

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6907051号
(P6907051)

(45) 発行日 令和3年7月21日(2021.7.21)

(24) 登録日 令和3年7月2日(2021.7.2)

(51) Int.CI.

F 1

H05B	33/12	(2006.01)	H05B	33/12	B
H01L	51/50	(2006.01)	H05B	33/14	A
H05B	33/14	(2006.01)	H05B	33/14	Z
H01L	27/32	(2006.01)	H01L	27/32	
G09F	9/46	(2006.01)	G09F	9/46	Z

請求項の数 4 (全 53 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-130791 (P2017-130791)
 (22) 出願日 平成29年7月4日 (2017.7.4)
 (65) 公開番号 特開2018-14320 (P2018-14320A)
 (43) 公開日 平成30年1月25日 (2018.1.25)
 審査請求日 令和2年7月2日 (2020.7.2)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-136301 (P2016-136301)
 (32) 優先日 平成28年7月8日 (2016.7.8)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
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 池田 寿雄
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 平形 吉晴
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 渡邊 吉喜
 (56) 参考文献 特開2005-071693 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の表示素子、第2の表示素子、第3の表示素子、及び第1の絶縁層を有する表示装置であって、

前記第2の表示素子及び前記第3の表示素子は、前記第1の絶縁層を挟んで前記第1の表示素子とは反対側に位置し、

前記第1の表示素子と前記第2の表示素子とは、互いに重ならない部分を有し、

前記第1の表示素子と前記第3の表示素子とは、互いに重ならない部分を有し、

前記第1の表示素子は、第1の光を発する第1の発光層を有し、

前記第2の表示素子は、第2の光を発する第2の発光層を有し、

前記第3の表示素子は、第3の光を発する第3の発光層を有し、

前記第2の発光層と前記第3の発光層は、互いに離間して設けられ、

前記第1の光、前記第2の光、及び前記第3の光は、互いに同じ向きに射出され、且つ、互いに異なる色を呈し、

視認側から見たとき、

前記第1の表示素子には第1の開口および第2の開口が設けられ、

前記第1の開口と重なる位置に前記第2の表示素子が設けられ、

前記第2の開口と重なる位置に前記第3の表示素子が設けられる、

表示装置。

【請求項 2】

10

20

第 1 のトランジスタと、

前記第 1 のトランジスタと電気的に接続された第 1 の表示素子と、

第 2 のトランジスタと、

前記第 2 のトランジスタと電気的に接続された第 2 の表示素子と、

第 3 のトランジスタと、

前記第 3 のトランジスタと電気的に接続された第 3 の表示素子と、を有し、

前記第 1 のトランジスタ乃至前記第 3 のトランジスタは、同一の第 1 の絶縁層上に設けられ、

前記第 2 の表示素子及び前記第 3 の表示素子は、前記第 1 のトランジスタ乃至前記第 3 のトランジスタを挟んで前記第 1 の表示素子とは反対側に位置し、

10

前記第 1 の表示素子と前記第 2 の表示素子とは、互いに重ならない部分を有し、

前記第 1 の表示素子と前記第 3 の表示素子とは、互いに重ならない部分を有し、

前記第 1 の表示素子は、第 1 の光を発する第 1 の発光層を有し、

前記第 2 の表示素子は、第 2 の光を発する第 2 の発光層を有し、

前記第 3 の表示素子は、第 3 の光を発する第 3 の発光層を有し、

前記第 2 の発光層と前記第 3 の発光層は、互いに離間して設けられ、

前記第 1 の光、前記第 2 の光、及び前記第 3 の光は、互いに同じ向きに射出され、且つ、互いに異なる色を呈し、

視認側から見たとき、

前記第 1 の表示素子には第 1 の開口および第 2 の開口が設けられ、

20

前記第 1 の開口と重なる位置に前記第 2 の表示素子が設けられ、

前記第 2 の開口と重なる位置に前記第 3 の表示素子が設けられる、

表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、

前記第 2 の光及び前記第 3 の光は、それぞれ前記第 1 の絶縁層を通過して前記第 1 の表示素子側に発せられる、

表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 において、

30

前記第 1 の光は、前記第 1 の絶縁層を透過して前記第 2 の表示素子及び前記第 3 の表示素子側に発せられる、

表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は表示装置に関する。

【0002】

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げることができる。

40

【背景技術】

【0003】

有機 EL (Electro Luminescence) 素子や、液晶素子が適用された表示装置が知られている。また、そのほかにも、発光ダイオード (LED: Light Emitting Diode) 等の発光素子を備える発光装置、電気泳動方式などにより表示を行う電子ペーパなども、表示装置の一例として挙げることができる。

【0004】

有機 EL 素子の基本的な構成は、一対の電極間に発光性の有機化合物を含む層を挟持し

50

たものである。この素子に電圧を印加することにより、発光性の有機化合物から発光を得ることができる。このような有機EL素子が適用された表示装置は、薄型、軽量、高コントラストで且つ低消費電力な表示装置を実現できる。

【0005】

特許文献1には、有機EL素子が適用されたフレキシブルな発光装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-197522号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

近年、携帯電話、スマートフォン、タブレット端末などの携帯型情報端末機器において、機器の表示部に用いられる表示パネルの高解像度化が進んでいる。そのため表示装置をより高精細にすることが求められている。家庭用のテレビジョン装置等の大型の機器に比べて、例えば比較的小型の携帯型情報端末機器では、解像度を高めるために、より精細度を高める必要がある。

【0008】

本発明の一態様は、精細度の高い表示装置を提供することを課題の一とする。または、厚さの薄い表示装置を提供することを課題の一とする。または、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一とする。

20

【0009】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。また、上記以外の課題は、明細書等の記載から抽出することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様は、第1の表示素子、第2の表示素子、第3の表示素子、及び第1の絶縁層を有する表示部を有する表示装置である。第2の表示素子及び第3の表示素子は、第1の絶縁層を挟んで第1の表示素子とは反対側に位置する。上記表示部は、第1の表示素子と第2の表示素子とが、互いに重ならない部分を有する。上記表示部は、第1の表示素子と第3の表示素子とが、互いに重ならない部分を有する。第1の表示素子は、第1の光を発する第1の発光層を有する。第2の表示素子は、第2の光を発する第2の発光層を有する。第3の表示素子は、第3の光を発する第3の発光層を有する。第2の発光層と第3の発光層は、互いに離間して設けられる。第1の光、第2の光、及び第3の光は、互いに同じ向きに射出され、且つ、互いに異なる色を呈する。

30

【0011】

また、上記第2の光及び第3の光は、それぞれ第1の絶縁層側に発せられ、且つ第1の絶縁層を透過して射出されることが好ましい。または、上記第1の光は、第1の絶縁層側に発せられ、且つ第1の絶縁層を透過して射出されることが好ましい。

40

【0012】

また、上記において、第1のトランジスタ、第2のトランジスタ、第2の絶縁層、及び第3の絶縁層を有することが好ましい。このとき、第1のトランジスタと第2のトランジスタは、同一面上に設けられることが好ましい。また第2の絶縁層は、第1の表示素子と第1のトランジスタとの間に位置することが好ましい。また第3の絶縁層は、第2の表示素子と第2のトランジスタとの間に位置することが好ましい。また第1の絶縁層の一部は、第1のトランジスタのゲート絶縁層として機能し、且つ、第1の絶縁層の他の一部は、第2のトランジスタのゲート絶縁層として機能することが好ましい。また第1のトランジスタと第1の表示素子とは、第2の絶縁層が有する第1の開口を介して電気的に接続され

50

ることが好ましい。また、第2のトランジスタと第2の表示素子とは、第3の絶縁層が有する第2の開口を介して電気的に接続されることが好ましい。

【0013】

また、上記において、第1の表示素子は第1の導電層と第2の導電層を有し、第2の表示素子は第3の導電層と第4の導電層を有することが好ましい。このとき、第1の導電層、第1の発光層、及び第2の導電層は、第2の絶縁層側からこの順で積層されることが好ましい。第1の導電層は、第1の開口を介して第1のトランジスタと電気的に接続されることが好ましい。また第3の導電層、第2の発光層、及び第4の導電層は、第3の絶縁層側からこの順で積層されることが好ましい。また第3の導電層は、第2の開口を介して第2のトランジスタと電気的に接続されることが好ましい。

10

【0014】

また、上記において、第1の導電層の第1の発光層側の面と、第2の絶縁層の第1の発光層側の面とは、同一平面上に位置することが好ましい。

【0015】

または、上記において、第3の導電層の第2の発光層側の面と、第3の絶縁層の第2の発光層側の面とは、同一平面上に位置することが好ましい。

【0016】

また、上記において、第2の発光層は、熒光を呈する材料を含み、第3の発光層は、蛍光を呈する材料を含み、第3の発光層は、第2の発光層と重なる部分を有することが好ましい。

20

【0017】

また、上記において、第3の光は、第2の光よりも短波長の光を含み、第3の発光層は、第2の発光層と重なる部分を有することが好ましい。

【0018】

また、上記において、表示部は第1の表示素子、第2の表示素子、及び第3の表示素子を、それぞれ複数有することが好ましい。このとき、第2の表示素子と第3の表示素子とは、第1の方向に交互に配列し、第2の表示素子と第3の表示素子とは、それぞれ第1の方向と直交する第2の方向に配列し、第1の表示素子は、第1の方向に沿って隣接する第2の表示素子と第3の表示素子の間に位置することが好ましい。

【0019】

30

または、第2の表示素子と第3の表示素子とは、第3の方向に交互に配列し、第2の表示素子と第3の表示素子とは、第3の方向と直交する第4の方向に交互に配列し、第1の表示素子は、第3の方向に沿って隣接する第2の表示素子と第3の表示素子の間、及び第4の方向に沿って隣接する第2の表示素子と第3の表示素子の間に位置することが好ましい。

【発明の効果】

【0020】

本発明の一態様によれば、精細度の高い表示装置を提供できる。または、厚さの薄い表示装置を提供できる。または、信頼性の高い表示装置を提供できる。

【0021】

40

なお、本発明の一態様は、必ずしもこれらの効果の全てを有する必要はない。また、これら以外の効果は、明細書等の記載から抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図2】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図3】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図4】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図5】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図6】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

50

【図7】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図8】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図9】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図10】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図11】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図12】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図13】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図14】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図15】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【図16】実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

10

【図17】実施の形態に係る、表示装置のブロック図。

【図18】実施の形態に係る、表示装置の回路図。

【図19】実施の形態に係る、表示モジュールの構成例。

【図20】実施の形態に係る、電子機器。

【図21】実施の形態に係る、電子機器。

【図22】実施の形態に係る、電子機器。

【発明を実施するための形態】

【0023】

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。

20

【0024】

なお、以下に説明する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。また、同様の機能を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。

【0025】

なお、本明細書で説明する各図において、各構成の大きさ、層の厚さ、または領域は、明瞭化のために誇張されている場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

30

【0026】

なお、本明細書等における「第1」、「第2」等の序数詞は、構成要素の混同を避けるために付すものであり、数的に限定するものではない。

【0027】

トランジスタは半導体素子の一種であり、電流や電圧の増幅や、導通または非導通を制御するスイッチング動作などを実現することができる。本明細書におけるトランジスタは、IGFET (Insulated Gate Field Effect Transistor) や薄膜トランジスタ (TFT: Thin Film Transistor) を含む。

40

【0028】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の例について説明する。

【0029】

本発明の一態様の表示装置は、第1の絶縁層の一方の面側に位置する第1の表示素子と、第1の絶縁層の他方の面側に位置する第2の表示素子及び第3の表示素子と、を有する表示部を有する。表示部は、第1の表示素子と第2の表示素子が、及び第1の表示素子と第3の表示素子が、それぞれ互いに重ならない領域を有する。

【0030】

また、第1の表示素子、第2の表示素子、及び第3の表示素子が発する光は、それぞれ同じ向きに射出される。例えば、第1の表示素子が第1の絶縁層よりも視認側に位置する

50

場合には、第2の表示素子及び第3の表示素子が発する光は、第1の絶縁層を透過して視認側に射出される。または、例えば第2の表示素子及び第3の表示素子が第1の絶縁層よりも視認側に位置する場合には、第1の表示素子が発する光が、第1の絶縁層を透過して視認側に射出される。

【0031】

例えば、第1の表示素子、第2の表示素子、及び第3の表示素子が、それぞれ赤色(R)、緑色(G)、青色(B)のいずれか一つの光を発することで、表示装置がフルカラーの表示を行うことが可能となる。なお、第1の表示素子、第2の表示素子、及び第3の表示素子が上記以外の色の光を発する構成としてもよいし、表示装置が上記以外の色を発する他の表示素子を有する構成としてもよい。

10

【0032】

このような構成とすることで、第1の表示素子、第2の表示素子、及び第3の表示素子をそれぞれ同一面上に並べて配置した場合に比べて、高精細化が可能となる。

【0033】

第1の表示素子、第2の表示素子、及び第3の表示素子には、それぞれ発光層を有する発光素子を好適に用いることができる。なお、発光素子以外の表示素子を適用することも可能である。

【0034】

本発明の一態様の表示素子は、表示面側から見て隣り合う2つの表示素子(たとえば、第1の表示素子と第2の表示素子、または第1の表示素子と第3の表示素子)を、第1の絶縁層を介して互い違いに配置することができる。そのため、第1の表示素子、第2の表示素子、及び第3の表示素子を同一面上に並べて配置した場合に比べて、精細度を犠牲にすることなく、同一面上に配置される表示素子間の距離を広げることができる。

20

【0035】

特に、本発明の一態様において、第1の絶縁層の他方の面側に位置する2つの表示素子(第2の表示素子と第3の表示素子)には、それぞれ発光層が作り分けられた発光素子を用いることが好ましい。上述のように、同一面上に隣接する2つの発光素子の間の距離を、精細度を犠牲にすることなく広げることができるために、異なる発光層を作り分ける方法を用いても極めて高精細な表示装置を実現できる。異なる色を呈する発光素子間で発光層が作り分けられた発光素子を用いることで、色純度を高められる、光取り出し効率を向上できる、駆動電圧を低減できる、などの効果が得られるため好ましい。

30

【0036】

また、第2の表示素子と第3の表示素子は、発光層を作り分ける場合に、一方の表示素子の発光層が、他方の表示素子にまで延在して設けられる構成としてもよい。これにより、発光層を作り分ける工程を簡略化できる。またこのとき、当該発光層はキャリア輸送層などとして機能させることができる。特に、2つの発光素子のうち、より波長の短い光を発する発光素子の発光層(すなわち、バンドギャップの広い発光材料を含む発光層)を、このように他の発光素子にまで延在して設けることが好ましい。

【0037】

第1の絶縁層を挟んでそれぞれ反対側に位置する第1の表示素子と第2の表示素子には、それぞれ個別にトランジスタが電気的に接続されることが好ましい。当該トランジスタは、第1の表示素子または第2の表示素子の駆動を制御するトランジスタ(以降、駆動トランジスタともいう)である。例えば第1の表示素子及び第2の表示素子にそれぞれ発光素子を適用した場合には、当該トランジスタは、発光素子に流れる電流を制御する機能を有する。また、第1の表示素子または第2の表示素子と電気的に接続されるトランジスタに加えて、画素(副画素)を選択する機能を有するトランジスタ(以降、選択トランジスタともいう)を有していることが好ましい。

40

【0038】

第1の絶縁層は、駆動トランジスタまたは選択トランジスタの一部を構成する絶縁層であることが好ましい。例えば、第1の絶縁層の一部が、駆動トランジスタまたは選択トランジスタともいう)を有していることが好ましい。

50

ンジスタのゲート絶縁層として機能することが好ましい。または、駆動トランジスタまたは選択トランジスタの被形成面を構成する絶縁層であってもよい。

【0039】

駆動トランジスタまたは選択トランジスタの少なくとも一方（以降、単にトランジスタともいう）は、第2の絶縁層と第3の絶縁層との間に位置していることが好ましい。このとき、例えば第2の絶縁層をトランジスタの被形成面を構成する絶縁層とし、第3の絶縁層を、トランジスタを覆って設けられる絶縁層とすることができる。

【0040】

このとき、第2の絶縁層のトランジスタとは反対側の面側に第1の表示素子及び第2の表示素子の一方が設けられ、第3の絶縁層のトランジスタとは反対側の面側に第1の表示素子及び第2の表示素子の他方が設けられる構成とすることができます。このとき、第1の表示素子及び第2の表示素子は、第2の絶縁層に設けられた開口、または第3の絶縁層に設けられた開口を介して、それぞれ駆動トランジスタと電気的に接続される構成とすることができます。

10

【0041】

特に、第3の絶縁層のトランジスタとは反対側の面側に、第1の表示素子が設けられる構成とすることが好ましい。このとき、第1の表示素子が有する一対の電極のうち、トランジスタ側に配置される電極の表面と、第3の絶縁層の表面とが、同一平面上に位置することが好ましい。すなわち、当該電極の表面と、第3の絶縁層の表面との間で段差が生じないように形成されていることが好ましい。これにより、第1の表示素子の発光層を、段差のない表面に形成することができるため、発光層を形成する際に段差被覆性を考慮する必要がなく、生産性を向上させることができる。

20

【0042】

ここで、表示装置は、例えば一対の基板の間に、第1の表示素子と、各トランジスタと、第2の表示素子及び第3の表示素子と、が挟持された構成とすることができます。そのため厚さが薄く、且つ極めて高精細な表示装置を実現できる。

【0043】

以下では、より具体的な例について図面を参照して説明する。

【0044】

[表示装置の構成例1]

30

[比較例]

まず、図16に、同一面上に複数の表示素子が設けられた表示装置10aの斜視概略図を示す。

【0045】

表示装置10aは、絶縁層31a上に、表示素子21aR、表示素子21aG、及び表示素子21aBを有する。表示素子21aR、表示素子21aG、及び表示素子21aBは、それぞれ赤色の光R、緑色の光G、青色の光Bを、表示面側に射出する。

【0046】

図16中の破線で囲まれた領域は、一つの副画素が占有しうる領域を示している。ここでは矩形で示しているが、周期的に配列可能な形状であればこれに限られない。

40

【0047】

表示素子21aR、表示素子21aG、及び表示素子21aBはそれぞれストライプ状に配列している。なお、ここでは表示素子21aR、表示素子21aG、及び表示素子21aBがそれぞれ同一形状である場合を示している。

【0048】

図16に示すように、異なる色を呈する2つの表示素子は、距離 $L \times a$ だけ間隔をあけて配置される。また、同じ色を呈する2つの表示素子は、距離 $L_y a$ だけ間隔をあけて配置される。

【0049】

距離 $L \times a$ 及び距離 $L_y a$ は、表示素子や画素回路を形成する際の、最小加工寸法や、

50

異なるレイヤー間の位置合わせ精度などのデザインルールにより決定される。装置の性能や露光技術の向上等により、画素回路を形成する際の最小加工寸法やデザインルールが縮小されると、距離 $L \times a$ や距離 $L_y a$ を縮小することができる。

