

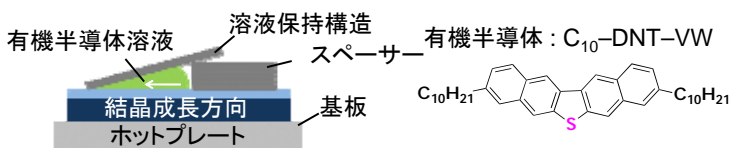
次世代エレクトロニクス産業を支える 塗布型有機デバイスの開発

研究背景

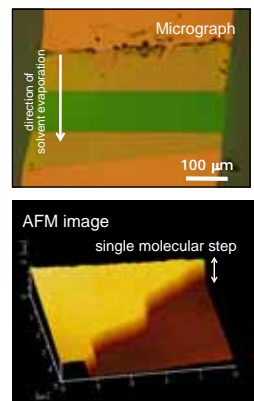
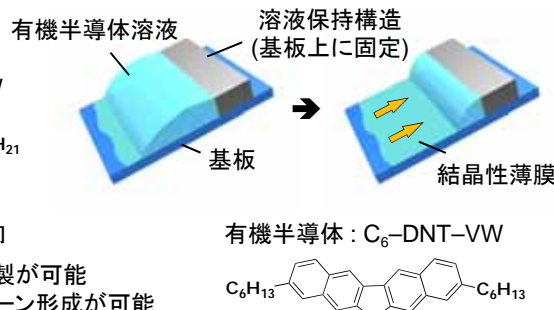
有機薄膜トランジスタは、その製造に高温のプロセスを必要とせず、柔軟性のあるプラスチック基板上への印刷、塗布による大面積集積回路の作製が可能であることから、フレキシブルディスプレイやRFIDタグなどへの応用が期待される次世代のエレクトロニクス技術として注目されている。現在、低分子有機材料やポリマーを用いた塗布型有機薄膜トランジスタの性能は移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超え、例えば液晶ディスプレイの画素スイッチを行うアクティブマトリクスへの適用が可能なレベルに達している。しかしディスプレイ駆動のためのドライバ回路などの周辺機器を有機半導体で実現するためには、更なる移動度の向上が求められる。気相成長法で作製した有機単結晶を用いた有機単結晶トランジスタでは、移動度 $20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ を超える性能が示されていることから、塗布型有機トランジスタの性能を向上させるためには、塗布で作製した薄膜中の結晶粒界の密度を減らし、有機半導体膜の結晶性を向上させることが重要であると考えられる。そこで我々は塗布法によって基板上に単結晶の薄膜を作製する独自技術を開発することにより、世界最高水準の性能をもつ塗布型有機トランジスタの作製に成功した。さらに、独自の結晶パターンニング技術の開発にも成功し、塗布型有機トランジスタを用いたアクティブマトリクス型液晶ディスプレイの動作に成功した。

塗布法による有機単結晶薄膜の作製

▶ ギャップキャスト法



▶ エッジキャスト法



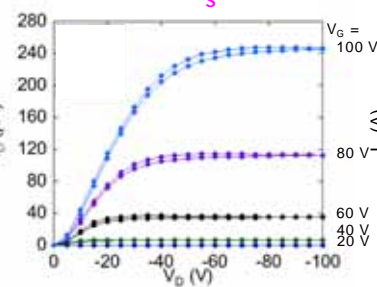
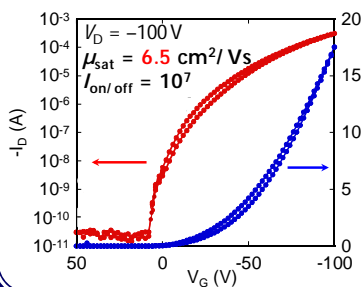
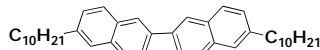
液体保持構造を用いることにより、溶媒の乾燥方向を制御
 → 結晶の成長方向制御により、配向の揃った結晶性薄膜の作製が可能
 → 液体保持構造は任意の位置に配置可能であり、薄膜のパターン形成が可能

