

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7049784号
(P7049784)

(45)発行日 令和4年4月7日(2022.4.7)

(24)登録日 令和4年3月30日(2022.3.30)

(51)国際特許分類

G 0 9 F	9/46 (2006.01)	F I	G 0 9 F	9/46	A
G 0 9 F	9/30 (2006.01)		G 0 9 F	9/30	3 3 8
H 0 1 L	51/50 (2006.01)		H 0 5 B	33/14	A
H 0 1 L	27/32 (2006.01)		H 0 1 L	27/32	
H 0 5 B	33/12 (2006.01)		H 0 5 B	33/12	B

請求項の数 5 (全43頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-153807(P2017-153807)
 (22)出願日 平成29年8月9日(2017.8.9)
 (65)公開番号 特開2018-32021(P2018-32021A)
 (43)公開日 平成30年3月1日(2018.3.1)
 審査請求日 令和2年8月6日(2020.8.6)
 (31)優先権主張番号 特願2016-159845(P2016-159845)
 (32)優先日 平成28年8月17日(2016.8.17)
 (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 井坂 史人
 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
 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
 審査官 中村 直行

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】**

表面が凹凸形状を有する第1の領域と、表面が平坦である第2の領域と、を有する第1の絶縁膜と、

前記第1の絶縁膜上の、第1の表示素子と、

前記第1の表示素子上の、第2の表示素子と、を有し、

前記第1の領域上に、前記第1の表示素子が有する第1の電極を有し、

前記第1の電極の端部上及び前記第2の領域上に、第2の絶縁膜を有し、

前記第1の表示素子は、凹凸形状を有し、

前記第1の表示素子は、第1のトランジスタと電気的に接続され、

前記第2の表示素子は、可視光を反射する機能を有する第2の電極を有し、

前記第2の表示素子は、前記第2の電極を介して、第2のトランジスタと電気的に接続され、

前記第1の表示素子が有するいすれか一の層は、第1の開口部を有し、

前記第2の電極は、前記第1の開口部に設けられた領域を有し、

前記第2の電極は、前記第1の表示素子が有する前記凹凸形状と重なる第2の開口部を有する表示装置。

【請求項2】

表面が凹凸形状を有する第1の領域と、表面が平坦である第2の領域と、を有する第1の絶縁膜と、

前記第1の絶縁膜上の、第1の表示素子と、
 前記第1の表示素子上の、第2の表示素子と、を有し、
前記第1の領域上に、前記第1の表示素子が有する第1の電極を有し、
前記第1の電極の端部上及び前記第2の領域上に、第2の絶縁膜を有し、
 前記第1の表示素子は、凹凸形状を有し、
 前記第1の表示素子は、第1のトランジスタと電気的に接続され、
前記第2の表示素子は、可視光を反射する機能を有する第2の電極を有し、
前記第2の表示素子は、前記第2の電極上の第3の電極を有し、
 前記第2の表示素子は、前記第2の電極を介して、第2のトランジスタと電気的に接続され、
 前記第1の表示素子が有するいずれか一の層は、第1の開口部を有し、
前記第2の電極は、前記第1の開口部に設けられた領域を有し、
 前記第2の電極は、前記第1の表示素子が有する前記凹凸形状と重なる第2の開口部を有し、
 前記第3の電極は、前記第2の開口部と重なる領域を有する表示装置。

【請求項3】

請求項1又は請求項2において、

前記第1の開口部は、前記第1の表示素子が有する発光層に設けられている表示装置。

【請求項4】

請求項1乃至請求項3のいずれか一において、

前記第1の表示素子は、発光素子であり、

前記第2の表示素子は、液晶素子である表示装置。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第1のトランジスタ又は前記第2のトランジスタは、金属酸化物層に形成されたチャネル形成領域を有する表示装置。

【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、表示モジュール、及び電子機器に関する。

【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、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、入力装置（例えば、タッチセンサなど）、入出力装置（例えば、タッチパネルなど）、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。

【背景技術】**【0003】**

近年、表示装置は様々な用途への応用が期待されている。表示装置としては、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等が開発されている。

【0004】

例えば、特許文献1には、液晶表示素子を有する反射型液晶表示装置と、有機EL（E L e c t r o L u m i n e s c e n c e）発光素子を有する有機EL表示装置とが一体化された表示装置が開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【文献】特開2003-76302号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

10

20

30

40

50

上記特許文献 1 の図 4 では、小さな面積である透明領域より有機 E L 発光素子からの発光が得られると記載されている。しかしながら、上記特許文献 1 では、透明領域から射出される有機 E L 発光素子からの光の取り出し効率について、何ら検討がされていない。上記特許文献 1 では、消費電力を少なくするために、有機 E L 発光素子は、透過領域の面積と略同じか、又はそれよりも小さい面積としていた。

【 0 0 0 7 】

さらに上記特許文献 1 では、コストダウンを図るために、信号線は共通化され、薄膜トランジスタ (TFT : Thin Film Transistor) は発光素子と光変調素子と共に用されていた(図 6、図 7)。TFT を共用しているため、発光素子と光変調素子とは独立に制御する必要があり、信号線へ供給される信号電圧は、発光素子と光変調素子の両方が駆動できるものとしなければならなかった。また上記特許文献 1 の図 12、図 13 には、液晶層の配向を垂直配向とし、液晶層が黒表示の際、発光層を非発光とし、液晶層の配向が水平配向となる白表示の際、発光層を発光させることが記載されているが、これは上記共用されている TFT を用いた駆動であって、有機 E L 発光素子を駆動する際、透明領域と重なっている液晶層に対し、液晶層用の TFT を用いて制御することは記載されていなかった。よって、上記特許文献 1 では、液晶層が黒表示のときに、発光層が発光している構造の記載がなかった。

10

【 0 0 0 8 】

上記を鑑み、本発明では、表示装置に用いられる発光素子につき、光の取り出し効率を高めること等を一課題とする。

20

【 0 0 0 9 】

また本発明では、液晶層を制御しながら、発光素子からの光を取り出すことのできる構造等の提供を一課題とする。

【 0 0 1 0 】

また本発明では、表示装置のさらなる低消費電力化を図ること等を一課題とする。

【 0 0 1 1 】

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、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様は、第 1 の表示素子と、第 1 の表示素子上の、第 2 の表示素子と、を有し、第 1 の表示素子は、凹凸形状を有し、第 2 の表示素子は、可視光を反射する機能を有する電極を有し、第 1 の表示素子は、第 1 のトランジスタと電気的に接続され、第 2 の表示素子は、電極を介して、第 2 のトランジスタと電気的に接続され、第 1 の表示素子が有するいずれか一の層は、第 1 の開口部を有し、電極は、第 1 の領域と、第 2 の領域と、を有し、第 1 の領域は、凹凸形状と重なる第 2 の開口部を有し、第 2 の領域は、第 1 の開口部に設けられた領域を有する表示装置である。

【 0 0 1 3 】

本発明の一態様は、第 1 の表示素子と、第 1 の表示素子上の、第 2 の表示素子と、を有し、第 1 の表示素子は、凹凸形状を有し、第 2 の表示素子は、可視光を反射する機能を有する第 1 の電極を有し、第 2 の表示素子は、第 1 の電極上の第 2 の電極を有し、第 1 の表示素子は、第 1 のトランジスタと電気的に接続され、第 2 の表示素子は、第 1 の電極を介して、第 2 のトランジスタと電気的に接続され、第 1 の表示素子が有するいずれか一の層は、第 1 の開口部を有し、第 1 の電極は、第 1 の領域と、第 2 の領域と、を有し、第 1 の領域は、凹凸形状と重なる第 2 の開口部を有し、第 2 の領域は、第 1 の開口部に設けられた領域を有し、第 2 の電極は、第 2 の開口部と重なる領域を有する表示装置である。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様において、第 1 の表示素子は絶縁膜上に設けられ、絶縁膜の表面は、第 1 の凹凸形状を有し、第 1 の表示素子は、第 1 の凹凸形状に沿った、第 2 の凹凸形状を有す

50

ることができる。

【0015】

本発明の一態様において、第1の開口部は、第1の表示素子が有する発光層に設けられている。

【0016】

本発明の一態様において、第1の表示素子が有する電極は、第3の領域と、第4の領域とを有し、第3の領域は、隔壁で覆われ、第4の領域は、第3の開口部に設けられた領域を有し、第4の領域の表面は、凹部を有し、凹部は、隔壁で覆われない構造とすることができる。

【0017】

本発明の一態様において、第1の表示素子を発光素子とし、第2の表示素子を液晶素子とすることができます。

【0018】

本発明の一態様において、第1のトランジスタ又は第2のトランジスタは、金属酸化物層に形成されたチャネル形成領域を有することができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明の一態様により、発光素子からの光の取り出し効率を高めた表示装置を提供することができる。

【0020】

本発明の一態様により、発光素子からの光を取り出す際、液晶層を制御できる表示装置を提供することができる。

【0021】

本発明の一態様により、より一層低消費電力化が図られた表示装置を提供することができる。

【0022】

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。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。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】表示装置の一例を示す図。

