

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5008357号
(P5008357)

(45) 発行日 平成24年8月22日 (2012. 8. 22)

(24) 登録日 平成24年6月8日 (2012. 6. 8)

(51) Int. Cl.

F I

H05B 33/10 (2006.01)

H05B 33/10

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/14

A

G09F 9/30 (2006.01)

G09F 9/30

365Z

H01L 27/32 (2006.01)

H05B 33/12

B

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/22

Z

請求項の数 6 (全 65 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-216399 (P2006-216399)

(22) 出願日 平成18年8月9日 (2006. 8. 9)

(65) 公開番号 特開2007-73503 (P2007-73503A)

(43) 公開日 平成19年3月22日 (2007. 3. 22)

審査請求日 平成21年8月6日 (2009. 8. 6)

(31) 優先権主張番号 特願2005-233890 (P2005-233890)

(32) 優先日 平成17年8月12日 (2005. 8. 12)

(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 須沢 英臣

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

(72) 発明者 山崎 舜平

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 西岡 貴央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

半導体層、ゲート絶縁層、ゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層を有するトランジスタと、前記トランジスタに電気的に接続する第1の電極層とを形成し、

前記第1の電極層の一部、及び前記トランジスタ上に無機絶縁層を形成し、

前記無機絶縁層及び前記第1の電極層に窒素雰囲気下で窒化プラズマ処理を行い、前記プラズマ処理を行った前記無機絶縁層及び前記第1の電極層上に有機化合物材料を含む層を形成し、

前記有機化合物材料を含む層上に第2の電極層を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項 2】

半導体層、ゲート絶縁層、ゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層を有するトランジスタと、前記トランジスタに電気的に接続する第1の電極層とを形成し、

前記第1の電極層、及び前記トランジスタ上に無機絶縁膜を形成し、

前記無機絶縁膜をエッチングし、前記第1の電極層に達する開口有する無機絶縁層を形成し、

前記無機絶縁層及び前記第1の電極層に窒素雰囲気下で窒化プラズマ処理を行い、前記プラズマ処理を行った前記無機絶縁層及び前記第1の電極層上に有機化合物材料を含む層を形成し、

前記有機化合物材料を含む層上に第2の電極層を形成することを特徴とする表示装置の

作製方法。

【請求項 3】

半導体層、ゲート絶縁層、ゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層を有するトランジスタと、前記トランジスタに電氣的に接続する第 1 の電極層とを形成し、

前記第 1 の電極層の一部、及び前記トランジスタ上に第 1 の無機絶縁層及び第 2 の無機絶縁層を積層して形成し、

前記第 1 の無機絶縁層、前記第 2 の無機絶縁層及び前記第 1 の電極層に窒素雰囲気下で窒化プラズマ処理を行い、前記プラズマ処理を行った前記第 1 の無機絶縁層、前記第 2 の無機絶縁層及び前記第 1 の電極層上に有機化合物材料を含む層を形成し、

前記有機化合物材料を含む層上に第 2 の電極層を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

10

【請求項 4】

半導体層、ゲート絶縁層、ゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層を有するトランジスタと、前記トランジスタに電氣的に接続する第 1 の電極層とを形成し、

前記第 1 の電極層、及び前記トランジスタ上に第 1 の無機絶縁膜及び第 2 の無機絶縁膜を積層して形成し、

前記第 1 の無機絶縁膜及び前記第 2 の無機絶縁膜をエッチングし、前記第 1 の電極層に達する開口を有する第 1 の無機絶縁層及び第 2 の無機絶縁層を形成し、

前記第 1 の無機絶縁層、前記第 2 の無機絶縁層及び前記第 1 の電極層に窒素雰囲気下で窒化プラズマ処理を行い、前記プラズマ処理を行った前記第 1 の無機絶縁層、前記第 2 の無機絶縁層及び前記第 1 の電極層上に有機化合物材料を含む層を形成し、

20

前記有機化合物材料を含む層上に第 2 の電極層を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、

前記ソース電極層及び前記ドレイン電極層と同一工程で配線層を形成し、

前記配線層に対し、前記窒化プラズマ処理を行うことを特徴とする表示装置の作製方法。

。

【請求項 6】

請求項 3 または 4 において、

前記第 1 の無機絶縁層は、前記第 2 の無機絶縁層と異なるテーパ角を有していることを特徴とする表示装置の作製方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置、及び表示装置の作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

エレクトロルミネセンス（以下、ELとも記す）素子を備える表示装置において、フルカラー表示を行うため、カラー発光するカラー発光素子を用いる。カラー発光素子を形成するには、各色の発光材料を微細なパターンに電極上に形成することが重要な要素の一つとなる。

40

【0003】

発光素子は、絶縁層によって単数、又は複数の画素ごとに隔離されている。このような画素間を隔てる絶縁層として無機絶縁材料が用いられている（例えば、特許文献 1 参照。）。。

【特許文献 1】特開 2003 - 288994 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

エレクトロルミネセンス素子（以下「ＥＬ素子」ともいう）は、一定期間駆動すると、発光輝度、発光の均一性等の発光特性が初期に比べて著しく劣化するという問題がある。この信頼性の低さは実用化の用途が限られている要因である。信頼性を悪化させる要因の一つに、外部からＥＬ素子に侵入する水分や酸素などがあげられる。

【０００５】

本発明では、このようなＥＬ素子の劣化を防止し、高信頼性を有する表示装置を歩留まり良く製造することができる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

また、本発明を用いて、表示装置を作製することができる。本発明を用いることのできる表示装置には、エレクトロルミネセンスと呼ばれる発光を発現する有機物、無機物、若しくは有機物と無機物の混合物を含む層を、電極間に介在させた発光素子と薄膜トランジスタ（以下、ＴＦＴ（Thin film transistor）ともいう）とが接続された発光表示装置などがある。ＥＬ素子とは少なくともエレクトロルミネセンスが得られる材料を含み電流を流すことにより発光する素子を含む。

【０００７】

本発明の表示装置の作製方法の一は、半導体層を形成し、半導体層上にゲート絶縁層を形成し、ゲート絶縁層上にゲート電極層を形成し、半導体層に接するソース電極層及びドレイン電極層を形成し、ソース電極層又はドレイン電極層に電氣的に接続する第１の電極層を形成し、第１の電極層の一部、ゲート電極層、ソース電極層、ドレイン電極層上に無機絶縁層を形成し、無機絶縁層及び第１の電極層にプラズマ処理を行い、プラズマ処理を行った無機絶縁層及び第１の電極層上に電界発光層を形成し、電界発光層上に第２の電極層を形成する。

【０００８】

本発明の表示装置の作製方法の一は、半導体層を形成し、半導体層上にゲート絶縁層を形成し、ゲート絶縁層上にゲート電極層を形成し、半導体層に接するソース電極層及びドレイン電極層を形成し、ソース電極層又はドレイン電極層に電氣的に接続する第１の電極層を形成し、第１の電極層、ゲート電極層、ソース電極層、ドレイン電極層上に無機絶縁膜を形成し、無機絶縁膜をエッチングし、第１の電極層に達する開口有する無機絶縁層を形成し、無機絶縁層及び第１の電極層にプラズマ処理を行い、プラズマ処理を行った無機絶縁層及び第１の電極層上に電界発光層を形成し、電界発光層上に第２の電極層を形成する。

【０００９】

本発明の表示装置の作製方法の一は、半導体層を形成し、半導体層上にゲート絶縁層を形成し、ゲート絶縁層上にゲート電極層を形成し、半導体層に接するソース電極層及びドレイン電極層を形成し、ソース電極層又はドレイン電極層に電氣的に接続する第１の電極層を形成し、第１の電極層の一部、ゲート電極層、ソース電極層、ドレイン電極層上に第１の無機絶縁層及び第２の無機絶縁層を積層して形成し、第１の無機絶縁層、第２の無機絶縁層及び第１の電極層にプラズマ処理を行い、プラズマ処理を行った第１の無機絶縁層、第２の無機絶縁層及び第１の電極層上に電界発光層を形成し、電界発光層上に第２の電極層を形成する。

【００１０】

本発明の表示装置の作製方法の一は、半導体層を形成し、半導体層上にゲート絶縁層を形成し、ゲート絶縁層上にゲート電極層を形成し、半導体層に接するソース電極層及びドレイン電極層を形成し、ソース電極層又はドレイン電極層に電氣的に接続する第１の電極層を形成し、第１の電極層、ゲート電極層、ソース電極層、ドレイン電極層上に第１の無機絶縁膜及び第２の無機絶縁膜を積層して形成し、第１の無機絶縁膜及び第２の無機絶縁膜をエッチングし、第１の電極層に達する開口を有する第１の無機絶縁層及び第２の無機絶縁層を形成し、第１の無機絶縁層、第２の無機絶縁層及び第１の電極層にプラズマ処理を行い、プラズマ処理を行った第１の無機絶縁膜、第２の無機絶縁膜及び第１の電極層

上に電界発光層を形成し、電界発光層上に第２の電極層を形成する。

【００１１】

本発明の表示装置の一は、半導体層と、ゲート絶縁層と、ゲート電極層と、半導体層と接するソース電極層及びドレイン電極層と、ソース電極層又はドレイン電極層に電氣的に接続する第１の電極層と、第１の電極層の一部、ゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層上に第１の無機絶縁層と、第１の無機絶縁層上に第２の無機絶縁層とを有し、第１の無機絶縁層の上端の位置と第２の無機絶縁層の下端の位置とは一致する。

【発明の効果】

【００１２】

本発明を用いると、信頼性の高い表示装置を作製することができる。よって、高精細、高性能な表示装置を歩留まり良く製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１３】

本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する本発明の構成において、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異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

【００１４】

（実施の形態１）

本実施の形態における表示装置の作製方法を、図１を用いて詳細に説明する。

【００１５】

基板６００上に、下地膜６０１ａ、下地膜６０１ｂ、薄膜トランジスタ６０５、ゲート絶縁層６０２、絶縁層６０３、絶縁層６０６、第１の電極層６０７、隔壁（障壁などと呼ばれる）として機能する絶縁層６０９、第１の電極層６０７が形成されている（図１（Ａ）参照。）。薄膜トランジスタ６０５は、ソース領域及びドレイン領域として機能する不純物領域を有する半導体層、ゲート絶縁層６０２、２層の積層構造であるゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層からなっており、ソース電極層又はドレイン電極層は、半導体層の不純物領域と第１の電極層６０７に接して電氣的に接続している。

【００１６】

本実施の形態では、不純物領域がゲート絶縁層を介してゲート電極層と重なる領域をＬｏｖ領域と示し、不純物領域がゲート絶縁層を介してゲート電極層と重ならない領域をＬｏｆｆ領域と示す。

【００１７】

また、図１（Ａ）では、不純物領域においてハッチングと白地で示されているが、これは、白地部分に不純物元素が添加されていないということを示すのではなく、この領域の不純物元素の濃度分布がマスクやドーピング条件を反映していることを直感的に理解できるようにしたためである。なお、このことは本明細書の他の図面においても同様である。

【００１８】

本実施の形態では、発光素子に接して設けられる絶縁層６０９に無機絶縁材料を用いる。無機絶縁材料は、緻密な膜を成膜できるので、水分などの汚染物質を透過させない。よって、表示装置外部より進入する汚染物質による発光素子の劣化を防止することができる。

【００１９】

絶縁層６０９としては酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素などを用いることができ、単層でも２層、３層といった積層構造でもよい。なお本明細書中において酸化窒化珪素とは酸素の含有量が窒素の含有量より大きい物質であり、窒素を含む酸化珪素とも言える。同様に、窒化酸化珪素とは、窒素の含有量が酸素の含有量より大きい物質であり、酸素を含む窒化珪素とも言える。

【0020】

また、絶縁層609の他の材料として、窒化アルミニウム、酸素含有量が窒素含有量よりも多い酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、窒素含有炭素、ポリシラザン、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。シロキサンを含む材料を用いてもよい。なお、シロキサンとは、Si-O-Si結合を含む材料に相当する。シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、芳香族炭化水素)が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。

10

【0021】

絶縁層609は、スパッタリング法、PVD法(Physical Vapor Deposition)、減圧CVD法(LPCVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)、また、選択的にパターンを形成できる液滴吐出法や、パターンが転写または描写できる印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)、その他スピンコート法などの塗布法、ディッピング法、ディスペンサ法などを用いることもできる。

【0022】

所望の形状に加工するエッチング加工は、プラズマエッチング(ドライエッチング)又はウェットエッチングのどちらを採用しても良い。大面積基板を処理するにはプラズマエッチングが適している。エッチングガスとしては、 CF_4 、 NF_3 などのフッ素系のガス、又は Cl_2 、 BCl_3 などの塩素系のガスを、HeやArなどの不活性ガスを適宜加えても良い。また、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスク層を形成する必要はない。

20

【0023】

絶縁層609は第1の電極層607の端部を覆っており、その側端部はテーパ形状を有している。本明細書においては、絶縁層及び第1の電極層を基板表面と垂直な面で切った断面図において、絶縁層の端部と第1の電極層表面とが形成する角をテーパ角と呼ぶ。絶縁層609の側端部におけるテーパ角度は、30度より大きい(より好ましくは40度以上)方が好ましく、70度以下(より好ましくは60度以下)が好ましい。また、絶縁層609は無機絶縁材料であるため、CVD法やスパッタ法を用いて形成すると、被形成面の凹凸形状を反映して成膜される。この場合、膜厚が平坦化されないため、均等な膜厚で被形成面を被覆することができ、膜厚を比較的薄くすることができる。本実施の形態においては、絶縁層609の膜厚は1 μm 以下、好ましくは500nm以下とするとよい。本実施の形態では300nmとする。

30

【0024】

絶縁層609は発光素子の隔壁として機能するため、画素電極である第1の電極層607の周囲を囲むようにして設けられる。また、各画素の配列は、赤・緑・青に対応した画素をストライプ状に配列したストライプ配列、1ライン毎に半ピッチずらしたデルタ配列、赤・緑・青に対応した副画素を斜めに配列するモザイク配列などがある。よって、隔壁となる絶縁層も、画素電極の配列によって、各配列に対応した開口を有する形状、又はライン状に設けられる。

40

【0025】

第1の電極層607としては、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物などを用いることができる。勿論、インジウム錫酸化物(ITO)、インジウム亜鉛酸化物(IZO)、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物(ITSO)なども用いることができる。

【0026】

導電性材料の、組成比の一例を述べる。酸化タングステンを含むインジウム酸化物の

50

組成比は、酸化タングステン 1.0 wt %、インジウム酸化物 99.0 wt % とすればよい。酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物の組成比は、酸化タングステン 1.0 wt %、酸化亜鉛 0.5 wt %、インジウム酸化物 98.5 wt % とすればよい。酸化チタンを含むインジウム酸化物は、酸化チタン 1.0 wt % ~ 5.0 wt %、インジウム酸化物 99.0 wt % ~ 95.0 wt % とすればよい。インジウム錫酸化物 (ITO) の組成比は、酸化錫 10.0 wt %、インジウム酸化物 90.0 wt % とすればよい。インジウム亜鉛酸化物 (IZO) の組成比は、酸化亜鉛 10.7 wt %、インジウム酸化物 89.3 wt % とすればよい。酸化チタンを含むインジウム錫酸化物の組成比は、酸化チタン 5.0 wt %、酸化錫 10.0 wt %、インジウム酸化物 85.0 wt % とすればよい。上記組成比は例であり、適宜その組成比の割合は設定すればよい。

10

【0027】

また、第1の電極層 607 に用いることのできる金属薄膜としては、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いることができる。

【0028】

第1の電極層 607 は、蒸着法、スパッタ法、CVD法、印刷法、ディスペンサ法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。

【0029】

本発明においては、隔壁となる絶縁層及び第1の電極層にプラズマ処理を行う。プラズマ処理を窒素雰囲気下、又は酸素雰囲気下で行うことにより、絶縁層及び第1の電極層表面及び表面近傍を窒化処理、又は酸化処理し窒素プラズマ処理層又は酸素プラズマ処理層を形成することができる。プラズマ処理を用いて絶縁層及び第1の電極層を酸化処理又は窒化処理（もしくは酸化処理及び窒化処理両方行ってもよい）すると、絶縁層及び第1の電極層の表面（及びその近傍）が改質され、より緻密な絶縁層及び第1の電極層とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。なお、表面近傍とは、酸化珪素層の表面から概略 0.5 nm ~ 1.5 nm の深さをいう。例えば、窒素雰囲気下でプラズマ処理を行うことによって、酸化珪素層の表面から概略 1 nm の深さに窒素を 20 ~ 50 原子 % の割合で含有した構造となる。

20

【0030】

なお、プラズマ処理により膜を酸化する場合には、酸素雰囲気下（例えば、酸素 (O_2) と希ガス (He、Ne、Ar、Kr、Xe の少なくとも一つを含む) 雰囲気下または酸素と水素 (H_2) と希ガス雰囲気下または一酸化二窒素と希ガス雰囲気下) でプラズマ処理を行う。一方、プラズマ処理により膜を窒化する場合には、窒素雰囲気下（例えば、窒素 (N_2) と希ガス (He、Ne、Ar、Kr、Xe の少なくとも一つを含む) 雰囲気下または窒素と水素と希ガス雰囲気下または NH_3 と希ガス雰囲気下) でプラズマ処理を行う。希ガスとしては、例えば Ar を用いることができる。また、Ar と Kr を混合したガスを用いてもよい。そのため、プラズマ処理によって形成される絶縁膜は、プラズマ処理に用いた希ガス (He、Ne、Ar、Kr、Xe の少なくとも一つを含む) を含んでおり、Ar を用いた場合には絶縁膜に Ar が含まれている。

30

【0031】

また、プラズマ処理は、上記ガスの雰囲気中において、電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上であり、プラズマの電子温度が 1.5 eV 以下で行う。より詳しくいうと、電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下で、プラズマの電子温度が 0.5 eV 以上 1.5 eV 以下で行う。プラズマの電子密度が高密度であり、基板上に形成された被処理物（ここでは、絶縁層 609、第1の電極層 607）付近での電子温度が低いいため、被処理物に対するプラズマによる損傷を防止することができる。また、プラズマの電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上と高密度であるため、プラズマ処理を用いて、被照射物を酸化または窒化することによって形成される酸化物または窒化膜は、CVD法やスパッタ法等により形成された膜と比較して膜厚等が均一性に優れ、且つ緻密な膜を形成することができる。また、プラズマの電子温度が 1.5 eV 以下と低いいため、従来のプラズマ処

40

50

理や熱酸化法と比較して低温度で酸化処理または窒化処理を行うことができる。たとえば、ガラス基板の歪点よりも100度以上低い温度でプラズマ処理を行っても十分に酸化または窒化処理を行うことができる。なお、プラズマを形成するための周波数としては、マイクロ波(2.45GHz)等の高周波を用いることができる。なお、以下に特に断らない場合は、プラズマ処理として上記条件を用いて行うものとする。

【0032】

ただし、本発明においてプラズマ処理を行う際、被処理物の隔壁となる絶縁層及び第1の電極層下に形成されている薄膜トランジスタの電気特性に悪影響を与えない程度の条件で行う。

【0033】

本実施の形態では、絶縁層609及び第1の電極層607にプラズマ処理615を行い、表面を改質処理された絶縁層616及び第1の電極層607を形成する(図1(B)参照)。本実施の形態では、絶縁層609として酸化窒化珪素膜を、第1の電極層607としてITOを用い、窒素雰囲気下でプラズマ処理を行う。この改質処理により絶縁層609及び第1の電極層607表面は窒化されより緻密化される。図1(B)においては、絶縁層616及び第1の電極層617において改質処理の行われた個所に斜線のハッチングを施し処理されたことが明確になるように示している。しかし改質処理領域は、ハッチング領域に限定されず、プラズマ処理の条件や、絶縁層609及び第1の電極層607の材料や膜厚によって変化し、条件を選択することで適宜制御することができる。

【0034】

本実施の形態では、絶縁層609は酸化窒化珪素膜を形成後、平行平板型RIE装置によりエッチングを行う。本実施の形態のエッチング条件は、バイアスパワー3000W、圧力27.0Pa、エッチングガスはCF₄(流量700sccm)及びO₂(流量110sccm)、エッチング時間210秒である。

【0035】

また、基板、絶縁層、半導体層、ゲート絶縁層、層間絶縁層、その他表示装置、表示装置を構成する絶縁層、導電層などを形成した後も、プラズマ処理を用いて酸化または窒化を行うことにより前記基板、絶縁層、半導体層、ゲート絶縁層、層間絶縁層表面を酸化または窒化してもよい。プラズマ処理を用いて半導体層や絶縁層を酸化または窒化すると、当該半導体層や絶縁層の表面が改質され、CVD法やスパッタ法により形成した絶縁層と比較してより緻密な絶縁層とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。また上記の様なプラズマ処理は、ゲート電極層、ソース配線層、ドレイン配線層などの導電層などにも行うことができ、窒化又は酸化を行うことによって表面を窒化又は酸化することができる。

【0036】

プラズマ処理615によって改質処理された絶縁層616及び第1の電極層617上に電界発光層611、第2の電極層612を形成し、保護膜613を形成する。よって基板600上に、薄膜トランジスタ605と電気的に接続する発光素子614が形成される(図1(C)参照)。

【0037】

本発明を用いると、信頼性の高い表示装置を作製することができる。よって、高精度、高性能な表示装置を歩留まり良く製造することができる。

【0038】

(実施の形態2)

本実施の形態における表示装置の作製方法を、図2を用いて詳細に説明する。本実施の形態では、実施の形態1と隔壁となる絶縁層の構造が異なる例を示す。よって、同一部分又は同様な機能を有する部分の繰り返しの説明は省略する。

【0039】

基板620上に、下地膜621a、下地膜621b、薄膜トランジスタ625、ゲート絶縁層622、絶縁層623、絶縁層626、第1の電極層627、隔壁(障壁なども

10

20

30

40

50

と呼ばれる)として機能する第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629、第1の電極層627が形成されている(図1(A)参照。)。薄膜トランジスタ625は、ソース領域及びドレイン領域として機能する不純物領域を有する半導体層、ゲート絶縁層622、2層の積層構造であるゲート電極層、ソース電極層及びドレイン電極層からなっており、ソース電極層又はドレイン電極層は、半導体層の不純物領域と第1の電極層627に接して電氣的に接続している。

【0040】

本実施の形態では、隔壁として機能する絶縁層を第1の絶縁層と第2の絶縁層との積層とし、発光素子に接して設けられる第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629に無機絶縁材料を用いる。無機絶縁材料は、緻密な膜を成膜できるので、水分などの汚染物質を透過させない。よって、表示装置外部より進入する汚染物質による発光素子の劣化を防止することができる。

10

【0041】

第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629としては酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素などを用いることができる。また、絶縁層609の他の材料として、窒化アルミニウム、酸素含有量が窒素含有量よりも多い酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、窒素含有炭素、ポリシラザン(パーヒドロポリシラザン)、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。シロキサンを含む材料を用いてもよい。

20

【0042】

第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629は、スパッタリング法、PVD法(Physical Vapor Deposition)、減圧CVD法(LPCVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)、また、選択的にパターンを形成できる液滴吐出法や、パターンが転写または描写できる印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)、その他スピンコート法などの塗布法、ディッピング法、ディスペンサ法などを用いることもできる。

【0043】

所望の形状に加工するエッチング加工は、プラズマエッチング(ドライエッチング)又はウエットエッチングのどちらを採用しても良い。大面積基板を処理するにはプラズマエッチングが適している。エッチングガスとしては、 CF_4 、 NF_3 などのフッ素系のガス、又は Cl_2 、 BCl_3 などの塩素系のガスを用い、HeやArなどの不活性ガスを適宜加えても良い。また、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスク層を形成する必要はない。

30

【0044】

第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629は第1の電極層627の端部を覆っており、その側端部はテーパ形状を有している。本実施の形態では、第1の絶縁層628と第2の絶縁層629は、第1の絶縁膜及び第2の絶縁膜を積層して形成し、マスクを用いてエッチングすることにより所望の形状に加工し形成する。第1の絶縁層628の上端と第2の絶縁層628の下端は一致しており、第1の絶縁層628と第2の絶縁層629の側端部は連続的に形成されている。本実施の形態では、第1の絶縁層628と第2の絶縁層629とはテーパ角も同一であるが、異なっても良い。第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629の側端部におけるテーパ角度は、30度より大きい(より好ましくは40度以上)方が好ましく、70度以下(より好ましくは60度以下)が好ましい。また、第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629は無機絶縁材料であるため、CVD法やスパッタ法を用いて形成すると、被形成面の凹凸形状を反映して成膜される。この場合、膜厚が平坦化されないため、均等な膜厚で被形成面を被覆することができ、膜厚を比較的薄くすることができる。本実施の形態においては、第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629の膜厚は1 μ m以下、好ましくは500nm以下とするとよい。

40

50

【0045】

第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629より構成される隔壁となる絶縁層の形状は、エッチング条件を適宜設定することで制御できるが、本実施の形態のように異なる材料からなる絶縁層を積層する場合、材料のエッチング時の選択比によっても形状を制御することができる。よって第1の絶縁層628及び第2の絶縁層629に用いる材料のエッチング時の選択比を考慮して用いると、側端部のテーパ形状も自由に制御することができる。

【0046】

第1の電極層627としては、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物などを用いることができる。勿論、インジウム錫酸化物(ITO)、インジウム亜鉛酸化物(IZO)、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物(ITSO)なども用いることができる。

10

【0047】

また、第1の電極層627に用いることのできる金属薄膜としては、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いることができる。

【0048】

第1の電極層627は、蒸着法、スパッタ法、CVD法、印刷法、ディスペンサ法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。

20

【0049】

本発明においては、隔壁となる絶縁層及び第1の電極層にプラズマ処理を行う。プラズマ処理を窒素雰囲気下、又は酸素雰囲気下で行うことにより、絶縁層及び第1の電極層表面及び表面近傍を窒化処理、又は酸化処理し窒素プラズマ処理層又は酸素プラズマ処理層を形成することができる。プラズマ処理を用いて絶縁層及び第1の電極層を酸化処理又は窒化処理(もしくは酸化処理及び窒化処理両方行ってもよい)すると、絶縁層及び第1の電極層の表面が改質され、より緻密な絶縁層及び第1の電極層とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。

【0050】

なお、プラズマ処理により膜を酸化する場合には、酸素雰囲気下(例えば、酸素(O_2)と希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)雰囲気下または酸素と水素(H_2)と希ガス雰囲気下または一酸化二窒素と希ガス雰囲気下)でプラズマ処理を行う。一方、プラズマ処理により膜を窒化する場合には、窒素雰囲気下(例えば、窒素(N_2)と希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)雰囲気下または窒素と水素と希ガス雰囲気下または NH_3 と希ガス雰囲気下)でプラズマ処理を行う。希ガスとしては、例えばArを用いることができる。また、ArとKrを混合したガスを用いてもよい。そのため、プラズマ処理によって形成される絶縁膜は、プラズマ処理に用いた希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)を含んでおり、Arを用いた場合には絶縁膜にArが含まれている。

30

【0051】

また、プラズマ処理は、上記ガスの雰囲気中において、電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上であり、プラズマの電子温度が1.5 eV以下で行う。より詳しくいうと、電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下で、プラズマの電子温度が0.5 eV以上1.5 eV以下で行う。プラズマの電子密度が高密度であり、基板上に形成された被処理物(ここでは、第1の絶縁層628、第2の絶縁層629及び第1の電極層627)付近での電子温度が低いため、被処理物に対するプラズマによる損傷を防止することができる。また、プラズマの電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上と高密度であるため、プラズマ処理を用いて、被照射物を酸化または窒化することによって形成される酸化物または窒化膜は、CVD法やスパッタ法等により形成された膜と比較して膜厚等が均一性に優れ、且つ緻密な膜を形成することができる。また、プラズマの電子温度が1.5 eV以