T. Uemura, J. Takeya et al., APEX 2, 111501 (2009). Adv. Mater. 23, 1626 (2011).

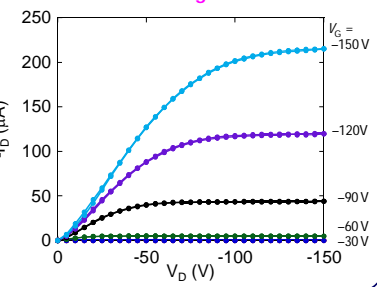
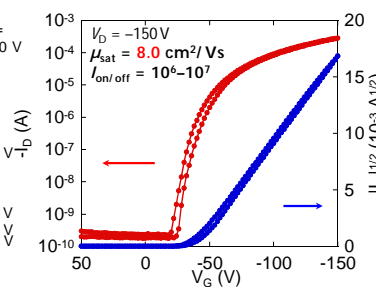
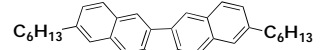
C₁₀-DNT-VW, C₆-DNT-VW塗布型有機トランジスタ特性

$\mu_{\text{sat}} \sim 8 \text{ cm}^2/\text{Vs}$

有機半導体: C₁₀-DNT-VW



有機半導体: C₆-DNT-VW

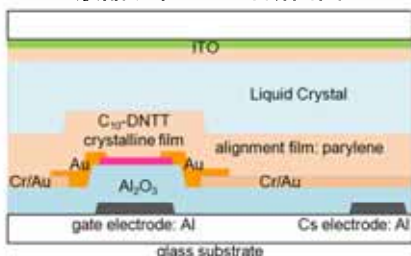


高移動度塗布型有機トランジスタを用いたアクティブマトリクス型液晶ディスプレイ

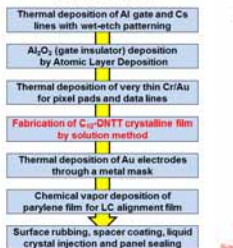
ディスプレイ仕様

Organic TFT	Solution-crystallized C ₁₀ -DNTT
Panel size	2.3-inch diagonal
Number of Pixels	30 x 23 pixels
Pixel Size	1.5 x 1.5 mm
Resolution	17 ppi
Pixel circuit	1Tr and 1C

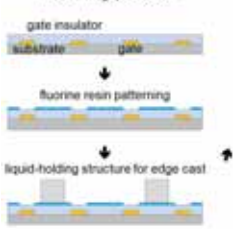
液晶ディスプレイ断面図



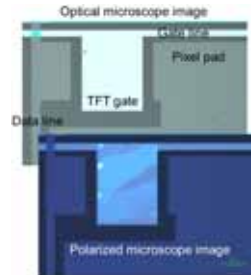
Process flow



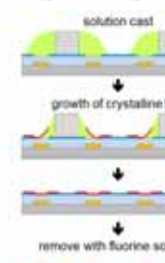
Patterning process



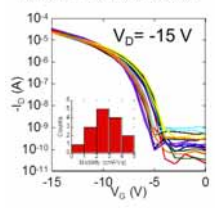
Optical microscope image



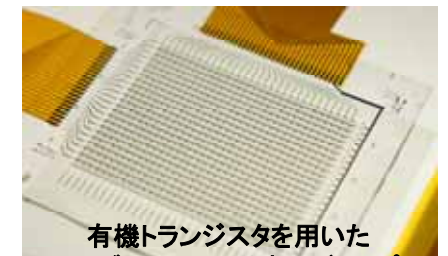
liquid-holding structure for edge cast



Transfer characteristics



Mobility (15 transistors)
2.8 ± 1.1 cm²/Vs



有機トランジスタを用いた
アクティブマトリクス型液晶ディスプレイ