【0050】

しかしながら、異なる色を呈する2つの表示素子間の距離 $L \times a$ については、以下のようないい理由から単純に縮小することは困難である。

【0051】

表示素子に発光素子を用いた場合、異なる色を呈する発光素子間で発光層を作り分けることができる。シャドーマスクを用いた蒸着法やインクジェット法などの成膜方法等において、形成される島状のパターンは、外周部に近い部分に厚さの異なる領域（厚さの薄い領域、または厚さの厚い領域）が形成される場合がある。発光層をこのような方法で形成した場合、発光に寄与する領域（発光領域）に当該厚さの異なる領域が位置しないように、1つの島状のパターンは、形成される厚さの異なる領域の幅の分だけ、発光領域よりも大きくする必要がある。そのため、隣接する2つの発光素子間の距離 $L \times a$ の縮小には限界がある。

【0052】

また、例えば、距離 $L \times a$ を単に小さくすると、表示素子間の混色が生じてしまう恐れがある。また、表示素子に発光素子を適用した場合には、異なる色を呈する2つの発光素子の距離を縮めると、これらの間のリーク電流により意図しない発光が生じ、混色の発生やコントラストの低下など、表示品位の低下につながる場合もある。

【0053】

なお、表示素子 21aR、表示素子 21aG、及び表示素子 21aB の形状がそれぞれ異なる場合には、それぞれの間で距離 $L \times a$ は異なる場合がある。この場合も同様に、それぞれの表示素子間の距離 $L \times a$ は、所定の値よりも大きくする必要がある。

【0054】

〔構成例〕

図1(A)は、本発明の一態様の表示装置10の斜視概略図である。また図1(B)は、表示装置10を視認側(表示面側、上面側)から見たときの概略図である。

【0055】

表示装置10は、絶縁層32、表示素子21B、表示素子22R、及び表示素子22Gを有する。

【0056】

絶縁層32の厚さ方向に垂直な2つの面のうち、視認側に位置する面側に表示素子21Bが設けられ、視認側とは反対側に位置する面側に表示素子22R及び表示素子22Gが設けられている。

【0057】

ここで、異なる色の表示素子が配列する方向をX方向、同色の表示素子が配列する方向をY方向、厚さ方向をZ方向とする。

【0058】

なお、以下では簡単のために、絶縁層32の一方の面側に一の色を呈する表示素子を有し、他方の面側に他の色を呈する2種類の表示素子を有する構成について説明するが、4種類以上の表示素子を有する構成としてもよい。例えば、表示装置が赤色(R)、緑色(G)、青色(B)をそれぞれ呈する表示素子に加えて、黄色(Y)を呈する表示素子や、白色(W)を呈する表示素子を有していてもよい。その場合、これら表示素子のうちの一つを絶縁層32の一方の面側に配置し、それ以外を絶縁層32の他方の面側に配置する構成とすればよい。または、これら表示素子のうち、二つ以上を絶縁層32の一方の面側に配置し、それ以外を絶縁層32の他方の面側に配置する構成としてもよい。

【0059】

図1(A)、(B)では、絶縁層32よりも視認側に位置する表示素子の輪郭を実線で、視認側とは反対側に位置する表示素子の輪郭を破線で示している。

10

20

30

40

50

【0060】

また、図1(B)には、1つの画素20に相当する領域を、破線で囲って示している。画素20は、X方向及びY方向に周期的に配置される。画素20は、表示素子21B、表示素子22R、及び表示素子22Gを有する。

【0061】

ここでは、表示素子21Bが2つの開口を有し、当該開口と重なる位置に表示素子22Rと表示素子22Gが設けられている例を示している。表示素子21Bから発せられる光Bは、視認側に射出される。また表示素子22Rから発せられる光R、及び表示素子22Gから発せられる光Gは、それぞれ絶縁層32を透過して視認側に射出される。

【0062】

また、図1(B)に示すように、上面から見たときに表示素子22Rと表示素子22Gとの間には、表示素子21Bの一部が位置する。このように、上面から見たときに、絶縁層32の一方の面側に設けられ、異なる色を呈する2つの表示素子が隣接しない構成とすることで、これらの間の距離を広くできる。また、当該2つの表示素子の間に、これらとは絶縁層32を挟んで反対側に設けられる表示素子の一部が位置することで、画素内の非発光領域の面積を縮小でき、開口率を大きくすることができる。

【0063】

ここで本明細書等において、開口率は、表示領域に占める発光領域の面積（有効発光領域、または有効発光面積）、または表示領域に占める発光領域の面積の割合（有効発光面積率）を含む。

【0064】

図1(B)には、距離Lx、距離Ly、及び距離Lpを示している。距離Lxは、表示面側から見たときの、異なる色を呈する2つの表示素子間の距離である。距離Lyは、同じ色を呈する2つの表示素子間の距離である。距離Lpは、絶縁層32の一方の面側に設けられ、異なる色を呈する2つの表示素子間の距離である。

【0065】

表示装置10は、視認側から見て隣接する2つの表示素子が、それぞれ絶縁層32を挟んで反対側に設けられるため、これらの距離Lxは、最小加工寸法の制約を受けることなく縮小することができる。また、絶縁層32の一方の面側に設けられ、隣接する2つの表示素子間の距離Lpは、最小加工寸法やデザインルールで規定される最小の距離よりも十分に大きいため、これらの間の混色などの不具合は生じない。また、絶縁層32の他方の面側に位置し、同じ色を呈する2つの表示素子間では、混色は原理的に生じないため、最小加工寸法やデザインルールの制約の範囲内で縮小することができる。

【0066】

また、距離Lpを十分に大きくできることから、上述のように表示素子の発光層を作り分ける場合であっても、発光層の厚さの均一でない部分が発光領域に形成されてしまうことを抑制できるため、精細度が高く、且つ表示品位の高い表示装置を実現できる。

【0067】

このような理由により、図16で示した表示装置10aの構成と比較し、表示装置10では、視認側から見たときに隣接する2つの表示素子の間隔を極めて小さくできる。そのため、表示装置の開口率を高めることができる。または、開口率を維持したまま、より精細度を高めることができる。

【0068】

〔表示装置の積層構造の例〕

表示装置は、各画素（副画素）に、画素（副画素）の選択状態、非選択状態を制御するための選択トランジスタを有する構成とすることが好ましい。また、特に表示素子として発光素子を有する場合、選択トランジスタと、発光素子に流れる電流の大きさを制御する駆動トランジスタとを有することが好ましい。

【0069】

図1(C)は、図1(B)中の切断線A1-A2で切断したときの、表示装置10の断

10

20

30

40

50

面を模式的に示した図である。ここでは、視認側（表示面側）が上側であるとして示している。

【0070】

表示装置は、絶縁層31、絶縁層32、絶縁層33、表示素子21B、表示素子22R、表示素子22G、トランジスタ40a、トランジスタ40b、及びトランジスタ40c等を有する。

【0071】

表示素子21Bは、導電層121a、EL層122B、及び導電層123aを有する。表示素子22Rは、導電層121b、EL層122R、及び導電層123bを有する。表示素子22Gは、導電層121c、EL層122G、及び導電層123bを有する。 10

【0072】

絶縁層32上に絶縁層31が設けられ、絶縁層31上に導電層121aが設けられている。また、導電層121a及び絶縁層32上に、EL層122Bと導電層123aとが積層して設けられている。

【0073】

ここで、図1(C)に示すように、導電層121aの視認側の表面と、絶縁層31の視認側の表面とは、同一面上に位置している。すなわち、導電層121aと絶縁層31との間に段差がない構成を有する。

【0074】

なお、絶縁層31と導電層121aとの間に段差が全く存在しないことが好ましいが、作製方法によっては段差が生じる場合もある。その場合には、EL層122Bの形成時に、不具合が生じない程度の段差であればよい。例えば、導電層121aの表面と、絶縁層31の表面の高さの差が、EL層122Bの厚さよりも小さければよく、例えば0nm以上であって、500nm以下、好ましくは100nm以下、より好ましくは50nm以下、さらに好ましくは20nm以下の段差であれば、有していてもよい。 20

【0075】

絶縁層32よりも下側には、絶縁層33が設けられ、絶縁層33の下側に導電層121b及び導電層121cが設けられている。また、導電層121b及び導電層121cのそれぞれの端部を覆って、絶縁層33よりも下側に絶縁層34が設けられている。また、導電層121bの表面を覆ってEL層122Rが、導電層121cの表面を覆ってEL層122Gが、それぞれ設けられている。また、EL層122R、EL層122G、及び絶縁層34を覆って、導電層123bが設けられている。 30

【0076】

トランジスタ40a、トランジスタ40b、及びトランジスタ40cは、絶縁層31と絶縁層33の間に設けられている。図1(C)では、各トランジスタが絶縁層32と絶縁層33との間に設けられている例を示したが、絶縁層32と各トランジスタの位置関係はこれに限られない。例えば絶縁層32がトランジスタの被形成面を成す絶縁層であってもよいし、トランジスタを覆う保護層として機能する絶縁層であってもよい。特に、絶縁層32の一部がトランジスタを構成する絶縁層（例えばゲート絶縁層）として機能することが好ましい。 40

【0077】

導電層121aは可視光を反射する機能を有し、導電層123aは可視光を透過する機能を有する。したがって、表示素子21Bは、上面射出型（トップエミッション型）の発光素子である。表示素子21Bから発せられる光Bは、導電層123a側、すなわち視認側に射出される。

【0078】

導電層121b及び導電層121cは可視光を透過する機能を有し、導電層123bは可視光を反射する機能を有する。したがって、表示素子22R及び表示素子22Gは、それぞれ下面射出型（ボトムエミッション型）の発光素子である。表示素子22R及び表示素子22Gからそれぞれ発せられる光Rと光Gは、導電層121bまたは導電層121c 50

側に発せられ、絶縁層33、絶縁層32、絶縁層31を介して視認側に射出される。

【0079】

ここで、EL層122RとEL層122Gとは、それぞれ異なる色を呈する発光材料を含む層である。EL層122RとEL層122Gとは、それぞれ島状に形成されている。このような構成とすることで、EL層122RとEL層122Gとをそれぞれを個別に最適化することが可能である。そのため表示素子22Rと表示素子22Gから発せられる光R及び光Gは、それぞれ色純度が高められた光とすることができます。

【0080】

トランジスタ40a、トランジスタ40b、及びトランジスタ40cは、それぞれ表示素子21B、表示素子22R、または表示素子22Gと電気的に接続され、それぞれ駆動トランジスタとして機能する。

10

【0081】

トランジスタ40aと導電層121aとは、絶縁層31（または絶縁層31及び絶縁層32）に設けられた開口を介して電気的に接続されている。また、トランジスタ40bと導電層121b、並びにトランジスタ40cと導電層121cとは、それぞれ絶縁層33に設けられた開口を介して電気的に接続されている。

【0082】

図1(C)に示すように、トランジスタ40a、トランジスタ40b、及びトランジスタ40cをそれぞれ同一面上に並べて設けられている。そのため、それぞれ同一の工程により同時に作製でき、作製コストを低減することができる。

20

【0083】

また図1(C)に示すように、導電層121aをトランジスタ40a、トランジスタ40b、及びトランジスタ40cと重ねて設けることが好ましい。これにより、表示素子21Bの発光領域の面積を広げることができる。

【0084】

図2には、図1(C)と異なる断面構成例を示している。図2に示す構成は、表示素子の構成、及び各トランジスタの位置が異なる点以外は、概ね図1(C)の構成を上下逆転した構成である。図2では、視認側（表示面側）に、表示素子21Rと表示素子21Gが設けられ、視認側とは反対側に表示素子22Bが設けられている。

【0085】

30

表示素子21Rが有する導電層121b、及び表示素子21Gが有する導電層121cは、それぞれ可視光を反射する機能を有する。また導電層123bは、可視光を透過する機能を有する。したがって表示素子21Rと表示素子21Gは、それぞれ上面射出型の発光素子である。

【0086】

一方、表示素子22Bが有する導電層121aは可視光を透過する機能を有し、導電層123aは可視光を反射する機能を有する。したがって、表示素子22Bは下面射出型の発光素子である。

【0087】

また、図2に示すように、トランジスタ40b及びトランジスタ40cは、それぞれ導電層121bまたは導電層121cと重ねて配置されていることが好ましい。また、トランジスタ40aも、導電層121bまたは導電層121cと重ねて配置されることが好ましい。

40

【0088】

[画素の配置方法について]

以下では、図1(B)等で示した例とは異なる画素の配置方法の例について説明する。

【0089】

図3(A)には、表示素子21Bの上面形状が、櫛歯状の形状である場合の例を示している。これにより、図1(B)等で示した構成より、表示素子22Rと表示素子22Gの面積を大きくできる。

50

【0090】

図3(B)は、表示素子21Bが1つの開口を有し、当該開口と重ねて表示素子22Gが設けられている例を示している。また、1つの表示素子21Bに囲まれない表示素子22Rは、表示素子22GよりもY方向の長さが長い。

【0091】

図3(C)は、図3(B)で示した表示素子21Bを、櫛歯状の上面形状とした場合の例を示している。

【0092】

ここで示したように、同一面側に位置し、異なる色を呈する表示素子22Rと表示素子22Gとの間に、これらとは異なる面側に位置する表示素子21Bの少なくとも一部が配置される構成とすることで、表示素子22Rと表示素子22Gの間の距離を大きくできる。

10

【0093】

図4(A)、(B)では、各表示素子をストライプ配置とした図1(B)、図3の各図とは異なる、表示素子の配置方法の例を示している。

【0094】

図4(A)において、画素20はX方向及びY方向に平行な向きに配列している。また画素20は、表示素子21Bと、表示素子22Rと、表示素子22Gを有する。

【0095】

表示素子22Rと表示素子22Gとは、それぞれX方向及びY方向に対して概略45度傾いた方向に、交互に配列している。また表示素子22Rと表示素子22Gとは、それぞれの対向する辺が、X方向及びY方向に対して概略45度傾いた形状を有している。このような配列方法とすることで、同一面上に位置し、異なる色を呈する2つの表示素子間の距離を大きくすることが可能となる。

20

【0096】

図4(A)では、表示素子22Rと表示素子22Gとが、それぞれX方向(及びY方向)に対して45度傾いた正方形の形状を有している。なお、表示素子22Rと表示素子22Gの上面形状はこれに限らず、矩形、菱形、平行四辺形、多角形、円、橢円、角の丸い矩形など、様々な形状とすることができます。

【0097】

30

図4(B)では、表示素子21Bと表示素子22Rを有する画素20aと、表示素子21Bと表示素子22Gを有する画素20bの2種類の画素を有する例を示している。

【0098】

画素20aは、表示素子21Bの開口の内側に表示素子22Rが位置している。また画素20bは、表示素子21Bの開口の内側に表示素子22Gが位置している。

【0099】

また、画素20aと画素20bとは、それぞれX方向及びY方向に交互に配列している。

【0100】

このような構成とすることで、1つの画素に3種類の表示素子を有する場合に比べて精細度を高めることができる。

40

【0101】

なお、図1(B)、図3の各図、及び図4の各図において、表示素子の配列順はこれに限定されず、各表示素子は交換可能である。また、表示面側に位置する表示素子(表示素子21R、表示素子21G、表示素子21B等)と、表示面側とは反対側に位置する表示素子(表示素子22R、表示素子22G、表示素子22B等)も、交換可能である。また、各表示素子の形状や面積もこれに限られない。

【0102】

以上が画素の配置方法についての説明である。

【0103】

50

[表示装置の構成例2]

以下では、本発明の一態様の表示装置の、より具体的な構成例について、図面を参照して説明する。

【0104】

[表示装置]

図5は、表示装置10の斜視図である。表示装置10は、基板51と基板52を有する。図5では、基板52を破線で示している。

【0105】

表示装置10は、基板51と基板52との間に、表示部61、回路部62、配線65等を有する。また、図5では、基板51上にIC64とFPC63が実装されている例を示している。そのため、図5に示す表示装置10は、表示モジュールとも呼ぶことができる。

10

【0106】

回路部62は、例えば走査線駆動回路として機能する回路を用いることができる。

【0107】

配線65は、表示部61または回路部62に信号や電力を供給する機能を有する。当該信号や電力は、FPC63を介して外部から入力されるか、IC64から入力される。

【0108】

また、図5では、COG(Chip On Glass)方式等により、基板51にIC64が設けられている例を示している。IC64は、例えば走査線駆動回路、または信号線駆動回路などとしての機能を有するICを適用できる。なおIC64は必要でなければ設けなくてもよい。またIC64は、COF(Chip On Film)方式等により、FPC63に実装してもよい。

20

【0109】

[断面構成例1]

図6に、表示装置10の表示部における断面概略図を示す。ここでは、2つの表示素子(表示素子21B及び表示素子22R)を含む領域の断面を示している。

【0110】

表示装置10は、基板51と基板52との間に、トランジスタ41、トランジスタ42、接続部80、表示素子21B、及び表示素子22R、接着層151a、接着層151b等を有する。また、表示装置10は、絶縁層131、絶縁層132、絶縁層133、絶縁層134、及び絶縁層135等を有する。

30

【0111】

表示素子21Bは、絶縁層132よりも基板52側に位置し、表示素子22Rは、絶縁層132よりも基板51側に位置する。表示素子21Bが発する光Bは、接着層151a及び基板52を介して外部に射出される。また、表示素子22Rが発する光Rは、絶縁層132、接着層151a、及び基板52等を介して外部に射出される。

【0112】

トランジスタ41及びトランジスタ42は、絶縁層131の基板51側の面に設けられている。絶縁層132は、その一部がトランジスタ41及びトランジスタ42のゲート絶縁層として機能する。絶縁層133はトランジスタ41及びトランジスタ42を覆って設けられ、保護層として機能する。絶縁層134は、絶縁層133を覆って設けられ、平坦化層として機能する。

40

【0113】

絶縁層134の基板51側の面には、導電層121bが設けられ、導電層121bの端部を覆って、絶縁層135が設けられている。EL層122Rは、導電層121b及び絶縁層135の一部を覆って島状に形成されている。また、絶縁層135及びEL層122Rを覆って導電層123bが設けられている。導電層121bは、絶縁層134及び絶縁層133に設けられた開口を介してトランジスタ42のソース電極またはドレイン電極の一方と電気的に接続されている。

50

【0114】

導電層121aは、絶縁層131の基板52側の面に設けられている。また、導電層121a及び絶縁層131を覆ってEL層122Bと導電層123aが積層して設けられている。

【0115】

ここで、図6に示すように、絶縁層131の基板52側の表面と、導電層121aの基板52側の表面とは、同一面上に位置している部分を有することが好ましい。すなわち、導電層121aの表面と絶縁層131の表面との間（境界）に段差がない、または段差が極めて小さいことが好ましい。

【0116】

ここで、接続部80は絶縁層131の両面に設けられる導電層同士を電気的に接続する機能を有する。ここでは、接続部80が絶縁層131に設けられた開口と、当該開口に位置し、トランジスタ41等のゲート電極と同一の導電膜を加工して得られた導電層と、を有する構成を示している。トランジスタ41のソース電極またはドレイン電極の一方と、導電層121aとは、接続部80を介して電気的に接続されている。

