

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3923462号

(P3923462)

(45) 発行日 平成19年5月30日(2007.5.30)

(24) 登録日 平成19年3月2日(2007.3.2)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/288 (2006.01)	HO 1 L 21/288 Z
HO 1 L 21/28 (2006.01)	HO 1 L 21/28 A
HO 1 L 21/3205 (2006.01)	HO 1 L 21/28 3 O 1 S
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 21/88 B
BO 1 J 35/02 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 1 7 J
請求項の数 12 (全 40 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2003-344202 (P2003-344202)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成15年10月2日(2003.10.2)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2005-109390 (P2005-109390A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成17年4月21日(2005.4.21)	(72) 発明者	中村 理
審査請求日	平成17年6月22日(2005.6.22)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
早期審査対象出願			半導体エネルギー研究所内
前置審査		(72) 発明者	荻野 清文
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
			半導体エネルギー研究所内
		審査官	▲辻▼ 弘輔
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜トランジスタの作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁表面上に結晶性を有する半導体膜を形成し、
 前記半導体膜を覆って光触媒機能を有する物質からなるゲート絶縁膜を形成し、
 前記ゲート絶縁膜に選択的に光を照射して親水性とし、
 前記光触媒機能を有する物質上であって、前記光が照射された領域に、水系の溶媒に導電体が混入された組成物を吐出してゲート電極を形成することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項2】

絶縁表面上に結晶性を有する半導体膜を形成し、
 前記半導体膜を覆って光触媒機能を有する物質からなるゲート絶縁膜を形成し、
 前記ゲート絶縁膜に選択的に光を照射して親水性とし、
 前記光触媒機能を有する物質上であって、前記光が照射された領域に、水系の溶媒に導電体が混入された組成物を吐出してゲート電極を形成し、
 前記ゲート電極を用いて、前記ゲート絶縁膜をエッチングし、
 前記ゲート電極を覆って金属膜を形成し、
 前記半導体膜と前記金属膜を反応させてシリサイドを形成することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項3】

請求項1又は2において、

10

20

前記物質上における光の照射領域の幅は、前記吐出された組成物の幅よりも狭いことを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項4】

絶縁表面上に結晶性を有する半導体膜を形成し、
前記半導体膜を覆って光触媒機能を有する物質からなるゲート絶縁膜を形成し、
前記ゲート絶縁膜に選択的に光を照射して撥油性とし、
前記光触媒機能を有する物質上であって、前記光が照射されない領域に、油系の溶媒に導電体が混入された組成物を吐出してゲート電極を形成することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項5】

10

絶縁表面上に結晶性を有する半導体膜を形成し、
前記半導体膜を覆って光触媒機能を有する物質からなるゲート絶縁膜を形成し、
前記ゲート絶縁膜に選択的に光を照射して撥油性とし、
前記光触媒機能を有する物質上であって、前記光が照射されない領域に、油系の溶媒に導電体が混入された組成物を吐出してゲート電極を形成し、
前記ゲート電極を用いて、前記ゲート絶縁膜をエッチングし、
前記ゲート電極を覆って金属膜を形成し、
前記半導体膜と前記金属膜を反応させてシリサイドを形成することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項6】

20

請求項4又は5において、
前記油系の溶媒は、非極性溶剤又は低極性溶剤であることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項7】

請求項4乃至6のいずれか一において、
前記油系の溶媒は、テルピネオール、ミネラルスピリット、キシレン、トルエン、エチルベンゼン、メシチレン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、シクロヘキサン、及びシクロオクタンのいずれかであることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項8】

30

請求項1乃至7のいずれか一において、
インクジェット法により、前記組成物を吐出することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項9】

請求項1乃至8のいずれか一において、
減圧下において、前記組成物を吐出することを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項10】

請求項1乃至9のいずれか一において、
前記導電体は、金、銀、銅、白金、パラジウム、タングステン、ニッケル、タンタル、ビスマス、鉛、インジウム、錫、亜鉛、チタン、若しくはアルミニウム、又はこれらからなる合金でなることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

40

【請求項11】

請求項1乃至10のいずれか一において、
前記導電体は、金、銀、銅、白金、パラジウム、タングステン、ニッケル、タンタル、ビスマス、鉛、インジウム、錫、亜鉛、チタン、又はアルミニウムからなる分散性ナノ粒子でなることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項12】

請求項1乃至11のいずれか一において、
前記光の波長は、前記光触媒機能を有する物質が光活性を示す波長であることを特徴とする薄膜トランジスタの作製方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光触媒反応を利用した、液滴吐出（インクジェット）法による配線の作製方法及び発光装置、又は液晶表示装置等半導体装置の作製方法に関する。またそれらを形成する液滴吐出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

ピエゾ方式やサーマルジェット方式に代表される液滴吐出技術、あるいは連続式の液滴吐出技術が注目を集めている。この液滴吐出技術は活字、画像の描画に使われてきたが、近年微細パターン形成などの半導体分野へ応用する試みが始まっている。

【0003】

一方、従来光触媒反応による金属配線の形成方法は、光触媒能を有する物質が表面に形成された基材を、アルコールを含む金属イオン含有水溶液中に浸漬し、レーザー光により所定のパターンで基材上に描画し、基材を、錯体形成能を有する水溶液中に浸漬して吸着金属イオンを除去することにより吸着金属原子のみから成るパターンニングされた金属膜を形成するものがある（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

20

また光触媒材料として用いられている酸化チタン（ TiO_2 ）はN型半導体であり、紫外領域の波長の光が照射されると、その表面で光触媒反応が起こり、表面に生成した活性種により防臭、防カビ、防汚、抗菌等の作用があることが知られている。酸化チタンはルチル型（金紅石）、アナターゼ型（鋭錐石）、ブルッカイト型（板チタン石）と呼ばれる3種類があり、これらは結晶構造に違いがある。この中で光触媒活性が高いのはアナターゼ型である。

【特許文献1】特開平9-260808号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

上記のようなインクジェット法を用いて配線を形成する場合、配線形成表面でインクジェットノズルから吐出された液滴（ドット）が広がってしまい、配線の線幅（単に幅と表記する）を小さくすることが難しかった。その反面、半導体装置、特に半導体装置が有する画素部の高精細化、高開口率化が進むにつれて、より幅の小さい配線を形成することが要求されている。

【0006】

更に配線形成表面を撥液性とした場合、着弾したドットは表面を容易に転がってしまい、凝集することにより所望の領域に連続した線を引くことが難しかった。

【0007】

このように、より幅の小さい配線を形成し、且つ指定された位置に形成されるように配線の位置制御は、インクジェット法により形成することが難しかった。

40

【0008】

そこで本発明はインクジェット法を用いた配線形成において、より幅の小さく、位置制御しやすい配線の形成方法を提供することを課題とする。また該配線を有する薄膜トランジスタ並びに半導体装置、及びそれらの作製方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を鑑み本発明は、光触媒機能を有する物質（以下、単に光触媒物質と表記する）の光触媒活性を利用して、配線を形成することを特徴とする。具体的には、光触媒物質上又はその両端に、塗布法等により、溶媒に混入された配線材料（配線材料（導電性材料

50

）を溶媒に溶解又は分散させたものを含む）を形成し、配線を形成することを特徴とする。例えば、光触媒物質上に、インクジェット法により、溶媒に混入された導電体を吐出する。インクジェット法以外に、スピンコーティング法、ディップ法、その他の塗布法により、光触媒物質上に、溶媒に混入された導電体を形成してもよい。

【0010】

光触媒物質は、酸化チタン (TiO_2)、チタン酸ストロンチウム (SrTiO_3)、セレン化カドミウム (CdSe)、タンタル酸カリウム (KTaO_3)、硫化カドミウム (CdS)、酸化ジルコニウム (ZrO_2)、酸化ニオブ (Nb_2O_5)、酸化亜鉛 (ZnO)、酸化鉄 (Fe_2O_3)、酸化タングステン (WO_3) 等が好ましい。これら光触媒物質に紫外光領域の光（波長 400nm 以下、好ましくは 380nm 以下）を照射し、光触媒活性を生じさせる。このとき、滴下した液滴（ドットとも表記する）の径よりも光照射領域の幅を狭くし、微細な描画を行うことができる。

10

【0011】

例えば、 TiO_2 に光照射する前、親油性はあるが、親水性はない、つまり撥水性の状態にある。光照射を行うことにより、光触媒活性が起こり、親水性にかわり、逆に親油性がない状態、つまり撥油性となる。なお光照射時間により、親水性と親油性を共に有する状態にもなりうる。

【0012】

なお親水性とは、水に濡れやすい状態を指し、接触角が 30 度以下、特に接触角が 5 度以下を超親水性という。一方撥水性とは、水に濡れにくい状態を指し、接触角が 90 度以上のものを指す。同様に親油性とは、油に濡れやすい状態を指し、撥油性とは油に濡れにくい状態を指す。なお接触角とは、滴下したドットのふちにおける、形成面と液滴の接線がなす角度のことを指す。

20

【0013】

すなわち、光照射を行った領域（以下、照射領域と表記する）は、親水性領域、又は超親水性（合わせて単に親水性と表記する）となる。このとき、照射領域の幅を所望の配線幅となるように光照射を行う。その後、インクジェット法により、照射領域上から又は照射領域にむかって、水系の溶媒に導電体が混入したドットを吐出する。すると、単にインクジェット法により吐出されたドットの径より小さな、つまり幅の狭い配線を形成することができる。これは所望の配線幅となるように照射領域が形成されるため、吐出されたドットが形成表面で広がることを抑制できるからである。更に、ドットが多少ずれて吐出された場合であっても、照射領域に沿って配線を形成することができ、配線形成の正確な位置制御が可能となる。

30

【0014】

なお水系の溶媒を用いる場合、インクジェットのノズルからスムーズに吐出できるように界面活性剤を添加すると好ましい。

【0015】

また、油（アルコール）系の溶媒に混入された導電体を吐出する場合、光照射が行われない領域（以下、非照射領域と表記する）に導電体を吐出し、非照射領域上から又は非照射領域にむかってドットを吐出することにより、同様に配線を形成することができる。すなわち、配線を形成したい領域の両端、つまり配線を形成したい領域を囲むような周囲に光照射を行い、照射領域を形成すればよい。このとき照射領域は撥油性を有するため、油（アルコール）系の溶媒に混入された導電体を有するドットは、選択的に非照射領域に形成されるからである。すなわち、非照射領域の幅を所望の配線幅となるように光照射を行う。

40

【0016】

なお、油（アルコール）系の溶媒は、非極性溶剤又は低極性溶剤を用いることができる。例えば、テルピネオール、ミネラルスピリット、キシレン、トルエン、エチルベンゼン、メシチレン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、シクロヘキサン、又はシクロオクタンを用いることができる。

50

【0017】

更に光触媒物質へ遷移金属（Pd、Pt、Cr、Ni、V、Mn、Fe、Ce、Mo、W等）をドーピングすることにより、光触媒活性を向上させたり、可視光領域（波長400nm～800nm）の光により光触媒活性を起こすことができる。遷移金属は、広いバンドギャップを持つ活性な光触媒の禁制帯内に新しい準位を形成し、可視光領域まで光の吸収範囲を拡大しうるからである。例えば、CrやNiのアクセプター型、VやMnのドナー型、Fe等の両性型、その他Ce、Mo、W等をドーピングすることができる。このように光の波長は光触媒物質によって決定することができるため、光照射とは光触媒物質の光触媒活性化させる波長の光を照射することを指す。

【0018】

また光触媒物質を真空中又は水素環流中で加熱し還元させると、結晶中に酸素欠陥が発生する。このように遷移元素をドーピングしなくても、酸素欠陥は電子ドナーと同等の役割を果たす。特に、ゾルゲル法により形成する場合、酸素欠陥が最初から存在するため、還元しなくともよい。またN₂等のガスをドーピングすることにより、酸素欠陥を形成することができる。

【0019】

導電体として、金、銀、銅、白金、パラジウム、タングステン、ニッケル、タンタル、ビスマス、鉛、インジウム、錫、亜鉛、チタン、若しくはアルミニウム、これらからなる合金、これらの分散性ナノ粒子、又はハロゲン化銀の微粒子を用いることができる。特に低抵抗な銀、銅を用いるとよい。但し銅を用いる場合、半導体膜中等に銅が拡散することを防止するため、窒素を有する絶縁膜をバリア膜として形成する。また透明導電体として、インジウム錫酸化物（ITO、Indium Tin Oxide）、酸化インジウムに2～20%の酸化亜鉛（ZnO）を混合したIZO（indium zinc oxide）、酸化インジウムに2～20%の酸化珪素（SiO₂）を混合したITSO、有機インジウム、有機スズ、窒化チタン（TiN）等を用いることもできる。

【0020】

インクジェット法としてピエゾ方式を用いることができる。ピエゾ方式は、インク滴の制御性に優れインク選択の自由度の高いことからインクジェットプリンターでも利用されている。なお、ピエゾ方式には、MLP（Multi Layer Piezo）タイプとMLChip（Multi Layer Ceramic Hyper Integrated Piezo Segments）タイプがある。また溶媒の材料によっては、発熱体を発熱させ気泡を生じさせ溶液を押し出す、いわゆるサーマル方式を用いたインクジェット法でもよい。

【0021】

以上のように形成された配線は、光触媒物質を介して導電膜が設けられていることとなる。

【0022】

このように形成される配線は、薄膜トランジスタ（TFETとも表記する）のゲート電極、ソース電極、ドレイン電極、及びそれら電極と接続される配線や、ソース信号、ドレイン信号、またゲート信号が入力される配線として用いることができる。そしてこのような薄膜トランジスタを有する半導体装置を形成することができる。

【0023】

また導電膜下以外に形成される光触媒物質、つまり配線の形成に不要な光触媒物質は除去してもよい。薄膜トランジスタや半導体装置形成後に、外光等からの光が照射され、TiO₂が不必要に反応することを防止するためである。除去する手段として、導電膜をマスクとしたウェットエッチング法、又はドライエッチング法を用いることができる。例えば、HF系のエッチャントを用いたウェットエッチング法により除去することができる。

【0024】

逆に、薄膜トランジスタ等を形成している途中、成膜室間の移動で薄膜トランジスタ等に有害となる有機物が付着する場合、該有機物を除去することが可能となるため、光触媒物質を残しておいてもよい。そのため光触媒物質を表示部の周囲（縁、端）に形成しても

10

20

30

40

50

よい。

【発明の効果】

【0025】

本発明により、インクジェット法により形成されるドットの径より狭い、つまり幅の小さな配線を形成することができる。更に、ドットが多少ずれて吐出された場合であっても、光触媒活性が向上された領域に沿って配線を形成することができ、配線形成の正確な位置制御が可能となる。また光触媒物質に対して親水性、撥油性等を制御することにより、隣り合うドットが凝集して配線が途切れてしまうことを防止することができる。更にドットは幅方向に広がることのないため、配線の膜厚を厚くすることが可能である。

【0026】

以上のように本発明の光触媒反応を利用した、インクジェット法による配線の作製方法により、大面積パターンニングや高精細パターンニングが容易、マスクの使用を低減でき、フォトリソグラフィ工程を省略することができるため作製工程の簡略化が可能、材料の有効利用が可能となる。更にインクジェット法を用いると、大型基板対しても低コスト、作製工程を短縮して形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下に、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

【0028】

(実施の形態1)