【図2】表示装置の一例を示す図。

【図3】表示装置の一例を示す図。

【図4】表示装置の一例を示す図。

【図5】表示装置の一例を示す図。

【図6】表示装置の一例を示す図。

【図7】表示装置の一例を示す図。

【図8】表示装置の一例を示す図。

【図9】表示装置の一例を示す図。

【図10】トランジスタの一例を示す図。

【図11】表示装置の作製例を示す図。

【図12】表示装置の作製例を示す図。

【図13】表示装置の作製例を示す図。

【図14】表示装置の作製例を示す図。

【図15】表示装置の一例を示す図。

【図16】表示装置の一例を示す図。

【図17】表示装置の一例を示す図。

【図18】表示装置の一例を示す図。

【図19】表示装置の一例を示す図。

10

20

30

40

50

【図20】表示装置の一例を示す図。

【図21】表示装置の一例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0024】

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。

【0025】

なお、以下に説明する発明の構造において、同一部分また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、符号を付さない場合がある。

10

【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したものであり、工程順または積層順など、なんらかの順番や順位を示すものではない。また、本明細書等において序数詞が付されていない用語であっても、構成要素の混同を避けるため、特許請求の範囲等において序数詞が付される場合がある。

【0027】

(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について図1(A)乃至(B)を用いて説明する。

20

【0028】

図1(A)に示す表示装置10は、第1の表示素子31と、第2の表示素子32とを有する。第1の表示素子31は、たとえば発光素子を用いることができる。第1の表示素子31は、第2の表示素子32の下方に配置される。そのため、第2の表示素子32が有する電極221の開口部36から、光21が射出される。

【0029】

図1(A)に示す第1の表示素子31は、凹凸形状を有する。たとえば第1の表示素子31が有する電極121が、凹凸形状を有する。電極121は、発光素子の陰極又は陽極として機能する。また電極121は可視光を反射する機能を有する。つまり電極121は、凹凸形状を有しつつ、可視光を反射する機能を有しており、開口部36へ光を射出させることができる。

30

【0030】

電極121上に設けられる発光層122も凹凸形状を有する。発光層122は、正孔注入層、正孔輸送層、EL層、電子輸送層、電子注入層等の機能層が、積層された構造を有する。発光層122が凹凸形状を有するため、発光層122が平坦な場合と比較して、電極121上に設けられる発光層122の面積が増える。そして、電極121が可視光を反射する機能を有するため、発光層122からより多くの光が、開口部36側へ射出することができる。よって、発光層122が凸凹形状を有しないものと比べて、第1の表示素子31の光取り出し効率を高めることができる。第1の表示素子31の輝度を高めることができる。第1の表示素子31の面積を増やすことができるため、パネルの外形サイズに対する第1の表示素子31の表示面積と、第2の表示素子32の表示面積の和の比率を100%以上とすることができる。さらに、第1の表示素子31である発光素子の寿命を延ばすこともできる。

40

【0031】

ここで、凹凸形状の電極121の作製方法について説明する。電極121は、反射電極として機能するものであり、金属等の薄膜によって当該反射機能を得ることができる。金属等の薄膜は、スパッタリング法、化学気相堆積(CVD: Chemical Vapor Deposition)法、真空蒸着法、分子線蒸着法、イオンプレーティング法、イオノビーム蒸着法、レーザアブレーション法、スプレー法、メッキ法、又はゾルゲル法等に

50

よって形成することができる。このような薄膜は、被形成面の形状を沿うように形成されることが多い。よって、電極 121 の被形成面である絶縁層 134 の表面を凹凸形状とする。

【0032】

絶縁層 134 の表面を凹凸形状とする例として、絶縁層 134a と、絶縁層 134b を積層し、上方の絶縁層 134b が凸部を構成する場合が挙げられる。当該凸部を選択的に設けることで、絶縁層 134 の表面を凹凸形状とすることができる。

【0033】

下方の絶縁層 134a の表面は、上記凸部を形成しやすくするために、平坦にするとよい。絶縁層 134a と絶縁層 134b とは、絶縁層 134b の作製条件の選択の幅を考慮する場合、互いに異なる材料を選択するとよい。たとえば、感光性の有機材料を用いて絶縁膜を形成し、露光、現像、又は焼成を行うことで、凸部をなす絶縁層 134b を得ることができる。絶縁層 134a は、表面の平坦性の高い、アクリル樹脂などを選ぶとよい。また凸部をなす絶縁層 134b の最大高低差は、絶縁層 134a の最大高低差よりも大きい方がよい。発光層 122 の面積をより増やすことができるからである。また凸部の斜面はなだらかであるとよい。凸部上に電極 121 や発光層 122 を形成する際、段切れを防止することができるためである。また、それぞれの凸部の高さや凹部の深さをすべて一定にする必要はない。例えば、図 1 (A) において、複数ある凸部につき、開口部 36 の中心から外側に向かって、高さを上げていくことで、光を中央に集光させることを可能とし、より発光輝度を高くすることができる。

10

【0034】

凸部は、開口部 36 が設けられた領域より広い領域にわたって設けるとよい。電極 121 や発光層 122 の凹凸形状は、開口部 36 の内側から外側に渡って設けられることとなり、第 1 の表示素子 31 の光取り出し効率がより高まるためである。また、より多くの光を集め光させることができるのである。

20

【0035】

図 1 (A) に示すように、開口部 36 の中心領域を、凸部が重なる構造とすると、光の集光率が高まり、好みしい。つまり、凸部は開口部 36 の中心領域と重ならないように、複数配置するとよい。

30

【0036】

凸部は、たとえば図 1 (B) に示すように、開口部 36 が設けられた領域より狭い領域のみに設けてよい。図 1 (B) の凸部は、図 1 (A) の凸部と比較すると、数が少ないが、絶縁層 134 表面に凹凸形状は存在することができ、当該絶縁層 134 が平坦な場合と比較して、発光層 122 の面積を増やすことができる。その結果、発光素子の発光輝度は向上し、光取り出し効率は高まるといえる。よって、開口部 36 よりも狭い領域に凸部を設けてよい。電極 121 や発光層 122 の凹凸形状は、開口部 36 の内側に設けられる。

【0037】

電極 121 や発光層 122 の凹凸形状は、隣接する発光素子間における混色を、防止する効果も有する。発光層 122 からの光はランダムな方向に射出されるため、隣接する発光素子へ向かう光も存在する。ランダムな方向に射出される光は、均等な強さを持つものではなく、開口部 36 の方向へは強い成分が射出される。

40

【0038】

ランダムな方向に射出された弱い光は、隣接する発光素子へ向かうものもある。そこで、隣接する発光素子への光の射出を防止するために、たとえば開口部 36 の外側に、電極 121 や発光層 122 の凹凸形状があるとよい。このような凹凸形状により、隣接する発光素子へ向かう光を開口部 36 から射出するように、集光させることが可能である。すなわち、図 1 等には示していないが、電極 121 や発光層 122 の凹凸形状は、開口部 36 の外側のみにあってよい。勿論、開口部 36 と重なる領域に電極 121 や発光層 122 の凹凸形状があつてもよい。

【0039】

50

その他、絶縁層 134 の表面を凹凸形状とする手段には、単層の絶縁層 134 を形成し、表面の一部を除去することで、凹部を形成する方法がある。

【0040】

凹部を設ける場合、トランジスタ 41 に接続される電極を形成するための開口部を利用することもできる。開口部に形成された電極の表面は、凹部を有するため、この形状を利用してよい。開口部に設けられ、表面に凹部を有する電極は、絶縁層 135 では覆わない構成とすることができる。

【0041】

このように絶縁層 134 の表面に凹凸形状を形成する方法は、いずれの方法であってよい。

10

【0042】

次に、電極 121 の端部を覆う、絶縁層 135 を形成する。絶縁層 135 は、隔壁として機能する。発光層 122 は絶縁層 135 を超えて延在している（図 1 (A) 参照）。発光素子が白色を呈する場合、発光層は全画素に共通して設けられるため、図 1 (A) のように、発光層 122 は絶縁層 135 を超えて延在することとなる。また、発光素子が白色を呈する場合、カラー表示を行う際は、着色層を設けるとよい。発光素子が赤色、緑色、青色のいずれか呈する場合であれば、発光層は画素ごとに区分けされる構造となるため、発光層 122 の端部は、絶縁層 135 上にあってよい。当該構造においても、着色層を設けてよい。

【0043】

20

ところで、発光層 122 の劣化の原因として、水分等が考えられている。発光層 122 上の電極 123 によって、発光層 122 への水分等の侵入を防ぐことができる。電極 123 は、発光素子の陽極又は陰極として機能するものである。水分のさらなる侵入防止のために、電極 123 上に絶縁層 124 を設けることは有効である。絶縁層 124 は水分侵入を防止できる無機材料（窒化珪素、酸化珪素、窒化アルミニウム、又は酸化アルミニウム等）を有するとよい。また凸凹形状を有しない場合と比べて、第 1 の表示素子 31 の表示面積が大きくなるため、表示面積に対する非発光部分の割合を少なくすることができ、第 1 の表示素子 31 が非発光となるまでの時間を延ばすことができる。

【0044】

次に、図 1 (A) 乃至 (B) に示されている、第 2 の表示素子 32 について説明する。第 2 の表示素子 32 は、たとえば液晶素子を用いることができる。第 2 の表示素子 32 は、開口部 36 を有する電極 221 と、電極 222 とを有する。電極 222 は、開口部 36 を覆うように形成される。電極 221 は可視光を反射する機能を有する。電極 222 は、可視光を透過する機能を有する。そして、電極 221 と電極 222 とは電気的に接続されている。両電極が、液晶素子の画素電極（第 1 の電極）として機能する。第 2 の表示素子 32 は、画素電極を介して、トランジスタ 42 と電気的に接続される。

30

【0045】

基板 12 側には、電極 223 を有する。電極 223 は、対向電極（第 2 の電極）として機能する。上記画素電極と当該対向電極との間には、液晶層 22 が配置される。

