

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-297011

(P2004-297011A)

(43) 公開日 平成16年10月21日(2004.10.21)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H O 1 L 29/786

H O 1 L 29/78

6 1 8 B

3 K O O 7

H O 1 L 21/28

H O 1 L 21/28

A

4 M 1 O 4

H O 1 L 21/288

H O 1 L 21/288

Z

5 F 1 1 O

H O 1 L 21/336

H O 5 B 33/10

H O 1 L 51/00

H O 5 B 33/14

A

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-90940 (P2003-90940)

(22) 出願日 平成15年3月28日 (2003.3.28)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100083172

弁理士 福井 豊明

(72) 発明者 中村 哲朗

大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

(72) 発明者 中野 貴徳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

(72) 発明者 立川 雅一郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下
電器産業株式会社内

最終頁に続く

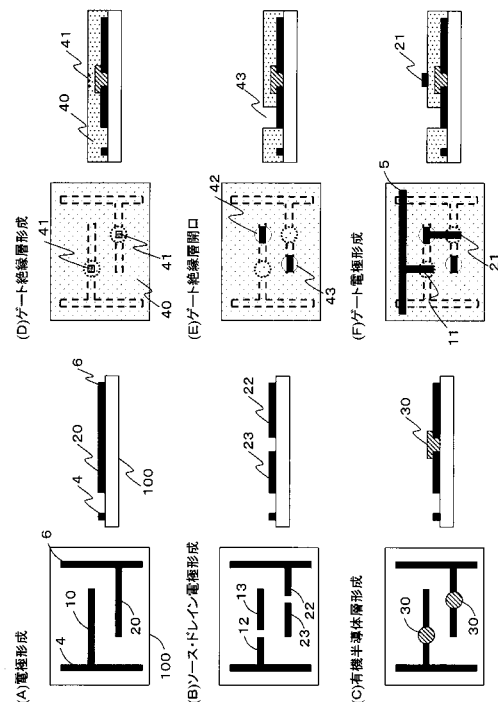
(54) 【発明の名称】 有機トランジスタの製造方法、及び有機 E L 表示装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 インクジェット印刷により材料を塗布する有機トランジスタの製造方法において、パターン形成の精度を向上し、特性ばらつきの小さい有機トランジスタを形成できる製造方法、及び、発光ばらつきの小さい有機 E L 表示装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、塗布対象面の所定位置に電荷を付与するとともに前記電荷と反対極性の電荷を塗布材料に付与してクーロン力により前記電荷を付与した材料を前記所定位置に導く方法、塗布対象面の所定位置に凹部を形成して塗布材料を塗布して前記凹部に堆積する方法、または、材料塗布後に溶媒を蒸発させてパターンを形成した後に当該パターンにレーザを照射して成形する方法を適宜組み合わせることで有機トランジスタを作製する。このようにすれば、各駆動用有機トランジスタの駆動電流のばらつきを小さくできるため、発光強度ばらつきの小さいアクティブマトリクス型有機 E L 表示装置を作製することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極、半導体層または絶縁層のうち少なくとも 1 つの材料を塗布することによって特定のパターンを形成する有機トランジスタの製造方法において、
塗布対象面の所定位置に電荷を付与するステップと、
インクジェット印刷により前記材料を塗布するステップと、
前記電荷と反対極性の電荷を前記材料に付与するステップと、
クーロン力により前記電荷を付与した材料を前記所定位置に導かせて特定のパターンを形成するステップと、
を有することを特徴とする有機トランジスタの製造方法。

10

【請求項 2】

レーザの照射により上記所定位置に電荷を付与する請求項 1 に記載の有機トランジスタの製造方法。

【請求項 3】

レーザの照射により上記材料に電荷を付与する請求項 1 または請求項 2 に記載の有機トランジスタの製造方法。

【請求項 4】

電極、半導体層または絶縁層のうち少なくとも 1 つの材料を塗布することによって特定のパターンを形成する有機トランジスタの製造方法において、
塗布対象面の所定位置に凹部を形成するステップと、
インクジェット印刷により前記材料を前記凹部に堆積し特定のパターンを形成するステップと、
を有することを特徴とする有機トランジスタの製造方法。

20

【請求項 5】

レーザの照射により上記凹部を形成する請求項 4 に記載の有機トランジスタの製造方法。

【請求項 6】

電極、半導体層または絶縁層のうち少なくとも 1 つの材料を塗布することによって特定のパターンを形成する有機トランジスタの製造方法において、
インクジェット印刷により前記材料を塗布して特定のパターンを形成するステップと、
レーザの照射により前記特定のパターンをより高精度に成形するステップと、
を有することを特徴とする有機トランジスタの製造方法。

30

【請求項 7】

レーザの照射により上記特定のパターンをより高精度に成形するステップをさらに含む請求項 1 または請求項 4 に記載の有機トランジスタの製造方法。

【請求項 8】

上記高精度の成形により電極パターンを分離して所定の電極間隔をもつソース及びドレイン電極とする請求項 6 または請求項 7 に記載の有機トランジスタの製造方法。

【請求項 9】

上記高精度の成形により被加工パターンのパターン幅を所定幅とする請求項 6 または請求項 7 に記載の有機トランジスタの製造方法。

40

【請求項 10】

上記高精度の成形により被加工層の膜厚を所定厚さとする請求項 6 または請求項 7 に記載の有機トランジスタの製造方法。

【請求項 11】

電極及び半導体層の材料をインクジェット印刷により基板上に塗布して特定のパターンを形成する有機トランジスタの製造方法において、
基板上に電極を塗布するステップと、
前記電極の所定位置にレーザを照射して分離し、所定の電極間隔をもつソース及びドレイン電極とするステップと、
前記ソース、ドレイン電極間に半導体層を塗布するステップと、

50

前記半導体層上にゲート絶縁層を形成するステップと、
前記ゲート絶縁層上にゲート電極を塗布するステップと、
を有することを特徴とする有機トランジスタの製造方法。

【請求項 1 2】

電極、半導体層の材料をインクジェット印刷により基板上に塗布して特定のパターンを形成する有機トランジスタの製造方法において、
基板上にゲート電極を塗布するステップと、
前記ゲート電極上にゲート絶縁層を形成するステップと、
前記ゲート絶縁層上に電極を塗布するステップと、
前記電極の所定位置にレーザを照射して分離し、所定の電極間隔をもつソース及びドレイン電極を形成するステップと、
前記ソース、ドレイン電極間に半導体層を塗布するステップと、
を有することを特徴とする有機トランジスタの製造方法。 10

【請求項 1 3】

上記ゲート絶縁層をインクジェット印刷により塗布する請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載の有機トランジスタの製造方法。