10

【0117】

〔作製方法例1〕

以下では、図6で示した表示装置の作製方法の例について説明する。

【0118】

なお、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、導電膜等）は、スパッタリング法、化学気相堆積（CVD：Chemical Vapor Deposition）法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積（PLD：Pulsed Laser Deposition）法、原子層堆積（ALD：Atomic Layer Deposition）法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積（PECVD）法や、熱CVD法でもよい。熱CVD法の例として、有機金属化学気相堆積（MO-CVD：Metal Organic CVD）法を使ってもよい。

20

【0119】

また、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、導電膜等）は、スピンドルコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により形成することができる。

30

【0120】

また、表示装置を構成する薄膜を加工する際には、フォトリソグラフィ法等を用いて加工することができる。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を形成してもよい。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより薄膜を加工してもよい。フォトリソグラフィ法としては、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法と、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法と、がある。

【0121】

40

フォトリソグラフィ法において、露光に用いる光は、例えばi線（波長365nm）、g線（波長436nm）、h線（波長405nm）、またはこれらを混合させた光を用いることができる。そのほか、紫外線やKrFレーザ光、またはArFレーザ光等を用いることもできる。また、液浸露光技術により露光を行ってもよい。また、露光に用いる光として、極端紫外光（EUV：Extreme Ultra-violet）やX線を用いてもよい。また、露光に用いる光に換えて、電子ビームを用いることもできる。極端紫外光、X線または電子ビームを用いると、極めて微細な加工が可能となるため好ましい。なお、電子ビームなどのビームを走査することにより露光を行う場合には、フォトマスクは不要である。

【0122】

50

薄膜のエッティングには、ドライエッティング法、ウェットエッティング法、サンドブラスト法などを用いることができる。

【0123】

まず、支持基板55を準備する。支持基板55としては、装置内または装置間における搬送が容易な程度に剛性を有する基板を用いることができる。また、作製工程にかかる熱に対して耐熱性を有する基板を用いる。例えば、厚さ0.3mm以上1mm以下のガラス基板を用いることができる。

【0124】

続いて、支持基板55上に、剥離層56を形成する(図7(A))。

【0125】

剥離層56としては、剥離層56とその上に設けられる層との界面、剥離層56中、または剥離層56と支持基板55との界面で分離が生じる材料を用いることができる。

【0126】

例えば、剥離層56として、タングステンやモリブデンなどの高融点金属材料を含む層と、当該金属材料の酸化物を含む層を積層して用いることができる。また、このような層上に、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコンなどの無機絶縁材料を含む絶縁層を積層したものを剥離層としてもよい。なお、本明細書中において、酸化窒化物は、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化物は、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を指す。剥離層56に高融点金属材料を用いると、その後の工程において、高い温度での処理が可能となるため、材料や形成方法の選択の自由度が高まるため好ましい。

【0127】

剥離層56として、タングステンと酸化タングステンの積層構造を用いた場合では、タングステンと酸化タングステンの界面、または酸化タングステン中で剥離することができる。また剥離層56としてタングステンと酸化タングステンと絶縁層を積層して用いた場合には、タングステンと酸化タングステンの界面、酸化タングステン中、または酸化タングステンと絶縁層の界面で剥離することができる。なお、剥離後に酸化タングステンや絶縁層が残存する場合には、これを除去することが好ましい。

【0128】

また、剥離層56として、ポリイミド等の有機樹脂材料を用いることもできる。特に、ポリイミド樹脂は、耐熱性に優れ、また線熱膨張係数が低いため好ましい。有機樹脂材料としてはこのほかに、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂等を用いることができる。

【0129】

剥離層56に有機樹脂材料を用いた場合、感光性の樹脂を用いると、フォトリソグラフィ法等により一部を除去するなどの加工を行うことができるため好ましい。このとき、剥離層56の厚さを0.01μm以上200μm以下、好ましくは0.1μm以上50μm以下、より好ましくは0.1μm以上20μm以下、さらに好ましくは0.1μm以上10μm以下とすると、加工が容易となるため好ましい。

【0130】

剥離層56に有機樹脂材料を用いた場合、支持基板55と剥離層56の界面、剥離層56中、または剥離層56とその上に設けられた層との界面で剥離することができる。

【0131】

剥離層56に有機樹脂材料を用いた場合、レーザやフラッシュランプ等により加熱することで剥離性が向上する場合がある。その場合には、剥離工程の直前にこのような加熱処理を行うことで、それ以前の工程で意図せず剥離が生じてしまうことを防ぐことができる。また、このような加熱処理を行わなくても剥離が生じる場合には、加熱処理のための特別な装置を必要としないため、作製コストを低減できる。

【0132】

10

20

30

40

50

剥離後に剥離層 5 6 の一部が残存する場合には、少なくともその一部を除去することが好ましい。剥離層 5 6 として有機樹脂材料を用いた場合には、ウェットエッチング法や、酸素を含む雰囲気下におけるプラズマ処理（アッシング処理）などを用いて、これを除去することができる。

【0133】

続いて、剥離層 5 6 上に導電層 1 2 1 a を形成する（図7（B））。導電層 1 2 1 a は、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。

【0134】

続いて、導電層 1 2 1 a 及び剥離層 5 6 上に、絶縁層 1 3 1 を形成する。その後、絶縁層 1 3 1 に導電層 1 2 1 a に達する開口を形成する（図7（C））。

【0135】

続いて、絶縁層 1 3 1 上に、導電層 1 1 1 と導電層 1 1 1 a とを形成する（図7（D））。まず絶縁層 1 3 1 及び絶縁層 1 3 1 の開口上に導電膜を成膜し、当該導電膜をフォトリソグラフィ法等により加工することで導電層 1 1 1 と導電層 1 1 1 a を形成することができる。導電層 1 1 1 は、その一部がトランジスタのゲート電極として機能する。また導電層 1 1 1 a は、導電層 1 2 1 a と電気的に接続され、接続部 8 0 の一部を構成する。

【0136】

続いて、トランジスタ 4 1 及びトランジスタ 4 2 を形成する（図7（E））。

【0137】

まず、絶縁層 1 3 1 及び導電層 1 1 1 、導電層 1 1 1 a 等を覆って絶縁層 1 3 2 を形成する。絶縁層 1 3 2 は、その一部がトランジスタのゲート絶縁層として機能する。その後、フォトリソグラフィ法等により、絶縁層 1 3 2 の導電層 1 1 1 a と重なる一部をエッチングして除去する。

【0138】

次に、絶縁層 1 3 2 上に半導体層 1 1 2 を形成する。半導体層 1 1 2 は、半導体膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該半導体膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。

【0139】

半導体層 1 1 2 としては、特に金属酸化物を用いることが好ましく、代表的にはスパッタリング法により成膜した酸化物半導体を用いることができる。

【0140】

続いて、導電層 1 1 3 a 及び導電層 1 1 3 b を形成する。導電層 1 1 3 a 及び導電層 1 1 3 b は、導電層 1 1 1 等と同様の方法により形成できる。

【0141】

またこのとき、同時に接続部 8 0 を形成することができる。

【0142】

ここで、半導体層 1 1 2 に金属酸化物（または酸化物半導体）を用いた場合、導電層 1 1 3 a 及び導電層 1 1 3 b と接する部分及びその近傍が低抵抗化される場合がある。すなわち、半導体層 1 1 2 には、チャネルが形成される高抵抗な領域と、ソース又はドレインとして機能する低抵抗な領域と、が形成される場合がある。これにより、導電層 1 1 3 a または導電層 1 1 3 b と、半導体層 1 1 2 との接触抵抗が低減され、トランジスタがオン状態において流すことのできる電流を増大させることができる。

【0143】

続いて、トランジスタ 4 1 、トランジスタ 4 2 、及び接続部 8 0 を覆って絶縁層 1 3 3 及び絶縁層 1 3 4 を形成する。

【0144】

絶縁層 1 3 3 としては、酸素を含む無機絶縁膜を用いることが好ましい。また、絶縁層 1 3 3 としては、酸素を含む無機絶縁膜上に、窒素を含む無機絶縁膜を積層した積層膜を用いることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0145】

絶縁層134としては、無機絶縁膜または有機絶縁膜を用いることができる。絶縁層134に感光性の材料を用いることで、フォトリソグラフィ法等により開口を形成することができる。なお絶縁層134を成膜した後にフォトリソグラフィ法等により開口を形成してもよい。特に絶縁層134に有機絶縁膜を用いると、その表面の平坦性が高まるため好みしい。

【0146】

絶縁層133及び絶縁層134の形成時、またはこれらを形成した後に、トランジスタ42の導電層113aに達する開口を形成する。

【0147】

続いて、絶縁層134上に導電層121bを形成する。導電層121bは、絶縁層134及び絶縁層134の開口を覆うように導電膜を形成し、当該導電膜をフォトリソグラフィ法等により加工することで形成することができる。

【0148】

続いて、導電層121bの端部を覆う絶縁層135を形成する(図7(F))。絶縁層135は絶縁層134と同様の方法により形成できる。

【0149】

続いて、EL層122R及びEL層122G(図示しない)を形成する。EL層122R及びEL層122Gは、例えばメタルマスク等を用いた真空蒸着法、またはインクジェット法等を用いて形成することができる。

【0150】

なお、EL層122R及びEL層122Gは、それぞれ薄膜を成膜した後、フォトリソグラフィ法等により島状に加工してもよい。

【0151】

続いて、EL層122R及びEL層122G(図示しない)を覆って、導電層123bを形成する(図8(A))。導電層123bは、例えば真空蒸着法やスパッタリング法等により形成できる。

【0152】

なお、導電層123b上に、バリア層を形成してもよい。バリア層としては、無機絶縁膜、有機絶縁膜、またはこれらの積層膜を用いることができる。積層構造を有するバリア層を用いることで、バリア性を高めることができる。また無機絶縁膜として、スパッタリング法やALD法などの、形成温度を低くしても緻密な膜を形成できる成膜方法を用いることが好みしい。

【0153】

続いて、接着層151bを用いて、基板51を貼り合せる。その後、接着層151bを硬化させる。接着層151bとしては、硬化型の接着剤を用いることが好みしい。また、接着層151bとして、水などの不純物が拡散しにくい材料を用いることが好みしい。

【0154】

続いて、絶縁層131及び導電層121aと、剥離層56との間で剥離することにより、支持基板55及び剥離層56を除去する(図8(B))。

【0155】

剥離方法としては、機械的な力を加えることや、剥離層をエッチングすること、または液体を滴下する、または液体に含浸させるなどし、剥離界面に液体を浸透させることなどが、一例として挙げられる。または、剥離界面を形成する2層の熱膨張率の違いを利用し、加熱または冷却することにより剥離を行ってもよい。

【0156】

また、剥離性を向上させるための熱処理を行ってもよい。当該熱処理は、絶縁層131を形成した後であればいつでも行うことができるが、剥離を行う直前に行うことが好みしい。加熱処理として、レーザアニールまたはランプアニールなど、瞬間的且つ局所的に加熱できる方法を用いると、表示素子22R及び表示素子22G(図示しない)が熱により

10

20

30

40

50

劣化してしまうことを抑制できる。

【0157】

また、剥離を行う前に、剥離界面の一部を露出させる処理を行ってもよい。例えばレーザや鋭利な部材などにより、剥離層56上の絶縁層131の一部を除去する。これにより、絶縁層131が除去された部分を出発点(起点)として、剥離を進行させることができる。

【0158】

剥離を終えた後、剥離層56の一部が残存している場合がある。その場合、残存した剥離層56を洗浄、エッティング、プラズマ処理、または拭き取り処理などにより、除去することが好ましい。特に、導電層121a上に位置する剥離層56は除去することが好ましい。

【0159】

続いて、導電層121a及び絶縁層131上に、EL層122Bと導電層123aを形成することにより、表示素子21Bを形成する(図8(C))。

【0160】

EL層122Bは、例えばメタルマスク等のシャドーマスクを用いない真空蒸着法により形成することができる。なお、表示領域以外の部分にEL層122Bが形成されないように、周辺領域を遮蔽するためのシャドーマスクを用いてもよい。

【0161】

導電層123aは、導電層123bと同様の方法により形成できる。

【0162】

続いて、接着層151aを用いて、基板52を貼り合せる。その後、接着層151aを硬化させる。接着層151aとしては、硬化型の接着剤を用いることが好ましい。また、接着層151aとして、水などの不純物が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。

【0163】

以上の工程により、図6に示す表示装置を作製することができる。

【0164】

ここで例示した方法では、基板51と基板52はそれぞれ接着層を用いて貼り合せるため、これらは高い耐熱性を有している必要がない。そのため、様々な材料を基板51及び基板52に用いることができる。例えば、基板51と基板52には、水などの不純物が透過しにくい材料(代表的にはガラス)を用いることができる。また例えば基板51と基板52に、可撓性を有する材料を用いた場合には、曲げることのできる表示装置を実現できる。なお、基板51と基板52はそれぞれ各表示素子やトランジスタ等を保護する機能を有し、保護層と言い換えることもできる。

【0165】

以上が、作製方法例についての説明である。

【0166】

(変形例1)

図9には、図6とは一部の構成の異なる表示装置の断面構成の例を示している。図9に示す表示装置は、導電層124を有する。

【0167】

図6では、表示面側に位置する表示素子21Bが有するEL層122Bが一様に形成されていたのに対し、図9では一部が除去されている。EL層122Bは、導電層121aが設けられる位置に設けられていればよく、島状に加工されていてもよいし、開口が形成されていてもよい。

【0168】

EL層122Bが設けられていない部分に、導電層124が設けられている。導電層124は、導電層121aと同一の導電膜を加工して形成されている。導電層124上に導電層123aが接して設けられ、これらが電気的に接続されている。

【0169】

10

20

30

40

50

導電層 124 は、導電層 123a の導電性を補助するための補助配線として機能する。例えば導電層 123a に、金属よりも電気抵抗が高い酸化物導電膜を用いた場合などでは、導電層 123a の抵抗成分の影響により、表示領域内で表示素子 21B が発する光 B の輝度のばらつきが生じる場合がある。特に表示領域の面積が大きい場合にはこのばらつきが顕著となる。そこで、導電層 124 を設けることで、当該輝度のばらつきを低減することができる。

【0170】

また、導電層 124 を用いることで、導電層 123a として、極めて透光性の高い導電性材料を用いることが可能となる。そのため、表示素子 22R (及び表示素子 22G) からの光 R (または光 G) の一部が導電層 123a に吸収されにくくなるため、光取り出し効率が向上する。

10

【0171】

以上が変形例についての説明である。

【0172】

〔断面構成例 2〕

図 10 に、図 6 とは異なる断面構成の例を示している。図 10 に示す表示装置は、図 6 に示す構成を概ね上下反転させた構成を有する。

【0173】

図 10 に示す構成は、絶縁層 132 よりも表示面側 (基板 52 側) に、表示素子 21R と、表示素子 21G (図示しない) が設けられ、絶縁層 132 よりも表示面側とは反対側に表示素子 22B が設けられている。表示素子 21R と表示素子 21G は、それぞれ上面射出型の発光素子であり、表示素子 22B は、下面射出型の発光素子である。

20

【0174】

表示素子 21R の導電層 121a は、絶縁層 134 に設けられた開口を介してトランジスタ 41 のソース又はドレインの一方と電気的に接続されている。また導電層 121a の端部を覆って絶縁層 135 が設けられ、導電層 121a 上に島状の EL 層 122R が設けられ、EL 層 122R 上に導電層 123a が設けられている。

【0175】

表示素子 22B の導電層 121b は、接続部 80 を介してトランジスタ 42 のソース又はドレインの一方と電気的に接続されている。また導電層 121b の基板 51 側の表面を覆って EL 層 122B と導電層 123b が積層して設けられている。

30

【0176】

導電層 121a と導電層 123b には、可視光を反射する導電膜を用いることができる。また導電層 123a と導電層 121b には、可視光を透過する導電膜を用いることができる。

【0177】

以上が、断面構成例 2 についての説明である。

【0178】

〔発光素子について〕

以下では、本発明の一態様の表示装置が有する表示素子に適用可能な、発光素子の構成例について説明する。

40

【0179】

〔構成例 1〕

図 11 (A) では、絶縁層 132 よりも上側 (表示面側) に、上面射出型の表示素子 21B と、下側に下面射出型の表示素子 22R 及び表示素子 22G を有する例を示している。

【0180】

表示素子 22R は、導電層 121 と導電層 123 との間に、EL 層 122R を有する。図 11 (A) において、EL 層 122R は、導電層 121 側からキャリア注入層 141R 、キャリア輸送層 142R 、発光層 143R 、キャリア輸送層 144R 、及びキャリア注

50

入層 1 4 5 R を有する。

【0181】

例えは、導電層 1 2 1 を陽極、導電層 1 2 3 を陰極とした場合には、キャリア注入層 1 4 1 R に正孔注入性の高い材料を用い、キャリア輸送層 1 4 2 R に正孔輸送性の高い材料を用い、キャリア輸送層 1 4 4 R に電子輸送性の高い材料を用い、キャリア注入層 1 4 5 R に電子注入性の高い材料を用いる。なお、陽極と負極を入れ替える場合には、陽極と陰極の間の各層の積層順を入れ替えることができる。

【0182】

同様に、表示素子 2 2 G の E L 層 1 2 2 G は、キャリア注入層 1 4 1 G、キャリア輸送層 1 4 2 G、発光層 1 4 3 G、キャリア輸送層 1 4 4 G、及びキャリア注入層 1 4 5 G を有する。

10

【0183】

このように、E L 層 1 2 2 R、E L 層 1 2 2 B、及び E L 層 1 2 2 G のそれぞれを独立して形成することで、それぞれが最適化された素子構造をとることができる。例えは、E L 層 1 2 2 R、E L 層 1 2 2 B、及び E L 層 1 2 2 G の各層には、それぞれ異なる材料を用いた層を適用することもできる。これにより、色純度や発光効率、光取り出し効率等を極めて高いものとすることができる。

【0184】

なお、ここでは各 E L 層が有する各層の厚さが同程度であるように図示しているが、それぞれの層の厚さは各表示素子で異なっていてもよい。

20

【0185】

〔構成例 2〕

図 1 1 (B) は、表示素子 2 2 R と表示素子 2 2 G との間で、発光層のみを作り分け、他の層は共通に用いている場合の例を示している。

【0186】

表示素子 2 2 R と表示素子 2 2 G に亘って、キャリア注入層 1 4 1、キャリア輸送層 1 4 2、キャリア輸送層 1 4 4、及びキャリア注入層 1 4 5 が設けられている。

【0187】

このような構成とすることで、作製工程を簡略化することができる。

【0188】

30

なお、キャリア注入層 1 4 1、キャリア輸送層 1 4 2、キャリア輸送層 1 4 4、及びキャリア注入層 1 4 5 のうち、1 以上を作り分けてよい。例えは、発光層に熒光発光材料が適用された表示素子と、発光層に蛍光発光材料が適用された表示素子とが混在する場合には、共通して用いない層を作り分け、それ以外の層を共通して用いることが好ましい。

