

世界一高精細な有機 TFT 駆動カラー液晶ディスプレイの試作に成功

--- 高性能化と劣化防止で有機 TFT サイズの小型化に成功 ---

平成 16 年 8 月 2 日

独立行政法人 産業技術総合研究所
株式会社 日立製作所
財団法人 光産業技術振興協会

ポイント

- ・有機 TFT において、液晶ディスプレイ作製工程中の性能劣化を抑制する保護膜技術を開発した。
- ・有機 TFT において、有機半導体と電極の接触界面に起因する抵抗を低減する技術を開発した。
- ・上記技術により、有機 TFT 駆動としては現在世界最高の精細度を有する有機 TFT 駆動カラー液晶ディスプレイの試作に成功した。

概要

独立行政法人 産業技術総合研究所【理事長 吉川 弘之】(以下「産総研」という) 光技術研究部門【部門長 渡辺 正信】と、株式会社 日立製作所【代表執行役 執行役社長 庄山 悦彦】(以下「日立」という)と、財団法人 光産業技術振興協会【会長 金杉 明信】(以下「光協会」という)は、経済産業省、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構【理事長 牧野 力】(以下「NEDO 技術開発機構」という)などの支援・委託を受けて、有機薄膜トランジスタ(有機 TFT: Organic Thin Film Transistor)を駆動スイッチに用いた高精細カラー液晶ディスプレイの試作に成功した。これにより、電子ペーパーなど次世代表示ディスプレイを低コストで提供できる技術として期待の高い有機 TFT 技術をより現実化させることになったものと期待される。

有機 TFT は、溶液材料を用いて印刷法により低コスト大量生産でき、常温プロセスでフレキシブルなプラスチック基板上に形成できる可能性があるため、現在研究開発が国際的に活発化している。しかしこれまで、有機 TFT は、ディスプレイに適用する際の素子作製工程で生じる性能劣化を十分抑えることができなかったために、TFT サイズを大きく設計せざるをえず高精細ディスプレイに適用することが困難であった。

今回、産総研、日立、光協会は、有機 TFT の性能劣化を抑える塗布保護膜を開発することに成功した。また、有機半導体と接触する金属電極の形状を最適化して、接触界面に起因する抵抗を低減する技術を開発した。これらの技術により、小さなサイズの有機 TFT でも高い性能を発揮させることが可能となった。

今回開発した技術を用いて、有機 TFT 駆動カラー液晶ディスプレイの試作に成功した。これは、現在までに試作された有機 TFT 駆動液晶ディスプレイとしては、世界最高の精細度を有しているものである。その仕様は、以下のとおり。対角画面サイズ1.4インチ、画素数80×80(RGB)、精細度80ppi、画素サイズ318μm×106μm(RGB) (1マイクロメートル: 100万分の1メートル)、カラー表示可能。

本試作有機 TFT 駆動カラー液晶ディスプレイは、市販の非晶質シリコン TFTを用いた液晶ディスプレイに近い精細度を有しており、有機 TFT が液晶ディスプレイに適用しうることを示した。これにより、電子ペーパーなどのシートディスプレイを印刷法で作製するのに大きな道を拓くことになると期待される。

有機 TFT は、印刷法などでプラスチックなどのフレキシブル基板上に作製することが可能であることから、紙のように薄くしなやかなディスプレイである電子ペーパーを駆動させる TFT として有望な技術の一つとして期待されている。今回は、まだ一部しか印刷手法を適応していないが、今後別途開発している印刷製法(アライメントフリー製法)などを適応していくことにより、順次、有機 TFT の印刷作製技術を確立していく予定である。

本成果は、2004 年 8 月 25 日から東京で開催される、第 11 回アクティブマトリクス液晶ディスプレイ国際ワークショップ (AM-LCD '04: THE ELEVENTH INTERNATIONAL WORKSHOP ON ACTIVE-MATRIX LIQUID-CRYSTAL DISPLAYS)で発表する予定である。