本実施の形態では、具体的な配線の作製方法について説明する。

【0029】

図1(A)に示すように、配線を形成する領域100上に光触媒物質101を形成する。光触媒物質は、ゾルゲル法のディップコーティング法、スピンのコーティング法、インクジェット法、イオンプレーティング法、イオンビーム法、CVD法、スパッタリング法、RFマグネトロンスパッタリング法、プラズマ溶射法、プラズマスプレー法、又は陽極酸化法により形成することができる。また複数の金属を含む酸化物半導体からなる光触媒物質の場合、構成元素の塩を混合、融解して形成することができる。ディップコーティング法、スピンのコーティング法等の塗布法により光触媒物質を形成する場合、溶媒を除去する必要があるとき、焼成したり、乾燥すればよい。具体的には、所定の温度(例えば、300℃以上)で加熱すればよく、好ましくは酸素を有する雰囲気で行う。例えば、導電ペーストとしてAgを用い、酸素及び窒素を有する雰囲気で行うと、熱硬化性樹脂などの有機物が分解されるため、有機物を含まないAgを得ることができる。その結果、Ag表面の平坦性を高めることができる。

【0030】

この加熱処理により、光触媒物質は所定の結晶構造を有することができる。例えば、アナターゼ型やルチル-アナターゼ混合型を有する。低温相ではアナターゼ型が優先的に形成される。そのため光触媒物質が所定の結晶構造を有していない場合も加熱すればよい。また塗布法により形成する場合、所定の膜厚を得るために複数回にわたって光触媒物質を形成することもできる。

【0031】

本実施の形態では、光触媒物質としてスパッタリング法により所定の結晶構造を有するTiO₂結晶を形成する場合を説明する。ターゲットには金属チタンチューブを用い、アルゴンガスと酸素を用いてスパッタリングを行う。更にHeガスを導入してもよい。光触媒活性の高いTiO₂を形成するためには、酸素を多く含む雰囲気とし、形成圧力を高めにする。更に成膜室又は処理物が設けられた基板を加熱しながらTiO₂を形成すると好ましい。

【0032】

このように形成される TiO_2 は非常に薄膜 ($1\mu\text{m}$ 程度) であっても光触媒機能を有する。

【0033】

その後、選択的に光照射を行って照射領域を形成するため、光学系を用いて光を集光させる。例えば、レンズ 103 により光 104 を集光させる。そして、 TiO_2 と光とを相対的に移動させることにより、選択的に光照射を行う。例えば、矢印 108 の方向に、光触媒物質 101 を移動させればよい。その結果、照射領域 105 と、非照射領域 106 を形成することができる。そして照射領域 105 における TiO_2 は、親水性を示す。なお光照射時間により、親水性と親油性を共に有する状態にもなりうる。

【0034】

光としては、ランプ (例えば紫外線ランプ、いわゆるブラックライト) やレーザー光 (例えば、発振波長 308nm の XeCl エキシマレーザー、発振波長 351nm の XeF エキシマレーザー、又は発振波長 248nm の KrF エキシマレーザー等) を用いることができる。特定の波長を発振することができるレーザー光を用いると好ましい。また光は TiO_2 を光触媒活性化させる波長の光であればよく、外光を用いて選択的に光照射を行っても構わない。

【0035】

本工程は選択的に光照射を行うため、暗室、又は少なくとも光触媒活性化させる波長の光の波長が除去若しくは低減された反応部屋で行う。少なくとも装置自体の反応室を暗室、又は少なくとも光触媒活性化させる波長の光の波長が除去若しくは低減すればよい。

【0036】

また導電体を形成する領域に、選択的に TiO_2 を形成することにより、全体に光を照射することができる。例えば、インクジェット法、所望の形状のメタルマスクを配置したスピンコーティング法等により選択的に TiO_2 を形成し、その後、ランプやレーザー光等を用いて全体に光を照射すればよい。その結果、選択的に形成された TiO_2 は親水性となる。

【0037】

このように選択的に TiO_2 を形成すると、薄膜トランジスタや半導体装置形成後に、外光等からの光が照射され、 TiO_2 が不要に反応することを防止することができる。すなわち、導電膜下以外に形成される TiO_2 、つまり配線の形成に不要な TiO_2 を除去するため、導電膜をマスクとしたウェットエッチング法、又はドライエッチング法を用いなくて済む。

【0038】

また全体に TiO_2 を形成した後、保護膜を形成し、保護膜を選択的に除去し、光照射を行うことで、導電体を形成する所望の領域の TiO_2 を親水性とすることもできる。保護膜を選択的に除去する手段としては、ドライエッチング、又はウェットエッチングを用いることができる。また一定のパワー以上で TiO_2 を光触媒活性化させる波長の光の波長を有するレーザー光を用いたレーザアブレーションを用いて、保護膜を除去してもよい。この場合、保護膜の選択的な除去と、 TiO_2 の光触媒活性化を同時に行うことができる。その後、光触媒活性化させる波長を有する光が、 TiO_2 に照射されないようにするため、保護膜は一定のパワー以下であって、光触媒活性化させる波長の光を吸収、又は反射する材料を選択する。すなわち、外光に含まれる光触媒活性化させる波長の光が照射されることを考慮して保護膜を選択する。その結果、反応室の移動中や製品として使用する間において、 TiO_2 へ光触媒活性化させる波長の光が照射されることを防止できる。また保護膜として用いる材料は、膜厚を制御することにより、光触媒活性化させる光の波長を吸収、又は反射させることができる。更に、保護膜は複数の材料を積層して形成してもよい。その結果、光触媒活性化させる波長の光を広範囲に渡って、吸収又は反射させることができる。

【0039】

このように、 TiO_2 を選択的に親水性とすることができる。親水性領域の幅は、所望

10

20

30

40

50

の配線幅とすればよく、該光学系により光の照射領域を絞ればよい。

【0040】

その後図1(B)に示すように、照射領域上からドット109を吐出する。ドットを吐出する吐出手段は、1つ又は複数の溶液注入口や、1つ又は複数のノズルを具備するヘッドを有し、溶液注入口からドットの原料となる組成物を注入し、ノズルから組成物が吐出される。このとき、組成物はドット状に吐出されたり、ドットが連なった線状に吐出されたりするが、合わせてドットと表記する。つまりドットを吐出するとは、複数のドットが連続して吐出されるため、ドットとして認識されず線状に滴下されることもある。

【0041】

ノズルの径は、 $0.02\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ （好ましくは $30\mu\text{m}$ 以下）に設定し、該ノズルから吐出される組成物の吐出量は $0.001\text{pl}\sim 100\text{pl}$ （好ましくは 10pl 以下）に設定するとよい。この吐出量は、ノズルの径の大きさにより制御することができる。そのためノズルの径は、所望の配線幅に基づいて設計することができる。また、親水性領域表面、つまり被処理物表面とノズルの吐出口との距離は、所望の箇所に滴下するため近づけるとよい。好ましくは、 $0.1\text{mm}\sim 3\text{mm}$ （好ましくは $0.5\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ）とする。

【0042】

吐出口から吐出する組成物は、溶媒に導電体が混入したものを用いる。導電体として、金、銀、銅、白金、パラジウム、タングステン、ニッケル、タンタル、ビスマス、鉛、インジウム、錫、亜鉛、チタン、若しくはアルミニウム、これらからなる合金、これらの分散性ナノ粒子、又はハロゲン化銀の微粒子を用いることができる。特に低抵抗な銀、銅を用いるとよい。但し銅を用いる場合、半導体膜中等に銅が拡散することを防止するため、窒素を有する絶縁膜をバリア膜として形成する。また透明導電体として、インジウム錫酸化物（ITO、Indium Tin Oxide）、酸化インジウムに2～20%の酸化亜鉛（ZnO）を混合したIZO（indium zinc oxide）、酸化インジウムに2～20%の酸化珪素（SiO₂）を混合したITSO、有機インジウム、有機スズ、窒化チタン（TiN）等を用いることもできる。

【0043】

溶媒として、水系、又は油（アルコール）系の溶媒を用いることができる。水系の溶媒を用いる場合、ノズルからスムーズに組成物が吐出するように界面活性剤を添加しておく

【0044】

組成物の表面張力は、 $40\text{mN}/\text{m}$ 以下が好ましい。組成物の粘度は 50cP 以下が好ましい。組成物の乾燥が起こることを防止したり、吐出口から組成物を円滑に吐出できるようにしたりするためである。なお、用いる溶媒や、用途に合わせて、組成物の粘度等は適宜調整するとよい。一例として、ITOや、有機インジウム、有機スズを溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $5\sim 50\text{mPa}\cdot\text{S}$ 、銀を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $5\sim 20\text{mPa}\cdot\text{S}$ 、金を溶媒に溶解又は分散させた組成物の粘度は $10\sim 20\text{mPa}\cdot\text{S}$ とする。

【0045】

導電体の粒子の径は、各ノズルの径や所望のパターン幅などに依存するが、ノズルの目詰まり防止や高精細なパターンの作製のため、小さい方が好ましい。好ましくは、導電体の粒子の径は粒径 $0.1\mu\text{m}$ 以下がよい。

【0046】

組成物は、電解法、アトマイズ法又は湿式還元法等で形成されるものであり、その粒子サイズは、一般的に約 $0.5\sim 10\mu\text{m}$ である。但し、ガス中蒸発法で形成すると、分散剤で保護されたナノ分子は約 7nm と微細である。またこのナノ粒子は、被覆剤を用いて各粒子の表面を覆うと、溶媒中に凝集がなく、室温で安定に分散し、液体とほぼ同じ挙動を示す。

10

20

30

40

50

【0047】

組成物を吐出する工程は、減圧下で行うと好ましい。組成物を吐出して被処理物に着弾するまでの間に、該組成物の溶媒が蒸発し、組成物の乾燥と焼成の工程を省略することができる。また、減圧下で行うと、導電体の表面に酸化膜などが形成されないため好ましい。

【0048】

組成物を吐出後、乾燥と焼成の一方又は両方の工程を行う。乾燥と焼成の工程は、両工程とも加熱処理の工程であり、例えば、乾燥は100度で3分間、焼成は200～350度で15分間～30分間で行う。乾燥と焼成の工程は、常圧下又は減圧下で、レーザー光の照射や瞬間熱アニール、加熱炉などにより行う。

10

【0049】

乾燥と焼成の工程を効率的に行うためには、基板を加熱しておいてもよい。そのとき基板の温度は、基板等の材質に依存するが、一般的には100～800度（好ましくは200～350度）とする。本工程により、組成物中の溶媒や溶液の蒸発、又は化学的に分散剤を除去するとともに、硬化収縮することで、ナノ粒子間を接触させる融合を加速することができる。

【0050】

このように、光触媒反応を利用した、インクジェット法によりドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を形成することができる。更に、ドットが多少ずれて吐出された場合であっても、光触媒活性が向上された領域に沿って配線を形成することができ、配線形成の正確な位置制御が可能となる。

20

【0051】

更に半導体膜や絶縁膜を、光触媒反応を利用した、インクジェット法により形成してもよく、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Zr、Baなどの酸化物、を滴下することができる。

【0052】

また配線同士を接続するプラグを、光触媒反応を利用した、インクジェット法により形成することもできる。プラグを形成する絶縁膜に開口部を形成し、光触媒物質を開口部側面のみ、又は開口部付近の絶縁膜表面のみに形成し、光照射により親水性等を制御し、開口部内に積極的にプラグ材料を滴下することができる。

30

【0053】

（実施の形態2）

本実施の形態では、導電体の溶媒に油（アルコール）系を用いる場合について説明する。

【0054】

図2（A）に示すように、実施の形態1と同様に、配線を形成する領域100上に光触媒物質101を形成する。その後、選択的に光を照射するため、光学系を用いて光を集光させる。例えば、レンズ103により光104を集光させ、TiO₂と光とを相対的に移動させることにより、選択的に光を照射する。例えば、矢印108の方向に、光触媒物質101を移動させればよい。その結果、照射領域105と、非照射領域106を形成することができる。そして照射領域105のTiO₂は撥油性を示す。

40

【0055】

その後図2（B）に示すように、非照射領域上からドット109を吐出する。本実施の形態では導電体の溶媒として油（アルコール）系を用いるため、照射領域間に設けられる非照射領域上から又は非照射領域にむかってドットを吐出する。なおドットを吐出するとは、複数のドットが連続して吐出されるため、ドットとして認識されず線上に滴下されることがある。

【0056】

油（アルコール）系の溶媒は、非極性溶剤又は低極性溶剤を用いることができる。例えば、テルピネオール、ミネラルスピリット、キシレン、トルエン、エチルベンゼン、メシ

50

チレン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、デカン、ドデカン、シクロヘキサン、又はシクロオクタンを用いることができる。本実施の形態では、溶媒にテトラデカンを用いる。また導電体として、上記実施の形態と同様なものを使用できる。

【0057】

その後、上記実施の形態と同様に、乾燥や焼成を行って配線を形成する。

【0058】

このように、光触媒反応を利用した、インクジェット法によりドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を形成することができる。更に、ドットが多少ずれて吐出された場合であっても、光触媒活性が向上された領域に沿って配線を形成することができ、配線形成の正確な位置制御が可能となる。

10

【0059】

特に配線を形成する領域を撥油性とすることにより、配線の高さを高めることができる。すなわち、油（アルコール）系の溶媒中に導電体が混入されたドットを非照射領域間に滴下するため、上記実施の形態と比較して配線の高さを高くすることができる。

【0060】

更に半導体膜や絶縁膜を、光触媒反応を利用した、インクジェット法により形成してもよく、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Zr、Baなどの酸化物、を滴下することができる。

【0061】

また配線同士を接続するプラグを、光触媒反応を利用した、インクジェット法により形成することもできる。プラグを形成する絶縁膜に開口部を形成し、光触媒物質を開口部側面のみ、又は開口部付近の絶縁膜表面のみに形成し、光照射により親水性等を制御し、開口部内に積極的にプラグ材料を滴下することができる。

20

【0062】

（実施の形態3）

本実施の形態では、上記実施の形態で説明した配線の作製方法を用いて薄膜トランジスタを形成する例を説明する。なお光触媒物質として TiO_2 を用いる。

【0063】

まず図3（A）に示すように、絶縁表面を有する基板200上に下地膜201を形成する。基板200には、例えばバリウムホウケイ酸ガラスや、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、ステンレス基板等を用いることができる。また、ポリエチレン-テレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルサルフォン（PES）に代表されるプラスチックや、アクリル等の可撓性を有する合成樹脂からなる基板は、一般的に他の基板と比較して耐熱温度が低い傾向にあるが、作製工程における処理温度に耐え得るのであれば用いることが可能である。

30

【0064】

下地膜201は基板200中に含まれるNaなどのアルカリ金属やアルカリ土類金属が、半導体膜中に拡散し、半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのを防ぐために設ける。よってアルカリ金属やアルカリ土類金属の半導体膜への拡散を抑えることができる酸化珪素や、窒化珪素、窒化酸化珪素などの絶縁膜を用いて形成する。なお下地膜201は積層構造を有してもよく、本実施の形態ではプラズマCVD法を用いて、第1の下地膜として、プラズマCVD法を用い、原料ガスに SiH_4 、 N_2O 、 NH_3 、 H_2 、圧力が0.3 Torr（39.9 Pa）、RFパワーが50 W、RF周波数が60 MHz、基板温度を400℃として形成する酸化窒化珪素膜を10～200 nm（好ましくは50～200 nm）、第2の下地膜として、プラズマCVD法を用い、原料ガスに SiH_4 、 N_2O 、圧力が0.3 Torr（39.9 Pa）、RFパワーが150 W、RF周波数が60 MHz、基板温度を400℃として形成する酸化窒化珪素膜を50～200 nm（好ましくは200～150 nm）の順に積層する。

40

【0065】

ガラス基板、ステンレス基板又はプラスチック基板のように、アルカリ金属やアルカリ

50

土類金属が多少なりとも含まれている基板を用いる場合、不純物の拡散を防ぐという観点から下地膜を設けることは有効であるが、石英基板など不純物の拡散がさして問題とならない場合は、必ずしも設ける必要はない。