【請求項 1 4】

上記半導体層、ゲート絶縁層、及びゲート電極のそれぞれに対してレーザを照射し、より高精度に成形するステップをさらに含む請求項 1 1 から請求項 1 3 のいずれかに記載の有機トランジスタの製造方法。 20

【請求項 1 5】

有機トランジスタを備えたアクティブマトリクス型有機 E L 表示装置の製造方法において、
請求項 1 1 から請求項 1 4 に記載のステップに加えて、
アドレス指示回路に接続する配線を形成するステップと、
有機 E L 下層電極を形成するステップと、
前記有機 E L 下層電極上に有機発光層を形成するステップと、
前記有機発光層上に有機 E L 上層電極を形成するステップと、
を有する有機 E L 表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】 30

【発明の属する技術分野】

本発明は、インクジェット印刷を用いた有機トランジスタの製造方法、及び有機 E L 表示装置の製造方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、有機発光素子、有機トランジスタ等の有機半導体デバイスを用いたフラットパネルディスプレイ等の表示装置が開発されている。
フラットパネルディスプレイをアクティブマトリクス回路で駆動する場合、画素ごとに発光制御を行う駆動回路を設ける必要がある。この駆動回路には、従来、ポリシリコン T F T (t h i n f i l m t r a n s i s t o r) 等が用いられていた。しかし、製造過程での処理温度が 3 5 0 度を越えるため、使用可能な基板材質が制限されるという問題があった。 40

【0 0 0 3】

これに対し、有機トランジスタ（有機 T F T ）は、製造過程での処理温度が低いため、プラスチック等の高温に弱い基板上にも形成することができる。このため、駆動回路に有機トランジスタを用いた薄く軽量でフレキシブルなディスプレイの開発が試みられている。

【0 0 0 4】

一般的な有機トランジスタの構造を図 1 0 に示す。この例では、基板 1 0 0 上に下層から順に、ソース電極 9 3 ・ドレイン電極 9 2 、有機半導体層 9 4 、ゲート絶縁層 9 5 、ゲート電極 9 1 が積層されている。各層を構成する材料としては、電極には金属又は導電性有 50

機材料が用いられ、ゲート絶縁層 95 には有機又は無機材料が用いられている。

【0005】

このような有機トランジスタの製造プロセスでは、有機材料が水分や熱により特性が劣化する性質をもつため、有機材料を成膜した後にフォトリソグラフィやエッチング等の工程を経ることは好ましくない。このため、有機材料成膜後は、シャドーマスクを介した蒸着法によりパターンの形成が行われている。

【0006】

しかし、上記のような蒸着は真空中で行う必要がある上、成膜する層が変わるたびに蒸着源とシャドーマスクの変更を行わなければならない。

この対策として、各層の構成材料を溶媒に溶解した液状の有機材料とし、インクジェット印刷やスクリーン印刷等の印刷プロセスを適用してパターンを形成することが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。このような、印刷プロセスを用いたパターン形成は、大気圧中で実施することができ簡便である。

【0007】

特に、インクジェット印刷はパターンを直接描画することが可能であるため、マスクも不要であり、製造プロセスの大幅な簡略化を図ることが可能となる。また、パターン形成位置にのみに材料を塗布するため、材料を無駄にすることがなく、材料費の低減をも図ることが可能である。

【0008】

【特許文献 1】

特表 2002 - 502098 公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のようなインクジェット印刷は、液状材料の吐出量の少量化が困難であることから、微細なパターンを精度良く形成することができない。この結果、数ミクロン角のパターンであるゲート電極を精度良く形成することができず、作製された有機トランジスタの特性がばらつくという問題があった。

【0010】

また、インクジェット印刷は、液状材料の吐出量のばらつきや塗布位置の表面状態（凹凸やぬれ性）により、塗布した材料の膜厚が変動するため、膜厚のコントロールや薄膜化が困難である。ところが、TFT ではゲート絶縁層の膜厚により素子の特性が大きく変化するため、上記インクジェット印刷を用いて素子を形成することに問題があった。

【0011】

さらに、インクジェット印刷で塗布されたパターンは、その上面及び端面が曲面である点も問題となる。例えば、インクジェット印刷により、ソース電極とドレイン電極を形成した場合、対向するソース電極とドレイン電極の端面が曲面であるため、同一素子内であっても電極の中央と端部では、電極間隔が異なってしまう。ソース・ドレイン電極間に半導体層をインクジェット印刷で形成すると、形成されるトランジスタのチャンネルにおいてもチャンネル厚及びチャンネル長が同一素子内で位置によって異なる状態となる。このようなチャンネル厚及びチャンネル長が一定でないトランジスタを複数形成した場合、その特性のばらつきを抑えることは非常に困難である。

【0012】

本発明は、上記従来の事情に基づいて提案されたものであって、インクジェット印刷を用いた簡易なプロセスで均質な有機トランジスタ、及び有機 EL 表示装置を安価に作製できる製造方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明は、有機トランジスタの材料を溶媒に溶解させて液状材料とし、この液状材料を塗布することで有機トランジスタを形成する製造方法を前提としている。

【0014】

10

20

30

40

50

本発明は、上記目的を達成するために以下の手段を採用している。すなわち、本発明は、上記有機トランジスタの製造方法において、塗布対象面の所定位置に電荷を付与するとともに、上記電荷と反対極性の電荷を塗布材料に付与し、この材料をインクジェット印刷で塗布したときに、クーロン力により前記電荷を付与した材料を前記所定位置に導くようにしている。このような電荷の付与は、ピコ秒レーザ、あるいはフェムト秒レーザ等の短パルスレーザを対象位置に照射することで行う。

【0015】

このようにすれば、インクジェット印刷により塗布した材料が、設計位置（上記所定位置）と異なる位置に塗布された場合でも、クーロン力の働きにより塗布材料を設計位置に自己整合的に付着させることができる。また、塗布後に液状材料が基板表面に沿って広がることを抑止することもできる。

【0016】

また、本発明は、液状の材料を塗布することによってパターンの形成を行う有機トランジスタの製造方法において、塗布対象面の所定位置に凹部を形成し、塗布材料をインクジェット印刷により塗布して前記凹部に堆積するようにしている。例えば、ピコ秒レーザ、あるいはフェムト秒レーザ等の短パルスレーザを照射して上記凹部を形成する。

【0017】

この場合、塗布後に液状材料が基板表面に沿って広がることを抑止することができる。また、同一の凹部に複数の層（例えば、有機半導体層とゲート絶縁層等）を堆積すれば位置合わせも不要となる。

【0018】

また、本発明は、液状の材料を塗布することによってパターンの形成を行う有機トランジスタの製造方法において、インクジェット印刷によりパターンを形成した後に、このパターンにレーザを照射して成形するようにしている。