【0046】

40

第 1 の表示素子 31 は、トランジスタ 41 と電気的に接続される。第 2 の表示素子 32 は、トランジスタ 42 と電気的に接続される。第 1 の表示素子 31 と第 2 の表示素子 32 とは、互いに異なるトランジスタによって制御されるため、同時に表示を行うことができる。第 1 の表示素子 31 からの表示と第 2 の表示素子 32 からの表示とを合わせた画像を、視認することができる。

【0047】

第 2 の表示素子 32 と、トランジスタ 42 の電気的な接続について説明する。トランジスタ 42 は、トランジスタ 41 と同一面上に形成される。図 1 (A) 乃至 (B) では、基板 11 上にトランジスタ 41 とトランジスタ 42 とが形成される。

【0048】

50

絶縁層 1 3 4、絶縁層 1 3 5、発光層 1 2 2、電極 1 2 3、絶縁層 1 2 4 等に開口部 5 0 を設けることで、第 2 の表示素子 3 2 とトランジスタ 4 2 との電気的な接続を可能にする。発光層 1 2 2、電極 1 2 3 等は、第 1 の表示素子 3 1 を構成するものである。当該開口部 5 0 によって第 2 の表示素子 3 2 が有する電極 2 2 1 等が、トランジスタ 4 2 と電気的に接続することができる。

【 0 0 4 9 】

開口部 5 0 は発光層 1 2 2 等にも形成される。当該開口部 5 0 を形成するにあたり、発光層 1 2 2 は水分等に弱いことを考慮して、ウェットエッティング法よりも、ドライエッティング法が好適である。なお、発光層 1 2 2 に対して開口部を形成するとき以外であれば、ウェットエッティング法を用いることもできる。また発光層 1 2 2 は、電極 1 2 3 や絶縁層 1 2 4 によって保護されているため、ウェットエッティング法を用いても、水分等の影響を受けない場合もある。

10

【 0 0 5 0 】

開口部 5 0 の側面には、絶縁層 1 2 5 を設ける。また当該絶縁層 1 2 5 は、凹凸形状を有する絶縁層 1 2 4 上では、表面が平坦となるように形成するとよい。液晶層 2 2 や電極 2 2 1 等を設ける際、絶縁層 1 2 5 の表面が平坦であると好ましいためである。絶縁層 1 2 5 が有機材料を有する、または無機材料を有する場合、絶縁層 1 2 5 を厚膜化することで、表面が平坦な絶縁層 1 2 5 が得られる。有機材料を有する絶縁層 1 2 5 の場合、絶縁層 1 2 5 が開口部 5 0 を充填することがある。そのとき、絶縁層 1 2 5 の上面は、開口部 5 0 の上面よりも上に形成される。

20

【 0 0 5 1 】

電極 2 2 1 が、トランジスタ 4 2 と電気的に接続するために、開口部 5 0 では、絶縁層 1 2 5 に対して開口部を形成する必要がある。絶縁層 1 2 5 に対する開口部を形成しやすくするためには、絶縁層 1 2 5 が無機材料（窒化珪素、酸化珪素、窒化アルミニウム、又は酸化アルミニウム等）を有するとよい。無機材料を形成する手段としては、スパッタリング法、CVD 法、原子層堆積（A L D : A t o m i c L a y e r D e p o s i t i o n ）法などがある。A L D 法を用いると、開口部 5 0 の側面や底面に対して、カバレッジの良い絶縁層 1 2 5 を形成することが可能となる。底面に対するカバレッジが良いと、開口部 5 0 の底面に形成される絶縁層 1 2 5 を薄膜化することができる。薄膜化された絶縁層 1 2 5 に対する開口部の形成は、容易になる。

30

【 0 0 5 2 】

開口部 5 0 形成時の様子について説明する。開口部 5 0 を形成する領域の上層側から順に開口されていく。したがって、開口部 5 0 形成時、発光層 1 2 2 の端部が露出するときがある。発光層 1 2 2 の上面は電極 1 2 3 や絶縁層 1 2 4 によって保護されているが、露出した端部からの発光層 1 2 2 へ水分等の侵入が懸念される。その場合、絶縁層 1 2 5 によって、発光層 1 2 2 の端部が覆われた構造であると、発光層 1 2 2 への水分等の侵入を抑制することができる。

【 0 0 5 3 】

このような構造により、第 2 の表示素子 3 2 は、第 1 の表示素子 3 1 に近接して設けられる。つまり、第 2 の表示素子 3 2 の電極 2 2 1 の開口部 3 6 と、第 1 の表示素子 3 1 との距離を小さくすることができる。そのため、第 1 の表示素子 3 1 による光 2 1 は、開口部 3 6 から効率的に取り出される。

40

【 0 0 5 4 】

また貼り合わせ等は行わず、第 2 の表示素子 3 2 を、第 1 の表示素子 3 1 上に設けることができるため、位置合わせ精度が高くなる。

【 0 0 5 5 】

電極 2 2 1 は可視光を反射する機能を有しており、第 2 の表示素子 3 2 は、たとえば反射型液晶素子となる。反射型液晶素子の場合、電極 2 2 1 にて反射した光 2 0 が視認される。反射型液晶素子は、透過型液晶素子と比べると、低消費電力で動作することができる。表示装置 1 0 の充電が残り少なくなったときなどは、第 1 の表示素子 3 1 を利用せず、第

50

2 の表示素子 3 2 、つまり反射型表示素子のみを利用して画像を表示するとよい。

【 0 0 5 6 】

また電極 2 2 1 が可視光を反射する機能を有することで、当該電極 2 2 1 と電極 1 2 1 との間で、発光層 1 2 2 からの光を効率的に集光させることができ、隣接する発光素子との混色を防止できる。

【 0 0 5 7 】

もちろん、第 2 の表示素子 3 2 の電極 2 2 1 は、可視光を透過する機能を有してもよい。可視光を透過する場合、第 2 の表示素子 3 2 は、たとえば透過型液晶素子となる。トランジスタ 4 2 によって透過型液晶素子を駆動すればよい。

【 0 0 5 8 】

第 2 の表示素子 3 2 が有する電極 2 2 1 上には、電極 2 2 2 が設けられている。電極 2 2 2 は、可視光を透過する機能を有する。たとえば電極 2 2 2 は、Zn - O、In - Ga - Zn - O、In - Zn - O (IZO)、In - Sn - O (ITO)、Sn - O、又はTi - Oなどを有する。

【 0 0 5 9 】

電極 2 2 2 は、電極 2 2 1 の開口部 3 6 にも設けられており、電極 2 2 2 を用いて、開口部 3 6 と重なる領域の液晶層 2 2 を制御することができる。第 1 の表示素子 3 1 を利用する際、液晶層 2 2 を制御した方が光 2 1 を効率的に取り出すことができる。

【 0 0 6 0 】

第 1 の表示素子には、例えば OLED (Organic Light Emitting Diode)、Micro-LED (Light Emitting Diode)、QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode) などの自発光性の発光素子を用いることができる。

【 0 0 6 1 】

このような表示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）、コントラストの高い、鮮やかな表示を行うことができる。

【 0 0 6 2 】

第 2 の表示素子には、代表的には反射型の液晶素子を用いることができる。または、第 2 の表示素子として、シャッター方式の MEMS (Micro Electro Mechanical System) 素子、光干渉方式の MEMS 素子の他、マイクロカプセル方式、電気泳動方式、エレクトロウェッティング方式、電子粉流体（登録商標）方式等を適用した素子などを用いることができる。

【 0 0 6 3 】

トランジスタについて説明する。

【 0 0 6 4 】

トランジスタ 4 1 、トランジスタ 4 2 は、金属酸化物層に形成されたチャネル形成領域を有するとよい。すると、オフ電流が低くなり、消費電力の低い表示装置を提供することができる。

【 0 0 6 5 】

オフ電流をより低くするには、トランジスタ 4 1 と電気的に接続される容量素子、トランジスタ 4 2 と電気的に接続される容量素子を設けるとよい。

【 0 0 6 6 】

オフ電流が低いトランジスタ 4 2 を用いることで、トランジスタ 4 2 と電気的に接続された第 2 の表示素子 3 2 を用いて静止画を表示する際に、画素への信号の書き込み動作を停止しても、階調を維持させることが可能となる。すなわち、フレームレートを小さくしても表示を保つことができる。フレームレートを小さくすることで、低消費電力な駆動を行うことができる。

【 0 0 6 7 】

トランジスタ 4 1 のチャネル形成領域、トランジスタ 4 2 のチャネル形成領域をともに金

10

20

30

40

50

属酸化物層に形成する場合、それぞれ、金属酸化物層の組成を異ならせててもよい。また、当該チャネル形成領域として、それぞれ、金属酸化物層を積層して用いててもよい。また、積層される金属酸化物層の間で、組成を異ならせててもよい。また、トランジスタ41のチャネル形成領域と、トランジスタ42のチャネル形成領域とにおいて、金属酸化物層の積層数など、積層構造を異ならせててもよい。

【0068】

トランジスタ41、トランジスタ42のチャネル形成領域にシリコン半導体を適用してもよい。

【0069】

トランジスタ41のチャネル形成領域をシリコン半導体層に形成し、トランジスタ42のチャネル形成領域を金属酸化物層に形成する構成としてもよい。また、トランジスタ41のチャネル形成領域を金属酸化物層に形成し、トランジスタ42のチャネル形成領域をシリコン半導体層に形成する構成としてもよい。