40

50

下と低いため、従来のプラズマ処理や熱酸化法と比較して低温度で酸化または窒化処理を行うことができる。たとえば、ガラス基板の歪点よりも100度以上低い温度でプラズマ処理を行っても十分に酸化または窒化処理を行うことができる。なお、プラズマを形成するための周波数としては、マイクロ波(2.45GHz)等の高周波を用いることができる。なお、以下に特に断らない場合は、プラズマ処理として上記条件を用いて行うものとする。

【0052】

ただし、本発明においてプラズマ処理を行う際、被処理物の隔壁となる絶縁層及び第1の電極層下に形成されている薄膜トランジスタの電気特性に悪影響を与えない程度の条件で行う。

10

【0053】

本実施の形態では、第1の絶縁層628、第2の絶縁層629及び第1の電極層627にプラズマ処理635を行い、表面を改質処理された第1の絶縁層638、第2の絶縁層636及び第1の電極層637を形成する(図27(B)参照。)。本実施の形態では、第1の絶縁層628として窒化珪素膜、第2の絶縁層として窒化酸化珪素膜を、第1の電極層627としてITOを用い、窒素雰囲気下でプラズマ処理を行う。この改質処理により第1の絶縁層628、第2の絶縁層629及び第1の電極層627表面は窒化されより緻密化される。図27(B)においては、絶縁層616及び第1の電極層617において改質処理の行われた個所に斜線のハッチングを施し処理されたことが明確になるように示している。しかし改質処理領域は、ハッチング領域に限定されず、プラズマ処理の条件や、第1の絶縁層628、第2の絶縁層629及び第1の電極層627の材料や膜厚によって変化し、条件を選択することで適宜制御することができる。

20

【0054】

本実施の形態では、第1の絶縁膜として窒化珪素膜及び第2の絶縁膜として窒化酸化珪素膜を積層して形成し、マスクを用いたエッチングにより所望の形状に加工する。本実施の形態においてエッチングは、平行平板型RIE装置で行い、エッチング条件は、RFパワー400W、圧力39Pa、エッチングガスはCF₄(流量50sccm)、O₂(流量35sccm)及びHe(流量50sccm)である。

【0055】

また、本実施の形態では第2の絶縁層629の端部は、エッチングによる加工によって、急激な段差を有するようになっている。プラズマ処理635によって、第2の絶縁層629の端部の急激な段差を、第2の絶縁層636のように曲率を有するようならかな端部(丸みを帯びたような形状)とすることができる。第2の絶縁層の端部をならかにすることで、積層する電界発光層や第2の電極層の被覆性を向上させることができる。このようにプラズマ処理による改質は、表面の緻密化だけでなく、形状の整形も行えうる。

30

【0056】

また、基板、絶縁層、半導体層、ゲート絶縁層、層間絶縁層、その他表示装置、表示装置を構成する絶縁層、導電層などを形成した後も、プラズマ処理を用いて酸化または窒化を行うことにより前記基板、絶縁層、半導体層、ゲート絶縁層、層間絶縁層表面を酸化または窒化してもよい。プラズマ処理を用いて半導体層や絶縁層を酸化または窒化すると、当該半導体層や絶縁層の表面が改質され、CVD法やスパッタ法により形成した絶縁層と比較してより緻密な絶縁層とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。また上記の様なプラズマ処理は、ゲート電極層、ソース配線層、ドレイン配線層などの導電層などにも行うことができ、窒化又は酸化を行うことによって表面を窒化又は酸化することができる。

40

【0057】

プラズマ処理635によって改質処理及び形状整形された第1の絶縁層638、第2の絶縁層636及び第1の電極層637上に電界発光層631、第2の電極層632を形成し、保護膜633を形成する。よって基板620上に、薄膜トランジスタ625と電気

50

的に接続する発光素子 6 3 4 が形成される (図 2 7 (C) 参照。)。

【 0 0 5 8 】

本発明を用いると、信頼性の高い表示装置を作製することができる。よって、高精細、高性能な表示装置を歩留まり良く製造することができる。

【 0 0 5 9 】

(実施の形態 3)

本実施の形態における表示装置の作製方法を、図 5 乃至図 1 0、図 1 6、図 1 7 を用いて詳細に説明する。

【 0 0 6 0 】

図 1 6 (A) は本発明に係る表示パネルの構成を示す上面図であり、絶縁表面を有する基板 2 7 0 0 上に画素 2 7 0 2 をマトリクス上に配列させた画素部 2 7 0 1、走査線側入力端子 2 7 0 3、信号線側入力端子 2 7 0 4 が形成されている。画素数は種々の規格に従って設ければ良く、XGA であって RGB を用いたフルカラー表示であれば 1 0 2 4 × 7 6 8 × 3 (RGB)、UXGA であって RGB を用いたフルカラー表示であれば 1 6 0 0 × 1 2 0 0 × 3 (RGB)、フルスペックハイビジョンに対応させ、RGB を用いたフルカラー表示であれば 1 9 2 0 × 1 0 8 0 × 3 (RGB) とすれば良い。

【 0 0 6 1 】

画素 2 7 0 2 は、走査線側入力端子 2 7 0 3 から延在する走査線と、信号線側入力端子 2 7 0 4 から延在する信号線とが交差することで、マトリクス状に配設される。画素 2 7 0 2 のそれぞれには、スイッチング素子とそれに接続する画素電極層が備えられている。スイッチング素子の代表的な一例は TFT であり、TFT のゲート電極層側が走査線と、ソース若しくはドレイン側が信号線と接続されることにより、個々の画素を外部から入力する信号によって独立して制御可能としている。

【 0 0 6 2 】

図 1 6 (A) は、走査線及び信号線へ入力する信号を、外付けの駆動回路により制御する表示パネルの構成を示しているが、図 1 7 (A) に示すように、COG (Chip on Glass) 方式によりドライバ IC 2 7 5 1 を基板 2 7 0 0 上に実装しても良い。また他の実装形態として、図 1 7 (B) に示すような TAB (Tape Automated Bonding) 方式を用いてもよい。ドライバ IC は単結晶半導体基板に形成されたものでも良いし、ガラス基板上に TFT で回路を形成したものであっても良い。図 1 7 において、ドライバ IC 2 7 5 1 は、FPC (Flexible printed circuit) 2 7 5 0 と接続している。

【 0 0 6 3 】

また、画素に設ける TFT を結晶性を有する半導体で形成する場合には、図 1 6 (B) に示すように走査線側駆動回路 3 7 0 2 を基板 3 7 0 0 上に形成することもできる。図 1 6 (B) において、画素部 3 7 0 1 は、信号線側入力端子 3 7 0 4 と接続した図 1 6 (A) と同様に外付けの駆動回路により制御する。画素に設ける TFT を移動度の高い、多結晶 (微結晶) 半導体、単結晶半導体などで形成する場合は、図 1 6 (C) は、画素部 4 7 0 1、走査線駆動回路 4 7 0 2 と、信号線駆動回路 4 7 0 4 を基板 4 7 0 0 上に一体形成することもできる。

【 0 0 6 4 】

絶縁表面を有する基板 1 0 0 の上に下地膜として、スパッタリング法、PVD 法 (Physical Vapor Deposition)、減圧 CVD 法 (LPCVD 法)、またはプラズマ CVD 法等の CVD 法 (Chemical Vapor Deposition) などにより窒化酸化珪素膜を用いて下地膜 1 0 1 a を 1 0 ~ 2 0 0 nm (好ましくは 5 0 ~ 1 5 0 nm) 形成し、酸化窒化珪素膜を用いて下地膜 1 0 1 b を 5 0 ~ 2 0 0 nm (好ましくは 1 0 0 ~ 1 5 0 nm) 積層する。又はアクリル酸、メタクリル酸及びこれらの誘導体、又はポリイミド (polyimide)、芳香族ポリアミド、ポリベンゾイミダゾール (polybenzimidazole) などの耐熱性高分子、又はシロキサン樹脂を用いてもよい。なお、シロキサン樹脂とは、Si - O - Si 結合を含む樹脂

10

20

30

40

50

に相当する。シロキサンは、シリコン（Si）と酸素（O）との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基（例えばアルキル基、芳香族炭化水素）が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。また、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラールなどのビニル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、アクリル樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂等の樹脂材料を用いてもよい。また、ベンゾシクロブテン、パリレン、フッ化アリーレンエーテル、ポリイミドなどの有機材料、水溶性ホモポリマーと水溶性共重合体を含む組成物材料等を用いてもよい。また、オキサゾール樹脂を用いることもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。光硬化型ポリベンゾオキサゾールは、誘電率が低く（常温1MHzで誘電率2.9）、耐熱性が高く（示差熱天秤（TGA: thermal gravity analysis）昇温5 /minで熱分解温度550）、吸水率が低い（常温24時間で0.3%）材料である。

10

【0065】

また、液滴吐出法や、印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法）、スピコート法などの塗布法、ディッピング法、ディスペンサ法などを用いることもできる。本実施の形態では、プラズマCVD法を用いて下地膜101a、下地膜101bを形成する。基板100としてはガラス基板、石英基板やシリコン基板、金属基板、またはステンレス基板の表面に絶縁膜を形成したものを好む。また、本実施の形態の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板を用いてもよいし、フィルムのような可撓性基板を用いてもよい。プラスチック基板としてはPET（ポリエチレンテレフタレート）、PEN（ポリエチレンナフタレート）、PES（ポリエーテルサルホン）からなる基板、可撓性基板としてはアクリル等の合成樹脂を用いることができる。本実施の形態で作製する表示装置は、基板100を通過させて発光素子よりの光を取り出す構成であるので、基板100は透光性を有する必要がある。

20

【0066】

下地膜としては、酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素などを用いることができ、単層でも2層、3層といった積層構造でもよい。本実施の形態では、基板上にSiH₄、NH₃、N₂O、N₂及びH₂を反応ガスとして窒化酸化珪素膜を膜厚50nm形成し、SiH₄及びN₂Oを反応ガスとして酸化窒化珪素膜を膜厚100nmで形成する。また窒化酸化珪素膜の膜厚を140nm、積層する酸化窒化珪素膜の膜厚を100nmとしてもよい。

30

【0067】

次いで、下地膜上に半導体膜を形成する。半導体膜は25～200nm（好ましくは30～150nm）の厚さで各種手段（スパッタ法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等）により成膜すればよい。本実施の形態では、非晶質半導体膜を、レーザ結晶化し、結晶性半導体膜とするものを用いるのが好ましい。

【0068】

半導体膜を形成する材料は、シランやゲルマンに代表される半導体材料ガスを用いて気相成長法やスパッタリング法で作製される非晶質半導体（以下「アモルファス半導体：AS」ともいう。）、該非晶質半導体を光エネルギーや熱エネルギーを利用して結晶化させた多結晶半導体、或いはセミアモルファス（微結晶若しくはマイクロクリスタルとも呼ばれる。以下「SAS」ともいう。）半導体などを用いることができる。

40

【0069】

SASは、非晶質と結晶構造（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造を有し、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な領域を含んでいる。SASは、珪素を含む気体をグロー放電分解（プラズマCVD）して形成する。珪素を含む気体としては、SiH₄、その他にもSi₂H₆、SiH₂Cl₂、SiHCl₃、SiCl₄、SiF₄などを用いることが可能である。またF₂、GeF₄を混合させてもよい。この珪素を含む気体をH₂、又は、H₂とHe

50

、Ar、Kr、Neから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈しても良い。また、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで安定性が増し良好なSASが得られる。また半導体膜としてフッ素系ガスより形成されるSAS層に水素系ガスより形成されるSAS層を積層してもよい。

【0070】

非晶質半導体としては、代表的には水素化アモルファスシリコン、結晶性半導体としては代表的にはポリシリコンなどがあげられる。ポリシリコン（多結晶シリコン）には、800以上のプロセス温度を経て形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂高温ポリシリコンや、600以下のプロセス温度で形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂低温ポリシリコン、また結晶化を促進する元素などを添加し結晶化させたポリシリコンなどを含んでいる。もちろん、前述したように、セミアモルファス半導体又は半導体膜の一部に結晶相を含む半導体を用いることもできる。

【0071】

半導体膜に、結晶性半導体膜を用いる場合、その結晶性半導体膜の作製方法は、種々の方法（レーザ結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの結晶化を助長する元素を用いた熱結晶化法等）を用いれば良い。また、SASである微結晶半導体をレーザ照射して結晶化し、結晶性を高めることもできる。結晶化を助長する元素を導入しない場合は、非晶質半導体膜にレーザ光を照射する前に、窒素雰囲気下500で1時間加熱することによって非晶質半導体膜の含有水素濃度を $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にまで放出させる。これは水素を多く含んだ非晶質半導体膜にレーザ光を照射すると非晶質半導体膜が破壊されてしまうからである。結晶化のための加熱処理は、加熱炉、レーザ照射、若しくはランプから発する光の照射（ランプアニールともいう）などを用いることができる。加熱方法としてGRTA（Gas Rapid Thermal Anneal）法、LRTA（Lamp Rapid Thermal Anneal）法等のRTA法がある。GRTAとは高温のガスを用いて加熱処理を行う方法であり、LRTAとはランプ光により加熱処理を行う方法である。

【0072】

また、非晶質半導体層を結晶化し、結晶性半導体層を形成する結晶化工程で、非晶質半導体層に結晶化を促進する元素（触媒元素、金属元素とも示す）を添加し、熱処理（550～750で3分～24時間）により結晶化を行ってもよい。結晶化を助長する元素としては、この珪素の結晶化を助長する金属元素としては鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）、オスmium（Os）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）、銅（Cu）及び金（Au）から選ばれた一種又は複数種類を用いることができる。

【0073】

非晶質半導体膜への金属元素の導入の仕方としては、当該金属元素を非晶質半導体膜の表面又はその内部に存在させ得る手法であれば特に限定はなく、例えばスパッタ法、CVD法、プラズマ処理法（プラズマCVD法も含む）、吸着法、金属塩の溶液を塗布する方法を使用することができる。このうち溶液を用いる方法は簡便であり、金属元素の濃度調整が容易であるという点で有用である。また、このとき非晶質半導体膜の表面のぬれ性を改善し、非晶質半導体膜の表面全体に水溶液を行き渡らせるため、酸素雰囲気中でのUV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、酸化膜を成膜することが望ましい。

【0074】

結晶化を促進する元素を結晶性半導体層から除去、又は軽減するため、結晶性半導体層に接して、不純物元素を含む半導体層を形成し、ゲッタリングシンクとして機能させる。不純物元素としては、n型を付与する不純物元素、p型を付与する不純物元素や希ガス元素などを用いることができ、例えばリン（P）、窒素（N）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、ビスマス（Bi）、ボロン（B）、ヘリウム（He）、ネオン（Ne）、アルゴン（Ar）、Kr（クリプトン）、Xe（キセノン）から選ばれた一種または複数種を用

いることができる。結晶化を促進する元素を含む結晶性半導体層に、希ガス元素を含む半導体層を形成し、熱処理（550 ～ 750 で3分～24時間）を行う。結晶性半導体層中に含まれる結晶化を促進する元素は、希ガス元素を含む半導体層中に移動し、結晶性半導体層中の結晶化を促進する元素は除去、又は軽減される。その後、ゲッタリングシंकとなった希ガス元素を含む半導体層を除去する。

【0075】

レーザと、半導体膜とを相対的に走査することにより、レーザ照射を行うことができる。またレーザ照射において、ビームを精度よく重ね合わせたり、レーザ照射開始位置やレーザ照射終了位置を制御するため、マーカーを形成したりすることもできる。マーカーは非晶質半導体膜と同時に、基板上へ形成すればよい。

10

【0076】

レーザ照射を用いる場合、連続発振型のレーザビーム（CW（CW：continuous-wave）レーザビーム）やパルス発振型のレーザビーム（パルスレーザビーム）を用いることができる。ここで用いることができるレーザビームは、Arレーザ、Krレーザ、エキシマレーザなどの気体レーザ、単結晶のYAG、YVO₄、フォルステライト（Mg₂SiO₄）、YAlO₃、GdVO₄、若しくは多結晶（セラミック）のYAG、Y₂O₃、YVO₄、YAlO₃、GdVO₄に、ドーパントとしてNd、Yb、Cr、Ti、Ho、Er、Tm、Taのうち1種または複数種添加されているものを媒質とするレーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライトレーザ、Ti：サファイアレーザ、銅蒸気レーザまたは金蒸気レーザのうち一種または複数種から発振されるものを用いることができる。このようなレーザビームの基本波、及びこれらの基本波の第2高調波から第4高調波のレーザビームを照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、Nd：YVO₄レーザ（基本波1064nm）の第2高調波（532nm）や第3高調波（355nm）を用いることができる。このレーザは、CWで射出することも、パルス発振で射出することも可能である。CWで射出する場合は、レーザのパワー密度を0.01～100MW/cm²程度（好ましくは0.1～10MW/cm²）が必要である。そして、走査速度を10～2000cm/sec程度として照射する。

20

【0077】

なお、単結晶のYAG、YVO₄、フォルステライト（Mg₂SiO₄）、YAlO₃、GdVO₄、若しくは多結晶（セラミック）のYAG、Y₂O₃、YVO₄、YAlO₃、GdVO₄に、ドーパントとしてNd、Yb、Cr、Ti、Ho、Er、Tm、Taのうち1種または複数種添加されているものを媒質とするレーザ、Arイオンレーザ、またはTi：サファイアレーザは、連続発振をさせることが可能であり、Qスイッチ動作やモード同期などを行うことによって10MHz以上の発振周波数でパルス発振をさせることも可能である。10MHz以上の発振周波数でレーザビームを発振させると、半導体膜がレーザによって熔融してから固化するまでの間に、次のパルスが半導体膜に照射される。従って、発振周波数が低いパルスレーザを用いる場合と異なり、半導体膜中において固液界面を連続的に移動させることができるため、走査方向に向かって連続的に成長した結晶粒を得ることができる。

30

【0078】

媒質としてセラミック（多結晶）を用いると、短時間かつ低コストで自由な形状に媒質を形成することが可能である。単結晶を用いる場合、通常、直径数mm、長さ数十mmの円柱状の媒質が用いられているが、セラミックを用いる場合はさらに大きいものを作ることが可能である。

40

【0079】

発光に直接寄与する媒質中のNd、Ybなどのドーパントの濃度は、単結晶中でも多結晶中でも大きくは変えられないため、濃度を増加させることによるレーザの出力向上にはある程度限界がある。しかしながら、セラミックの場合、単結晶と比較して媒質の大きさを著しく大きくすることができるため大幅な出力向上が期待できる。

【0080】

50

さらに、セラミックの場合では、平行六面体形状や直方体形状の媒質を容易に形成することが可能である。このような形状の媒質を用いて、発振光を媒質の内部でジグザグに進行させると、発振光路を長くとることができる。そのため、増幅が大きくなり、大出力で発振させることが可能になる。また、このような形状の媒質から射出されるレーザービームは射出時の断面形状が四角形状であるため、丸状のビームと比較すると、線状ビームに整形するのに有利である。このように射出されたレーザービームを、光学系を用いて整形することによって、短辺の長さ1 mm以下、長辺の長さ数mm～数mの線状ビームを容易に得ることが可能となる。また、励起光を媒質に均一に照射することにより、線状ビームは長辺方向にエネルギー分布の均一なものとなる。またさらにレーザーは、半導体膜に対して入射角 θ ($0 < \theta < 90$ 度)を持たせて照射させるとよい。レーザーの干渉を防止することができるからである。

10

【0081】

この線状ビームを半導体膜に照射することによって、半導体膜の全面をより均一にアニールすることが可能になる。線状ビームの両端まで均一なアニールが必要な場合は、その両端にスリットを配置し、エネルギーの減衰部を遮光するなどの工夫が必要となる。

【0082】

このようにして得られた強度が均一な線状ビームを用いて半導体膜をアニールし、この半導体膜を用いて表示装置を作製すると、その表示装置の特性は、良好かつ均一である。

【0083】

また、希ガスや窒素などの不活性ガス雰囲気中でレーザー光を照射するようにしても良い。これにより、レーザー光の照射により半導体表面の荒れを抑えることができ、界面準位密度のばらつきによって生じるしきい値のばらつきを抑えることができる。

20

【0084】

非晶質半導体膜の結晶化は、熱処理とレーザー光照射による結晶化を組み合わせてもよく、熱処理やレーザー光照射を単独で、複数回行ってよい。

【0085】

本実施の形態では、下地膜101b上に、非晶質半導体膜を形成し、非晶質半導体膜を結晶化させることによって結晶性半導体膜を形成する。非晶質半導体膜としては、 SiH_4 、 H_2 の反応ガスにより形成する非晶質珪素を用いる。本実施の形態において、下地膜101a、下地膜101b、非晶質半導体膜は、同チャンバー内で真空を破らずに330の同一温度下で、反応ガスを切り変えながら連続的に形成する。

30

【0086】

非晶質半導体膜上に形成された酸化膜を除去した後、酸素雰囲気中でのUV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 nm～5 nm形成する。本実施の形態では、結晶化を助長する元素としてNiを用いる。Ni酢酸塩10 ppmを含有した水溶液をスピンコーティング法により塗布する。

【0087】

本実施の形態では、熱処理をRTA法により750で3分間行った後、半導体膜上に形成される酸化膜を除去し、レーザー光を照射する。非晶質半導体膜は以上の結晶化処理により結晶化し、結晶性半導体膜として形成される。

40

【0088】

金属元素を用いた結晶化を行った場合、金属元素を低減、又は除去するためにゲッタリング工程を施す。本実施の形態では、非晶質半導体膜をゲッタリングシンクとして金属元素を捕獲する。まず、結晶性半導体膜上に酸素雰囲気中でのUV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、酸化膜を形成する。酸化膜は加熱処理によって厚膜化することが望ましい。次いでプラズマCVD法(本実施の形態における条件350 W、35 Pa、成膜ガス SiH_4 (流量5 sccm)、Ar(流量1000 sccm))を用いて、非晶質半導体膜を50 nmの膜厚で形成する。

【0089】

50

その後、RTA法により744で3分間熱処理を行い、金属元素を低減、又は除去する。熱処理は窒素雰囲気下で行ってもよい。そして、ゲッターリングシンクとなっていた非晶質半導体膜、及び非晶質半導体膜上に形成された酸化膜をフッ酸等により除去し、金属元素が低減、又は除去された結晶性半導体膜102を得ることができる(図5(A)参照。)。本実施の形態では、ゲッターリングシンクとなった非晶質半導体膜の除去をTMAH(Tetramethyl ammonium hydroxide)を用いて行う。

【0090】

このようにして得られた半導体膜に対して、薄膜トランジスタのしきい値電圧を制御するために微量な不純物元素(ボロンまたはリン)のドーピングを行ってもよい。この不純物元素のドーピングは、結晶化工程の前の非晶質半導体膜に行ってもよい。非晶質半導体膜の状態では、不純物元素をドーピングすると、その後の結晶化のための加熱処理によって、不純物の活性化も行うことができる。また、ドーピングの際に生じる欠陥等も改善することができる。

【0091】

次に結晶性半導体膜102を所望な形状に加工する。本実施の形態では結晶性半導体膜102上に形成された酸化膜を除去した後、新たに酸化膜を形成する。そして、所望な形状にエッチング加工し、半導体層103、半導体層104、半導体層105、及び半導体層106を形成する。

【0092】

エッチング加工は、プラズマエッチング(ドライエッチング)又はウエットエッチングのどちらを採用しても良いが、大面積基板を処理するにはプラズマエッチングが適している。エッチングガスとしては、 CF_4 、 NF_3 などのフッ素系、又は Cl_2 、 BCl_3 などの塩素系のガスを用い、HeやArなどの不活性ガスを適宜加えても良い。また、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスク層を形成する必要はない。

【0093】

本発明において、配線層若しくは電極層を形成する導電層や、所定のパターンを形成するためのマスク層などを、液滴吐出法のような選択的にパターンを形成できる方法により形成してもよい。液滴吐出(噴出)法(その方式によっては、インクジェット法とも呼ばれる。)は、特定の目的に調合された組成物の液滴を選択的に吐出(噴出)して所定のパターン(導電層や絶縁層など)を形成することができる。この際、被形成領域にぬれ性や密着性を制御する処理を行ってもよい。また、パターンが転写、または描写できる方法、例えば印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)、ディスペンサ法なども用いることができる。

【0094】

本実施の形態において、用いるマスクは、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂等の樹脂材料を用いる。また、ベンゾシクロブテン、パリレン、フッ化アリーレンエーテル、透光性を有するポリイミドなどの有機材料、シロキサン系ポリマー等の重合によってできた化合物材料、水溶性ホモポリマーと水溶性共重合体を含む組成物材料等を用いることもできる。或いは、感光剤を含む市販のレジスト材料を用いてもよく、例えば、代表的なポジ型レジストである、ノボラック樹脂と感光剤であるナフトキノンジアジド化合物、ネガ型レジストであるベース樹脂、ジフェニルシランジオール及び酸発生剤などを用いてもよい。液滴吐出法を用いる場合、いずれの材料を用いるとしても、その表面張力と粘度は、溶媒の濃度を調整したり、界面活性剤等を加えたりして適宜調整する。

【0095】

半導体層上の酸化膜を除去し、半導体層103、半導体層104、半導体層105、及び半導体層106を覆うゲート絶縁層107を形成する。ゲート絶縁層はプラズマCVD法またはスパッタ法などを用い、厚さを10~150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。ゲート絶縁層としては、窒化珪素、酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素に代

10

20

30

40

50

表される珪素の酸化物材料又は窒化物材料等の材料で形成すればよく、積層でも単層でもよい。また、絶縁層は窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化珪素膜の3層の積層、酸化窒化珪素膜の単層、2層からなる積層でも良い。さらに半導体層とゲート絶縁層の間に、膜厚1～100nm、好ましくは1～10nm、さらに好ましくは2～5nmである膜厚の薄い酸化珪素膜を形成してもよい。薄い酸化珪素膜の形成方法としては、GRTA法、LRTA法等を用いて半導体領域表面を酸化し、熱酸化膜を形成することで、膜厚の薄い酸化珪素膜を形成することができる。なお、低い成膜温度でゲートリーク電流が少ない緻密な絶縁膜を形成するには、アルゴンなどの希ガス元素を反応ガスに含ませ、形成される絶縁膜中に混入させると良い。本実施の形態では、ゲート絶縁層107として酸化窒化珪素膜を膜厚110nm形成する。

10

【0096】

また、基板、下地膜としての絶縁層、半導体層、ゲート絶縁層、層間絶縁層などを形成した後、プラズマ処理を用いて酸化または窒化を行うことにより前記基板、下地膜としての絶縁層、半導体層、ゲート絶縁層、層間絶縁層表面を酸化または窒化してもよい。プラズマ処理を用いて半導体層や絶縁層を酸化または窒化すると、当該半導体層や絶縁層の表面が改質され、CVD法やスパッタ法により形成した絶縁膜と比較してより緻密な絶縁膜とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。また上記の様なプラズマ処理は、ゲート電極層、ソース電極層、ドレイン電極層、配線層などにも行うことができ、窒化又は酸化を行うことによって表面を窒化又は酸化することができる。このようなプラズマ処理は実施の形態1と同様に行えばよい。