【0019】

これにより、インクジェット印刷のみでは困難であった微細なパターンの形成、表面の平坦化、膜厚の均一化を図ることが可能となる。特に、1つの電極パターンを分離して所定の電極間隔をもつソース及びドレイン電極とする成形、電極パターンを所定サイズとする成形、被加工層の厚さを所定厚さとする成形に適用することで、作製される有機トランジスタの特性ばらつきを低減することができる。なお、上記成形は、スピコート等により基板全面に塗布した材料に対して適用しても良い。

【0020】

また、上述の電荷の付与をともなう材料の塗布、または凹部形成をともなう材料の塗布と、上述のレーザによる成形とを組み合わせることでより効率的に微細なパターン形成を行うことが可能となる。そして、有機トランジスタの各層を形成するときに、以上の方法を適宜組み合わせることで、特性ばらつきの小さい有機トランジスタを作製することができる。

【0021】

ところで、上述の製造方法は、有機トランジスタを備えたアクティブマトリクス型有機EL表示装置の製造方法にも適用できる。すなわち、スイッチング用有機トランジスタと駆動用有機トランジスタからなる駆動回路を、上述の製造方法を適宜組み合わせることでアレイ状に作製する。そして、各駆動用有機トランジスタに接続するように各画素の有機EL下層電極を形成し、この有機EL下層電極上に、有機発光層及び有機EL上層電極を形成すればアクティブマトリクス型有機EL表示装置が作製できる。なお、各画素を動作させるために必要な電源供給線、及びアドレス指示回路に接続するデータ線と走査線は、有機トランジスタのソース・ドレイン電極、及びゲート電極形成時に適宜形成すれば良い。

【0022】

このようにすれば、各駆動用有機トランジスタの駆動電流のばらつきを小さくできるため、発光強度ばらつきの小さいアクティブマトリクス型有機EL表示装置を作製することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を図面にしたがって詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

各実施の形態に例示する有機トランジスタ（有機 T F T ）を有する有機 E L 表示装置の概略上面図を図 1 に示す。図 1 は、基板上でアレイ状に配置された画素の 1 つであり、有機 T F T 部のみを示している。この有機 T F T 部の上には有機 E L 素子が形成されており、有機 E L 素子と有機 T F T 部とは、有機 E L 素子接続口 3 を介して接続されている。

【 0 0 2 5 】

図 1 の例では、各画素は、スイッチング用 T F T 1 と駆動用 T F T 2 からなる駆動回路を備えている。このスイッチング用 T F T 1 の各電極は、ゲート電極 1 1 が走査線 5 に、ドレイン電極 1 2 がデータ線 4 に、ソース電極 1 3 が駆動用 T F T 2 のゲート電極 2 1 に接続されている。また、駆動用 T F T 2 の各電極は、ドレイン電極 2 2 が電源供給線 6 に、ソース電極 2 3 が有機 E L 下層電極に接続されている（ T F T のキャリアの種類により、上記のソース電極とドレイン電極の呼称が入れ替わることになるが、以下ではこの呼称により説明を行う。）。 10

【 0 0 2 6 】

上記構造は、データ線 4 及び走査線 5 上の信号に応じて、スイッチング用 T F T 1 を O N / O F F し、駆動用 T F T 2 の O N / O F F 制御（有機 E L 素子の発光制御）を行うものである。以下の実施の形態では、電源供給線 6 には正の電位が印加されているものとする 20

【 0 0 2 7 】

なお、以下の実施の形態では、各層において、液状材料の塗布が完了した時に、溶媒を蒸発させて固体化する乾燥処理を行っているものとする。

【 0 0 2 8 】

また、以下の実施の形態では、レーザとして、ピコ秒レーザ、フェムト秒レーザ等の短パルスレーザを使用しているものとする。

【 0 0 2 9 】

（ 第 1 の実施の形態 ）

本発明の第 1 の実施の形態を図 2 及び図 3 に基づき説明する。図 2 は第 1 の実施の形態の有機 T F T 部の製造工程を示す説明図であり、図 3 は第 1 の実施の形態の有機 E L 素子部の製造工程を示す説明図である。また、図 2 及び図 3 は、各工程の上面図と図 1 の A A ' における断面図を示している。 30

【 0 0 3 0 】

図 2 (A) に示すように、まず、 P E T (p o l y - e t h y l e n e t e r e p h t h a l a t e) 等からなる樹脂製フレキシブル基板、あるいはガラス等からなる基板 1 0 0 上に電極 1 0、2 0、データ線 4、及び電源供給線 6 をインクジェット印刷により塗布する。この電極には、例えば溶媒に拡散させたアルミニウムや金等の金属やポリチオフェン誘導体 (P E D O T : p o l y - e t h y l e n e d i o x y t h i o p h e n e) 等の有機導電体を使用することができる。 40

【 0 0 3 1 】

インクジェット印刷は、液状の材料を吐出し印刷対象面に塗布できるものであればよく、インクの吐出方式は問わない。

【 0 0 3 2 】

本実施の形態では、さらに、基板上的塗布対象位置と塗布材料にそれぞれ極性の異なる電荷を付与している。すなわち、塗布対象面の材料を塗布したい位置（設計位置）にレーザ等を照射して正負いずれか一方の電荷を付与するとともに、レーザ等の照射、あるいは帯電用電極間を通過させること等により液状材料に上記正負いずれか他方の電荷を付与する。図 4 (A) には、レーザ 1 0 2 により基板 1 0 0 上に正の電荷 1 0 5 を付与し、インクジェットノズル 1 0 1 が吐出した直後（未だ基板上に到達しない間）の液状材料 1 0 4 に 50

レーザ 103 を照射して負の電荷 106 を付加する場合を示している。

【0033】

このようにすれば、インクジェット印刷により塗布した材料が、設計位置と異なる位置に塗布された場合でも、クーロン力の働きにより塗布材料を設計位置に付着させることができる(図4(B))。また、塗布した液状材料が基板表面に沿って広がることも抑止できる。

【0034】

上記のようにして形成した電極 10、20 のトランジスタ位置にレーザを照射して電極 10 を分離し、ソース電極 13、23、及びドレイン電極 12、22 を得る(図2(B))。

10

【0035】

図5は、この工程でのソース・ドレイン電極の成形を示している。上記レーザの照射により、電極 10 (20) は、ソース電極 13 (23) とドレイン電極 12 (22) の電極間隔が所定間隔となるように分離される(図5(A))。

【0036】

このとき分離された両電極の側面(電極幅方向の端面)は、塗布した材料が基板の表面に沿って広がることにより凹凸をもっていることがある。このため、各電極の側面にレーザを照射して不要部を取り除き、電極幅を所定幅に調整する(図5(B))。

