

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5439723号
(P5439723)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月27日(2013.12.27)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 29/78	6 1 7 K
HO 1 L 21/28 (2006.01)	HO 1 L 21/28	3 0 1 B
HO 1 L 51/05 (2006.01)	HO 1 L 29/28	1 0 0 A
HO 1 L 29/417 (2006.01)	HO 1 L 29/50	M
HO 1 L 29/423 (2006.01)	HO 1 L 29/58	G
請求項の数 18 (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-11698 (P2008-11698)
 (22) 出願日 平成20年1月22日(2008.1.22)
 (65) 公開番号 特開2009-176828 (P2009-176828A)
 (43) 公開日 平成21年8月6日(2009.8.6)
 審査請求日 平成22年9月21日(2010.9.21)

前置審査

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100079108
 弁理士 稲葉 良幸
 (74) 代理人 100080953
 弁理士 田中 克郎
 (72) 発明者 青木 敬
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 守谷 壮一
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 綿引 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜トランジスタ、マトリクス基板、電気泳動表示装置および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の上方に、対向して配置されたソース電極およびドレイン電極と、
 前記ソース電極およびドレイン電極間に配置された有機半導体膜と、
 前記有機半導体膜の第1面又は前記第1面と逆側の第2面上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極と、
 を有し、
 前記ゲート電極は、前記ソース電極およびドレイン電極間と、前記有機半導体膜とが重なるチャンネル領域に、凹部を有し、
 前記凹部を介して前記チャンネル領域に光を導入可能に構成されており、
 前記凹部底部に位置する前記ゲート電極は、前記凹部に導入された光が透過可能な厚みである、
 薄膜トランジスタ。

【請求項2】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極と重なる領域から前記ドレイン電極と重なる領域まで繋がる経路部を有する、請求項1に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項3】

前記凹部および前記ゲート電極の膜厚部分との境界を画定する端辺であって、互いに対向する一対の端辺の各々から前記端辺に直角に前記凹部の内側へ向けて、前記ゲート絶縁

膜の膜厚方向に対して45°の角度で延ばした直線が前記ゲート絶縁膜の膜厚以内で交差する、請求項1に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項4】

前記凹部は、前記ソース電極又は前記ドレイン電極の上部に形成されていることを特徴とする請求項3に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項5】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極から前記ドレイン電極への第1方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第1配線を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項6】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極から前記ドレイン電極への第1方向と交差する第2方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第2配線を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項7】

前記第2配線は、前記チャンネル領域外で、前記第1方向に延在する第3配線によって接続されていることを特徴とする請求項6に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項8】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極から前記ドレイン電極への第1方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第1配線と、前記第1方向と交差する第2方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第2配線と、を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項9】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記凹部を複数有し、前記複数の凹部は、アレイ状に配置されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項10】

基板の上方に、対向して配置されたソース電極およびドレイン電極と、前記ソース電極およびドレイン電極間に配置された有機半導体膜と、前記有機半導体膜の第1面又は前記第1面と逆側の第2面上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極と、を有し、

前記ゲート電極は、導電性粒子を含有する液体を固化することにより形成された多孔質の導電性膜であって、

前記導電性膜を介して前記有機半導体膜に光を導入可能に構成されており、

前記ゲート電極の光透過率が20 - 80%である、薄膜トランジスタ。

【請求項11】

前記凹部底部に位置する前記ゲート電極の厚さは、100nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項12】

前記凹部底部に位置する前記ゲート電極の厚さは、50nm以下であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項13】

前記ゲート電極は、第1導電性膜と第2導電性膜との積層膜を有し、前記凹部は、その底部に前記第1導電性膜を露出する凹部であることを特徴とする請求項1に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項14】

前記第1導電性膜の厚さは、100nm以下であることを特徴とする請求項13に記載

10

20

30

40

50

の薄膜トランジスタ。

【請求項 15】

前記第1導電性膜の厚さは、50nm以下であることを特徴とする請求項13に記載の薄膜トランジスタ。

【請求項 16】

請求項1乃至15のいずれか一項に記載の薄膜トランジスタを複数有することを特徴とするマトリクス基板。

【請求項 17】

請求項16に記載のマトリクス基板を有することを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項 18】

請求項17に記載の電気泳動表示装置を有することを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄膜トランジスタ、特に、有機半導体膜を用いた薄膜トランジスタ等に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、TFT(thin film transistor、薄膜トランジスタ)用の半導体材料として、有機半導体材料が注目を集めている(例えば、下記非特許文献1参照)。有機半導体は、塗布法や真空蒸着法といった簡便な技術を用いることによって容易に薄膜形成が可能であることに加え、アモルファスまたは多結晶シリコンを用いた従来のTFTに比べて、製造プロセス温度を低温化できるという利点がある。プロセス温度の低温化により、耐熱性の低いプラスチック基板上への形成が可能となり、ディスプレイの軽量化や低コスト化、さらにはプラスチック基板のフレキシビリティを活かしたことによる用途の多様化等が期待されている。

【0003】

なお、下記特許文献1には、ゲート電極及びゲート絶縁膜が透光性を有する光センサが開示されている。

【特許文献1】特開2005-302888号公報

【非特許文献1】「有機トランジスタ材料の評価と応用」、シーエムシー出版、第1章材料

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明者らは、有機トランジスタを用いた電子ペーパーなどの表示装置に係る研究・開発に従事し、トランジスタ特性を良くすることにより装置特性を向上させることを検討している。

【0005】

しかしながら、上記表示装置に用いられる表示装置においては、表示を繰り返す内に、トランジスタの閾値がシフトしたり、また、キャリアの移動度が低下したりするなどの現象が確認された。これは、表示を繰り返す内に、有機トランジスタ内、具体的には、有機半導体膜とゲート絶縁膜との界面やこれらの膜中に、キャリアがトラップされ、トランジスタ特性を変化させてしまうことが原因と考えられる。

【0006】

そこで、本発明に係る具体的態様は、有機半導体膜を用いた薄膜トランジスタの特性の向上を図ることを目的とする。また、本発明に係る具体的態様は、上記薄膜トランジスタを用いたマトリクス基板、電気泳動装置や電子機器の特性の向上を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

本発明に係る半導体装置は、基板の上方に、対向して配置されたソース電極およびドレイン電極と、前記ソース電極およびドレイン電極間に配置された有機半導体膜と、前記有機半導体膜の第1面又は前記第1面と逆側の第2面上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極と、を有し、前記ゲート電極は、前記ソース電極およびドレイン電極間と、前記有機半導体膜とが重なるチャンネル領域に、凹部を有し、前記凹部を介して前記チャンネル領域に光を導入可能に構成されており、前記凹部底部に位置する前記ゲート電極は、前記凹部に導入された光が透過可能な厚みである。

【 0 0 0 8 】

かかる構成によれば、上記凹部を介して光が入射し、チャンネル領域にトラップされたキャリア（電子又はホール）をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。また、凹部の底部に残存するゲート電極によって、凹部に対応する領域においてもチャンネル電流が流れ、トランジスタの駆動能力の向上を図ることができる。

10

【 0 0 0 9 】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極と重なる領域から前記ドレイン電極と重なる領域まで繋がる経路部を有する。かかる構成によれば上記経路部によりチャンネル電流の導通が図れる。

【 0 0 1 0 】

前記凹部および前記ゲート電極の膜厚部分との境界を画定する端辺であって、互いに対向する一対の端辺の各々から前記端辺に直角に前記凹部の内側へ向けて、前記ゲート絶縁膜の膜厚方向に対して45°の角度で延ばした直線が前記ゲート絶縁膜の内部で交差する。

20

【 0 0 1 1 】

前記開口部は、前記ソース電極又は前記ドレイン電極の上部に形成されている。かかる構成によれば、開口部に対応する領域においてチャンネル電流が流れるとともに、ゲート電極とソース電極、又はゲート電極とドレイン電極との間の寄生容量を低減できる。

【 0 0 1 2 】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極から前記ドレイン電極への第1方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第1配線を有する。このように、第1配線を複数設け、これらの間を開口部としてもよい。

30

【 0 0 1 3 】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極から前記ドレイン電極への第1方向と交差する第2方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第2配線を有する。このように、第2配線を複数設け、これらの間を開口部としてもよい。

