

還元型酸化グラフェンをソース電極として用いた縦型有機電界効果トランジスタ

Vertical organic field-effect transistors using reduced graphene oxide as a source electrode

阪大院工 °増田 大我, 山田 啓太郎, 末延 知義, 鈴木 充朗, 中山 健一

Osaka Univ., °T. Masuda, K. Yamada, T. Suenobu, M. Suzuki, K. Nakayama

E-mail: nakayama@mls.eng.osaka-u.ac.jp

緒言:有機層の厚さに対応する短いチャネル長によって、低電圧大電流動作を可能とする有機トランジスタとして縦型有機トランジスタが注目されている。近年、グラフェンをソース電極に用いた縦型有機電界効果トランジスタ(VOFET)において、高い on/off 比と出力電流密度が報告されている。このデバイスの電流変調特性は、ゲート電圧印加によってグラフェンのフェルミ準位が変動し、グラフェンと半導体層間のショットキー障壁高さが変調することに起因すると考えられている^[1]。また、溶液プロセスで成膜可能な reduced graphene oxide (rGO)膜をソース電極に用いた VOFET も報告されているが、rGO 膜が厚く on/off 比が小さいといった問題があった^[2]。そのため本研究では、単層膜の厚さに近い極薄膜 rGO 電極を形成し、素子性能の向上を目指した。

実験: Si/SiO₂ 基板上に濃度の異なる GO 水分散液をスピコート成膜し、ヒドラジン蒸気処理と加熱による還元によって rGO 膜を形成した。その上に PTCDI-C8 を真空蒸着によって成膜し、有機半導体層として用いた。その後、ドレイン電極と rGO 電極の補助電極として Al を蒸着して素子を作製した (Fig. 1a)。

結果・考察: rGO 膜厚 2.6 nm の素子において、正のドレイン電圧(V_D)を印加した状態で、ゲート電圧(V_G)を正方向に印加することで、ドレイン電流(I_D)が明確に増加する変調特性が得られた(Fig. 1b)。 V_D を負に印加した状態では V_G を印加しても I_D は変調せず、素子が n 型 FET として動作することが示された (Fig. 1c)。素子の on/off 比は最大で 10^5 を超える高い値を示し、従来報告された値^[2]よりも 2 桁高い値を達成することに成功した。rGO 膜厚と VOFET 特性の関係を調べた結果、rGO 膜厚の減少とともに off 電流が低下し、on/off 比が向上することが明らかとなった。

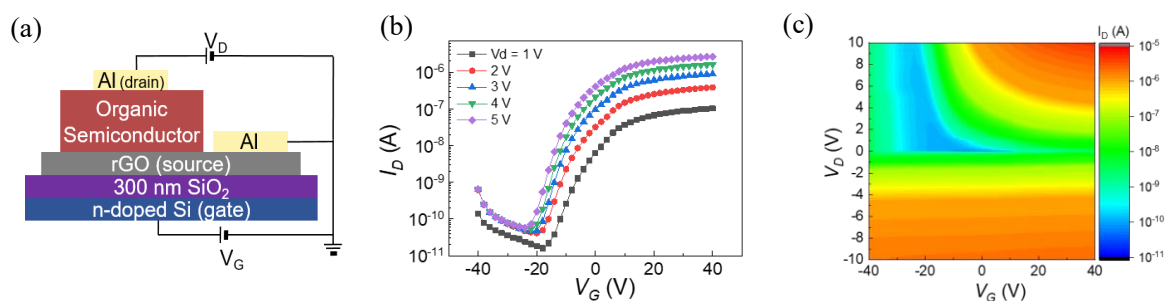


Fig. 1 (a) Device structure of the rGO-VOFET, (b) I_D - V_G plots of the rGO-VOFET, (c) transfer color map of I_D as a function of V_D and V_G .

[1] K. Kim et al., *ACS Nano*, **2015**, 9, 5922.

[2] Y. J. Choi et al., *Chem. Mater.*, **2018**, 30, 636.