20

【0097】

次いで、ゲート絶縁層107上にゲート電極層として用いる膜厚20～100nmの第1の導電膜108と、膜厚100～400nmの第2の導電膜109とを積層して形成する(図5(B)参照。)。第1の導電膜108及び第2の導電膜109は、スパッタリング法、蒸着法、CVD法等の種々の手法により形成することができる。第1の導電膜108及び第2の導電膜109はタンタル(Ta)、タングステン(W)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、クロム(Cr)、ネオジウム(Nd)から選ばれた元素、又は前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料で形成すればよい。また、第1の導電膜108及び第2の導電膜109としてリン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコン膜に代表される半導体膜や、AgPdCu合金を用いてもよい。また、2層構造に限定されず、例えば、第1の導電膜として膜厚50nmのタングステン膜、第2の導電膜として膜厚500nmのアルミニウムとシリコンの合金(Al-Si)膜、第3の導電膜として膜厚30nmの窒化チタン膜を順次積層した3層構造としてもよい。また、3層構造とする場合、第1の導電膜のタングステンに代えて窒化タングステンを用いてもよいし、第2の導電膜のアルミニウムとシリコンの合金(Al-Si)膜に代えてアルミニウムとチタンの合金膜(Al-Ti)を用いてもよいし、第3の導電膜の窒化チタン膜に代えてチタン膜を用いてもよい。また、単層構造であってもよい。本実施の形態では、第1の導電膜108として窒化タンタル(TaN)を膜厚30nm形成し、第2の導電膜109としてタングステン(W)を膜厚370nm形成する。

30

40

【0098】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク110a、マスク110b、マスク110c、マスク110d、及びマスク110fを形成し、第1の導電膜108及び第2の導電膜109を所望の形状に加工し、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層122、第1のゲート電極層124、第1のゲート電極層125、及び第1のゲート電極層126、並びに導電層111、導電層112、導電層114、導電層115、及び導電層116を形成する(図2(C)参照。)。ICP(Inductively Coupled Plasma:誘導結合型プラズマ)エッチング法を用い、エッチング条件(コイル型の電極層に印加される電力量、基板側の電極層に印加される電力量、

50

基板側の電極温度等)を適宜調節することにより、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層122、第1のゲート電極層124、第1のゲート電極層125、及び第1のゲート電極層126、並びに導電層111、導電層112、導電層114、導電層115、及び導電層116を所望のテーパ形状を有するようにエッチングすることができる。また、テーパ形状は、マスク110a、マスク110b、マスク110d、及びマスク110fの形状によっても角度等を制御することができる。なお、エッチング用ガスとしては、 Cl_2 、 BCl_3 、 $SiCl_4$ もしくは CCl_4 などを代表とする塩素系ガス、 CF_4 、 CF_5 、 SF_6 もしくは NF_3 などを代表とするフッ素系ガス又は O_2 を適宜用いることができる。本実施の形態では、 CF_5 、 Cl_2 、 O_2 からなるエッチング用ガスを用いて第2の導電膜109のエッチングを行い、連続して CF_5 、 Cl_2 からなるエッチング用ガスを用いて第1の導電膜108をエッチングする。

10

【0099】

次に、マスク110a、マスク110b、マスク110d、及びマスク110fを用いて、導電層111、導電層112、導電層114、導電層115、及び導電層116を所望の形状に加工する。このとき、導電層を形成する第2の導電膜109と、第1のゲート電極層を形成する第1の導電膜108との選択比の高いエッチング条件で、導電層をエッチングする。このエッチングによって、導電層111、導電層112、導電層114、導電層115、及び導電層116をエッチングし、第2のゲート電極層131、第2のゲート電極層132、第2のゲート電極層134、第2のゲート電極層135、及び第2のゲート電極層136を形成する。本実施の形態では、第3導電層もテーパ形状を有しているが、そのテーパ角度は、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層122、第1のゲート電極層124、第1のゲート電極層125、及び第1のゲート電極層126の有するテーパ角度より大きい。なおテーパ角度とは第1のゲート電極層、第2のゲート電極層、導電層表面に対する側面の角度である。よって、テーパ角度を大きくし、90度の場合は導電層は垂直な側面を有するようになる。本実施の形態では、第2のゲート電極層を形成するためのエッチング用ガスとして Cl_2 、 SF_6 、 O_2 を用いる。

20

【0100】

本実施の形態では第1のゲート電極層、導電層、及び第2のゲート電極層をテーパ形状を有する様に形成するため、2層のゲート電極層両方がテーパ形状を有している。しかし、本発明はそれに限定されず、ゲート電極層の一層のみがテーパ形状を有し、他方は異方性エッチングによって垂直な側面を有していてもよい。本実施の形態のように、テーパ角度も積層するゲート電極層間で異なっても良いし、同一でもよい。テーパ形状を有することによって、その上に積層する膜の被覆性が向上し、欠陥が軽減されるので信頼性が向上する。

30

【0101】

以上の工程によって、周辺駆動回路領域204に第1のゲート電極層121及び第2のゲート電極層131からなるゲート電極層117、第1のゲート電極層122及び第2のゲート電極層132からなるゲート電極層118、画素領域206に第1のゲート電極層124及び第2のゲート電極層134からなるゲート電極層127、第1のゲート電極層125及び第2のゲート電極層135からなるゲート電極層128、第1のゲート電極層126及び第2のゲート電極層136からなるゲート電極層129を形成することができる(図2(D)参照。)。本実施の形態では、ゲート電極層の形成をドライエッチングで行うがウェットエッチングでもよい。

40

【0102】

ゲート電極層を形成する際のエッチング工程によって、ゲート絶縁層107は多少エッチングされ、膜厚が減る(いわゆる膜減り)ことがある。

【0103】

ゲート電極層を形成する際、ゲート電極層の幅を細くすることによって、高速動作が可能な薄膜トランジスタを形成することができる。ゲート電極層をチャネル方向の幅を細く形成する2つの方法を以下に示す。

50

【0104】

第1の方法はゲート電極層のマスクを形成した後、マスクを幅方向にエッチング、アッシング等によりさらに幅の細いマスクを形成する。あらかじめ幅細い形状に形成されたマスクを用いることによって、ゲート電極層も幅細い形状に形成することができる。

【0105】

次に、第2の方法は通常マスクを形成し、そのマスクを用いてゲート電極層を形成する。次に得られたゲート電極層を幅方向にさらにサイドエッチングして細らせる。よって最終的に幅の細いゲート電極層を形成することができる。以上の工程を経ることによって、後にチャンネル長の短い薄膜トランジスタを形成することが可能であり、高速度動作が可能な薄膜トランジスタを作製することが可能である。

10

【0106】

ゲート電極層を形成する際のエッチング工程によって、ゲート絶縁層107は多少エッチングされ、膜厚が減る（いわゆる膜減り）ことがある。本実施の形態では、プラズマ処理301により窒化、または酸化を行い、ゲート絶縁層107表面を緻密化する（図3（A）参照。）。プラズマ処理は実施の形態1と同様に行えばよい。

【0107】

第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層122、第1のゲート電極層124、第1のゲート電極層125、及び第1のゲート電極層126、並びに第2のゲート電極層131、第2のゲート電極層132、第2のゲート電極層134、第2のゲート電極層135、第2のゲート電極層136をマスクとして、n型を付与する不純物元素151を添加し、第1のn型不純物領域140a、第1のn型不純物領域140b、第1のn型不純物領域141a、第1のn型不純物領域141b、第1のn型不純物領域142a、第1のn型不純物領域142b、第1のn型不純物領域142c、第1のn型不純物領域143a、第1のn型不純物領域143bを形成する（図3（B）参照。）。本実施の形態では、不純物元素を含むドーピングガスとしてホスフィン（ PH_3 ）（ドーピングガスは PH_3 を水素（ H_2 ）で希釈しており、Pの組成比率は5%）を用い、ガス流量80 sccm、ビーム電流54 $\mu\text{A}/\text{cm}$ 、加速電圧50 kV、添加するドーズ量7.0 $\times 10^{13}$ ions/cm²でドーピングを行う。本実施の形態では、n型を付与する不純物元素としてリン（P）を用いる。

20

【0108】

本実施の形態では、不純物領域がゲート絶縁層を介してゲート電極層と重なる領域をLoV領域と示し、不純物領域がゲート絶縁層を介してゲート電極層と重ならない領域をLoF領域と示す。図3では、不純物領域においてハッチングと白地で示されているが、これは、白地部分に不純物元素が添加されていないということを示すのではなく、この領域の不純物元素の濃度分布がマスクやドーピング条件を反映していることを直感的に理解できるようにしたためである。なお、このことは本明細書の他の図面においても同様である。

30

【0109】

次に半導体層103、半導体層105の一部、半導体層106を覆うマスク153a、マスク153b、マスク153c、及びマスク153dを形成する。マスク153a、マスク153b、マスク153c、マスク153d、第2のゲート電極層132をマスクとしてn型を付与する不純物元素152を添加し、第2のn型不純物領域144a、第2のn型不純物領域144b、第3のn型不純物領域145a、第3のn型不純物領域145b、第2のn型不純物領域147a、第2のn型不純物領域147b、第2のn型不純物領域147c、第3のn型不純物領域148a、第3のn型不純物領域148b、第3のn型不純物領域148c、第3のn型不純物領域148dが形成される。本実施の形態では、不純物元素を含むドーピングガスとして PH_3 （ドーピングガスは PH_3 を水素（ H_2 ）で希釈しており、Pの組成比率は5%）を用い、ガス流量80 sccm、ビーム電流540 $\mu\text{A}/\text{cm}$ 、加速電圧70 kV、添加するドーズ量5.0 $\times 10^{15}$ ions/cm²でドーピングを行う。

40

50

【0110】

第3のn型不純物領域145a、第3のn型不純物領域145bは、第3のn型不純物領域148a、第3のn型不純物領域148b、第3のn型不純物領域148c、第3のn型不純物領域148dに、n型を付与する不純物元素が $1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} / \text{cm}^3$ 程度の濃度で含まれる。第2のn型不純物領域144a、第2のn型不純物領域144b、第2のn型不純物領域147a、第2のn型不純物領域147b、第2のn型不純物領域147cにn型を付与する不純物元素が $5 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 程度の濃度で含まれる。第3のn型不純物領域145a、第3のn型不純物領域145bは、第3のn型不純物領域148a、第3のn型不純物領域148b、第3のn型不純物領域148c、第3のn型不純物領域148dと同程度、もしくは少し高めの濃度でn型を付与する不純物元素を含むように形成される。また、半導体層104にチャネル形成領域146、半導体層105にチャネル形成領域149a及びチャネル形成領域149bが形成される(図3(C)参照。)

10

【0111】

n型を付与する不純物元素の添加は、一回で行ってもよいし、複数回の添加工程により、それぞれの不純物領域の形成を行ってもよい。不純物元素を添加する際のドーピング条件を制御することによって、一度の添加工程で、前記濃度の異なる不純物領域を形成するか、複数回行うことで前記不純物領域を形成するかを選択することができる。

【0112】

第2のn型不純物領域144a、第2のn型不純物領域144b、第2のn型不純物領域147a、第2のn型不純物領域147b、第2のn型不純物領域147cは高濃度n型不純物領域であり、ソース領域、ドレイン領域として機能する。一方、第3のn型不純物領域145a、第3のn型不純物領域145b、第3のn型不純物領域148a、第3のn型不純物領域148b、第3のn型不純物領域148c、第3のn型不純物領域148dは低濃度不純物領域であり、LDD(Lightly Doped Drain)領域となる。n型不純物領域145a、n型不純物領域145bは、ゲート絶縁層107を介して、第1のゲート電極層122に覆われているのでLoV領域であり、ドレイン近傍の電界を緩和し、ホットキャリアによるオン電流の劣化を抑制することが可能である。この結果、高速動作が可能な薄膜トランジスタを形成することができる。一方、第3のn型不純物領域148a、第3のn型不純物領域148b、第3のn型不純物領域148c、第3のn型不純物領域148dはゲート電極層127、ゲート電極層128に覆われていないLoFF領域に形成されるため、ドレイン近傍の電界を緩和してホットキャリア注入による劣化を防ぐとともに、オフ電流を低減する効果がある。この結果、信頼性の高く、低消費電力の表示装置を作製することが可能である。

20

30

【0113】

次に、マスク153a、マスク153b、マスク153c及びマスク153dを除去し、半導体層103、半導体層105を覆うマスク155a、マスク155bを形成する。一導電型を付与する不純物元素として、p型を付与する不純物元素(本実施の形態ではボロン(B)を用いる)を半導体層103及び半導体層106に添加し、不純物領域を形成する。本実施の形態では、第1のゲート電極層121と第2のゲート電極層131とが設けられた半導体層103、及び第1のゲート電極層126と第2のゲート電極層136とが設けられた半導体層106にp型を付与する不純物元素154を添加し、第1のp型不純物領域161a、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164b、第2のp型不純物領域160a、第2のp型不純物領域160b、第2のp型不純物領域163a、及び第2のp型不純物領域163bを形成する(図4(A)参照。)。また、不純物元素154が添加されない半導体層103又は半導体層106の領域は、チャネル形成領域162又はチャネル形成領域165となる。なお、マスク155a又はマスク155bによって半導体層104及び半導体層105は不純物元素154よりマスクされている。

40

【0114】

50

p型を付与する不純物元素154を、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層126、第2のゲート電極層131、第2のゲート電極層136に覆われていない半導体層103及び半導体層106の領域に添加して形成した第2のp型不純物領域160a、第2のp型不純物領域160b、第2のp型不純物領域163a、及び第2のp型不純物領域163bは、高濃度p型不純物領域となる。一方、p型を付与する不純物元素154を、第2のゲート電極層131、第2のゲート電極層136に覆われていない第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層126の領域を通過させて半導体層103及び半導体層106に添加して形成した第1のp型不純物領域161a、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164bは、低濃度p型不純物領域となる。

10

【0115】

半導体層103及び半導体層106へのp型を付与する不純物元素154の添加は、複数回行ってもよいし、一回の添加工程により、それぞれの不純物領域の形成を行ってもよい。本実施の形態では、第1のp型不純物領域161a、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164bの方が、第2のp型不純物領域160a、第2のp型不純物領域160b、第2のp型不純物領域163a、及び第2のp型不純物領域163bよりもp型を付与する不純物元素の濃度が低い場合を示したが、不純物の添加条件によっては、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層126の下の不純物領域の方が、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層126に覆われていない不純物領域よりも不純物濃度が高い場合もある。よって、第1のp型不純物領域161a、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164bの方が、第2のp型不純物領域160a、第2のp型不純物領域160b、第2のp型不純物領域163a、及び第2のp型不純物領域163bよりもp型を付与する不純物元素の濃度が高い、もしくは同程度となる場合もある。

20

【0116】

本実施の形態では、不純物元素としてボロン(B)を用いるため、不純物元素を含むドーピングガスとしてジボラン(B_2H_6) (ドーピングガスは B_2H_6 を水素(H_2)で希釈しており、ガス中の B_2H_6 の比率は15%)を用い、ガス流量70sccm、ビーム電流180 $\mu A/cm$ 、加速電圧80kV、添加するドーズ量 $2.0 \times 10^{15} ions/cm^2$ でドーピングを行う。ここでは、第2のp型不純物領域160a、第2のp型不純物領域160b、第2のp型不純物領域163a、第2のp型不純物領域163bにp型を付与する不純物元素が $1 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{21}/cm^3$ 程度の濃度で含まれるように添加する。また、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164bにp型を付与する不純物元素が $5 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19}/cm^3$ 程度の濃度で含まれるように添加する。本実施の形態では、第1のp型不純物領域161a、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164bは、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層126、第2のゲート電極層131、及び第2のゲート電極層136の形状を反映し、自己整合的に第2のp型不純物領域160a、第2のp型不純物領域160b、第2のp型不純物領域163a、第2のp型不純物領域163bより低濃度となるように形成する。

30

40

【0117】

第2のp型不純物領域160a、第2のp型不純物領域160b、第2のp型不純物領域163a、第2のp型不純物領域163bは高濃度p型不純物領域であり、ソース、ドレインとして機能する。一方、第1のp型不純物領域161a、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164bは低濃度p型不純物領域であり、LDD領域となる。第1のp型不純物領域161a、第1のp型不純物領域161b、第1のp型不純物領域164a、第1のp型不純物領域164bは、ゲート絶縁層107を介して、第1のゲート電極層121、第1のゲート電極層126に覆われているのでLoV領域であり、ドレイン近傍の電界を緩和することが可能である。

【0118】

50

マスク 155a、マスク 155b を O_2 アッシングやレジスト剥離液により除去する。

【0119】

不純物元素を活性化するために加熱処理、強光の照射、又はレーザ光の照射を行ってもよい。活性化と同時にゲート絶縁層へのプラズマダメージやゲート絶縁層と半導体層との界面へのプラズマダメージを回復することができる。

【0120】

次いで、ゲート電極層、ゲート絶縁層を覆う第1の層間絶縁層を形成する。本実施の形態では、絶縁膜 167 と絶縁膜 168 との積層構造とする（図 4（B）参照。）。絶縁膜 167 として窒化酸化珪素膜を膜厚 200 nm 形成し、絶縁膜 168 として酸化窒化珪素膜を膜厚 800 nm 形成し、積層構造とする。また、ゲート電極層、ゲート絶縁層を覆って、酸化窒化珪素膜を膜厚 50 nm 形成し、窒化酸化珪素膜を膜厚 140 nm 形成し、酸化窒化珪素膜を膜厚 800 nm 形成する、3 層の積層構造としてもよい。本実施の形態では、絶縁膜 167 及び絶縁膜 168 を下地膜と同様にプラズマ CVD 法を用いて連続的に形成する。絶縁膜 167 及び絶縁膜 168 は、スパッタ法、またはプラズマ CVD を用いた窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、酸化窒化珪素膜、酸化珪素膜などを用いることができ、他の珪素を含む絶縁膜を単層または 3 層以上の積層構造として用いても良い。

【0121】

絶縁膜 167、絶縁膜 168 にもゲート絶縁層と同様に、プラズマ処理を行い、表面を窒化、または酸化（もしくは窒化酸化両方）してもよい。プラズマ処理によって絶縁膜 167 及び絶縁膜 168 表面を緻密化することができる。プラズマ処理は実施の形態 1 と同様に行えばよい。

【0122】

さらに、窒素雰囲気中で、300～550 で 1～12 時間の熱処理を行い、半導体層を水素化する工程を行う。好ましくは、400～500 で行う。この工程は層間絶縁層である絶縁膜 167 に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。本実施の形態では、410 度（ ）で加熱処理を行う。

【0123】

絶縁膜 167、絶縁膜 168 としては他に窒化アルミニウム（AlN）、酸化窒化アルミニウム（AlON）、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウム（AlNO）または酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）、窒素含有炭素（CN）、ポリシラザン、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。また、シロキサンを含む材料を用いてもよい。また、有機絶縁性材料を用いてもよく、有機材料としては、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を用いることができる。また、オキサゾール樹脂を用いることもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。光硬化型ポリベンゾオキサゾールは、誘電率が低く（常温 1 MHz で誘電率 2.9）、耐熱性が高く（示差熱天秤（TGA）昇温 5 /min で熱分解温度 550 ）、吸水率が低い（常温 24 時間で 0.3%）材料である。平坦性のよい塗布法によってされる塗布膜を用いてもよい。

【0124】

次いで、レジストからなるマスクを用いて絶縁膜 167、絶縁膜 168、ゲート絶縁層 107 に半導体層に達するコンタクトホール（開口）を形成する。エッチングは、用いる材料の選択比によって、一回で行っても複数回行っても良い。絶縁膜 168、絶縁膜 167 及びゲート絶縁層 107 を除去し、ソース領域又はドレイン領域である第 2 の p 型不純物領域 160a、第 2 の p 型不純物領域 160b、第 2 の p 型不純物領域 163a、第 2 の p 型不純物領域 163b、第 2 の n 型不純物領域 144a、第 2 の n 型不純物領域 144b、第 2 の n 型不純物領域 147a、第 2 の n 型不純物領域 147b に達する開口を形成する。エッチングはウェットエッチングでもドライエッチングでもよく、両方を組み合わせて行ってもよい。エッチング用ガスとしては、 Cl_2 、 BCl_3 、 $SiCl_4$ もし

10

20

30

40

50

くは CCl_4 などを代表とする塩素系ガス、 CF_4 、 SF_6 もしくは NF_3 などを代表とするフッ素系ガス又は O_2 を適宜用いることができる。また用いるエッチング用ガスに不活性気体を添加してもよい。添加する不活性元素としては、 He 、 Ne 、 Ar 、 Kr 、 Xe から選ばれた一種または複数種の元素を用いることができる。

【0125】

開口を覆うように導電膜を形成し、導電膜をエッチングして各ソース領域又はドレイン領域の一部とそれぞれ電氣的に接続するソース電極層又はドレイン電極層169a、ソース電極層又はドレイン電極層169b、ソース電極層又はドレイン電極層170a、ソース電極層又はドレイン電極層170b、ソース電極層又はドレイン電極層171a、ソース電極層又はドレイン電極層171b、ソース電極層又はドレイン電極層172a、ソース電極層又はドレイン電極層172bを形成する。ソース電極層又はドレイン電極層は、PVD法、CVD法、蒸着法等により導電膜を成膜した後、所望の形状にエッチングして形成することができる。また、液滴吐出法、印刷法、ディスペンサ法、電界メッキ法等により、所定の場所を選択的に導電層を形成することができる。更にはリフロー法、ダマシン法を用いても良い。ソース電極層又はドレイン電極層の材料は、 Ag 、 Au 、 Cu 、 Ni 、 Pt 、 Pd 、 Ir 、 Rh 、 W 、 Al 、 Ta 、 Mo 、 Cd 、 Zn 、 Fe 、 Ti 、 Si 、 Ge 、 Zr 、 Ba 等の元素又はその合金、若しくはその窒化物を用いて形成する。また、これらの積層構造としても良い。本実施の形態では、チタン(Ti)を膜厚100nm形成し、アルミニウムとシリコンの合金(Al-Si)を膜厚700nm形成し、チタン(Ti)を膜厚200nm形成し、所望な形状に加工する。

【0126】

以上の工程で周辺駆動回路領域204にLov領域にp型不純物領域を有するpチャネル型薄膜トランジスタである薄膜トランジスタ173、Lov領域にnチャネル型不純物領域を有するnチャネル型薄膜トランジスタである薄膜トランジスタ174を、画素領域206にLoFF領域にn型不純物領域を有するマルチチャネル型のnチャネル型薄膜トランジスタである薄膜トランジスタ175、Lov領域にp型不純物領域を有するpチャネル型薄膜トランジスタである薄膜トランジスタ176を有するアクティブマトリクス基板を作製することができる(図4(C)参照。)

【0127】

そして、アクティブマトリクス基板は、自発光素子を有する発光装置、液晶素子を有する液晶表示装置、その他の表示装置に用いることができる。またCPU(中央演算処理装置)に代表される各種プロセッサやIDチップを搭載したカード等の半導体装置に用いることができる。

【0128】

本実施の形態に限定されず、薄膜トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造でも、二つ形成されるダブルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。また、周辺駆動回路領域の薄膜トランジスタも、シングルゲート構造、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

【0129】

次に第2の層間絶縁層として絶縁膜181及び絶縁膜182を形成する(図5(A)参照。)。図8は、表示装置の作製工程を示しており、スクライブによる切り離しのための切り離し領域201、FPCの貼り付け部である外部端子接続領域202、周辺部の引き回し配線領域である配線領域203、周辺駆動回路領域204、画素領域206である。配線領域203には配線179a、配線179bが設けられ、外部端子接続領域202には、外部端子と接続する端子電極層178が設けられている。

【0130】

絶縁膜181及び絶縁膜182としては酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素、窒化アルミニウム(AlN)、窒素を含む酸化アルミニウム(酸化窒化アルミニウムともいう)(AlON)、酸素を含む窒化酸化アルミニウム(窒化酸化アルミニウムともいう)(AlNO)、酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、

窒素含有炭素膜（CN）、PSG（リンガラス）、BPSG（リンボロンガラス）、アルミナ膜、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。また、シロキサン樹脂を用いてもよい。また、有機絶縁性材料を用いてもよく、有機材料としては、感光性、非感光性どちらでも良く、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、ポリシラザン、低誘電率（Low-k）材料を用いることができる。また、オキサゾール樹脂を用いることもでき、例えば光硬化型ポリベンゾオキサゾールなどを用いることができる。光硬化型ポリベンゾオキサゾールは、誘電率が低く（常温1MHzで誘電率2.9）、耐熱性が高く（示差熱天秤（TGA）昇温5/minで熱分解温度550）、吸水率が低い（常温24時間で0.3%）材料である。

10

【0131】

平坦化のために設ける層間絶縁層としては、耐熱性および絶縁性が高く、且つ、平坦化率の高いものが要求されるので、絶縁膜181の形成方法としては、スピンコート法で代表される塗布法を用いると好ましい。本実施の形態では、絶縁膜181として、シロキサン樹脂材料を用いた塗布膜を形成し、絶縁膜182としてCVD法を用いて窒化酸化珪素膜を形成する。

【0132】

絶縁膜181、絶縁膜182は、その他ディップ法、スプレー塗布、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコーター、CVD法、蒸着法等を採用することができる。液滴吐出法により絶縁膜181、絶縁膜182を形成してもよい。液滴吐出法を用いた場合には材料液を節約することができる。また、液滴吐出法のようにパターンが転写、または描写できる方法、例えば印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法）、ディスペンサ法なども用いることができる。

20

【0133】

本実施の形態では、プラズマ処理317により窒化、または酸化を行い、ゲート絶縁層107表面を緻密化し、絶縁膜316を形成する（図5（B）参照。）。プラズマ処理は実施の形態1と同様に行えばよい。

【0134】

次に、図5（C）に示すように、層間絶縁層である絶縁膜181及び絶縁膜316に開口を形成する。絶縁膜181及び絶縁膜316は、接続領域205（図7（A）参照）、周辺駆動回路領域204、配線領域203、外部端子接続領域202、切り離し領域201等では広面積にエッチングする必要がある。なお、接続領域205とは図7（A）の上面図で示してある領域であり、ソース電極層又はドレイン電極層と同工程で作製される配線層と、後に発光素子の上部電極層となる第2の電極層とが電氣的に接続する領域である。接続領域205は図5においては省略し図示していない。よって、接続領域205においても、絶縁膜181及び絶縁膜316に開口を設ける必要がある。しかし、画素領域206においては開口面積が、周辺駆動回路領域204等の開口面積と比較して非常に小さく、微細なものとなる。従って、画素領域の開口形成用のフォトリソグラフィ工程と、接続領域の開口形成用のフォトリソグラフィ工程とを設けると、エッチング条件のマージンをより広げることができる。その結果、歩留まりを向上させることができる。またエッチング条件のマージンが広がることにより、画素領域に形成されるコンタクトホールを高精度に形成することができる。

30

40

【0135】

具体的には、接続領域205、周辺駆動回路領域204、配線領域203、外部端子接続領域202、切り離し領域201に設けられた絶縁膜181及び絶縁膜316に広面積な開口を形成する。そのため、画素領域206と、接続領域205、周辺駆動回路領域204、配線領域203、及び外部端子接続領域202における非開口領域の絶縁膜181及び絶縁膜316を覆うようにマスクを形成する。エッチングは平行平板RIE装置やICPEエッチング装置を用いることができる。なおエッチング時間は、配線層や絶縁膜168がオーバーエッチングされる程度とするとよい。このようにオーバーエッチングさ