【0066】

下地膜上全体に光触媒物質202として TiO_2 を形成する。また TiO_2 を下地膜として用いてもよく、この場合下地膜を省略することができる。 TiO_2 は上記実施の形態と同様に形成すればよく、本実施の形態ではスピンコーティング法を用いて TiO_2 を形成した後、焼成や乾燥を行って所定の結晶構造の TiO_2 を形成する。例えば、アナターゼ型やルチルアナターゼ混合型を有する。

【0067】

次いで、所望の領域の TiO_2 に光触媒活性させる波長を有する光を照射し、照射領域203を形成する。すると照射領域は親水性を示す。

【0068】

インクジェット法を用いて、溶媒中に分散された導電体を有するドットを、照射領域上から又は照射領域にむかって滴下する。本実施の形態では、水系の溶媒を用い、導電体としてAgを用い、照射領域上にドットを滴下する。その後、 $150^{\circ}C \sim 400^{\circ}C$ に加熱し焼成を行い、配線204を形成する。配線204は、いわゆるソース電極、又はドレイン電極として機能する。

【0069】

図3(B)に示すように、プラズマCVD法を用いて、一導電性を有する半導体膜、例えばN型を有する半導体膜206を形成する。その後、配線間のショートを防止するため、N型を有する半導体膜をパターンニングする。

【0070】

次いで、プラズマCVD法を用いて半導体膜207を形成する。半導体膜207の膜厚は $25 \sim 200 \text{ nm}$ （好ましくは $30 \sim 60 \text{ nm}$ ）とする。また非晶質半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができ、シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は $0.01 \sim 4.5 \text{ atomic\%}$ 程度であることが好ましい。また非晶質半導体の中に結晶粒が分散するように存在しているセミアモルファス半導体、及び非晶質半導体中に $0.5 \text{ nm} \sim 20 \text{ nm}$ の結晶を粒観察することができる微結晶半導体から選ばれたいずれの半導体膜を用いてもよい。 $0.5 \text{ nm} \sim 20 \text{ nm}$ の結晶を粒観察することができる微結晶はいわゆるマイクロクリスタル(μc)とも呼ばれている。本実施の形態では、珪素を主成分とする非晶質半導体膜（非晶質珪素膜、アモルファスシリコンとも表記する）を用いる。

【0071】

その後、フォトリソマスク208を形成し、該マスクを用いて半導体膜、及びN型を有する半導体膜をパターンニングする。例えば、ポリイミドやポリビニルアルコール等をインクジェット法により滴下してフォトリソマスクを形成することができる。

【0072】

図3(C)に示すように、絶縁膜、いわゆるゲート絶縁膜210を形成する。本実施の形態では、 TiO_2 をスピンコーティング法により塗布し、ゲート絶縁膜とする。 TiO_2 は高誘電率を有するためゲート絶縁膜に適する。その後所望の配線形成領域、つまりゲート電極を形成する領域に光触媒活性化させる波長の光を照射し、照射領域209を形成する。照射領域209は、親水性を示す。

【0073】

インクジェット法を用いて、照射領域上から又は照射領域にむかって溶媒中に導電体が混入されたドットを滴下する。本実施の形態では、水系の溶媒を用い、導電体としてAgを用い、照射領域上にドットを滴下する。その後、 $150^{\circ}C \sim 400^{\circ}C$ に加熱し、ゲート電極211を形成する。

【0074】

また油（アルコール）系の溶媒中に導電体が混入されたドットを滴下してもよい。この

10

20

30

40

50

場合、ゲート電極を形成する領域の両端に光触媒活性化させる波長の光を照射し、撥油性を高めればよい。

【0075】

図3(D)に示すように、必要に応じて層間絶縁膜213を形成する。層間絶縁膜には、無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)、感光性又は非感光性の有機材料(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン)、珪素(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む、又は置換基にフッ素、アルキル基、又は芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料、いわゆるシロキサン、及びそれらの積層構造を用いることができる。有機材料として、ポジ型感光性有機樹脂又はネガ型感光性有機樹脂を用いることができる。例えば、有機材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、露光処理により感光性有機樹脂をエッチングすると上端部に曲率を有する開口部を形成することができる。本実施の形態では、原料ガスに SiH_4 、 N_2O を用いるプラズマCVD法により形成される酸化窒化珪素膜を600nmに形成する。

10

【0076】

その後、層間絶縁膜213に開口部、いわゆるコンタクトホールを形成する。コンタクトホールへ配線214を形成し、配線204と電氣的に接続する。配線214は、インクジェット法により形成することができる。配線214は、いわゆるソース配線、又はドレイン配線として機能する。

【0077】

20

なおインクジェット法により、配線214を先に積層させ、その後粘性の高い絶縁膜を形成して層間絶縁膜を形成してもよい。またインクジェット法により、絶縁膜と配線を適宜交互に滴下してもよい。すなわち、絶縁膜材料を滴下していき、配線を形成する領域では配線材料を滴下すればよい。このとき表面の平坦性が問題となる場合は、CMP(Chemical Mechanical Polishing、化学的・機械的ポリッシング)、エッチバック等の平坦化工程を施すとよい。以上のように、コンタクトホールを開口するためのフォトリソ形成工程、該マスクを用いたエッチング工程、該マスクを除去する洗浄工程を削減することもできる。

【0078】

その後、配線214と接するように電極215を形成する。電極215は、インクジェット法により形成することができる。電極215は、液晶表示装置においていわゆる画素電極として機能し、発光装置においていわゆる発光素子の陽極又は陰極として機能する。電極215として、水系の溶媒中に導電体が混入したドットを用いることができ、特に透明導電体が混入されたドットを用いることにより透明導電膜を形成することができる。また層間絶縁膜213の上面に TiO_2 を形成し、電極215を形成する所望の領域に光触媒活性化させる波長の光を照射して、親水性としてもよい。

30

【0079】

また油(アルコール)系の溶媒中に導電体が混入したドットを滴下してもよい。この場合、電極215を形成する領域の両端に光触媒活性化させる波長の光を照射し、撥油性を高めればよい。

40

【0080】

また層間絶縁膜213を形成すると平坦性が高まるため好ましいが、一方で作製工程が増えてしまう。そのため、層間絶縁膜213を形成せずにゲート絶縁膜210にコンタクトホールを形成し、電極215を形成してもよい。

【0081】

このように光触媒反応を利用した、インクジェット法により、ドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を有する薄膜トランジスタを形成することができる。本実施の形態の薄膜トランジスタは、半導体膜より上方にゲート電極が設けられる、いわゆるトップゲート型の薄膜トランジスタである。

【0082】

50

また本実施の形態において、不要な TiO_2 を除去してもよい。不要な領域とは、配線が形成されない領域であるため、配線をマスクとしてドライエッチング、又はウェットエッチングを行って TiO_2 を除去することができる。

【0083】

(実施の形態4)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる方法で薄膜トランジスタを形成する例を説明する。なお光触媒物質として TiO_2 を用いる。

【0084】

まず図4(A)に示すように、上記実施の形態と同様に基板200上に下地膜201を形成する。下地膜上に光触媒物質202として TiO_2 を全体に形成する。また TiO_2 を下地膜として用いてもよく、この場合下地膜を省略することができる。 TiO_2 は上記実施の形態と同様に形成すればよい。

【0085】

次いで、所望の領域の TiO_2 に光触媒活性させる波長を有する光を照射し、照射領域203を形成する。すると照射領域は親水性を示す。

【0086】

インクジェット法を用いて、照射領域上から又は照射領域にむかって、溶媒中に導電体が混入したドットを滴下して、配線204を形成する。そして一導電性を有する半導体膜、例えばN型を有する半導体膜206を形成し、配線204と、N型を有する半導体膜206とを同時にパターニングする。

【0087】

図4(B)に示すように、N型を有する半導体膜上に半導体膜207を形成し、パターニングする。例えば、半導体膜として非晶質半導体膜を用い、該非晶質半導体膜上にインクジェット法によりポリイミド又はポリビニルアルコール等からなるマスクを形成し、該マスクを用いて非晶質半導体膜をパターニングする。このとき同時に、N型を有する半導体膜をパターニングしてもよい。その後、半導体膜等を覆ってゲート絶縁膜210を形成する。ゲート絶縁膜として TiO_2 を用い、所望の領域に光触媒活性させる波長を有する光を照射し、照射領域209を形成する。すると照射領域209は親水性を示す。

【0088】

インクジェット法を用いて、照射領域上から又は照射領域にむかって溶媒中に導電膜が混入されたドットを滴下し、ゲート電極211を形成する。親水性領域に選択的にドットを滴下するため、水系の溶媒を用いる。

【0089】

また油(アルコール)系の溶媒中に分散された導電体を有するドットを滴下してもよい。この場合、ゲート電極211を形成する領域の両端に光触媒活性化させる波長の光を照射し、撥油性を高めればよい。

【0090】

図4(C)に示すように、層間絶縁膜214を形成し、所望の領域にコンタクトホールを形成し、該コンタクトホールに配線214を形成する。配線214はインクジェット法により形成することができる。そして配線214と接続するように電極215を形成する。電極215はインクジェット法により形成することができる。

【0091】

電極215は、液晶表示装置において画素電極として機能し、発光装置において発光素子の陽極又は陰極として機能する。電極215として、水系の溶媒中に分散した導電体を用いることができ、特に透明導電体を用いることにより透明導電膜を形成することができる。また層間絶縁膜213の上面に TiO_2 を形成し、電極215を形成する所望の領域に光触媒活性化させる波長の光を照射してもよい。

【0092】

また油(アルコール)系の溶媒中に導電体が混入されたドットを滴下してもよい。この場合、電極215を形成する領域の両端に光触媒活性化させる波長の光を照射し、撥油性

10

20

30

40

50

を高めればよい。

【0093】

また層間絶縁膜213を形成すると平坦性が高まるため好ましいが、一方で作製工程が増えてしまう。そのため、層間絶縁膜213を形成せずにゲート絶縁膜210にコンタクトホールを形成し、電極215を形成してもよい。

【0094】

このように光触媒反応を利用した、インクジェット法により、ドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を有する薄膜トランジスタを形成することができる。本実施の形態の薄膜トランジスタは、半導体膜より上方にゲート電極が設けられる、いわゆるトップゲート型の薄膜トランジスタである。

10

【0095】

また本実施の形態において、不要な TiO_2 を除去してもよい。不要な領域とは、配線が形成されない領域であるため、配線をマスクとしてドライエッチング、又はウェットエッチングを行って TiO_2 を除去することができる。

【0096】

以上のように多様な構造を有するトップゲート型の薄膜トランジスタを形成することができる。

【0097】

(実施の形態5)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる方法で薄膜トランジスタを形成する例を説明する。なお光触媒物質として TiO_2 を用いる。

20

【0098】

まず図17(A)に示すように、上記実施の形態と同様に、基板200上に下地膜201を形成する。下地膜上に電極215を形成する。電極215はインクジェット法により形成することができる。また下地膜に光触媒物質を用い、光照射を行って親水性又は撥油性とした状態で、インクジェット法により電極215を滴下してもよい。

【0099】

全体に配線204を形成し、一導電型を有する半導体膜、例えばN型を有する半導体膜206を形成する。配線204はスパッタリング法、又はインクジェット法により形成することができる。

30

その後、N型を有する半導体膜上に光触媒物質202として TiO_2 を形成する。

TiO_2 の所望の領域に光照射を行い、照射領域203を形成する。照射領域は親水性を示す。

【0100】

そして、N型を有する半導体膜上にインクジェット法によりポリイミド又はポリビニルアルコール等からなるマスク208を形成する。このとき、照射領域上にマスクを形成する。そのため、マスクは水系の溶媒を有するドットを滴下して形成する。その結果、ドットの径より小さい幅を有するマスクを形成することができ、微細なパターンニングを施すことができる。さらに必要に応じてマスクを焼成するため、加熱処理を行ってもよい。

【0101】

40

図17(B)に示すように、マスクを用いて、配線、N型を有する半導体膜、及び光触媒物質をパターンニングする。このパターンニングにより電極215が現れる。その後、マスクを除去するための洗浄を行う。さらにウェットエッチング又はドライエッチングにより、光触媒物質を除去する。

【0102】

図17(C)に示すように、半導体膜207を形成し、マスクを用いてパターンニングする。図示しないが、該マスクは半導体膜上にインクジェット法によりポリイミド又はポリビニルアルコール等を滴下して形成してもよい。半導体膜をパターンニングするとき、同時にN型を有する半導体膜をパターンニングしてもよい。

【0103】

50

そして半導体膜を覆うように、ゲート絶縁膜 210 として機能する絶縁膜を形成する。このとき、電極 215 上には絶縁膜 210 を形成しない。本実施の形態では、ゲート絶縁膜は光触媒物質である TiO_2 を用いて形成する。 TiO_2 の所望の領域に光照射を行って、照射領域 209 を形成する。照射領域は親水性を示す。そして照射領域上にゲート電極 211 として機能する導電膜を形成する。そのため、導電膜は水系の溶媒に導電体が混入されたドットを滴下して形成する。その結果、ドットの径より小さい幅を有するゲート電極を形成することができ、微細化を達成することができる。さらに必要に応じてゲート電極を焼成するため、加熱処理を行ってもよい。

【0104】

以上のように多様な構造を有するトップゲート型の薄膜トランジスタを形成することができる。 10

【0105】

(実施の形態 6)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる方法で薄膜トランジスタを形成する例を説明する。なお光触媒物質として TiO_2 を用いる。

【0106】

まず図 5 (A) に示すように、上記実施の形態と同様に、基板 200 上に下地膜 201 を形成する。下地膜上に光触媒物質 202 として TiO_2 を全体に形成する。また TiO_2 を下地膜として用いてもよく、この場合下地膜を省略することができる。 TiO_2 は上記実施の形態と同様に形成すればよい。 20

【0107】

次いで、所望の領域の TiO_2 に光触媒活性させる波長を有する光を照射し、照射領域 203 を形成する。すると照射領域は親水性を示す。

【0108】

インクジェット法を用いて、照射領域上から、溶媒中に導電体が混入したドットを滴下して、ゲート電極 211 として機能する導電膜を形成する。

【0109】

図 5 (B) に示すように、ゲート電極を覆ってゲート絶縁膜 210 を形成する。その後、プラズマ CVD 法等により半導体膜 207、一導電型を有する半導体膜、例えば N 型を有する半導体膜 206 を形成する。このとき、原料ガスやその流量を変化させることで半導体膜 207、N 型を有する半導体膜 206 を連続成膜することができる。N 型を有する半導体膜上にインクジェット法によりポリイミド又はポリビニルアルコール等からなるマスク 208 を形成し、該マスクを用いて半導体膜、N 型を有する半導体膜をパターンニングする。その後、マスクを除去するため洗浄する。 30

【0110】

図 5 (C) に示すように、配線 204 を形成する。配線 204 は、インクジェット法により形成することができる。配線 204 は、いわゆるソース電極、又はドレイン電極として機能する。

【0111】

このとき、配線 204 を形成する領域に TiO_2 を形成し、光触媒活性化させる波長の光を照射して親水性とし、水系溶媒を有するドットを滴下して配線を形成してもよい。 40

【0112】

また、配線を形成する両端に TiO_2 を形成し、光触媒活性化させる波長の光を照射して撥油性とし、油 (アルコール) 系溶媒を有するドットを滴下して配線を形成しても構わない。