【 0 0 1 4 】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記ソース電極から前記ドレイン電極への第1方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第1配線と、前記第1方向と交差する第2方向に延在し、一定の間隔を置いて配置された複数のライン状の第2配線と、を有する。このように、第1および第2配線を複数設け、これらの間を開口部としてもよい。

40

【 0 0 1 5 】

前記第2配線は、前記チャンネル領域外で、前記第1方向に延在する第3配線によって接続されている。このように、第2配線を接続してもよい。

【 0 0 1 6 】

前記ゲート電極は、前記チャンネル領域において、前記開口部を複数有し、前記複数の開口部は、アレイ状に配置される。このように、アレイ状に複数の開口部を設けてもよい。

【 0 0 1 7 】

本発明に係る半導体装置は、基板の上方に、対向して配置されたソース電極およびドレ

50

イン電極と、前記ソース電極およびドレイン電極間に配置された有機半導体膜と、前記有機半導体膜の第1面又は前記第1面と逆側の第2面上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極と、を有し、前記ゲート電極は、導電性粒子を含有する液体を固化することにより形成された多孔質の導電性膜であって、前記導電性膜を介して前記有機半導体膜に光を導入可能に構成されており、前記ゲート電極の光透過率が20 - 80%である。

【0018】

かかる構成によれば、上記空隙を介して光が入射し、チャンネル領域にトラップされたキャリア（電子又はホール）をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。また、導電性粒子を含有する液体を固化することで、容易に、また、安価に上記空隙を形成することができる。

10

【0020】

かかる構成によれば、上記凹部を介して光が入射し、チャンネル領域にトラップされたキャリア（電子又はホール）をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。また、凹部の底部に残存するゲート電極によって、凹部に対応する領域においてもチャンネル電流が流れ、トランジスタの駆動能力の向上を図ることができる。

【0021】

例えば、前記凹部底部に位置する前記ゲート電極の厚さは、100nm以下である。より好ましくは、50nm以下である。このように、凹部底部に薄くゲート電極を残存させることで、光の透過性を向上させることができる。

20

【0022】

例えば、前記ゲート電極は、第1導電性膜と第2導電性膜との積層膜を有し、前記凹部は、その底部に前記第1導電性膜を露出する凹部である。このように、ゲート電極を積層膜で構成してもよい。この場合、凹部底部には、第1導電性膜が位置するため、当該膜厚を制御し易くなる。即ち、光の透過性を制御し易くなる。

【0023】

例えば、前記第1導電性膜の厚さは、100nm以下である。より好ましくは、50nm以下である。このように、凹部底部に第1導電性膜を薄く残存させることで、光の透過性を向上させることができる。

【0024】

本発明に係るマトリクス基板は、上記薄膜トランジスタを複数有する。かかる構成によれば、マトリクス基板の特性の向上を図ることができる。

30

【0025】

本発明に係る電気泳動表示装置は、上記マトリクス基板を有する。かかる構成によれば、電気泳動表示装置の特性の向上を図ることができる。

【0026】

本発明に係る電子機器は、上記電気泳動表示装置を有する。かかる構成によれば、電子機器の特性の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。なお、同一の機能を有するものには同一もしくは関連の符号を付し、その繰り返しの説明を省略する。

40

<実施の形態1>

[有機トランジスタの構造]

図1～図3は、本実施の形態の有機トランジスタの製造方法を示す断面図および平面図である。まず、最終工程図である図3を参照しながら、本実施の形態の有機トランジスタ（半導体装置）の構成について説明する。図3(A)および(B)は、断面図であり、図3(C)は、平面図である。図3(A)および図3(B)は、それぞれ図3(C)のA-AおよびB-B断面に対応する。なお、断面図および平面図において、説明の便宜上スケールを変えて表示した部分がある。また、平面図においても説明を分かり易くするため適

50

宜ハッチングを付してある。また、本実施の形態の有機トランジスタの構成は、後述する製造方法の説明においてより明確となるため、ここでは、その特徴的な構成について説明する。

【0028】

図3(B)に示すように、本実施の形態の有機トランジスタは、基板1上に形成された下地絶縁膜3と、その上部に形成された有機半導体膜5と、有機半導体膜5上に一定の間隔を置いて対向して配置されたソース電極7sおよびドレイン電極7dと、有機半導体膜5上にゲート絶縁膜9を介して配置されたゲート電極11(11b、11c)とを有する。当該有機トランジスタは、いわゆる、トップゲート型-トップコンタクト構造のトランジスタである。

10

【0029】

ここで、上記ゲート電極11中には、開口部11aが設けられている(図3(A)、(C)参照)。

【0030】

従って、当該開口部11aを介してチャンネル領域へ光(可視光や紫外光など)が入射し、チャンネル領域にトラップされたキャリア(電子又はホール)をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。チャンネル領域内にキャリアがトラップされることによる閾値の変動やキャリアの移動度の低下を是正することができる。また、素子寿命を向上させることができる。なお、ここで「デトラップ」とは、半導体や絶縁膜、およびそれらの界面にトラップされたキャリア(電子又はホール)が光エネルギーを吸収し、トラップサイトから解放される事を指す。

20

【0031】

また、開口部11aによって、ゲート電極の面積が減少するため、ゲート電極とソース電極間や、ゲート電極とドレイン電極間の寄生容量を低減することができる。特に、開口部11aをソース電極又はドレイン電極の上部に配置することで、寄生容量を低減できる。さらに、追って詳細に説明するように、後述する開口部11aの端部から、開口部11aの内側へ、鉛直方向(ゲート絶縁膜9方向へ垂直な方向)から45°の角度で、有機半導体膜5上に投影した投影領域(R1)が開口部11aを覆うように開口部11aを形成すれば、当該開口部11aの下方にもチャンネル(電流の経路)が形成される(図5参照)。

30

【0032】

以上の説明のように、上記構成によれば、トランジスタ特性を向上させることができる。特に、後述するように、当該有機トランジスタを、例えば、表示装置の駆動素子として用いた場合、動作速度の向上やコントラストの向上を図ることができる。

[有機トランジスタの製造方法]

次いで、図1~図3を参照しながら、本実施の形態の有機トランジスタの製造方法について説明するとともに、その構成をより明確にする。

(下地膜形成工程)

図1(A)に示すように、基板1として、例えば、ガラス基板を準備し、基板1上に、下地絶縁膜3として例えば酸化シリコン膜をCVD(化学気相成長:Chemical Vapor Deposition)法で形成する。ガラス基板の他、アルミニウム(Al)やステンレスなどの金属基板や軽量で柔軟性のあるプラスチック基板を用いてもよい。プラスチック基板としては、熱可塑性樹脂や熱硬化性樹脂などを材料として用いることができる。

40

(有機半導体膜形成工程)

次いで、図1(B)および図1(C)に示すように、下地絶縁膜3上に、有機半導体膜5を形成する。例えば、有機半導体材料として、例えば、ポリ(3-ヘキシルチオフェン)(P3HT)を用い、当該化合物溶液を下地絶縁膜3上にスピコート法を用いて塗布し、乾燥、焼成(結晶化)することにより有機半導体膜5を形成する。その後、有機半導体膜5を所望の形状、例えば、略矩形状(図1(C)参照)にパターンニングする。

【0033】

50

例えば、有機半導体膜 5 上に、フォトレジスト膜を形成し、露光・現像することにより、略矩形形状のフォトレジスト膜を形成する。このフォトレジスト膜をマスクに、有機半導体膜 5 をエッチングし、残存するフォトレジスト膜を除去する。このフォトレジスト膜の形成から除去までの一連の工程をパターニングという。

【 0 0 3 4 】

有機半導体としては、上記ポリ(3-ヘキシルチオフェン)(P3HT)の他、ポリ(3-アルキルチオフェン)、ポリ(3-オクチルチオフェン)、ポリ(2,5-チエニレンピニレン)(PTV)、ポリ(パラ-フェニレンピニレン)(PPV)、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン)(PFO)、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-コ-ビス-N,N'-(4-メトキシフェニル)-ビス-N,N'-フェニル-1,4-フェニレンジアミン)(PFMO)、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-コ-ベンゾチアゾール)(BT)、フルオレン-トリアリルアミン共重合体、トリアリルアミン系ポリマー、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン-コ-ジチオフェン)(F8T2)のようなフルオレン-ピチオフェン共重合体等のポリマー有機半導体材料、またC60、あるいは、金属フタロシアニンあるいはそれらの置換誘導体、あるいは、アントラセン、テトラセン、ペンタセン、ヘキサセン等のアセン分子材料、あるいは、 π -オリゴチオフェン類、具体的にはクォーターチオフェン(4T)、セキシチオフェン(6T)、オクタチオフェンのような低分子系有機半導体のうち1種または2種以上を混合して用いることができる。