【0189】

〔構成例 3〕

同一面上に位置する 2 つの表示素子のうち、一方の表示素子が有する発光層が他方の表示素子の発光層と重ねて設けられていてもよい。

【0190】

図 1 1 (C) には、絶縁層 1 3 2 よりも上側に表示素子 2 1 G が設けられ、下側に表示素子 2 2 R と表示素子 2 2 B が設けられている例を示している。

40

【0191】

表示素子 2 2 R と表示素子 2 2 B に亘って、キャリア注入層 1 4 1、キャリア輸送層 1 4 2、キャリア輸送層 1 4 4、及びキャリア注入層 1 4 5 が設けられている。

【0192】

また、発光層 1 4 3 B は、表示素子 2 2 B だけでなく、表示素子 2 2 R にまで延在して設けられている。発光層 1 4 3 B は、表示素子 2 2 R の導電層 1 2 1 及び発光層 1 4 3 R と重なる領域を有する。

【0193】

このとき、表示素子 2 2 R では、発光層 1 4 3 B の一部はキャリア輸送層として機能す

50

ることができる。

【0194】

このような構成とすることで、発光層143Bを作り分ける工程を省略することができ、作製コストを削減することができる。

【0195】

図11(C)では、赤色の光Rを発する発光層143Rに重ねて、青色の光Bを発する発光層143Bが重ねて設けられている。このように、他の表示素子と重ねる発光層は、当該表示素子が有する発光層が有する発光材料よりも、バンドギャップの大きい発光材料を含む発光層であることが好ましい。このような発光層は、より短波長の光を発する発光材料を含む発光層とも言い換えることができる。

10

【0196】

例えば、バンドギャップの異なる2つの発光層が重ねて設けられた表示素子は、バンドギャップの小さい発光層が優先的に発光し、他方の発光層からはほとんど発光が生じないため、混色する恐れがない。また、後述するようにマイクロキャビティ構造を採用する場合には、より長波長の光を発する表示素子は、光学距離を大きくする必要があるため、このように異なる2つの発光層を積層することで、作製工程を増やすことなく光学距離を大きくすることができる。

【0197】

〔構成例4〕

図11(D)は、下側に設けられる表示素子22Rと表示素子22Gが、それぞれマイクロキャビティ(微小共振器)構造が実現された例を示している。

20

【0198】

表示素子22Rは、導電層121とキャリア注入層141との間に、光学調整層125Rを有する。また表示素子22Gは、導電層121とキャリア注入層141との間に光学調整層125Gを有する。

【0199】

光学調整層125Rと光学調整層125Gはそれぞれ、光学距離を調整するための層である。ここでは、光学調整層125Rは、光学調整層125Gよりも厚さが厚い例を示している。光学調整層125Rと光学調整層125Gにはそれぞれ、可視光を透過する導電膜を用いることができる。好適には、酸化物導電膜を用いることができる。

30

【0200】

また、表示素子22Rと表示素子22Gのそれぞれに設けられる導電層121には、可視光に対して半透過、半反射性を有する導電膜を用いることができる。例えば、厚さが0.1nm以上10nm以下、好ましくは0.5nm以上5nm以下、より好ましくは1nm以上4nm以下の金属膜または合金膜を用いることができる。また当該金属膜または合金膜と、可視光を透過する酸化物導電膜の積層構造とすることで、導電性を高めることができると好ましい。

【0201】

このような構成とすることで、表示素子22R及び表示素子22Gからそれぞれ発せられる光Rと光Gを、色純度の高いものとすることができます。これにより、より色再現性の高い表示装置を実現できる。

40

【0202】

またこのとき、表示面側に位置する表示素子21Bの、光射出側に位置する導電層(例えば図1(C)における導電層123a)には、酸化物導電膜などの透光性に優れた導電膜を用いることが好ましい。

【0203】

〔構成例5〕

図12(A)は、絶縁層132よりも上側に、上面射出型の表示素子21R及び表示素子21Gと、下側に下面射出型の表示素子22Bを有する例を示している。図12(A)に示す構成は、図11(A)に示す構成を上下逆転させたものと概ね等しい。

50

【0204】

表示素子21R及び表示素子21Gは、それぞれ可視光を反射する導電層121と、可視光を透過する導電層123とを有する。

【0205】

このとき、導電層123を、絶縁層135等に設けられた開口を介して補助配線と電気的に接続される構成とすることが好ましい。これにより、導電層123として、透光性が高く、導電性が比較的低い材料を用いることができる。

【0206】

表示素子21Rは、キャリア注入層141R、キャリア輸送層142R、発光層143R、キャリア輸送層144R、及びキャリア注入層145Rを有する。また表示素子21Gは、キャリア注入層141G、キャリア輸送層142G、発光層143G、キャリア輸送層144G、及びキャリア注入層145Gを有する。

【0207】

〔構成例6〕

図12(B)は、表示素子21Rと表示素子21Gとの間で、発光層のみを作り分け、他の層は共通に用いている場合の例を示している。

【0208】

表示素子21Rと表示素子21Gに亘って、キャリア注入層141、キャリア輸送層142、キャリア輸送層144、及びキャリア注入層145が設けられている。

【0209】

〔構成例7〕

図12(C)は、絶縁層132よりも上側に表示素子21Rと表示素子21Bが設けられ、下側に表示素子22Gが設けられている例を示している。また、表示素子21Bの発光層143Bが、表示素子21Rと重なる部分にまで延在して設けられている。

【0210】

〔構成例8〕

図12(D)には、マイクロキャビティ構造が適用された表示素子21Rと表示素子21Gを有する例を示している。

【0211】

表示素子21Rと表示素子21Gは、それぞれ光学調整層125R、光学調整層125Gを有する。

【0212】

また、図12(D)では、導電層123とキャリア注入層145との間に、島状の導電層126が設けられている例を示している。導電層126は、可視光に対して半透過、半反射性を有する導電膜を有する。導電層126はそれぞれ、発光層143R、発光層143Gと重ねて設けられている。

【0213】

また、導電層126は、表示素子22Bが発する光Bの経路上に位置しないように設けられている。このような構成により、表示素子22Bの光取り出し効率を犠牲にすることなく、表示素子21Rと表示素子21Gがそれぞれ発する光の色純度を高めることができる。

【0214】

以上が発光素子についての説明である。

【0215】

〔トランジスタの構成例〕

以下では、本発明の一態様の表示装置に用いることのできるトランジスタの構成の例について説明する。

【0216】

〔構成例1〕

図13(A)には、1つの副画素に対応する断面概略図を示している。図13(A)に

10

20

30

40

50

示す構成は、トランジスタ41a、トランジスタ41b、及び容量素子130を有する。トランジスタ41a、トランジスタ41bはそれぞれ、ボトムゲート型のチャネルエッチ構造のトランジスタであり、同様の構成を有する。

【0217】

トランジスタ41aは、例えば画素(副画素)の選択状態及び非選択状態を制御するためのスイッチとして機能する。すなわち、トランジスタ41aは選択トランジスタとして機能する。またトランジスタ41bは、例えば表示素子(図示しない)に流れる電流を制御するトランジスタであり、駆動トランジスタとして機能する。また容量素子130は、画素(副画素)に書き込まれた電位を保持するための保持容量として機能する。

【0218】

トランジスタ41aは、ゲートとして機能する導電層111aと、ゲート絶縁層として機能する絶縁層132の一部と、半導体層112aと、ソース電極及びドレイン電極の一方として機能する導電層113aと、ソース電極及びドレイン電極の他方として機能する導電層113bと、を有する。

【0219】

トランジスタ41bは、ゲートとして機能する導電層111bと、ゲート絶縁層として機能する絶縁層132の一部と、半導体層112bと、ソース電極及びドレイン電極の一方として機能する導電層113cと、ソース電極及びドレイン電極の他方として機能する導電層113dと、を有する。

【0220】

図13(A)では、容量素子130が、導電層111a等と同一の導電膜を加工して形成した導電層111cと、絶縁層132の一部と、トランジスタ41bの導電層113dの一部と、により構成されている例を示している。

【0221】

また、表示素子の画素電極として機能する導電層121は、絶縁層134及び絶縁層133に設けられた開口を介して、導電層113dと電気的に接続されている。なお、ここでは導電層121よりも上に設けられる構成要素(例えばEL層など)を省略して示している。

【0222】

このような構成とすることで、トランジスタ41a、トランジスタ41b及び容量素子130を同一の工程を経ることにより作製できるため、作製工程を簡略化できる。

【0223】

図13(C)に、図13(A)に示す構成に対応する回路図を示す。図13(C)は、一つの画素(副画素)の回路図に相当する。図13(C)に示す回路は、トランジスタ41a、トランジスタ41b、容量素子130、及び表示素子21を有する。

【0224】

例えば、トランジスタ41aのゲート(導電層111a)は、ゲート信号VGが与えられる配線と電気的に接続され、トランジスタ41aのソース又はドレインの一方(導電層113a)は、ソース信号VSが与えられる配線と電気的に接続される。また、トランジスタ41bのソース又はドレインの一方(導電層113c)は、電位VHが与えられる配線と電気的に接続される。また表示素子21の共通電極(例えば導電層123)は、電位VLが与えられる配線と電気的に接続される。

【0225】

なお、画素の構成はこれに限られず、様々な回路構成を用いることができる。

【0226】

[構成例2]

以下では、2つのトランジスタを積層した構造の他の構成例について説明する。以下で例示する各構成例は、上記表示装置の断面構成例で例示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【0227】

10

20

30

40

50

図13(B)に、トランジスタ41aと、トランジスタ41cとを積層した場合の例を示す。

【0228】

トランジスタ41aの構成は、上記構成例1を援用できる。

【0229】

また、トランジスタ41aを覆って絶縁層133が設けられている。絶縁層133は、トランジスタ41aを保護するための保護層として機能する。

【0230】

トランジスタ41cは、導電層113b上に、絶縁層133を介して半導体層112bが設けられ、半導体層112bと接する導電層113c及び導電層113dを有する。導電層113bの一部は、トランジスタ41cのゲートとして機能する。絶縁層133の一部は、トランジスタ41cのゲート絶縁層として機能する。導電層113cと導電層113dは、それぞれトランジスタ41bのソースまたはドレインとして機能する。
10

【0231】

このように、トランジスタ41cはトランジスタ41aよりも上部に設けられている。また、導電層113bがトランジスタ41aのソースまたはドレインの一方と、トランジスタ41cのゲートを兼ねる。このような構成とすることで、トランジスタ41aとトランジスタ41cを、それぞれ同一面上に並べて配置した場合に比べて、これらの占有面積を縮小することができる。

【0232】

また、導電層113dと絶縁層133の一部と、導電層113bの一部が積層して設けられ、容量素子130を構成している。容量素子130は、画素の保持容量として機能する。
20

【0233】

トランジスタ41cを覆って、絶縁層136及び絶縁層134が設けられている。絶縁層136は、トランジスタ41bを保護する保護層として機能する。絶縁層134は、平坦化膜として機能することが好ましい。なお、絶縁層136及び絶縁層134のいずれか一方は、不要であれば設けなくてもよい。

【0234】

導電層121は、絶縁層134及び絶縁層136に設けられた開口を介して、導電層113dと電気的に接続されている。
30

【0235】

以上が構成例2についての説明である。

【0236】

〔構成例3〕

図14(A)に、トランジスタ41dとトランジスタ41eとを積層した場合の例を示す。

【0237】

トランジスタ41dは、図13(B)等で例示したトランジスタ41aに、第2のゲートとして機能する導電層111dが設けられたトランジスタである。導電層111dは、半導体層112aと重なる位置に設けられ、絶縁層133と絶縁層136の間に設けられている。
40

【0238】

トランジスタ41eは、図13(B)で例示したトランジスタ41cに、第2のゲートとして機能する導電層111eが設けられたトランジスタである。導電層111eは、半導体層112bと重なる位置に設けられ、絶縁層136上に設けられている。

【0239】

トランジスタが半導体層を挟んで2つのゲートを有する場合、2つのゲートに同じ電位を与えることで、トランジスタのオン電流を高めることができる。また一方のゲートにしきい値電圧を制御するための電位を与え、他方に駆動のための電位を与えることで、トラ
50

ンジスタのしきい値電圧を制御することができる。

【0240】

〔構成例4〕

図14(B)に、トランジスタ41fとトランジスタ41cとを積層した場合の例を示す。

【0241】

トランジスタ41cの構成は、上記を援用できる。

【0242】

トランジスタ41fは、半導体層112aよりも上部にゲートを有する、いわゆるトップゲート型のトランジスタである。

10

【0243】

トランジスタ41fは、絶縁層131上に半導体層112aと、半導体層112a上に絶縁層132と、絶縁層132上に導電層111aと、半導体層112a及び導電層111aを覆う絶縁層137と、絶縁層137上に導電層113a及び導電層113bと、を有する。

【0244】

トランジスタ41fは、半導体層112aと導電層113aまたは導電層113bの間の寄生容量、及び導電層111aと導電層113aまたは導電層113bの間の寄生容量を低減できるため好ましい。

【0245】

20

図14(B)では、絶縁層132が導電層111aと重なる部分にのみ形成されている例を示しているが、図14(D)に示すように、絶縁層132が半導体層112aの端部を覆う構成としてもよい。

【0246】

〔構成例5〕

図14(C)は、トランジスタ41gとトランジスタ41cとを積層した場合の例である。

【0247】

トランジスタ41cの構成は、上記を援用できる。

【0248】

30

トランジスタ41gは、トランジスタ41fに加えて第2のゲートとして機能する導電層111fを有する。導電層111fは、絶縁層138を介して半導体層112aと重ねて配置されている。

【0249】

図14(C)では、絶縁層132が導電層111と重なる部分にのみ形成されている例を示しているが、図14(E)に示すように、絶縁層132が半導体層112aの端部を覆う構成としてもよい。

【0250】

〔構成例6〕

図15(A)に、トランジスタ41aとトランジスタ41hとを積層した場合の例を示す。

40

【0251】

トランジスタ41hは、半導体層112bよりも上部にゲートを有する、いわゆるトップゲート型のトランジスタである。

【0252】

トランジスタ41hは、絶縁層133上に半導体層112bと、半導体層112a上にゲート絶縁層として機能する絶縁層139と、絶縁層139上に導電層111bと、半導体層112a及び導電層111bを覆う絶縁層136と、絶縁層136上に導電層113c及び導電層113dと、を有する。

【0253】

50

導電層 113b 及び導電層 111b は、それぞれトランジスタ 41h のゲートとして機能する。

【0254】

図 15 (A) に示す例では、半導体層 112b と、導電層 113b と、絶縁層 133 の一部により容量が形成される。そのため、当該容量を保持容量として用いてもよく、その場合には、容量素子を別途設けなくてもよい。

【0255】

なお、図 15 (A) では絶縁層 139 が導電層 111b と重なる部分にのみ形成されている例を示しているが、図 14 (E) 等の絶縁層 132 と同様に、半導体層 112b の端部を覆って設けられてもよい。

10

【0256】

〔構成例 7〕

図 15 (B) は、トランジスタ 41f とトランジスタ 41h とを積層した場合の例である。トランジスタ 41f とトランジスタ 41h の説明は上記を援用できる。

【0257】

このような構成とすることで、寄生容量が極めて低減された表示装置を実現できる。

【0258】

〔構成例 8〕

図 15 (C) は、トランジスタ 41g とトランジスタ 41h とを積層した場合の例である。トランジスタ 41g とトランジスタ 41h の説明は上記を援用できる。

20

【0259】

このような構成とすることで、寄生容量が極めて低減された表示装置を実現できる。

【0260】

以上が、トランジスタの構成例についての説明である。

【0261】

〔各構成要素について〕

以下では、上記に示す各構成要素について説明する。

【0262】

〔基板〕

表示パネルが有する基板には、平坦面を有する材料を用いることができる。表示素子からの光を取り出す側の基板には、該光を透過する材料を用いる。例えば、ガラス、石英、セラミック、サファイヤ、有機樹脂などの材料を用いることができる。

30

【0263】

厚さの薄い基板を用いることで、表示パネルの軽量化、薄型化を図ることができる。さらに、可撓性を有する程度の厚さの基板を用いることで、可撓性を有する表示パネルを実現できる。

【0264】

また、発光を取り出さない側の基板は、透光性を有していないため、上記に挙げた基板の他に、金属基板等を用いることもできる。金属基板は熱伝導性が高く、基板全体に熱を容易に伝導できるため、表示パネルの局所的な温度上昇を抑制することができ、好ましい。可撓性や曲げ性を得るために、金属基板の厚さは、10 μm 以上 200 μm 以下が好ましく、20 μm 以上 50 μm 以下であることがより好ましい。

40

【0265】

金属基板を構成する材料としては、特に限定はないが、例えば、アルミニウム、銅、ニッケル等の金属、もしくはアルミニウム合金またはステンレス等の合金などを好適に用いることができる。

【0266】

また、金属基板の表面を酸化する、又は表面に絶縁膜を形成するなどにより、絶縁処理が施された基板を用いてもよい。例えば、スピンドルコート法やディップ法などの塗布法、電着法、蒸着法、又はスパッタリング法などを用いて絶縁膜を形成してもよいし、酸素雰囲

50

気で放置する又は加熱するほか、陽極酸化法などによって、基板の表面に酸化膜を形成してもよい。

【0267】

可撓性及び可視光に対する透過性を有する材料としては、例えば、可撓性を有する程度の厚さのガラスや、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート(PC)樹脂、ポリエーテルスルホン(PE-S)樹脂、ポリアミド樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)樹脂等が挙げられる。特に、熱膨張係数の低い材料を用いることが好ましく、例えば、熱膨張係数が $30 \times 10^{-6} / K$ 以下であるポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、PET等を好適に用いることができる。また、ガラス纖維に有機樹脂を含浸した基板や、無機フィラーを有機樹脂に混ぜて熱膨張係数を下げた基板を使用することもできる。このような材料を用いた基板は、重量が軽いため、該基板を用いた表示パネルも軽量にすることができる。

10

【0268】

上記材料中に纖維体が含まれている場合、纖維体は有機化合物または無機化合物の高強度纖維を用いる。高強度纖維とは、具体的には引張弾性率またはヤング率の高い纖維のことを言い、代表例としては、ポリビニルアルコール系纖維、ポリエステル系纖維、ポリアミド系纖維、ポリエチレン系纖維、アラミド系纖維、ポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール纖維、ガラス纖維、または炭素纖維が挙げられる。ガラス纖維としては、Eガラス、Sガラス、Dガラス、Qガラス等を用いたガラス纖維が挙げられる。これらは、織布または不織布の状態で用い、この纖維体に樹脂を含浸させ樹脂を硬化させた構造物を、可撓性を有する基板として用いてもよい。可撓性を有する基板として、纖維体と樹脂からなる構造物を用いると、曲げや局所的押圧による破損に対する信頼性が向上するため、好ましい。