50

れる程度とすると、基板内の膜厚バラツキと、エッチングレートのバラツキを低減することができる。このようにして接続領域 205、周辺駆動回路領域 204、配線領域 203、外部端子接続領域 202、切り離し領域 201 にそれぞれ開口が形成される。外部端子接続領域 202 には開口 183 が形成され、端子電極層 178 が露出する。

【0136】

その後、画素領域 206 の絶縁膜 181 及び絶縁膜 316 に微細な開口、つまりコンタクトホールを形成する。このとき、画素領域 206 の非開口領域と、接続領域 205、周辺駆動回路領域 204、配線領域 203、及び外部端子接続領域 202 とにおける絶縁膜 181 及び絶縁膜 316 を覆うようにマスクを形成する。マスクは、画素領域 206 の開口形成用のマスクであり、所定な箇所に微細な開口が設けられている。このようなマスクとしては、例えばレジストマスクを用いることができる。

10

【0137】

そして、平行平板 RIE 装置を用いて、絶縁膜 181 及び絶縁膜 316 をエッチングする。なおエッチング時間は、配線層や絶縁膜 168 がオーバーエッチングされる程度とするとよい。このようにオーバーエッチングされる程度とすると、基板内の膜厚バラツキと、エッチングレートのバラツキを低減することができる。

【0138】

またエッチング装置に ICP 装置を用いてもよい。以上の工程で、画素領域 206 にソース電極層又はドレイン電極層 172b に達する開口 184 を形成する（図 5（C）参照。）。

20

【0139】

開口を形成するためのエッチングは、同個所において複数回行ってもよい。例えば、接続領域 205 の開口は広面積であるため、エッチングする量が多い。このような広面積な開口は、複数回エッチングしてもよい。また、その他の開口と比較して、深い開口を形成する場合、同様に複数回エッチングしてもよい。

【0140】

また、本実施の形態では、絶縁膜 181 及び絶縁膜 316 への開口の形成を複数回に分けて行う例をしめしたが、一回のエッチング工程によって形成しても良い。この場合、ICP 装置を用いて、ICP パワー 7000W、バイアスパワー 1000W、圧力 0.8 パスカル（Pa）、エッチングガスとして CF_4 を 240 sccm、 O_2 を 160 sccm としてエッチングする。バイアスパワーは 1000 ~ 4000W が好ましい。一回のエッチング工程で開口が形成できるので工程が簡略化する利点がある。

30

【0141】

次に、ソース電極層又はドレイン電極層 172b と接するように、第 1 の電極層 396（画素電極層ともいう。）を形成する。第 1 の電極層 396 は陽極、または陰極として機能し、Ti、Ni、W、Cr、Pt、Zn、Sn、In、または Mo から選ばれた元素、または TiN 、 $TiSi_xN_y$ 、 WSi_x 、 WN_x 、 WSi_xN_y 、 NbN などの前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料を主成分とする膜またはそれらの積層膜を総膜厚 100nm ~ 800nm の範囲で用いればよい。

【0142】

本実施の形態では、表示素子として発光素子を用い、発光素子からの光を第 1 の電極層 396 側から取り出す構造のため、第 1 の電極層 396 が透光性を有する。第 1 の電極層 396 として、透明導電膜を形成し、所望の形状にエッチングすることで第 1 の電極層 396 を形成する（図 6（A）参照。）。本実施の形態では絶縁膜 316 は、第 1 の電極層 396 をエッチングにより形成する際に、エッチングストッパーとしても機能する。

40

【0143】

本発明においては、透光性電極層である第 1 の電極層 396 に、具体的には透光性を有する導電性材料からなる透明導電膜を用いればよく、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物などを用いることができる。勿論、インジ

50

ウム錫酸化物 (ITO)、インジウム亜鉛酸化物 (IZO)、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物 (ITSO) なども用いることができる。

【0144】

各透光性を有する導電性材料の、組成比の一例を述べる。酸化タングステンを含むインジウム酸化物の組成比は、酸化タングステン 1.0 wt%、インジウム酸化物 99.0 wt% とすればよい。酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物の組成比は、酸化タングステン 1.0 wt%、酸化亜鉛 0.5 wt%、インジウム酸化物 98.5 wt% とすればよい。酸化チタンを含むインジウム酸化物は、酸化チタン 1.0 wt% ~ 5.0 wt%、インジウム酸化物 99.0 wt% ~ 95.0 wt% とすればよい。インジウム錫酸化物 (ITO) の組成比は、酸化錫 10.0 wt%、インジウム酸化物 90.0 wt% とすればよい。インジウム亜鉛酸化物 (IZO) の組成比は、酸化亜鉛 10.7 wt%、インジウム酸化物 89.3 wt% とすればよい。酸化チタンを含むインジウム錫酸化物の組成比は、酸化チタン 5.0 wt%、酸化錫 10.0 wt%、インジウム酸化物 85.0 wt% とすればよい。上記組成比は例であり、適宜その組成比の割合は設定すればよい。

10

【0145】

また、透光性を有さない金属膜のような材料であっても膜厚を薄く (好ましくは、5 nm ~ 30 nm 程度の厚さ) して光を透過可能な状態としておくことで、第 1 の電極層 396 から光を放射することが可能となる。また、第 1 の電極層 396 に用いることのできる金属薄膜としては、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いることができる。

20

【0146】

第 1 の電極層 396 は、蒸着法、スパッタ法、CVD 法、印刷法、ディスペンサ法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。本実施の形態では、第 1 の電極層 396 として、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物を用いてスパッタリング法によって作製する。第 1 の電極層 396 は、好ましくは総膜厚 100 nm ~ 800 nm の範囲で用いられ、本実施の形態では膜厚 125 nm とする。

【0147】

第 1 の電極層 396 は、その表面が平坦化されるように、CMP 法、ポリビニルアルコール系の多孔質体で拭拭し、研磨しても良い。また CMP 法を用いた研磨後に、第 1 の電極層 396 の表面に紫外線照射、酸素プラズマ処理などを行ってもよい。

30

【0148】

第 1 の電極層 396 を形成後、加熱処理を行ってもよい。この加熱処理により、第 1 の電極層 396 中に含まれる水分は放出される。よって、第 1 の電極層 396 は脱ガスなどを生じないため、第 1 の電極層上に水分によって劣化しやすい発光材料を形成しても、発光材料は劣化せず、信頼性の高い表示装置を作製することができる。

【0149】

次に、第 1 の電極層 396 の端部、ソース電極層又はドレイン電極層を覆う絶縁層 186 (隔壁、障壁などとも呼ばれる) を形成する (図 6 (B) 参照。)。また同工程で外部端子接続領域 202 に絶縁層 187a、絶縁層 187b を形成する。

40

【0150】

第 1 の電極層 396 と絶縁層 186 との材料の選択比が高ければ、第 1 の電極層 396 の一部を覆う隔壁として機能する絶縁層 186 を形成するために所望な形状にエッチングを行う際、第 1 の電極層 396 はエッチングストッパーとして機能する。

【0151】

本実施の形態では、発光素子に接して設けられる絶縁層 186 に無機絶縁材料を用いる。無機絶縁材料は、緻密な膜を成膜できるので、水分などの汚染物質を透過させない。よって、表示装置外部より進入する汚染物質による発光素子の劣化を防止することができる。

【0152】

50

絶縁層 186 としては酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素などを用いることができ、単層でも 2 層、3 層といった積層構造でもよい。また、絶縁層 186 の他の材料として、窒化アルミニウム、酸素含有量が窒素含有量よりも多い酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン (DLC)、窒素含有炭素、ポリシラザン、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。シロキサンを含む材料を用いてもよい。

【0153】

絶縁層 186 は、スパッタリング法、PVD 法 (Physical Vapor Deposition)、減圧 CVD 法 (LPCVD 法)、またはプラズマ CVD 法等の CVD 法 (Chemical Vapor Deposition)、また、選択的にパターンを形成できる液滴吐出法や、パターンが転写または描写できる印刷法 (スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)、ディスペンサ法、その他スピンコート法などの塗布法、ディッピング法などを用いることもできる。

【0154】

所望の形状に加工するエッチング加工は、プラズマエッチング (ドライエッチング) 又はウェットエッチングのどちらを採用しても良い。大面積基板を処理するにはプラズマエッチングが適している。エッチングガスとしては、 CF_4 、 NF_3 などのフッ素系のガス、又は Cl_2 、 BCl_3 などの塩素系のガスを用い、He や Ar などの不活性ガスを適宜加えても良い。また、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスク層を形成する必要はない。

【0155】

絶縁層 186 は第 1 の電極層 396 の端部を覆っており、その側端部はテーパ形状を有している。絶縁層 186 の側端部におけるテーパ角度は、30 度より大きい (より好ましくは 40 度以上) 方が好ましく、70 度以下 (より好ましくは 60 度以下) が好ましい。また、絶縁層 186 は無機絶縁材料であるため、CVD 法やスパッタ法を用いて形成すると、被形成面の凹凸形状を反映して成膜される。この場合、膜厚が平坦化されないため、均等な膜厚で被形成面を被覆することができ、膜厚を比較的薄くすることができる。本実施の形態においては、絶縁層 186 の膜厚は $1\mu m$ 以下、好ましくは $500nm$ 以下とするとよい。本実施の形態では $300nm$ とする。

【0156】

本発明においては、隔壁となる絶縁層及び第 1 の電極層にプラズマ処理を行う。プラズマ処理を窒素雰囲気下、又は酸素雰囲気下で行うことにより、絶縁層及び第 1 の電極層表面を窒化、又は酸化する。プラズマ処理を用いて絶縁層及び第 1 の電極層を酸化又は窒化 (もしくは酸化及び窒化両方行ってもよい) すると、絶縁層及び第 1 の電極層の表面が改質され、より緻密な絶縁層及び第 1 の電極層とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。

【0157】

プラズマ処理は実施の形態 1 と同様に行えばよい。ただし、本発明においてプラズマ処理を行う際、被処理物の隔壁となる絶縁層及び第 1 の電極層下に形成されている薄膜トランジスタの電気特性に悪影響を与えない程度の条件で行う。

【0158】

本実施の形態では、絶縁層 186 及び第 1 の電極層 396 にプラズマ処理 305 を行い、表面を改質処理された絶縁層 307 及び第 1 の電極層 306 を形成する (図 6 (C) 参照)。なお、同プラズマ処理工程により、絶縁層 187a 及び絶縁層 187b も表面を改質され、絶縁層 308a 及び絶縁層 308b となる。本実施の形態では、絶縁層 307 として酸化窒化珪素膜を、第 1 の電極層 306 として ITO を用い、窒素雰囲気下でプラズマ処理を行う。この改質処理により絶縁層 186 及び第 1 の電極層 396 表面は窒化されより緻密化される。図 6 (C) においては、絶縁層 307 及び第 1 の電極層 306 において改質処理の行われた個所に斜線のハッチングを施し処理されたことが明確になる

ように示している。しかし改質処理領域は、ハッチング領域に限定されず、プラズマ処理の条件や、絶縁層 186 及び第 1 の電極層 396 の材料や膜厚によって変化し、条件を選択することで適宜制御することができる。

【0159】

図 7 (A) に示す接続領域 205 において、第 2 の電極層と同工程、同材料で形成される配線層はゲート電極層と同工程、同材料で形成される配線層と電氣的に接続する。この接続のため、ゲート電極層と同工程、同材料で形成される配線層を露出する開口を形成するが、この開口周辺の段差を絶縁層 186 によって覆い、かつプラズマ処理によって段差をなだらかにすることで、積層する第 2 の電極層 189 の被覆性を向上させることができる。

10

【0160】

また、さらに信頼性を向上させるため、電界発光層 188 の形成前に真空加熱を行って脱気を行うことが好ましい。例えば、有機化合物材料の蒸着を行う前に、基板に含まれるガスを除去するために減圧雰囲気や不活性雰囲気で 200 ~ 400 、好ましくは 250 ~ 350 の加熱処理を行うことが望ましい。またそのまま大気に晒さずに電界発光層 188 を真空蒸着法や、減圧下の液滴吐出法で形成することが好ましい。この熱処理で、第 1 の電極層となる導電膜や絶縁層 (隔壁) に含有、付着している水分を放出することができる。この加熱処理は、真空を破らず、真空のチャンパー内を基板が輸送できるのである、先の加熱工程と兼ねることもでき、先の加熱工程を絶縁層 (隔壁) 形成後に、一度行えばよい。ここでは、層間絶縁膜と絶縁層 (隔壁) とを高耐熱性を有する物質で形成すれば信頼性向上のための加熱処理工程を十分行うことができる。

20

【0161】

第 1 の電極層 396 の上には電界発光層 188 が形成される。なお、図 7 では一画素しか図示していないが、本実施の形態では R (赤)、G (緑)、B (青) の各色に対応した電界電極層を作り分けている。電界発光層 188 は、実施の形態 1 で示したように作製すればよく、第 1 の電極層 396 上に、有機化合物と無機化合物を混合することにより、それぞれ単独では得られない高いキャリア注入性、キャリア輸送性という機能が得られる層が設けられている。

【0162】

赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B) の発光を示す材料 (低分子または高分子材料など) は、液滴吐出法により形成することもできる。

30

【0163】

次に、電界発光層 188 の上に導電膜からなる第 2 の電極層 189 が設けられる。第 2 の電極層 189 としては、仕事関数の小さい材料 (Al、Ag、Li、Ca、Mg、In またはこれらの合金や化合物 MgAg、MgIn、AlLi、CaF₂、または窒化カルシウム) を用いればよい。こうして第 1 の電極層 185、電界発光層 188 及び第 2 の電極層 189 からなる発光素子 190 が形成される (図 7 (B) 参照。)。

【0164】

図 7 に示した本実施の形態の表示装置において、発光素子 190 から発した光は、第 1 の電極層 396 側から、図 7 (B) 中の矢印の方向に透過して射出される。

40

【0165】

本実施の形態では、第 2 の電極層 189 上にパッシベーション膜 (保護膜) として絶縁層を設けてもよい。このように第 2 の電極層 189 を覆うようにしてパッシベーション膜を設けることは有効である。パッシベーション膜としては、窒化珪素、酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン (DLC)、窒素含有炭素膜を含む絶縁膜からなり、該絶縁膜を単層もしくは組み合わせた積層を用いることができる。又はシロキサン樹脂を用いてもよい。

【0166】

この際、カバレッジの良い膜をパッシベーション膜として用いることが好ましく、炭

50

素膜、特にDLC膜を用いることは有効である。DLC膜は室温から100以下の温度範囲で成膜可能であるため、耐熱性の低い電界発光層188の上方にも容易に成膜することができる。DLC膜は、プラズマCVD法(代表的には、RFプラズマCVD法、マイクロ波CVD法、電子サイクロトロン共鳴(ECR)CVD法、熱フィラメントCVD法など)、燃焼炎法、スパッタ法、イオンビーム蒸着法、レーザ蒸着法などで形成することができる。成膜に用いる反応ガスは、水素ガスと、炭化水素系のガス(例えば CH_4 、 C_2H_2 、 C_6H_6 など)とを用い、グロー放電によりイオン化し、負の自己バイアスがかかったカソードにイオンを加速衝突させて成膜する。また、CN膜は反応ガスとして C_2H_4 ガスと N_2 ガスとを用いて形成すればよい。DLC膜は酸素に対するブロッキング効果が高く、電界発光層188の酸化を抑制することが可能である。そのため、この後に続く封止工程を行う間に電界発光層188が酸化するといった問題を防止できる。

10

【0167】

このように発光素子190が形成された基板100と、封止基板195とをシール材192によって固着し、発光素子を封止する(図7参照。)。シール材192としては、代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。例えば、ビスフェノールA型液状樹脂、ビスフェノールA型固形樹脂、含ブロムエポキシ樹脂、ビスフェノールF型樹脂、ビスフェノールAD型樹脂、ビスフェノール型樹脂、クレゾール型樹脂、ノボラック型樹脂、環状脂肪族エポキシ樹脂、エピビス型エポキシ樹脂、グリシジルエステル樹脂、グリシジルアミン系樹脂、複素環式エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂を用いることができる。なお、シール材で囲まれた領域には充填材193を充填してもよく、窒素雰囲気下で封止することによって、窒素等を封入してもよい。本実施の形態は、下面射出型のため、充填材193は透光性を有する必要はないが、充填材193を透過して光を取り出す構造の場合は、透光性を有する必要がある。代表的には可視光硬化、紫外線硬化または熱硬化のエポキシ樹脂を用いればよい。以上の工程において、本実施の形態における、発光素子を用いた表示機能を有する表示装置が完成する。また充填材は、液状の状態で滴下し、表示装置内に充填することもできる。充填剤として、乾燥剤などの吸湿性を含む物質を用いると、さらなる吸水効果が得られ、素子の劣化を防ぐことができる。

20

【0168】

EL表示パネル内には素子の水分による劣化を防ぐため、乾燥剤が設置される。本実施の形態では、乾燥剤は、画素領域を取り囲むように封止基板に形成された凹部に設置され、薄型化を妨げない構成とする。また、ゲート配線層に対応する領域にも乾燥剤を形成し、吸水面積を広く取っているため、吸水効果が高い。また、直接発光しないゲート配線層上に乾燥剤を形成しているため、光取り出し効率を低下させることもない。

30

【0169】

なお、本実施の形態では、ガラス基板で発光素子を封止した場合を示すが、封止の処理とは、発光素子を水分から保護するための処理であり、カバー材で機械的に封入する方法、熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂で封入する方法、金属酸化物や窒化物等のバリア能力が高い薄膜により封止する方法のいずれかを用いる。カバー材としては、ガラス、セラミックス、プラスチックもしくは金属を用いることができるが、カバー材側に光を放射させる場合は透光性でなければならない。また、カバー材と上記発光素子が形成された基板とは熱硬化性樹脂又は紫外光硬化性樹脂等のシール材を用いて貼り合わせられ、熱処理又は紫外光照射処理によって樹脂を硬化させて密閉空間を形成する。この密閉空間の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を設けることも有効である。この吸湿材は、シール材の上に接して設けても良いし、発光素子よりの光を妨げないような、隔壁の上や周辺部に設けても良い。さらに、カバー材と発光素子の形成された基板との空間を熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂で充填することも可能である。この場合、熱硬化性樹脂若しくは紫外光硬化性樹脂の中に酸化バリウムに代表される吸湿材を添加しておくことは有効である。

40

【0170】

50

図12に、本実施の形態で作製する図7の表示装置において、ソース電極層又はドレイン電極層と第1の電極層が直接接して電氣的な接続を行うのではなく、配線層を介して接続する例を示す。図12の表示装置において、発光素子を駆動する薄膜トランジスタのソース電極層又はドレイン電極層と、第1の電極層395とは配線層199を介して電氣的に接続している。また、図12では、配線層199の上に第1の電極層395が一部積層するように接続しているが、先に第1の電極層395を形成し、その第1の電極層395上に接するように配線層199を形成する構成でもよい。

【0171】

本実施の形態では、外部端子接続領域202において、端子電極層178に異方性導電層196によってFPC194を接続し、外部と電氣的に接続する構造とする。また表示装置の上面図である図7(A)で示すように、本実施の形態において作製される表示装置は信号線駆動回路を有する周辺駆動回路領域204、周辺駆動回路領域209のほかに、走査線駆動回路を有する周辺駆動回路領域207、周辺駆動回路領域208が設けられている。

【0172】

本実施の形態では、上記のような回路で形成するが、本発明はこれに限定されず、周辺駆動回路としてICチップを前述したCOG方式やTAB方式によって実装したものでよい。また、ゲート線駆動回路、ソース線駆動回路は複数であっても単数であってもよい。

【0173】

また、本発明の表示装置において、画面表示の駆動方法は特に限定されず、例えば、点順次駆動方法や線順次駆動方法や面順次駆動方法などを用いればよい。代表的には、線順次駆動方法とし、時分割階調駆動方法や面積階調駆動方法を適宜用いればよい。また、表示装置のソース線に入力する映像信号は、アナログ信号であってもよいし、デジタル信号であってもよく、適宜、映像信号に合わせて駆動回路などを設計すればよい。

【0174】

さらに、ビデオ信号がデジタルの表示装置において、画素に入力されるビデオ信号が定電圧(CV)のものと、定電流(CC)のものとがある。ビデオ信号が定電圧のもの(CV)には、発光素子に印加される電圧が一定のもの(CVCV)と、発光素子に印加される電流が一定のもの(CVCC)とがある。また、ビデオ信号が定電流のもの(CC)には、発光素子に印加される電圧が一定のもの(CCCV)と、発光素子に印加される電流が一定のもの(CCCC)とがある。

【0175】

本実施の形態は、実施の形態1、実施の形態2それぞれと組み合わせて用いることが可能である。

【0176】

本発明を用いると、信頼性の高い表示装置を作製することができる。よって、高精細、高性能な表示装置を歩留まり良く製造することができる。

【0177】

(実施の形態4)

本発明の実施の形態を、図8乃至図10を用いて説明する。本実施の形態は、実施の形態3で作製した表示装置において、第2の層間絶縁層(絶縁膜181及び絶縁膜182)を形成しない例を示す。よって、同一部分又は同様な機能を有する部分の繰り返しの説明は省略する。

【0178】

実施の形態3で示したように、基板100上に薄膜トランジスタ173、薄膜トランジスタ174、薄膜トランジスタ175、薄膜トランジスタ176を形成し、絶縁膜167、絶縁膜168を形成する。各薄膜トランジスタには半導体層のソース領域又はドレイン領域に接続するソース電極層又はドレイン電極層が形成されている。画素領域206に設けられた薄膜トランジスタ176におけるソース電極層又はドレイン電極層172bに

10

20

30

40

50

接して第1の電極層185を形成する(図8(A)参照。)。

【0179】

第1の電極層185は画素電極として機能し、実施の形態3における第1の電極層396と同様な材料と工程で形成すればよい。本実施の形態でも実施の形態1と同様に第1の電極層185中を、光を通過させて取り出すために、透光性を有する材料を用いる。本実施の形態では透明導電膜であるITOを第1の電極層185に用いて所望の形状に加工し形成する。

【0180】

本実施の形態では、発光素子に接して設けられる絶縁層310に無機絶縁材料を用いる。無機絶縁材料は、緻密な膜を成膜できるので、水分などの汚染物質を透過させない。よって、表示装置外部より進入する汚染物質による発光素子の劣化を防止することができる。絶縁層310を形成する同工程において絶縁層311a及び絶縁層311bも形成する。

10

【0181】

絶縁層310としては酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素などを用いることができ、単層でも2層、3層といった積層構造でもよい。また、絶縁層186の他の材料として、窒化アルミニウム、酸素含有量が窒素含有量よりも多い酸化窒化アルミニウム、窒素含有量が酸素含有量よりも多い窒化酸化アルミニウムまたは酸化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)、窒素含有炭素、ポリシラザン、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。シロキサンを含む材料を用いてもよい。

20

【0182】

絶縁層310は、スパッタリング法、PVD法(Physical Vapor Deposition)、減圧CVD法(LPCVD法)、またはプラズマCVD法等のCVD法(Chemical Vapor Deposition)、また、選択的にパターンを形成できる液滴吐出法や、パターンが転写または描写できる印刷法(スクリーン印刷やオフセット印刷などパターンが形成される方法)、ディスペンサ法、その他スピンコート法などの塗布法、ディッピング法などを用いることもできる。

【0183】

所望の形状に加工するエッチング加工は、プラズマエッチング(ドライエッチング)又はウェットエッチングのどちらを採用しても良い。大面積基板を処理するにはプラズマエッチングが適している。エッチングガスとしては、 CF_4 、 NF_3 などのフッ素系のガス、又は Cl_2 、 BCl_3 などの塩素系のガスを用い、HeやArなどの不活性ガスを適宜加えても良い。また、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスク層を形成する必要はない。

30

【0184】

絶縁層310は第1の電極層185の端部を覆っており、その側端部はテーパ形状を有している。絶縁層310の側端部におけるテーパ角度は、30度より大きい(より好ましくは40度以上)方が好ましく、70度以下(より好ましくは60度以下)が好ましい。また、絶縁層310は無機絶縁材料であるため、CVD法やスパッタ法を用いて形成すると、被形成面の凹凸形状を反映して成膜される。この場合、膜厚が平坦化されないため、均等な膜厚で被形成面を被覆することができ、膜厚を比較的薄くすることができる。本実施の形態においては、絶縁層310の膜厚は1 μm 以下、好ましくは500nm以下とするとよい。本実施の形態では300nmとする。

40

【0185】

本発明においては、隔壁となる絶縁層及び第1の電極層にプラズマ処理を行う。プラズマ処理を窒素雰囲気下、又は酸素雰囲気下で行うことにより、絶縁層及び第1の電極層表面を窒化、又は酸化する。プラズマ処理を用いて絶縁層及び第1の電極層を酸化又は窒化(もしくは酸化及び窒化両方行ってもよい)すると、絶縁層及び第1の電極層の表面が改質され、より緻密な絶縁層及び第1の電極層とすることができる。よって、ピンホール

50

等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。

【0186】

プラズマ処理は実施の形態1と同様に行えばよい。ただし、本発明においてプラズマ処理を行う際、被処理物の隔壁となる絶縁層及び第1の電極層下に形成されている薄膜トランジスタの電気特性に悪影響を与えない程度の条件で行う。

【0187】

本実施の形態では、絶縁層310及び第1の電極層185にプラズマ処理318を行い、表面を改質処理された絶縁層319及び第1の電極層320を形成する(図8(C)参照。)。なお、同プラズマ処理工程により、絶縁層311a及び絶縁層311bも表面を改質され、絶縁層315a及び絶縁層315bとなる。本実施の形態では、絶縁層310として窒化酸化珪素膜を、第1の電極層185としてITOを用い、窒素雰囲気下でプラズマ処理を行う。この改質処理により絶縁層310及び第1の電極層185表面は窒化されより緻密化される。図8(C)においては、絶縁層319及び第1の電極層320において改質処理の行われた個所に斜線のハッチングを施し処理されたことが明確になるように示している。しかし改質処理領域は、ハッチング領域に限定されず、プラズマ処理の条件や、絶縁層310及び第1の電極層185の材料や膜厚によって変化し、条件を選択することで適宜制御することができる。

【0188】

第1の電極層上に電界発光層188を形成し、第2の電極層189を積層することによって発光素子190を形成する。外部端子接続領域202においては端子電極層178を異方性導電層196を介してFPC194が接着される。第2の電極層189を覆うようにパッシベーション膜191を形成する。基板100はシール材192によって封止基板195と張り合わされ、表示装置内には充填材193が充填されている(図9参照。)

【0189】

また図10における表示装置は、第1の電極層320に相当する第1の電極層397を、薄膜トランジスタ176と接続するソース電極層又はドレイン電極層172bと相当するソース電極層又はドレイン電極層781の形成前に、絶縁膜168上に選択的に形成する例である。この場合、本実施の形態とはソース電極層又はドレイン電極層781と、第1の電極層397の接続構造が、第1の電極層397の上にソース電極層又はドレイン電極層781が積層する構造となる。第1の電極層397をソース電極層又はドレイン電極層781より先に形成すると、平坦な形成領域に形成できるので、被覆性がよく、CMPなどの研磨処理も十分に行えるので平坦性よく形成できる利点がある。

【0190】

本発明を用いると、信頼性の高い表示装置を作製することができる。よって、高精細、高性能な表示装置を歩留まり良く製造することができる。

【0191】

(実施の形態5)