【 0 0 3 5 】

なお、有機半導体膜 5 は、スピンコート法その他、CVD法や真空蒸着などにより形成することができる。また、インクジェット法により形成してもよい。インクジェット法を用いた場合、所望の領域に上記化合物溶液を吐出することができるため、パターニング工程を省略することができる。

(ソース電極およびドレイン電極形成工程)

次いで、図2(A)および図2(B)に示すように、有機半導体膜 5 上にソース電極 7s およびドレイン電極 7d を形成する。例えば、有機半導体膜 5 上に、導電性膜としてAu(金)膜をスパッタリングで堆積する。次いで、Au膜を、所定の間隔をおいて対向する一対の略矩形形状にパターニングする。

【 0 0 3 6 】

導電性膜としては、Auの他、Al、クロム(Cr)、Ta(タンタル)等を用いてもよい。また、後述するゲート電極の材料(導電性材料)を用いてもよい。また、スパッタリング法に変えて、上記導電性粒子を含む液状材料を有機半導体膜 5 上にスピンコート法を用いて塗布し、乾燥、焼成(固化)することにより導電性膜を形成し、その後、パターニングしてもよい。また、インクジェット法を用いて上記液体材料を所望の領域に塗布し、乾燥、焼成することでソース電極 7s およびドレイン電極 7d を形成してもよい。この場合、上記パターニング工程を省略することができる。また、リフトオフ法によりソース電極 7s およびドレイン電極 7d を形成してもよい。例えば、基板 1 上に、ソース電極 7s およびドレイン電極 7d の形状に対応した開口部を有するフォトレジスト膜を形成し、基板 1 上の全体に導電性膜を形成する。その後、フォトレジスト膜を剥離することにより、フォトレジスト膜の開口部にのみ導電性膜を残存させてもよい。

(ゲート絶縁膜形成工程)

次いで、図3(A)~図3(C)に示すように、有機半導体膜 5、ソース電極 7s およびドレイン電極 7d 上にゲート絶縁膜 9 を形成する。ゲート絶縁膜 9 の膜厚は、10nm以上1 μ m以下である。例えば、ゲート絶縁膜 9 としてポリイミドなどの絶縁材料またはその前駆体を含む溶液を、スピンコート法を用いて、有機半導体膜 5 等の上部に塗布した後、熱処理を施すことによりゲート絶縁膜 9 を形成する。あるいは、インクジェット法を用いて上記溶液を吐出し、熱処理を施すことによりゲート絶縁膜 9 を形成してもよい。また、CVD法によりゲート絶縁膜 9 を形成してもよい。

【 0 0 3 7 】

ゲート絶縁膜 9 としては、無機材料、有機材料のいずれを用いてもよい。無機材料とし

ては、例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜等の金属酸化物を用いることができる。また、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコニウムチタン酸鉛等の金属複合酸化物を用いてもよい。また、有機材料としては、例えば、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリアセタール、ポリパラキシレン、ポリアクリレート、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリオレフィン、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンスルファイド、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルケトン、ポリフタルアミド、ポリエーテルニトリル、ポリエーテルスルホン、ポリベンズイミダゾール、ポリカルボジイミド、ポリシロキサン、ポリメチルメタクリレート、ポリメタクリルアミド、ニトリルゴム、アクリルゴム、ポリエチレンテトラフルオライド、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、ウレ

10

(ゲート電極形成工程)

次いで、図3(A)および図3(B)に示すように、ゲート絶縁膜9上に、導電性膜を形成し、所望の形状にパターニングすることによりゲート電極11を形成する。例えば、ゲート電極上に、導電性膜としてAl(アルミニウム)膜をスパッタリングで堆積する。次いで、Al膜を、後述する形状にパターニングする。

【0038】

ゲート電極13の材料としては、例えば、Alの他、Cr、Ta、Mo(モリブデン)、Nb(ニオブ)、Cu(銅)、Ag(銀)、Au(金)、Pt(白金)、Pd(パラジウム)、In(インジウム)、Nd(ネオジム)などの金属や、これらの金属を含有する合金などを用いてもよい。また、InO₂、SnO₂、ITO(酸化インジウムスズ: Indium Tin Oxide)などの導電性の金属酸化物を用いてもよい。また、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリアセチレンなどの導電性高分子や、これらに各種添加物を加えたものを用いてもよい。添加物としては、例えば、塩酸、硫酸、スルホン酸等の酸、PF₆、AsF₅、FeCl₃等のルイス酸、ヨウ素等のハロゲン原子、Na(ナトリウム)、K(カリウム)等の金属原子等が挙げられる。また、カーボンブラックや金属粒子を分散した導電性の複合材料等をゲート電極11として用いてもよい。

20

【0039】

また、導電性粒子を含む液状材料を用いてスピコート法やインクジェット法を用いて塗布し、乾燥、焼成(固化)することにより導電性膜を形成し、その後、パターニングしてもよい。また、リフトオフ法によりゲート電極9を形成してもよい。

30

【0040】

ここで、本実施の形態の特徴的構造は、開口部11aを有することにある。通常のトランジスタにおいては、ソース電極7s上からドレイン電極7d上にライン状に延在するようゲート電極を形成するが、本実施の形態においては、当該ゲート電極11中に複数の開口部11aを有する。

【0041】

従って、前述したように、当該開口部11aを介してチャネル領域CHへ光が入射し、チャネル領域にトラップされたキャリア(電子又はホール)をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。チャネル領域CH内にキャリアがトラップされることによる閾値の変動やキャリアの移動度の低下を是正することができる。

40

(ゲート電極の構造)

図4および図5は、本実施の形態の有機トランジスタのゲート電極の構造を説明するための平面図又は断面図である。図4(A)は、チャネル領域CHを示す平面図であり、図4(B)は、ゲート電極の第1配線部11bを示す平面図である。図5(A)および(B)は、ゲート電極の第2配線部11cを示す拡大断面図である。

【0042】

以下に、図3~図5を参照しながら本実施の形態の有機トランジスタのゲート電極の構

50

造についてさらに詳細に説明する。

【0043】

本実施の形態のゲート電極11は、図3(C)に示すように、チャネル領域CH(図4(A)参照)上にx方向に延在する第1配線部(第1ゲート部、経路部)11bと、y方向に延在する複数の第2配線部(第2ゲート部)11cとで構成される。第2配線部11cは、幅がdで間隔dを置いてy方向に延在している。第2配線部11cのそれぞれの中心部を接続するよう第2配線部11bがx方向に、ソース電極7s上からドレイン電極7d上まで延在している(図4(B)参照)。

【0044】

従って、少なくとも第1配線部11bに対応して、ソース電極7sからドレイン電極7dへの電流の経路は確保される。よって、トランジスタのオン動作に応じてチャネル電流が流れる。

【0045】

さらに、図5に示すように、開口部11aの端部から、開口部11aの内側へ、鉛直方向(ゲート絶縁膜9方向へ垂直な方向)から45°の角度で、有機半導体膜5上に投影した投影領域R1が、重なっている場合には、当該開口部11aの下方にもチャネル(電流の経路)が形成される。これは、発明者等による実験結果に基づく知見であり、当該角度が45°以内であれば、ゲート電圧はチャネル部に正しく印加される。

【0046】

よって、電流の経路が増加するため、チャネル電流を大きく確保することができる。従って、有機トランジスタの駆動能力を向上させることができる。

【0047】

また、開口部11aの最大幅が、ゲート絶縁膜9の厚さの2倍以下であれば、開口部11aの下方の全域にチャネル(電流の経路)が形成される。ここで言う、ゲート絶縁膜9の厚さは、上記チャネル領域CH上(有機半導体膜5とゲート電極11との間)に位置するゲート絶縁膜9の厚さを言う(図3(A)参照)。なお、開口部11aの最大幅が、ゲート絶縁膜9の厚さ以上であっても、開口部11aの下方の全域にチャネル(電流の経路)が形成される場合がある。例えば、略矩形形状の開口部の長辺がゲート絶縁膜9の厚さ以上であっても、短辺がゲート絶縁膜9の厚さ以下であれば、開口部11aの下方の全域にチャネル(電流の経路)が形成される。