20

【0269】

または、可撓性を有する程度に薄いガラス、金属などを基板に用いることもできる。または、ガラスと樹脂材料とが接着層により貼り合わされた複合材料を用いてもよい。

【0270】

可撓性を有する基板に、表示パネルの表面を傷などから保護するハードコート層(例えば、窒化シリコン、酸化アルミニウムなど)や、押圧を分散可能な材質の層(例えば、アラミド樹脂など)等が積層されていてもよい。また、水分等による表示素子の寿命の低下等を抑制するために、可撓性を有する基板に透水性の低い絶縁膜が積層されていてもよい。例えば、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム等の無機絶縁材料を用いることができる。

30

【0271】

基板は、複数の層を積層して用いることもできる。特に、ガラス層を有する構成とすると、水や酸素に対するバリア性を向上させ、信頼性の高い表示パネルとすることができます。

【0272】

40

【トランジスタ】

トランジスタは、ゲート電極として機能する導電層と、半導体層と、ソース電極として機能する導電層と、ドレイン電極として機能する導電層と、ゲート絶縁層として機能する絶縁層と、を有する。上記では、ボトムゲート構造のトランジスタを適用した場合を示している。

【0273】

なお、本発明の一態様の表示装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型のトランジスタとしてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよいし、逆スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート型又はボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャネルの上下にゲート電極が設け

50

られてもよい。

【0274】

トランジスタに用いる半導体材料の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、又は一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

【0275】

また、トランジスタに用いる半導体材料としては、例えば、第14族の元素（シリコン、ゲルマニウム等）、化合物半導体又は酸化物半導体を半導体層に用いることができる。代表的には、シリコンを含む半導体、ガリウムヒ素を含む半導体又はインジウムを含む酸化物半導体などを適用できる。

10

【0276】

特にシリコンよりもバンドギャップの大きな酸化物半導体を適用することが好ましい。シリコンよりもバンドギャップが広く、且つキャリア密度の小さい半導体材料を用いると、トランジスタのオフ状態における電流を低減できるため好ましい。

【0277】

特に、半導体層として、複数の結晶部を有し、当該結晶部はc軸が半導体層の被形成面、または半導体層の上面に対し概略垂直に配向し、且つ隣接する結晶部間には粒界が確認できない酸化物半導体を用いることが好ましい。

【0278】

20

このような酸化物半導体は、結晶粒界を有さないために表示パネルを湾曲させたときの応力によって酸化物半導体膜にクラックが生じてしまうことが抑制される。したがって、可撓性を有し、湾曲させて用いる表示パネルなどに、このような酸化物半導体を好適に用いることができる。

【0279】

また半導体層としてこのような結晶性を有する酸化物半導体を用いることで、電気特性の変動が抑制され、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

【0280】

また、シリコンよりもバンドギャップの大きな酸化物半導体を用いたトランジスタは、その低いオフ電流により、トランジスタと直列に接続された容量素子に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。このようなトランジスタを画素に適用することで、各画素の階調を維持しつつ、駆動回路を停止することも可能となる。その結果、極めて消費電力の低減された表示装置を実現できる。

30

【0281】

半導体層は、例えば少なくともインジウム、亜鉛及びM（アルミニウム、チタン、ガリウム、ゲルマニウム、イットリウム、ジルコニウム、ランタン、セリウム、スズ、ネオジムまたはハフニウム等の金属）を含むIn-M-Zn系酸化物で表記される膜を含むことが好ましい。また、該酸化物半導体を用いたトランジスタの電気特性のばらつきを減らすため、それらと共に、スタビライザーを含むことが好ましい。

【0282】

40

スタビライザーとしては、上記Mで記載の金属を含め、例えば、ガリウム、スズ、ハフニウム、アルミニウム、またはジルコニウム等がある。また、他のスタビライザーとしては、ランタノイドである、ランタン、セリウム、プラセオジム、ネオジム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、テルビウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、イッテルビウム、ルテチウム等がある。

【0283】

半導体層を構成する酸化物半導体として、例えば、In-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Zn系酸化物、In-Hf-Zn系酸化物、In-La-Zn系酸化物、In-Ce-Zn系酸化物、In-Pr-Zn系酸化物、In-Nd-Zn系酸化物、In-Sm-Zn系酸化物、In-Eu-Zn系酸化物、In-Gd-

50

Zn系酸化物、In-Tb-Zn系酸化物、In-Dy-Zn系酸化物、In-Ho-Zn系酸化物、In-Er-Zn系酸化物、In-Tm-Zn系酸化物、In-Yb-Zn系酸化物、In-Lu-Zn系酸化物、In-Sn-Ga-Zn系酸化物、In-Hf-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Ga-Zn系酸化物、In-Sn-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Hf-Zn系酸化物、In-Hf-Al-Zn系酸化物を用いることができる。

【0284】

なお、ここで、In-Ga-Zn系酸化物とは、InとGaとZnを主成分として有する酸化物という意味であり、InとGaとZnの比率は問わない。また、InとGaとZn以外の金属元素が入っていてもよい。

10

【0285】

また、半導体層と導電層は、上記酸化物のうち同一の金属元素を有していてもよい。半導体層と導電層を同一の金属元素としてすることで、製造コストを低減させることができる。例えば、同一の金属組成の金属酸化物ターゲットを用いることで、製造コストを低減させることができる。また半導体層と導電層を加工する際のエッティングガスまたはエッティング液を共通して用いることができる。ただし、半導体層と導電層は、同一の金属元素を有していても、組成が異なる場合がある。例えば、トランジスタ及び容量素子の作製工程中に、膜中の金属元素が脱離し、異なる金属組成となる場合がある。

【0286】

半導体層を構成する酸化物半導体は、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、より好ましくは3eV以上であることが好ましい。このように、エネルギーギャップの広い酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。

20

【0287】

半導体層を構成する酸化物半導体がIn-M-Zn酸化物の場合、In-M-Zn酸化物を成膜するために用いるスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比は、In-M、Zn-Mを満たすことが好ましい。このようなスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比として、In:M:Zn = 1:1:1、In:M:Zn = 1:1:1.2、In:M:Zn = 3:1:2、4:2:4.1等が好ましい。なお、成膜される半導体層の原子数比はそれぞれ、誤差として上記のスパッタリングターゲットに含まれる金属元素の原子数比のプラスマイナス40%の変動を含む。

30

【0288】

半導体層としては、キャリア密度の低い酸化物半導体膜を用いる。例えば、半導体層は、キャリア密度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ 未満であり、 $1 \times 10^{-9} / \text{cm}^3$ 以上の酸化物半導体を用いることができる。そのような酸化物半導体を、高純度真性または実質的に高純度真性な酸化物半導体と呼ぶ。これにより不純物濃度が低く、欠陥準位密度が低いため、安定な特性を有する酸化物半導体であるといえる。

【0289】

40

なお、これらに限られず、必要とするトランジスタの半導体特性及び電気特性（電界効果移動度、しきい値電圧等）に応じて適切な組成のものを用いればよい。また、必要とするトランジスタの半導体特性を得るために、半導体層のキャリア密度や不純物濃度、欠陥密度、金属元素と酸素の原子数比、原子間距離、密度等を適切なものとすることが好ましい。

【0290】

半導体層を構成する酸化物半導体において、第14族元素の一つであるシリコンや炭素が含まれると、半導体層において酸素欠損が増加し、n型化してしまう。このため、半導体層におけるシリコンや炭素の濃度（二次イオン質量分析法により得られる濃度）を、 $2 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下と

50

する。

【0291】

また、アルカリ金属及びアルカリ土類金属は、酸化物半導体と結合するとキャリアを生成する場合があり、トランジスタのオフ電流が増大してしまうことがある。このため半導体層における二次イオン質量分析法により得られるアルカリ金属またはアルカリ土類金属の濃度を、 1×10^{-8} atoms / cm³ 以下、好ましくは 2×10^{-6} atoms / cm³ 以下にする。

【0292】

また、半導体層を構成する酸化物半導体に窒素が含まれていると、キャリアである電子が生じ、キャリア密度が増加し、n型化しやすい。この結果、窒素が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため半導体層における二次イオン質量分析法により得られる窒素濃度は、 5×10^{-8} atoms / cm³ 以下にすることが好ましい。

【0293】

また、半導体層は、例えば非単結晶構造でもよい。非単結晶構造は、例えば、C A A C - O S (C - A x i s A l i g n e d C r y s t a l l i n e O x i d e S e m i c o n d u c t o r 、または、C - A x i s A l i g n e d a n d A - B - p l a n e A n c h o r e d C r y s t a l l i n e O x i d e S e m i c o n d u c t o r) 、多結晶構造、微結晶構造、または非晶質構造を含む。非単結晶構造において、非晶質構造は最も欠陥準位密度が高く、C A A C - O S は最も欠陥準位密度が低い。

【0294】

非晶質構造の酸化物半導体膜は、例えば、原子配列が無秩序であり、結晶成分を有さない。または、非晶質構造の酸化物膜は、例えば、完全な非晶質構造であり、結晶部を有さない。

【0295】

なお、半導体層が、非晶質構造の領域、微結晶構造の領域、多結晶構造の領域、C A A C - O S の領域、単結晶構造の領域のうち、二種以上を有する混合膜であってもよい。混合膜は、例えば上述した領域のうち、いずれか二種以上の領域を含む単層構造、または積層構造を有する場合がある。

【0296】

< C A C - O S の構成 >

以下では、本発明の一態様で開示されるトランジスタに用いることができるC A C (C l o u d - A l i g n e d C o m p o s i t e) - O S の構成について説明する。

【0297】

C A C - O S とは、例えば、酸化物半導体を構成する元素が、0.5 nm 以上 10 nm 以下、好ましくは、1 nm 以上 2 nm 以下、またはその近傍のサイズで偏在した材料の一構成である。なお、以下では、酸化物半導体において、一つあるいはそれ以上の金属元素が偏在し、該金属元素を有する領域が、0.5 nm 以上 10 nm 以下、好ましくは、1 nm 以上 2 nm 以下、またはその近傍のサイズで混合した状態をモザイク状、またはパッチ状ともいう。

【0298】

なお、酸化物半導体は、少なくともインジウムを含むことが好ましい。特にインジウムおよび亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

【0299】

例えば、In - Ga - Zn酸化物におけるC A C - O S (C A C - O S の中でもIn - Ga - Zn酸化物を、特にC A C - I G Z O と呼称してもよい。) とは、インジウム酸化

10

20

30

40

50

物（以下、 InO_{x_1} （ x_1 は0よりも大きい実数）とする。）、またはインジウム亜鉛酸化物（以下、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ （ x_2 、 y_2 、および z_2 は0よりも大きい実数）とする。）と、ガリウム酸化物（以下、 GaO_{x_3} （ x_3 は0よりも大きい実数）とする。）、またはガリウム亜鉛酸化物（以下、 $Ga_{x_4}Zn_{y_4}O_{z_4}$ （ x_4 、 y_4 、および z_4 は0よりも大きい実数）とする。）などと、に材料が分離することでモザイク状となり、モザイク状の InO_{x_1} 、または $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ が、膜中に均一に分布した構成（以下、クラウド状ともいう。）である。

【0300】

つまり、CAC-OSは、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域とが、混合している構成を有する複合酸化物半導体である。なお、本明細書において、例えば、第1の領域の元素Mに対するInの原子数比が、第2の領域の元素Mに対するInの原子数比よりも大きいことを、第1の領域は、第2の領域と比較して、Inの濃度が高いとする。

10

【0301】

なお、IGZOは通称であり、In、Ga、Zn、およびOによる1つの化合物をいう場合がある。代表例として、 $InGaO_3$ (ZnO)_{m1} (m_1 は自然数)、または $In_{(1+x_0)}Ga_{(1-x_0)}O_3$ (ZnO)_{m0} (-1 < x_0 < 1、 m_0 は任意数)で表される結晶性の化合物が挙げられる。

【0302】

上記結晶性の化合物は、単結晶構造、多結晶構造、またはCAC構造を有する。なお、CAC構造とは、複数のIGZOのナノ結晶がc軸配向を有し、かつa-b面においては配向せずに連結した結晶構造である。

20

【0303】

一方、CAC-OSは、酸化物半導体の材料構成に関する。CAC-OSとは、In、Ga、Zn、およびOを含む材料構成において、一部にGaを主成分とするナノ粒子状に観察される領域と、一部にInを主成分とするナノ粒子状に観察される領域とが、それぞれモザイク状にランダムに分散している構成をいう。従って、CAC-OSにおいて、結晶構造は副次的な要素である。

【0304】

なお、CAC-OSは、組成の異なる二種類以上の膜の積層構造は含まないものとする。例えば、Inを主成分とする膜と、Gaを主成分とする膜との2層からなる構造は、含まない。

30

【0305】

なお、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域とは、明確な境界が観察できない場合がある。

【0306】

なお、ガリウムの代わりに、アルミニウム、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムなどから選ばれた一種、または複数種が含まれている場合、CAC-OSは、一部に該金属元素を主成分とするナノ粒子状に観察される領域と、一部にInを主成分とするナノ粒子状に観察される領域とが、それぞれモザイク状にランダムに分散している構成をいう。

40

【0307】

CAC-OSは、例えば基板を意図的に加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、CAC-OSをスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス（代表的にはアルゴン）、酸素ガス、及び窒素ガスの中から選ばれたいずれか一つまたは複数を用いればよい。また、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比は低いほど好ましく、例えば酸素ガスの流量比を0%以上30%未満、好ましくは0%以上10%以下とすることが好ましい。

50

【0308】

C A C - O S は、 X 線回折 (X R D : X - r a y d i f f r a c t i o n) 測定法のひとつである Out - o f - p l a n e 法による / 2 スキャンを用いて測定したときに、明確なピークが観察されないという特徴を有する。すなわち、 X 線回折から、測定領域の a - b 面方向、および c 軸方向の配向は見られないことが分かる。

【0309】

また C A C - O S は、プローブ径が 1 nm の電子線 (ナノビーム電子線ともいう。) を照射することで得られる電子線回折パターンにおいて、リング状に輝度の高い領域と、該リング領域に複数の輝点が観測される。従って、電子線回折パターンから、 C A C - O S の結晶構造が、平面方向、および断面方向において、配向性を有さない n c (n a n o - c r y s t a l) 構造を有することがわかる。

10

【0310】

また例えば、 I n - G a - Z n 酸化物における C A C - O S では、エネルギー分散型 X 線分光法 (E D X : E n e r g y D i s p e r s i v e X - r a y s p e c t r o s c o p y) を用いて取得した E D X マッピングにより、 G a O x 3 が主成分である領域と、 I n x 2 Z n y 2 O z 2 、または I n O x 1 が主成分である領域とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

【0311】

C A C - O S は、金属元素が均一に分布した I G Z O 化合物とは異なる構造であり、 I G Z O 化合物と異なる性質を有する。つまり、 C A C - O S は、 G a O x 3 などが主成分である領域と、 I n x 2 Z n y 2 O z 2 、または I n O x 1 が主成分である領域と、に互いに相分離し、各元素を主成分とする領域がモザイク状である構造を有する。

20

【0312】

ここで、 I n x 2 Z n y 2 O z 2 、または I n O x 1 が主成分である領域は、 G a O x 3 などが主成分である領域と比較して、導電性が高い領域である。つまり、 I n x 2 Z n y 2 O z 2 、または I n O x 1 が主成分である領域を、キャリアが流れることにより、酸化物半導体としての導電性が発現する。従って、 I n x 2 Z n y 2 O z 2 、または I n O x 1 が主成分である領域が、酸化物半導体中にクラウド状に分布することで、高い電界効果移動度 (μ) が実現できる。

【0313】

30

一方、 G a O x 3 などが主成分である領域は、 I n x 2 Z n y 2 O z 2 、または I n O x 1 が主成分である領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、 G a O x 3 などが主成分である領域が、酸化物半導体中に分布することで、リーク電流を抑制し、良好なスイッチング動作を実現できる。

【0314】

従って、 C A C - O S を半導体素子に用いた場合、 G a O x 3 などに起因する絶縁性と、 I n x 2 Z n y 2 O z 2 、または I n O x 1 に起因する導電性とが、相補的に作用することにより、高いオン電流 (I o n) 、および高い電界効果移動度 (μ) を実現することができる。

【0315】

40

また、 C A C - O S を用いた半導体素子は、信頼性が高い。従って、 C A C - O S は、ディスプレイをはじめとするさまざまな半導体装置に最適である。

【0316】

または、トランジスタのチャネルが形成される半導体に、シリコンを用いることが好ましい。シリコンとしてアモルファスシリコンを用いてもよいが、特に結晶性を有するシリコンを用いることが好ましい。例えば、微結晶シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンなどを用いることが好ましい。特に、多結晶シリコンは、単結晶シリコンに比べて低温で形成でき、且つアモルファスシリコンに比べて高い電界効果移動度と高い信頼性を備える。このような多結晶半導体を画素に適用することで画素の開口率を向上させることができる。また極めて高精細な表示部とする場合であっても、ゲート駆動回路とソース駆動回

50

路を画素と同一基板上に形成することが可能となり、電子機器を構成する部品数を低減することができる。

【0317】

本実施の形態で例示したボトムゲート構造のトランジスタは、作製工程を削減できるため好ましい。またこのときアモルファスシリコンを用いることで、多結晶シリコンよりも低温で形成できるため、半導体層よりも下層の配線や電極の材料、基板の材料として、耐熱性の低い材料を用いることが可能なため、材料の選択の幅を広げることができる。例えば、極めて大面積のガラス基板などを好適に用いることができる。一方、トップゲート型のトランジスタは、自己整合的に不純物領域を形成しやすいため、特性のばらつきなどを低減することができるため好ましい。このとき特に、多結晶シリコンや単結晶シリコンなどを用いる場合に適している。

10

【0318】

〔導電層〕

トランジスタのゲート、ソースおよびドレインのほか、表示装置を構成する各種配線および電極などの導電層に用いることのできる材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、またはタンゲステンなどの金属、またはこれを主成分とする合金などが挙げられる。またこれらの材料を含む膜を単層で、または積層構造として用いることができる。例えば、シリコンを含むアルミニウム膜の単層構造、チタン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、タンゲステン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、銅 - マグネシウム - アルミニウム合金膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜上に銅膜を積層する二層構造、タンゲステン膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜または窒化チタン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にチタン膜または窒化チタン膜を形成する三層構造、モリブデン膜または窒化モリブデン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にモリブデン膜または窒化モリブデン膜を形成する三層構造等がある。なお、酸化インジウム、酸化錫または酸化亜鉛等の酸化物を用いてもよい。また、マンガンを含む銅を用いると、エッチングによる形状の制御性が高まるため好ましい。

20

【0319】

また、透光性を有する導電性材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛などの導電性酸化物またはグラフェンを用いることができる。または、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タンゲステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、またはチタンなどの金属材料や、該金属材料を含む合金材料を用いることができる。または、該金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）などを用いてもよい。なお、金属材料、合金材料（またはそれらの窒化物）を用いる場合には、透光性を有する程度に薄くすればよい。また、上記材料の積層膜を導電層として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とインジウムスズ酸化物の積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。これらは、表示装置を構成する各種配線および電極などの導電層や、表示素子が有する導電層（画素電極や共通電極として機能する導電層）にも用いることができる。