本発明を適用して発光素子を有する表示装置を形成することができるが、該発光素子から発せられる光は、下方放射、上方放射、両方放射のいずれかを行う。本実施の形態では、両方放射型、上方放射型の例を、図14及び図15を用いて説明する。

【0192】

図15に示す表示装置は、素子基板1300、薄膜トランジスタ1355、薄膜トランジスタ1365、薄膜トランジスタ1375、薄膜トランジスタ1385、第1の電極層1317、電界発光層1319、第2の電極層1320、充填材1322、シール材1332、絶縁膜1301a、絶縁膜1301b、ゲート絶縁層1310、絶縁膜1311、絶縁膜1312、絶縁層1314、封止基板1325、配線層1333、端子電極層1381、異方性導電層1382、FPC1383によって構成されている。表示装置は、外部端子接続領域222、封止領域223、周辺駆動回路領域224、画素領域226を有している。充填材1322は、液状の組成物の状態で、滴下法によって形成することが

できる。滴下法によって充填材が形成された素子基板 1 3 0 0 と封止基板 1 3 2 5 を張り合わせて発光表示装置を封止する。

【 0 1 9 3 】

図 1 5 の表示装置においては、絶縁層 1 3 1 4 及び第 1 の電極層 1 3 1 7 表面はプラズマ処理によって窒化又は酸化されており、この改質処理によって絶縁層 1 3 1 4 及び第 1 の電極層 1 3 1 7 表面は緻密化している。さらに、絶縁膜 1 3 1 2 にもプラズマ処理を行い、絶縁膜 1 3 1 2 表面は窒化又は酸化によって改質処理され緻密化している。封止領域 2 2 3 において、ゲート絶縁層 1 3 1 0、絶縁膜 1 3 1 1、絶縁膜 1 3 1 2 端部は、テーパー形状にエッチングされており、配線層 1 3 3 3 が被覆するように形成されている。絶縁膜 1 3 1 2 にプラズマ処理を行う際、絶縁膜 1 3 1 2 端部が曲率を有するように加工すると、配線層 1 3 3 3 の被覆性も向上することができる。従って、緻密化された絶縁膜 1 3 1 2 に被覆性良く配線層 1 3 3 3 を形成することにより、水分等の汚染物質の表示装置内への進入を遮断する効果が一層高まる。

10

【 0 1 9 4 】

図 1 5 の表示装置は、両面放射型であり、矢印の方向に素子基板 1 3 0 0 側からも、封止基板 1 3 2 5 側からも光を放射する構造である。よって、第 1 の電極層 1 3 1 7 及び第 2 の電極層 1 3 2 0 として透光性電極層を用いる。

【 0 1 9 5 】

本実施の形態においては、透光性電極層である第 1 の電極層 1 3 1 7 及び第 2 の電極層 1 3 2 0 に、具体的には透光性を有する導電性材料からなる透明導電膜を用いればよく、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物などを用いることができる。勿論、インジウム錫酸化物 (I T O)、インジウム亜鉛酸化物 (I Z O)、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物 (I T S O) などを用いることができる。

20

【 0 1 9 6 】

各透光性を有する導電性材料の、組成比の一例を述べる。酸化タングステンを含むインジウム酸化物の組成比は、酸化タングステン 1 . 0 w t %、インジウム酸化物 9 9 . 0 w t % とすればよい。酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物の組成比は、酸化タングステン 1 . 0 w t %、酸化亜鉛 0 . 5 w t %、インジウム酸化物 9 8 . 5 w t % とすればよい。酸化チタンを含むインジウム酸化物は、酸化チタン 1 . 0 w t % ~ 5 . 0 w t %、インジウム酸化物 9 9 . 0 w t % ~ 9 5 . 0 w t % とすればよい。インジウム錫酸化物 (I T O) の組成比は、酸化錫 1 0 . 0 w t %、インジウム酸化物 9 0 . 0 w t % とすればよい。インジウム亜鉛酸化物 (I Z O) の組成比は、酸化亜鉛 1 0 . 7 w t %、インジウム酸化物 8 9 . 3 w t % とすればよい。酸化チタンを含むインジウム錫酸化物の組成比は、酸化チタン 5 . 0 w t %、酸化錫 1 0 . 0 w t %、インジウム酸化物 8 5 . 0 w t % とすればよい。上記組成比は例であり、適宜その組成比の割合は設定すればよい。

30

【 0 1 9 7 】

また、透光性を有さない金属膜のような材料であっても膜厚を薄く (好ましくは、5 n m ~ 3 0 n m 程度の厚さ) して光を透過可能な状態としておくことで、第 1 の電極層 1 3 1 7 及び第 2 の電極層 1 3 2 0 から光を放射することが可能となる。また、第 1 の電極層 1 3 1 7 及び第 2 の電極層 1 3 2 0 に用いることのできる金属薄膜としては、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いることができる。

40

【 0 1 9 8 】

以上のように、図 1 5 の表示装置は、発光素子 1 3 0 5 より放射される光が、第 1 の電極層 1 3 1 7 及び第 2 の電極層 1 3 2 0 両方を通して、両面から光を放射する構成となる。

【 0 1 9 9 】

図 1 4 の表示装置は、矢印の方向に上方放射する構造である。図 1 4 に示す表示装置

50

は、素子基板 1 6 0 0、薄膜トランジスタ 1 6 5 5、薄膜トランジスタ 1 6 6 5、薄膜トランジスタ 1 6 7 5、薄膜トランジスタ 1 6 8 5、配線層 1 6 2 4、第 1 の電極層 1 6 1 7、電界発光層 1 6 1 9、第 2 の電極層 1 6 2 0、保護膜 1 6 2 1、充填材 1 6 2 2、シール材 1 6 3 2、絶縁膜 1 6 0 1 a、絶縁膜 1 6 0 1 b、ゲート絶縁層 1 6 1 0、絶縁膜 1 6 1 1、絶縁膜 1 6 1 2、絶縁層 1 6 1 4、封止基板 1 6 2 5、配線層 1 6 3 3、端子電極層 1 6 8 1、異方性導電層 1 6 8 2、F P C 1 6 8 3 によって構成されている。

【 0 2 0 0 】

図 1 4 の表示装置においては、絶縁層 1 6 1 4 及び第 1 の電極層 1 6 1 7 表面はプラズマ処理によって窒化又は酸化されており、この改質処理によって絶縁層 1 6 1 4 及び第 1 の電極層 1 6 1 7 表面は緻密化している。さらに、絶縁膜 1 6 1 2 にもプラズマ処理を行い、絶縁膜 1 6 1 2 表面は窒化又は酸化によって改質処理され緻密化している。封止領域 2 3 3 において、ゲート絶縁層 1 6 1 0、絶縁膜 1 6 1 1、絶縁膜 1 6 1 2 端部は、テーパー形状にエッチングされており、配線層 1 6 3 3 が被覆するように形成されている。絶縁膜 1 6 1 2 にプラズマ処理を行う際、絶縁膜 1 6 1 2 端部が曲率を有するように加工すると、配線層 1 6 3 3 の被覆性も向上することができる。従って、緻密化された絶縁膜 1 6 1 2 に被覆性良く配線層 1 6 3 3 を形成することでより、水分等の汚染物質の表示装置内への進入を遮断する効果が一層高まる。

【 0 2 0 1 】

図 1 4、図 1 5 における表示装置において、端子電極層 1 6 8 1 に積層していた絶縁層はエッチングによって除去されている。このように端子電極層の周囲に透湿性を有する絶縁層を設けない構造であると信頼性がより向上する。また、表示装置は、外部端子接続領域 2 3 2、封止領域 2 3 3、周辺駆動回路領域 2 3 4、画素領域 2 3 6 を有している。この場合、前述の図 1 5 で示した両方放射型の表示装置において、第 1 の電極層 1 3 1 7 の下に、反射性を有する金属層である配線層 1 6 2 4 を形成する。配線層 1 6 2 4 の上に透明導電膜である第 1 の電極層 1 6 1 7 を形成する。配線層 1 6 2 4 としては、反射性を有すればよいので、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、銅、タンタル、モリブデン、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いればよい。好ましくは、可視光の領域で反射性が高い物質を用いることがよく、本実施の形態では、TiN 膜を用いる。

【 0 2 0 2 】

第 1 の電極層 1 6 1 7 及び第 2 の電極層 1 6 2 0 に、具体的には透光性を有する導電性材料からなる透明導電膜を用いればよく、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物などを用いることができる。勿論、インジウム錫酸化物 (ITO)、インジウム亜鉛酸化物 (IZO)、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物 (ITSO) などを用いることができる。

【 0 2 0 3 】

また、透光性を有さない金属膜のような材料であっても膜厚を薄く (好ましくは、5 nm ~ 30 nm 程度の厚さ) して光を透過可能な状態としておくことで、第 2 の電極層 1 6 2 0 から光を放射することが可能となる。また、第 2 の電極層 1 6 2 0 に用いることのできる金属薄膜としては、チタン、タングステン、ニッケル、金、白金、銀、アルミニウム、マグネシウム、カルシウム、リチウム、およびそれらの合金からなる導電膜などを用いることができる。

【 0 2 0 4 】

本実施の形態で適用することができる発光素子 1 3 0 5、発光素子 1 6 0 5 の構成を、図 1 8 を用いて詳細に説明する。

【 0 2 0 5 】

図 1 8 は本発明に用いることのできる発光素子の素子構造の一例であり、第 1 の電極層 8 7 0 と第 2 の電極層 8 5 0 との間に、有機化合物と無機化合物を混合してなる電界発光層 8 6 0 が挟持されている発光素子である。電界発光層 8 6 0 は、図示した通り、第 1 の

10

20

30

40

50

層 804、第2の層 803、第3の層 802 から構成されており、特に第1の層 804 および第3の層 802 に大きな特徴を有する。

【0206】

まず、第1の層 804 は、第2の層 803 にホールを輸送する機能を担う層であり、少なくとも第1の有機化合物と、第1の有機化合物に対して電子受容性を示す第1の無機化合物とを含む構成である。重要なのは、単に第1の有機化合物と第1の無機化合物が混ざり合っているのではなく、第1の無機化合物が第1の有機化合物に対して電子受容性を示す点である。このような構成とすることで、本来内在的なキャリアをほとんど有さない第1の有機化合物に多くのホールキャリアが発生し、極めて優れたホール注入性及びホール輸送性を示す。

10

【0207】

したがって第1の層 804 は、無機化合物を混合することによって得られると考えられている効果（耐熱性の向上など）だけでなく、優れた導電性（第1の層 804 においては特に、ホール注入性およびホール輸送性）をも得ることができる。このことは、互いに電子的な相互作用を及ぼさない有機化合物と無機化合物を単に混合した従来のホール輸送層では、得られない効果である。この効果により、従来よりも駆動電圧を低くすることができる。また、駆動電圧の上昇を招くことなく第1の層 804 を厚くすることができるため、ゴミ等に起因する素子の短絡も抑制することができる。

【0208】

ところで、上述したように、第1の有機化合物にはホールキャリアが発生するため、第1の有機化合物としてはホール輸送性の有機化合物が好ましい。ホール輸送性の有機化合物としては、例えば、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅フタロシアニン（略称：CuPc）、バナジルフタロシアニン（略称：VOPc）、4,4',4''-トリス（N,N-ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4,4',4''-トリス〔N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、1,3,5-トリス〔N,N-ジ（m-トリル）アミノ〕ベンゼン（略称：m-MTDAB）、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス（3-メチルフェニル）-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン（略称：TPD）、4,4'-ビス〔N-（1-ナフチル）-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（略称：NPB）、4,4'-ビス〔N-〔4-ジ（m-トリル）アミノ〕フェニル-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（略称：DNTPD）、4,4',4''-トリス（N-カルバゾリル）トリフェニルアミン（略称：CTTA）などが挙げられるが、これらに限定されることはない。また、上述した化合物の中でも、TDATA、MTDATA、m-MTDAB、TPD、NPB、DNTPD、CTTAなどに代表される芳香族アミン化合物は、ホールキャリアを発生しやすく、第1の有機化合物として好適な化合物群である。

20

30

【0209】

一方、第1の無機化合物は、第1の有機化合物から電子を受け取りやすいものであれば何であってもよく、種々の金属酸化物または金属窒化物が可能であるが、周期表第4族乃至第12族のいずれかの遷移金属酸化物が電子受容性を示しやすく好適である。具体的には、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化レニウム、酸化ルテニウム、酸化亜鉛などが挙げられる。また、上述した金属酸化物の中でも、周期表第4族乃至第8族のいずれかの遷移金属酸化物は電子受容性の高いものが多く、好ましい一群である。特に酸化バナジウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化レニウムは真空蒸着が可能で扱いやすいため、好適である。

40

【0210】

なお、第1の層 804 は、上述した有機化合物と無機化合物の組み合わせを適用した層を、複数積層して形成していてもよい。また、他の有機化合物あるいは他の無機化合物をさらに含んでもよい。

【0211】

次に、第3の層 802 について説明する。第3の層 802 は、第2の層 803 に電子を

50

輸送する機能を担う層であり、少なくとも第3の有機化合物と、第3の有機化合物に対して電子供与性を示す第3の無機化合物とを含む構成である。重要なのは、単に第3の有機化合物と第3の無機化合物が混ざり合っているのではなく、第3の無機化合物が第3の有機化合物に対して電子供与性を示す点である。このような構成とすることで、本来内在的なキャリアをほとんど有さない第3の有機化合物に多くの電子キャリアが発生し、極めて優れた電子注入性及び電子輸送性を示す。

【0212】

したがって第3の層802は、無機化合物を混合することによって得られると考えられている効果（耐熱性の向上など）だけでなく、優れた導電性（第3の層802においては特に、電子注入性および輸送性）をも得ることができる。このことは、互いに電子的な相互作用を及ぼさない有機化合物と無機化合物を単に混合した従来の電子輸送層では、得られない効果である。この効果により、従来よりも駆動電圧を低くすることができる。また、駆動電圧の上昇を招くことなく第3の層802を厚くすることができるため、ゴミ等に起因する素子の短絡も抑制することができる。

【0213】

ところで、上述したように、第3の有機化合物には電子キャリアが発生するため、第3の有機化合物としては電子輸送性の有機化合物が好ましい。電子輸送性の有機化合物としては、例えば、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq₃）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Almq₃）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]-キノリナト）ベリリウム（略称：BeBq₂）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（4-フェニルフェノラト）アルミニウム（略称：BALq）、ビス[2-（2'-ヒドロキシフェニル）ベンゾオキサゾラト]亜鉛（略称：Zn（BOX）₂）、ビス[2-（2'-ヒドロキシフェニル）ベンゾチアゾラト]亜鉛（略称：Zn（BTZ）₂）、バソフェナントロリン（略称：BPhen）、バソキュプロイン（略称：BCP）、2-（4-ピフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール（略称：PBD）、1,3-ビス[5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン（略称：OXD-7）、2,2',2''-（1,3,5-ベンゼントリイル）-トリス（1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール）（略称：TPBI）、3-（4-ピフェニル）-4-フェニル-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,2,4-トリアゾール（略称：TAZ）、3-（4-ピフェニル）-4-（4-エチルフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,2,4-トリアゾール（略称：p-EtTAZ）などが挙げられるが、これらに限定されることはない。また、上述した化合物の中でも、Alq₃、Almq₃、BeBq₂、BALq、Zn（BOX）₂、Zn（BTZ）₂などに代表される芳香環を含むキレート配位子を有するキレート金属錯体や、BPhen、BCPなどに代表されるフェナントロリン骨格を有する有機化合物や、PBD、OXD-7などに代表されるオキサジアゾール骨格を有する有機化合物は、電子キャリアを発生しやすく、第3の有機化合物として好適な化合物群である。

【0214】

一方、第3の無機化合物は、第3の有機化合物に電子を与えやすいものであれば何であってもよく、種々の金属酸化物または金属窒化物が可能であるが、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類金属酸化物、アルカリ金属窒化物、アルカリ土類金属窒化物、希土類金属窒化物が電子供与性を示しやすく好適である。具体的には、酸化リチウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化エルビウム、窒化リチウム、窒化マグネシウム、窒化カルシウム、窒化イットリウム、窒化ランタンなどが挙げられる。特に酸化リチウム、酸化バリウム、窒化リチウム、窒化マグネシウム、窒化カルシウムは真空蒸着が可能で扱いやすいため、好適である。

【0215】

なお、第3の層802は、上述した有機化合物と無機化合物の組み合わせを適用した層を、複数積層して形成していてもよい。また、他の有機化合物あるいは他の無機化合物を

10

20

30

40

50

さらに含んでいてもよい。

【0216】

次に、第2の層803について説明する。第2の層803は発光機能を担う層であり、発光性の第2の有機化合物を含む。また、第2の無機化合物を含む構成であってもよい。第2の層803は、種々の発光性の有機化合物、無機化合物を用いて形成することができる。ただし、第2の層803は、第1の層804や第3の層802に比べて電流が流れにくいと考えられるため、その膜厚は10nm~100nm程度が好ましい。

【0217】

第2の有機化合物としては、発光性の有機化合物であれば特に限定されることはなく、例えば、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)、9,10-ジ(2-ナフチル)-2-tert-ブチルアントラセン(略称:t-BuDNA)、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ピフェニル(略称:DPVBi)、クマリン30、クマリン6、クマリン545、クマリン545T、ペリレン、ルブレネ、ペリフランテン、2,5,8,11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン(略称:TBP)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPA)、5,12-ジフェニルテトラセン、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-[p-(ジメチルアミノ)スチリル]-4H-ピラン(略称:DCM1)、4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-[2-(ジユロリジン-9-イル)エチニル]-4H-ピラン(略称:DCM2)、4-(ジシアノメチレン)-2,6-ビス[p-(ジメチルアミノ)スチリル]-4H-ピラン(略称:BisDCM)等が挙げられる。また、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}']イリジウム(ピコリナート)(略称:FIrpic)、ビス{2-[3',5'-ビス(トリフルオロメチル)フェニル]ピリジナト-N,C^{2'}'}イリジウム(ピコリナート)(略称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、トリス(2-フェニルピリジナト-N,C^{2'}')イリジウム(略称:Ir(ppy)₃)、ビス(2-フェニルピリジナト-N,C^{2'}')イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(ppy)₂(acac))、ビス[2-(2'-チエニル)ピリジナト-N,C^{3'}']イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(thp)₂(acac))、ビス(2-フェニルキノリナト-N,C^{2'}')イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(pq)₂(acac))、ビス[2-(2'-ベンゾチエニル)ピリジナト-N,C^{3'}']イリジウム(アセチルアセトナート)(略称:Ir(btp)₂(acac))などの燐光を放出できる化合物を用いることもできる。

【0218】

第2の層803を一重項励起発光材料の他、金属錯体などを含む三重項励起材料を用いても良い。例えば、赤色の発光性の画素、緑色の発光性の画素及び青色の発光性の画素のうち、輝度半減時間が比較的短い赤色の発光性の画素を三重項励起発光材料で形成し、他を一重項励起発光材料で形成する。三重項励起発光材料は発光効率が良いので、同じ輝度を得るのに消費電力が少なく済むという特徴がある。すなわち、赤色画素に適用した場合、発光素子に流す電流量が少なく済むので、信頼性を向上させることができる。低消費電力化として、赤色の発光性の画素と緑色の発光性の画素とを三重項励起発光材料で形成し、青色の発光性の画素を一重項励起発光材料で形成しても良い。人間の視感度が高い緑色の発光素子も三重項励起発光材料で形成することで、より低消費電力化を図ることができる。

【0219】

また、第2の層803においては、上述した発光を示す第2の有機化合物だけでなく、さらに他の有機化合物が添加されていてもよい。添加できる有機化合物としては、例えば、先に述べたTDATA、MTDATA、m-MTDAB、TPD、NPB、DNTPD、CTTA、Alq₃、Almq₃、BeBq₂、BALq、Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂、BPhen、BCP、PBD、OXD-7、TPBI、TAZ、p-EtTAZ、DNA、t-BuDNA、DPVBiなどの他、4,4'-ビス(N-カルバゾリル)ピフェニル(略称:CBP)、1,3,5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェ

10

20

30

40

50

ニル]ベンゼン(略称:TCPB)などを用いることができるが、これらに限定されることはない。なお、このように第2の有機化合物以外に添加する有機化合物は、第2の有機化合物を効率良く発光させるため、第2の有機化合物の励起エネルギーよりも大きい励起エネルギーを有し、かつ第2の有機化合物よりも多く添加されていることが好ましい(それにより、第2の有機化合物の濃度消光を防ぐことができる)。あるいはまた、他の機能として、第2の有機化合物と共に発光を示してもよい(それにより、白色発光なども可能となる)。

【0220】

第2の層803は、発光波長帯の異なる発光層を画素毎に形成して、カラー表示を行う構成としても良い。典型的には、R(赤)、G(緑)、B(青)の各色に対応した発光層を形成する。この場合にも、画素の光放射側にその発光波長帯の光を透過するフィルターを設けた構成とすることで、色純度の向上や、画素部の鏡面化(映り込み)の防止を図ることができる。フィルターを設けることで、従来必要であるとされていた円偏光板などを省略することが可能となり、発光層から放射される光の損失を無くすることができる。さらに、斜方から画素部(表示画面)を見た場合に起こる色調の変化を低減することができる。

10

【0221】

第2の層803で用いることのできる材料は低分子系有機発光材料でも高分子系有機発光材料でもよい。高分子系有機発光材料は低分子系に比べて物理的強度が高く、素子の耐久性が高い。また塗布により成膜することが可能であるので、素子の作製が比較的容易である。

20

【0222】

発光色は、発光層を形成する材料で決まるため、これらを選択することで所望の発光を示す発光素子を形成することができる。発光層の形成に用いることができる高分子系の電界発光材料は、ポリパラフェニレンビニレン系、ポリパラフェニレン系、ポリチオフェン系、ポリフルオレン系が挙げられる。

【0223】

ポリパラフェニレンビニレン系には、ポリ(パラフェニレンビニレン) [PPV]の誘導体、ポリ(2,5-ジアルコキシ-1,4-フェニレンビニレン) [RO-PPV]、ポリ(2-(2'-エチル-ヘキソキシ)-5-メトキシ-1,4-フェニレンビニレン) [MEH-PPV]、ポリ(2-(ジアルコキシフェニル)-1,4-フェニレンビニレン) [ROP h-PPV]等が挙げられる。ポリパラフェニレン系には、ポリパラフェニレン [PPP]の誘導体、ポリ(2,5-ジアルコキシ-1,4-フェニレン) [RO-PPP]、ポリ(2,5-ジヘキソキシ-1,4-フェニレン)等が挙げられる。ポリチオフェン系には、ポリチオフェン [PT]の誘導体、ポリ(3-アルキルチオフェン) [PAT]、ポリ(3-ヘキシルチオフェン) [PHT]、ポリ(3-シクロヘキシルチオフェン) [PCHT]、ポリ(3-シクロヘキシル-4-メチルチオフェン) [PCHMT]、ポリ(3,4-ジシクロヘキシルチオフェン) [PDCHT]、ポリ[3-(4-オクチルフェニル)-チオフェン] [POPT]、ポリ[3-(4-オクチルフェニル)-2,2ピチオフェン] [PTOPT]等が挙げられる。ポリフルオレン系には、ポリフルオレン [PF]の誘導体、ポリ(9,9-ジアルキルフルオレン) [PDAF]、ポリ(9,9-ジオクチルフルオレン) [PD OF]等が挙げられる。

30

40

【0224】

前記第2の無機化合物としては、第2の有機化合物の発光を消光しにくい無機化合物であれば何であってもよく、種々の金属酸化物や金属窒化物を用いることができる。特に、周期表第13族または第14族の金属酸化物は、第2の有機化合物の発光を消光しにくいため好ましく、具体的には酸化アルミニウム、酸化ガリウム、酸化ケイ素、酸化ゲルマニウムが好適である。ただし、これらに限定されることはない。

【0225】

なお、第2の層803は、上述した有機化合物と無機化合物の組み合わせを適用した層

50

を、複数積層して形成していてもよい。また、他の有機化合物あるいは他の無機化合物をさらに含んでいてもよい。発光層の層構造は変化するものであり、特定の電子注入領域や発光領域を備えていない代わりに、もっぱらこの目的用の電極層を備えたり、発光性の材料を分散させて備えたりする変形は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において許容されるものである。

【0226】

上記のような材料で形成した発光素子は、順方向にバイアスすることで発光する。発光素子を用いて形成する表示装置の画素は、単純マトリクス方式、若しくはアクティブマトリクス方式で駆動することができる。いずれにしても、個々の画素は、ある特定のタイミングで順方向バイアスを印加して発光させることとなるが、ある一定期間は非発光状態となっている。この非発光時間に逆方向のバイアスを印加することで発光素子の信頼性を向上させることができる。発光素子では、一定駆動条件下で発光強度が低下する劣化や、画素内で非発光領域が拡大して見かけ上輝度が低下する劣化モードがあるが、順方向及び逆方向にバイアスを印加する交流的な駆動を行うことで、劣化の進行を遅くすることができる。また、デジタル駆動、アナログ駆動どちらでも適用可能である。

10

【0227】

よって、封止基板にカラーフィルタ（着色層）を形成してもよい。カラーフィルタ（着色層）は、蒸着法や液滴吐出法によって形成することができ、カラーフィルタ（着色層）を用いると、高精細な表示を行うこともできる。カラーフィルタ（着色層）により、各RGBの発光スペクトルにおいてブロードなピークが鋭いピークになるように補正できるからである。

20

【0228】

単色の発光を示す材料を形成し、カラーフィルタや色変換層を組み合わせることによりフルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタ（着色層）や色変換層は、例えば第2の基板（封止基板）に形成し、基板へ張り合わせればよい。

【0229】

もちろん単色発光の表示を行ってもよい。例えば、単色発光を用いて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

【0230】

第1の電極層870及び第2の電極層850は仕事関数を考慮して材料を選択する必要があり、そして第1の電極層870及び第2の電極層850は、画素構成によりいずれも陽極、又は陰極となりうる。駆動用薄膜トランジスタの極性がpチャネル型である場合、図18(A)のように第1の電極層870を陽極、第2の電極層850を陰極とするとよい。また、駆動用薄膜トランジスタの極性がnチャネル型である場合、図18(B)のように、第1の電極層870を陰極、第2の電極層850を陽極とすると好ましい。第1の電極層870および第2の電極層850に用いることのできる材料について述べる。第1の電極層870、第2の電極層850が陽極として機能する場合は仕事関数の大きい材料（具体的には4.5 eV以上の材料）が好ましく、第1の電極層、第2の電極層850が陰極として機能する場合は仕事関数の小さい材料（具体的には3.5 eV以下の材料）が好ましい。しかしながら、第1の層804のホール注入、ホール輸送特性や、第3の層802の電子注入特性、電子輸送特性が優れているため、第1の電極層870、第2の電極層850共に、ほとんど仕事関数の制限を受けることなく、種々の材料を用いることができる。

40

【0231】

図18(A)、(B)における発光素子は、第1の電極層870より光を取り出す構造のため、第2の電極層850は、必ずしも光透光性を有する必要はない。第2の電極層850としては、Ti、Ni、W、Cr、Pt、Zn、Sn、In、Ta、Al、Cu、Au、Ag、Mg、Ca、LiまたはMoから選ばれた元素、またはTiN、TiSi_x