【0048】

一方、図5(B)に示すように、上記投影領域R1が重ならない場合には、当該開口部11aの下方にチャネルが形成されない領域R2が生じる。しかしながら、前述したように、例えば、第1配線部11bにより、少なくともソース電極7sからドレイン電極7dへの電流の経路は確保されている場合には、図5(B)に示す構成でも、有機トランジスタの駆動が可能となる。

【0049】

このように、開口部11aの大きさを調整することで、チャネル領域CHの全体を電流の経路とすることができ、トランジスタ特性を向上させることができる。

(ゲート電極の形成方法)

前述したように、本実施の形態のゲート電極11は、例えば、スパッタリング法や前述の溶液プロセスによって導電性膜を形成した後、当該導電性膜上に、図3(C)の斜線部の形状に対応するフォトリソ膜を形成し、上記導電性膜をエッチングすることにより形成することができる。

【0050】

また、図3(C)の斜線部の形状に対応する開口部を有するフォトリソ膜を形成し、基板1上の全体に導電性膜を形成する。その後、フォトリソ膜を剥離することにより、フォトリソ膜の開口部にのみ導電性膜を残存させてもよい(リフトオフ法)。

【0051】

また、図3(C)の斜線部の形状に対応する開口部を有するメタルマスクを基板1の上

10

20

30

40

50

方に配置し、当該マスクを介して真空蒸着法などにより導電性膜を堆積させることで、ゲート電極 11 を形成してもよい。かかる方法によれば、パターンニング工程を省略できる。

(保護膜形成工程)

次いで、ゲート電極 11 上に必要に応じて保護膜(図示せず)を形成する。保護膜としては、各種絶縁膜を用いることができる。但し、トップゲート型の場合には、ゲート電極 11 上に形成される膜は光透過性を有することが好ましい。

【0052】

以上の工程により本実施の形態の有機トランジスタが完成する。

<実施の形態 2 >

実施の形態 1 においては、ゲート電極 11 のパターンを図 3 (C) に示す形状としたが、かかる形状に限定されず、種々の変形が可能である。

10

【0053】

図 6 (A) ~ 図 6 (D) は、ゲート電極 11 のパターン例を示す平面図である。なお、本実施の形態の有機トランジスタの構造においては、ゲート電極 11 以外は、実施の形態 1 と同様の構造を有する。よって、ゲート電極 11 のパターンニング工程のマスクが異なる以外は、実施の形態 1 と同様の製造工程で形成することができる。

(第 1 例)

本実施の形態の第 1 例のゲート電極 11 は、図 6 (A) に示すように、有機半導体膜 5 (チャンネル領域 CH) 上に、y 方向に延在する複数の第 2 配線部(第 2 ゲート部) 11 c と、これらをチャンネル領域 CH の外で接続するよう x 方向に延在する第 3 配線部(第 3 ゲート部) 11 d とを有する。第 2 配線部 11 c は、幅が d で間隔 d を置いて y 方向に延在している。この場合、間隔 d をゲート絶縁膜 9 の厚さ以下とすることで、開口部 11 a の下方の全域にチャンネル(電流の経路)を形成することができる。

20

(第 2 例)

本実施の形態の第 2 例のゲート電極 11 は、図 6 (B) に示すように、有機半導体膜 5 (チャンネル領域 CH) 上に、x 方向に延在する複数の第 1 配線部(第 1 ゲート部、経路部) 11 b と、y 方向に延在する第 2 配線部(第 2 ゲート部) 11 c とを有する。第 1 配線部 11 b は、幅が d で間隔 d を置いて y 方向に延在している。第 1 配線部 11 b のそれぞれの中心部を接続するよう第 2 配線部 11 c が x 方向に延在している。

【0054】

この場合、第 1 配線部 11 b が、ソース電極 7 s 上からドレイン電極 7 d 上まで延在しているので、第 1 配線部 11 b に対応して、ソース電極 7 s からドレイン電極 7 d への電流の経路は確保される。さらに、間隔 d をゲート絶縁膜 9 の厚さ以下とすることで、開口部 11 a の下方の全域にチャンネル(電流の経路)を形成することができる。

30

(第 3 例)

本実施の形態の第 3 例のゲート電極 11 は、図 6 (C) に示すように、有機半導体膜 5 (チャンネル領域 CH) 上に、x 方向に延在する複数の第 1 配線部(第 1 ゲート部、経路部) 11 b と、y 方向に延在する複数の第 2 配線部(第 2 ゲート部) 11 c とを有する。第 1 および第 2 配線部 11 b、11 c は、それぞれ幅が d で間隔 d を置いて x 又は y 方向に延在している。

40

【0055】

この場合、第 1 配線部 11 b が、ソース電極 7 s 上からドレイン電極 7 d 上まで延在しているので、第 1 配線部 11 b に対応して、ソース電極 7 s からドレイン電極 7 d への電流の経路は確保される。さらに、間隔 d をゲート絶縁膜 9 の厚さ以下とすることで、開口部 11 a の下方の全域にチャンネル(電流の経路)を形成することができる。

(第 4 例)

本実施の形態の第 4 例のゲート電極 11 は、図 6 (D) に示すように、アレイ状に配置された略円形の開口部 11 a を有する。開口部 11 a の半径は d (直径は 2 d) である。

【0056】

この場合、有機半導体膜 5 (チャンネル領域 CH) 上に、ソース電極 7 s 上からドレイン

50

電極 7 d 上まで延在する経路部が存在しているので、第 1 配線部 1 1 b に対応して、ソース電極 7 s からドレイン電極 7 d への電流の経路は確保される。さらに、半径 d をゲート絶縁膜 9 の厚さ以下とすることで、開口部 1 1 a の下方の全域にチャンネル（電流の経路）を形成することができる。

【 0 0 5 7 】

このように、本実施の形態のゲート電極を有する有機トランジスタにおいても、実施の形態 1 と同様の効果を奏する。

< 実施の形態 3 >

実施の形態 1 においては、ゲート電極 1 1 に開口部 1 1 a を形成したが（図 3（A）参照）、ゲート電極 1 1 に凹部 1 1 g を形成してもよい。

10

【 0 0 5 8 】

図 7 は、本実施の形態の有機トランジスタの構造を示す断面図および平面図である。図 7（A）および図 7（B）は、それぞれ図 7（C）の A - A および B - B 断面に対応する。

【 0 0 5 9 】

本実施の形態のゲート電極形成工程においては、例えば、実施の形態 1 と同様のフォトリソ膜のマスク（図 3（C）参照）を用いエッチングを行うが、エッチングを途中で終了し、凹部 1 1 g の底部にゲート絶縁膜 1 1 を薄く残存させる。凹部 1 1 g の底部のゲート電極 1 1 の膜厚は、100 nm 以下、より好ましくは、50 nm 以下である。

【 0 0 6 0 】

20

このような薄い膜であれば光の透過が可能で、チャンネル領域にトラップされたキャリア（電子又はホール）をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。チャンネル領域内にキャリアがトラップされることによる閾値の変動やキャリアの移動度の低下を是正することができる。

【 0 0 6 1 】

さらに、凹部 1 1 g の底部にゲート電極 1 1 が残存するため、かかる領域にもチャンネルが形成される。よって、凹部 1 1 g の下方の全域にチャンネル（電流の経路）を形成することができ、トランジスタ特性を向上させることができる。

【 0 0 6 2 】

なお、本実施の形態の有機トランジスタにおいては、ゲート電極 1 1 の構成以外は、実施の形態 1 と同様である。よって、上記ゲート電極 1 1 の製造工程以外は、実施の形態 1 と同様である。

30

< 実施の形態 4 >

実施の形態 3 においては、ゲート電極 1 1 を単層としたが、多層とし、下層の膜を凹部 1 1 g の底部に残存させてもよい。

【 0 0 6 3 】

図 8 は、本実施の形態の有機トランジスタの構造を示す断面図である。図 8（A）および図 8（B）は、それぞれ図 7（C）の A - A および B - B 断面に対応する。

