

非対称型 NTCDI 誘導体の溶融転写による薄膜形成とトランジスタ特性 Fabrication of thin film by Transfer-Printing Deposition and transistor characteristics of Asymmetrically substituted naphthalene diimide derivatives

信州大繊維,[○](M2)坂本 龍幸, 阿知葉 駿介, 市川 結
Shinshu Univ., [○]Tatsuyuki Sakamoto, Shunsuke Achiha, Musubu Ichikawa
E-mail: musubu@shinshu-u.ac.jp

【緒言】 有機トランジスタ (OTFT) の作製には、プロセスの簡略化や低コストの利点から印刷や塗布などの溶液プロセスが注目されている。しかしこの方法では、溶媒の環境負荷や溶媒に由来する不純物の混入、さらに有機半導体材料の溶解性など様々な課題がある。そこで、本研究では、当研究室で開発された無溶媒プロセスである溶融転写プロセス^{[1][2]}に着目した。基板および疎水フィルムで有機半導体粉末を挟み、加熱し溶融させることで、基板とフィルムとの空隙に製膜する。融液が空隙を伸展するうえで、基板およびフィルムとの界面の接触と親和性が重要と考えられるため、これまで、溶融転写に用いてきた両端にアルキル基を有する対称型 NTCDI 誘導体に替えて、種々の置換基を有する非対称型 NTCDI 誘導体を利用し、プロセスの要である有機半導体融液の界面接触の状態を詳細に調べた。加えて、溶融転写法で作製された非対称 NTCDI 誘導体 OTFT の性能評価を報告する。

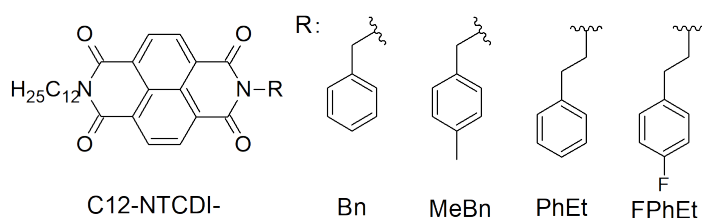


図 1. NTCDI 誘導体の化学構造

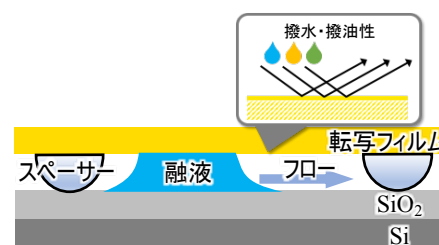


図 2. 溶融転写のメカニズム

【実験】 頭尾型 NTCDI 誘導体 (C12-NTCDI-Bn、-MeBn、-PhEt、-FPhEt) は、ナフタレンテトラカルボン酸無水物と対応する 2 種類のアミン (ドデシルアミン (C12) と、ベンジルアミン (Bn)、メチルベンジルアミン (MeBn)、フェニルエチルアミン (PhEt) またはフルオロフェネチルアミン (FPhEt)) を用いて合成した。有機半導体粉末を疎水化处理したポリイミドフィルム (PI フィルム) とシリコン基板とで挟み込み、有機半導体の融点以上で熱処理、フィルム下に広げ、そこからゆっくりと降温することで、高結晶性の薄膜を作製した。薄膜端部を AFM 観察することで、融液状態の界面接触を推定した。また、薄膜に金をソース・ドレイン電極として蒸着することで、トップコンタクト・ボトムゲート型デバイスを作製した。

【結果・考察】 冷却し凝固させた有機半導体融液と PI フィルムおよびシリコン基板に対する接触角を測定した。いずれの有機半導体も PI フィルムに対して接触角が大きく、シリコン基板に対しては接触角が小さいことがわかった。しかし、用いた試料間では PI フィルムおよびシリコン基板に対しての接触角に大きな差異はなかった。このことから、非対称型 NTCDI 誘導体の側鎖官能基に関係なく、PI フィルムと基板の間に形成される液体架橋によるメニスカス力に由来する圧力とシリコン基板との高いぬれ性が、融液の広がりや寄与すると考察した。また、デバイス測定した結果から溶融転写で作製したデバイスは n 型トランジスタの挙動を示すことが確認できた。

【謝辞】 本研究は科研費 (20K04576) の助成を受けたものである。

[1] A. Ohyama *et al.*, *Org. Electron.*, 58, 231-237 (2018).

[2] A. Ohyama *et al.*, *Org. Electron.*, 63, 300-304 (2018).