

source-gated 構造による n 型有機トランジスタの高利得化

High-Gain N-type Organic Transistors Using Source-Gated Structure

山形大 ROEL¹, University of Surrey²○(B4)逸見 悠大¹, Radu A. Sporea², 竹田 泰典¹, 松井 弘之¹, 時任 静士¹ROEL, Yamagata University¹, University of Surrey²,°Yudai Henmi¹, Radu A. Sporea², Yasunori Takeda¹, Hiroyuki Matsui¹, Shizuo Tokito¹

E-mail: twr14606@st.yamagata-u.ac.jp, h-matsui@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒言】電界効果トランジスタ(FET)の一種である source-gated トランジスタ(SGT)では、ソース電極と有機半導体の間に意図的にショットキー接合を形成し、ソース電極近傍の空乏層によって電流を制御する。SGT の利点は、低電圧でのピンチオフによる低消費電力動作および、高い出力抵抗に伴う高い固有利得である。近年、p 型有機半導体 C8-BTBT を使用した SGT によって、低消費電力と非常に高い利得の増幅回路が報告されているが^[1]、n 型有機 SGT の報告例は無い。今回我々は、n 型有機 SGT の作製に初めて成功した。

【実験方法】今回作製した従来の有機電界効果トランジスタ(OFET)と有機 source-gated トランジスタ(OSGT)を Fig.1 に示す。銀電極(NPS-JL, ハリマ化成)、架橋ポリビニルフェノール(c-PVP)、n 型有機半導体(N2200, Mw = 289730, Ossila)はインクジェット印刷 (DMP-2831, FUJIFILM) で作製した。絶縁膜であるパリレン(dix-SR)は CVD 装置(PDS 2010, 日本パリレン)を用いて成膜した。従来の OFET には電極に自己組織化単分子膜(4-メチルベンゼンチオール)を表面修飾した(仕事関数: -4.0 eV)。

【結果と考察】作製した OFET と OSGT の出力特性を Fig.2 と Fig.3 に示す。OSGT は OFET に比べて低いドレイン電圧においてピンチオフと飽和特性を示した。OSGT では電極表面の仕事関数(-4.7 eV)と N2200 の電子親和力(-4.0 eV)がエネルギーギャップを持つため、高いショットキー障壁となり低いドレイン電圧でピンチオフ点を示したと考えられる。OSGT は原理的に OFET に比べ電流値が低い、300 倍高い出力抵抗(1000 MΩ)を示し、それによって 60 倍高い固有利得(100)を示した。ここで、出力抵抗は $\gamma_o = \partial V_{DS} / \partial I_D$ 、相互コンダクタンスは $g_m = \partial I_D / \partial V_{GS}$ 、固有利得はその積 $A_i = g_m \gamma_o$ である。OSGT が高い出力抵抗と固有利得を得られたのは、飽和領域において非常に平坦な出力電流が得られたためである。当日は、ソース電極と N2200 の間にある c-PVP の詳細についても述べる予定である。

【参考文献】 [1] Jiang et al., Science, 363, 719-723 (2019)

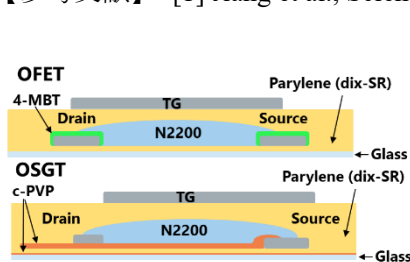


Fig.1 Device structures

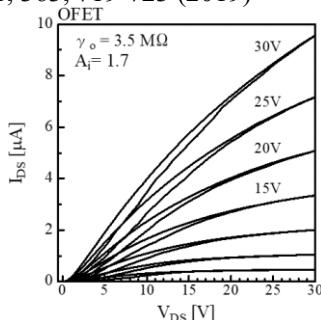


Fig.2 Output characteristics of OTFT

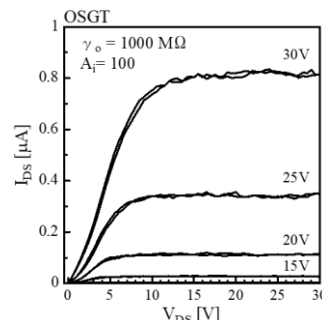


Fig.3 Output characteristics of OSGT