【0113】

その後、配線 204 をマスクとして、N 型を有する半導体膜をエッチングし、配線 204 を分離する。このとき、半導体膜が多少エッチングされることがある。このとき更に好ましくは、エッチングされた半導体膜を覆って保護膜を形成するとよい。例えば、エッチングされた半導体膜の領域に、インクジェット法によりポリイミド等を滴下すればよい。 50

【0114】

図5(D)に示すように、層間絶縁膜213を形成し、所望の領域にコンタクトホールを形成し、コンタクトホールに配線214を形成する。配線214はインクジェット法により形成することができる。そして配線214と接続するように電極215を形成する。電極215はインクジェット法により形成することができる。

【0115】

電極215は、液晶表示装置において画素電極として機能し、発光装置において発光素子の陽極又は陰極として機能する。電極215として、水系の溶媒中に導電体が混入したドットを用いることができ、特に透明導電体を用いることにより透明導電膜を形成することができる。また層間絶縁膜213の上面に TiO_2 を形成し、電極215を形成する所望の領域に光触媒活性化させる波長の光を照射してもよい。

10

【0116】

また油（アルコール）系の溶媒中に分散された導電体を有するドットを滴下してもよい。この場合、電極215を形成する領域の両端に光触媒活性化させる波長の光を照射し、撥油性を高めればよい。

【0117】

また層間絶縁膜213を形成すると平坦性が高まるため好ましいが、一方で作製工程が増えてしまう。そのため、層間絶縁膜213を形成せずにゲート絶縁膜210にコンタクトホールを形成し、電極215を形成してもよい。

【0118】

20

このように光触媒反応を利用した、インクジェット法により、ドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を有する薄膜トランジスタを形成することができる。本実施の形態の薄膜トランジスタは、半導体膜より下方にゲート電極が設けられる、いわゆるボトムゲート型であって、チャンネル領域がエッチングされたいわゆるチャンネルエッチ型の薄膜トランジスタである。

【0119】

また本実施の形態において、不要な TiO_2 を除去してもよい。不要な領域とは、配線が形成されない領域であるため、配線をマスクとしてドライエッチング、又はウェットエッチングを行って TiO_2 を除去することができる。

【0120】

30

（実施の形態7）

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる方法で薄膜トランジスタを形成する例を説明する。なお光触媒物質として TiO_2 を用いる。

【0121】

まず図6(A)に示すように、上記実施の形態と同様に基板200上に下地膜201を形成する。下地膜上に光触媒物質202として TiO_2 を全体に形成する。また TiO_2 を下地膜として用いてもよく、この場合下地膜を省略することができる。 TiO_2 は上記実施の形態と同様に形成すればよい。

【0122】

次いで、所望の領域、本実施の形態では配線を形成する領域の両端の TiO_2 に光触媒活性化させる波長を有する光を照射し、照射領域203を形成する。すると照射領域は撥油性を示す。

40

【0123】

インクジェット法を用いて、非照射領域上から又は非照射領域にむかって、溶媒中に導電体が混入したドットを滴下して、ゲート電極211として機能する導電膜を形成する。

【0124】

図6(B)に示すように、ゲート電極を覆ってゲート絶縁膜210を形成する。その後、プラズマCVD法等により半導体膜207を形成する。そしてチャンネル保護膜220を形成するため、例えば、プラズマCVD法により絶縁膜を形成し、所望の領域に、所望の形状となるようにパターニングする。このとき、ゲート電極をマスクとして基板の裏面か

50

ら露光することにより、チャネル保護膜 220 を形成することができる。またチャネル保護膜は、インクジェット法を用いてポリイミド又はポリビニルアルコール等を滴下してもよい。その結果、露光工程を省略することができる。

【0125】

その後、プラズマ CVD 法等により一導電性を有する半導体膜、例えば N 型を有する半導体膜 206 を形成する。

【0126】

図 6 (C) に示すように、N 型半導体膜上に、インクジェット法によりポリイミドからなるマスク 208 を形成する。該マスクを用いて、半導体膜 207、N 型を有する半導体膜 206 をパターンニングする。その後、マスクを除去するため洗浄する。

10

【0127】

図 6 (D) に示すように、配線 204 を形成する。配線 204 は、インクジェット法により形成することができる。配線 204 は、いわゆるソース電極、又はドレイン電極として機能する。

【0128】

このとき、配線 204 を形成する領域に TiO_2 を形成し、光触媒活性化させる波長の光を照射して親水性とし、水系溶媒を有するドットを滴下して配線を形成してもよい。

【0129】

また、配線を形成する両端に TiO_2 を形成し、光触媒活性化させる波長の光を照射して撥油性とし、油（アルコール）系溶媒を有するドットを滴下して配線を形成しても構わ

20

ない。

【0130】

そして配線 204 と接続するように電極 215 を形成する。電極 215 はインクジェット法により形成することができる。

【0131】

電極 215 は、液晶表示装置において画素電極として機能し、発光装置において発光素子の陽極又は陰極として機能する。電極 215 として、水系の溶媒中に導電体が混入したドットを用いることができ、特に透明導電体を用いることにより透明導電膜を形成することができる。またゲート絶縁膜を TiO_2 を用いて形成したり、ゲート絶縁膜の所望の上面に TiO_2 を形成し、電極 215 を形成する所望の領域に光触媒活性化させる波長の光

30

を照射してもよい。

【0132】

また油（アルコール）系の溶媒中に分散された導電体を有するドットを滴下してもよい。この場合、電極 215 を形成する領域の両端に光触媒活性化させる波長の光を照射し、撥油性を高めればよい。

【0133】

また上記実施の形態のように、層間絶縁膜 213 を形成し、層間絶縁膜にコンタクトホールを形成し、コンタクトホールに配線を形成し、配線と電極 215 とを接続してもよい。層間絶縁膜を形成することにより、平坦性が高まるため好ましい。

【0134】

図 7 には、図 6 に示す薄膜トランジスタの上面図を示す。なお図 6 (D) は、図 7 の A-A' における断面図に相当する。

40

【0135】

ゲート電極 211 は、インクジェット法により、走査線 302 と同一層で形成される。撥油性を高めるため、少なくともゲート電極及び走査線を形成する領域の両端に形成されている TiO_2 に、光触媒活性化させる波長の光を照射する照射領域 203 を形成する。

【0136】

その後、ゲート電極上に半導体膜 207 等を形成する。図示しないが上述したように、半導体膜上にチャネル保護膜を形成し、ゲート電極を用いて裏面から光を照射して露光する。その後、N 型を有する半導体膜を形成し、インクジェット法により形成されるマスク

50

を用いて半導体膜とN型を有する半導体膜をパターンニングしている。

【0137】

N型を有する半導体膜上に配線204を形成し、配線は、インクジェット法により、ビデオ信号等が入力される信号線301と同一層で形成される。このとき、ゲート絶縁膜を TiO_2 を用いて形成したり、ゲート絶縁膜の所望の上面に TiO_2 を形成し、ゲート絶縁膜配線及び信号線を形成する領域の両端に、撥油性を高めるため、光触媒活性化させる波長の光を照射してもよい。少なくとも、信号線を形成する領域の両端に光触媒活性化させる波長の光を照射するとよい。その結果、配線形成の正確な位置制御が可能となる。

【0138】

そして、配線204と接続するように電極215を形成する。電極215は、インクジェット法により形成することができる。また電極215は、水系溶媒を有するドット、又は油（アルコール）系溶媒を有するドットを滴下して形成することができる。特に、電極215の膜厚を薄くする場合、水系溶媒を有するドットを滴下して形成し、その領域に光触媒活性化させる波長の光を照射して親水性とすればよい。一方、電極215の膜厚を厚くする場合、油（アルコール）系溶媒を有するドットを滴下して形成し、その領域の周囲（断面図では両端と表記）に光触媒活性化させる波長の光を照射して撥油性とすればよい。このとき滴下するドット量に応じて電極215の膜厚を制御することができる。

10

【0139】

このように光触媒反応を利用した、インクジェット法により、ドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を有する薄膜トランジスタを形成することができる。本実施の形態の薄膜トランジスタは、半導体膜より下方にゲート電極が設けられる、いわゆるボトムゲート型であって、チャンネル保護膜が形成されたいわゆるチャンネル保護型の薄膜トランジスタである。

20

【0140】

また本実施の形態において、不要な TiO_2 を除去してもよい。不要な領域とは、配線が形成されない領域であるため、配線をマスクとしてドライエッチング、又はウェットエッチングを行って TiO_2 を除去することができる。

【0141】

（実施の形態8）

本実施の形態では、インクジェット法により薄膜トランジスタを覆うように保護膜を形成する場合を説明する。

30

【0142】

図8（A）には、トップゲート型の薄膜トランジスタであって、層間絶縁膜を形成することなく配線204と電極215が接続されている。 TiO_2 に対する照射領域203は、配線204を形成する領域の両端に形成し、油（アルコール）系の溶媒を有するドットを滴下して配線204を形成する。また電極215を形成する領域にも照射領域203を形成してもよい。その場合、水系の溶媒を有するドットを滴下して電極215を形成すればよい。

【0143】

図8（A）に示す薄膜トランジスタは、層間絶縁膜を形成しないため、該薄膜トランジスタは非常に薄く形成することができる。この状態で、ゲート電極211、及び電極215の一部を覆うように保護膜221を形成する。例えば、インクジェット法によりポリイミド又はポリビニルアルコール等を滴下すればよい。このような層間絶縁膜を形成しない場合、保護膜を形成することにより、薄膜トランジスタを外部から守ることができる。

40

【0144】

図8（B）には、チャンネルエッチ型の薄膜トランジスタであって、層間絶縁膜を形成することなく配線204と電極215が接続されている。 TiO_2 に対する照射領域203は、ゲート電極211を形成する領域の両端に形成し、油（アルコール）系の溶媒を有するドットを滴下してゲート電極211を形成する。また電極215を形成する領域にも照射領域203を形成してもよい。その場合、水系の溶媒を有するドットを滴下して電極2

50

15を形成すればよい。

【0145】

図8(B)に示す薄膜トランジスタは、層間絶縁膜を形成しないため、該薄膜トランジスタは非常に薄く形成することができる。この状態で、配線204及び電極215の一部を覆うように保護膜221を形成する。例えば、インクジェット法によりポリイミド等を滴下すればよい。このように層間絶縁膜を形成しない場合、保護膜を形成することにより、薄膜トランジスタを外部から守ることができる。なお保護膜は、少なくともエッチングされたチャンネル形成領域を覆って形成すればよい。

【0146】

図8(C)には、チャンネル保護型の薄膜トランジスタであって、層間絶縁膜を形成することなく配線204と電極215が接続されている。TiO₂に対する照射領域203は、ゲート電極211を形成する領域の両端に形成し、油(アルコール)系の溶媒を有するドットを滴下してゲート電極211を形成する。また電極215を形成する領域にも照射領域203を形成してもよい。その場合、水系の溶媒を有するドットを滴下して電極215を形成すればよい。

10

【0147】

図8(C)に示す薄膜トランジスタは、層間絶縁膜を形成しないため、該薄膜トランジスタは非常に薄く形成することができる。この状態で、配線204及び電極215の一部を覆うように保護膜221を形成する。例えば、インクジェット法によりポリイミド等を滴下すればよい。このように層間絶縁膜を形成しない場合、保護膜を形成することにより、薄膜トランジスタを外部から守ることができる。

20

【0148】

このようにインクジェット法により保護膜を形成することにより、薄膜トランジスタを外部から守ることができる。更にインクジェット法により保護膜を形成すると、フォトリソの露光工程、該マスクを用いたエッチング工程、該マスクの除去工程を省略することができ、好ましい。

【0149】

(実施の形態9)

本実施の形態では、上記実施の形態で示した薄膜トランジスタを有する発光装置について説明する。

30

【0150】

図9(A)に示すように、上記実施の形態に基づき、駆動回路部310及び画素部311に、トップゲート型のNチャンネル型TFTを形成する。特に、画素部311に形成された発光素子と接続されるNチャンネル型TFTは、駆動用TFT301と表記する。駆動用TFT301が有する電極(第1の電極と表記する)215の端部を覆うように、土手や隔壁と呼ばれる絶縁膜302を形成する。絶縁膜302には、無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)、感光性又は非感光性の有機材料(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン)、珪素(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む、又は置換基にフッ素、アルキル基、又は芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料、いわゆるシロキサン、及びそれらの積層構造を用いることができる。有機材料として、ポジ型感光性有機樹脂又はネガ型感光性有機樹脂を用いることができる。

40

【0151】

第1の電極215上において、絶縁膜302に開口部を形成する。開口部には、電界発光層303が設けられ、電界発光層及び絶縁膜302を覆うように発光素子の第2の電極304が設けられる。

【0152】

なお電界発光層が形成する分子励起子の種類としては一重項励起状態と三重項励起状態が可能であり、基底状態は通常一重項状態であるため、一重項励起状態からの発光は蛍光、三重項励起状態からの発光は燐光と呼ばれる。電界発光層からの発光とは、どちらの励

50

起状態が寄与する場合も含まれる。更には、蛍光と燐光を組み合わせ用いてもよく、各 R G B の発光特性（発光輝度や寿命等）により選択することができる。

【0153】

電界発光層 303 は、第 1 の電極 215 側から順に、H I L（ホール注入層）、H T L（ホール輸送層）、E M L（発光層）、E T L（電子輸送層）、E I L（電子注入層）の順に積層されている。なお電界発光層は、積層構造以外に単層構造、又は混合構造をとることができる。

【0154】

また、電界発光層 303 として、フルカラー表示とする場合、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の発光を示す材料を、それぞれ蒸着マスクを用いた蒸着法、又はインクジェット法などによって選択的に形成すればよい。インクジェット法により形成すると、マスクを用いずとも、R G B の塗り分けを行うことができるため好ましい。もちろん、インクジェット法により単色の電界発光層を形成してもよい。

10

【0155】

具体的には、H I L として C u P c や P E D O T、H T L として α -N P D、E T L として B C P や A l q₃、E I L として B C P : L i や C a F₂ をそれぞれ用いる。また例えば E M L は、R、G、B のそれぞれの発光色に対応したドーパント（R の場合 D C M 等、G の場合 D M Q D 等）をドーピングした A l q₃ を用いればよい。なお、電界発光層は上記積層構造の材料に限定されない。例えば、C u P c や P E D O T の代わりに酸化モリブデン（M o O_x : x = 2 ~ 3）等の酸化物と α -N P D やルブレンを共蒸着して形成し、ホール注入性を向上させることもできる。このような材料は、有機材料（低分子又は高分子を含む）、又は有機材料と無機材料の複合材料を用いることができる。

20

【0156】

さらに各 R G B の電界発光層を形成する場合、カラーフィルターを用いて、高精細な表示を行うこともできる。

【0157】

また白色の発光を示す電界発光層を形成する場合、カラーフィルター、又はカラーフィルター及び色変換層などを別途設けることによってフルカラー表示を行うことができる。カラーフィルターや色変換層は、例えば第 2 の基板（封止基板）に設けた後、張り合わせればよい。カラーフィルターや色変換層はインクジェット法により形成することができる。勿論、白色以外の発光を示す電界発光層を形成して単色の発光装置を形成してもよい。また単色表示が可能なエリアカラータイプの表示装置を形成してもよい。エリアカラータイプは、パッシブマトリクス型の表示部が適しており、主に文字や記号を表示することができる。

30

【0158】

また第 1 の電極 215 及び第 2 の電極 304 は仕事関数を考慮して材料を選択する必要がある。但し第 1 の電極及び第 2 の電極は、画素構成によりいずれも陽極、又は陰極となりうる。本実施の形態では、駆動用 T F T の極性が N チャネル型であるため、第 1 の電極を陰極、第 2 の電極を陽極とすると好ましい。また駆動用 T F T の極性が p チャネル型である場合、第 1 の電極を陽極、第 2 の電極を陰極とするとよい。