_____ は別紙【用語の説明】参照

研究の背景

有機 TFT は、溶液材料を印刷して低コスト大量生産でき、常温プロセスでフレキシブルなプラスチック基板上に形成できる可能性があるため、電子ペーパーをはじめとしたシートディスプレイ等への応用を目指して、研究開発が国際的に活発化している。最近では、液晶ディスプレイ製品の駆動に使われる非晶質シリコン TFT 以上の性能が示されるとともに、有機 TFT を用いたディスプレイの試作が相次いで報告されている。しかし、これまでの表示素子は有機 TFT 上に簡便に貼り合せられるものに限定され、フラットディスプレイの主流をなす液晶を用いたものは殆ど開発されてはいない。これは、有機 TFT とその上に積層する液晶表示素子との間に介在する保護膜として、有機 TFT を劣化させずに形成でき、しかも液晶表示素子を形成する際の有機 TFT 性能低下を防止する保護膜が開発されなかったためである。このため、性能低下を見込んで大きく設計した有機 TFT サイズが画素サイズを決めてしまい、製品レベルで高精細な液晶ディスプレイを形成できなかった。

研究の経緯

産総研は、印刷法で作製できる有機トランジスタに関して、その構造、半導体材料、絶縁材料などの開発を行ってきた。日立は、ディスプレイの駆動スイッチとしての有機 TFT の開発に取り組んできた。平成 14 年からは、NEDO 技術開発機構の委託事業「高効率有機デバイスの開発（平成 14～18 年度）」の支援を一部受け、両者は、光協会を加えた研究を展開してきている。

研究の内容

産総研、日立、および光協会は、有機 TFT の高性能化技術と保護膜技術を開発し、これらを組み合わせ高精密有機 TFT 駆動カラー液晶ディスプレイの試作に成功した【[図 1 参照](#)】。

(1) 有機半導体の加工、剥離防止、および劣化防止の機能を有する複合構造の塗布保護膜を開発した。

有機 TFT 駆動カラー液晶ディスプレイにおいては、駆動スイッチとしての有機 TFT と液晶表示素子とを組み合わせ画素を構成させるが、この際有機 TFT の上に液晶表示素子を作製していく工程で、様々なプロセス負荷が有機 TFT にかかってしまうため、作製工程中に有機 TFT が損傷を受け、十分な出力電流が取れないことが多かった。これまでは、こうした出力電流の低下分を見越して、大きめのサイズの有機 TFT を形成させることで対処してきた。今回われわれは、液晶表示素子を作製していく工程でのプロセス負荷を最低限に抑えることができる塗布保護膜を開発した。このため、小さなサイズの有機 TFT でも必要な機能を発揮させることができるようになり、精細度の向上をもたらすこととなった。

(2) 有機半導体と接触する金属電極の形状を最適化して、接触界面に起因する抵抗を約 1/5 に低減することに成功した。

有機 TFT においては、主として金属で構成されるソースおよびドレイン電極と有機半導体層とが接触する界面で、通常は接触抵抗が発生してしまい、これにより出力電流が低減してしまうことが問題となっている。本開発においては、電極の形状に工夫を凝らし、より品質の高い半導体薄膜を形成させることを可能にしたことで、この有機半導体と電極との界面に発生する接触抵抗を低減することに成功した。これにより有機 TFT の性能を向上させることとなった。

(3) 今回試作に成功した有機 TFT 駆動カラー液晶ディスプレイの仕様は、以下の通り。

画面サイズは対角 1.4 インチ。画素数は 80×80(RGB)、画素サイズは 318 μm×106 μm (RGB)、精細度 80ppi、カラー表示可能【[図 1, 2, 表 1 参照](#)】。このディスプレイは、現在までに試作された有機 TFT 駆動液晶ディスプレイとしては、世界最高の精細度を有している。



図 1 . 試作した有機 TFT 駆動カラー液晶表示パネル

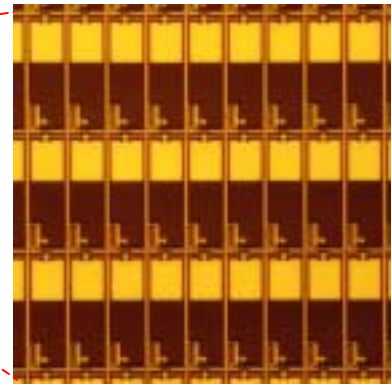


図 2 . 試作したパネルの画素

表 1 . パネル仕様

パネルサイズ	1.4 インチ
精細度	80ppi
画素数	80 X 80 (RGB)
画素サイズ	318 μ m X 106 μ m (RGB)
TFT サイズ W/L	50 μ m / 5 μ m
画素容量	3pF
信号電圧	10V
走査電圧	35V
駆動周波数	60Hz