【0037】

さらに、インクジェット印刷で塗布したために生じている各電極上面の曲面にレーザを照射して膜厚の均一化を行う(図5(C))。このような膜厚の均一化を、電極に限らず形成した各層に対して行うことで、最終的に形成される T F T のチャンネル厚を同一素子内で同じにすることが可能となり、アレイ状に形成した各 T F T 間の特性ばらつきを低減することができる(上面が曲面である場合、同一素子内でも電極の中央と端部ではチャンネル厚が異なってしまう)。また、上面を平面とすることで、後に形成する有機半導体層 30 と各電極との密着性も向上できる。なお、このような膜厚の均一化を行うには、照射したレーザの反射率(または屈折率)を観測し、曲面から平面への変化点を反射率(屈折率)の数値変化から検出すればよい。

20

【0038】

上記のようにして形成したソース電極 13 (23) とドレイン電極 12 (22) とに渡って、有機半導体層 30 をインクジェット印刷により塗布する(図2(C))。この有機半導体層 30 としては、例えば、ポリフェニレンビニレン系やポリチオフェン系等の高分子有機材料を使用することができる。また、有機半導体層 30 には、導電率を調整するためにドーパントをドーピングしてもよい。

30

【0039】

次に、有機半導体層 30 の上面にレーザを照射し膜厚の均一化を行った後、基板全面にゲート絶縁層 40 を形成する(図2(D))。このように基板全面に材料を塗布する場合は、インクジェット印刷を用いる必要はなく、本実施の形態では、スピンコーティングによりゲート絶縁層 40 を塗布している。このゲート絶縁層 40 としては、例えば、ポリビニルフェノールやポリイミド等の有機材料を使用することができる。

40

【0040】

続いて、ゲート絶縁層 40 のゲート領域 41 (ソース・ドレイン電極が対向している領域)にレーザを照射し、この部分のゲート絶縁層 40 の膜厚の均一化を行う。また、この工程では、スイッチング用 T F T 1 のソース電極 13 と駆動用 T F T 2 のゲート電極 21 とを接続するためのコンタクトホール 42、及び駆動用 T F T 2 のソース電極 23 と後の工程で形成する有機 E L 下層電極 60 とを接続するためのコンタクトホール 43 を開口する(図2(E))。このゲート絶縁層 40 の開口は、コンタクトホール形成位置にレーザを照射しゲート絶縁層 40 を除去することで形成している。

【0041】

上記のように膜厚の均一化、及びコンタクトホールの開口を行った後に、ゲート絶縁層 4

50

0 上にゲート電極 1 1、2 1、及び走査線 5 をインクジェット印刷により塗布する（図 2（F））。このゲート電極 1 1、1 2 としては、PEDOT といった有機導電性材料やアルミニウム等の材料を使用することができる。

【0042】

そして、ゲート電極形成後に、ゲート電極 1 1、2 1 に対してレーザを照射し、ゲート電極 1 1、2 1 の電極幅、及び電極長を上記ソース電極とドレイン電極の電極幅及び電極間隔に対応した所定値に調整する。

【0043】

以上の工程により作製された有機 TFT は、インクジェット印刷後にレーザ照射による成形を行っているため、各電極のサイズ、及びソース・ドレイン電極の電極間隔が精度良く形成される上、有機半導体層 3 0、及びゲート絶縁層 4 0 の膜厚のばらつきが少なくなるので、素子特性のばらつきが小さくなる。

【0044】

また、本願発明では、有機半導体層 3 0 とゲート絶縁層 4 0 の界面をレーザの照射により平坦にできる。このため、絶縁層界面の有機半導体層の結晶性がよくなり（グレインサイズの増大、及び粒界、粒内欠陥の低減）、キャリア移動度を向上させることができる。したがって、オン抵抗、飽和ドレイン電流、動作可能周波数等の有機 TFT の特性も向上させることができる。

【0045】

続いて、上記のように作製した有機 TFT アレイ上に、有機 EL 素子を形成していく。まず、スピンコーティングにより絶縁層 5 0 を基板全面に形成する（図 3（A））。この絶縁層 5 0 としては、ゲート絶縁層 4 0 と同じく、例えば、ポリビニルフェノールやポリイミド等の有機材料を使用することができる。

【0046】

そして、図 3（B）に示すように、駆動用 TFT 2 のソース電極 2 3 と次工程で形成する有機 EL 下層電極 6 0 とを接続するためのコンタクトホール 5 1 を開口する。この開口は、上記ゲート絶縁層 4 0 の開口と同様に、レーザ照射により絶縁層 5 0 を除去して形成すればよい。

【0047】

続いて、上記絶縁層 5 0 上に、ITO 等からなる有機 EL 下層電極 6 0 を塗布する（図 3（C））。この有機 EL 下層電極 6 0 は、各画素が電氣的に分離されたパターンとする必要がある。このようなパターンの形成は、スピンコートにより基板全面に塗布した後にレーザを照射して不要部を除去する、あるいは、インクジェット印刷で所定位置のみに塗布することで形成できる。

【0048】

このように形成した有機 EL 下層電極 6 0 上に、8 - キノリノールアルミニウム錯体等からなる有機発光層 6 1 を、基板全面に塗布により形成する（図 3（D））。そして、有機 EL 上部電極 6 2 が基板全面にアルミニウムを設けることで形成され、有機 EL 表示装置が完成される（図 3（E））。

【0049】

以上のようにして作製した有機 EL 表示装置は、駆動用 TFT 2 の特性ばらつきが小さいため、有機 EL 素子を駆動する駆動電流のばらつきが小さい。このため、各画素の発光強度のばらつきも小さくできる。

【0050】

また、上記の製造工程は、全て大気圧中で実施することが可能であるため、非常に簡易なプロセスとなっている。

【0051】

なお、本実施の形態では、駆動用 TFT 2 のソース電極 2 3 と有機 EL 下層電極 6 0 を接続するために、ゲート絶縁層 4 0 形成時にコンタクトホール 4 3 を、絶縁層 5 0 形成時にコンタクトホール 5 1 を開口したが、コンタクトホール 4 3 の開口を省略し、コンタクト

10

20

30

40

50

ホール 5 1 を開口するときに絶縁層 5 0 とゲート絶縁層 4 0 を一括して開口しても良い。

【 0 0 5 2 】

(第 2 の実施の形態)

第 1 の実施の形態では、ゲート絶縁層 4 0 を基板全面に形成していた。しかし、ゲート絶縁層 4 0 は必要部位にだけ存在すればよく、基板全体に形成する必要はない。そこで、本発明の第 2 の実施の形態は、ゲート電極 1 1 (2 1) と有機半導体層 3 0 の間、及び絶縁が必要な配線間にのみ絶縁層を形成している。他の工程は第 1 の実施の形態と同一であるため、ゲート絶縁層 4 0 の形成工程、及びその前後の工程の概略図のみを図 6 に示す。なお、図 6 は、図 2 と同様に、各工程の上面図と図 1 における A A ' 間の断面図を示している。