40

【0159】

以下に、陽極及び陰極に用いる電極材料について説明する。

【0160】

陽極として用いる電極材料としては、仕事関数の大きい（仕事関数 4.0 eV）金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体例な材料としては、I T O（indium tin oxide）、酸化インジウムに 2 ~ 20 % の酸化亜鉛（Z n O）を混合した I Z O（indium zinc oxide）、酸化インジウムに 2 ~ 20 % の酸化珪素（S i O₂）を混合した I T S O、金（A u）、白金（P t）、ニッケル（N i）、タングステン（W）、クロム（C r）、モリブデン（M o）、鉄（F e）、コバルト（C o）、銅（C u）、パラジウム（P d）、又は金属材料の窒化物（T i N）等を用いることがで

50

きる。

【0161】

一方、陰極として用いる電極材料としては、仕事関数の小さい（仕事関数3.8 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体的な材料としては、元素周期律の1族又は2族に属する元素、すなわちLiやCs等のアルカリ金属、及びMg、Ca、Sr等のアルカリ土類金属、及びこれらを含む合金（Mg：Ag、Al：Li）や化合物（LiF、CsF、CaF₂）の他、希土類金属を含む遷移金属を用いて形成することができる。但し、本実施の形態において第2の電極は透光性を有するため、これら金属、又はこれら金属を含む合金を非常に薄く形成し、ITO、IZO、ITSO又はその他の金属（合金を含む）との積層により形成することができる。

10

【0162】

これら第1の電極及び第2の電極は蒸着法、スパッタリング法、インクジェット法等により形成することができる。

【0163】

特に第2の電極としてスパッタリング法による導電膜、ITO若しくはITSO、又はそれらの積層体を形成する場合、スパッタリング法で形成するとき電界発光層にダメージが入る恐れがある。スパッタリング法によるダメージを低減するため、酸化モリブデン（MoO_x：x=2~3）等の酸化物が電界発光層の最上面に形成されると好ましい。そのため、HIL等として機能する酸化モリブデン（MoO_x：x=2~3）等の酸化物を電

20

【0164】

特に本実施の形態では、駆動用TFTの極性がNチャネル型であるため、電子の移動方向を考慮すると、第1の電極を陰極、EIL（電子注入層）、ETL（電子輸送層）、EML（発光層）、HTL（ホール輸送層）、HIL（ホール注入層）、第2の電極を陽極とすると好ましい。

【0165】

その後、窒素を含むパッシベーション膜又はDLC等をスパッタリング法やCVD法により形成するとよい。その結果、水分や酸素の侵入を防止することができる。また第1の電極、第2の電極、その他の電極により、表示手段の側面を覆って酸素や水分の侵入を防ぐこともできる。次いで、封止基板を張り合わせる。封止基板により形成される空間には、窒素を封入したり、乾燥剤を配置してもよい。また透光性を有し、吸水性の高い樹脂を充填してもよい。

30

【0166】

またコントラストを高めるため、偏光板又は円偏光板を設けてもよい。例えば、表示面の一面又は両面に偏光板、若しくは円偏光板を設けることができる。

【0167】

このように形成された構造を有する発光装置において、第1の電極及び第2の電極が透光性を有する。そのため、信号線から入力されるビデオ信号に応じた輝度で電界発光層から光が両矢印方向305、306に出射する。

40

【0168】

図9（B）に示す発光装置の構造は、上記実施の形態に基づき、駆動回路部310及び画素部311に、チャネルエッチ型のNチャネル型TFTを形成する。図9（A）と同様に、画素部311に形成された発光素子と接続されるNチャネル型TFTは、駆動用TFT301と表記する。第1の電極215は非透光性、好ましくは反射性の高い導電膜とし、第2の電極304は透光性を有する導電膜とする点が図9（A）と異なる。そのため、光の射出方向305は封止基板側のみである。

50

【0169】

図9（B）において、第2の電極にスパッタリング法により形成される透光性を有する導電膜を使用する場合、上述のように電界発光層にダメージが入る恐れがある。スパッタリング法によるダメージを低減するため、酸化モリブデン（ MoO_x ： $x=2\sim3$ ）等の酸化物が電界発光層の最上面に形成されると好ましい。そのため、HIL等として機能する酸化モリブデン（ MoO_x ： $x=2\sim3$ ）等の酸化物を電界発光層の最上面に形成するため、第1の電極側から順に、EIL（電子注入層）、ETL（電子輸送層）、EML（発光層）、HTL（ホール輸送層）、HIL（ホール注入層）、第2の電極の順に積層するとよい。特に本実施の形態では、駆動用TFTの極性がNチャンネル型であるため、第1の電極を陰極、EIL（電子注入層）、ETL（電子輸送層）、EML（発光層）、HTL（ホール輸送層）、HIL（ホール注入層）、第2の電極を陽極とすると好ましい。その他の構成は図9（A）と同様であるため説明を省略する。

10

【0170】

図9（C）に示す発光装置の構造は、上記実施の形態に基づき、駆動回路部310及び画素部311に、チャンネル保護型のNチャンネル型TFTを形成する。図9（A）と同様に、画素部311に形成された発光素子と接続されるNチャンネル型TFTは、駆動用TFT301と表記する。第1の電極215は透光性を有する導電膜とし、第2の電極304は非透光性、好ましくは反射性の高い導電膜とする点が図9（A）と異なる。そのため、光の出射方向306が基板100側のみである。

【0171】

20

図9（C）において、第2の電極にスパッタリング法により形成される非透光性を有する導電膜を使用する場合、上述のように電界発光層にダメージが入る恐れがある。スパッタリング法によるダメージを低減するため、酸化モリブデン（ MoO_x ： $x=2\sim3$ ）等の酸化物が電界発光層の最上面に形成されると好ましい。そのため、HIL等として機能する酸化モリブデン（ MoO_x ： $x=2\sim3$ ）等の酸化物を電界発光層の最上面に形成するため、第1の電極側から順に、EIL（電子注入層）、ETL（電子輸送層）、EML（発光層）、HTL（ホール輸送層）、HIL（ホール注入層）、第2の電極の順に積層するとよい。特に本実施の形態では、駆動用TFTの極性がNチャンネル型であるため、第1の電極を陰極、EIL（電子注入層）、ETL（電子輸送層）、EML（発光層）、HTL（ホール輸送層）、HIL（ホール注入層）、第2の電極を陽極とすると好ましい。その他の構成は図9（A）と同様であるため説明を省略する。

30

【0172】

図9（B）（C）のように、光の出射方向とならない側に設けられた非透光性の電極に、反射性の高い導電膜を用いることにより光を有効利用することができる。

【0173】

本実施の形態において、透光性を有する導電膜を得るためには、非透光性を有する導電膜を、透光性を有するように薄く形成し、その上に透光性を有する導電膜を積層してもよい。

【0174】

以上、各薄膜トランジスタを用いて発光装置の構造について説明したが、薄膜トランジスタの構成と、発光装置の構造はどのように組み合わせてもよい。

40

【0175】

なお、発光装置においてデジタル階調表示及びアナログ階調表示をとることができるが、非結晶性半導体膜を用いた発光装置では、アナログ階調表示を行うとよい。

【0176】

（実施の形態10）

本実施の形態では、上記実施の形態で示した薄膜トランジスタを有する発光装置と異なる発光装置について説明する。特に本実施の形態では、層間絶縁膜を形成することなく、配線204と電極215とを接続する薄膜トランジスタであって、電極215を覆うように土手や隔壁と呼ばれる絶縁膜302を形成する。

50

【0177】

図10(A)～(C)に示す発光装置は、上記実施の形態に基づき、画素部に、トップゲート型のNチャネル型TFT(駆動用TFT301と表記する)を形成する。駆動用TFT301に接続される電極(第1の電極と表記する)215を形成する。このとき、照射領域203又はゲート電極211を撥油性とし、配線204を形成するドットは、油(アルコール)系の溶媒中に導電体が混入されたものを用いる。そして、電極215を形成するドットは水系の溶媒中に導電体が混入されたものを用いればよい。すなわち光触媒物質は、光照射を続けると、親水性と撥油性を同時に示すことができる。このように、光触媒物質により配線によってドットの溶媒を使い分けることができる。

【0178】

10

その後電極215を覆うように、土手や隔壁と呼ばれる絶縁膜302を形成し、電極215上の絶縁膜302に開口部を形成する。

【0179】

このとき、層間絶縁膜を形成することなく、絶縁膜302を形成するため、非常に薄くて軽量の発光装置を形成することができる。また絶縁膜302は、上記実施の形態に示した保護膜221としての機能を有するため、ポリイミド又はポリビニルアルコール等の保護膜を形成する工程を削減することができる。

【0180】

第1の電極215上において、絶縁膜302に開口部を形成する。開口部には、電界発光層303が設けられ、電界発光層及び絶縁膜301を覆うように発光素子の第2の電極304が設けられる。

20

【0181】

その後の工程は、上記実施の形態で示した図9(A)～(C)とそれぞれ同様であるため説明を省略する。

【0182】

以上のように本実施の形態は、非常に薄くて軽量の発光装置を形成することができる。

【0183】

(実施の形態11)

本実施の形態では、上記実施の形態で示した非晶質半導体膜を有する薄膜トランジスタを有する発光装置の等価回路図及び上面図を説明する。またTFTはゲート、ソース、ドレインの3端子を有するが、ソース端子(ソース電極)、ドレイン端子(ドレイン電極)に関しては、トランジスタの構造上、明確に区別が出来ない。よって、素子間の接続について説明する際は、ソース電極、ドレイン電極のうち一方を第1の電極、他方を第2の電極と表記する。

30

【0184】

図20(A)には、発光装置の画素部の等価回路図を示す。一画素は、スイッチング用のTFT(スイッチ用TFT)1000、駆動用のTFT(駆動用TFT)1001、電流制御用のTFT(電流制御用TFT)1002を有し、これらTFTはNチャネル型を有する。スイッチング用TFT1001の一方の電極及びゲート電極は、それぞれ信号線1003及び走査線1005に接続されている。電流制御用TFT1002の一方の電極は第1の電源線1004に接続され、ゲート電極はスイッチング用TFTの他方の電極に接続されている。

40

【0185】

容量素子1008は、電流制御用TFTのゲート・ソース間の電圧を保持するように設ければよい。本実施の形態において、例えば第1の電源線の電位を低電位とし、発光素子を高電位とすると、電流制御用TFTはNチャネル型を有するため、ソース電極と第1の電源線とが接続する。そのため、容量素子は電流制御用TFTのゲート電極と、ソース電極、つまり第1の電源線との間に設けることができる。なお、スイッチング用TFT、駆動用TFT、又は電流制御用TFTのゲート容量が大きく、各TFTからのリーク電流が許容範囲である場合、容量素子1008は設ける必要はない。

50

【0186】

駆動用TFT1001の一方の電極は、電流制御用TFTの他方の電極に接続され、ゲート電極は第2の電源線1006に接続されている。第2の電源線1006は、固定電位を有する。そのため、駆動用TFTのゲート電位を固定電位とすることができ、寄生容量や配線容量によるゲート・ソース間の電圧 V_{gs} が変化しないように動作させることができる。

【0187】

そして駆動用TFTの他方の電極に発光素子1007が接続されている。本実施の形態において、例えば第1の電源線の電位を低電位とし、発光素子を高電位とすると、駆動用TFTのドレイン電極に発光素子の陰極が接続される。そのため、上述したように、陰極、電界発光層、陽極の順に積層すると好ましい。このとき、第2の電極形成時のスパッタリング法によるダメージを低減するため、酸化モリブデン(MoO_x : $x=2\sim3$)等の酸化物が電界発光層の最上面に形成されると好ましい。そのため、HIL等として機能する酸化モリブデン(MoO_x : $x=2\sim3$)等の酸化物を電界発光層の最上面に形成するとさらに好ましい。このように、非晶質半導体膜を有するTFTであって、Nチャネル型を有する場合、TFTのドレイン電極と陰極とを接続し、EIL、ETL、EML、HTL、HIL、陽極の順に積層すると好適である。

10

【0188】

以下に、このような画素回路の動作について説明する。

【0189】

走査線1005が選択されるとき、スイッチング用TFTがオンとなると、容量素子1008に電荷が蓄積されはじめる。容量素子1008の電荷は、電流制御用TFTのゲート・ソース間電圧と等しくなるまで蓄積される。等しくなると、電流制御用TFTがオンとなり、直列に接続された駆動用TFTがオンとなる。このとき、駆動用TFTのゲート電位が固定電位となっているため、発光素子へ寄生容量や配線容量によらない一定のゲート・ソース間電圧 V_{gs} を印加する、つまり一定のゲート・ソース間電圧 V_{gs} 分の電流を供給することができる。

20

【0190】

このように、発光素子は電流駆動型の素子であるため、画素内のTFTの特性バラツキ、特に V_{th} バラツキが少ない場合アナログ駆動を用いることが好適である。本実施の形態のように、非晶質半導体膜を有するTFTは、特性バラツキが低いため、アナログ駆動を用いることができる。一方デジタル駆動でも、駆動用TFTを飽和領域($|V_{gs}-V_{th}| < |V_{ds}|$)を満たす領域)で動作させることで、一定の電流値を発光素子に供給することができる。

30

【0191】

図20(B)には、上記等価回路を有する発光装置の上面図の一例を示す。

【0192】

まずインクジェット法により、各TFTのゲート電極、走査線、及び第2の電源線を同一層で形成する。このとき撥油性を高めるため、少なくともゲート電極及び走査線を形成する領域の両端に形成されている TiO_2 に、光触媒活性化させる波長の光を照射する照射領域1009を形成する。

40

【0193】

そして各TFTの半導体膜を形成する。本実施の形態ではプラズマCVD法により全面に半導体膜を形成し、マスクを用いて各TFTの半導体膜とする。図示しないが、その後ゲート絶縁膜を形成する。

【0194】

そしてソース電極、ドレイン電極、信号線及び第1の電源線を同一層で形成する。ソース電極、ドレイン電極、信号線及び第1の電源線は、インクジェット法、又はプラズマCVD法等により形成することができる。

【0195】

50

スイッチング用TFTの一方の配線と、電流制御用TFTのゲート電極を接続するために、ゲート絶縁膜にコンタクトホールを形成する。

【0196】

本実施の形態において、容量素子1008は、ゲート絶縁膜を介して設けられたゲート配線、及びソース・ドレイン配線により形成されている。

【0197】

駆動用TFTの一方の電極と接続するように発光素子1007の電極1010を形成する。

【0198】

駆動用TFTは非晶質半導体膜を有するため、駆動用TFTのチャネル幅(W)が広く 10
なるように設計する。

【0199】

このようにして、発光装置の画素部を形成することができる。

【0200】

本実施の形態では、一画素に各TFTが設けられるアクティブマトリクス型の発光装置について説明したが、一列毎にTFTが設けられるパッシブマトリクス型の発光装置を形成することもできる。パッシブマトリクス型の発光装置は、各画素にTFTが設けられていないため、高開口率となる。そのため、光が電界発光層の両側へ射出する発光装置の場合、パッシブマトリクス型の表示装置を用いるとよい。また画素密度が増えた場合、アクティブマトリクス型の発光装置は、各画素にTFTが設けられているため低電圧駆動でき 20
有利であると考えられている。

【0201】

このように光触媒反応を利用した、インクジェット法により、ドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を有する薄膜トランジスタを形成することができる。

【0202】

また本実施の形態において、不要なTiO₂を除去してもよい。不要な領域とは、配線が形成されない領域であるため、配線をマスクとしてドライエッチング、又はウェットエッチングを行ってTiO₂を除去することができる。