【 0 0 6 4 】

本実施の形態のゲート電極形成工程においては、例えば、ゲート絶縁膜 9 上に、第 1 導電性膜 1 1 f を形成した後、その上部に第 2 導電性膜 1 1 s を形成する。第 1 導電性膜 1 1 f の膜厚は、100 nm 以下、より好ましくは、50 nm 以下である。次いで、実施の形態 1 と同様のフォトリソ膜のマスク（図 3（C）参照）を用い、第 1 導電性膜 1 1 f が露出するまで第 2 導電性膜 1 1 s をエッチングする。この場合、凹部 1 1 g の底部にはゲート絶縁膜 1 1 を構成する第 1 導電性膜 1 1 f が薄く残存する。

40

【 0 0 6 5 】

よって、第 1 導電性膜 1 1 f を介して光が透過し、チャンネル領域にトラップされたキャリア（電子又はホール）をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。チャンネル領域内にキャリアがトラップされることによる閾値の変動やキャリアの移動度の低下を是正することができる。

50

【 0 0 6 6 】

さらに、本実施の形態においては、第 1、第 2 導電性膜 1 1 f、1 1 s を異なる導電性膜で構成したので、エッチングの終点が分かり易く、また、凹部 1 1 g の底部に残存させる膜の膜厚を制御しやすくなる。

【 0 0 6 7 】

なお、第 1、第 2 導電性膜の材料に特に限定はなく、実施の形態 1 において説明した各種材料を用いることができる。また、第 1 導電性膜は、第 2 導電性膜より光透過性の高い膜を用いることで、上記デトラップ現象を促進できる。

【 0 0 6 8 】

また、本実施の形態の有機トランジスタにおいては、ゲート電極 1 1 の構成以外は、実施の形態 1 と同様である。よって、上記ゲート電極 1 1 の製造工程以外は、実施の形態 1 と同様である。

< 実施の形態 5 >

また、ゲート電極 1 1 の膜厚自体を薄くしてもよい。図 9 は、本実施の形態の有機トランジスタの構造を示す断面図および平面図である。図 9 (A) は、図 9 (B) の A - A 断面に対応する。

【 0 0 6 9 】

本実施の形態のゲート電極形成工程においては、例えば、図 9 (A) に示すように、ゲート絶縁膜 9 上に、1 0 0 n m 以下、より好ましくは、5 0 n m 以下の導電性膜を堆積し、図 9 (B) に示すような略矩形状にパターニングすることによりゲート電極 1 1 t を形成する。即ち、実施の形態 1 等で説明した開口部 1 1 a は形成しない。

【 0 0 7 0 】

このような薄い膜であれば開口部を形成するまでもなく、光の透過が可能で、チャネル領域にトラップされたキャリア（電子又はホール）をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。チャネル領域内にキャリアがトラップされることによる閾値の変動やキャリアの移動度の低下を是正することができる。

【 0 0 7 1 】

なお、本実施の形態に用いる導電性膜の材料に特に限定はなく、実施の形態 1 において説明した各種材料を用いることができる。

【 0 0 7 2 】

また、本実施の形態の有機トランジスタにおいては、ゲート電極 1 1 の構成以外は、実施の形態 1 と同様である。よって、上記ゲート電極 1 1 の製造工程以外は、実施の形態 1 と同様の工程で形成することができる。

< 実施の形態 6 >

実施の形態 1 ~ 4 においては、ゲート電極 1 1 に開口部 1 1 a 又は凹部 1 1 g を設けたが、ゲート電極の構成材料をポーラス（多孔質）としてもよい。

【 0 0 7 3 】

図 1 0 は、本実施の形態の有機トランジスタの構造を示す断面図および平面図である。

【 0 0 7 4 】

本実施の形態のゲート電極形成工程においては、例えば、導電性粒子を含む液状材料を有機半導体膜 5 上にインクジェット法を用いて例えば略矩形の領域に塗布し、乾燥、焼成（固化）することにより導電性膜を形成する。この際、導電性微粒子の直径や、溶媒（分散液）などを調整し、膜中に空隙（隙間、孔）1 1 p を形成する。

【 0 0 7 5 】

この場合、空隙 1 1 p を介してチャネル領域へ光が入射し、チャネル領域にトラップされたキャリア（電子又はホール）をデトラップすることができる。よって、薄膜トランジスタの特性劣化を低減できる。チャネル領域内にキャリアがトラップされることによる閾値の変動やキャリアの移動度の低下を是正することができる。

【 0 0 7 6 】

また、上記工程によれば、微細な開口部 1 1 a のパターニングが不要となる。よって、

10

20

30

40

50

簡易な工程で安価に、有機トランジスタを形成することができる。

【0077】

なお、上記インクジェット法に変えてスピンコート法を用いてもよい。この場合、導電性膜を例えば略矩形にパターンニングする工程が必要となるが、微細な開口部のパターンニングが不要となり、高度なエッチング制御が不要となる。

【0078】

上記多孔質なゲート電極11pを形成する方法として、例えば、導電性微粒子の粒径(直径)を100nm~1μm程度とする事がこのましい。また、導電性微粒子の分散した溶液の濃度は1%~50%である事が好ましい。かかる濃度の溶液を用いる事により良好な空隙を有するゲート電極を形成することが可能である。

10

【0079】

また、上記多孔質なゲート電極11pの光透過率は20~80%、より好ましくは40~60%程度である。

【0080】

なお、本実施の形態の有機トランジスタにおいては、ゲート電極11の構成以外は、実施の形態1と同様である。よって、上記ゲート電極11の製造工程以外は、実施の形態1と同様である。

<実施の形態7>

上記実施の形態においては、トップゲート型-トップコンタクト構造のトランジスタを例に説明したが、他の構造のトランジスタにも適用可能である。

20

【0081】

図11は、本実施の形態の有機トランジスタの構造を示す断面図である。

【0082】

図11(A)に、トップゲート型-ボトムコンタクト構造のトランジスタの断面図を示す。

【0083】

当該有機トランジスタは、基板1上に形成された下地絶縁膜3と、その上部に一定の距離離間して対向するよう配置されたソース電極7sおよびドレイン電極7dと、ソース電極7sおよびドレイン電極7d間から露出した下地絶縁膜3上にソース電極7sおよびドレイン電極7dと接するよう配置された有機半導体膜5と、有機半導体膜5上にゲート絶縁膜9を介して配置されたゲート電極11とを有する。

30

【0084】

このゲート電極11中には、実施の形態1~4で説明したように開口部11aや凹部11gが設けられている。また、ゲート電極11は、実施の形態5で説明したように薄く(膜厚100nm以下、より好ましくは、50nm以下)形成されている。また、ゲート電極11は、実施の形態6で説明したように多孔質膜である。

【0085】

これらの形成工程は、実施の形態1で説明した各工程を、「下地絶縁膜形成工程」、「ソース電極およびドレイン電極形成工程」、「有機半導体膜形成工程」、「ゲート絶縁膜形成工程」および「ゲート電極形成工程」の順に行えば良い。

40

【0086】

図11(B)に、ボトムゲート型-ボトムコンタクト構造のトランジスタの断面図を示す。

【0087】

当該有機トランジスタは、基板1上に形成されたゲート電極11と、その上部に形成されたゲート絶縁膜9と、その上部に一定の距離離間して対向するよう配置されたソース電極7sおよびドレイン電極7dと、ソース電極7sおよびドレイン電極7d間から露出したゲート絶縁膜9上にソース電極7sおよびドレイン電極7dと接するよう配置された有機半導体膜5と、有機半導体膜5上に配置された保護膜13とを有する。なお、ここでは、下地絶縁膜3の形成は省略されている。

50

【0088】

このゲート電極11中には、実施の形態1～4で説明したように開口部11aや凹部11gが設けられている。また、ゲート電極11は、実施の形態5で説明したように薄く（膜厚100nm以下、より好ましくは、50nm以下）形成されている。また、ゲート電極11は、実施の形態6で説明したように多孔質膜である。

【0089】

これらの形成工程は、実施の形態1で説明した各工程を、「ゲート電極形成工程」、「ゲート絶縁膜形成工程」、「ソース電極およびドレイン電極形成工程」、「有機半導体膜形成工程」、および「保護膜形成工程」の順に行えば良い。なお、図11(B),(C)に示すボトムゲート型においては、ゲート電極11下に配置される基板1が光透過性を有することを前提としている。