50

N_y 、 WSi_x 、 WN_x 、 WSi_xN_y 、 NbN などの前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料を主成分とする膜またはそれらの積層膜を総膜厚100nm～800nmの範囲で用いればよい。

【0232】

第2の電極層850は、蒸着法、スパッタ法、CVD法、印刷法、ディスペンサ法または液滴吐出法などを用いて形成することができる。

【0233】

また、第2の電極層850に第1の電極層870で用いる材料のような透光性を有する導電性材料を用いると、第2の電極層850からも光を取り出す構造となり、発光素子から放射される光は、第1の電極層870と第2の電極層850との両方より放射される両方放射構造とすることができる。

10

【0234】

なお、第1の電極層870や第2の電極層850の種類を変えることで、本発明の発光素子は様々なバリエーションを有する。

【0235】

図18(B)は、電界発光層860が、第1の電極層870側から第3の層802、第2の層、第1の層804の順で構成されているケースである。

【0236】

以上で述べたように、本発明に適用することのできる発光素子は、第1の電極層870と第2の電極層850との間に挟持された層が、有機化合物と無機化合物が複合された層を含む電界発光層860から成っている。そして、有機化合物と無機化合物を混合することにより、それぞれ単独では得られない高いキャリア注入性、キャリア輸送性という機能が得られる層(すなわち、第1の層804および第3の層802)が設けられている有機及び無機複合型の発光素子である。また、上記第1の層804、第3の層802は、第1の電極層870側に設けられる場合、特に有機化合物と無機化合物が複合された層である必要があり、第2の電極層850側に設けられる場合、有機化合物、無機化合物のみであってもよい。

20

【0237】

なお、電界発光層860は有機化合物と無機化合物が混合された層であるが、その形成方法としては種々の手法を用いることができる。例えば、有機化合物と無機化合物の両方を抵抗加熱により蒸発させ、共蒸着する手法が挙げられる。その他、有機化合物を抵抗加熱により蒸発させる一方で、無機化合物をエレクトロンビーム(EB)により蒸発させ、共蒸着してもよい。また、有機化合物を抵抗加熱により蒸発させると同時に、無機化合物をスパッタリングし、両方を同時に堆積する手法も挙げられる。その他、湿式法により成膜してもよい。

30

【0238】

また、第1の電極層870および第2の電極層850に関しても同様に、抵抗加熱による蒸着法、EB蒸着法、スパッタリング、湿式法などを用いることができる。

【0239】

図18(C)は、図18(A)において、第1の電極層870に反射性を有する電極層を用い、第2の電極層850に透光性を有する電極層を用いており、発光素子より放射された光は第1の電極層870で反射され、第2の電極層850を透過して放射される。同様に図18(D)は、図18(B)において、第1の電極層870に反射性を有する電極層を用い、第2の電極層850に透光性を有する電極層を用いており、発光素子より放射された光は第1の電極層870で反射され、第2の電極層850を透過して放射される。

40

【0240】

本実施の形態は、上記の実施の形態1乃至4と自由に組み合わせることが可能である。

【0241】

50

本発明を用いると、信頼性の高い表示装置を作製することができる。よって、高精度、高性能な表示装置を歩留まり良く製造することができる。

【0242】

(実施の形態6)

本発明の実施の形態を、図13を用いて説明する。本実施の形態は、実施の形態1で作製した表示装置において、薄膜トランジスタのゲート電極層の構造が異なる例を示す。よって、同一部分又は同様な機能を有する部分の繰り返しの説明は省略する。

【0243】

図13(A)乃至(C)は、作製工程にある表示装置であり、実施の形態3で示した図4(B)の表示装置と対応している。

【0244】

図13(A)において、周辺駆動回路領域214に薄膜トランジスタ273及び薄膜トランジスタ274が、画素領域216に薄膜トランジスタ275及び薄膜トランジスタ276が設けられている。図13(A)における薄膜トランジスタのゲート電極層は2層の導電膜の積層で構成され、上層のゲート電極層が下層のゲート電極層より幅が細く加工されている。下層のゲート電極層はテーパ形状を有しているが、上層のゲート電極層はテーパ形状を有していない。このように、ゲート電極層はテーパ形状を有していても良いし、側面の角度が垂直に近く、テーパ形状を有さなくてもよい。

【0245】

図13(B)において、周辺駆動回路領域214に薄膜トランジスタ373及び薄膜トランジスタ374が、画素領域216に薄膜トランジスタ375及び薄膜トランジスタ376が設けられている。図13(B)における薄膜トランジスタのゲート電極層も2層の導電膜の積層で構成されているが、上層のゲート電極層と下層のゲート電極層は連続的なテーパ形状を有している。

【0246】

また、図13(B)において、ゲート絶縁層377は、表面をプラズマ処理による窒化又は酸化している。プラズマ処理の条件は実施の形態1と同様に行えばよい。この改質処理により、ゲート絶縁層377表面は緻密化されるので、図13(A)や図13(C)のゲート絶縁層がゲート電極層を形成する際のエッチングによって、膜厚が減っているのに対し、ゲート絶縁層377は膜減りしていない。よって、ゲート絶縁層377は、ゲート絶縁層は半導体層を十分に被覆することができるので、ゲート絶縁層の被覆不良に起因する他の導電層と半導体層とのショート等を防止することができる。

【0247】

図13(C)において、周辺駆動回路領域214に薄膜トランジスタ473及び薄膜トランジスタ474が、画素領域216に薄膜トランジスタ475及び薄膜トランジスタ476が設けられている。図13(C)における薄膜トランジスタのゲート電極層は、単層構造でありテーパ形状を有している。このようにゲート電極層は単層構造でもよい。

【0248】

図13(C)における表示装置は、ゲート絶縁層がゲート絶縁層477とゲート絶縁層478とで構成されている。このように、ゲート絶縁層478は、ゲート電極層の下に選択的に設けられても良く、その端部はテーパ形状を有していてもよい。図13(C)においては、ゲート絶縁層478の端部とその上に形成されるゲート電極層の端部は両方テーパ形状を有しており、連続的に形成されているが、段差を有するように不連続に形成されても良い。本実施の形態では、ゲート絶縁層477に酸化窒化珪素膜を用い、ゲート絶縁層478に窒化珪素膜を用いる。

【0249】

以上のように、ゲート電極層はその構成と形状によって様々な構造をとりうる。よって作製される表示装置も様々な構造を示す。半導体層中の不純物領域は、ゲート電極層をマスクとして自己整合的に形成される場合、ゲート電極層の構造によってその不純物領域の構造や濃度分布が変化する。以上のことも考慮して設計を行うと所望の機能を有する薄

10

20

30

40

50

膜トランジスタを作製することができる。

【0250】

本実施の形態は、実施の形態1乃至5とそれぞれと組み合わせて用いることが可能である。

【0251】

(実施の形態7)

本発明の実施の形態を、図11を用いて説明する。本実施の形態は、実施の形態3で作製した表示装置において、薄膜トランジスタをチャネルエッチ型逆スタガ型薄膜トランジスタを用い、第1の層間絶縁層及び第2の層間絶縁層を形成しない例を示す。よって、同一部分又は同様な機能を有する部分の繰り返しの説明は省略する。

10

【0252】

図11に示す表示装置は、基板700上に、周辺駆動回路領域255に、逆スタガ型薄膜トランジスタ701、逆スタガ型薄膜トランジスタ702、画素領域256に逆スタガ型薄膜トランジスタ703、第1の電極層704、ゲート絶縁層705、絶縁膜706、絶縁層709、電界発光層707、第2の電極層708、充填材711、封止基板710、封止領域にシール材712、端子電極層713、異方性導電層714、FPC715が設けられている。

【0253】

本実施の形態で作製される逆スタガ型薄膜トランジスタ701、逆スタガ型薄膜トランジスタ702、逆スタガ型薄膜トランジスタ703のゲート電極層、ソース電極層、及びドレイン電極層は液滴吐出法によって形成されている。液滴吐出法は、液状の導電性材料を有する組成物を吐出し、乾燥や焼成によって固化し、導電層や電極層を形成する方法である。絶縁性材料を含む組成物を吐出し、乾燥や焼成によって固化すれば絶縁層も形成することができる。選択的に導電層や絶縁層などの表示装置の構成物を形成することができるので、工程が簡略化し、材料のロスが防げるので、低コストで生産性良く表示装置を作製することができる。

20

【0254】

液滴吐出法に用いる液滴吐出手段とは、組成物の吐出口を有するノズルや、1つ又は複数のノズルを具備したヘッド等の液滴を吐出する手段を有するものの総称とする。液滴吐出手段が具備するノズルの径は、 $0.02 \sim 100 \mu\text{m}$ (好適には $30 \mu\text{m}$ 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 $0.001 \text{ pl} \sim 100 \text{ pl}$ (好適には 0.1 pl 以上 40 pl 以下、より好ましくは 10 pl 以下)に設定する。吐出量は、ノズルの径の大きさに比例して増加する。また、被処理物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に、出来る限り近づけておくことが好ましく、好適には $0.1 \sim 3 \text{ mm}$ (好適には 1 mm 以下)程度に設定する。

30

【0255】

液滴吐出法を用いて膜(絶縁膜、又は導電膜など)を形成する場合、粒子状に加工された膜材料を含む組成物を吐出し、焼成によって融合や融着接合させ固化することで膜を形成する。このように導電性材料を含む組成物を吐出し、焼成することによって形成された膜においては、スパッタ法などで形成した膜が、多くは柱状構造を示すのに対し、多くの粒界を有する多結晶状態を示すことが多い。

40

【0256】

吐出口から吐出する組成物は、導電性材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いる。導電性材料とは、Ag、Au、Cu、Ni、Pt、Pd、Ir、Rh、W、Al等の金属の微粒子又は分散性ナノ粒子に相当し、Cd、Znの金属硫化物、Fe、Ti、Si、Ge、Si、Zr、Baなどの酸化物、ハロゲン化銀などの微粒子又は分散性ナノ粒子を含んでもよい。前記導電性材料はそれらの混合物であってもよい。また、透明導電膜は、透光性なので裏面露光時に光を透過してしまうが、光を透過しない材料と積層体として用いることはできる。これらの透明導電膜として、インジウム錫酸化物(ITO)、インジウム錫酸化物と酸化珪素を含むITSO、有機インジウム、有機スズ、酸化亜鉛、窒化チタ

50

ン等を用いることができる。また、酸化亜鉛（ ZnO ）を含むインジウム亜鉛酸化物（ IZO （*i*ndium *z*inc *o*xide））、酸化亜鉛（ ZnO ）、 ZnO にガリウム（ Ga ）をドーブしたものの、酸化スズ（ SnO_2 ）、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物なども用いてもよい。但し、吐出口から吐出する組成物は、比抵抗値を考慮して、金、銀、銅のいずれかの材料を溶媒に溶解又は分散させたものを用いることが好適であり、より好適には、低抵抗な銀、銅を用いるとよい。但し、銀、銅を用いる場合には、不純物対策のため、合わせてバリア膜を設けるとよい。バリア膜としては、窒化珪素膜やニッケルボロン（ NiB ）を用いることができる。

【0257】

10

吐出する組成物は、導電性材料を溶媒に溶解又は分散させたものであるが、他にも分散剤や、バインダーと呼ばれる熱硬化性樹脂が含まれている。特にバインダーに関しては、焼成時にクラックや不均一な焼きムラが発生するのを防止する働きを持つ。よって、形成される導電層には、有機材料が含まれることがある。含まれる有機材料は、加熱温度、雰囲気、時間により異なる。この有機材料は、金属粒子のバインダー、溶媒、分散剤、及び被覆剤として機能する有機樹脂などであり、代表的には、ポリイミド、アクリル、ノボラック樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、珪素樹脂、フラン樹脂、ジアリルフタレート樹脂等の有機樹脂が挙げられる。

【0258】

また、導電性材料の周りに他の導電性材料がコーティングされ、複数の層になっている粒子でも良い。例えば、銅の周りにニッケルボロン（ NiB ）がコーティングされ、その周囲に銀がコーティングされている3層構造の粒子などを用いても良い。溶媒は、酢酸ブチル、酢酸エチル等のエステル類、イソプロピルアルコール、エチルアルコール等のアルコール類、メチルエチルケトン、アセトン等の有機溶剤等、又は水を用いる。組成物の粘度は $20\text{ mPa}\cdot\text{s}$ （ cP ）以下が好適であり、これは、吐出時に乾燥が起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。また、組成物の表面張力は、 40 mN/m 以下が好適である。但し、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 $5\sim 20\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 、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 $5\sim 20\text{ mPa}\cdot\text{s}$ に設定するとよい。

20

30

【0259】

また、導電層は、複数の導電性材料を積層しても良い。また、始めに導電性材料として銀を用いて、液滴吐出法で導電層を形成した後、銅などでめっきを行ってもよい。めっきは電気めっきや化学（無電界）めっき法で行えばよい。めっきは、めっきの材料を有する溶液を満たした容器に基板表面を浸してもよいが、基板を斜め（または垂直）に立てて設置し、めっきする材料を有する溶液を、基板表面に流すように塗布してもよい。基板を立てて溶液を塗布するようにめっきを行うと、工程装置が小型化する利点がある。

【0260】

各ノズルの径や所望のパターン形状などに依存するが、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、導電体の粒子の径はなるべく小さい方が好ましく、好適には粒径 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の粒子サイズが好ましい。組成物は、電解法、アトマイズ法又は湿式還元法等の種々の方法で形成されるものであり、その粒子サイズは、一般的に約 $0.01\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 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 7 nm と微細であり、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、溶剤中に凝集がなく、室温で安定に分散し、液体とほぼ同じ挙動を示す。従って、被覆剤を用いることが好ましい。

40

【0261】

また、組成物を吐出する工程は、減圧下で行ってもよい。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。組成物を吐出後、乾燥と焼成の一方又は両

50

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るが、例えば、乾燥は100度で3分間、焼成は200～350度で15分間～60分間で行うもので、その目的、温度と時間が異なるものである。乾燥の工程、焼成の工程は、常圧下又は減圧下で、レーザ光の照射や瞬間熱アニール、加熱炉などにより行う。なお、この加熱処理を行うタイミングは特に限定されない。乾燥と焼成の工程を良好に行うためには、基板を加熱しておいてもよく、そのときの温度は、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、組成物中の溶媒の揮発、又は化学的に分散剤を除去するとともに、周囲の樹脂が硬化収縮することで、ナノ粒子間を接触させ、融合と融着を加速する。

【0262】

レーザ光の照射は、連続発振またはパルス発振の気体レーザ又は固体レーザを用いれば良い。前者の気体レーザとしては、エキシマレーザ、YAGレーザ等が挙げられ、後者の固体レーザとしては、Cr、Nd等がドーピングされたYAG、YVO₄、GdVO₄等の結晶を使ったレーザ等が挙げられる。なお、レーザ光の吸収率の関係から、連続発振のレーザを用いることが好ましい。また、パルス発振と連続発振を組み合わせたレーザ照射方法を用いてもよい。但し、基板100の耐熱性に依っては、レーザ光の照射による加熱処理は、該基板100を破壊しないように、数マイクロ秒から数十秒の間で瞬間的に行うとよい。瞬間熱アニール(RTA)は、不活性ガスの雰囲気下で、紫外光乃至赤外光を照射する赤外ランプやハロゲンランプなどを用いて、急激に温度を上昇させ、数分～数マイクロ秒の間で瞬間的に熱を加えて行う。この処理は瞬間的に行うために、実質的に最表面の薄膜のみを加熱することができ、下層の膜には影響を与えない。つまり、プラスチック基板等の耐熱性が弱い基板にも影響を与えない。

【0263】

また、液滴吐出法により、導電層、絶縁層を、液状の組成物を吐出し形成した後、その平坦性を高めるために表面を圧力によってプレスして平坦化してもよい。プレスの方法としては、ローラー状のものを表面に走査することによって、凹凸を軽減したり、平坦な板状な物で表面を垂直にプレスしてもよい。プレスする時に、加熱工程を行っても良い。また溶剤等によって表面を軟化、または融解させエアナイフで表面の凹凸部を除去しても良い。また、CMP法を用いて研磨しても良い。この工程は、液滴吐出法によって凹凸が生じる場合に、その表面の平坦化する場合適用することができる。

【0264】

本実施の形態では、半導体層として非晶質半導体を用いており、一導電性を有する半導体層は必要に応じて形成すればよい。本実施の形態では、半導体層と一導電性を有する半導体層として非晶質N型半導体層を積層する。またN型半導体層を形成し、Nチャネル型TFTのNMOS構造、P型半導体層を形成したPチャネル型TFTのPMOS構造、Nチャネル型TFTとPチャネル型TFTとのCMOS構造を作製することができる。本実施の形態では、逆スタガ型薄膜トランジスタ701と逆スタガ型薄膜トランジスタ703をNチャネル型TFT、逆スタガ型薄膜トランジスタ702をPチャネル型TFTで形成しており、周辺駆動回路領域255において、逆スタガ型薄膜トランジスタ701と逆スタガ型薄膜トランジスタ702はCMOS構造となっている。

【0265】

また、導電性を付与するために、導電性を付与する元素をドーピングによって添加し、不純物領域を半導体層に形成することで、Nチャネル型TFT、Pチャネル型TFTを形成することもできる。N型半導体層を形成するかわりに、PH₃ガスによるプラズマ処理を行うことによって、半導体層に導電性を付与してもよい。

【0266】

また、半導体として、有機半導体材料を用い、印刷法、スプレー法、スピン塗布法、液滴吐出法、ディスペンサ法などで形成することができる。この場合、上記エッチング工程が必要ないため、工程数を削減することが可能である。有機半導体としては、低分子材料、高分子材料などが用いられ、有機色素、導電性高分子材料などの材料も用いることが

10

20

30

40

50

できる。本発明に用いることのできる有機半導体材料としては、その骨格が共役二重結合から構成される π 電子共役系の高分子材料が望ましい。代表的には、ポリチオフェン、ポリフルオレン、ポリ(3-アルキルチオフェン)、ポリチオフェン誘導体、ペンタセン等の可溶性の高分子材料を用いることができる。

【0267】

本発明に適用できる発光素子の構成は、上記実施の形態で述べたような構成を用いることができる。

【0268】

本発明においては、隔壁となる絶縁層及び第1の電極層にプラズマ処理を行う。プラズマ処理を窒素雰囲気下、又は酸素雰囲気下で行うことにより、絶縁層及び第1の電極層表面を窒化、又は酸化する。プラズマ処理を用いて絶縁層及び第1の電極層を酸化又は窒化(もしくは酸化及び窒化両方行ってもよい)すると、絶縁層及び第1の電極層の表面が改質され、より緻密な絶縁層及び第1の電極層とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。

【0269】

本実施の形態においては、絶縁層709及び第1の電極層704表面はプラズマ処理によって窒化又は酸化されており、この改質処理によって絶縁層709及び第1の電極層704表面は緻密化している。よって、水分などの汚染物質を透過させないので、表示装置外部より進入する汚染物質による発光素子の劣化を防止することができる。

【0270】

本実施の形態は、実施の形態1乃至6とそれぞれと組み合わせて用いることが可能である。

【0271】

本発明を用いると、信頼性の高い表示装置を作製することができる。よって、高精細、高性能な表示装置を歩留まり良く製造することができる。

【0272】

(実施の形態8)

走査線側入力端子部と信号線側入力端子部とに保護ダイオードを設けた一態様について図24を参照して説明する。図24において画素2702にはTFT501、TFT502、容量素子504、画素電極層503が設けられている。

【0273】

信号線側入力端子部には、保護ダイオード561と保護ダイオード562が設けられている。この保護ダイオードは、TFT501若しくはTFT502と同様な工程で作製され、ゲートとドレイン若しくはソースの一方とを接続することによりダイオードとして動作させている。図24で示す上面図の等価回路図を図23に示している。

【0274】

保護ダイオード561は、ゲート電極層、半導体層、配線層から成っている。保護ダイオード562も同様な構造である。この保護ダイオードと接続する共通電位線554、共通電位線555はゲート電極層と同じ層で形成している。従って、配線層と電氣的に接続するには、絶縁層にコンタクトホールを形成する必要がある。

【0275】

絶縁層へのコンタクトホールは、マスク層を形成し、エッチング加工すれば良い。この場合、大気圧放電のエッチング加工を適用すれば、局所的な放電加工も可能であり、基板の全面にマスク層を形成する必要はない。

【0276】

信号配線層はTFT501におけるソース及びドレイン配線層505と同じ層で形成され、それに接続している信号配線層とソース又はドレイン側が接続する構造となっている。

【0277】

走査信号線側の入力端子部も同様な構成である。保護ダイオード563は、ゲート電

10

20

30

40

50

極層、半導体層、配線層から成っている。保護ダイオード564も同様な構造である。この保護ダイオードと接続する共通電位線556、共通電位線557はソース電極層及びドレイン電極層と同じ層で形成している。入力段に設けられる保護ダイオードを同時に形成することができる。なお、保護ダイオードを挿入する位置は、本実施の形態のみに限定されず、駆動回路と画素との間に設けることもできる。

【0278】

また、図24の上面図に示すように、配線層は、そのL字形に折れ曲がった各コーナー部であって（直角三角形）の一边が $10\mu\text{m}$ 以下、または、配線の線幅の $1/2$ 以下で、線幅の $1/5$ 以上の長さで角部を削除し、コーナー部を丸みをおびるパターンを有せしめる。即ち、上面からみたコーナー部における配線層の外周は曲線を形成するようにする。具体的には、コーナー部の外周縁に丸みを帯びさせるため、コーナー部を挟む互いに垂直な2つの第1直線と、これら2つの第1直線と約45度の角度をなす一つの第2直線と、で形成される直角二等辺三角形の部分に相当する配線層の一部を除去する。除去すると新たに2つの鈍角の部分配線層に形成されるが、マスク設計や、エッチング条件を適宜設定することにより、各鈍角部分に第1直線と第2直線との両方に接する曲線が形成されるように配線層をエッチングすることが好ましい。なお、前記直角二等辺三角形の互いに等しい2辺の長さは、配線幅の $1/5$ 以上 $1/2$ 以下とする。またコーナー部の内周についても、コーナー部の外周に沿って内周が丸みを帯びるよう形成する。

【0279】

このような配線層において、屈曲部や配線幅が変化する部位の角部をなめらかにして、丸みを付けることにより、プラズマによるドライエッチの際、異常放電による微粉の発生を抑え、凹部では、洗浄のときに、たとえできた微粉であっても、それが角に集まりやすいのを洗い流す結果として歩留まり向上が甚だしく期待できるという効果を有する。すなわち、製造工程における塵や微粉の問題を解消することができる。また、配線の角部がラウンドをとることにより、電氣的にも伝導させることが期待できる。また、多数の平行配線では、ゴミを洗い流すのにはきわめて好都合である。

【0280】

（実施の形態9）

本発明によって形成される表示装置によって、テレビジョン装置を完成させることができる。図25はテレビジョン装置（本実施の形態ではELテレビジョン装置）の主要な構成を示すブロック図を示している。表示パネルには、図16（A）で示すような構成として画素部のみが形成されて走査線側駆動回路と信号線側駆動回路とが、図17（B）のようなTAB方式により実装される場合と、図17（A）のようなCOG方式により実装される場合と、図16（B）に示すようにSASでTFTを形成し、画素部と走査線側駆動回路を基板上に一体形成し信号線側駆動回路を別途ドライバICとして実装する場合、また図16（C）のように画素部と信号線側駆動回路と走査線側駆動回路を基板上に一体形成する場合などがあるが、どのような形態としても良い。

【0281】

その他の外部回路の構成として、映像信号の入力側では、チューナ754で受信した信号のうち、映像信号を増幅する映像信号増幅回路755と、そこから出力される信号を赤、緑、青の各色に対応した色信号に変換する映像信号処理回路756と、その映像信号をドライバICの入力仕様に変換するためのコントロール回路757などからなっている。コントロール回路757は、走査線側と信号線側にそれぞれ信号が出力する。デジタル駆動する場合には、信号線側に信号分割回路758を設け、入力デジタル信号をm個に分割して供給する構成としても良い。

【0282】

チューナ754で受信した信号のうち、音声信号は、音声信号増幅回路759に送られ、その出力は音声信号処理回路760を経てスピーカ763に供給される。制御回路761は受信局（受信周波数）や音量の制御情報を入力部762から受け、チューナ754や音声信号処理回路760に信号を送出する。

【 0 2 8 3 】

表示モジュールを、図 2 0 (A)、(B) に示すように、筐体に組みこんで、テレビジョン装置を完成させることができる。F P C まで取り付けられた図 1 のような表示パネルのことを一般的には E L 表示モジュールともいう。よって図 1 のような E L 表示モジュールを用いると、E L テレビジョン装置を完成させることができる。表示モジュールにより主画面 2 0 0 3 が形成され、その他付属設備としてスピーカー部 2 0 0 9、操作スイッチなどが備えられている。このように、本発明によりテレビジョン装置を完成させることができる。

【 0 2 8 4 】

また、位相差板や偏光板を用いて、外部から入射する光の反射光を遮断するようにしてもよい。また上方放射型の表示装置ならば、隔壁となる絶縁層を着色しブラックマトリクスとして用いてもよい。この隔壁は液滴吐出法などによっても形成することができ、顔料系の黒色樹脂や、ポリイミドなどの樹脂材料に、カーボンブラック等を混合させてもよく、その積層でもよい。液滴吐出法によって、異なった材料を同領域に複数回吐出し、隔壁を形成してもよい。位相差板、位相差板としては $\lambda / 4$ 板、 $\lambda / 2$ 板を用い、光を制御できるように設計すればよい。構成としては、順に T F T 素子基板、発光素子、封止基板（封止材）、位相差板、位相差板（ $\lambda / 4$ 板、 $\lambda / 2$ 板）、偏光板となり、発光素子から放射された光は、これらを通し偏光板側より外部に放射される。この位相差板や偏光板は光が放射される側に設置すればよく、両方放射される両方放射型の表示装置であれば両方に設置することもできる。また、偏光板の外側に反射防止膜を有していても良い。これにより、より高繊細で精密な画像を表示することができる。

【 0 2 8 5 】

図 2 0 (A) に示すように、筐体 2 0 0 1 に表示素子を利用した表示用パネル 2 0 0 2 が組みこまれ、受信機 2 0 0 5 により一般のテレビ放送の受信をはじめ、モデム 2 0 0 4 を介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより一方向（送信者から受信者）又は双方向（送信者と受信者間、又は受信者間同士）の情報通信をすることもできる。テレビジョン装置の操作は、筐体に組みこまれたスイッチ又は別体のリモコン操作機 2 0 0 6 により行うことが可能であり、このリモコン装置にも出力する情報を表示する表示部 2 0 0 7 が設けられていても良い。

【 0 2 8 6 】

また、テレビジョン装置にも、主画面 2 0 0 3 の他にサブ画面 2 0 0 8 を第 2 の表示用パネルで形成し、チャンネルや音量などを表示する構成が付加されていても良い。この構成において、主画面 2 0 0 3 を視野角の優れた E L 表示用パネルで形成し、サブ画面を低消費電力で表示可能な液晶表示用パネルで形成しても良い。また、低消費電力化を優先させるためには、主画面 2 0 0 3 を液晶表示用パネルで形成し、サブ画面を E L 表示用パネルで形成し、サブ画面は点滅可能とする構成としても良い。本発明を用いると、このような大型基板を用いて、多くの T F T や電子部品を用いても、信頼性の高い表示装置とすることができる。