【0203】

(実施の形態12)

30

本実施の形態では、トップゲート型の薄膜トランジスタであって、一導電型を有する半導体膜をプラズマCVD法により形成しない構成を説明する。

【0204】

図11(A)に示すように、上記実施の形態と同様に、絶縁表面を有する基板上に200上に、下地膜201、光触媒物質202、照射領域203、インクジェット法により形成される配線204、半導体膜207、TiO₂より形成されるゲート絶縁膜210、ゲート絶縁膜に対する照射領域209、インクジェット法により形成されるゲート電極211を形成する。なお照射領域203、及び209に、それぞれ配線204、ゲート電極211をインクジェット法により形成するため、それらの溶媒として水系のものを用いる。なお、油(アルコール)系の溶媒を有するドットを用いて形成してもよく、その場合、配線又はゲート電極を形成する領域の両端に照射領域を形成すればよい。 40

【0205】

その後、一導電型を有する半導体膜、例えばN型を有する半導体膜を形成する代わりに、ゲート電極をマスクとしてN型を有する不純物元素、例えば磷(P)を添加する。その結果、半導体膜と配線(ソース電極及びドレイン電極に相当)204との接続抵抗を低下させることができる。また特に、配線204間に形成されるN型を有する半導体膜をパターンニングする必要がなくなるため、工程を削減することができる。

【0206】

図11(B)に示すように、ゲート電極211を覆って層間絶縁膜213を形成する。層配線204上方に形成された間絶縁膜213にコンタクトホールを形成する。コンタク 50

トホールに配線 214 を形成し、配線 214 と接続するように電極 215 を形成する。電極 215 はインクジェット法により形成することができる。

【0207】

図 11 (C) に示すように、電極 215 を覆うように土手や隔壁と呼ばれる絶縁膜 302 を形成し、電極 215 上の絶縁膜 302 に開口部を形成する。絶縁膜の材料は上記実施の形態と同様であるため、説明を省略する。電極 215 に接するように開口部に電界発光層 303 を形成する。その後電界発光層を覆うように第 2 の電極 304 を形成する。電界発光層の構成は上記実施の形態と同様であるため、説明を省略する。第 1 の電極 215 及び第 2 の電極 304 の構成は上記実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【0208】

10

以上のように N 型を有する半導体膜に代えて、不純物元素を添加することにより、半導体膜とソース配線及びドレイン配線との接続抵抗を低下させることができる。更に、N 型を有する半導体膜をパターンニングする工程を省略することができる。

【0209】

(実施の形態 13)

本実施の形態では、結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタについて説明する。

【0210】

図 12 (A) に示すように、絶縁表面を有する基板 400 上に下地膜 401 を形成する。下地膜 401 は積層構造を有してもよく、本実施の形態ではプラズマ CVD 法を用いて、第 1 の下地膜 401a として、プラズマ CVD 法を用い、原料ガスに SiH_4 、 N_2O 、 NH_3 、 H_2 、圧力が 0.3 Torr (39.9 Pa)、RF パワーが 50 W、RF 周波数が 60 MHz、基板温度が 400 °C として形成する酸化窒化珪素膜を 10 ~ 200 nm (好ましくは 50 ~ 200 nm)、第 2 の下地膜 401b として、プラズマ CVD 法を用い、原料ガスに SiH_4 、 N_2O 、圧力が 0.3 Torr (39.9 Pa)、RF パワーが 150 W、RF 周波数が 60 MHz、基板温度が 400 °C として形成する酸化窒化珪素膜 201b を 50 ~ 200 nm (好ましくは 200 ~ 150 nm) の順に積層する。

20

【0211】

下地膜 401 上に非晶質半導体膜を形成する。非晶質半導体膜の膜厚は 25 ~ 100 nm (好ましくは 30 ~ 60 nm) とする。また非晶質半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができ、シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は 0.01 ~ 4.5 atomic% 程度であることが好ましい。本実施の形態では 66 nm の珪素を主成分とする半導体膜 (非晶質珪素膜、アモルファスシリコンとも表記する) を用いる。

30

【0212】

次いで非晶質半導体膜を結晶化し、結晶性半導体膜を形成する。結晶化する手段は、結晶化を促進する金属元素を添加して加熱することができる。金属元素を形成することにより、低温で結晶化できるため好ましい。但し、金属元素を除去する工程が必要となる。金属元素としては Ni、Fe、Co、Pd、Pt、Cu、Au、Ag、In、Sn から選ばれた一種又は複数種を用いることができる。

【0213】

40

また非晶質半導体膜に、レーザー光を照射すればよい。連続発振型のレーザー (CW レーザー) やパルス発振型のレーザー (パルスレーザー) を用いることができる。レーザーとして、Ar レーザー、Kr レーザー、エキシマレーザー、YAG レーザー、 Y_2O_3 レーザー、 YVO_4 レーザー、YLF レーザー、 YAlO_3 レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti: サファイヤレーザー、銅蒸気レーザー又は金蒸気レーザーのうち一種又は複数種を用いることができる。

【0214】

例えば、非晶質半導体膜上にスピンコーティング法やディップ法といった塗布法により Ni 溶液 (水溶液や酢酸溶液を含む) を塗布する。このとき非晶質半導体膜の表面の濡れ性を改善し、非晶質半導体膜の表面全体に溶液を行き渡らせるため、酸素雰囲気中での U

50

V光の照射、熱酸化法、ヒドロキシラジカルを含むオゾン水又は過酸化水素による処理等により、酸化膜を1～5 nmに成膜することが望ましい。また、イオン注入法によりNiイオンを非晶質半導体膜中に注入したり、Niを含有する水蒸気雰囲気中で加熱したり、ターゲットをNi材料としてArプラズマでスパッタリングしてもよい。本実施の形態では、Ni酢酸塩10 ppmを含有した水溶液をスピコート法により塗布する。

【0215】

その後、非晶質半導体を500～550℃で2～20時間かけて熱処理を行い、非晶質半導体膜を結晶化し結晶性半導体膜を形成する。このとき加熱温度を徐々に変化させると好ましい。最初の低温加熱工程により、非晶質半導体膜の水素等が出てくるため、結晶化の際の膜荒れを低減する、いわゆる水素出しを行うことができる。また磁場をかけて、その磁気エネルギーと合わせて結晶化させてもよいし、高出力マイクロ波を使用しても構わない。本実施の形態では、縦型炉を用いて500℃で1時間熱処理後、550℃4時間で熱処理を行う。

10

【0216】

そして結晶性半導体膜をパターンニングして、島状の半導体膜402を形成する。

【0217】

図12(B)に示すように、島状の半導体膜402を覆うようにゲート絶縁膜404として機能する絶縁膜を形成する。本実施の形態では、ゲート絶縁膜に光触媒物質であるTiO₂を用いる。TiO₂は上記実施の形態で示した方法により作製することができる。

【0218】

そして、ゲート電極として機能する導電膜を形成する領域のTiO₂に、照射領域405を形成する。照射領域は親水性を示す。そのため本実施の形態では、ゲート電極をインクジェット法により形成する場合、水系の溶媒中に導電体が混入されたドットを用いる。導電膜は上記実施の形態で記載した材料から選択することができ、本実施の形態ではAlを用いる。そして、照射領域上から又は照射領域にむかってドットを滴下する。その後上記実施の形態で示したように焼成等のため加熱処理を行い、ゲート電極406を形成する。

20

【0219】

その後、ゲート電極406を用いて、自己整合的に不純物元素を添加する。例えば、Nチャネル型の薄膜トランジスタとなる半導体膜にはリン(P)を添加し、pチャネル型の薄膜トランジスタとなる半導体膜にはボロン(B)を添加する。

30

【0220】

図12(C)に示すように、ゲート電極406を覆って、窒素を有する絶縁膜407を形成する。本実施の形態において、絶縁膜407はインクジェット法により形成することもできる。その後、絶縁膜407を設けた状態で加熱することにより、半導体膜のダングリングボンドを低減することができる。

【0221】

図12(D)に示すように、絶縁膜407を覆うように層間絶縁膜408を形成する。層間絶縁膜として、無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)、感光性又は非感光性の有機材料(ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、レジスト又はベンゾシクロブテン)、珪素(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成され、置換基に少なくとも水素を含む、又は置換基にフッ素、アルキル基、又は芳香族炭化水素のうち少なくとも1種を有する材料、いわゆるシロキサン、及びそれらの積層構造を用いることができる。有機材料として、ポジ型感光性有機樹脂又はネガ型感光性有機樹脂を用いることができる。例えば、有機材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、露光処理により感光性有機樹脂をエッチングすると上端部に曲率を有する開口部を形成することができる。

40

【0222】

不純物領域上方の層間絶縁膜408にコンタクトホールを開口し、電極409を形成する。電極409もインクジェット法により形成することができる。

50

【0223】

以上のようにして薄膜トランジスタを形成することができる。このような薄膜トランジスタを有する半導体装置としては、集積回路や半導体表示装置であって、特に液晶表示装置、DMD (Digital Micromirror Device)、PDP (Plasma Display Panel)、FED (Field Emission Display) 等の半導体表示装置の画素部及び駆動回路部に本実施の形態のように形成された薄膜トランジスタを用いることもできる。

【0224】

このように結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタの配線や電極に、光触媒反応を利用した、インクジェット法によりドットを用いて形成し、ドットの径より狭い、つまり幅の小さい配線を形成することができる。更に、ドットが多少ずれて吐出された場合であっても、光触媒活性が向上された領域に沿って配線を形成することができ、配線形成の正確な位置制御が可能となる。

10

【0225】

(実施の形態14)

本実施の形態では、上記実施の形態と異なる方法により作製された、結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタについて説明する。

【0226】

図13(A)に示すように、上記実施の形態と同様に、絶縁表面を有する基板400上に下地膜401a、401b、島状半導体膜402、 TiO_2 を有するゲート絶縁膜404、照射領域405、ゲート電極406を形成する。その後ゲート電極406をマスクとして、 TiO_2 を有するゲート絶縁膜404をエッチングする。エッチング手段としては、ウェットエッチング、又はドライエッチングを用いればよい。その結果、ゲート電極が形成された領域以外の TiO_2 を除去することができる。 TiO_2 は光触媒活性化を示すため、除去することにより、その後の工程や外光により TiO_2 が光触媒活性化されることを抑制する。

20

【0227】

図13(B)に示すように、島状半導体膜402を覆って金属膜410を形成する。そして、金属膜と、島状半導体膜が有する珪素とを反応させシリサイドを形成させる。金属膜は、その後形成されるシリサイドが半導体に対してオーミック又はオーミックに近い低抵抗なコンタクトを形成できるような材料であることが望まれる。具体的には、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、プラチナ(白金、Pt)、クロム(Cr)、チタン(Ti)、コバルト(Co)が好ましい。上記金属材料のうちの少なくとも1つと珪素を反応させてシリサイドとする。またシリサイドを形成するため、上方又は基板側からレーザーを照射したり、電気炉等により加熱する。

30

【0228】

その後金属膜410を除去し、図13(C)に示すように、ソース領域及びドレイン領域にシリサイド411を形成することができる。このとき、ソース領域及びドレイン領域のシリサイドとゲート電極が短絡することを防止するため、ゲート絶縁膜の膜厚やシリサイドの膜厚を制御する必要がある。

【0229】

40

その後、図13(D)に示すように、上記実施の形態と同様に、絶縁膜407、層間絶縁膜408を形成する。絶縁膜407及び層間絶縁膜408と、島状半導体膜402との選択比がとれるようにエッチングし、シリサイド411と接続する電極(ソース配線、ドレイン緯線とも表記する)409を形成する。電極409はインクジェット法により形成することができる。

【0230】

このようなシリサイドによって、作製工程中において、ゲート絶縁膜が除去された領域の島状半導体膜に汚染元素が付着することを抑制することができる。更にシリサイドによってソース領域及びドレイン領域の抵抗を低減することができる。

【0231】

50

また本実施の形態のように、光触媒物質を除去することにより、不要な領域で光触媒活性化されることを抑制することができる。

【0232】

(実施の形態15)

本実施の形態では、結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタを発光装置に用いる例を説明する。

【0233】

上記実施の形態のような結晶性半導体膜を用いた薄膜トランジスタは、上記実施の形態のように発光装置に用いることができる。上記実施の形態のように、第1の電極及び第2の電極の透光性を制御することにより、電界発光層からの光の射出方向を決めることができる。

10

【0234】

また結晶性半導体膜を用いる場合、一画素に複数の薄膜トランジスタを設けると好ましい。各薄膜トランジスタは、ビデオ信号が入力される信号線と接続されるスイッチング用トランジスタ、発光素子に接続される駆動用トランジスタ、駆動用トランジスタに接続される電流制御用トランジスタ、として機能する。また薄膜トランジスタの特性はエンハンスメント型、又はディプリーション型トランジスタを用いることができる。

【0235】

好ましくは、スイッチング用トランジスタをNチャネル型、駆動用トランジスタ、及び電流制御用トランジスタをpチャネル型とする。駆動用トランジスタがpチャネル型を有するため、発光素子は、第1の電極側から順に、HIL（ホール注入層）、HTL（ホール輸送層）、EML（発光層）、ETL（電子輸送層）、EIL（電子注入層）の順に積層されているとよい。このとき第1の電極は陽極として機能し、第2の電極は陰極として機能する。

20

【0236】

なお結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタを具備する発光装置において、第1の電極側から順に、EIL（電子注入層）、ETL（電子輸送層）、EML（発光層）、HTL（ホール輸送層）、HIL（ホール注入層）の順に積層し、第1の電極を陰極とし、第2の電極を陽極として機能させてもよい。

【0237】

具体的な電界発光層の材料等のその他の構成は、上記実施の形態で示したので、説明を省略する。

30

【0238】

なお、発光装置においてデジタル階調表示及びアナログ階調表示をとることができるが、結晶性半導体膜を用いた発光装置では、デジタル階調表示を行うとよい。

【0239】

(実施の形態16)

本実施の形態では、上記実施の形態で示した薄膜トランジスタを有する液晶表示装置を形成する例を説明する。

【0240】

図14(A)には、上記実施の形態で示したトップゲート型の非結晶半導体膜を有する薄膜トランジスタをスイッチング用トランジスタ601として用いる液晶表示装置を示す。

40

【0241】

薄膜トランジスタと電氣的に接続されている画素電極602を形成する。画素電極602に透光性を有する導電膜（例えば、ITOやITSO）を用いると透過型液晶表示装置となり、非透過性、つまり反射性の高い導電膜（例えばAl）を用いると反射型液晶表示装置を形成することができる。その後、画素電極602を覆って配向膜603を形成する。

【0242】

50

また対向基板 608 に、カラーフィルター 607、対向電極 606、配向膜 605 を形成する。カラーフィルター、対向電極、又は配向膜はインクジェット法により形成することができる。また図示しないがブラックマトリクスもインクジェット法により形成することができる。その後対向基板 608 を、シール剤を用いて張り合わせ、その間に液晶 604 を注入して液晶素子を有するセルが完成する。なお液晶は、滴下して形成してもよい。液晶をインクジェット法により滴下してもよい。

【0243】

その後、異方性導電膜を用いて FPC (フレキシブルプリントサーキット: Flexible Printed Circuit) を接着して外部端子とすればよい。

【0244】

図 14 (B) (C) に示す液晶表示装置は、それぞれスイッチング用トランジスタとして、チャンネル保護膜型の非結晶性半導体膜を有する薄膜トランジスタ、結晶性半導体を有する薄膜トランジスタを用いた場合の一例を示す。

