

高分子 (pBTTT-C16) 有機トランジスタアレイの 素子特性のばらつき

Device-to-device variation of pBTTT-C16 field-effect transistor arrays

物材機構 ブルガレビッチ キリル, °坂本謙二, 三成剛生, 安田剛, 三木一司

NIMS Kirill Bulgarevich, °Kenji Sakamoto, Takeo Minari, Takeshi Yasuda, and Kazushi Miki

E-mail: kirill.bulgarevich@nims.go.jp, sakamoto.kenji@nims.go.jp

有機電界効果トランジスタ (OFET) を応用する際、素子間の特性のばらつきが問題となる。そのばらつきを減少させる手法の一つに、有機半導体薄膜を配向塗布する方法がある。これまで、我々はフロー・コート法により低分子有機半導体 6,13-bis(tri-isopropyl silylethynyl) pentacene (TIPS-PEN) の結晶性薄膜を配向成長させることにより、電界効果移動度、オン電流、閾値、サブスレッショルド・スイングのばらつきの抑制に成功した[1]。本研究では、同様の手法で高分子有機半導体 poly(2,5-bis(3-hexadecylthiophen-2-yl)thieno[3,2-b]thiophene) (pBTTT-C16) の配向薄膜を塗布して OFETアレイを作製し、その素子特性のばらつきを評価した。ボトムゲート/ボトムコンタクト (BG/BC) 型 OFETアレイにおいて、ヒステリシス特性の明確な場所依存性があることがわかったので報告する。

熱酸化膜 (厚さ 300 nm) 付き n^+ -Si (100) 基板 ($20 \times 20 \text{ mm}^2$) 上に Ti (0.5 nm) / Au (39.5 nm) ソース・ドレイン電極を形成し、オクタデシルトリクロロシラン処理を行った後、窒素雰囲気中、基板温度 80°C で、 $50 \mu\text{m/s}$ のスピードで 0.8wt% pBTTT-C16 o -ジクロロベンゼン溶液をフロー・コートして BG/BC 型 OFETアレイ (チャンネル長 $50 \mu\text{m}$, チャンネル幅 0.5 mm) を作製した (Fig. 1)。フロー・コーティング方向に対してチャンネル長方向が平行な素子と垂直な素子を各々 18 素子ずつ、計 36 素子作製した。膜の配向性を向上させるために、窒素雰囲気中、 150°C (液晶相温度) で 15 分間アニールした後、真空プロベアーにデバイス基板をセットして FET 特性を測定した。

電界効果移動度は、平行素子: $\mu_{\parallel} = 0.36 \pm 0.01 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、垂直素子: $\mu_{\perp} = 0.30 \pm 0.01 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ で共に 4% 以下のばらつきで、移動度の異方性 ($\mu_{\parallel}/\mu_{\perp}$) は 1.2 であった。伝達特性 ($V_{\text{ds}} = -80\text{V}$, $V_{\text{gs}}: +20\text{V} \rightarrow -80\text{V} \rightarrow +20\text{V}$) において最大 10 V のヒステリシスが観測された。そのヒステリシス特性は、チャンネル電流の方向、素子の場所に対して明確な依存性を示した。ヒステリシス特性の場所依存性にはフロー・コート方向との相関がないこと、チャンネル電流方向を反転すると場所依存性が反転すること、ボトムゲート/トップコンタクト型の素子においてはヒステリシスがほとんど観測されないことがわかった。これらの結果から、BG/BC 型 OFETアレイにおけるヒステリシス特性の場所依存性は、塗布プロセスによるものではなく、アニール処理に起因するソース・ドレイン電極のコンタクト抵抗の非対称性が原因であると考えている。

[1] K. Sakamoto, K. Bulgarevich, and K. Miki, JJAP **53**, 02BE01 (2014).

【謝辞】 本研究は JSPS 科研費 25286045 の助成を受けたものです。

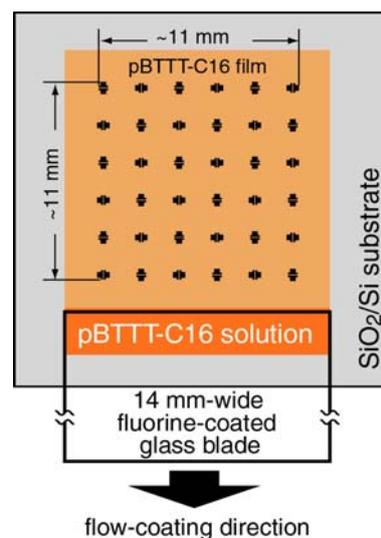


Fig. 1 pBTTT-C16 OFET array fabricated by flow-coating.