10

【0070】

図1(A)乃至(B)では、基板11上に、トランジスタ41、トランジスタ42を配置したが、トランジスタ41と、トランジスタ42との配置関係を積層としてもよい。たとえば、図2(A)に示すように、トランジスタ41上にトランジスタ42を配置してもよい。また図2(B)に示すように、トランジスタ42上にトランジスタ41を配置してもよい。図2(A)乃至(B)は、その他の構造と適宜組み合わせることができる。

20

【0071】

チャネル形成領域に着目すると、トランジスタ41のチャネル形成領域と、トランジスタ42のチャネル形成領域との配置関係を積層としてもよい。その他の、ゲート電極、ゲート絶縁層などは、同一層に形成してもよい。

【0072】

図7(A)乃至(B)及び図8(A)乃至(B)に、表示装置の断面構造例を示す。

【0073】

<構造例1>

図7(A)に示す表示装置10Aは、基板11、絶縁層131、トランジスタ41、トランジスタ42、絶縁層133、絶縁層134(絶縁層134a、絶縁層134b)、発光素子120、絶縁層135、絶縁層124、絶縁層125、液晶素子220、配向膜224a、配向膜224b、電極223、及び基板12等を有する。

30

【0074】

トランジスタ41とトランジスタ42とは、同一面上に位置する。図7(A)では、トランジスタ41とトランジスタ42とが絶縁層131上に位置する例を示す。トランジスタ42とトランジスタ41との位置は、図2(A)乃至(B)に示すように、同一面上になくともよい。

【0075】

トランジスタ41は、発光素子120と電気的に接続され、トランジスタ42は、液晶素子220と電気的に接続される。発光素子120は、トランジスタ41よりも上方に位置する。液晶素子220は、トランジスタ42よりも上方に位置する。液晶素子220は、発光素子120よりも上方に位置する。

40

【0076】

発光素子120において、発光層122の端部や電極123の端部が絶縁層135上にない。つまり、発光層122は、画素ごとに区分けられるものではなく、隣接した画素にわたって設けられている。

【0077】

基板11及び基板12は、それぞれ、ガラス基板を用いることができる。また基板11及び基板12は、それぞれ、可撓性を有することが好ましく、可撓性を有する支持体としてプラスチックフィルムなどを用いるとよい。可撓性を有する支持体は、耐熱温度が低いことがある。その場合、ガラス基板から可撓性を有する支持体へ素子層を転置する手段を用

50

いてもよい。転置する際、素子層と可撓性を有する支持体とは、接着層によって貼り合わされる。また、ガラス基板上に、可撓性を有する支持体を形成し、素子層を形成したのちに、ガラス基板を外す手段により、表示装置に可撓性を持たせることもできる。可撓性を有する表示装置は、柔軟性に富み、薄く、軽量化が図られる。

【0078】

基板11及び基板12の外側に、それぞれ、偏光板または円偏光板等を設けてよい。

【0079】

図7(A)に示すトランジスタ41、トランジスタ42は、それぞれボトムゲート構造を有する。

【0080】

トランジスタ41、トランジスタ42は、それぞれ、導電層111、絶縁層132、半導体層112、導電層113a、及び導電層113bを有する。導電層111は絶縁層132を介して半導体層112と重なる。半導体層112は、チャネル形成領域を有する。導電層113a及び導電層113bは、半導体層112と電気的に接続される。

10

【0081】

導電層111は、ゲートとして機能する。絶縁層132は、ゲート絶縁層として機能する。導電層113a及び導電層113bのうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。絶縁層133は、トランジスタの保護層として機能することができる。

【0082】

トランジスタ41、トランジスタ42は、チャネルエッチ型であり、トランジスタの占有面積を縮小することが比較的容易であるため、高精細な表示装置に好適に用いることができる。

20

【0083】

半導体層112は、金属酸化物を有することが好ましい。半導体層112は、シリコン半導体を有してもよい。

【0084】

発光素子120は、電極121、発光層122、及び電極123を有する。発光層122は、電極121と電極123との間に位置する。発光層122は、少なくとも発光性の物質を含む。電極121は可視光を反射する機能を有することが好ましい。電極123は可視光を透過する機能を有する。

30

【0085】

発光素子120は、電極121と電極123との間に電圧を印加することで、光を発し、その光は、基板12側に射出される。

【0086】

電極121は、画素毎に配置され、画素電極として機能する。発光層122と電極123は、複数の画素にわたって配置されている。電極123は、図示しない領域で定電位が供給される配線と接続され、共通電極として機能する。

40

【0087】

電極121は、絶縁層134aに設けられた開口部を介して、トランジスタ41が有する導電層113aと電気的に接続される。電極121の端部は、絶縁層135によって覆われている。

【0088】

絶縁層124は、電極123上に設けられている。発光素子120上に絶縁層124を設けることで、発光素子120に不純物が入り込むことを抑制し、発光素子120の信頼性を高めることができる。特に、絶縁層124が無機絶縁層を有すると、発光素子120の信頼性をより高めることができ、好ましい。

【0089】

液晶素子220は、可視光を反射する機能を有する電極221と、液晶層22と、可視光を透過する機能を有する電極223と、を有する。液晶素子220は、電極221と電気的に接続された電極222も有する。液晶層22は、配向膜224aと配向膜224bと

50

の間に位置する。電極 221 と電極 223との間に生じる電界により、液晶層 22 の配向を制御することができ、液晶素子 220 は基板 12 側に反射光を射出することができる。

【0090】

電極 221 は、画素毎に配置され、画素電極として機能する。電極 221 は、開口部 36 を有する。発光素子 120 は、開口部 36 と重なるように配置する。発光素子 120 からの発光を、開口部 36 を介して射出するためである。

【0091】

電極 223 は、複数の画素にわたって配置されている。電極 223 は、図示しない領域で定電位が供給される配線と接続され、共通電極として機能する。

【0092】

図 7 (A) に示す表示装置 10A において、液晶素子 220 は、カラーフィルタを有していない。よって、表示装置 10A は、液晶素子 220 を用いて、白黒またはグレースケールでの表示を行うことができる。

【0093】

絶縁層 124、絶縁層 134、絶縁層 135、発光層 122、及び電極 123 は、トランジスタ 42 が有する導電層 113a と重なる位置に開口部 50 を有する。

【0094】

絶縁層 125 は、絶縁層 124 上に位置し、開口部 50 の側面を覆うように設けられる。開口部 50 において、露出する発光層 122 への水分等の汚染を防止するためである。トランジスタ 42 が有する導電層 113a と重なる位置に、絶縁層 125 は開口部を有する。当該開口部は、開口部 50 と重なる位置に、開口部 50 より小さな直径で形成される。当該開口部を介して、トランジスタ 42 は、液晶素子 220 と電気的に接続される。

【0095】

絶縁層 125 は、無機材料を有するとよい。開口部 50 において、露出した発光層 122 の側面を保護する機能が高く、好ましいためである。

【0096】

開口部 50 を設ける際、電極 123 の側面も露出する。絶縁層 125 は、電極 123 の側面も覆うことができる。したがって、液晶素子 220 の電極 221 と、発光素子 120 の電極 123 とを電気的に絶縁することができ、ショートを防止することができる。また、発光層 122 の導電性が高い場合であっても、液晶素子 220 の電極 221 と、発光層 122 とは絶縁層 125 によって、電気的に絶縁されているため、発光素子 120 と液晶素子 220 の双方に不具合は生じない。

【0097】

本実施の形態の表示装置では、発光素子 120 と電気的に接続されるトランジスタ 41 と、液晶素子 220 と電気的に接続されるトランジスタ 42 と、が同一面上に位置する。そのため、2つのトランジスタを別々の面上に形成する場合に比べて、表示装置 10A の薄型化または軽量化が可能となる。また、2つのトランジスタを同一の工程で作製できるため、2つのトランジスタを別々の面上に形成する場合に比べて、作製工程を簡略化することができる。

【0098】

図 7 (B) に示す表示装置 10B の構造は、着色層 225 を有する。その他の構造は、図 7 (A) と同様であるため、説明は省略する。

【0099】

着色層 225 は、カラーフィルタを用いることができる。着色層 225 は、発光素子 120 をカラー表示させるために設けられたものである。よって、着色層 225 は、発光素子 120 と重なるように配置される。着色層 225 によってカラー表示を可能にする場合、発光素子 120 は白色を呈する構造としてもよい。白色発光を呈する発光素子 120 は、画素ごとで区分けする必要がない。また発光素子 120 が赤色、緑色、又は青色を呈する構造であっても、着色層 225 を設けることで、きれいな発色を得ることができる。

【0100】

10

20

30

40

50

着色層 225 は発光素子 120 よりも広い領域に設けてもよい。つまり着色層 225 の端部は、発光素子 120 を超えて延在してもよい。たとえば、着色層 225 の端部は、絶縁層 135 と重なっていてもよい。また着色層 225 は、絶縁層 124 上に設けられる。着色層 225 は、有機材料を有する。そのため、絶縁層 124 の表面にある凹凸形状がある場合であっても、着色層 225 の表面は平坦なものとなる。着色層 225 からの不純物等の拡散を低減するため、着色層 225 を覆って、絶縁層 226 が設けられる。絶縁層 226 は、無機材料を有する。よって、絶縁層 226 は、着色層 225 と重なる領域において、盛り上がった形状となる。