【 0 2 8 7 】

図 2 0 (B) は例えば 2 0 ～ 8 0 インチの大型の表示部を有するテレビジョン装置であり、筐体 2 0 1 0、操作部であるキーボード部 2 0 1 2、表示部 2 0 1 1、スピーカー部 2 0 1 3 等を含む。本発明は、表示部 2 0 1 1 の作製に適用される。図 2 0 (B) の表示部は、わん曲可能な物質を用いているので、表示部がわん曲したテレビジョン装置となっている。このように表示部の形状を自由に設計することができるので、所望な形状のテレビジョン装置を作製することができる。

【 0 2 8 8 】

本発明により、簡略な工程で表示装置を形成できるため、コストダウンも達成できる。よって本発明を用いたテレビジョン装置では、大画面の表示部を有しても低いコストで形成できる。よって高性能、高信頼性のテレビジョン装置を歩留まりよく作製することができる。

【 0 2 8 9 】

勿論、本発明はテレビジョン装置に限定されず、パーソナルコンピュータのモニタをはじめ、鉄道の駅や空港などにおける情報表示盤や、街頭における広告表示盤など大面積の表示媒体としても様々な用途に適用することができる。

【 0 2 9 0 】

(実施の形態 10)

本実施の形態を図 2 1 を用いて説明する。本実施の形態は、実施の形態 3 乃至 7 で作製する表示装置を有するパネルを用いたモジュールの例を示す。

【 0 2 9 1 】

図 2 1 (A) に示す情報端末のモジュールは、プリント配線基板 9 8 6 に、コントローラ 9 0 1、中央処理装置 (C P U) 9 0 2、メモリ 9 1 1、電源回路 9 0 3、音声処理回路 9 2 9 及び送受信回路 9 0 4 や、その他、抵抗、パッファ、容量素子等の素子が実装されている。また、パネル 9 0 0 がフレキシブル配線基板 (F P C) 9 0 8 を介してプリント配線基板 9 8 6 に接続されている。

10

【 0 2 9 2 】

パネル 9 0 0 には、発光素子が各画素に設けられた画素部 9 0 5 と、前記画素部 9 0 5 が有する画素を選択する第 1 の走査線駆動回路 9 0 6 a、第 2 の走査線駆動回路 9 0 6 b 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 9 0 7 とが設けられている。

【 0 2 9 3 】

プリント配線基板 9 8 6 に備えられたインターフェース (I / F) 部 9 0 9 を介して、各種制御信号の入出力が行われる。また、アンテナとの間の信号の送受信を行なうためのアンテナ用ポート 9 1 0 が、プリント配線基板 9 8 6 に設けられている。

20

【 0 2 9 4 】

なお、本実施の形態ではパネル 9 0 0 にプリント配線基板 9 8 6 が F P C 9 0 8 を介して接続されているが、必ずしもこの構成に限定されない。C O G (C h i p o n G l a s s) 方式を用い、コントローラ 9 0 1、音声処理回路 9 2 9、メモリ 9 1 1、C P U 9 0 2 または電源回路 9 0 3 をパネル 9 0 0 に直接実装させるようにしても良い。また、プリント配線基板 9 8 6 には、容量素子、パッファ等の各種素子が設けられ、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を防いでいる。

【 0 2 9 5 】

図 2 1 (B) は、図 2 1 (A) に示したモジュールのブロック図を示す。このモジュール 9 9 9 は、メモリ 9 1 1 として V R A M 9 3 2、D R A M 9 2 5、フラッシュメモリ 9 2 6 などが含まれている。V R A M 9 3 2 にはパネルに表示する画像のデータが、D R A M 9 2 5 には画像データまたは音声データが、フラッシュメモリには各種プログラムが記憶されている。

30

【 0 2 9 6 】

電源回路 9 0 3 では、パネル 9 0 0、コントローラ 9 0 1、C P U 9 0 2、音声処理回路 9 2 9、メモリ 9 1 1、送受信回路 9 3 1 に与える電源電圧が生成される。またパネルの仕様によっては、電源回路 9 0 3 に電流源が備えられている場合もある。

【 0 2 9 7 】

C P U 9 0 2 は、制御信号生成回路 9 2 0、デコーダ 9 2 1、レジスタ 9 2 2、演算回路 9 2 3、R A M 9 2 4、C P U 用のインターフェース 9 3 5 などを有している。インターフェース 9 3 5 を介して C P U 9 0 2 に入力された各種信号は、一旦レジスタ 9 2 2 に保持された後、演算回路 9 2 3、デコーダ 9 2 1 などに入力される。演算回路 9 2 3 では、入力された信号に基づき演算を行ない、各種命令を送る場所を指定する。一方デコーダ 9 2 1 に入力された信号はデコードされ、制御信号生成回路 9 2 0 に入力される。制御信号生成回路 9 2 0 は入力された信号に基づき、各種命令を含む信号を生成し、演算回路 9 2 3 において指定された場所、具体的にはメモリ 9 1 1、送受信回路 9 3 1、音声処理回路 9 2 9、コントローラ 9 0 1 などに送る。

40

【 0 2 9 8 】

50

メモリ 911、送受信回路 931、音声処理回路 929、コントローラ 901 は、それぞれ受けた命令に従って動作する。以下その動作について簡単に説明する。

【0299】

入力手段 930 から入力された信号は、インターフェース 909 を介してプリント配線基板 986 に実装された CPU 902 に送られる。制御信号生成回路 920 は、ポインティングデバイスやキーボードなどの入力手段 930 から送られてきた信号に従い、VRAM 932 に格納してある画像データを所定のフォーマットに変換し、コントローラ 901 に送付する。

【0300】

コントローラ 901 は、パネルの仕様に合わせて CPU 902 から送られてきた画像データを含む信号にデータ処理を施し、パネル 900 に供給する。またコントローラ 901 は、電源回路 903 から入力された電源電圧や CPU 902 から入力された各種信号をもとに、Hsync 信号、Vsync 信号、クロック信号 CLK、交流電圧 (AC Cont)、切り替え信号 L/R を生成し、パネル 900 に供給する。

【0301】

送受信回路 904 では、アンテナ 933 において電波として送受信される信号が処理されており、具体的にはアイソレータ、バンドパスフィルタ、VCO (Voltage Controlled Oscillator)、LPF (Low Pass Filter)、カプラ、バランなどの高周波回路を含んでいる。送受信回路 904 において送受信される信号のうち音声情報を含む信号が、CPU 902 からの命令に従って、音声処理回路 929 に送られる。

【0302】

CPU 902 の命令に従って送られてきた音声情報を含む信号は、音声処理回路 929 において音声信号に復調され、スピーカ 928 に送られる。またマイク 927 から送られてきた音声信号は、音声処理回路 929 において変調され、CPU 902 からの命令に従って、送受信回路 904 に送られる。

【0303】

コントローラ 901、CPU 902、電源回路 903、音声処理回路 929、メモリ 911 を、本実施の形態のパッケージとして実装することができる。本実施の形態は、アイソレータ、バンドパスフィルタ、VCO (Voltage Controlled Oscillator)、LPF (Low Pass Filter)、カプラ、バランなどの高周波回路以外であれば、どのような回路にも応用することができる。

【0304】

(実施の形態 11)

本実施の形態を図 22 を用いて説明する。図 22 は、この実施の形態 10 で作製するモジュールを含む無線を用いた持ち運び可能な小型電話機 (携帯電話) の一態様を示している。パネル 900 はハウジング 981 に脱着自在に組み込んでモジュール 999 と容易に組み合わせできるようにしている。ハウジング 981 は組み入れる電子機器に合わせて、形状や寸法を適宜変更することができる。

【0305】

パネル 900 を固定したハウジング 981 はプリント配線基板 986 に嵌着されモジュールとして組み立てられる。プリント配線基板 986 には、パッケージングされた複数の半導体装置が実装されている。プリント配線基板 986 に実装される複数の半導体装置は、コントローラ、中央処理ユニット (CPU、Central Processing Unit)、メモリ、電源回路、その他、抵抗、バッファ、容量素子等のいずれかの機能を有する。さらに、マイクロフォン 994 及びスピーカ 995 を含む音声処理回路、送受信回路などの信号処理回路 993 が備えられている。パネル 900 は FPC 908 を介してプリント配線基板 986 に接続される。

【0306】

このようなモジュール 999、ハウジング 981、プリント配線基板 986、入力手段

10

20

30

40

50

９９８、バッテリー９９７は筐体９９６に収納される。パネル９００の画素部は筐体９９６に形成された開口窓から視認できよう配置されている。本発明により、高い信頼性の電子機器を、高い生産性で製造することができる。

【０３０７】

図２２で示す筐体９９６は、電話機の外観形状を一例として示している。しかしながら、本実施の形態に係る電子機器は、その機能や用途に応じてさまざまな態様に変容し得る。以下に示す実施の形態で、その態様の一例を説明する。

【０３０８】

(実施の形態１２)

本発明を適用して、様々な表示装置を作製することができる。即ち、それら表示装置を表示部に組み込んだ様々な電子機器に本発明を適用できる。

【０３０９】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ等のカメラ、プロジェクター、ヘッドマウントディスプレイ(ゴーグル型ディスプレイ)、カーナビゲーション、カーステレオ、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、携帯電話または電子書籍等)、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。それらの例を図１９に示す。

【０３１０】

図１９(A)は、コンピュータであり、本体２１０１、筐体２１０２、表示部２１０３、キーボード２１０４、外部接続ポート２１０５、ポインティングマウス２１０６等を含む。このコンピュータにおいて表示部２１０３は、上記実施の形態の構成を含んでいる。それにより、コンピュータの表示部２１０３における欠陥の発生が抑えられるので、長期に渡って使用することができる。また、信頼性が高く、高画質な画像を表示するコンピュータを提供することができる。

【０３１１】

図１９(B)は記録媒体を備えた画像再生装置(具体的にはDVD再生装置)であり、本体２２０１、筐体２２０２、表示部A 2203、表示部B 2204、記録媒体(DVD等)読み込み部２２０５、操作キー２２０６、スピーカー部２２０７等を含む。表示部A 2203は主として画像情報を表示し、表示部B 2204は主として文字情報を表示する。この記録媒体を備えた画像再生装置において表示部A 2203及び表示部B 2204は、上記実施の形態の構成を含んでいる。それにより、記録媒体を備えた画像再生装置の表示部A 2203及び表示部B 2204における欠陥の発生が抑えられるので、長期に渡って使用することができる。また、信頼性が高く、高画質な画像を表示する記録媒体を備えた画像再生装置を提供することができる。

【０３１２】

図１９(C)は携帯電話であり、本体２３０１、音声出力部２３０２、音声入力部２３０３、表示部２３０４、操作スイッチ２３０５、アンテナ２３０６等を含む。この携帯電話において表示部２３０４は、上記実施の形態の構成を含んでいる。それにより、携帯電話の表示部２３０４における欠陥の発生が抑えられるので、長期に渡って使用することができる。また、信頼性が高く、高画質な画像を表示する携帯電話を提供することができる。

【０３１３】

図１９(D)はビデオカメラであり、本体２４０１、表示部２４０２、筐体２４０３、外部接続ポート２４０４、リモコン受信部２４０５、受像部２４０６、バッテリー２４０７、音声入力部２４０８、接眼部２４０９、操作キー２４１０等を含む。このビデオカメラにおいて表示部２４０２は、上記実施の形態の構成を含んでいる。それにより、ビデオカメラの表示部２４０２における欠陥の発生が抑えられるので、長期に渡って使用することができる。また、信頼性が高く、高画質な画像を表示するビデオカメラを提供することができる。本実施の形態は、上記の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

【 0 3 1 4 】

(実施の形態 1 3)

本発明の発光素子には本実施の形態では、本発明の発光素子に適用することのできる他の構成を、図 2 8 及び図 2 9 を用いて説明する。

【 0 3 1 5 】

エレクトロルミネセンスを利用する発光素子は、発光材料が有機化合物であるか、無機化合物であるかによって区別され、一般的に、前者は有機 E L 素子、後者は無機 E L 素子と呼ばれている。

【 0 3 1 6 】

無機 E L 素子は、その素子構成により、分散型無機 E L 素子と薄膜型無機 E L 素子とに分類される。前者は、発光材料の粒子をバインダ中に分散させた電界発光層を有し、後者は、発光材料の薄膜からなる電界発光層を有している点に違いはあるが、高電界で加速された電子を必要とする点では共通である。なお、得られる発光のメカニズムとしては、ドナー準位とアクセプター準位を利用するドナー - アクセプター再結合型発光と、金属イオンの内殻電子遷移を利用する局在型発光とがある。一般的に、分散型無機 E L ではドナー - アクセプター再結合型発光、薄膜型無機 E L 素子では局在型発光である場合が多い。

10

【 0 3 1 7 】

本発明で用いることのできる発光材料は、母体材料と発光中心となる不純物元素とで構成される。含有させる不純物元素を変化させることで、様々な色の発光を得ることができる。発光材料の作製方法としては、固相法や液相法（共沈法）などの様々な方法を用いることができる。また、噴霧熱分解法、複分解法、プレカーサーの熱分解反応による方法、逆ミセル法やこれらの方法と高温焼成を組み合わせた方法、凍結乾燥法などの液相法なども用いることができる。

20

【 0 3 1 8 】

固相法は、母体材料と、不純物元素又は不純物元素を含む化合物を秤量し、乳鉢で混合、電気炉で加熱、焼成を行い反応させ、母体材料に不純物元素を含有させる方法である。焼成温度は、7 0 0 ~ 1 5 0 0 が好ましい。温度が低すぎる場合は固相反応が進まず、温度が高すぎる場合は母体材料が分解してしまうからである。なお、粉末状態で焼成を行ってもよいが、ペレット状態で焼成を行うことが好ましい。比較的高温での焼成を必要とするが、簡単な方法であるため、生産性がよく大量生産に適している。

30

【 0 3 1 9 】

液相法（共沈法）は、母体材料又は母体材料を含む化合物と、不純物元素又は不純物元素を含む化合物を溶液中で反応させ、乾燥させた後、焼成を行う方法である。発光材料の粒子が均一に分布し、粒径が小さく低い焼成温度でも反応が進むことができる。

【 0 3 2 0 】

発光材料に用いる母体材料としては、硫化物、酸化物、窒化物を用いることができる。硫化物としては、例えば、硫化亜鉛（Z n S）、硫化カドミウム（C d S）、硫化カルシウム（C a S）、硫化イットリウム（Y₂ S₃）、硫化ガリウム（G a₂ S₃）、硫化ストロンチウム（S r S）、硫化バリウム（B a S）等を用いることができる。また、酸化物としては、例えば、酸化亜鉛（Z n O）、酸化イットリウム（Y₂ O₃）等を用いることができる。また、窒化物としては、例えば、窒化アルミニウム（A l N）、窒化ガリウム（G a N）、窒化インジウム（I n N）等を用いることができる。さらに、セレン化亜鉛（Z n S e）、テルル化亜鉛（Z n T e）等も用いることができ、硫化カルシウム - ガリウム（C a G a₂ S₄）、硫化ストロンチウム - ガリウム（S r G a₂ S₄）、硫化バリウム - ガリウム（B a G a₂ S₄）、等の 3 元系の混晶であってもよい。

40

【 0 3 2 1 】

局在型発光の発光中心として、マンガン（M n）、銅（C u）、サマリウム（S m）、テルビウム（T b）、エルビウム（E r）、ツリウム（T m）、ユーロピウム（E u）、セリウム（C e）、プラセオジウム（P r）などを用いることができる。なお、電荷補償として、フッ素（F）、塩素（C l）などのハロゲン元素が添加されていてもよい。

50

【 0 3 2 2 】

一方、ドナー - アクセプター再結合型発光の発光中心として、ドナー準位を形成する第 1 の不純物元素及びアクセプター準位を形成する第 2 の不純物元素を含む発光材料を用いることができる。第 1 の不純物元素は、例えば、フッ素 (F)、塩素 (C l)、アルミニウム (A l) 等を用いることができる。第 2 の不純物元素としては、例えば、銅 (C u)、銀 (A g) 等を用いることができる。

【 0 3 2 3 】

ドナー - アクセプター再結合型発光の発光材料を固相法を用いて合成する場合、母体材料と、第 1 の不純物元素又は第 1 の不純物元素を含む化合物と、第 2 の不純物元素又は第 2 の不純物元素を含む化合物をそれぞれ秤量し、乳鉢で混合した後、電気炉で加熱、焼成を行う。母体材料としては、上述した母体材料を用いることができ、第 1 の不純物元素又は第 1 の不純物元素を含む化合物としては、例えば、フッ素 (F)、塩素 (C l)、硫化アルミニウム (A l ₂ S ₃) 等を用いることができ、第 2 の不純物元素又は第 2 の不純物元素を含む化合物としては、例えば、銅 (C u)、銀 (A g)、硫化銅 (C u ₂ S)、硫化銀 (A g ₂ S) 等を用いることができる。焼成温度は、700 ~ 1500 が好ましい。温度が低すぎる場合は固相反応が進まず、温度が高すぎる場合は母体材料が分解してしまうからである。なお、粉末状態で焼成を行ってもよいが、ペレット状態で焼成を行うことが好ましい。

10

【 0 3 2 4 】

また、固相反応を利用する場合の不純物元素として、第 1 の不純物元素と第 2 の不純物元素で構成される化合物を組み合わせて用いてもよい。この場合、不純物元素が拡散されやすく、固相反応が進みやすくなるため、均一な発光材料を得ることができる。さらに、余分な不純物元素が入らないため、純度の高い発光材料を得ることができる。第 1 の不純物元素と第 2 の不純物元素で構成される化合物としては、例えば、塩化銅 (C u C l)、塩化銀 (A g C l) 等を用いることができる。

20

【 0 3 2 5 】

なお、これらの不純物元素の濃度は、母体材料に対して 0 . 0 1 ~ 1 0 a t o m % であればよく、好ましくは 0 . 0 5 ~ 5 a t o m % の範囲である。

【 0 3 2 6 】

薄膜型無機 E L の場合、電界発光層は、上記発光材料を含む層であり、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着 (E B 蒸着) 法等の真空蒸着法、スパッタリング法等の物理気相成長法 (P V D)、有機金属 C V D 法、ハイドライド輸送減圧 C V D 法等の化学気相成長法 (C V D)、原子エビタキシ法 (A L E) 等を用いて形成することができる。

30

【 0 3 2 7 】

図 2 8 (A) 乃至 (C) に発光素子として用いることのできる薄膜型無機 E L 素子の一例を示す。図 2 8 (A) 乃至 (C) において、発光素子は、第 1 の電極層 5 0、電界発光層 5 1、第 2 の電極層 5 3 を含む。

【 0 3 2 8 】

図 2 8 (B) 及び図 2 8 (C) に示す発光素子は、図 2 8 (A) の発光素子において、電極層と電界発光層間に絶縁層を設ける構造である。図 2 8 (B) に示す発光素子は、第 1 の電極層 5 0 と電界発光層 5 2 との間に絶縁層 5 4 を有し、図 2 8 (C) に示す発光素子は、第 1 の電極層 5 0 と電界発光層 5 2 との間に絶縁層 5 4 a、第 2 の電極層 5 3 と電界発光層 5 2 との間に絶縁層 5 4 b とを有している。このように絶縁層は電界発光層を挟持する一対の電極層のうち一方の間にのみ設けてもよいし、両方の間に設けてもよい。また絶縁層は単層でもよいし複数層からなる積層でもよい。

40

【 0 3 2 9 】

また、図 2 8 (B) では第 1 の電極層 5 0 に接するように絶縁層 5 4 が設けられているが、絶縁層と電界発光層の順番を逆にして、第 2 の電極層 5 3 に接するように絶縁層 5 4 を設けてもよい。

【 0 3 3 0 】

50

分散型無機EL素子の場合、粒子状の発光材料をバインダ中に分散させ膜状の電界発光層を形成する。発光材料の作製方法によって、十分に所望の大きさの粒子が得られない場合は、乳鉢等で粉碎などによって粒子状に加工すればよい。バインダとは、粒状の発光材料を分散した状態で固定し、電界発光層としての形状に保持するための物質である。発光材料は、バインダによって電界発光層中に均一に分散し固定される。

【0331】

分散型無機EL素子の場合、電界発光層の形成方法は、選択的に電界発光層を形成できる液滴吐出法や、印刷法（スクリーン印刷やオフセット印刷など）、スピンコート法などの塗布法、ディッピング法、ディスペンサ法などを用いることもできる。膜厚は特に限定されることはないが、好ましくは、10～1000nmの範囲である。また、発光材料及びバインダを含む電界発光層において、発光材料の割合は50wt%以上80wt%以下とするよい。

10

【0332】

図29(A)乃至(C)に発光素子として用いることのできる分散型無機EL素子の一例を示す。図29(A)における発光素子は、第1の電極層60、電界発光層62、第2の電極層63の積層構造を有し、電界発光層62中にバインダによって保持された発光材料61を含む。

【0333】

本実施の形態に用いることのできるバインダとしては、絶縁材料を用いることができ、有機材料や無機材料を用いることができ、有機材料及び無機材料の混合材料を用いてもよい。有機絶縁材料としては、シアノエチルセルロース系樹脂のように、比較的誘電率の高いポリマーや、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン系樹脂、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、フッ化ビニリデンなどの樹脂を用いることができる。また、芳香族ポリアミド、ポリベンゾイミダゾール(polybenzimidazole)などの耐熱性高分子、又はシロキサン樹脂を用いてもよい。なお、シロキサン樹脂とは、Si-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基（例えばアルキル基、芳香族炭化水素）が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いてもよい。または置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。また、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラルなどのビニル樹脂、フェノール樹脂、ノボラック樹脂、アクリル樹脂、メラミン樹脂、ウレタン樹脂、オキサゾール樹脂(ポリベンゾオキサゾール)等の樹脂材料を用いてもよい。これらの樹脂に、チタン酸バリウム(BaTiO₃)やチタン酸ストロンチウム(SrTiO₃)などの高誘電率の微粒子を適度に混合して誘電率を調整することもできる。

20

30

【0334】

バインダに含まれる無機絶縁材料としては、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸素及び窒素を含む珪素、窒化アルミニウム(AlN)、酸素及び窒素を含むアルミニウムまたは酸化アルミニウム(Al₂O₃)、酸化チタン(TiO₂)、BaTiO₃、SrTiO₃、チタン酸鉛(PbTiO₃)、ニオブ酸カリウム(KNbO₃)、ニオブ酸鉛(PbNbO₃)、酸化タンタル(Ta₂O₅)、タンタル酸バリウム(BaTa₂O₆)、タンタル酸リチウム(LiTaO₃)、酸化イットリウム(Y₂O₃)、酸化ジルコニウム(ZrO₂)、その他の無機絶縁性材料を含む物質から選ばれた材料で形成することができる。有機材料に、誘電率の高い無機材料を含ませる（添加等によって）ことによって、発光材料及びバインダよりなる電界発光層の誘電率をより制御することができ、より誘電率を大きくすることができる。バインダに無機材料と有機材料との混合層を用い、高い誘電率とすると、発光材料により大きい電荷を誘起することができる。

40

【0335】

作製工程において、発光材料はバインダを含む溶液中に分散されるが本実施の形態に用いることのできるバインダを含む溶液の溶媒としては、バインダ材料が溶解し、電界発光層を形成する方法（種々のウェットプロセス）及び所望の膜厚に適した粘度の溶液を作製で

50

きるような溶媒を適宜選択すればよい。有機溶媒等を用いることができ、例えばバインダとしてシロキサン樹脂を用いる場合は、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEAともいう）、3-メトキシ-3メチル-1-ブタノール（MMBともいう）などを用いることができる。

【0336】

図29(B)及び図29(C)に示す発光素子は、図29(A)の発光素子において、電極層と電界発光層間に絶縁層を設ける構造である。図29(B)に示す発光素子は、第1の電極層60と電界発光層62との間に絶縁層64を有し、図29(C)に示す発光素子は、第1の電極層60と電界発光層62との間に絶縁層64a、第2の電極層63と電界発光層62との間に絶縁層64bとを有している。このように絶縁層は電界発光層を挟持する一対の電極層のうち一方の間にのみ設けてもよいし、両方の間に設けてもよい。また絶縁層は単層でもよいし複数層からなる積層でもよい。

10

【0337】

また、図29(B)では第1の電極層60に接するように絶縁層64が設けられているが、絶縁層と電界発光層の順番を逆にして、第2の電極層63に接するように絶縁層64を設けてもよい。

【0338】

図28における絶縁層54、図29における絶縁層64のような絶縁層は、特に限定されることはないが、絶縁耐性が高く、緻密な膜質であることが好ましく、さらには、誘電率が高いことが好ましい。例えば、酸化シリコン(SiO_2)、酸化イットリウム(Y_2O_3)、酸化チタン(TiO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、酸化ハフニウム(HfO_2)、酸化タンタル(Ta_2O_5)、チタン酸バリウム(BaTiO_3)、チタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)、チタン酸鉛(PbTiO_3)、窒化シリコン(Si_3N_4)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)等やこれらの混合膜又は2種以上の積層膜を用いることができる。これらの絶縁膜は、スパッタリング、蒸着、CVD等により成膜することができる。また、絶縁層はこれら絶縁材料の粒子をバインダ中に分散して成膜してもよい。バインダ材料は、電界発光層に含まれるバインダと同様な材料、方法を用いて形成すればよい。膜厚は特に限定されることはないが、好ましくは10~1000nmの範囲である。

20

【0339】

本実施の形態で示す発光素子は、電界発光層を挟持する一対の電極層間に電圧を印加することで発光が得られるが、直流駆動又は交流駆動のいずれにおいても動作することができる。

30

【0340】

本実施の形態においても、隔壁となる絶縁層及び第1の電極層にプラズマ処理を行う。プラズマ処理を窒素雰囲気下、又は酸素雰囲気下で行うことにより、絶縁層及び第1の電極層表面を窒化、又は酸化する。プラズマ処理を用いて絶縁層及び第1の電極層を酸化又は窒化（もしくは酸化及び窒化両方行ってもよい）すると、絶縁層及び第1の電極層の表面が改質され、より緻密な絶縁層及び第1の電極層とすることができる。よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。よって、水分などの汚染物質を透過させないので、表示装置外部より進入する汚染物質による発光素子の劣化を防止することができる。

40

【実施例1】

【0341】

本実施例では、無機絶縁材料を用いて隔壁として機能する絶縁層を形成した例を示す。

【0342】

第1の電極層上に絶縁膜を形成し、エッチング法により加工して、隔壁として機能する2層積層からなる絶縁層を形成した。第1の電極層上に第1の絶縁膜及び第2の絶縁膜を積層して形成し、エッチング法により加工して第1の絶縁層及び第2の絶縁層からなる

50

積層を形成した。第1の電極層650としてスパッタ法によりITO膜を形成し、プラズマCVD法により窒化珪素膜からなる第1の絶縁膜を形成した。第1の絶縁膜上に第2の絶縁膜としてプラズマCVD法により窒化酸化珪素膜を積層し、レジストよりなるマスク653を用いて平行平板型RIE装置を用いてエッチングし、テーパ形状を有する第1の絶縁層651及び第2の絶縁層652を形成した。走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope: SEM)観察によるSEM写真を図26(A)に示す。図26(A)は断面図である。エッチング条件は、RFパワー400W、圧力39Pa、エッチングガスはCF₄(流量50sccm)、O₂(流量35sccm)及びHe(流量50sccm)である。第1の絶縁層651及び第2の絶縁層652は連続的に形成され、テーパ形状を有している。

