

フロー・コート法で作製した pBTTT-C16 膜の電荷輸送特性の面内均一性

Spatial uniformity of charge transport of flow-coated pBTTT-C16 films

物材機構¹, 筑波大数物² °(M2) ブルガレビッチ キリル^{1,2}, 坂本謙二¹, 三成剛生¹, 安田剛¹,
三木一司^{1,2}

NIMS¹, Univ. of Tsukuba², °Kirill Bulgarevich^{1,2}, Kenji Sakamoto¹, Takeo Minari¹, Takeshi Yasuda¹,
and Kazushi Miki^{1,2}

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

実験室レベルでは、有機半導体溶液からの薄膜形成にはスピンコート法がよく用いられるが、基板を回転する塗布法は応用上好ましくない。我々は、基板を回転させることなく塗布でき、材料の利用効率に優れた塗布法としてフロー・コート法に注目している。これまで、フロー・コート法により 1 cm^2 の面積にわたって均一な低分子有機半導体 6,13-bis(tri-isopropylsilyl)ethynyl pentacene の結晶性薄膜を配向成長させることができ、電界効果移動度、オン電流、閾値電圧、サブスレッショルド・スイングのばらつきを抑制することに成功した [1]。本研究では、フロー・コート法で作製した高分子有機半導体 poly(2,5-bis(3-hexadecylthiophen-2-yl)thieno[3,2-b]thiophene) (pBTTT-C16) 膜の電荷輸送特性の空間的な均一性を、ボトムゲート/トップコンタクト (BG/TC) 型 OFET アレイを作製して評価したので報告する。

オクタデシルトリクロロシランで処理した熱酸化膜 (厚さ 93 nm) 付き n^+ -Si(100) 基板 ($20 \times 20\text{ mm}^2$) 上に窒素雰囲気中、基板温度 80°C 、 $100\text{ }\mu\text{m/s}$ のスピードで 0.7wt% pBTTT-C16 o-ジクロロベンゼン溶液をフロー・コートすることにより厚さ $23 \pm 2\text{ nm}$ の pBTTT-C16 活性層を形成した。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。最後にソース・ドレイン電極 (MoO_3 (25 nm)/Au (63nm)) を抵抗加熱型真空蒸着により形成し、BG/TC 型 OFET アレイ (チャンネル長 $50\text{ }\mu\text{m}$, チャンネル幅 0.3 mm) を作製した。フロー・コート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 30 素子ずつ、計 60 素子を同一基板上に約 1 cm^2 の領域にわたって均等に配置した。その素子特性のばらつきから膜の電荷輸送特性の面内均一性を評価した。全ての素子に対して、ヒステリシスがない出力特性と伝達特性が得られた。伝達特性から得られた飽和領域での電界効果移動度 (平均値 $\pm$ 標準偏差) は、平行素子: $\mu_{\parallel} = 0.264 \pm 0.006\text{ cm}^2/\text{Vs}$ 、垂直素子: $\mu_{\perp} = 0.213 \pm 0.005\text{ cm}^2/\text{Vs}$ で、共に 3% 以下のばらつきであった。移動度の異方性 ($\mu_{\parallel}/\mu_{\perp}$) は 1.2 であった。電界効果移動度のみならず、閾値電圧、オン電流、サブスレッショルド・スイングのばらつきも小さく、平行素子、垂直素子毎の全ての素子の伝達特性はほぼ重なった。30 個の平行素子の伝達特性 (V_{GS} : $+5 \rightarrow -30\text{ V}$) を全て表示したグラフを Fig. 1 に示す。この結果は、フロー・コート法で作製した pBTTT-C16 膜の電荷輸送特性の優れた空間均一性を示している。

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

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 25286045 の助成を受けて行われたものである。

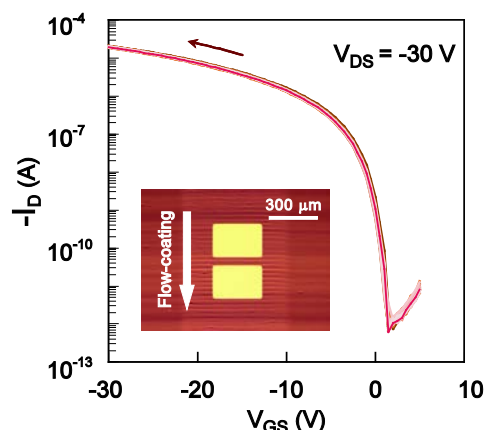


Fig. 1 Transfer curves of all 30 parallel-OFETs fabricated on the same substrate. The inset shows the optical microscope image of one of the OFETs.