【0101】

絶縁層 226 は、開口部 50 にも設けられる。絶縁層 226 は、開口部 50 にて露出する発光層 122 の端部や電極 123 の端部を覆うように形成される。絶縁層 226 は、図 7 (A) で示した絶縁層 125 と同じ機能も有する。

10

【0102】

このような図 7 (B) に示す表示装置 10B は、発光素子 120 によるカラー表示を行うことができる。また表示装置 10B において、液晶素子 220 は、白黒表示又はグレースケール表示を行う。

【0103】

図 8 (A) に示す表示装置 10C の構造は、着色層 229 を有する。その他の構造は、図 7 (B) と同様であるため、説明は省略する。

20

【0104】

着色層 229 は、カラーフィルタを用いることができる。着色層 229 は、液晶素子 220 をカラー表示させるために設けられたものである。よって、着色層 229 は、液晶素子 220 と重なるように配置される。着色層 229 は、液晶素子 220 よりも広い領域に設けられる。つまり、着色層 229 の端部は、液晶素子 220 を超えて延在してもよい。着色層 229 は、基板 12 側に設けられる。着色層 229 は、有機材料を有する。着色層 229 からの不純物等の拡散を低減するため、着色層 229 を覆って、絶縁層 228 が設けられる。絶縁層 228 は、オーバーコート層としての機能を有する。絶縁層 228 は、無機材料を有する。よって、絶縁層 228 の表面は、着色層 229 の形状に沿うような形状を有する。

【0105】

着色層 229 の膜厚は、着色層 225 の膜厚よりも小さくてよい。着色層 229 の膜厚は、着色層 225 の膜厚の 40 % 以上 60 % 以下であることが好ましい。発光素子 120 では、光が着色層 225 を 1 回通過するものであるが、液晶素子 220 では、光が着色層 229 を 2 回、つまり往復して通過するためである。

30

【0106】

着色層 229 は、液晶素子 220 と重なればよく、着色層 225 と重なる必要はない。着色層 229 は、着色層 225 と同じ色を有しても、異なる色を有してもよい。

【0107】

液晶素子 220 の電極 223 を絶縁層 228 上に形成し、配向膜 224b を形成する。

40

【0108】

このような図 8 (A) に示す表示装置 10C は、発光素子 120 によるカラー表示と、液晶素子 220 によるカラー表示を行うことができる。

【0109】

図 8 (B) に示す表示装置 10D は、着色層 230 を有し、着色層 225 等を有さない構造である。その他の構造は、図 7 (A) と同様であるため、説明は省略する。

【0110】

着色層 230 は、液晶素子 220 と、発光素子 120 とをカラー表示させるために、基板 12 側へ設けられたものである。よって、着色層 230 は、液晶素子 220 と重なり、かつ発光素子 120 と重なるように配置される。着色層 230 において、液晶素子 220 と重なる領域の膜厚は、発光素子 120 と重なる領域の膜厚よりも小さくてよい。基板 12

50

側へ設けられた絶縁層 231 によって、着色層 230 の膜厚を調整することができる。発光素子 120 と重なる領域において、絶縁層 231 に開口部を設ければよい。

【0111】

着色層 230 は、有機材料を有する。よって、着色層 230 の表面を平坦な形状とすることができます。着色層 230 からの不純物等の拡散を低減するため、着色層 230 を覆って、絶縁層 232 が設けられる。絶縁層 232 は、無機材料を有する。

【0112】

液晶素子 220 の電極 223 を絶縁層 232 上に形成し、配向膜 224b を形成する。

【0113】

このような図 8 (B) に示す表示装置 10D は、発光素子 120 によるカラー表示と、液晶素子 220 によるカラー表示を行うことができる。発光素子側の着色層を省略したことで、発光素子と開口部 36 との距離を近いままとすることができる。また基板 12 側のみに着色層を有しているため、着色層にかかるコストを抑えることができる。

10

【0114】

図 9 (A) に示す表示装置 10E は、図 7 (A) の開口部 50 に対する変形例を示したものである。その他の構造は、図 7 (A) と同様であるため、説明は省略する。

【0115】

開口部 50 は、絶縁層 133、絶縁層 134a、絶縁層 135、発光層 122、電極 123、絶縁層 124 に対して形成されるものであるが、開口部 50 の直径が上面から下面に向かって段階的に小さくなっていく形状を例示する。つまり、開口部 50 は、絶縁層 133 及び絶縁層 134a に対する開口部の幅が、絶縁層 135、発光層 122、電極 123、及び絶縁層 124 に対する開口部の幅より小さい構造を有する。

20

【0116】

絶縁層 125 は、開口部 50 の側面を覆うように設けられるものであるが、図 9 (A) で示したように、開口部 50 の上面から下面に向かって直径が段階的に小さくなっている構造であると、絶縁層 125 を形成しやすい。さらに開口部 50 の側面が斜面になっていると、絶縁層 125 を形成しやすく、より好ましい。

【0117】

図 9 (A) で示した開口部 50 の変形例は、図 7 (B)、図 8 (A) 乃至 (B) の構造に対しても適用することができる。

30

【0118】

図 9 (B) に示す表示装置 10F は、図 7 (A) の開口部 50 に対する変形例を示したものである。その他の構造は、図 7 (A) と同様であるため、説明は省略する。

【0119】

開口部 50 は、絶縁層 133、絶縁層 134a、絶縁層 135、発光層 122、電極 123、絶縁層 124 に対して形成され、絶縁層 133 及び絶縁層 134a に対する開口部の幅が、絶縁層 135、発光層 122、電極 123、及び絶縁層 124 に対する開口部の幅より小さい構造であることは、図 9 (A) と同様である。

【0120】

開口部 50 の側面に設けられる絶縁層 125 は、発光層 122 の側面を覆うことで、発光層 122 の水分等による劣化を低減させることができる。そのため、絶縁層 125 は、開口部 50 の上方のみに設けてよい。具体的には、絶縁層 135 の上面から、発光層 122 の側面、電極 123 の側面、絶縁層 124 の側面を覆うように、絶縁層 125 を設ける。

40

【0121】

図 9 (B) で示したような構造であると、液晶素子 220 が有する電極 221 と、トランジスタ 42 とを電気的に接続するために、絶縁層 125 に対する開口部の形成を実施しなくてよい。開口部 50 の底面に絶縁層 125 が設けられないため、当該底面にて導電層 113a が露出しており、開口部 50 に対して電極 221 を形成すればよい。

【0122】

さらに図 9 (B) において、発光層 122 を塗り分けた構造を有してもよい。発光層 12

50

2を塗り分ける場合、赤色用発光層、緑色用発光層、青色用発光層を用いることで、カラーディスプレイを可能にする。発光層122を塗り分けることで、着色層を不要とすることができる。勿論、よりきれいな表示を行うためには、赤色用発光層、緑色用発光層、青色用発光層に対応して着色層を設けてもよい。

【0123】

図9(B)で示した開口部50の変形例は、図7(B)、図8(A)乃至(B)の構造に対しても適用することができる。

【0124】

トランジスタの構造について説明する。

【0125】

本発明の一態様において、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、ブ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、トップゲート構造またはボトムゲート構造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られていてもよい。

10

【0126】

図10(A)乃至(C)に、本明細書でこれまでに示してきたトランジスタ41、トランジスタ42とは異なる構造のトランジスタの例を示す。

【0127】

図10(A)に示すトランジスタ43は、トランジスタ41、トランジスタ42の構造に加えて、導電層114を有する。導電層114は、絶縁層133上に設けられ、半導体層112と重なる領域を有する。また、図10(A)では、絶縁層136が、導電層114及び絶縁層133を覆って設けられている。

20

【0128】

導電層114は、半導体層112を挟んで導電層111とは反対側に位置している。導電層111を第1のゲート電極とした場合、導電層114は、第2のゲート電極として機能することができる。導電層111と導電層114に同じ電位を与えることで、トランジスタ43のオン電流を高めることができる。または、導電層111及び導電層114のうち、一方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、トランジスタ43のしきい値電圧を制御することができる。

30

【0129】

導電層114には、酸化物を含む導電性材料を用いることが好ましい。これにより、導電層114を構成する導電膜の成膜時に、酸素を含む雰囲気下とすることで、絶縁層133に酸素を供給することができる。成膜ガス中の酸素ガスの割合を90%以上100%以下の範囲とすることが好ましい。絶縁層133に供給された酸素は、後の熱処理により半導体層112に供給され、半導体層112中の酸素欠損の低減を図ることができる。

【0130】

特に、導電層114には、低抵抗化された酸化物半導体を用いることが好ましい。このとき、絶縁層136に水素を放出する絶縁膜、例えば窒化珪素膜等を用いることが好ましい。絶縁層136の成膜中、またはその後の熱処理によって導電層114中に水素が供給され、導電層114の電気抵抗を効果的に低減することができる。

40

【0131】

図10(B)に示すトランジスタ44は、トップゲート構造のトランジスタである。

【0132】

トランジスタ44は、導電層111、絶縁層132、半導体層112、絶縁層133、導電層113a、及び導電層113bを有する。導電層111は絶縁層132を介して半導体層112と重なる。導電層113a及び導電層113bは、半導体層112と電気的に接続される。

【0133】

導電層111は、ゲート電極として機能する。絶縁層132は、ゲート絶縁層として機能

50

する。導電層 111 は、絶縁層 132 と同じ幅を有する。導電層 113a 及び導電層 113b のうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

【0134】

トランジスタ 44 は、導電層 111 と導電層 113a または導電層 113b との物理的な距離を離すことが容易なため、これらの間の寄生容量を低減することが可能である。