10

【 0 0 5 3 】

以下で、図 6 に基づいて、第 2 の実施の形態を説明する。

【 0 0 5 4 】

図 6 (A) に示すように、第 1 の実施の形態と同一の工程を経て、有機半導体層 3 0 を形成する。

【 0 0 5 5 】

そして、この有機半導体層 3 0 上にゲート絶縁層 4 0 をインクジェット印刷により塗布するとともに、データ線 4 及び電源供給線 6 と後の工程で形成する走査線 5 との交差部に配線間絶縁層 4 4 をインクジェット印刷により塗布する (図 6 (B))。このとき、有機半導体層 3 0 上に塗布するゲート絶縁層 4 0 の塗布領域は、次工程で形成するゲート電極 1 1 (2 1) と有機半導体層 3 0 とを短絡させないために、有機半導体層 3 0 を完全に覆うように塗布する。このように形成したゲート絶縁層 4 0 のゲート領域 4 1 にレーザを照射し、ゲート絶縁層 4 0 の膜厚を均一化する。

20

【 0 0 5 6 】

そして、ゲート電極 1 1、2 1 と走査線 5 をインクジェット印刷により塗布する (図 6 (C))。

【 0 0 5 7 】

以降の絶縁層 5 0 の形成及び開口、有機 E L 下層電極 6 0 の形成、有機発光層 6 1 の形成、有機 E L 上層電極 6 2 の形成は、第 1 の実施の形態と同じ工程を経て、有機 E L 表示装置を得ることができる。

30

【 0 0 5 8 】

第 2 の実施の形態では、スイッチング用有機 T F T 1 のソース電極 1 3 は、ゲート絶縁層 4 0 が存在しない。このため、第 1 の実施の形態で必要であったゲート絶縁層 4 0 の開口工程 (図 2 (E)) を省略することができ、工程をより簡略化できる。また、ゲート絶縁層 4 0 を必要最小限しか塗布しないため材料費を低減することができる。

【 0 0 5 9 】

(第 3 の実施の形態)

第 1 の実施の形態では有機半導体層 3 0 を、また、第 2 の実施の形態では有機半導体層 3 0 とゲート絶縁層 4 0 をインクジェット印刷で直接描画して形成した。このように、インクジェット印刷で材料を直接描画した場合、塗布した液状の材料が基板表面に沿って広がる可能性がある。このような材料の広がり、凹凸やぬれ性等の表面状態に依存するため、基板上の塗布位置によりその程度が異なる。このため、塗布した材料の膜厚がばらつくことになる。

40

【 0 0 6 0 】

上記実施の形態では、この膜厚のばらつきをレーザの照射により低減したが、塗布時に膜厚のばらつきを小さくしておくことが好ましい。そこで、第 3 の実施の形態では、有機半導体層 3 0 とゲート絶縁層 4 0 を形成する工程を第 1、第 2 の実施の形態から変更している。第 3 の実施の形態の製造工程を図 7 に示す。なお、図 7 は、図 2 と同様に、各工程の上面図と図 1 における A A ' 間の断面図を示している。

【 0 0 6 1 】

50

以下で、図 7 に基づいて、第 3 の実施の形態を説明する。

【 0 0 6 2 】

まず、ソース・ドレイン電極を上記実施の形態と同一の工程により形成した後（図 7（A））、基板全面に第 1 絶縁層 70 をスピンコートにより塗布する（図 7（B））。この第 1 絶縁層 70 の膜厚は、後に塗布する有機半導体層 30 とゲート絶縁層 40 の設計膜厚を合わせた膜厚よりも厚くしている。

【 0 0 6 3 】

次に、この第 1 絶縁層 70 の有機半導体層 30 の形成位置に開口部 71、72 を形成する。また、同一の工程において、スイッチング用 T F T 1 のソース電極 13 と駆動用 T F T 2 のゲート電極 21 を接続するためのコンタクトホール 73 の開口も行う（図 7（C））。これらの開口部の形成には、上記実施の形態と同様にレーザを用いればよい。 10

【 0 0 6 4 】

上記のようにして形成した開口部 71、72 内に、有機半導体層 30 をインクジェット印刷により塗布し堆積させる（図 7（D））。このとき、有機半導体層 30 は設計膜厚に対応する量だけが塗布されるため、有機半導体層 30 の設計膜厚以上の膜厚をもつ絶縁層 70 の開口部 71、72 が完全に満たされることはない。

【 0 0 6 5 】

このようにすれば、有機半導体層 30 の塗布領域は、開口部 71、72 の領域に制限される。従って、塗布した材料が表面に沿って広がることがなく、基板上の形成位置に依存する膜厚ばらつきは低減される。また、材料が基板表面に沿って広がらないため、形成したパターン上面の形状は、インクジェット印刷により直接描画したパターン上面の形状に比べて平坦化されることになる。このため、レーザ照射による膜厚の均一化が容易となる。 20

【 0 0 6 6 】

続いて、有機半導体層 30 の膜厚の均一化を行った後、開口部 71、72 内の有機半導体層 30 上にゲート絶縁層 40 をインクジェット印刷により塗布し堆積させる（図 7（E））。この場合においても、上記有機半導体層 30 の塗布と同様に、ゲート絶縁層 40 は設計膜厚に対応する量だけが塗布されるため、有機半導体層 30 とゲート絶縁層 40 の総設計膜厚以上の膜厚をもつ絶縁層 70 の開口部 71、72 が完全に満たされることはない。

【 0 0 6 7 】

以上のようにすれば、ゲート絶縁層 40 の塗布においても、塗布した材料が開口部 71、72 の領域に制限されたため表面に沿って広がることがなく、膜厚のばらつきが低減される。 30

【 0 0 6 8 】

上記のようにゲート絶縁層 40 の形成を行った後、ゲート絶縁層 40 上のゲート領域 41 にレーザを照射して膜厚の均一化を行う。そして、ゲート電極 11、21 及び走査線 5 の形成（図 7（F））してレーザ照射によるゲート電極の成形を行った後、第 2 の絶縁層の形成及び開口（上記実施の形態の絶縁層 50 の形成及び開口に相当する）、有機 E L 部の形成を順次行い有機 E L 表示装置を形成する。

【 0 0 6 9 】

以上のように、あらかじめ設けた凹部に材料を堆積することでパターンの形成を行うことにより、形成されるパターンの膜厚ばらつきを低減することができる。特に、上記のように 2 以上の層を同一の凹部で形成した場合は、位置合わせも容易となる。 40

【 0 0 7 0 】

なお、本実施の形態では、有機半導体層 30 とゲート絶縁層 40 の形成に凹部に材料を堆積する方法を用いたが、本発明はこれに限るものではなく、任意の層に適用することができる。例えば、電極形成時に、基板に凹部を設けておき、この凹部に電極の材料を堆積してもよい。