なお、有機半導体 / 電極界面の工夫による有機 TFT の高性能化は、NEDO 技術開発機構の委託事業「高効率有機デバイスの開発」で得られたものである。

今後の予定

有機 TFT は、印刷法などでプラスチックなどのフレキシブル基板上に作製することが可能であることから、電子ペーパーを駆動させる TFT として最も有望な技術の一つと期待されている。今回の試作では、保護膜以外は真空プロセスとフォトリソグラフィを用いて有機 TFT を作製しており、今後は、別途開発中のアライメントフリー製法などの有機 TFT 印刷法の適用を図り、印刷 TFT 駆動の高精細ディスプレイを開発する予定である。

これら、低コストの印刷製法で形成可能な有機 TFT の特長を生かして、あらゆる人やものをネットワークで繋ぐユビキタス情報社会に向けて、シートディスプレイ等の新しいディスプレイ市場を創生することが期待される。

用語の説明

有機薄膜トランジスタ（有機 TFT: Organic Thin Film Transistor）

活性層に有機半導体を用いる薄膜トランジスタ。

電子ペーパー

紙のように薄くしなやかなディスプレイ。電子新聞、電子書籍、電子広告、電子ドキュメント紙、電子ノート紙などとして用いられる紙代替ディスプレイとして、その実現に大きな期待が寄せられている。

常温プロセス

通常の半導体製造プロセスにおいては、数百 °C の高温で処理を施す工程が必ず入ってきている。これは、その工程自体が大量のエネルギーを必要としてしまう。また、プラスチックなどの可塑性を有する基板の上に、電子デバイスを形成していくと、このフレキシブル基板の上に形成されたフレキシブル電子デバイスは、耐衝撃性に強くなるため、携帯性の電子機器に適応することが強く望まれている。しかし、生産工程において、高温処理工程が入ってしまうと、プラスチック基板が溶けてしまうので、高温プロセスではこのようなフレキシブル電子デバイスの実現はできない。

非晶質シリコン TFT

活性層が非晶質のシリコンで構成される薄膜トランジスタ。現在、液晶ディスプレイの駆動などに用いられている。

シートディスプレイ

電子ペーパーや電子スクリーンなどのシート状のフラットディスプレイ。安価で大量生産が可能であることなどが求められている。

アライメントフリー製法

フォトリソグラフィを用いず、超微粒子や有機物質からなるナノ材料が自然に集まって構造形成する自己組織化現象を利用して、最小寸法 5 μm 以下の素子構造を印刷で形成する有機 TFT の印刷製法。

ソース電極、ドレイン電極

薄膜トランジスタを構成する電極の名称。これらの他にゲート電極がある。

フォトリソグラフィ

基板全面に形成した薄膜を、さらにその上に形成したフォトレジストをマスクにしてエッチング除去し、薄膜部品を形成する半導体プロセスで用いられる部品形成方法。

ユビキタス情報社会

場所や時間の制約を受けることなく、“いつでもどこでも”情報の授受を可能にする安心で快適な情報社会。人に対する情報端末機器としてのシートディスプレイや、物に対する情報端末機器としての IC タグなどが必要とされる。

本件問い合わせ先

独立行政法人 産業技術総合研究所 広報部

広報業務室 [担当：大竹] 〒305-8568 茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2

つくば本部・情報技術共同研究棟 8F

TEL：029-862-6216 FAX：029-862-6212

E-mail：presec@m.aist.go.jp

株式会社 日立製作所 中央研究所

企画室 [担当：内田、木下] 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 280 番地

TEL：042-327-7777 (ダイヤルイン)

このニュースリリース記載の情報(製品価格、製品仕様、サービスの内容、発売日、お問い合わせ先、URL 等)は、発表日現在の情報です。予告なしに変更され、検索日と情報が異なる可能性もありますので、あらかじめご了承ください。