【0135】

図 10 (C) に示すトランジスタ 45 は、トランジスタ 44 の構造に加えて、導電層 115 及び絶縁層 137 を有する。導電層 115 は絶縁層 131 上に設けられ、半導体層 112 と重なる領域を有する。絶縁層 137 は、導電層 115 及び絶縁層 131 を覆って設けられている。

10

【0136】

導電層 115 は、図 10 (A) で示した導電層 114 と同様に第 2 のゲートとして機能する。そのため、オン電流を高めることや、しきい値電圧を制御することなどが可能である。

【0137】

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、CVD 法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積（PLD：Pulse Laser Deposition）法、ALD 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：Plasma Enhanced CVD）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（MOCVD：Metal Organic CVD）法を使ってもよい。

20

【0138】

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。

【0139】

表示装置を構成する薄膜を加工する際には、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。

30

【0140】

リソグラフィ法において光を用いる場合、露光に用いる光は、例えば i 線（波長 365 nm）、g 線（波長 436 nm）、h 線（波長 405 nm）、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。

40

【0141】

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

【0142】

<作製方法例>

以下では、図 7 (A) に示す表示装置 10A の作製方法の一例について、図 11 乃至図 14 を用いて説明する。

50

【 0 1 4 3 】

まず、基板 6 1 上に剥離層 6 2 を形成する（図 1 1（A））。

【 0 1 4 4 】

基板 6 1 は、搬送が容易となる程度に剛性を有し、かつ作製工程にかかる温度に対して耐熱性を有する。基板 6 1 に用いることができる材料としては、例えば、ガラス、石英、セラミック、サファイヤ、樹脂、半導体、金属または合金などが挙げられる。ガラスとしては、例えば、無アルカリガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミニノホウケイ酸ガラス等が挙げられる。

【 0 1 4 5 】

剥離層 6 2 は、基板 6 1 に対し、全面へ形成してもよいし、選択的に形成してもよい。

10

【 0 1 4 6 】

剥離層 6 2 は、有機材料または無機材料を用いて形成することができる。

【 0 1 4 7 】

剥離層 6 2 を、有機材料を用いて形成する場合、感光性を有する材料が好ましく、感光性及び熱硬化性を有する材料を用いることが好ましい。

【 0 1 4 8 】

感光性を有する材料を用いることで、光を用いたリソグラフィ法により、一部を除去することができる。具体的には、材料を成膜した後に溶媒を除去するための熱処理（プリベーク処理ともいう）を行い、その後フォトマスクを用いて露光を行う。続いて、現像処理を施すことで、不要な部分を除去する。その後、熱処理（ポストベーク処理ともいう）を行う。ポストベーク処理では、剥離層 6 2 上に形成する各層の作製温度よりも高い温度で加熱することが好ましい。加熱温度は、例えば、350 より高く 450 以下が好ましく、400 以下がより好ましく、375 以下がさらに好ましい。これにより、トランジスタの作製工程における、剥離層 6 2 からの脱ガスを大幅に抑制することができる。

20

【 0 1 4 9 】

剥離層 6 2 は、感光性のポリイミド樹脂（photo sensitive polyimide、PSPIともいう）を用いて形成されることが好ましい。

【 0 1 5 0 】

そのほか、剥離層 6 2 に用いることができる有機材料としては、例えば、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、フェノール樹脂等が挙げられる。

30

【 0 1 5 1 】

剥離層 6 2 は、スピンドルコートを用いて形成することができる。スピンドルコート法を用いることで、大判基板に薄い膜を均一に形成することができる。

【 0 1 5 2 】

剥離層 6 2 は、粘度が 5 cP 以上 500 cP 未満、好ましくは 5 cP 以上 100 cP 未満、より好ましくは 10 cP 以上 50 cP 以下の溶液を用いて形成することができる。溶液の粘度が低いほど、塗布が容易となる。また、溶液の粘度が低いほど、気泡の混入を抑制でき、良質な膜を形成できる。

40

【 0 1 5 3 】

有機材料を用いる場合、剥離層 6 2 の厚さは、0.01 μm 以上 10 μm 未満であることが好ましく、0.1 μm 以上 3 μm 以下であることがより好ましく、0.5 μm 以上 1 μm 以下であることがさらに好ましい。低粘度の溶液を用いることで、剥離層 6 2 を薄く形成することが容易となる。剥離層 6 2 の厚さを上記範囲とすることで、作製のコストを低減することができる。ただし、これに限定されず、剥離層 6 2 の厚さは、10 μm 以上、例えば、10 μm 以上 200 μm 以下としてもよい。

【 0 1 5 4 】

そのほか、剥離層 6 2 の形成方法としては、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、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、ナイフコート等が挙げられる。

50

【 0 1 5 5 】

剥離層 6 2 に用いることができる無機材料としては、タンゲステン、モリブデン、チタン、タンタル、ニオブ、ニッケル、コバルト、ジルコニウム、亜鉛、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、シリコンから選択された元素を含む金属、該元素を含む合金、または該元素を含む化合物等が挙げられる。シリコンを含む層の結晶構造は、非晶質、微結晶、多結晶のいずれでもよい。

【 0 1 5 6 】

無機材料を用いる場合、剥離層 6 2 の厚さは、1 nm 以上 1 0 0 0 nm 以下、好ましくは 10 nm 以上 2 0 0 nm 以下、より好ましくは 10 nm 以上 1 0 0 nm 以下である。

【 0 1 5 7 】

無機材料を用いる場合、剥離層 6 2 は、例えばスパッタリング法、CVD 法、ALD 法、蒸着法等により形成できる。

【 0 1 5 8 】

次に、剥離層 6 2 上に、絶縁層 1 3 1 を形成する（図 1 1 (B)）。

【 0 1 5 9 】

絶縁層 1 3 1 は、剥離層 6 2 に含まれる不純物が、後に形成するトランジスタや表示素子に拡散することを防ぐバリア層として用いることができる。剥離層 6 2 に有機材料を用いる場合、絶縁層 1 3 1 は、剥離層 6 2 を加熱した際に、剥離層 6 2 に含まれる水分等がトランジスタや表示素子に拡散することを防ぐことが好ましい。そのため、絶縁層 1 3 1 は、バリア性が高いことが好ましい。

【 0 1 6 0 】

絶縁層 1 3 1 としては、例えば、窒化珪素膜、酸化窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を 2 以上積層して用いてもよい。積層とする場合、剥離層 6 2 上に窒化珪素膜を形成し、窒化珪素膜上に酸化珪素膜を形成することが好ましい。

【 0 1 6 1 】

無機絶縁膜は、成膜温度が高いほど緻密でバリア性の高い膜となるため、高温で形成することが好ましい。

【 0 1 6 2 】

絶縁層 1 3 1 の成膜時の基板温度は、室温 (2 5) 以上 3 5 0 以下が好ましく、100 以上 3 0 0 以下がさらに好ましい。

【 0 1 6 3 】

次に、絶縁層 1 3 1 上に、トランジスタ 4 1 及びトランジスタ 4 2 を形成する（図 1 1 (B)）。

【 0 1 6 4 】

トランジスタに用いる半導体材料は特に限定されず、例えば、第 1 4 族の元素、化合物半導体また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、またはインジウムを含む酸化物半導体等を適用できる。

【 0 1 6 5 】

ここでは半導体層 1 1 2 として酸化物半導体層を有する、ボトムゲート構造のトランジスタを作製する場合を示す。

【 0 1 6 6 】

トランジスタの半導体には、酸化物半導体を用いることが好ましい。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。

【 0 1 6 7 】

10

20

30

40

50

具体的には、まず、絶縁層 131 上に導電層 111 を形成する（図 11（B））。導電層 111 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で形成できる。

【0168】

表示装置が有する導電層には、それぞれ、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、もしくはタンゲステン等の金属、またはこれを主成分とする合金を単層構造または積層構造として用いることができる。または、酸化インジウム、インジウム錫酸化物（ITO、Indium Tin Oxide）、タンゲステンを含むインジウム酸化物、タンゲステンを含むインジウム亜鉛酸化物、チタンを含むインジウム酸化物、チタンを含むITO、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛（ZnO）、ガリウムを含むZnO、またはシリコンを含むインジウム錫酸化物等の透光性を有する導電性材料を用いてもよい。また、不純物元素を含有させる等して低抵抗化させた、多結晶シリコンもしくは酸化物半導体等の半導体、またはニッケルシリサイド等のシリサイドを用いてもよい。また、グラフェンを含む膜を用いることもできる。グラフェンを含む膜は、例えば膜状に形成された酸化グラフェンを含む膜を還元して形成することができる。また、不純物元素を含有させた酸化物半導体等の半導体を用いてもよい。または、銀、カーボン、もしくは銅等の導電性ペースト、またはポリチオフェン等の導電性ポリマーを用いて形成してもよい。導電性ペーストは、安価であり、好ましい。導電性ポリマーは、塗布しやすく、好ましい。

10

【0169】

続いて、絶縁層 132 を形成する（図 11（B））。絶縁層 132 は、絶縁層 131 に用いることのできる無機絶縁膜を援用できる。

20

【0170】

続いて、半導体層 112 を形成する（図 11（B））。本実施の形態では、半導体層 112 として、酸化物半導体層を形成する。酸化物半導体層は、酸化物半導体膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該酸化物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で形成できる。