【 0 0 7 1 】

（第 4 の実施の形態）

上記各実施の形態では、有機 T F T の各電極のパターンをレーザ照射により成形すること 50

で高精度に形成した。しかし、各有機 T F T において、ソース電極 1 3 (2 3) 及びドレイン電極 1 2 (2 2) に対するゲート電極 1 1 (2 1) の相対的な位置は、ゲート電極 1 1 (2 1) をインクジェット印刷で塗布する時の位置合わせ精度のみに依存している。そこで、第 4 の実施の形態では、第 3 の実施の形態における第 1 絶縁層 7 0 の開口と同時にソース・ドレイン電極を形成し、この開口部 7 1 (7 2) に、有機半導体層 3 0、ゲート絶縁層 4 0 及びゲート電極 1 1 (2 1) を堆積して位置合わせを行う。

【 0 0 7 2 】

第 4 の実施の形態の製造工程を図 8 に示す。なお、図 8 は、図 2 と同様に、各工程の上面図と図 1 における A A ' 間の断面図を示している。

【 0 0 7 3 】

以下で、図 8 に基づいて、第 4 の実施の形態を説明する。

【 0 0 7 4 】

まず、基板 1 0 0 上に電極 1 0、2 0、データ線 4、及び電源供給線 6 をインクジェット印刷により塗布して、T F T 形成部の電極幅の調整及び膜厚の均一化をレーザ照射によって行った後(図 8 (A))、基板全面に第 1 絶縁層 7 0 をスピコートにより塗布する(図 7 (B))。この第 1 絶縁層 7 0 の膜厚は、後に塗布する有機半導体層 3 0、ゲート絶縁層 4 0、及びゲート電極 1 1 (2 1) の設計膜厚の総膜厚よりも厚くしている。

【 0 0 7 5 】

次に、この第 1 絶縁層 7 0 の T F T 形成位置にレーザを照射して開口部 7 1、7 2 を形成すると同時に、電極 1 0 (2 0) を所定の間隔をもつように分離しソース電極 1 3 (2 3) 及びドレイン電極 1 2 (2 2) を形成する(図 8 (C))。また、この工程において、第 3 の実施の形態と同様に、コンタクトホール 7 3 を形成する。

【 0 0 7 6 】

上記のようにして形成した開口部 7 1、7 2 内に、第 3 の実施の形態と同様の工程により、有機半導体層 3 0、ゲート絶縁層 4 0 を堆積する(図 8 (D)、(E))。

【 0 0 7 7 】

続いて、上記ゲート絶縁層 4 0 上のゲート領域 4 1 にレーザを照射して膜厚の均一化を行った後、ゲート電極 1 1、2 1 及び走査線 5 をインクジェット印刷により塗布する(図 8 (F))。このとき、開口部 7 1、7 2 に塗布された材料は開口部内に堆積されることになる。

【 0 0 7 8 】

以上のようにすれば、有機 T F T のゲート領域 4 1 上にあるゲート電極 1 1 (2 1) は、開口部 7 1 (7 2) の領域に制限されて形成され、ソース・ドレイン電極に対して自己整合的に位置合わせされる。このため、各電極の相対的な位置関係は、全ての T F T において同一となり、基板上の各有機 T F T の特性ばらつきをより小さくすることができる。

【 0 0 7 9 】

上記ゲート電極 1 1、2 1 の塗布時には、ゲート電極 1 1 は走査線 5 と、ゲート電極 2 1 はソース電極 1 3 とそれぞれ接続するように塗布されるため、開口部 7 1、7 2 端の段差上にゲート電極 1 1、2 1 が形成される。この段差は電極を断線させる原因となる可能性があるため、ゲート絶縁層 4 0 の膜厚を均一化する工程において、ゲート電極を塗布する段差部小さくしておくことが好ましい。

【 0 0 8 0 】

上記のようにゲート電極 1 1、2 1 及び走査線 5 を形成した後、第 3 の実施の形態と同様に、ゲート電極絶縁層 5 0 の形成及び開口、有機 E L 素子部の形成を行い、有機 E L 表示装置を形成する。

【 0 0 8 1 】

以上のように、本実施の形態によれば、上記各実施の形態に比べ、よりばらつきの小さい有機 T F T を形成することができ、有機 E L 表示装置の発光ばらつきも、より小さくできる。

【 0 0 8 2 】

10

20

30

40

50

(第5の実施の形態)

上記の各実施の形態では、ソース電極13(23)及びドレイン電極12(22)がゲート電極11(21)より下層にある有機TFEを形成した。しかし、本発明の効果は、この構造の有機TFEに限られるものではない。そこで、第5の実施の形態では、ゲート電極11(21)がソース電極13(23)及びドレイン電極12(22)より下層にある構造の有機TFEに本発明を適用した場合を図9に基づき説明する。図9は、図2と同様に、各工程の上面図と図1におけるAA'間の断面図を示している。

【0083】

まず、基板100上にゲート電極11、12及び走査線5をインクジェット印刷により塗布する(図9(A))。このゲート電極11、12にレーザを照射し、所定サイズとすることは上記各実施の形態と同様である。 10

【0084】

次に、ゲート絶縁層40をスピンコートにより基板100全面に塗布した後(図9(B))、駆動用TFE2のゲート電極21と後で形成するスイッチング用TFE1のソース電極13とを接続するためのコンタクトホール42の開口をレーザの照射により行う(図9(C))。

【0085】

続いて、電極10、20、データ線4、及び電源供給線6をインクジェット印刷により塗布する(図9(D))。そして、上記電極10、20をレーザの照射により分離し、ソース電極13、23及びドレイン電極12、22を形成する(図9(E))。本実施の形態では、電極10、20をレーザの照射により分離すると同時にゲート絶縁層40上のゲート領域41の膜厚の均一化を行っている。 20

【0086】

このように形成したソース電極13(23)とドレイン電極12(22)に渡って、有機半導体層30を塗布し、レーザ照射により膜厚の均一化を行う(図9(F))。

【0087】

以降の絶縁層50の形成及び開口、有機EL素子部の形成は上記各実施の形態と同一である。

【0088】

以上のようにして形成した有機TFEは、第1の実施の形態と同様に、各素子の特性ばらつきが小さい。また、有機EL表示装置は、特性ばらつきの小さい有機TFEで駆動されるため、各画素の駆動電流のばらつきが小さく、均一な発光強度が得られる。 30

【0089】

本実施の形態では、ゲート絶縁層40をスピンコートにより基板全面に塗布した場合を説明したが、第2の実施例と同様に、ゲート電極11(21)と有機半導体層30の間、データ線4及び電源供給線6と走査線5との交差部のみに、インクジェット印刷により塗布しても良い。