10

【0090】

図11(C)に、ボトムゲート型-トップコンタクト構造のトランジスタの断面図を示す。

【0091】

当該有機トランジスタは、基板1上に形成されたゲート電極11と、その上部に形成されたゲート絶縁膜9と、その上部に形成された有機半導体膜5と、有機半導体膜5上に一定の間隔を置いて対向して配置されたソース電極7sおよびドレイン電極7dと、有機半導体膜5上に配置された保護膜13とを有する。なお、ここでは、下地絶縁膜3の形成は省略されている。

20

【0092】

このゲート電極11中には、実施の形態1～4で説明したように開口部11aや凹部11gが設けられている。また、ゲート電極11は、実施の形態5で説明したように薄く（膜厚100nm以下、より好ましくは、50nm以下）形成されている。また、ゲート電極11は、実施の形態6で説明したように多孔質膜である。

【0093】

これらの形成工程は、実施の形態1で説明した各工程を、「ゲート電極形成工程」、「ゲート絶縁膜形成工程」、「有機半導体膜形成工程」、「ソース電極およびドレイン電極形成工程」、および「保護膜形成工程」の順に行えば良い。

<電気光学装置および電子機器>

30

図12は、有機トランジスタを用いたアクティブマトリクス基板の構成例を示す回路図である。図12に示すように、表示装置1は、表示領域1a内にマトリクス状に配置された複数の画素を有する。この画素は、配線27とゲート電極線GLとの交点に配置されている。また、各画素は、画素電極21および有機トランジスタTを有している。例えば、配線27は、Xドライバにより駆動され、また、ゲート電極線GLは、Yドライバにより駆動される。

【0094】

上記アクティブマトリクス基板の薄膜トランジスタTとして上記有機トランジスタを用いることができる。また、XドライバやYドライバに用いられる周辺回路として上記有機トランジスタを用いることができる。

40

【0095】

図13は、上記アクティブマトリクス基板を有する電気泳動装置の構成例を示す平面図および断面図である。

【0096】

図13(A)に示すように、アクティブマトリクス基板1は、配線27と、ゲート電極線GLと、これらの交点に配置された、画素電極21および有機トランジスタTを有する。有機トランジスタTは、図13(B)に示すアクティブマトリクス基板1上の層2中に、実施の形態1～6で詳細に説明したように配置されている。例えば、ソース電極7sが配線(ソース線)27と接続され、ドレイン電極7dが画素電極21と接続される。

【0097】

50

図13(B)に示すように、アクティブマトリクス基板1の上層には、前述の有機トランジスタや、画素電極21などを含む素子層2が形成されている。そして、素子層2の上層には、複数のマイクロカプセル103を有する電気泳動シート105が配置される。当該電気泳動シート105には、対向電極102が形成された対向基板101が含まれている。

【0098】

マイクロカプセル103内には、それぞれ特性の異なる複数種の電気泳動粒子、例えば、電荷および色の異なる2種の電気泳動粒子を含む電気泳動分散液が封入されている。対向電極102は、例えば、ITO等の透明電極材料からなる。

【0099】

上記電気泳動表示装置においては、ゲート線GLに選択信号(選択電圧)が供給されると、この選択信号が供給されたゲート線GLに接続する有機トランジスタがオン状態となる。これにより、当該有機トランジスタに接続されている配線27と画素電極21とは実質的に導通する。このとき、配線27に所望のデータ(電圧)を供給した状態であれば、このデータ(電圧)は画素電極21に供給される。このとき、画素電極21と対向電極102との間に電界が生じ、この電界の方向、強さ等に応じて、マイクロカプセル103中の電気泳動粒子はいずれかの電極(上方)102または画素電極(下方)21に向かって電気泳動する。

【0100】

一方、この状態から、ゲート線GLへの選択信号の供給を停止すると、有機トランジスタはオフとなり、かかる有機トランジスタに接続されている配線27と画素電極21とは非導通状態となる。

【0101】

したがって、ゲート線GLへの選択信号の供給および停止、あるいは、配線27へのデータの供給および停止を適宜組み合わせることで、電気泳動表示装置の表示画素には所望の画像を表示させることができる。

【0102】

このように、上記アクティブマトリクス基板1や電気泳動表示装置に上記実施の形態の有機トランジスタを組み込むことで、これらの特性を向上させることができる。

【0103】

上記電気泳動表示装置は、各種電子機器に組み込むことができる。電子機器の例として、電子ペーパーについて説明する。図14は、電子ペーパーの斜視図である。

【0104】

図14に示す電子ペーパー1200は、紙と同様の質感および柔軟性を有するリライタブルシートで構成される本体1201と、表示ユニット1202とを備えている。このような電子ペーパー1200では、表示ユニット1202が、前述したような電気泳動表示装置で構成されている。

【0105】

上記電子ペーパーは、例えば、新聞記事などの文字情報を表示して使用することができる。このような、電子ペーパーは、駆動電圧が比較的大きく、有機トランジスタのオフ電流の影響を受け難い。また、電子ペーパーにおいては、表示画像の切り替えまでの時間が長く、オフ電流によるデメリットよりも、光照射によるキャリアのデトラップの効果が大きい。また、光の下で表示することが多いため、非使用状態(トランジスタのオフ状態)において、蓄積されたキャリアを随時デトラップでき、品質を改善しつつ、長期間の使用が可能となる。このように、本実施の形態の有機トランジスタは、上記電子ペーパーに用いて好適である。

【0106】

なお、上記電気泳動表示装置は、上記電子ペーパーのみならず、当該装置を用いたパソコンや時計など表示部を有する各種電子機器に広く適用可能である。

【0107】

10

20

30

40

50

また、上記実施の形態の有機トランジスタやアクティブマトリクス基板は、上記電気泳動表示装置の他、有機ELを用いた表示装置や液晶を用いた表示装置等にも使用することができる。

【0108】

また、これらの表示装置を使用した電子機器としては、例えば、テレビ、ビューファインダ型、モニタ直視型のビデオテープレコーダ、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳、電卓、電子新聞、ワードプロセッサ、パーソナルコンピュータ、ワークステーション、テレビ電話、POS端末、タッチパネルを備えた機器等を挙げることができ、これらの各種電子機器の表示部に、上記表示装置、アクティブマトリクス基板や有機トランジスタを適用することが可能である。

10

【0109】

また、上記実施の形態を通じて説明された実施例や応用例は、用途に応じて適宜に組み合わせ、又は変更若しくは改良を加えて用いることができ、本発明は上述した実施の形態の記載に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図1】実施の形態1の有機トランジスタの製造方法を示す断面図および平面図である。