30

【0320】

〔絶縁層〕

各絶縁層に用いることのできる絶縁材料としては、例えば、アクリル、エポキシなどの樹脂、シロキサン結合を有する樹脂の他、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料を用いることもできる。

40

【0321】

また発光素子は、一対の透水性の低い絶縁膜の間に設けられていることが好ましい。これにより、発光素子に水等の不純物が侵入することを抑制でき、装置の信頼性の低下を抑制できる。

【0322】

50

透水性の低い絶縁膜としては、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜等の窒素と珪素を含む膜や、窒化アルミニウム膜等の窒素とアルミニウムを含む膜等が挙げられる。また、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等を用いてもよい。

【0323】

例えば、透水性の低い絶縁膜の水蒸気透過量は、 1×10^{-5} [g / (m² · day)] 以下、好ましくは 1×10^{-6} [g / (m² · day)] 以下、より好ましくは 1×10^{-7} [g / (m² · day)] 以下、さらに好ましくは 1×10^{-8} [g / (m² · day)] 以下とする。

【0324】

【発光素子】

10

発光素子としては、自発光が可能な素子を用いることができ、電流又は電圧によって輝度が制御される素子をその範疇に含んでいる。このような素子が射出する光は、その輝度や色度が外光に左右されないため、色再現性が高く（色域が広く）、且つコントラストの高い、つまり鮮やかな表示を行うことができる。

【0325】

例えば、LED (Light Emitting Diode)、有機EL素子 (OLED: Organic Light Emitting Diode)、QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode)、または無機EL素子などの自発光性の発光素子を用いることができる。

【0326】

20

発光素子は、トップエミッション型、ボトムエミッション型、デュアルエミッション型などがある。光を取り出す側の電極には、可視光を透過する導電膜を用いる。また、光を取り出さない側の電極には、可視光を反射する導電膜を用いることが好ましい。

【0327】

EL層は少なくとも発光層を有する。EL層は、発光層以外の層として、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔ブロック材料、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、又はバイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質）等を含む層をさらに有していてもよい。

【0328】

30

EL層には低分子系化合物及び高分子系化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物を含んでもよい。EL層を構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

【0329】

陰極と陽極の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、EL層に陽極側から正孔が注入され、陰極側から電子が注入される。注入された電子と正孔はEL層において再結合し、EL層に含まれる発光物質が発光する。

【0330】

発光素子として、白色発光の発光素子を適用する場合には、EL層に2種類以上の発光物質を含む構成とすることが好ましい。例えば2以上の発光物質の各々の発光が補色の関係となるように、発光物質を選択することにより白色発光を得ることができる。例えば、それぞれR（赤）、G（緑）、B（青）、Y（黄）、O（橙）等の発光を示す発光物質、またはR、G、Bのうち2以上の色のスペクトル成分を含む発光を示す発光物質のうち、2以上を含むことが好ましい。また、発光素子からの発光のスペクトルが、可視光領域の波長（例えば350nm～750nm）の範囲内に2以上のピークを有する発光素子を適用することが好ましい。また、黄色の波長領域にピークを有する材料の発光スペクトルは、緑色及び赤色の波長領域にもスペクトル成分を有することが好ましい。

40

【0331】

EL層は、一の色を発光する発光材料を含む発光層と、他の色を発光する発光材料を含む発光層とが積層された構成とすることが好ましい。例えば、EL層における複数の発光層は、互いに接して積層されていてもよいし、いずれの発光材料も含まない領域を介して

50

積層されていてもよい。例えば、蛍光発光層と燐光発光層との間に、当該蛍光発光層または燐光発光層と同一の材料（例えばホスト材料、アシスト材料）を含み、且ついずれの発光材料も含まない領域を設ける構成としてもよい。これにより、発光素子の作製が容易になり、また、駆動電圧が低減される。

【0332】

また、発光素子は、EL層を1つ有するシングル素子であってもよいし、複数のEL層が電荷発生層を介して積層されたタンデム素子であってもよい。

【0333】

可視光を透過する導電膜は、例えば、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛などを用いて形成することができる。また、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タンクスチン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、もしくはチタン等の金属材料、これら金属材料を含む合金、又はこれら金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等も、透光性を有する程度に薄く形成することで用いることができる。また、上記材料の積層膜を導電層として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とインジウム錫酸化物の積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。また、グラフェン等を用いてもよい。

【0334】

可視光を反射する導電膜は、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タンクスチン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、もしくはパラジウム等の金属材料、又はこれら金属材料を含む合金を用いることができる。また、上記金属材料や合金に、ランタン、ネオジム、又はゲルマニウム等が添加されていてもよい。また、チタン、ニッケル、またはネオジムと、アルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）を用いてもよい。また銅、パラジウム、マグネシウムと、銀を含む合金を用いてもよい。銀と銅を含む合金は、耐熱性が高いため好ましい。さらに、アルミニウム膜またはアルミニウム合金膜に接して金属膜又は金属酸化物膜を積層することで、酸化を抑制することができる。このような金属膜、金属酸化物膜の材料としては、チタンや酸化チタンなどが挙げられる。また、上記可視光を透過する導電膜と金属材料からなる膜とを積層してもよい。例えば、銀とインジウム錫酸化物の積層膜、銀とマグネシウムの合金とインジウム錫酸化物の積層膜などを用いることができる。

【0335】

電極は、それぞれ、蒸着法やスパッタリング法を用いて形成すればよい。そのほか、インクジェット法などの吐出法、スクリーン印刷法などの印刷法、又はメッキ法を用いて形成することができる。

【0336】

なお、上述した、発光層、ならびに正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、電子輸送性の高い物質、及び電子注入性の高い物質、バイポーラ性の物質等を含む層は、それぞれ量子ドットなどの無機化合物や、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）を有していてもよい。例えば、量子ドットを発光層に用いることで、発光材料として機能させることもできる。

【0337】

なお、量子ドット材料としては、コロイド状量子ドット材料、合金型量子ドット材料、コア・シェル型量子ドット材料、コア型量子ドット材料などを用いることができる。また、12族と16族、13族と15族、または14族と16族の元素グループを含む材料を用いてもよい。または、カドミウム、セレン、亜鉛、硫黄、リン、インジウム、テルル、鉛、ガリウム、ヒ素、アルミニウム等の元素を含む量子ドット材料を用いてもよい。

【0338】

接着層としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。これら接着剤としては

10

20

30

40

50

エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、PVC（ポリビニルクロライド）樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）樹脂、EVA（エチレンビニルアセテート）樹脂等が挙げられる。特に、エポキシ樹脂等の透湿性が低い材料が好ましい。また、二液混合型の樹脂を用いてもよい。また、接着シート等を用いてもよい。

【0339】

また、上記樹脂に乾燥剤を含んでいてもよい。例えば、アルカリ土類金属の酸化物（酸化カルシウムや酸化バリウム等）のように、化学吸着によって水分を吸着する物質を用いることができる。または、ゼオライトやシリカゲル等のように、物理吸着によって水分を吸着する物質を用いてもよい。乾燥剤が含まれていると、水分などの不純物が素子に侵入することを抑制でき、表示パネルの信頼性が向上するため好ましい。

10

【0340】

また、上記樹脂に屈折率の高いフィラーや光散乱部材を混合することにより、光取り出し効率を向上させることができる。例えば、酸化チタン、酸化バリウム、ゼオライト、ジルコニア等を用いることができる。

【0341】

〔接続層〕

接続層としては、異方性導電フィルム（ACF：Anisotropic Conductive Film）や、異方性導電ペースト（ACP：Anisotropic Conductive Paste）などを用いることができる。

20

【0342】

以上が各構成要素についての説明である。

【0343】

〔作製方法例〕

ここでは、剥離方法、及び可撓性を有する基板を用いた表示パネルの作製方法の例について説明する。

【0344】

ここでは、表示素子、回路、配線、電極、着色層や遮光層などの光学部材、及び絶縁層等が含まれる層をまとめて素子層と呼ぶこととする。例えば、素子層は表示素子を含み、表示素子の他に表示素子と電気的に接続する配線、画素や回路に用いるトランジスタなどの素子を備えていてもよい。

30

【0345】

また、ここでは、表示素子が完成した（作製工程が終了した）段階において、素子層を支持し、可撓性を有する部材のことを、基板と呼ぶこととする。例えば、基板には、厚さが10nm以上300μm以下の、極めて薄いフィルム等も含まれる。

【0346】

可撓性を有し、絶縁表面を備える基板上に素子層を形成する方法としては、代表的には以下に挙げる2つの方法がある。一つは、基板上に直接、素子層を形成する方法である。もう一つは、基板とは異なる支持基板上に素子層を形成した後、素子層と支持基板を剥離し、素子層を基板に転置する方法である。なお、ここでは詳細に説明しないが、上記2つの方法に加え、可撓性を有さない基板上に素子層を形成し、当該基板を研磨等により薄くすることで可撓性を持たせる方法もある。

40

【0347】

基板を構成する材料が、素子層の形成工程にかかる熱に対して耐熱性を有する場合には、基板上に直接、素子層を形成すると、工程が簡略化されるため好ましい。このとき、基板を支持基板に固定した状態で素子層を形成すると、装置内、及び装置間における搬送が容易になるため好ましい。

【0348】

また、素子層を支持基板上に形成した後に、基板に転置する方法を用いる場合、まず支持基板上に剥離層と絶縁層を積層し、当該絶縁層上に素子層を形成する。続いて、支持基

50

板と素子層の間で剥離し、素子層を基板に転置する。このとき、支持基板と剥離層の界面、剥離層と絶縁層の界面、または剥離層中で剥離が生じるような材料を選択すればよい。この方法では、支持基板や剥離層に耐熱性の高い材料を用いることで、素子層を形成する際にかかる温度の上限を高めることができ、より信頼性の高い素子を有する素子層を形成できるため、好ましい。

【0349】

例えば剥離層として、タングステンなどの高融点金属材料を含む層と、当該金属材料の酸化物を含む層を積層して用い、剥離層上の絶縁層として、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコンなどを複数積層した層を用いることが好ましい。なお、本明細書中において、酸化窒化物は、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化物は、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を指す。

10

【0350】

素子層と支持基板とを剥離する方法としては、機械的な力を加えることや、剥離層をエッチングすること、または剥離界面に液体を浸透させることなどが、一例として挙げられる。または、剥離界面を形成する2層の熱膨張率の違いを利用して、支持基板を加熱または冷却することにより剥離を行ってもよい。

【0351】

また、支持基板と絶縁層の界面で剥離が可能な場合には、剥離層を設けなくてもよい。

【0352】

20

例えば、支持基板としてガラスを用い、絶縁層としてポリイミドなどの有機樹脂を用いることができる。このとき、レーザ光等を用いて有機樹脂の一部を局所的に加熱する、または鋭利な部材により物理的に有機樹脂の一部を切断、または貫通すること等により剥離の起点を形成し、ガラスと有機樹脂の界面で剥離を行ってもよい。

【0353】

または、支持基板と有機樹脂からなる絶縁層の間に発熱層を設け、当該発熱層を加熱することにより、当該発熱層と絶縁層の界面で剥離を行ってもよい。発熱層としては、電流を流すことにより発熱する材料、光を吸収することにより発熱する材料、磁場を印加することにより発熱する材料など、様々な材料を用いることができる。例えば発熱層としては、半導体、金属、絶縁体から選択して用いることができる。

30

【0354】

なお、上述した方法において、有機樹脂からなる絶縁層は、剥離後に基板として用いることができる。

【0355】

以上が可撓性を有する表示パネルを作製する方法についての説明である。

【0356】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【0357】

40

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成例について説明する。以下で例示する表示装置は、絶縁層を挟んで反対側に設けられ、且つ同じ向きに光が射出される2種類の表示素子を有する表示装置である。

【0358】

[構成例]

図17は、表示装置400の構成の一例を示すブロック図である。

【0359】

表示装置400は、表示部362にマトリクス状に配列した複数の画素410a及び画素410bを有する。また表示装置400は、回路GDと、回路SDを有する。

【0360】

50

また表示装置 400 は、方向 R に配列した複数の画素 410a または画素 410b と回路 G D とを電気的に接続する複数の配線 G 1、複数の配線 G 2、複数の配線 A N O 1、複数の配線 A N O 2 を有する。また、表示装置 400 は、方向 C に配列した複数の画素 410a または画素 410b と回路 S D とを電気的に接続する複数の配線 S 1 及び複数の配線 S 2 を有する。

【0361】

画素 410a 及び画素 410b は、それぞれ発光素子を有する。画素 410a の発光素子と、画素 410b の発光素子とは、それぞれ重ならない部分を有するように配置される。

【0362】

画素 410a と画素 410b は、それぞれ副画素として機能してもよい。

【0363】

【回路構成例】

図 18 は、表示部 362 に設けられる画素 410a 及び画素 410b の構成例を示す回路図である。図 18 では、隣接する 3 つの画素を示している。

【0364】

画素 410a と画素 410b とは、接続される配線が異なる以外は、同様の構成を有している。そのため共通する事項については、一方のみの説明に留める場合がある。

【0365】

画素 410a 及び画素 410b は、それぞれスイッチ SW、トランジスタ M、容量素子 C、及び発光素子 360a または発光素子 360b 等を有する。また画素 410a には配線 G 1、配線 A N O 1、配線 S 1 が電気的に接続され、画素 410b には、配線 G 2、配線 A N O 2、配線 S 2 が電気的に接続されている。

【0366】

画素 410a において、スイッチ SW は、ゲートが配線 G 1 と接続され、ソース又はドレインの一方が配線 S 1 と接続され、ソース又はドレインの他方が、容量素子 C の一方の電極、トランジスタ M のゲートと接続されている。容量素子 C は、他方の電極がトランジスタ M のソース又はドレインの一方、及び配線 A N O 1 と接続されている。トランジスタ M は、ソース又はドレインの他方が発光素子 360a の一方の電極と接続されている。発光素子 360a は、他方の電極が配線 V C O M と接続されている。

【0367】

図 18 では、トランジスタ M が半導体を挟む 2 つのゲートを有し、これらが接続されている例を示している。これにより、トランジスタ M が流すことのできる電流を増大させることができる。

【0368】

配線 G 1 及び配線 G 2 には、スイッチ SW を導通状態または非導通状態に制御する信号を与えることができる。配線 V C O M 及び配線 A N O には、発光素子 360a または発光素子 360b が発光する電位差が生じる電位をそれぞれ与えることができる。配線 S 1 及び配線 S 2 には、トランジスタ M の導通状態を制御する信号を与えることができる。

【0369】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【0370】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、本発明の一態様を用いて作製することができる表示モジュールについて説明する。

【0371】

図 19 に示す表示モジュール 8000 は、上部カバー 8001 と下部カバー 8002 との間に、F P C 8003 に接続されたタッチパネル 8004、F P C 8005 に接続された表示パネル 8006、フレーム 8009、プリント基板 8010、及びバッテリ 801

10

20

30

40

50

1を有する。

【0372】

本発明の一態様を用いて作製された表示装置は、例えば、表示パネル8006に用いることができる。

【0373】

上部カバー8001及び下部カバー8002は、タッチパネル8004及び表示パネル8006のサイズに合わせて、形状や寸法を適宜変更することができる。

【0374】

タッチパネル8004としては、抵抗膜方式又は静電容量方式のタッチパネルを表示パネル8006に重畳して用いることができる。また、タッチパネル8004を設けず、表示パネル8006に、タッチパネル機能を持たせるようにすることも可能である。 10

【0375】

フレーム8009は、タッチパネル8004の保護機能の他、プリント基板8010の動作により発生する電磁波を遮断するための電磁シールドとしての機能を有する。またフレーム8009は、放熱板としての機能を有していてもよい。

【0376】

プリント基板8010は、電源回路、ビデオ信号及びクロック信号を出力するための信号処理回路を有する。電源回路に電力を供給する電源としては、外部の商用電源であっても良いし、別途設けたバッテリ8011による電源であってもよい。バッテリ8011は、商用電源を用いる場合には、省略可能である。 20

【0377】

また、表示モジュール8000は、偏光板、位相差板、プリズムシートなどの部材を追加して設けてもよい。

【0378】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【0379】

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置を適用可能な電子機器について説明する。 30

【0380】

本発明の一態様の表示装置を、電子機器の表示部に適用することができる。したがって、表示品位の高い電子機器を実現できる。または、極めて高精細な電子機器を実現できる。または、信頼性の高い電子機器を実現できる。

【0381】

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパソコン用コンピュータ、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

【0382】

本発明の一態様の電子機器または照明装置は、家屋もしくはビルの内壁もしくは外壁、または、自動車の内装もしくは外装の曲面に沿って組み込むことができる。

【0383】

本発明の一態様の電子機器は、二次電池を有していてもよく、非接触電力伝送を用いて、二次電池を充電することができると好ましい。

【0384】

二次電池としては、例えば、ゲル状電解質を用いるリチウムポリマー電池（リチウムイオンポリマー電池）等のリチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、ニカド電池、有機ラジカル電池、鉛蓄電池、空気二次電池、ニッケル亜鉛電池、銀亜鉛電池などが挙げられる。 50

【0385】

本発明の一態様の電子機器は、アンテナを有していてもよい。アンテナで信号を受信することで、表示部で映像や情報等の表示を行うことができる。また、電子機器がアンテナ及び二次電池を有する場合、アンテナを、非接触電力伝送に用いてもよい。

【0386】

本発明の一態様の電子機器は、センサ(力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、においてまたは赤外線を測定する機能を含むもの)を有していてもよい。

【0387】

本発明の一態様の電子機器は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア(プログラム)を実行する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出す機能等を有することができる。

【0388】

さらに、複数の表示部を有する電子機器においては、一つの表示部を主として画像情報を表示し、別の一つの表示部を主として文字情報を表示する機能、または複数の表示部に視差を考慮した画像を表示することで立体的な画像を表示する機能等を有することができる。さらに、受像部を有する電子機器においては、静止画または動画を撮影する機能、撮影した画像を自動または手動で補正する機能、撮影した画像を記録媒体(外部または電子機器に内蔵)に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能等を有することができる。なお、本発明の一態様の電子機器が有する機能はこれらに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0389】

本発明の一態様の表示装置は、極めて高精細な画像を表示することができる。そのため、特に携帯型の電子機器、装着型の電子機器(ウェアラブル機器)、及び電子書籍端末などに好適に用いることができる。また、VR(Virtual Reality)機器やAR(Augmented Reality)機器などにも好適に用いることができる。

【0390】

図20(A)、(B)に、携帯情報端末800の一例を示す。携帯情報端末800は、筐体801、筐体802、表示部803、表示部804、及びヒンジ部805等を有する。

【0391】

筐体801と筐体802は、ヒンジ部805で連結されている。携帯情報端末800は、図20(A)に示すように折り畳んだ状態から、図20(B)に示すように筐体801と筐体802を開くことができる。

