貼り合わせてそれぞれ p 型、n 型の air-gap 有機トランジスタを作製した後、gap 内にイオン液体 P13-TFSI を注入して電気二重層トランジスタを形成した。チャネル長は 4 μm 、gap 高さは 0.6 μm とした。トランジスタの評価は rubrene については大気中で、PDIF-CN₂ は Glove box 中で行った。

【結果・考察】Fig.2 に一例として rubrene デバイスの Transfer 特性を示す。1 V 以下の低駆動電圧でもサブ mA といった大電流での動作が実現している。Fig.3 にトランジスタの遮断周波数を評価した結果を示す。ドレイン電圧 $V_D = -1$ V, ゲート電圧 $V_G = -0.2$ V の場合で約 0.5 MHz と、低電圧駆動有機トランジスタとしてこれまでにない高い応答性能が得られた。

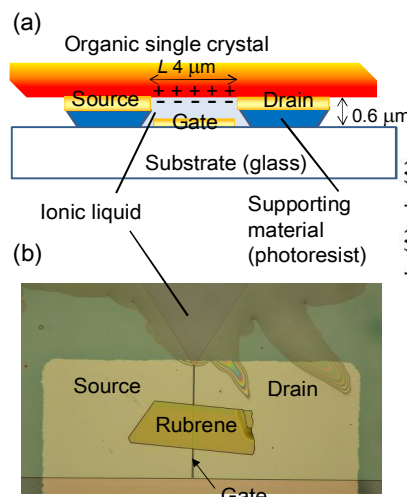


Fig. 1 (a) Cross-sectional illustration of a fabricated device. (b) Optical-microscope view of a rubrene device gated with ionic liquid.

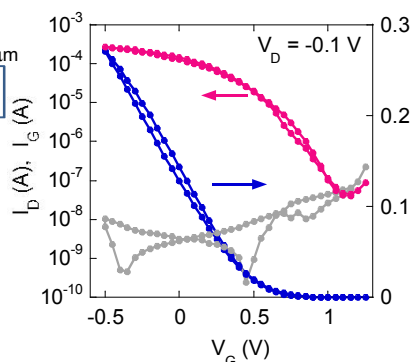


Fig. 2 Transfer characteristics of a rubrene device gated with ionic liquid.

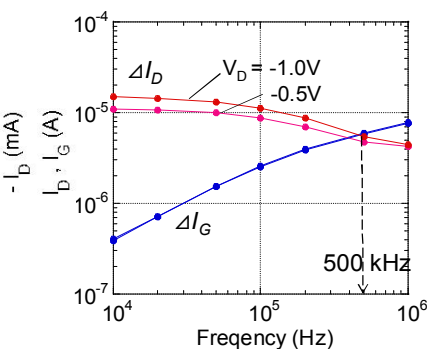


Fig. 3 Current amplitude in response to the frequency of AC gate voltage.

謝辞：本研究は NEDO 産業技術研究助成事業の助成を得て行ったものである。

[1]Yu Xia, et al., *Adv. Funct. Mater.* **20**, 587, (2010). [2]宇野 真由美 他, 第 59 回応用物理学会春季学術講演会 17p-F9-7.