

層数制御した超極薄単結晶有機薄膜トランジスタの環境応答特性Ⅲ

Environmental Response Performance of Layer-Number Controlled

Organic Single-Crystalline Thin-Film Transistors

東大院工¹, 産総研² ○(M2) 山田 詩乃¹, 荒井 俊人¹, 東野 寿樹², 井上 悟¹, 長谷川 達生¹

University of Tokyo¹, AIST², °Shino Yamada¹, Shunto Arai¹, Toshiki Higashino²,

Satoru Inoue¹, Tatsuo Hasegawa¹

E-mail: yamada@hsgw.t.u-tokyo.ac.jp

有機半導体からなる電界効果トランジスタ (FET) の特性は、半導体の種類やキャリア輸送が生じる各種界面近傍の素子構成等により、特有な環境応答特性やバイアスストレス効果を示すことが知られるが、その起源は明らかになっていない。前回までにわれわれは、高い層状結晶性を示す2分子膜型有機半導体・Ph-BTNT-C₁₀ [1,2]を用いて形成した超極薄単結晶 FET において、半導体の積層数に依存した大きな環境応答特性が見られることを報告してきた[3]。今回、これらの環境応答特性が、FET を構成するゲート絶縁層の表面エネルギーにも大きく依存し、親水性を付与することで応答がさらに増大することを見出したので報告する。

ゲート絶縁層表面の親水化は、極紫外光 (Xe₂ エキシマー) の照射により行った。親水化処理した SiO₂/Si 基板と未処理の基板を用意し、半導体溶液のブレードコートにより基板上に層数制御した Ph-BTNT-C₁₀ 単結晶極薄膜を作製した。2分子膜の積層数は原子間力顕微鏡による高さプロファイルの測定により確認した。積層数一定の単一ドメインを選んでその上に金電極を形成し、トップコンタクト型 FET を作製した。真空中及び水蒸気を含んだ雰囲気下でのドレイン電流値の時間変化を、ゲートバイアス (V_G) 印可によるオン (V_G 負) / オフ (V_G 正) を繰り返しながら測定した結果を図に示す。水蒸気を含む雰囲気中では、2分子膜積層数の減少とともにオン状態におけるドレイン電流の減衰が大きくなり、単層2分子膜のときに最大になることが分かるが、ゲート絶縁層の親水化によって、この効果がさらに顕著に増大することが分かった。講演では、様々な条件下で測定した単層2分子膜 FET の応答特性・回復特性を示し、これら環境応答が生じる微視的な動作機構について議論を行う。なお本研究で使用した材料の一部は日本化薬(株)より提供して頂きました。

[1] S. Inoue et al., Chem. Mater., 30, 5050 (2018). [2] T. Higashino et al., Chem. Lett., 48, 453 (2019).

[3] 山田等、第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 21p-B32-13.

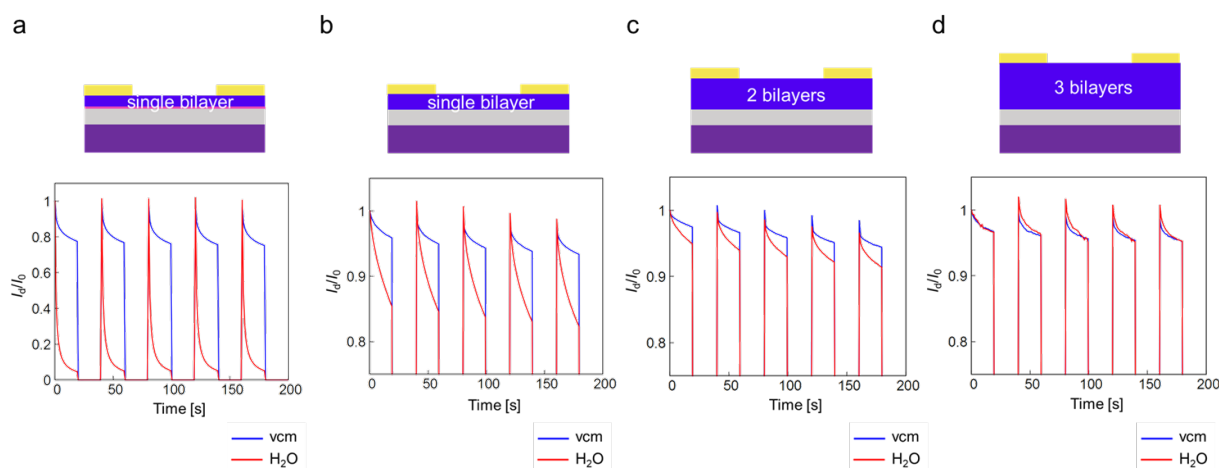


Fig. Drain current response of a Ph-BTNT-C₁₀ OFET in vacuum and air with a water vapor concentration of 5000 ppm. Active layers are composed of semiconductor films of (a, b) single bilayer, (c) 2 bilayers, and (d) 3 bilayers, respectively. Semiconductor films are formed on (a) a hydrophilized SiO₂ surface and (b-d) bare SiO₂/Si substrates.