【0392】

例えば表示部803及び表示部804に、文書情報を表示することができる、電子書籍端末としても用いることができる。また、表示部803及び表示部804に静止画像や動画像を表示することもできる。

【0393】

このように、携帯情報端末800は、持ち運ぶ際には折り畳んだ状態にできるため、汎用性に優れる。

【0394】

なお、筐体801及び筐体802には、電源ボタン、操作ボタン、外部接続ポート、スピーカ、マイク等を有していてもよい。

【0395】

図20(C)に携帯情報端末の一例を示す。図20(C)に示す携帯情報端末810は、筐体811、表示部812、操作ボタン813、外部接続ポート814、スピーカ81

10

20

30

40

50

5、マイク816、カメラ817等を有する。

【0396】

表示部812に、本発明の一態様の表示装置を備える。

【0397】

携帯情報端末810は、表示部812にタッチセンサを備える。電話を掛ける、或いは文字を入力するなどのあらゆる操作は、指やスタイルスなどで表示部812に触れることで行うことができる。

【0398】

また、操作ボタン813の操作により、電源のON、OFF動作や、表示部812に表示される画像の種類を切り替えることができる。例えば、メール作成画面から、メインメニュー画面に切り替えることができる。

10

【0399】

また、携帯情報端末810の内部に、ジャイロセンサまたは加速度センサ等の検出装置を設けることで、携帯情報端末810の向き（縦か横か）を判断して、表示部812の画面表示の向きを自動的に切り替えるようにすることができる。また、画面表示の向きの切り替えは、表示部812を触れること、操作ボタン813の操作、またはマイク816を用いた音声入力等により行うこともできる。

【0400】

携帯情報端末810は、例えば、電話機、手帳または情報閲覧装置等から選ばれた一つまたは複数の機能を有する。具体的には、スマートフォンとして用いることができる。携帯情報端末810は、例えば、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、動画再生、インターネット通信、ゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。

20

【0401】

図20(D)に、カメラの一例を示す。カメラ820は、筐体821、表示部822、操作ボタン823、シャッターボタン824等を有する。またカメラ820には、着脱可能なレンズ826が取り付けられている。

【0402】

表示部822に、本発明の一態様の表示装置を備える。

【0403】

30

ここではカメラ820として、レンズ826を筐体821から取り外して交換することが可能な構成としたが、レンズ826と筐体が一体となっていてもよい。

【0404】

カメラ820は、シャッターボタン824を押すことにより、静止画、または動画を撮像することができる。また、表示部822はタッチパネルとしての機能を有し、表示部822をタッチすることにより撮像することも可能である。

【0405】

なお、カメラ820は、ストロボ装置や、ビューファインダーなどを別途装着することができる。または、これらが筐体821に組み込まれていてもよい。

【0406】

40

図21(A)に、ファインダー850を取り付けた状態の、カメラ840の外観を示す。

【0407】

カメラ840は、筐体841、表示部842、操作ボタン843、シャッターボタン844等を有する。またカメラ840には、着脱可能なレンズ846が取り付けられている。

【0408】

ここではカメラ840として、レンズ846を筐体841から取り外して交換することが可能な構成としたが、レンズ846と筐体が一体となっていてもよい。

【0409】

50

カメラ 840 は、シャッターボタン 844 を押すことにより、撮像することができる。また、表示部 842 はタッチパネルとしての機能を有し、表示部 842 をタッチすることにより撮像することも可能である。

【0410】

カメラ 840 の筐体 841 は、電極を有するマウントを有し、ファインダー 850 のほか、ストロボ装置等を接続することができる。

【0411】

ファインダー 850 は、筐体 851、表示部 852、ボタン 853 等を有する。

【0412】

筐体 851 は、カメラ 840 のマウントと係合するマウントを有しており、ファインダー 850 をカメラ 840 に取り付けることができる。また当該マウントには電極を有し、当該電極を介してカメラ 840 から受信した映像等を表示部 852 に表示させることができる。

10

【0413】

ボタン 853 は、電源ボタンとしての機能を有する。ボタン 853 により、表示部 852 の表示のオン・オフを切り替えることができる。

【0414】

カメラ 840 の表示部 842、及びファインダー 850 の表示部 852 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

20

【0415】

なお、図 21 (A) では、カメラ 840 とファインダー 850 とを別の電子機器とし、これらを脱着可能な構成としたが、カメラ 840 の筐体 841 に、本発明の一態様の表示装置を備えるファインダーが内蔵されていてもよい。

【0416】

図 21 (B) には、ヘッドマウントディスプレイ 860 の外観を示している。

【0417】

ヘッドマウントディスプレイ 860 は、装着部 861、レンズ 862、本体 863、表示部 864、ケーブル 865 等を有している。また装着部 861 には、バッテリ 866 が内蔵されている。

30

【0418】

ケーブル 865 は、バッテリ 866 から本体 863 に電力を供給する。本体 863 は無線受信機等を備え、受信した画像データ等の映像情報を表示部 864 に表示させることができる。また、本体 863 に設けられたカメラで使用者の眼球やまぶたの動きを捉え、その情報をもとに使用者の視点の座標を算出することにより、使用者の視点を入力手段として用いることができる。

【0419】

また、装着部 861 には、使用者に触れる位置に複数の電極が設けられていてもよい。本体 863 は使用者の眼球の動きに伴って電極に流れる電流を検知することにより、使用者の視点を認識する機能を有していてもよい。また、当該電極に流れる電流を検知することにより、使用者の脈拍をモニタする機能を有していてもよい。また、装着部 861 には、温度センサ、圧力センサ、加速度センサ等の各種センサを有していてもよく、使用者の生体情報を表示部 864 に表示する機能を有していてもよい。また、使用者の頭部の動きなどを検出し、表示部 864 に表示する映像をその動きに合わせて変化させてもよい。

40

【0420】

表示部 864 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0421】

図 21 (C)、(D) には、ヘッドマウントディスプレイ 870 の外観を示している。

【0422】

ヘッドマウントディスプレイ 870 は、筐体 871、2 つの表示部 872、操作ボタン 873、及びバンド状の固定具 874 を有する。

50

【0423】

ヘッドマウントディスプレイ870は、上記ヘッドマウントディスプレイ860が有する機能に加え、2つの表示部を備える。

【0424】

2つの表示部872を有することで、使用者は片方の目につき1つの表示部を見る事ができる。これにより、視差を用いた3次元表示等を行う際であっても、高い解像度の映像を表示する事ができる。また、表示部872は使用者の目を概略中心とした円弧状に湾曲している。これにより、使用者の目から表示部の表示面までの距離が一定となるため、使用者はより自然な映像を見る事ができる。また、表示部からの光の輝度や色度が見る角度によって変化してしまうような場合であっても、表示部の表示面の法線方向に使用者の目が位置するため、実質的にその影響を無視する事ができるため、より現実感のある映像を表示する事ができる。

【0425】

操作ボタン873は、電源ボタンなどの機能を有する。また操作ボタン873の他にボタンを有していてもよい。

【0426】

また、図21(E)に示すように、表示部872と使用者の目の位置との間に、レンズ875を有していてもよい。レンズ875により、使用者は表示部872を拡大してみる事ができるため、より臨場感が高まる。このとき、図21(E)に示すように、視度調節のためにレンズの位置を変化させるダイヤル876を有していてもよい。

10

20

【0427】

表示部872に、本発明の一態様の表示装置を適用する事ができる。本発明の一態様の表示装置は、極めて精細度が高いため、図21(E)のようにレンズ875を用いて拡大したとしても、使用者に画素が視認されることなく、より現実感の高い映像を表示する事ができる。

【0428】

図22(A)、(B)には、1枚の表示部872を有する場合の例を示している。このような構成とすることで、部品点数を削減する事ができる。

【0429】

表示部872は、左右2つの領域にそれぞれ右目用の画像と、左目用の画像の2つの画像を並べて表示する事ができる。これにより、両眼視差を用いた立体映像を表示する事ができる。

30

【0430】

また、表示部872の全域に亘って、両方の目で視認可能な一つの画像を表示してもよい。これにより、視野の両端に亘ってパノラマ映像を表示する事が可能となるため、現実感が高まる。

【0431】

また、上述したレンズ875設けてもよい。表示部872には、2つの画像を並べて表示させてもよいし、表示部872に一つの画像を表示させ、レンズ875を介して両目で同じ画像を見ることのできる構成としてもよい。

40

【0432】

また、表示部872は湾曲していないてもよく、表示面が平面であってもよい。例えば、図22(C)、(D)には、曲面を有さない1枚の表示部872を有する場合の例を示している。

【0433】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施する事ができる。

【符号の説明】

【0434】

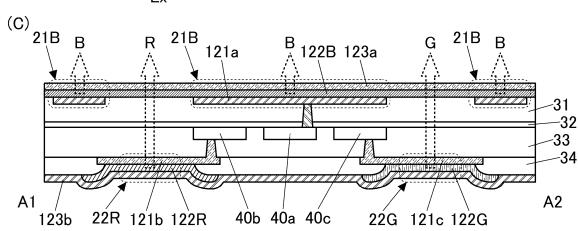
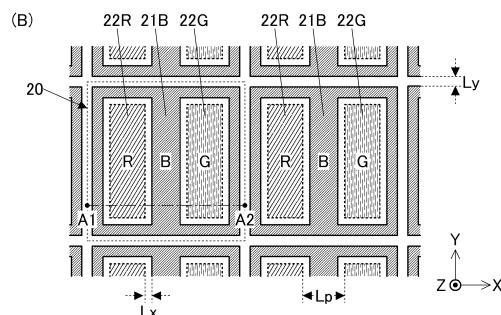
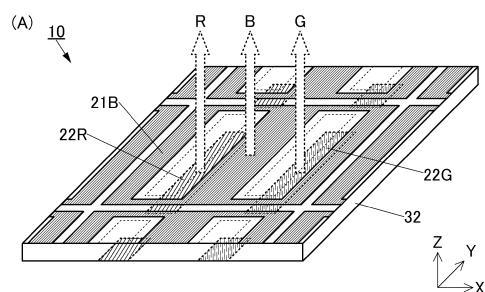
1 0 a	表示装置	
2 0	画素	
2 0 a	画素	
2 0 b	画素	
2 1	表示素子	
2 1 a B	表示素子	
2 1 a G	表示素子	
2 1 a R	表示素子	
2 1 B	表示素子	10
2 1 G	表示素子	
2 1 R	表示素子	
2 2 B	表示素子	
2 2 G	表示素子	
2 2 R	表示素子	
3 1	絶縁層	
3 1 a	絶縁層	
3 2	絶縁層	
3 3	絶縁層	
3 4	絶縁層	
4 0 a	トランジスタ	20
4 0 b	トランジスタ	
4 0 c	トランジスタ	
4 1	トランジスタ	
4 1 a	トランジスタ	
4 1 b	トランジスタ	
4 1 c	トランジスタ	
4 1 d	トランジスタ	
4 1 e	トランジスタ	
4 1 f	トランジスタ	
4 1 g	トランジスタ	30
4 1 h	トランジスタ	
4 2	トランジスタ	
5 1	基板	
5 2	基板	
5 5	支持基板	
5 6	剥離層	
6 1	表示部	
6 2	回路部	
6 3	F P C	
6 4	I C	40
6 5	配線	
8 0	接続部	
1 1 1	導電層	
1 1 1 a	導電層	
1 1 1 b	導電層	
1 1 1 c	導電層	
1 1 1 d	導電層	
1 1 1 e	導電層	
1 1 1 f	導電層	
1 1 2	半導体層	50

1 1 2 a	半導体層	
1 1 2 b	半導体層	
1 1 3 a	導電層	
1 1 3 b	導電層	
1 1 3 c	導電層	
1 1 3 d	導電層	
1 2 1	導電層	
1 2 1 a	導電層	
1 2 1 b	導電層	
1 2 1 c	導電層	10
1 2 2 B	E L 層	
1 2 2 G	E L 層	
1 2 2 R	E L 層	
1 2 3	導電層	
1 2 3 a	導電層	
1 2 3 b	導電層	
1 2 4	導電層	
1 2 5 G	光学調整層	
1 2 5 R	光学調整層	
1 2 6	導電層	20
1 3 0	容量素子	
1 3 1	絶縁層	
1 3 2	絶縁層	
1 3 3	絶縁層	
1 3 4	絶縁層	
1 3 5	絶縁層	
1 3 6	絶縁層	
1 3 7	絶縁層	
1 3 8	絶縁層	
1 3 9	絶縁層	30
1 4 1	キャリア注入層	
1 4 1 G	キャリア注入層	
1 4 1 R	キャリア注入層	
1 4 2	キャリア輸送層	
1 4 2 G	キャリア輸送層	
1 4 2 R	キャリア輸送層	
1 4 3 B	発光層	
1 4 3 G	発光層	
1 4 3 R	発光層	
1 4 4	キャリア輸送層	40
1 4 4 G	キャリア輸送層	
1 4 4 R	キャリア輸送層	
1 4 5	キャリア注入層	
1 4 5 G	キャリア注入層	
1 4 5 R	キャリア注入層	
1 5 1 a	接着層	
1 5 1 b	接着層	
3 6 0 a	発光素子	
3 6 0 b	発光素子	
3 6 2	表示部	50

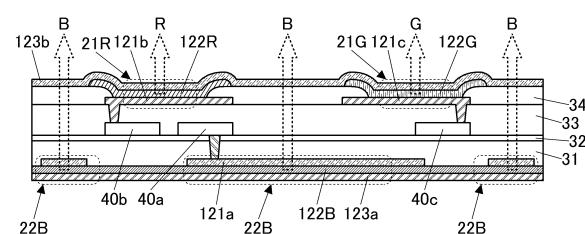
4 0 0	表示装置	
4 1 0 a	画素	
4 1 0 b	画素	
8 0 0	携帯情報端末	
8 0 1	筐体	
8 0 2	筐体	
8 0 3	表示部	
8 0 4	表示部	
8 0 5	ヒンジ部	
8 1 0	携帯情報端末	10
8 1 1	筐体	
8 1 2	表示部	
8 1 3	操作ボタン	
8 1 4	外部接続ポート	
8 1 5	スピーカ	
8 1 6	マイク	
8 1 7	カメラ	
8 2 0	カメラ	
8 2 1	筐体	
8 2 2	表示部	20
8 2 3	操作ボタン	
8 2 4	シャッターボタン	
8 2 6	レンズ	
8 4 0	カメラ	
8 4 1	筐体	
8 4 2	表示部	
8 4 3	操作ボタン	
8 4 4	シャッターボタン	
8 4 6	レンズ	
8 5 0	ファインダー	30
8 5 1	筐体	
8 5 2	表示部	
8 5 3	ボタン	
8 6 0	ヘッドマウントディスプレイ	
8 6 1	装着部	
8 6 2	レンズ	
8 6 3	本体	
8 6 4	表示部	
8 6 5	ケーブル	
8 6 6	パッテリ	40
8 7 0	ヘッドマウントディスプレイ	
8 7 1	筐体	
8 7 2	表示部	
8 7 3	操作ボタン	
8 7 4	固定具	
8 7 5	レンズ	
8 7 6	ダイヤル	
8 0 0 0	表示モジュール	
8 0 0 1	上部カバー	
8 0 0 2	下部カバー	50

8 0 0 3 F P C
 8 0 0 4 タッチパネル
 8 0 0 5 F P C
 8 0 0 6 表示パネル
 8 0 0 9 フレーム
 8 0 1 0 プリント基板
 8 0 1 1 バッテリ

