九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

有機薄膜トランジスターの素子構造と作製プロセス改善による高性能化に関する研究

金，丞謙

https://doi.org/10.15017/1500757

出版情報：九州大学，2014，博士（工学），課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏　　名：金 丞謙

論文題名：有機薄膜トランジスターの素子構造と作製プロセス改善による高性能化に関する研究

区　　分：甲

論　文　内　容　の　要　旨

現在、急速な発展を見せているフラットパネルディスプレイ（FPD: Flat Panel Display）技術であるが、既存のディスプレイより、さらに高輝度、低駆動電圧、高速応答、大画面化に向けた開発が活発に進められている。このようなFPDの開発競争において、特に重要なポイントとなるのが製造コストの低減である。現在、アクティブマトリクス（AM: Active-Matrix）駆動の FPDにおいて、パネル部の画素毎にスイッチング素子として薄膜トランジスター（TFT: Thin-Film Transistor）が用いられ、その半導体材料としては非晶質シリコン、低温ポリシリコン、または 酸化物半導体などの無機半導体を用いたものが主流となっているが、これとは別に有機半導体を用いた有機薄膜トランジスター（OTFT:　Organic　TFT）が注目されている。

通常、有機半導体のキャリア移動度は、無機半導体よりも低く、電気的特性において高性能化は望めないが、有機半導体に置き換えた場合、有機材料には溶液プロセスを使用することができ、大面積化、低コスト化に優位となる。さらに、低温で製膜可能であることよりプラスチック基板を用いることができ、さらなる低コスト化やフレキシブルディスプレイなどの新規デバイスへの応用が期待されている。

このような背景から、本論文では、OTFTの電気的特性に作製条件およびプロセスが与える影響を解明し、その最適化を行うとともに、作製プロセスの簡略化と電気的特性の向上を同時に実現できる新規素子構造の提案を行った。

本論文の構成と主な内容を以下に記す。

第１章では序論として、有機薄膜トランジスターの研究背景について述べた。そして、OTFTの課題と研究の現状について概観し、そこから本研究の目標を導出した。

第２章ではOTFTの歴史と有機半導体薄膜の形成方法について述べた。さらに、有機薄膜トランジスターについてその基本原理や応用等を述べた。

第３章では有機薄膜トランジスターの特性改善のための化学的な手法を挙げるとともに、その条件を変えて製膜した有機薄膜のモルフォロジーを観測し、その変化がOTFTの電気的特性に与える影響について議論した。良質の有機半導体膜を得るため有機半導体の結晶性およびサイズが最適化されるように、温度、表面の状態、蒸着率、および拡散係数などの作製条件を探索した。その結果、安定なOTFTは、半導体膜の緩やかな表面粗さとチャネル上に存在する半導体膜と金属電

極上に存在する半導体膜の接触状態が均一に形成された素子が要求されることがわかった。さらに、OTFT の特性向上するための表面処理方法について検討を行い、それに伴う現象の実験結果、考察を述べた。

第４章ではソース／ドレインをチャネル層より誘電体によって高い位置に配置し段差を設けた二つの Ditched electrode 構造と Elevated electrode 構造を持つ OTFT を実現する作製プロセスを確立するとともに、段差を 6 nm から 80 nm の範囲で変化させた OTFT を作製し、この段差が構移動度、ON/OFF 比、閾値電圧などの電気的特性に与える影響を調べた。この構造の電気的特性に与える効果はデバイスシミュレーションによって適当な段差を設けることにより移動度が Top-contact 構造の OTFT と同等な値になることが示唆されている。この論文では実際に作製した OTFT においても 6nm 程度の段差を持つ OTFT において Top-contact 構造を持つ OTFT と同等な高い移動度を持つことが確認され、さらに、少ない特性バラつきを実現できることが示された。

第５章では結論として本論文の主な結果と意義をまとめた。