【0090】

なお、上記各実施の形態では、有機EL素子の下層電極を透明な電極とし、下面(有機TFE側)に光を取り出す構成としたが、電源供給線6に負の電位を印加するとともにデータ線4及び走査線5に印加される信号の極性も反転し、有機EL下層電極60をAl等からなる金属電極に、また、有機EL上層電極をITO等からなる透明電極に置き換えて、上面から光を取り出す構成としても良い。 40

【0091】

また、有機EL素子部の有機発光層61を単層構造として説明したが、正孔輸送層・電子供給層を備えた多層構造であっても良く、画素の作製位置により有機発光層に用いる材料を変えてRGBの発色が可能となるようにし、カラーディスプレイとしても良い。

【0092】

加えて、上記各実施の形態で使用している各層の材料は、具体例に過ぎず、本発明の技術的範囲を限定するものではない。また、上記各実施の形態では、構成素子として有機TF 50

Tと有機EL素子の能動素子のみからなるアクティブマトリクス型表示装置の製造方法について説明したが、これに限るものではなく、必要に応じて有機半導体層30からなる抵抗、ゲート絶縁層40や第1絶縁層70を利用したMIMキャパシタ等の受動素子を合わせて形成することもできる。

【0093】

さらに、第1の実施の形態でのみ、クーロン力を利用してインクジェット印刷による材料の塗布方法を説明したが、各実施の形態のインクジェット印刷を用いる工程で適宜使用できることは勿論である。

【0094】

さらに言えば、上記各実施の形態では基板全面に材料を塗布する場合、スピンコートによる塗布を説明したが、これに限るものではなく、スクリーン印刷等を用いてもよい。

【0095】

【発明の効果】

以上のように、本発明によると、大気圧中のプロセスのみの簡易な工程であるため、有機トランジスタ及び有機EL表示装置をより安価で製造することが可能となる。

【0096】

また、インクジェット印刷により塗布した液状の材料を、設計位置にクーロン力により自己整合的に導くので、精度良くパターンを形成することができる。

【0097】

そして、あらかじめ設けた凹部に液状の材料をインクジェット印刷により堆積してパターンを形成するため、精度良くパターンを形成できるとともに膜厚ばらつきを低減できる。

【0098】

さらに、インクジェット印刷により液状の材料を塗布してパターンを形成した後に、レーザを照射して成形を行うので、特性ばらつきの小さい有機トランジスタを作製することができる。

【0099】

また、特性ばらつきの小さい有機トランジスタにより駆動を行うため、均一に発光する有機EL表示装置を作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用する有機EL表示装置を示す上面図

【図2】本発明の第1の実施の形態の有機TFTの製造方法を示す上面図及び断面図

【図3】本発明の第1の実施の形態の有機EL素子の製造方法を示す上面図及び断面図

【図4】本発明の電荷付与によるインクジェット印刷を示す説明図

【図5】本発明のレーザ照射によるパターンの成形を示す説明図

【図6】本発明の第2の実施の形態の製造方法を示す上面図及び断面図

【図7】本発明の第3の実施の形態の製造方法を示す上面図及び断面図

【図8】本発明の第4の実施の形態の製造方法を示す上面図及び断面図

【図9】本発明の第5の実施の形態の製造方法を示す上面図及び断面図

【図10】従来の有機トランジスタを示す断面図

【符号の説明】

1 スイッチング用TFT

2 駆動用TFT

4 データ線

5 走査線

6 電源供給線

11、21、91 ゲート電極

12、22、92 ドレイン電極

13、23、93 ソース電極

30、94 有機半導体層

10

20

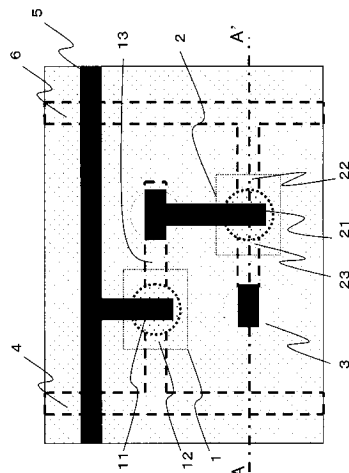
30

40

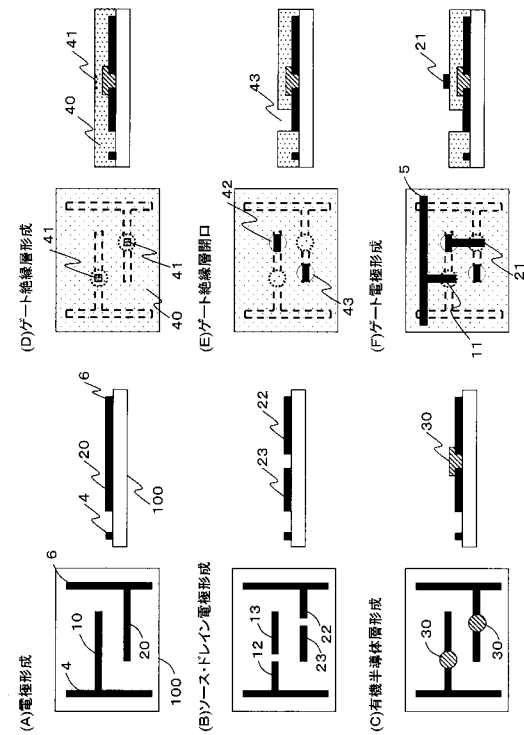
50

- 4 0、9 5 ゲート絶縁層
- 4 4 配線間絶縁層
- 5 0 絶縁層
- 6 0 有機EL下層電極
- 6 1 有機発光層
- 6 2 有機EL上層電極
- 7 0 第1絶縁層
- 1 0 0 基板
- 1 0 1 インクジェットノズル
- 1 0 2、1 0 3 レーザ
- 1 0 4 液状材料