【0245】

このようにインクジェット法により形成されるドットの径より狭い、つまり幅の小さな配線を有する液晶表示装置を形成することができる。更に、ドットが多少ずれて吐出された場合であっても、光触媒活性が向上された領域に沿って形成された配線を有する液晶表示装置を形成することができる。

【0246】

(実施の形態 17)

本実施の形態では、上記薄膜トランジスタを形成するインクジェット装置 (液滴吐出装置) を説明する。

【0247】

図 15 (A) に示す液滴吐出装置は、装置内に液滴吐出手段 701 を有し、更に窓 706 から光触媒物質を光触媒活性化させる波長の光を照射する手段 (光照射手段) を有する。光照射手段としては、ランプ (例えば紫外線ランプ、いわゆるブラックライト) やレーザー光 (例えば、発振波長 308 nm の XeCl エキシマレーザー、発振波長 351 nm の XeF エキシマレーザー、又は発振波長 248 nm の KrF エキシマレーザー等) 発振器を用いることができる。

【0248】

また図示していないが、液滴吐出装置には液滴吐出を行う為のノズル駆動電源とノズルヒータが内蔵され、また液滴吐出手段を移動させる為の移動手段を備えている。

【0249】

窓 (例えば石英窓) 706 から照射される光により親水性や撥油性を制御することができる。液滴吐出手段によりドットを吐出することで、基板 702 に所望の配線等のパターンを得ることができ、好ましくは親水性や撥油性が制御された領域に所望の配線等のパターンを形成するとよい。更に、液滴吐出手段から光触媒物質を吐出し、窓 706 から照射される光により光触媒活性化を行うことができる。

【0250】

このような液滴吐出装置において、基板 702 は搬入口 703 から反応室 704 内へ搬入される。基板 702 は X-Y 軸方向への移動手段を備えた搬送台に設置され、X-Y 平面内の任意の箇所に移動させることができる。液滴吐出処理は、搬送台の移動により基板 702 が、液滴吐出手段 701 の待つ所定の位置に到達すると開始する。液滴吐出処理は、液滴吐出手段 701 と基板 702 の相対的な移動と、液滴吐出の所定のタイミングによって達成され、各々の移動速度と、液滴吐出手段 701 から液滴を吐出する周期を調節することで、基板 702 上に所望のパターンを描画することができる。特に、液滴吐出処理は高度な精度が要求されるため、液滴吐出時は搬送台上の基板の移動を停止させ、制御性の高い液滴吐出手段 701 のみを走査させることが望ましい。また、配線の始点と終点にドットの固まりが形成されることを防止するため、液滴吐出手段と、搬送台上の基板とを同時に移動させることも考えられる。

10

20

30

40

50

【0251】

反応室704には窓706が設けられており、筐体外部に設置された光照射手段707からの光を石英窓706から入射させる。光の光路にはシャッター708、反射ミラー709、シリンダカルレンズや凸レンズなどによって構成される光学系710が設置される。本実施の形態の液滴吐出装置では、光学系を調整することにより、光を基板702の斜め上方から入射させることができる。液滴吐出手段701の液滴吐出部先端と基板702の間隔は数ミリ程度であることから、入射させる光は基板702の法線方向に対して45°以上とするのが好ましい。また基板702が光を透過する材質の場合、光を基板702の下面から照射させることができる。この場合、窓を反応室下面へ設置する。

【0252】

10

更に着弾した液滴の乾燥を早め、また液滴の溶媒成分を除去するために反応室704の排気口505に減圧装置711を設けて真空排気しておくことが望ましい。しかし、大気圧下で行うことも可能である。大気圧で行う場合等、反応室や石英窓は必ずしも必要ではない。また図示していないが、基板上のパターンへの位置合わせのためのセンサやCCDカメラ、基板を加熱する手段、加えて温度、圧力等、種々の物性値を測定する手段を、必要に応じて設置してもよい。またこれら手段も、反応室704外部に設置した制御手段によって一括制御することが可能である。更に制御手段をLANケーブル、無線LAN、光ファイバ等で生産管理システム等に接続すれば、工程を外部から一律管理することが可能となり、生産性を向上させることにつながる。

【0253】

20

また図示していないが、レーザー発振器707と基板702の間にマイクロレンズアレイなどの光学系を設置し、ビーム形状及び、ビーム進路を調整することができる。

【0254】

以上の構成によって半導体レーザービームを所定のタイミングで液滴吐出手段701から吐出された液滴に照射する。

【0255】

図15(B)では光照射手段707を液滴吐出手段701に搭載した、つまり一体形成した液滴吐出装置を示す。一体形成したことにより、光照射位置制御や、液滴吐出制御を高めることができる。そのため、液滴吐出手段から光触媒物質を滴下し、一体形成された光照射手段から、光触媒活性させる波長を有する光を照射するとよい。その他の構成は、図15(A)と同様であるため説明を省略する。

30

【0256】

本実施の形態では液滴吐出を、圧電素子を用いたいわゆるピエゾ方式で行うが、溶液の材料によっては、発熱体を発熱させ気泡を生じさせ溶液を押し出す、いわゆるサーマルインクジェット方式を用いてもよい。この場合、圧電素子を発熱体に置き換える構造となる。また液滴吐出のためには、溶液と、液室流路、予備液室、流体抵抗部、加圧室、溶液吐出口（ノズル、ヘッド）との濡れ性が重要となる。そのため材質との濡れ性を調整するための炭素膜、樹脂膜等をそれぞれの流路に形成する。

【0257】

上記の装置構成によって、液滴を吐出する手段を用いて被処理基板上に精度よくパターン形成を行うことができ、更に光触媒物質に光触媒活性させる波長を有する光を効率よく照射することができる。また液滴吐出方式には、溶液を連続して吐出させ連続した線状のパターンを形成するいわゆるシーケンシャル方式と、溶液をドット状に吐出するいわゆるオンデマンド方式があるが、どちらを用いても構わない。

40

【0258】

(実施の形態18)

本実施の形態では、上記実施の形態で示した発光装置や液晶表示装置等のモジュール形態を説明する。

【0259】

図18には、コントロール回路901及び電源回路902が実装されたモジュールの外

50

観図を示す。基板 900 上には、発光素子又は液晶素子が各画素に設けられた画素部 903 が設けられている。画素部 903 が有する薄膜トランジスタは、上記実施の形態のように光触媒反応を利用した、インクジェット法により形成することができる。画素部 903 が有する画素を選択する走査線駆動回路 904 と、選択された画素にビデオ信号を供給する信号線駆動回路 905 とは IC チップにより実装されている。また実装する IC の長辺、短辺の長さやその個数は、本実施の形態に限定されない。

【0260】

またプリント基板 907 にはコントロール回路 901、電源回路 902 が設けられており、コントロール回路 901 または電源回路 902 から出力された各種信号及び電源電圧は、FPC 906 を介して走査線駆動回路 904、信号線駆動回路 905 に供給され、さらに画素部 903 へ供給される。

10

【0261】

プリント基板 907 の電源電圧及び各種信号は、複数の入力端子が配置されたインターフェース (I/F) 部 908 を介して供給される。

【0262】

なお、本実施の形態ではプリント基板 907 が FPC 906 を用いて実装されているが、必ずしもこの構成に限定されない。COG (Chip on Glass) 方式を用い、コントロール回路 901、電源回路 902 を直接基板上に実装させるようにしてもよい。また信号線駆動回路や走査線駆動回路等の IC チップの実装方法は、本実施の形態に限定されず、基板上に形成された IC チップをワイヤボンディング法により、画素部の配線と接続してもよい。

20

【0263】

また、プリント基板 907 において、引きまわしの配線間に形成される容量や配線自体が有する抵抗等によって、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりすることがある。そこで、プリント基板 907 にコンデンサ、バッファ等の各種素子を設けて、電源電圧や信号にノイズがのったり、信号の立ち上がりが鈍ったりするのを防ぐようにしてもよい。

【0264】

以上のようにして、光触媒反応を利用した、インクジェット法により形成された薄膜トランジスタを有するモジュールを形成することができる。

30

【0265】

(実施の形態 19)

本実施の形態では、上記実施の形態で示した発光装置や液晶表示装置の封止状態を説明する。

【0266】

図 19 (A) は発光装置であって、図 18 B-B' の断面図に相当する。画素部 903 は、基板 (便宜上第 1 の基板と表記する) 911 上に、下地膜、光触媒物質 912 を介して、N チャネル型を有する駆動用 TFT 914 が設けられている。光触媒物質は、照射領域 913 を有し、上記実施の形態で示したように、光触媒反応を利用したインクジェット法により駆動用 TFT が形成される。駆動用 TFT が有するソース電極又はドレイン電極として機能する配線に陽極 915 が接続されている。陽極上には電界発光層 916、陰極 917 の順に形成されている。

40

【0267】

さらに陰極を覆って保護膜 918 が設けられている。保護膜は、パッタ法 (DC 方式や RF 方式) により得られる窒化珪素または窒化酸化珪素を主成分とする絶縁膜、または水素を含む DLC 膜 (Diamond Like Carbon) を有するように形成されている。また保護膜は、上記膜の単層構造又は積層構造を有することができる。保護膜により、水分や酸素等による電界発光層の劣化を防止することができる。

【0268】

陰極及び保護膜は、第 1 の接続領域 920 まで設けられている。接続領域 920 におい

50

て陰極は、接続配線 9 1 9 と接続している。

【0 2 6 9】

封止領域 9 2 3 では、シール材 9 2 1 を介して、第 1 の基板 9 1 1 と対向基板（便宜上第 2 の基板と表記する）9 2 2 とが張り合わせられている。シール材は、熱硬化樹脂又は紫外線硬化樹脂からなり、圧力を加えながら加熱したり、紫外線を照射して第 1 の基板と第 2 の基板とを接着、固定させる。例えば、シール材としてエポキシ系樹脂を用いることができる。シール材には、スペーサーが混入されており、第 1 の基板と第 2 の基板の間隔、いわゆるギャップを保持している。スペーサーとしては、球状又は柱状の形状を有しているものが使用され、本実施の形態では、円柱状のスペーサーを倒して使用し、円の直径がギャップとなる。

10

【0 2 7 0】

第 2 の接続領域 9 2 6 では、接続配線 9 1 9 が I C チップ 9 2 7 により形成される信号線駆動回路と異方性導電膜 9 2 4 を介して接続している。なお I C チップは、F P C 9 2 5 上に設けられている。また加圧や加熱により異方性導電膜を接着するときに、フィルム基板のフレキシブル性や加熱による軟化のため、クラックが生じないように注意する。例えば、接着領域に硬度の高い基板を補助として配置したりすればよい。このようにして接続された I C チップから、ビデオ信号やクロック信号を受け取る。

【0 2 7 1】

第 2 の基板 9 2 2 で封止すると、保護膜 9 1 8 との間に空間が形成される。空間には、不活性ガス、例えば窒素ガスを充填したり、吸水性の高い材料を形成して、水分や酸素の侵入を防止する。また透光性を有し、吸水性の高い樹脂を形成してもよい。透光性を有する樹脂により、発光素子からの光が第 2 の基板側へ出射される場合であっても、透過率を低減することなく形成することができる。

20

【0 2 7 2】

図 1 9（B）には、図 1 9（A）と異なり、第 2 の基板を用いず封止する場合を示す。その他の構成は同様であるため、説明を省略する。

【0 2 7 3】

図 1 9（B）には、保護膜 9 1 8 を覆って、第 2 の保護膜 9 3 0 が設けられている。第 2 の保護膜として、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、又はシリコン樹脂等の有機材料を用いることができる。本実施の形態では、ディスペンサを用いてエポキシ樹脂を滴下し、乾燥させる。

30

【0 2 7 4】

水分や酸素等による電界発光層の劣化が問題とならない場合は、保護膜 9 1 8 を設けなくともよい。さらに第 2 の保護膜上に、第 2 の基板を設けて封止してもよい。

【0 2 7 5】

このように第 2 の基板を用いず封止すると、表示装置の軽量化、小型化、薄膜化を向上させることができる。

【0 2 7 6】

（実施の形態 2 0）

上記実施の形態で示した表示装置を用いた電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機又は電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には Digital Versatile Disc（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。特に、大型画面を有する大型テレビ等に上記実施の形態で示したインクジェット法を用いることが望ましい。それら電子機器の具体例を図 1 6 に示す。

40

【0 2 7 7】

図 1 6（A）は大型の表示装置であり、筐体 2 0 0 1、支持台 2 0 0 2、表示部 2 0 0 3、スピーカー部 2 0 0 4、ビデオ入力端子 2 0 0 5 等を含む。表示部 2 0 0 3 は、画素

50

部及び駆動回路部を有するモジュールが設けられている。画素部は、発光素子又は液晶素子を有し、上記実施の形態で示したインクジェット法より形成されたTFTを有する。なお、表示装置は、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用表示装置が含まれる。

【0278】

図16(B)は携帯端末のうちの携帯電話機であり、本体2101、筐体2102、表示部2103、音声入力部2104、音声出力部2105、操作キー2106、アンテナ2107等を含む。表示部2103は、画素部及び駆動回路部を有するモジュールが設けられている。画素部は、発光素子又は液晶素子を有し、上記実施の形態で示したインクジェット法より形成されたTFTを有する。またさらに表示部2103を多面取りにより形成することにより、携帯電話機のコストを低減することができる。

10

【0279】

図16(C)はシート型の携帯電話機であり、本体2301、表示部2303、音声入力部2304、音声出力部2305、スイッチ2306、外部接続ポート2307等を含む。外部接続ポート2307を介して、別途用意したイヤホン2308を接続することができる。表示部2303には、センサを備えたタッチパネル式の表示画面が用いられており、表示部2303に表示されたタッチパネル式操作キー2309に触れることで、一連の操作を行うことができる。表示部2303は、画素部及び駆動回路部を有するモジュールが設けられている。画素部は、発光素子又は液晶素子を有し、上記実施の形態で示したインクジェット法より形成されたTFTを有する。またさらに表示部2303を多面取りにより形成することにより、シート型の携帯電話機のコストを低減することができる。

20

【0280】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。また本実施例の電子機器は、上記実施の形態に示したいずれの構成を用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0281】

【図1】本発明の配線形成方法を示した図である。

【図2】本発明の配線形成方法を示した図である。

【図3】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

30

【図4】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図5】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図6】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図7】本発明の薄膜トランジスタを示した上面図である。

【図8】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図9】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図10】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図11】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図12】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図13】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

40

【図14】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

【図15】本発明の液滴吐出装置を示した図である。

【図16】本発明の電子機器を示した図である。

【図17】本発明の薄膜トランジスタの作製工程を示した断面図である。

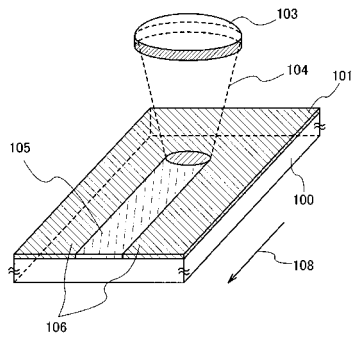
【図18】本発明のモジュールの上面図である。

【図19】本発明の表示装置の断面図である。

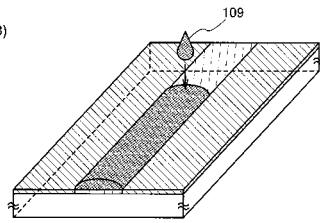
【図20】本発明の薄膜トランジスタを示した上面図である。

【図 1】

(A)

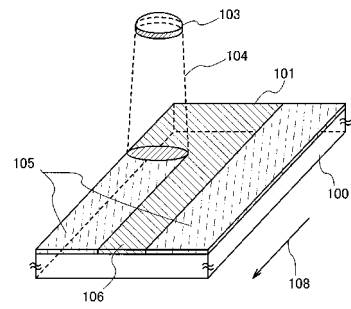


(B)