【図2】実施の形態1の有機トランジスタの製造方法を示す断面図および平面図である。

【図3】実施の形態1の有機トランジスタの製造方法を示す断面図および平面図である。

【図4】実施の形態1の有機トランジスタのゲート電極の構造を説明するための平面図である。

20

【図5】実施の形態1の有機トランジスタのゲート電極の構造を説明するための拡大断面図である。

【図6】実施の形態2の有機トランジスタのゲート電極11のパターン例を示す平面図である。

【図7】実施の形態3の有機トランジスタの構造を示す断面図および平面図である。

【図8】実施の形態4の有機トランジスタの構造を示す断面図である。

【図9】実施の形態5の有機トランジスタの構造を示す断面図および平面図である。

【図10】実施の形態6の有機トランジスタの構造を示す断面図および平面図である。

【図11】実施の形態7の有機トランジスタの構造を示す断面図である。

30

【図12】有機トランジスタを用いたアクティブマトリクス基板の構成例を示す回路図である。

【図13】アクティブマトリクス基板を有する電気泳動装置の構成例を示す平面図および断面図である。

【図14】電子ペーパーの斜視図である。

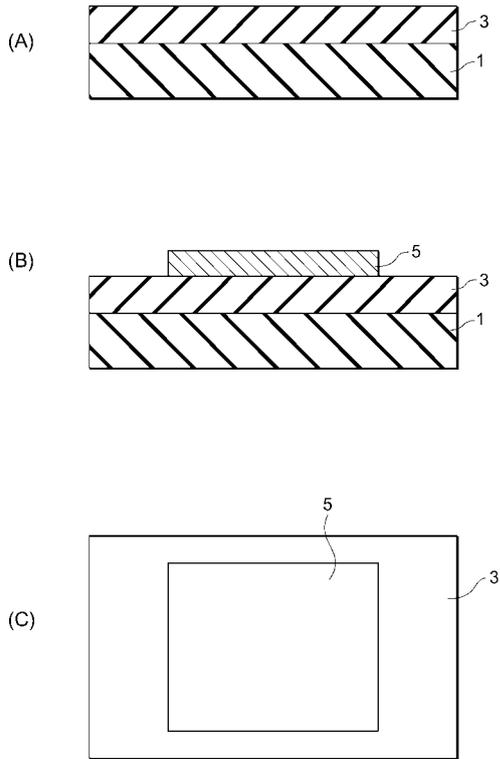
【符号の説明】

【0111】

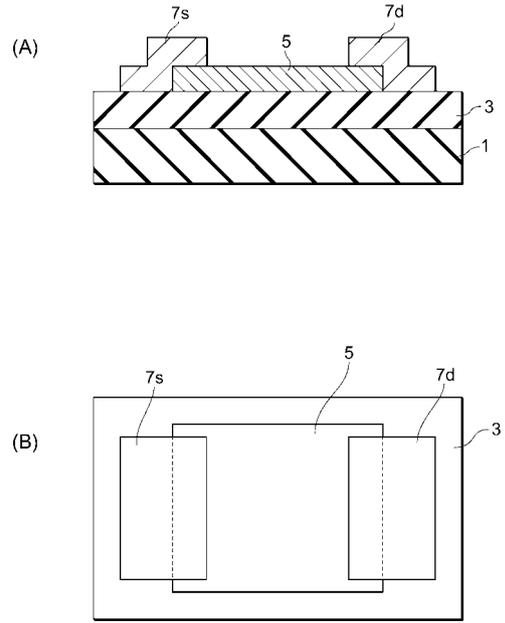
1...基板、1a...表示領域、2...層、3...下地絶縁膜、5...有機半導体膜、7s...ソース電極、7d...ドレイン電極、9...ゲート絶縁膜、11...ゲート電極、11a...開口部、11b...第1配線部、11c...第2配線部、11d...第3配線部、11g...凹部、11f...第1導電性膜、11s...第2導電性膜、11t...ゲート電極、11p...空隙、13...保護膜、21...画素電極、27...配線、101...対向基板、102...対向電極、103...マイクロカプセル、105...電気泳動シート、1200...電子ペーパー、1201...本体、1202...表示ユニット、CH...チャンネル領域、GL...ゲート電極線、R1...投影領域、T...有機トランジスタ

