絶縁膜濡れ性制御による塗布型トランジスタの低電圧駆動

Low voltage operation of solution-processed TFT with lyophilic gate dielectric

産総研 [1]，○栗原 一徳 [1]，延島 大樹 [1]，小笹 健仁 [1]，吉田 学 [1]

AIST [1], ○Kazunori Kuribara[1], Taiki Nobeshima[1], Takehito Kozasa[1], and Manabu Yoshida[1]

E-mail: kuribara-kazunori@aist.go.jp

研究背景　有機デバイスの低電圧駆動化のために自己組織化分子を絶縁膜に用いた場合、その表面エネルギーの低さから上部の半導体層の塗布が困難になるという課題がある。これまでに自己組織化分子の表面を真空紫外線で処理し親液性を向上させる手法や[1]、親液、撥液のそれぞれの特性の末端基の自己組織化膜を塗り分けることで半導体パターニングに応用する方法が考えられている[2]。それぞれ良好なデバイス特性を得ることに成功しているが、表面処理法では大面積化や表面の化学変化によるトラップ準位の増加に課題があると考えられ、塗り分け法ではプロセスが増加してしまう課題がある。そこで本研究ではさらに濡れ性の高い自己組織化分子を利用することで印刷性の改善を行いつつ、スピンコートを使わないドロップキャスト型の塗布法で TFT を作製することを目指した。

研究内容　デバイスは蒸着と溶液法により作製した。まずアルミニウムを Si/SiO_2 基板上へ蒸着し、ゲート電極を形成した。このアルミ電極を真空酸素プラズマ処理して表面に酸化アルミニウムの層を形成した。次に親液性の自己組織化膜として 2-フェニルエチルホスホン酸を利用し、酸化アルミの表面を修飾した。この表面の水の接触角を測ると 72°であり、一般的なオクタデシルホスホン酸(~104°)や前述の親水性自己組織化分子（~91°）[2]よりも親水化することができた(Fig.1)。このハイブリッド絶縁膜表面に PDVT-10 のアニソール溶液と TU-1 の 1-メチルナフタレン溶液を塗布し同一基板上に TFT を作製した。結果として移動度は 6×10^{-3} cm^2/Vs と 0.02 cm^2/Vs と十分なものがそれぞれ得られた(Fig2)。また TFT を外部配線でつなぎインバータとしたところ電圧利得 30 の特性を得ることができた(Fig.3)。

[1] Prisawong, Pollawat, et al. *Advanced Materials* **28**.10 (2016): 2049-2054. [2] Acton, Orb, et al. *Advanced Materials* **23**.16 (2011): 1899-1902.

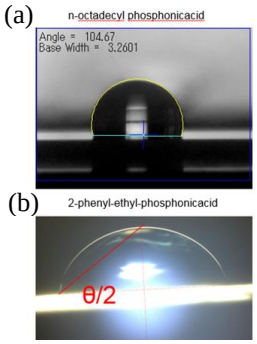

Fig.1 Contact angle of water
(a) n-octadecylphosphonic acid
(b) 2-phenyl-ethyl phosphonic

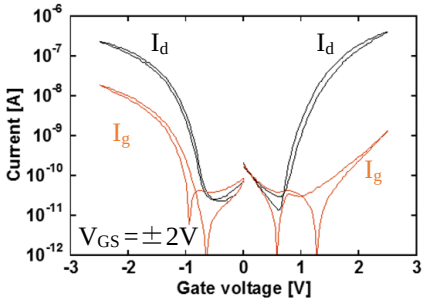

Fig.2 Transfer characteristics of p-type and n-type TFTs

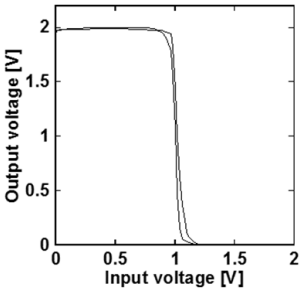

Fig.3 Output characteristics of organic invertor by soluble semiconductors