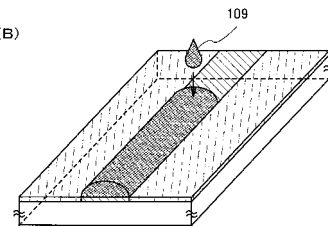


【図 2】

(A)

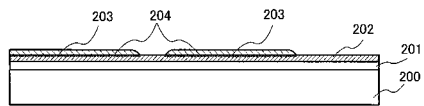


(B)

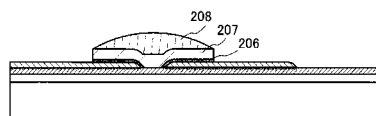


【図 3】

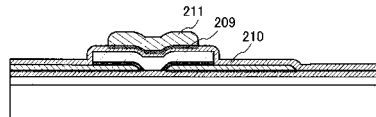
(A)



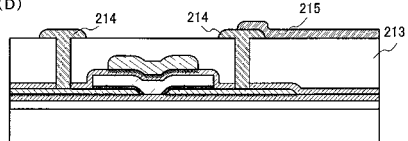
(B)



(C)

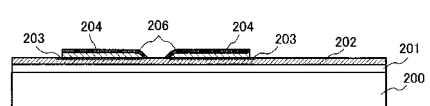


(D)

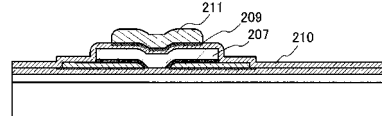


【図 4】

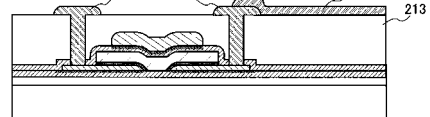
(A)



(B)

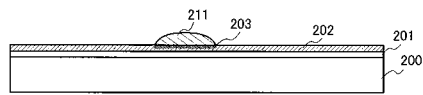


(C)

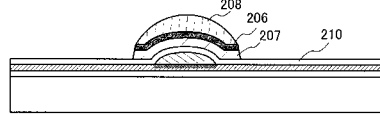


【図 5】

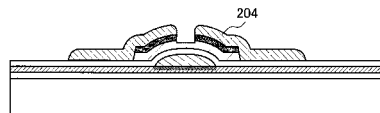
(A)



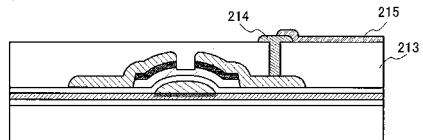
(B)



(C)

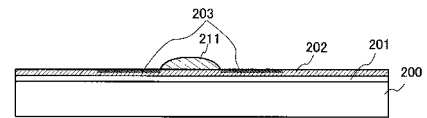


(D)

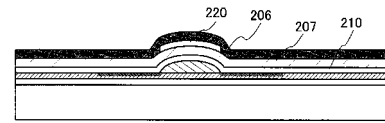


【図 6】

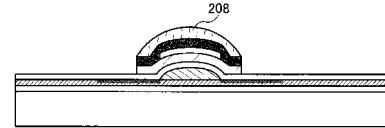
(A)



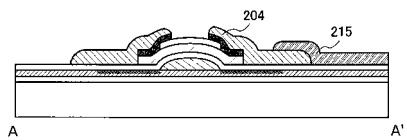
(B)



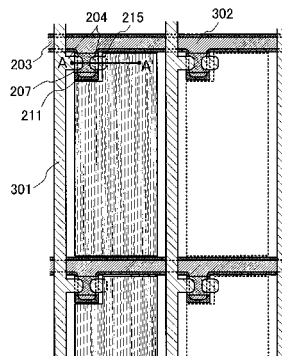
(C)



(D)

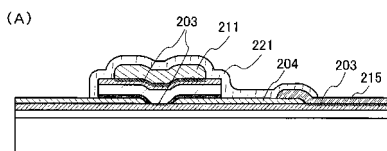


【図 7】

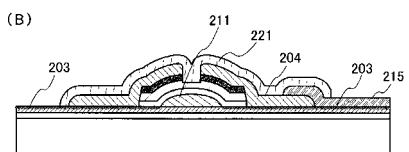


【図 8】

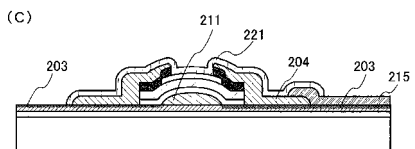
(A)



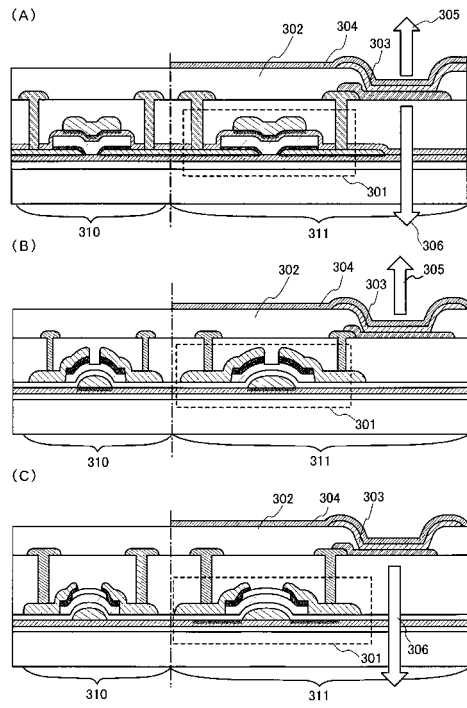
(B)



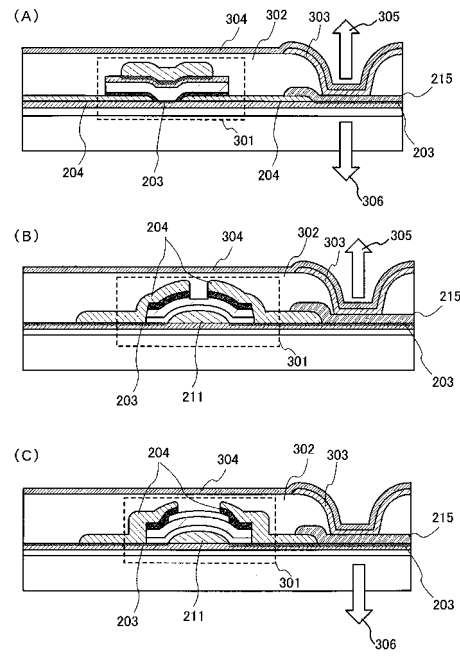
(C)



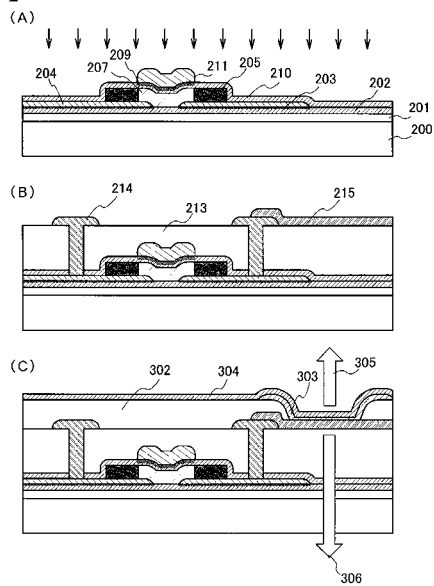
【図 9】



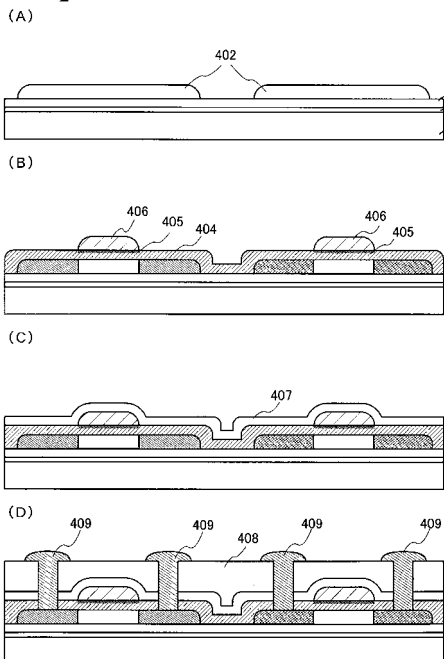
【図 10】



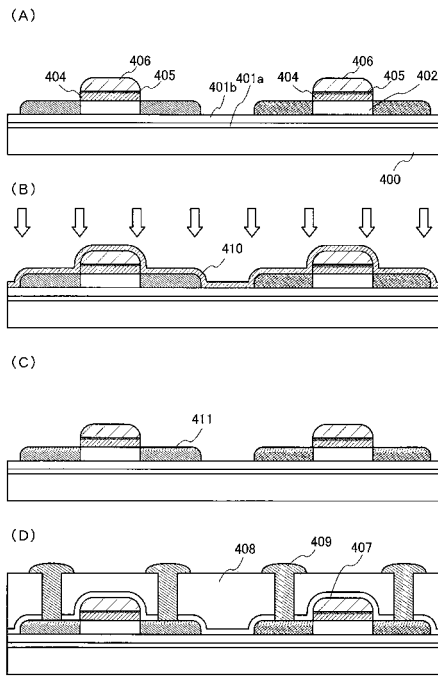
【図 11】



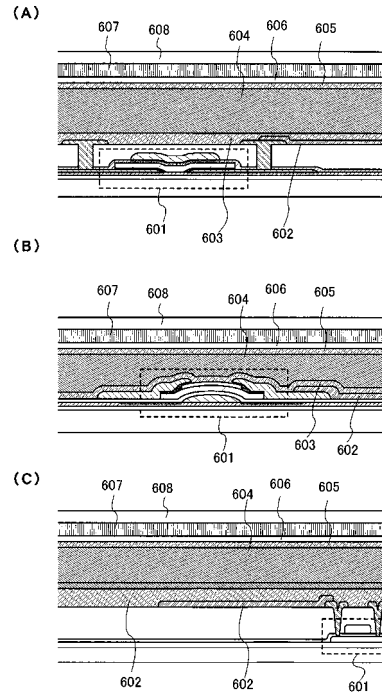
【図 12】



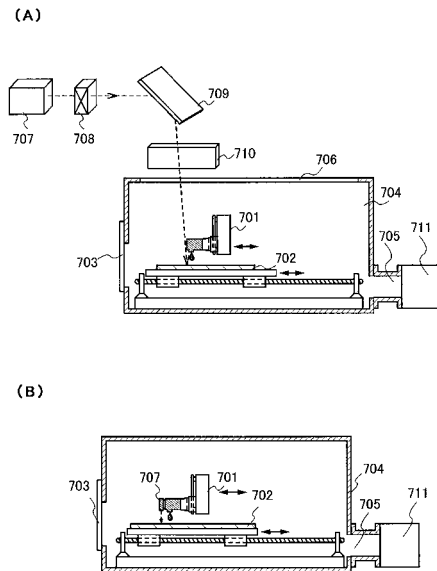
【 図 1 3 】



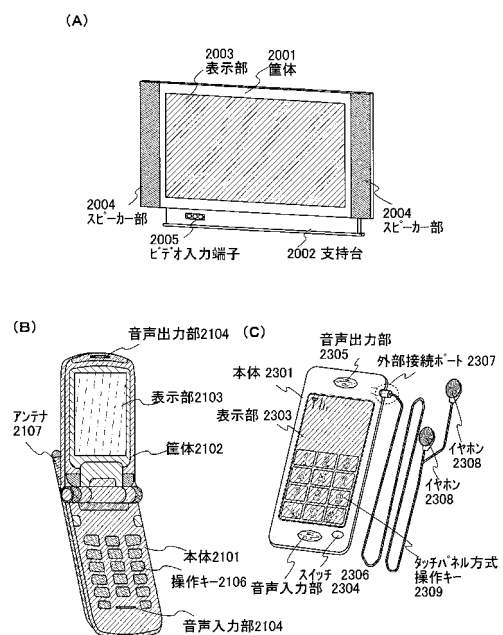
【 図 1 4 】



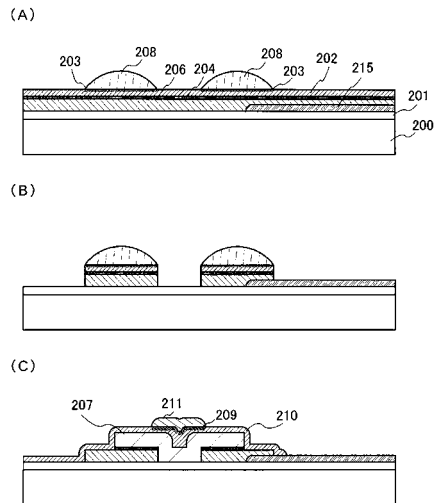
【 図 1 5 】



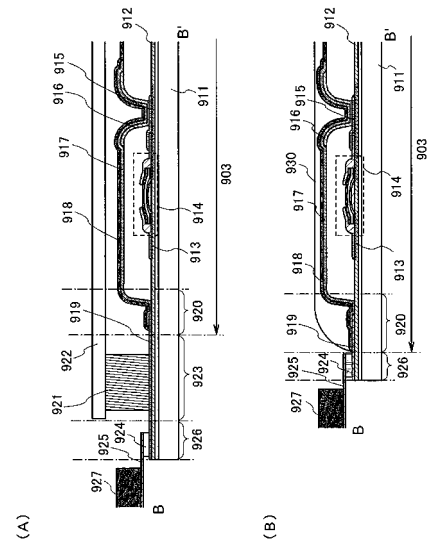
【 図 1 6 】



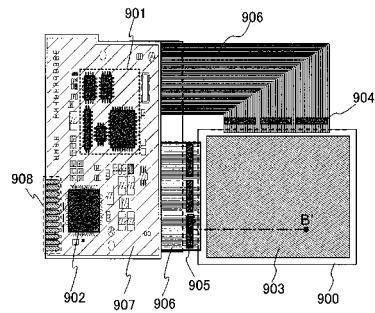
【図 17】



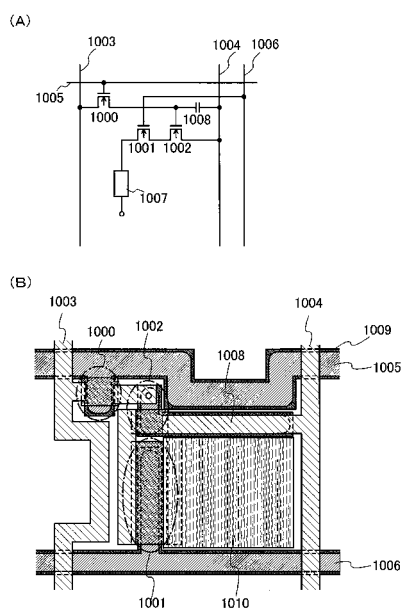
【図 19】



【図 18】



【図 20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H01L 29/78 617 T
B01J 35/02 J

(56)参考文献 特開2003-058077 (JP, A)
特開2003-229579 (JP, A)
特開平6-273803 (JP, A)
特開平11-261076 (JP, A)
特開平11-340129 (JP, A)
特開2002-190598 (JP, A)
特開平9-179142 (JP, A)
国際公開第00/59040 (WO, A1)
特開2001-179167 (JP, A)
特開2003-197612 (JP, A)
特開2001-276726 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/288
H01L 21/28
H01L 21/3205
H01L 21/3213
H01L 21/768
H01L 29/786
H01L 21/336
G09F 9/30
G02F 1/1333
B01J 35/02
H05B 33/00