10

【0343】

同様に、絶縁層を2層積層して隔壁となる絶縁層を形成した。第1の電極層上に第1の絶縁膜及び第2の絶縁膜を積層して形成し、エッチング法により加工して第1の絶縁層及び第2の絶縁層からなる積層を形成した。第1の電極層660としてスパッタ法によりITO膜を形成し、プラズマCVD法により窒化珪素膜からなる第1の絶縁膜を形成した。第1の絶縁膜上に第2の絶縁膜としてプラズマCVD法により酸化窒化珪素膜を積層し、レジストよりなるマスク663を用いて平行平板型RIE装置を用いてエッチングし、テーパ形状を有する第1の絶縁層661及び第2の絶縁層662を形成した。走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope: SEM)観察によるSEM写真を図26(B)に示す。図26(B)は断面図である。エッチング条件は、RFパワー400W、圧力39Pa、エッチングガスはCF₄(流量87sccm)、O₂(流量35sccm)及びHe(流量13sccm)である。第1の絶縁層651及び第2の絶縁層652は連続的に形成され、テーパ形状を有している。第1の絶縁層661のテーパ角と第2の絶縁層662のテーパ角は角度が異なり、2段階のテーパ形状を有している。第1の絶縁層651、第2の絶縁層652、第1の絶縁層651及び第2の絶縁層652において40度以上(ほぼ45度)のテーパ角となった。

20

【0344】

以上のような無機絶縁材料を用いた絶縁層は、緻密な膜として成膜できるので、水分などの汚染物質を透過させない。よって、表示装置外部より進入する汚染物質による発光素子の劣化を防止することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0345】

【図1】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

【図2】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

【図3】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

【図4】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

【図5】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

【図6】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

【図7】本発明の表示装置を説明する図。

【図8】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

40

【図9】本発明の表示装置を説明する図。

【図10】本発明の表示装置を説明する図。

【図11】本発明の表示装置を説明する図。

【図12】本発明の表示装置を説明する図。

【図13】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。

【図14】本発明の表示装置を説明する図。

【図15】本発明の表示装置を説明する図。

【図16】本発明の表示装置の上面図。

【図17】本発明の表示装置の上面図。

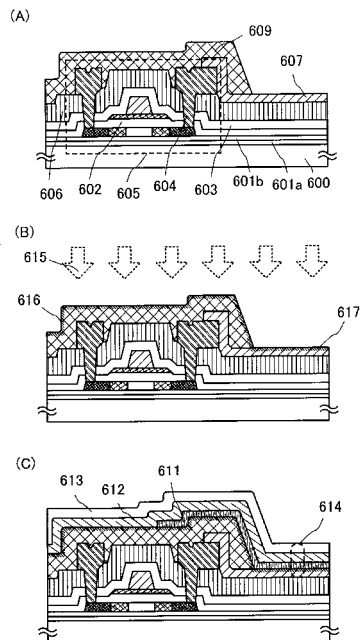
【図18】本発明に適用できる発光素子の構成を説明する図。

50

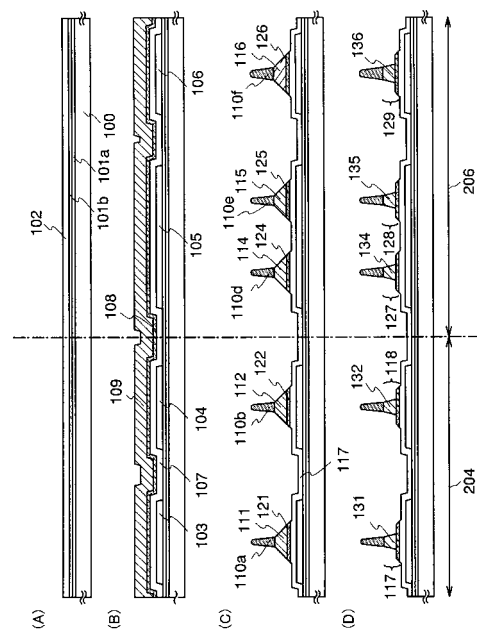
- 【図 19】本発明が適用される電子機器を示す図。
 【図 20】本発明が適用される電子機器を示す図。
 【図 21】本発明が適用される電子機器を説明する図。
 【図 22】本発明が適用される電子機器を説明する図。
 【図 23】図 24 で説明する表示装置の等価回路図。
 【図 24】本発明の表示装置を説明する図。
 【図 25】本発明が適用される電子機器を説明する図。
 【図 26】実施例 1 で示す試料の実験データを示す図。
 【図 27】本発明の表示装置の作製方法を説明する図。
 【図 28】本発明に適用できる発光素子の構成を説明する図。
 【図 29】本発明に適用できる発光素子の構成を説明する図。

10

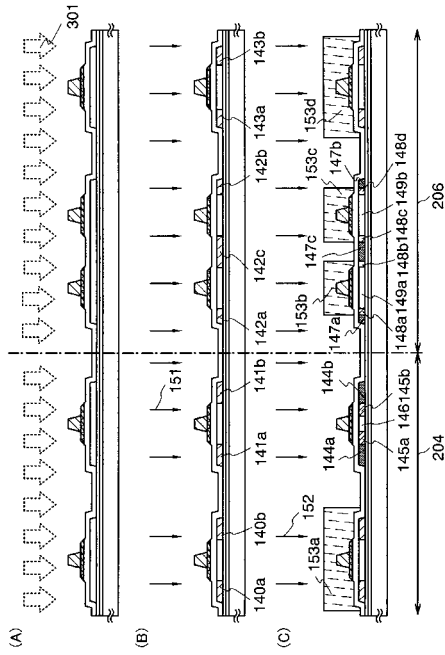
【図 1】



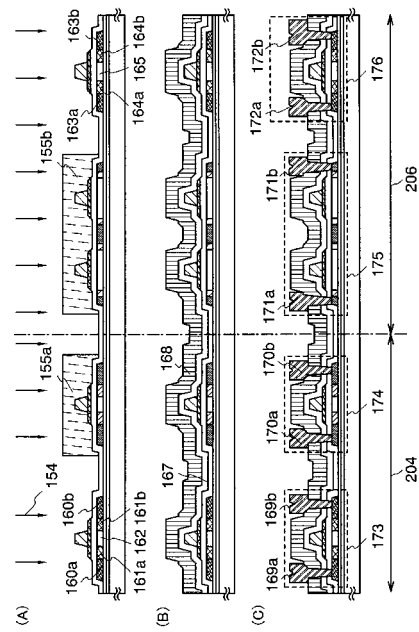
【図 2】



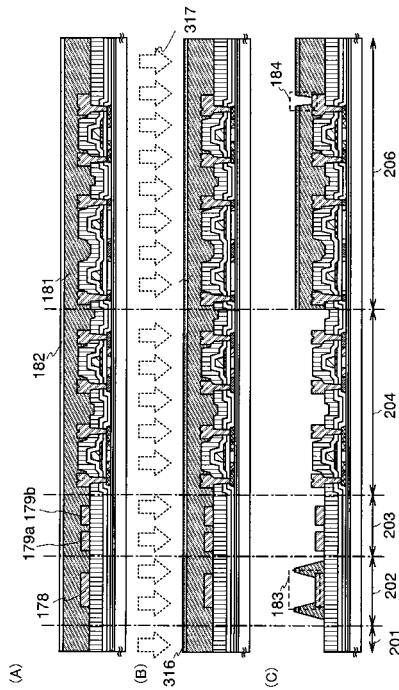
【図 3】



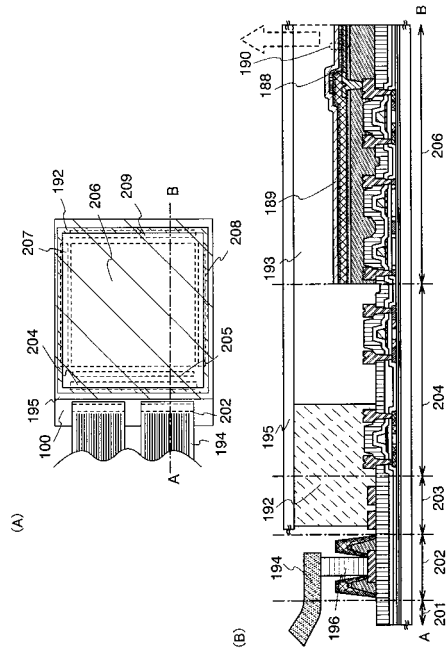
【図 4】



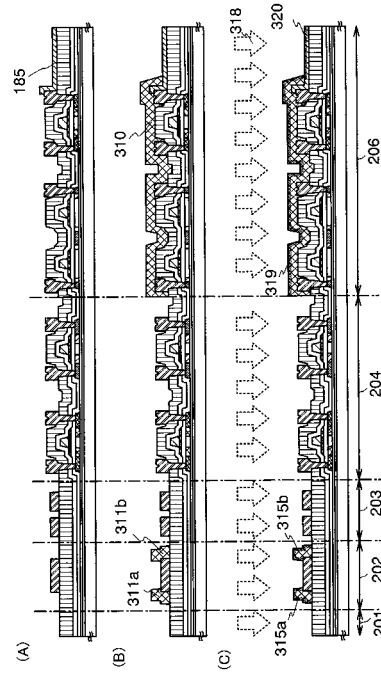
【図 5】



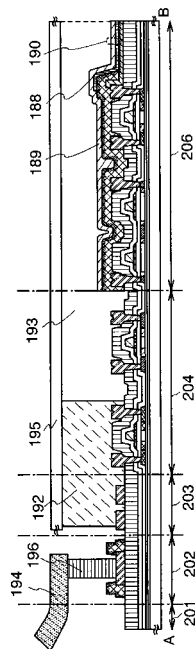
【図 7】



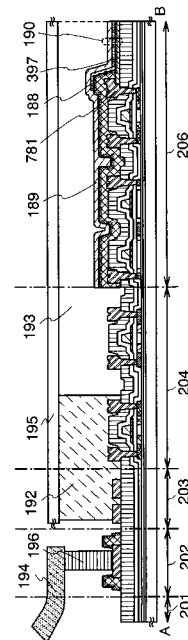
【図 8】



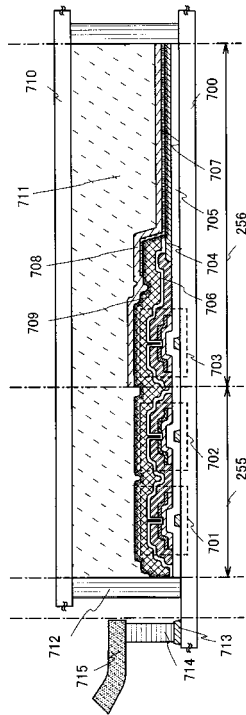
【図 9】



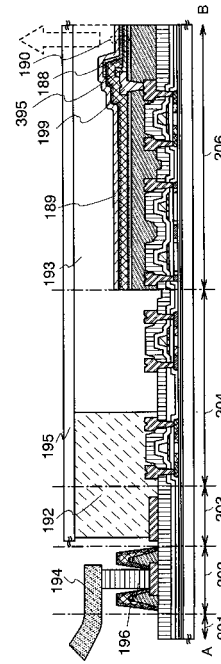
【図 10】



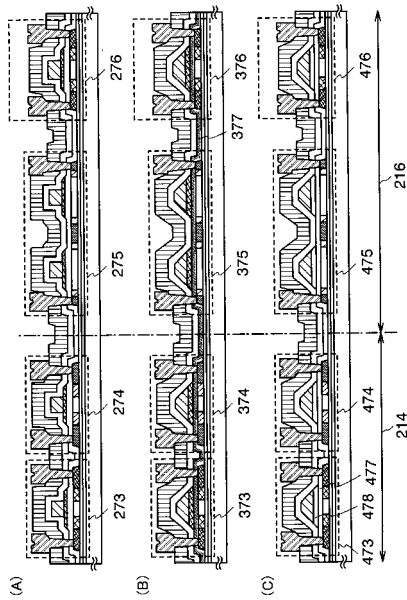
【図 1 1】



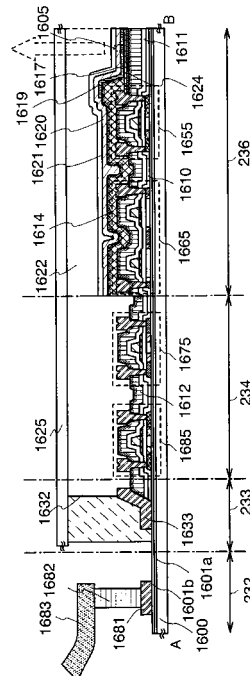
【図 1 2】



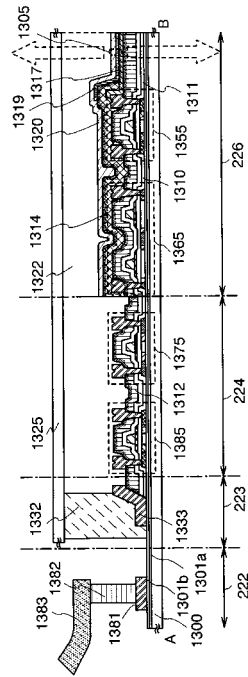
【図 1 3】



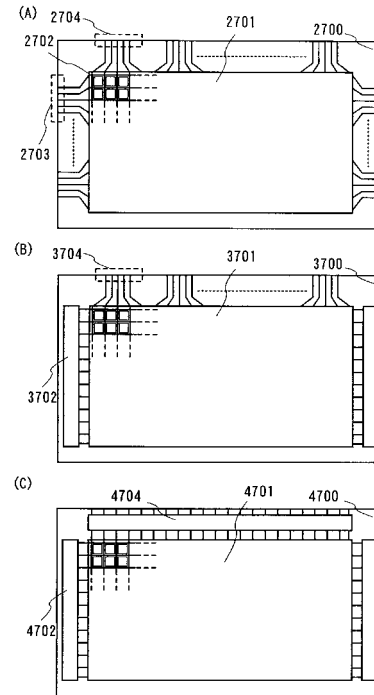
【図 1 4】



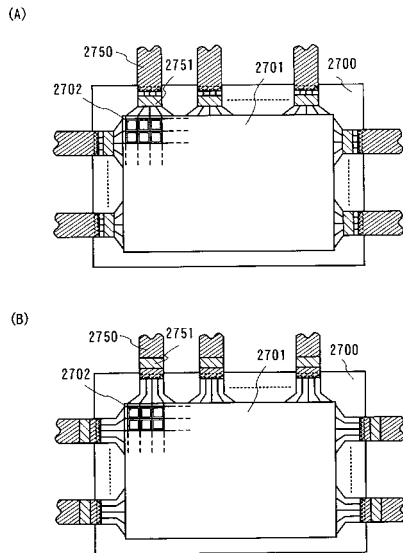
【図 15】



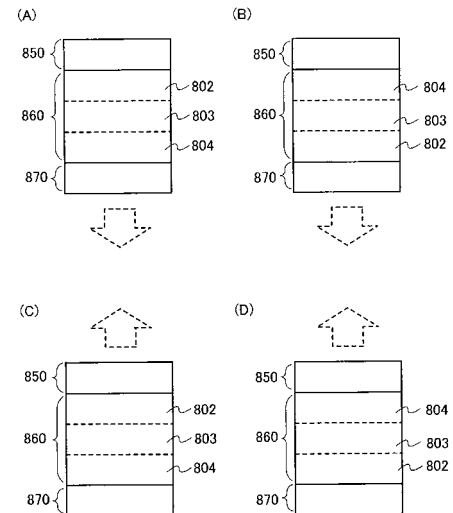
【図 16】



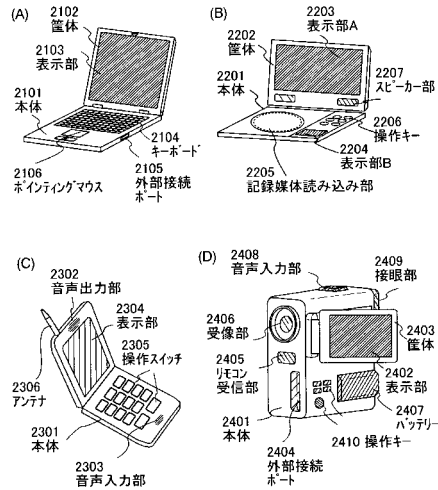
【図 17】



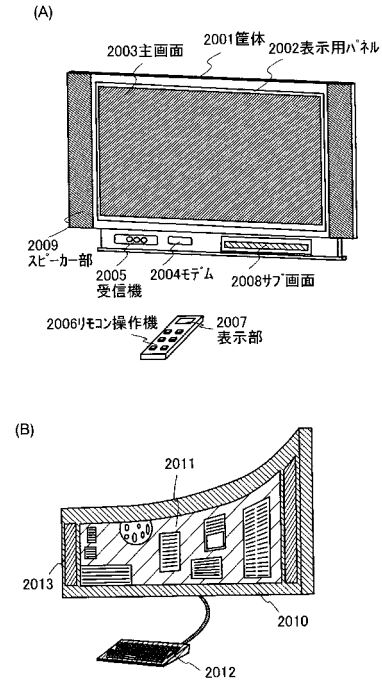
【図 18】



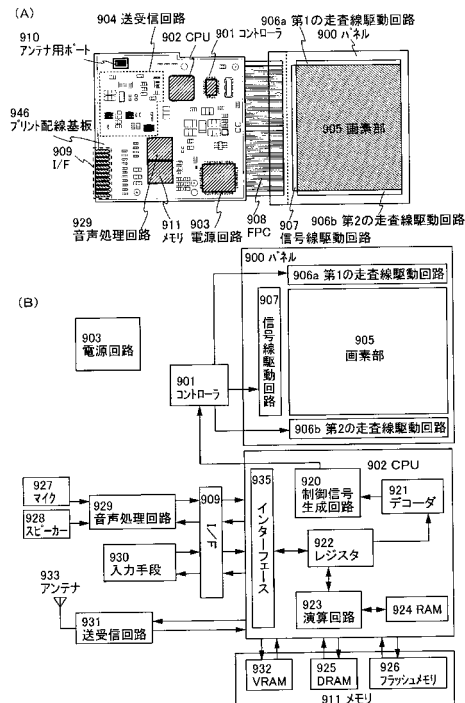
【図 19】



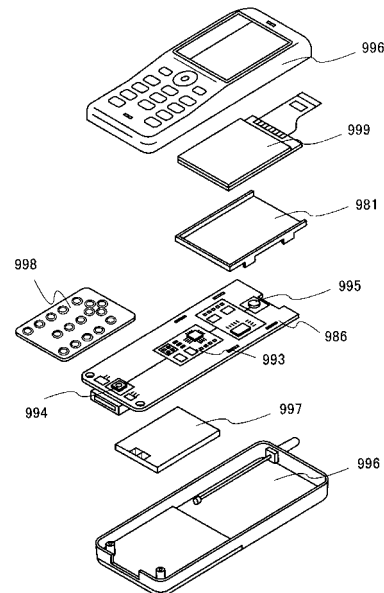
【図 20】



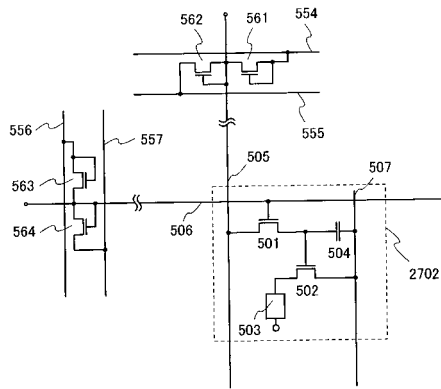
【図 21】



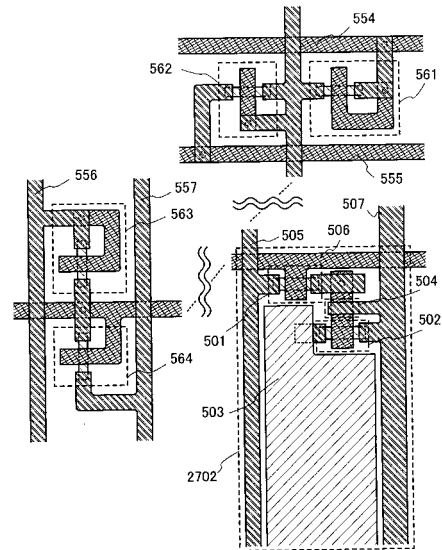
【図 22】



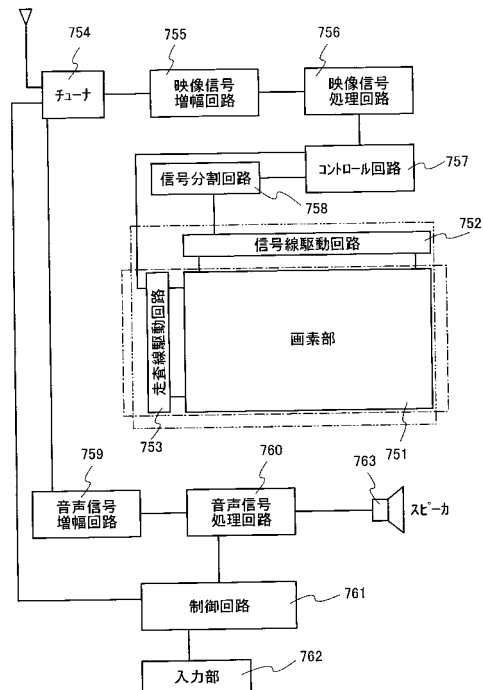
【図 23】



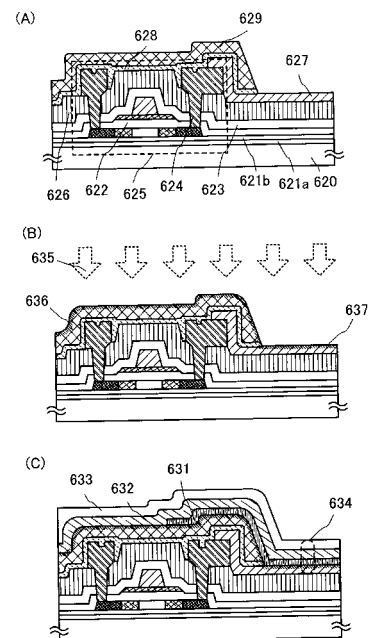
【図 24】



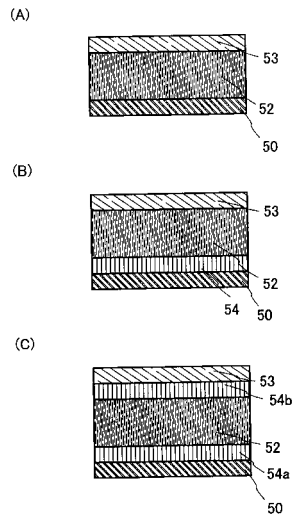
【図 25】



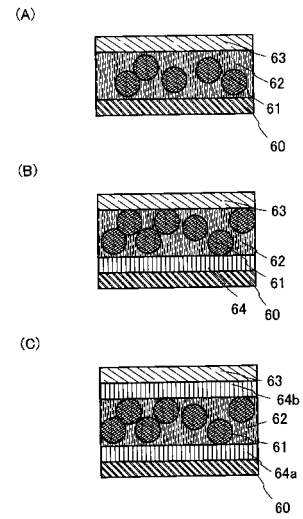
【図 27】



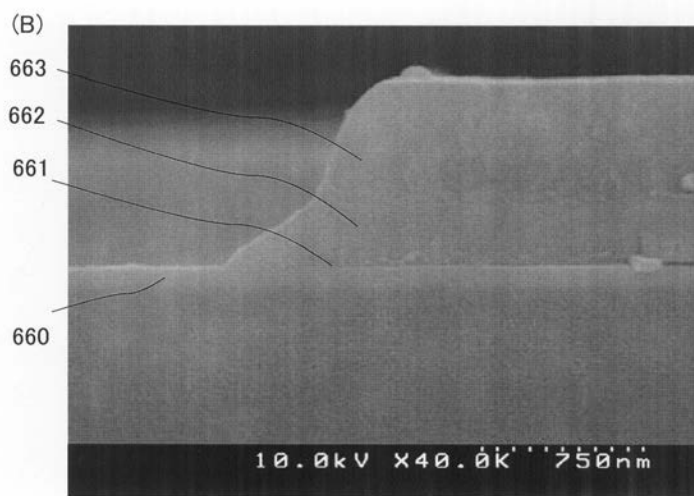
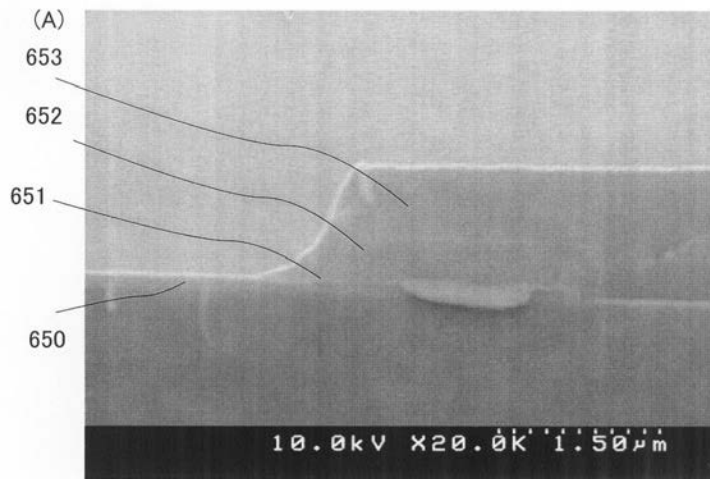
【図 28】



【図 29】



【図 26】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I

H 0 5 B 33/22 (2006.01)

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 3 1 7 9 5 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 0 9 6 1 2 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 2 7 9 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 5 8 3 9 3 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 3 5 9 2 9 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 2 6 3 5 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8

H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6

H 0 1 L 2 7 / 3 2

G 0 9 F 9 / 3 0

专利名称(译)	制造显示装置的方法		
公开(公告)号	JP5008357B2	公开(公告)日	2012-08-22
申请号	JP2006216399	申请日	2006-08-09
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	須沢英臣 山崎舜平		
发明人	須沢 英臣 山崎 舜平		
IPC分类号	H05B33/10 H01L51/50 G09F9/30 H01L27/32 H05B33/12 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/10 H05B33/14.A G09F9/30.365.Z H05B33/12.B H05B33/22.Z G09F9/00.338 G09F9/30.338 G09F9/30.365 H01L27/32 H05B33/14.Z		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/AA05 3K107/BB01 3K107/CC21 3K107/CC23 3K107/CC45 3K107/DD90 3K107/DD95 3K107/EE03 3K107/FF15 3K107/GG12 3K107/GG23 3K107/GG28 5C094/AA31 5C094/AA42 5C094/BA03 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/DA13 5C094/DB01 5C094/FA03 5C094/GB10 5G435/AA14 5G435/AA17 5G435/BB05 5G435/KK05		
优先权	2005233890 2005-08-12 JP		
其他公开文献	JP2007073503A5 JP2007073503A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种技术，其中生产高可靠性的显示设备，产量高。解决方案：形成半导体层，在半导体层上形成栅极绝缘层，在栅极绝缘层上形成栅电极层，并且形成与半导体层接触的源电极层和漏电极层。形成与源电极层或漏电极层电连接的第一电极层，并且在第一电极层，栅电极层，源电极层和漏电极的一部分上形成无机绝缘层在无机绝缘层和第一电极层上进行等离子体处理，在等离子体处理的无机绝缘层和第一电极层上形成电致发光层，在电场上形成第二电极层发光层用于制造半导体器件。Ž

【图 2】