【0171】

酸化物半導体膜の成膜時の基板温度は、350 以下が好ましく、室温以上 200 以下がより好ましく、室温以上 130 以下がさらに好ましい。

30

【0172】

酸化物半導体膜は、不活性ガス及び酸素ガスのいずれか一方または双方を用いて成膜することができる。なお、酸化物半導体膜の成膜時における酸素ガスの流量比（酸素分圧）に、特に限定はない。ただし、電界効果移動度が高いトランジスタを得る場合においては、酸化物半導体膜の成膜時における酸素ガスの流量比（酸素分圧）は、0 % 以上 30 % 以下が好ましく、5 % 以上 30 % 以下がより好ましく、7 % 以上 15 % 以下がさらに好ましい。

【0173】

酸化物半導体膜は、少なくともインジウムまたは亜鉛を含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。

40

【0174】

酸化物半導体は、エネルギーギャップが 2 eV 以上であることが好ましく、2.5 eV 以上であることがより好ましく、3 eV 以上であることがさらに好ましい。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。

【0175】

酸化物半導体膜は、スパッタリング法により形成することができる。そのほか、例えば PLD 法、PECVD 法、熱 CVD 法、ALD 法、真空蒸着法などを用いてもよい。

【0176】

続いて、導電層 113a 及び導電層 113b を形成する（図 11（B））。導電層 113a 及び導電層 113b 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

50

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。導電層 113a 及び導電層 113b は、それぞれ、半導体層 112 と電気的に接続される。

【0177】

なお、導電層 113a 及び導電層 113b の加工の際に、レジストマスクに覆われていない半導体層 112 の一部がエッチングにより薄膜化する場合がある。

【0178】

以上のようにして、トランジスタ 41 及びトランジスタ 42 を作製できる（図 11 (B)）。トランジスタ 41 及びトランジスタ 42 において、導電層 111 の一部はゲート電極として機能し、絶縁層 132 の一部はゲート絶縁層として機能し、導電層 113a 及び導電層 113b は、それぞれソース電極またはドレイン電極のいずれか一方として機能する。

10

【0179】

次に、トランジスタ 41 及びトランジスタ 42 を覆う絶縁層 133 を形成する（図 11 (C)）。絶縁層 133 は、絶縁層 131 と同様の方法により形成することができる。

【0180】

また、絶縁層 133 として、酸素を含む雰囲気下で成膜した酸化珪素膜や酸化窒化珪素膜等の酸化物絶縁膜を用いることが好ましい。さらに、当該酸化物絶縁膜上に窒化珪素膜などの酸素を拡散、透過しにくい絶縁膜を積層することが好ましい。酸素を含む雰囲気下で形成した酸化物絶縁膜は、加熱により多くの酸素を放出しやすい絶縁膜とすることができます。このような酸素を放出する酸化物絶縁膜と、酸素を拡散、透過しにくい絶縁膜を積層した状態で、加熱処理を行うことにより、酸化物半導体層に酸素を供給することができる。その結果、酸化物半導体層中の酸素欠損、及び酸化物半導体層と絶縁層 133 の界面の欠陥を修復し、欠陥準位密度を低減することができる。これにより、極めて信頼性の高い表示装置を実現できる。

20

【0181】

次に、絶縁層 133 上に絶縁層 134a を形成する（図 11 (C)）。絶縁層 134a は、後に形成する表示素子の被形成面を有する層であるため、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層 134a は、絶縁層 131 に用いることのできる有機絶縁膜または無機絶縁膜を援用できる。

【0182】

絶縁層 134a 上に、絶縁層 134b を形成する（図 11 (C)）。絶縁層 134b は、選択的に、凸形状となるように形成される。凸形状の頂点は丸みを帯びるとよい。凸形状の端部は、なだらかな斜面を有するとよい。絶縁層 134a と、絶縁層 134b とを合わせて、絶縁層 134 とする。絶縁層 134b によって、絶縁層 134 の表面は凹凸形状を有することができる。

30

【0183】

次に、絶縁層 134a 及び絶縁層 133 に、トランジスタ 41 が有する導電層 113a に達する開口部を形成する。同時に、トランジスタ 42 が有する導電層 113a に達する開口部を形成してもよい。

【0184】

その後、電極 121 を形成する（図 11 (C)）。電極 121 は、凹凸形状を有する。絶縁層 134 の表面形状に沿って形成されるためである。電極 121 は、その一部が発光素子 120 の画素電極として機能する。電極 121 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。ここで、トランジスタ 41 が有する導電層 113a と電極 121 とが接続する。

40

【0185】

次に、電極 121 の端部を覆う絶縁層 135 を形成する（図 11 (C)）。絶縁層 135 は、絶縁層 131 に用いることのできる有機絶縁膜または無機絶縁膜を援用できる。絶縁層 135 は、電極 121 と重なる部分に開口部を有する。この時点で、絶縁層 135 は、トランジスタ 42 が有する導電層 113a に達する開口部を有していてもよい。

【0186】

50

次に、発光層 122 及び電極 123 を形成する（図 11（D））。電極 123 は、その一部が発光素子 120 の共通電極として機能する。

【0187】

発光層 122 は、蒸着法、塗布法、印刷法、吐出法などの方法で形成することができる。発光層 122 を画素毎に作り分ける場合、メタルマスクなどのシャドウマスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法等により形成することができる。発光層 122 を画素毎に作り分けない場合には、メタルマスクを用いない蒸着法を用いることができる。

【0188】

発光層 122 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いてもよい。

10

【0189】

発光層 122 の形成後に行う各工程は、発光層 122 にかかる温度が、発光層 122 の耐熱温度以下となるようを行う。電極 123 は、蒸着法やスパッタリング法等を用いて形成することができる。

【0190】

以上のようにして、発光素子 120 を形成することができる（図 11（D））。発光素子 120 は、一部が画素電極として機能する電極 121、発光層 122、及び一部が共通電極として機能する電極 123 が積層された構造を有する。

【0191】

ここでは、発光素子 120 として、トップエミッション型の発光素子を作製する例を示したが、本発明の一態様はこれに限られない。

20

【0192】

発光素子 120 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のいずれであってもよい。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。

【0193】

次に、電極 123 を覆って絶縁層 124 を形成する（図 11（D））。絶縁層 124 は、発光素子 120 に水などの不純物が拡散することを抑制する保護層として機能する。発光素子 120 は、絶縁層 124 によって封止される。電極 123 を形成した後、大気に曝すことなく、絶縁層 124 を形成することが好ましい。

30

【0194】

絶縁層 124 は、例えば、上述した絶縁層 131 に用いることのできるバリア性の高い無機絶縁膜が含まれる構造とすることが好ましい。また、無機絶縁膜と有機絶縁膜を積層して用いてもよい。

【0195】

絶縁層 124 の成膜時の基板温度は、発光層 122 の耐熱温度以下の温度であることが好ましい。絶縁層 124 は、ALD 法やスパッタリング法等を用いて形成することができる。ALD 法及びスパッタリング法は低温成膜が可能であるため好ましい。ALD 法を用いると絶縁層 124 のカバレッジが良好となり好ましい。

40

【0196】

次に、絶縁層 124 上に絶縁層 125 を形成する（図 11（D））。絶縁層 125 は、表面に高い平坦性を有する。絶縁層 125 は、平坦化膜として機能する。絶縁層 125 は、有機材料を有すると好ましい。

【0197】

次に、発光層 122、電極 123、絶縁層 124、及び絶縁層 125 に、トランジスタ 42 が有する導電層 113a に達する開口部を設ける（図 11（E））。なお、事前に、絶縁層 133、絶縁層 134、及び絶縁層 135 に、該導電層 113a に達する開口部を形成していない場合は、本工程にて、これらの層にも一括で開口部を設けることができる。

【0198】

50

レジストマスク 127 を用いて、エッチング法により、発光層 122、電極 123、絶縁層 124、及び絶縁層 125 に、開口部 50 を形成することができる。

【0199】

ここで、開口部 50 を形成することで発光層 122 が露出すると、レジストマスク 127 の除去工程で、発光層 122 に不純物が入り込む、または、発光層 122 が消失する等の懼れがある。具体的には、レジストマスク 127 を除去するためのプラズマ処理またはレジスト剥離液によって、発光層 122 に不純物が入り込む、または、発光層 122 が溶解する等の懼れがある。

【0200】

そこで、開口部 50 の形成には、ドライエッチング法を用いることが好ましい。これにより、開口部 50 を形成するのと同時に、エッチングガスにより開口部 50 の側面に隔壁 126 が形成されることがある（図 11（E））。例えば、炭素とフッ素を含むエッチングガスを用いることで、開口部 50 の側面に副生成物を堆積させ、隔壁 126 を形成することができる。

【0201】

その後、レジストマスク 127 を除去する（図 12（A））。レジストマスク 127 を除去する際に、隔壁 126 が発光層 122 を保護することで、発光素子 120 の信頼性を高めることができる。なお、レジストマスク 127 を除去する際に、隔壁 126 の一部または全部が除去される場合がある。図 12（A）では、隔壁 126 が残存しない場合を示す。

【0202】

次に、トランジスタ 42 が有する導電層 113a に達する開口部 50 を有する絶縁層 234 を形成する。ここでは、感光性を有する材料 233 を成膜し、光を用いたリソグラフィ法により、該開口部 50 を有する絶縁層 234 を形成する（図 12（B）、（C））。

【0203】

具体的には、感光性を有する材料 233 を成膜した後に、フォトマスクを用いて露光を行う。続いて、現像処理を施すことで、不要な部分を除去する。

【0204】

絶縁層 234 は、開口部 50 にて、露出した発光層 122 の側面を覆うように形成する。また開口部 50 にて、露出した電極 123 の側面を覆うように形成する。これにより、後に形成する電極 221 と、電極 123 とを電気的に絶縁することができ、ショートを防止することができる。