40

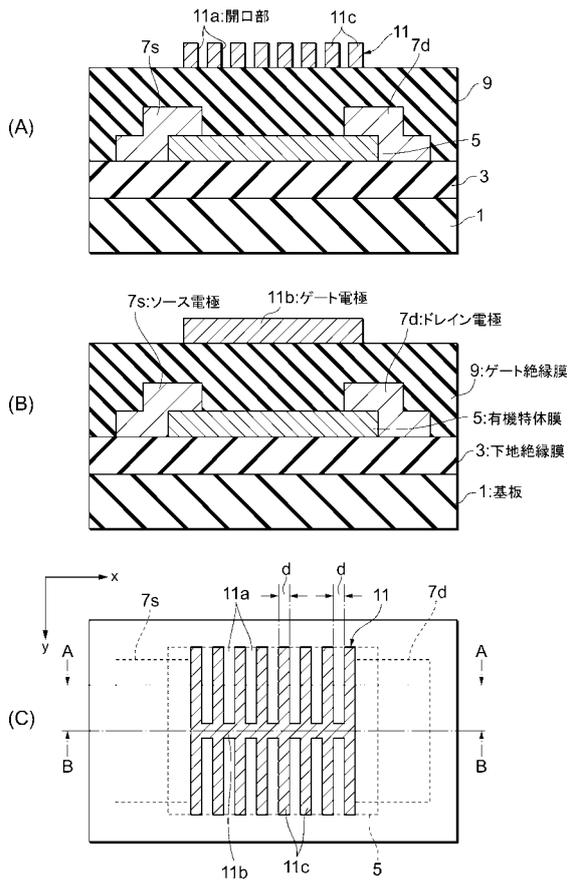
【図1】



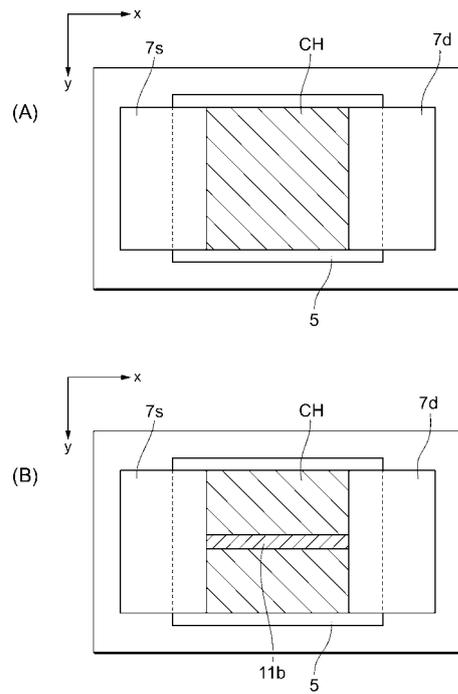
【図2】



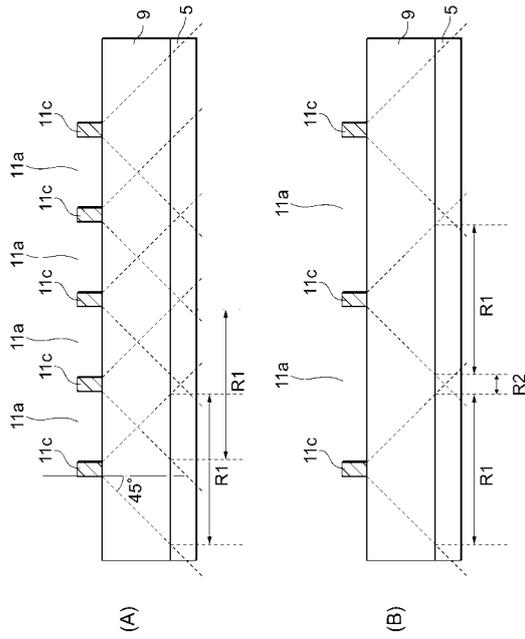
【図3】



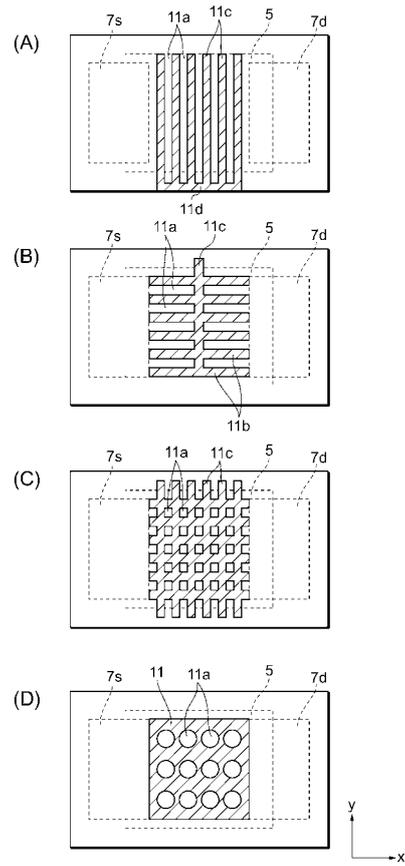
【図4】



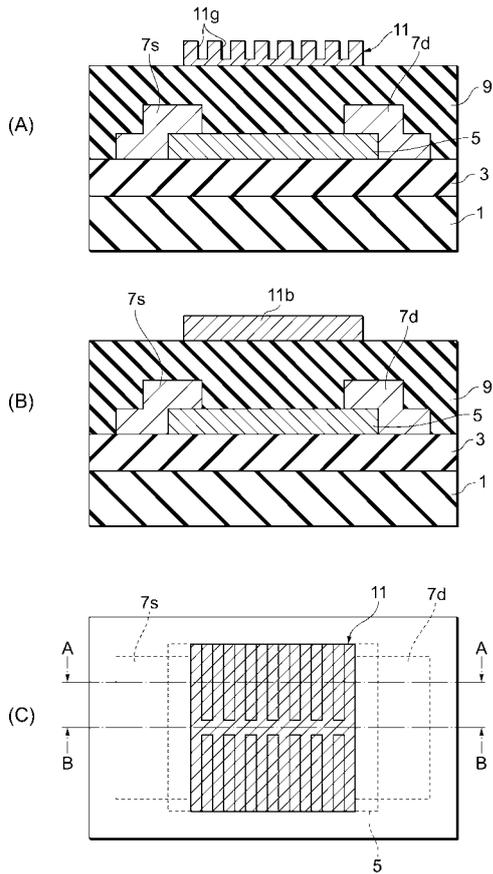
【 図 5 】



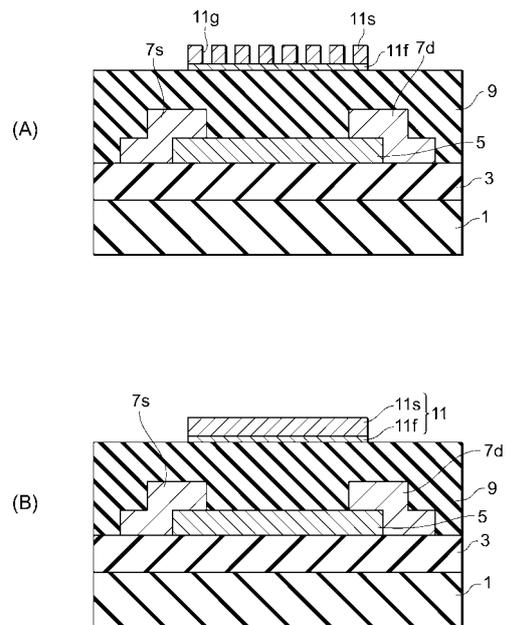
【 図 6 】



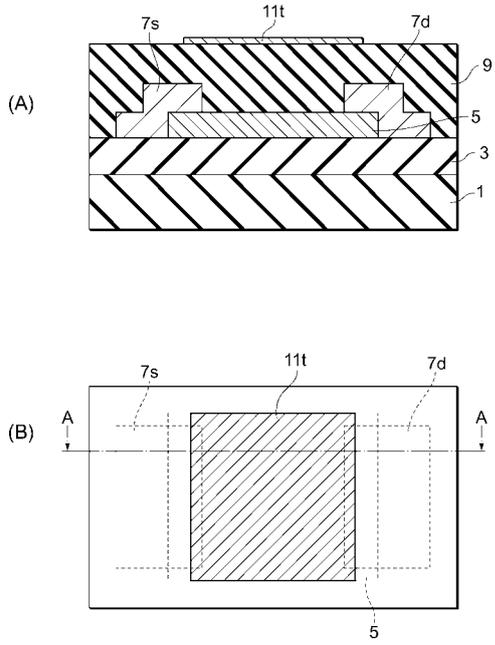
【 図 7 】



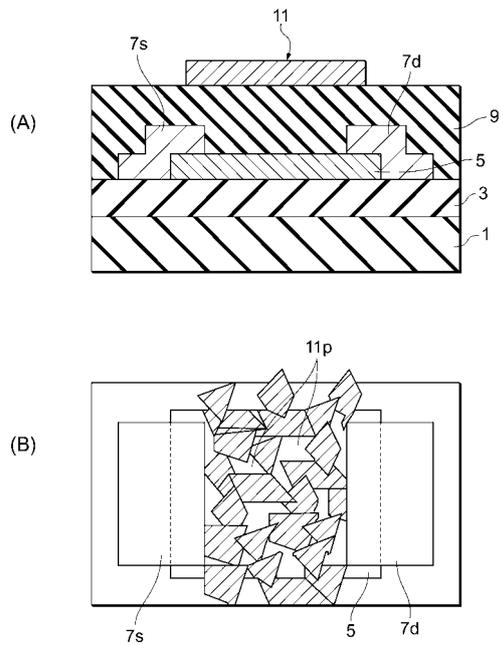
【 図 8 】



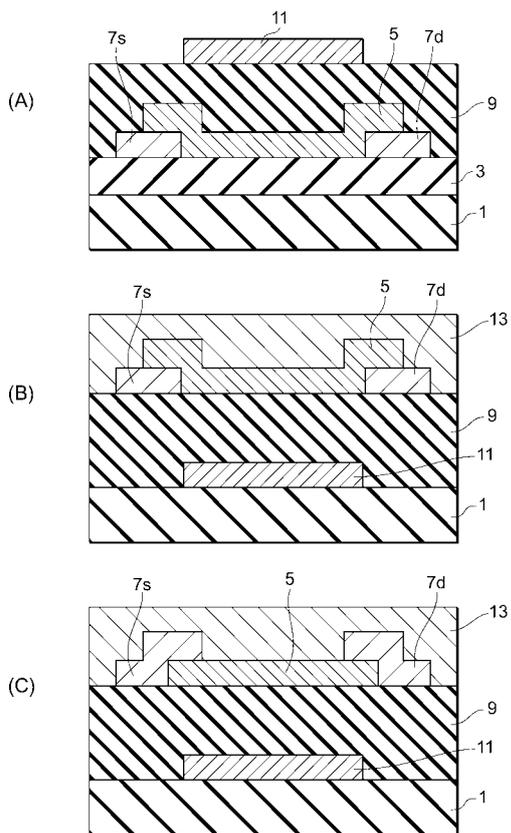
【図9】



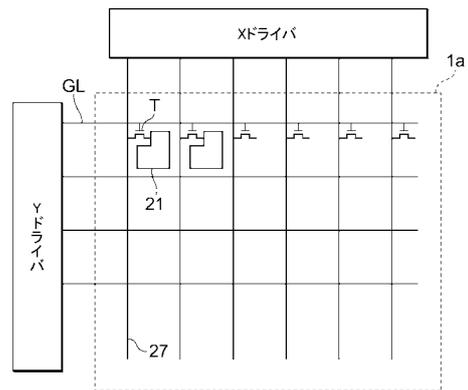
【図10】



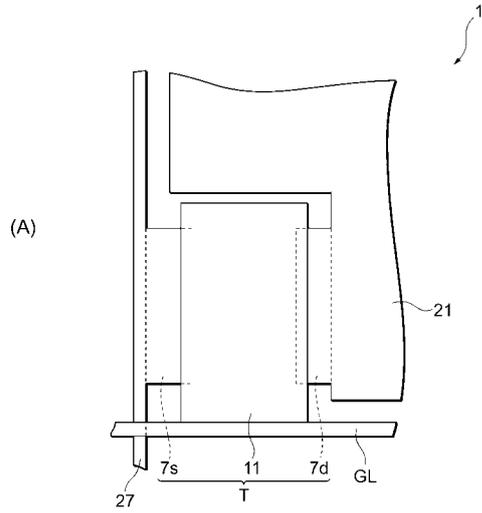
【図11】



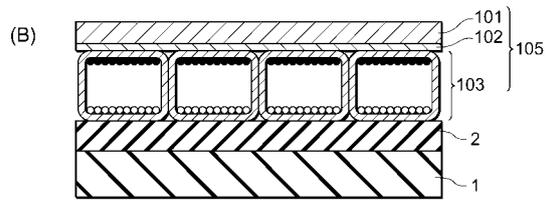
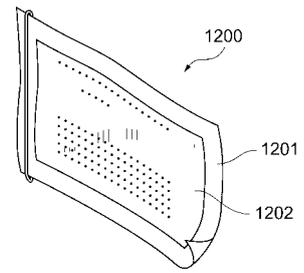
【図12】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 29/49 (2006.01) H 0 1 L 29/78 6 1 7 L
H 0 1 L 29/78 6 1 8 B

(56)参考文献 特開2005-223286(JP,A)
特開2005-302888(JP,A)
特開2007-027704(JP,A)
特開平09-251171(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 L 2 1 / 2 8
H 0 1 L 2 1 / 3 3 6
H 0 1 L 2 9 / 4 1 7
H 0 1 L 2 9 / 4 2 3
H 0 1 L 2 9 / 4 9
H 0 1 L 2 9 / 7 8 6
H 0 1 L 5 1 / 0 5
H 0 1 L 5 1 / 1 0