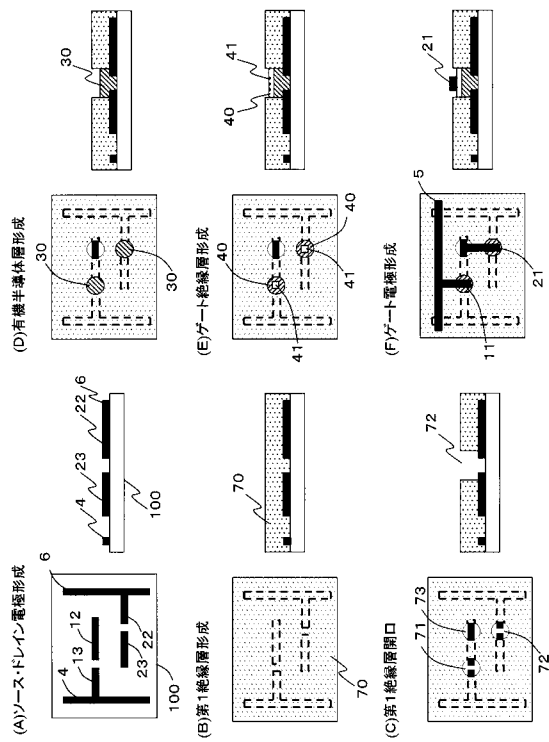
【図 1】



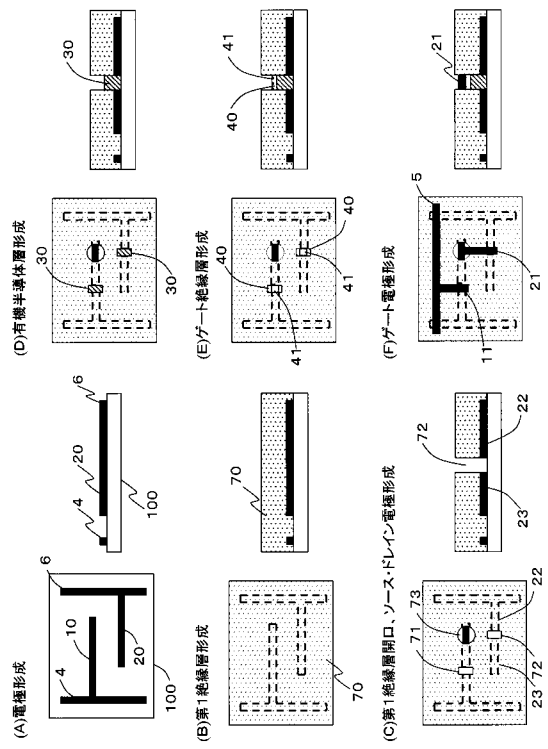
【図 2】



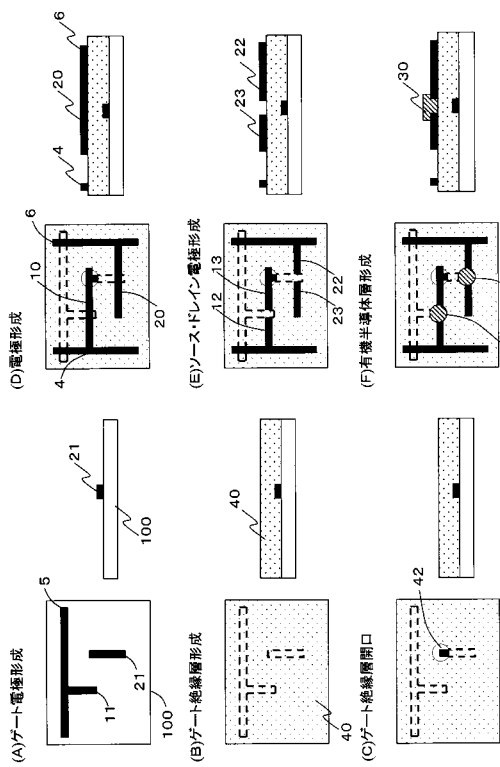
【図 7】



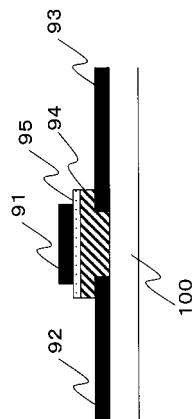
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
H 0 5 B 33/10	H 0 1 L 29/78	6 2 7 C
H 0 5 B 33/14	H 0 1 L 29/78	6 1 6 K
	H 0 1 L 29/78	6 1 8 A
	H 0 1 L 29/28	

(72)発明者 曾我美 淳
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 池田 浩二
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 西村 和夫
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 近藤 昌樹
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

F ターム(参考) 3K007 AB17 AB18 DB03 FA01
4M104 AA09 AA10 BB02 BB09 BB36 CC05 DD02 DD22 DD51 DD61
GG08 HH14
5F110 AA16 BB01 CC03 CC05 DD01 DD02 EE01 EE03 EE42 FF01
FF27 FF36 GG05 GG42 GG58 HK01 HK02 HK03 HK32 NN72
QQ01 QQ19

专利名称(译)	有机晶体管的制造方法和有机EL显示装置的制造方法		
公开(公告)号	JP2004297011A	公开(公告)日	2004-10-21
申请号	JP2003090940	申请日	2003-03-28
[标]申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	中村哲朗 中野貴徳 立川雅一郎 曾我美淳 池田浩二 西村和夫 近藤昌樹		
发明人	中村 哲朗 中野 貴徳 立川 雅一郎 曾我美 淳 池田 浩二 西村 和夫 近藤 昌樹		
IPC分类号	H05B33/10 H01L21/28 H01L21/288 H01L21/336 H01L29/786 H01L51/00 H01L51/05 H01L51/40 H01L51/50 H05B33/14		
FI分类号	H01L29/78.618.B H01L21/28.A H01L21/288.Z H05B33/10 H05B33/14.A H01L29/78.627.C H01L29/78.616.K H01L29/78.618.A H01L29/28 H01L29/28.100.A H01L29/28.310.K		
F-TERM分类号	3K007/AB17 3K007/AB18 3K007/DB03 3K007/FA01 4M104/AA09 4M104/AA10 4M104/BB02 4M104/BB09 4M104/BB36 4M104/CC05 4M104/DD02 4M104/DD22 4M104/DD51 4M104/DD61 4M104/GG08 4M104/HH14 5F110/AA16 5F110/BB01 5F110/CC03 5F110/CC05 5F110/DD01 5F110/DD02 5F110/EE01 5F110/EE03 5F110/EE42 5F110/FF01 5F110/FF27 5F110/FF36 5F110/GG05 5F110/GG42 5F110/GG58 5F110/HK01 5F110/HK02 5F110/HK03 5F110/HK32 5F110/NN72 5F110/QQ01 5F110/QQ19 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC33 3K107/CC35 3K107/CC45 3K107/EE03 3K107/GG08 3K107/GG14 3K107/GG21		
代理人(译)	Toyoaki福井		
其他公开文献	JP4713818B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种制造有机晶体管的方法，其中通过喷墨印刷施加材料，可以提高图案形成的精度并形成特性变化小的有机晶体管，以及制造发光变化小的有机EL显示装置的方法。提供。本发明提供了一种将电荷施加到待施加的表面上预定位置并且将具有与电荷相反的极性的电荷施加到涂层材料以通过库仑力将施加电荷的材料引导到预定位置的方法。一种在要涂覆的表面上预定位置形成凹入部分的方法，然后在凹入部分中沉积涂料并进行沉积，或者在涂覆材料之后通过蒸发溶剂然后用激光照射图案以形成图案的方法来形成图案。通过适当地组合以上方法来制造有机晶体管。通过这样做，可以减小每个驱动有机晶体管的驱动电流的变化，从而可以制造发光强度变化小的有源矩阵型有机EL显示装置。[选择图]图2

