

新規可溶性ピロメリット酸ジイミド誘導体のトランジスタ特性

Transistor characteristics of new soluble pyromellitic diimide derivatives

信州大・繊維¹, [○]青山 奈々恵¹, 市川 結¹Shinshu Univ¹., [○]Nanae Aoyama¹, Musubu Ichikawa¹

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

【緒言】有機薄膜トランジスタ (OTFT) は低コスト・フレキシブル・大面積化が可能であるため、次世代電子デバイスとして期待されている。半導体膜の成膜法として、蒸着プロセスと溶液プロセスの 2 種類があり、プロセスコストの低下が可能であることから、溶液プロセスでの成膜が求められている。高性能な有機半導体として有名なもののひとつにペリレンジイミド (PTCDI) 誘導体があるが、溶解性が乏しく溶液プロセスで成膜することは困難である。PTCDI 誘導体から π 電子系を少なくし、溶解性を向上させたものが、ナフタレンジイミド (NTCDI) 誘導体である。溶液プロセスで作製した NTCDI 誘導体トランジスタは、アモルファスシリコンと同等の移動度を示した¹⁾。そこで今回は、 π 電子系を縮小し、溶解性の向上と、コスト削減を狙ったピロメリット酸ジイミド (PMDI) 誘導体の薄膜トランジスタ材料としての有用性を検討した。

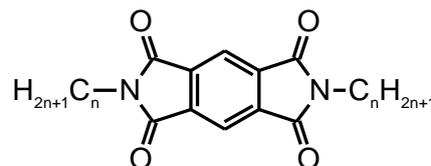


Figure 1 ピロメリット酸ジイミド誘導体

【実験】N,N'位をヘキシル基で置換した PMDI-C6, ドデシル基で置換した PMDI-C12 をそれぞれ合成した。酸化被膜 (厚さ 200 nm), ITO がついた Si 基板を用い, PMDI-C6, C12 のクロロホルム溶液をスピコートし, ボトムコンタクト・ボトムゲート (BC-BG) 型トランジスタを作製した。また, 電子注入材料としてセシウムを用いたトップコンタクト・ボトムゲート (TC-BG) 型のトランジスタも作製し, 評価した。

置換基をジフルオロベンジル基, ベンジル基とした PMDI-F, PMDI-Bz を合成し真空蒸着法を用いて TC-BG 型トランジスタを作製し, 評価した。

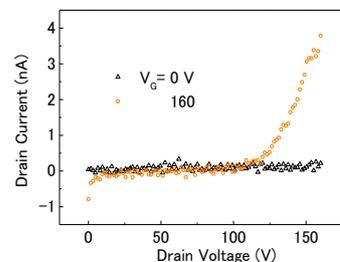
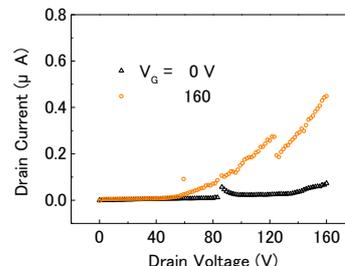
【結果・考察】PMDI-C6, C12 膜の XRD 測定の結果と, DFT 計算で見積もった分子の長さより, PMDI-C_n 分子は基板に対し, トランジスタ特性に有利なエッジオン配列をとることが確認できた。Figure 2 に PMDI-C12 デバイス (BC-BG) の I_D-V_D 特性を示す。ゲート電圧の増加による I_D の増加が見られることから電界効果トランジスタとして動作することがわかる。しかし I_D は飽和特性を示さず, また, 動作電圧も非常に高い。これは光電子収量分光, 光吸収スペクトルから見積もった PMDI-C_n の LUMO 順位が 3.0~3.1eV と比較的浅く, ソース電極 (ITO) からの注入障壁が大きいとされる。Cs を注入層として用いたデバイス (TC-BG) では Figure 3 に示すように大幅に I_D が増加し, 動作電圧も低下した。PMDI-C_n では電子注入性がトランジスタ特性に大きな影響を与えている。

窒素位の置換基によって電子注入性を向上させるためにジフルオロベンジル基を導入したところ, 電子注入性の向上を確認することができた。

今後, 置換基の変更や電子注入材料の検討によってトランジスタ性能を高めることが可能だと考えられ, PMDI 誘導体は溶液プロセスに適合する高性能な有機トランジスタ材料となると考えている。

参考文献

- 1) M. Ichikawa *et al.*, *Org. Electron.***14**, 516-522 (2013)

Figure 2 PMDI-C12TFT の I_D-V_D 特性Figure 3 Cs を注入層とした PMDI-C6TFT の I_D-V_D 特性