

真空蒸着で形成した長鎖アルキルを有する ナフタレンジイミド誘導体薄膜のトランジスタ特性

Transistor characteristics of thin films of naphthalene imide derivative's having long alkyl chain deposited by vacuum evaporation

信州大・繊維¹, 大日精化工業², [○]岩崎 一晃¹, 小熊 尚実²,

平田 直毅², 市川 結¹

Shinshu Univ.¹, Dainichiseika. Color&Chemicals Mfg. Co., Ltd.², [○]Kazuaki Iwasaki¹, Naomi Oguma²,

Naoki Hirata², Musubu Ichikawa¹

E-mail: musubu@shinshu-u.ac.jp

【諸言】有機薄膜トランジスタ(OFET)の作製には低コスト・プロセスの簡略化などの利点から溶液プロセスでの作製が必要である。当研究室で可溶性 n 型半導体材料ナフタレンジイミド誘導体(NTCDI-Cn; Fig. 1)を開発し、アルキル鎖長が性能に与える影響を検討した¹⁾。その結果、n = 11 ~ 13 において、0.1 ~ 0.2 cm²/Vs と比較的高い移動度を示し、アルキル鎖を長くする(n ≥ 15)とデバイスの性能が低下することを明らかにした。これに関して NTCDI が n ≥ 15 において本質的に性能が低下する可能性と共に、長鎖化に伴う溶解性低下と膜質低下の可能性も示唆された。そこで今回、溶解性の影響を受けない真空蒸着プロセスにより各 NTCDI-Cn を成膜し、アルキル鎖長の変化のみがトランジスタ特性に与える影響と熱処理の効果について検討した。

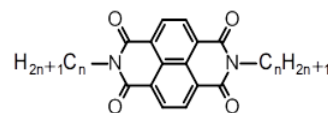


Fig. 1 NTCDI-Cn

【実験】酸化膜付シリコン基板上に有機半導体 NTCDI-Cn を真空蒸着で成膜した。その上に、ソース・ドレイン電極となる Au を真空蒸着しトップコンタクト型トランジスタを作製した(Fig. 2)。デバイスは真空中、室温で測定を行った。熱処理は真空オーブン用いて 100℃、125℃で行った。その後、室温になるまで徐冷し再度測定を行った。

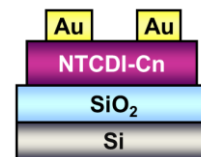


Fig. 2 デバイス構造

【結果・考察】NTCDI-Cn の移動度を Fig. 3 にまとめる。C8 が 0.12 cm²/Vs と最も低く、C15 が 0.66 cm²/Vs と最も高くなった。これはアルキル鎖が長くなるにつれ、分子間相互作用が強くなることでパッキングが高度化し、膜質が改善されたためであると考えられる。したがって溶液プロセスによる成膜時に見られた C15 での移動度低下は低溶解性に伴う膜質の低下が原因と明らかになった。C18 における移動度の低下の原因は不明であるが、長すぎるアルキル鎖によるパッキングの阻害や不純物の影響なども考えられる。NTCDI-C15 における熱処理の結果を Fig. 4 に示す。熱処理温度の上昇と共に、移動度が低下した。そこで AFM を用いて膜表面の観察を行ったところ、グレインサイズは増大しており膜欠損などは見られなかった。膜質は改善されていたため、電極と有機物のコンタクト部分の接触抵抗が影響を及ぼしているのではないかと考えられる。今後、長鎖アルキルをもつ NTCDI の溶解性を高めることにより、高性能で溶液塗布可能な有機トランジスタ材料が可能と考えている。

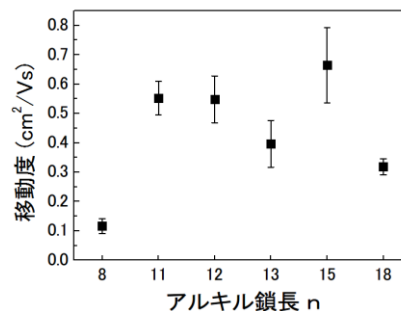


Fig. 3 NTCDI-Cn の移動度

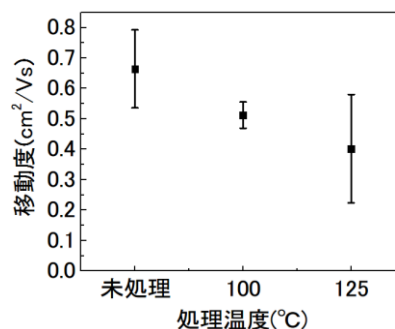


Fig. 4 NTCDI-C15 における移動度の熱処理依存性

文献

- 1) Y. Yokota et al., *Org. Electron.***14**, 516-522 (2013)