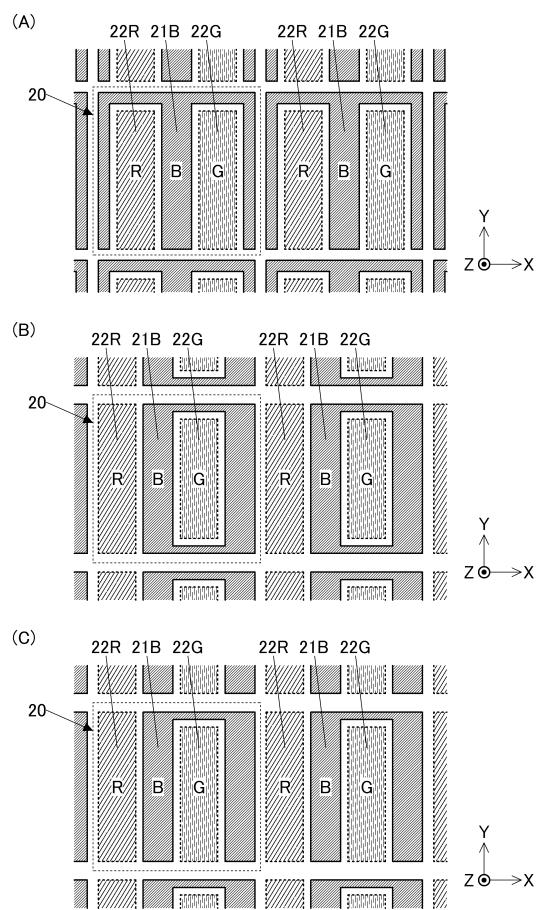
【図1】



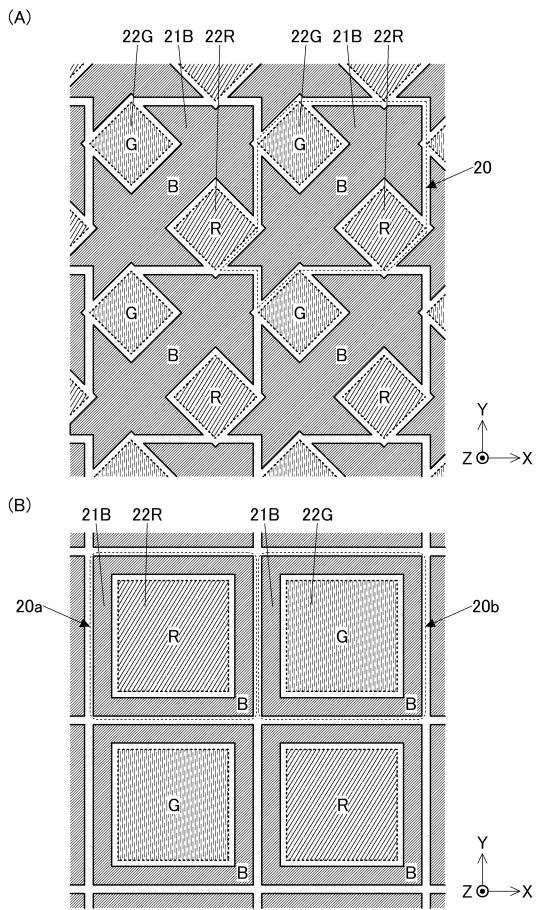
【図2】



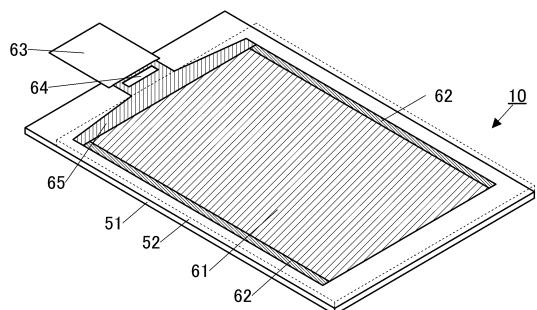
【図3】



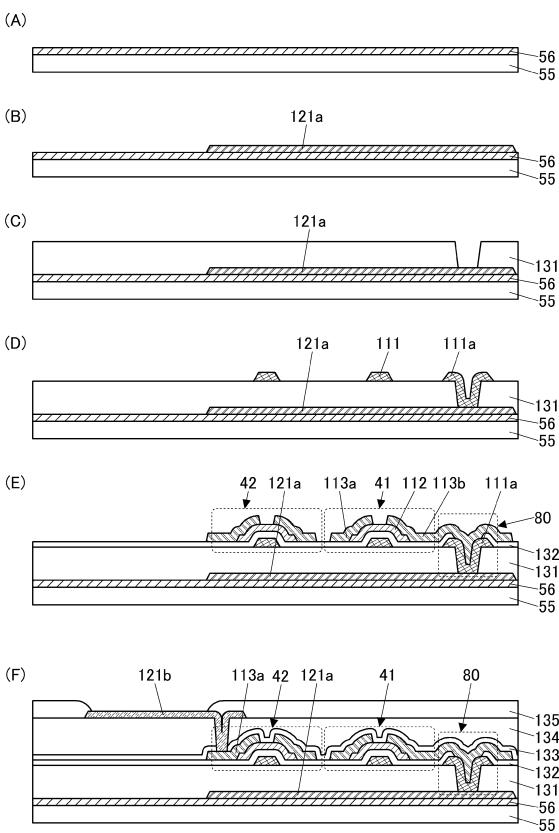
【図4】



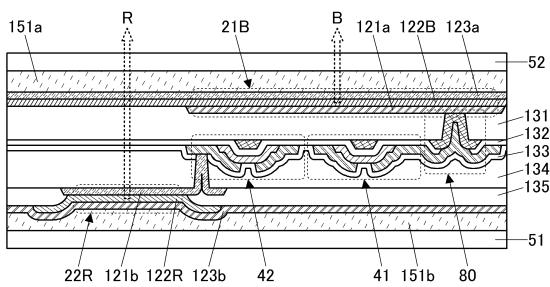
【図5】



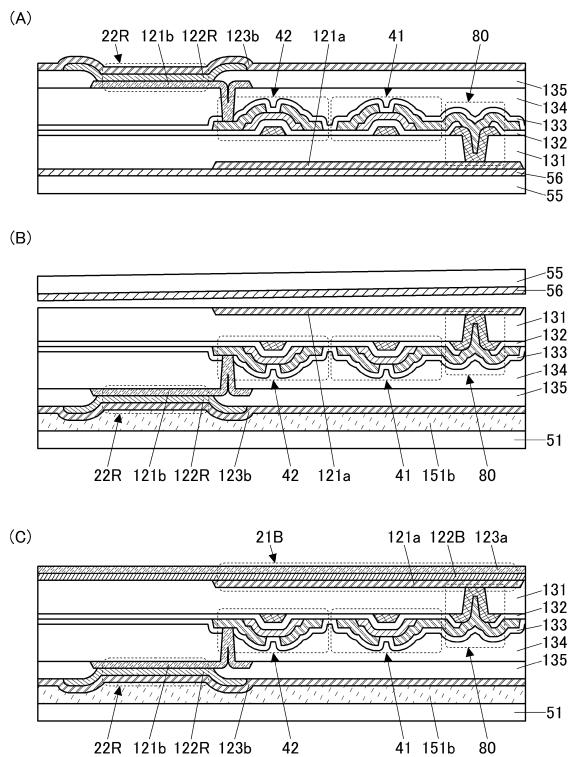
【図7】



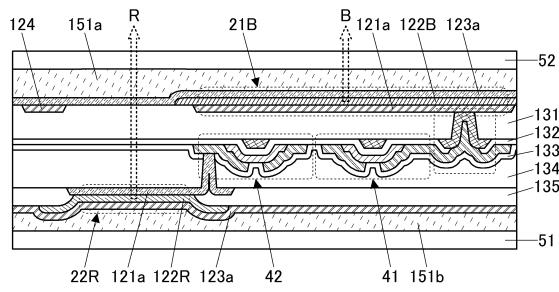
【図6】



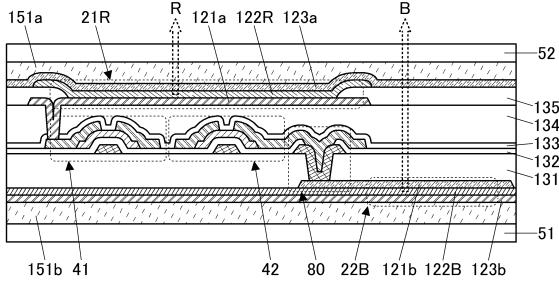
【 四 8 】



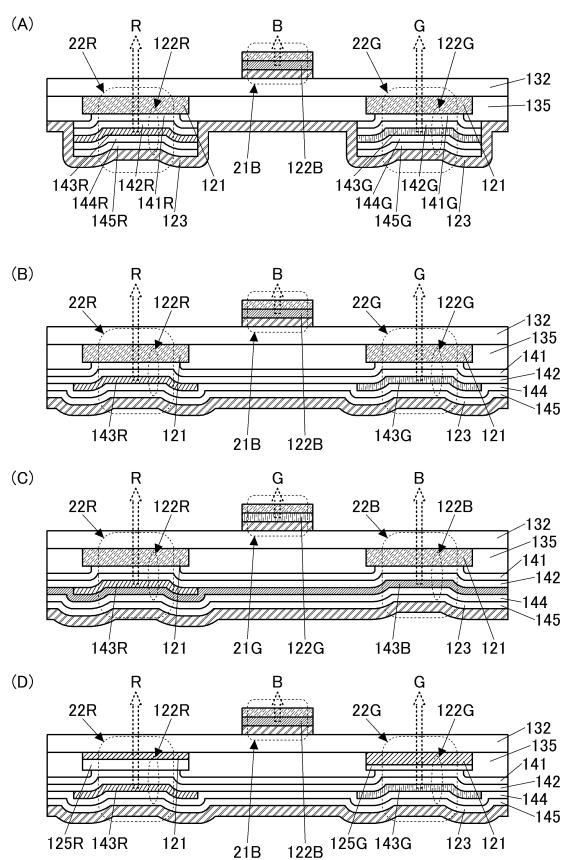
【図9】



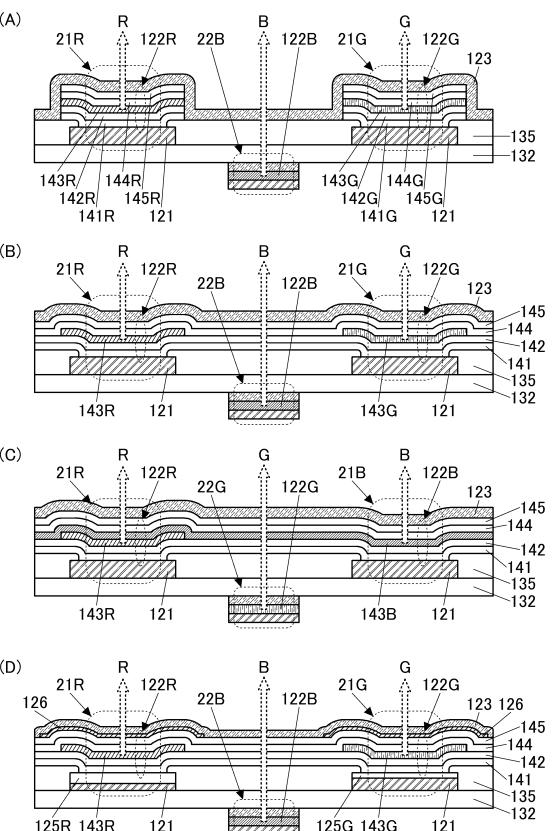
【図10】



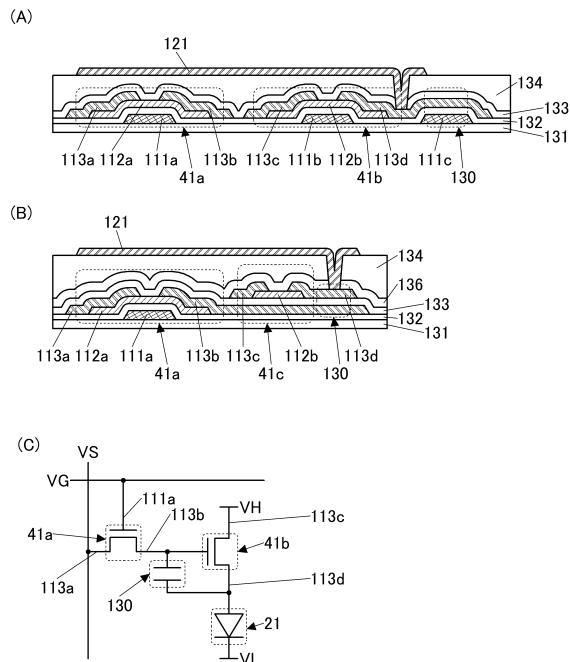
【图 1 1】



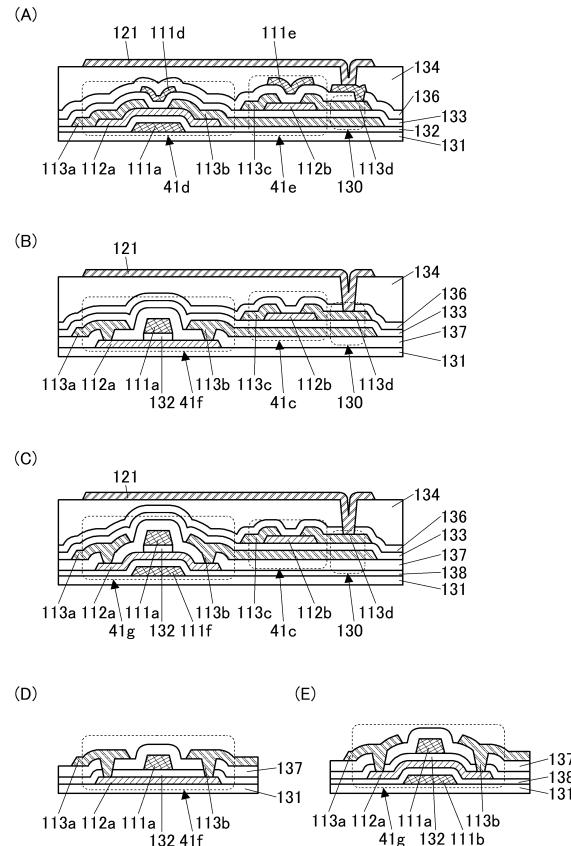
【図12】



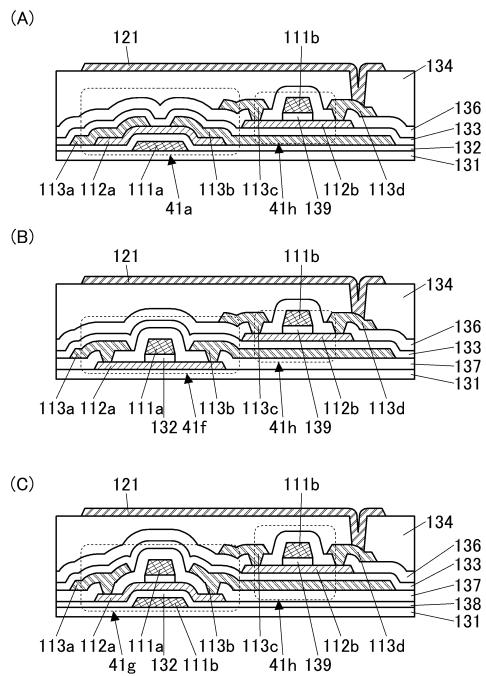
【図13】



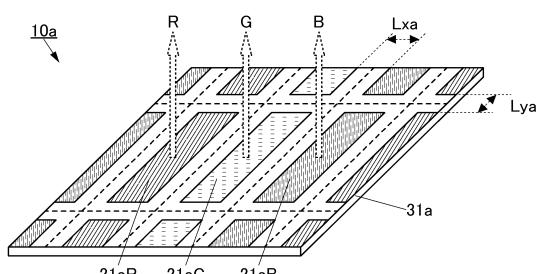
【図14】



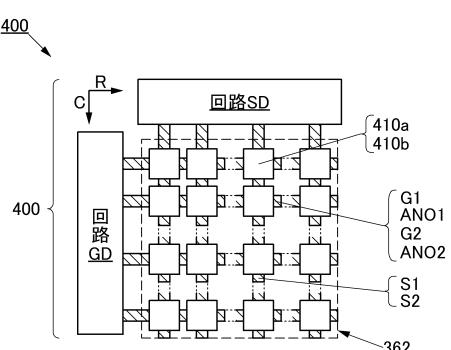
【図15】



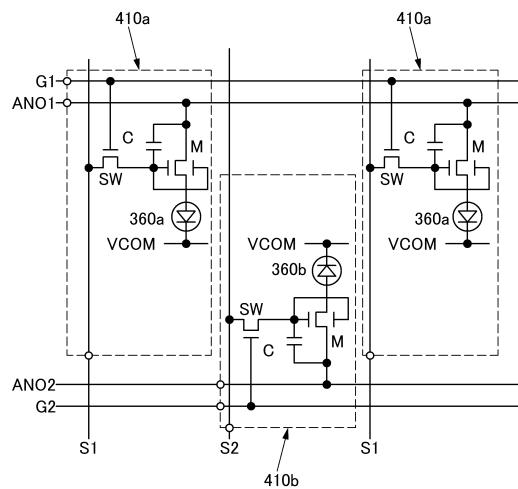
【図16】



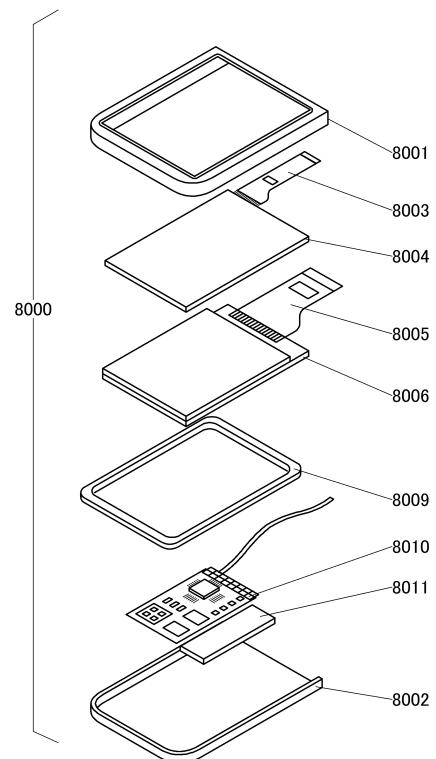
【図17】



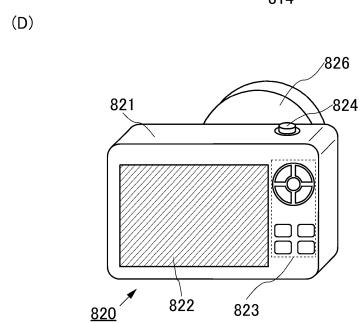
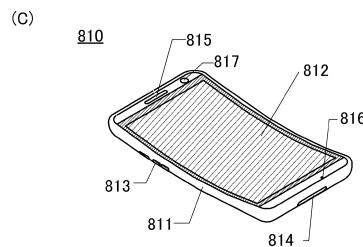
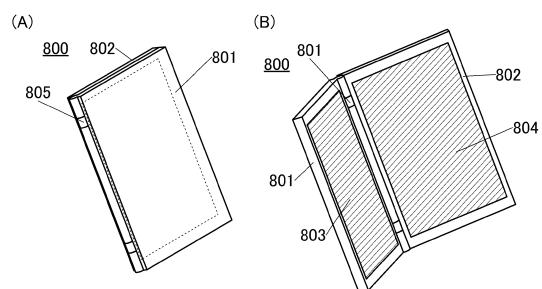
【図18】



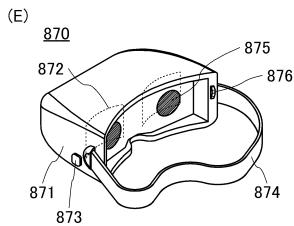
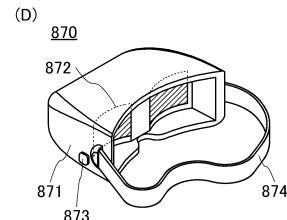
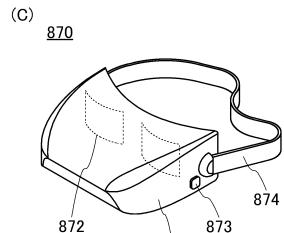
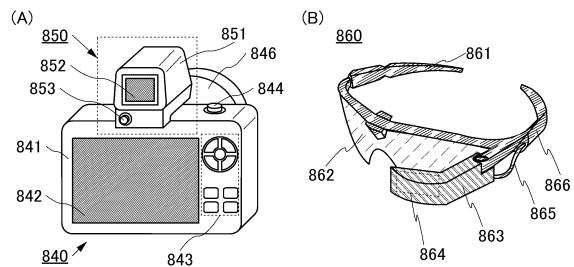
【図19】



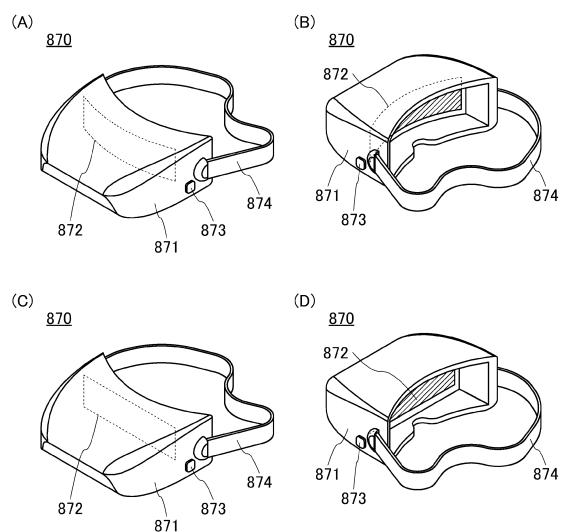
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 09 F 9/30 (2006.01) G 09 F 9/30 365

特許法第30条第2項適用 SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY 2016
INTERNATIONAL SYMPOSIUM DIGEST OF TECHNICAL PAPERS
Volume 47 (平成28年5月22日発行)第57-60頁、第735-738頁、第1002-1004頁にて発表。

特許法第30条第2項適用 平成28年5月22日-27日に、米国カルフォルニア州サンフランシスコにおいて開催された DISPLAY WEEK 2016 INTERNATIONAL SYMPOSIUM にて発表(平成28年5月24日、26日、27日)。

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 05 B 33/00 - 33/28
H 01 L 27/32, 51/50
G 09 F 9/30