【0205】

絶縁層 234 の成膜時の基板温度は、発光層 122 の耐熱温度以下の温度であることが好ましい。

【0206】

なお、絶縁層 234 に無機材料を用いる場合、絶縁層 125 と同様の材料、作製方法を適用することが好ましい。

【0207】

絶縁層 234 は、開口部 50 の底面において、開口部を有する。

【0208】

次に、電極 221 を形成する（図 12（D））。電極 221 は、その一部が液晶素子 220 の画素電極として機能する。電極 221 は、発光素子 120 と重なる領域に開口部 36 を有する。このような電極 221 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で形成できる。ここで、トランジスタ 42 が有する導電層 113a と電極 221 とが電気的に接続する。

【0209】

電極 221 上に、電極 222 を形成する。電極 222 は、開口部 36 と重なる領域にも設けられる。開口部 36 上の液晶層を制御するためである。

【0210】

次に、図 13（A）に示すように、保護層 71 を形成する。

10

20

30

40

50

【 0 2 1 1 】

保護層 7 1 は、剥離工程において、絶縁層 2 3 4 や電極 2 2 2 の表面を保護する機能を有する。保護層 7 1 には、容易に除去することのできる材料を用いることができる。

【 0 2 1 2 】

除去可能な保護層 7 1 としては、例えば水溶性樹脂をその例に挙げることができる。塗布した水溶性樹脂は表面の凹凸を被覆し、その表面の保護を容易にする。また、除去可能な保護層 7 1 として、光または熱により剥離可能な粘着剤を水溶性樹脂に積層したもの用いてもよい。

【 0 2 1 3 】

除去可能な保護層 7 1 として、通常の状態ではその接着力が強く、熱を加える、または光を照射することによりその接着力が弱くなる性質を有する基材を用いてもよい。例えば、加熱することにより接着力が弱くなる熱剥離テープや、紫外光を照射することにより接着力が弱くなる UV 剥離テープ等を用いてもよい。また、通常の状態で接着力が弱い弱粘性テープ等を用いることができる。また、OCA (Optical Clear Adhesive) やシリコーン等を用いることができる。なお、保護層 7 1 は可視光に対する透過性を有していなくてもよい。

10

【 0 2 1 4 】

次に、基板 6 1 と絶縁層 1 3 1 とを分離する（図 1 3 (B)）。

【 0 2 1 5 】

分離面は、剥離層 6 2 及び基板 6 1 等の材料及び形成方法等によって、様々な位置となり得る。

20

【 0 2 1 6 】

図 1 3 (B) では、剥離層 6 2 と絶縁層 1 3 1 との界面で分離が生じる例を示す。分離により、絶縁層 1 3 1 が露出する。

【 0 2 1 7 】

分離を行う前に、剥離層 6 2 に分離の起点を形成してもよい。例えば、レーザ光を照射することで、剥離層 6 2 を脆弱化させる、または剥離層 6 2 と絶縁層 1 3 1 （または基板 6 1 ）との密着性を低下させることができる。

【 0 2 1 8 】

例えば、剥離層 6 2 に垂直方向に引っ張る力をかけることにより、基板 6 1 を剥離することができる。具体的には、保護層 7 1 の上面の一部を吸着し、上方に引っ張ることにより、基板 6 1 を引き剥がすことができる。

30

【 0 2 1 9 】

剥離層 6 2 と絶縁層 1 3 1 との間に、刃物などの鋭利な形状の器具を差し込むことで分離の起点を形成してもよい。または、保護層 7 1 側から鋭利な形状の器具で剥離層 6 2 を切り込み、分離の起点を形成してもよい。

【 0 2 2 0 】

次に、露出した絶縁層 1 3 1 の表面に、接着層 5 1 を用いて基板 1 1 を貼り合わせる（図 1 3 (C)）。基板 1 1 は、表示装置の支持基板として機能することができる。そして、保護層 7 1 を除去する（図 1 3 (C)）。

40

【 0 2 2 1 】

接着層 5 1 には、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、嫌気型接着剤等の各種硬化型接着剤を用いることができる。また、接着シート等を用いてもよい。

【 0 2 2 2 】

基板 1 1 には、例えば、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、アクリル樹脂、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 (PES) 樹脂、ポリアミド樹脂（ナイロン、アラミド等）、ポリシロキサン樹脂、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、ポリウレタ

50

ン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（P T F E）樹脂、A B S樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。基板11には、可撓性を有する程度の厚さのガラス、石英、樹脂、金属、合金、半導体等の各種材料を用いてもよい。

【0223】

次に、電極222上に配向膜224aを形成する（図14（A））。配向膜224aは、樹脂等の薄膜を成膜した後に、ラビング処理を行うことにより形成できる。

【0224】

そして、基板12と基板11とを液晶層22を挟んで貼り合わせる（図14（B））。

【0225】

なお、事前に、基板12上に電極223を形成し、電極223上に配向膜224bを形成しておく。電極223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で形成できる。配向膜224bは、樹脂等の薄膜を成膜した後に、ラビング処理を行うことにより形成できる。基板12は、基板11と同様な材料等を用いるとよい。

【0226】

以上により、表示装置10Aを作製することができる（図14（B））。表示装置10Aの薄型化または軽量化が可能となる。表示装置10Aは、曲がった状態に保持することや、繰り返し曲げることなどが可能である。

【0227】

図3に、表示装置10のブロック図を示す。表示装置10は、表示部14を有する。

【0228】

表示部14は、複数の画素を有する。複数の画素はマトリクス状に配置されている。一つの画素30は、第1の画素31pと、第2の画素32pを有する。第2の画素32pは、第1の画素31pと重なるように配置される。

【0229】

第1の画素31pが有する表示素子は、発光素子である。たとえば、図1（A）乃至（B）で示した第1の表示素子31が第1の画素31pとして設けられる。第1の画素31pはカラー表示を可能にするため、赤色（R）に対応する第1の赤色表示素子31R、緑色（G）に対応する第1の緑色表示素子31G、青色（B）に対応する第1の青色表示素子31Bを有する。発光層122に異なる発光材料を用いると、第1の赤色表示素子31R、第1の緑色表示素子31G、第1の青色表示素子31Bを得ることができる。また着色層225に異なる有機材料を用いると、第1の赤色表示素子31R、第1の緑色表示素子31G、第1の青色表示素子31Bを得ることができる。

【0230】

第2の画素32pが有する表示素子は、液晶素子である。たとえば、図1（A）乃至（B）で示した第2の表示素子32が第2の画素32pとして設けられる。第2の画素32pはカラー表示を可能にするため、赤色（R）に対応する第2の赤色表示素子32R、緑色（G）に対応する第2の緑色表示素子32G、青色（B）に対応する第2の青色表示素子32Bを有する。第2の表示素子32にカラーフィルタなどの着色層を設けることによって、第2の赤色表示素子32R、第2の緑色表示素子32G、第2の青色表示素子32Bを得ることができる。

【0231】

第2の赤色表示素子32Rは、第1の赤色表示素子31Rよりも上方に位置する。第2の緑色表示素子32Gは、第1の緑色表示素子31Gよりも上方に位置する。第2の青色表示素子32Bは、第1の青色表示素子31Bよりも上方に位置する。

【0232】

図4（A）乃至（C）は、画素30の構造例を示す模式図である。

【0233】

図4（A）は、第1の画素31pと第2の画素32pの両方を駆動させることで表示を行

10

20

30

40

50

うモード（第1のモード）を示す。

【0234】

第1の画素31pが有する、第1の赤色表示素子31R、第1の緑色表示素子31G、第1の青色表示素子31Bは、それぞれ光を表示面側に射出する。第1の赤色表示素子31Rからは、赤色の光R_tが射出され、第1の緑色表示素子31Gからは緑色の光G_tが射出され、第1の青色表示素子31Bからは青色の光B_tが射出される。

【0235】

第2の画素32pが有する、第2の赤色表示素子32R、第2の緑色表示素子32G、第2の青色表示素子32Bは、それぞれ、外光Lを反射して反射光を表示面側に射出する。
第2の赤色表示素子32Rは、外光Lを反射して赤色の光R_rを表示面側に射出し、第2の緑色表示素子32Gは、外光Lを反射して緑色の光G_rを表示面側に射出し、第2の青色表示素子32Bは、外光Lを反射して青色の光B_rを表示面側に射出する。
10

【0236】

透過光となる光R_t、光G_t、光B_tと、反射光となる光R_r、光G_r、光B_rとを用いて、所定の色の光35t_rを表示面側に射出することができる。

【0237】

図4(B)は、第2の画素32pのみを駆動させることにより、反射光を用いて表示を行うモード（第2のモード）に対応する。画素30は、例えば外光が十分に強い場合などでは、第1の画素31pを駆動させずに、第2の画素32pからの光R_r、光G_r、及び光B_rのみを用いて、光35rを表示面側に射出することができる。このモードは、例えば、文書情報などのカラー表示を必要としない情報を表示することに適しており、駆動電力が低くて好ましい。表示装置の低消費電力化に貢献できるモードである。
20

【0238】

図4(C)は、第1の画素31pのみを駆動させることにより、透過光（発光）を用いて表示を行うモード（第3のモード）に対応する。画素30は、例えば使用環境の外光が弱い場合などでは、第1の画素31pからの光R_t、光G_t、及び光B_tのみを用いて、光35tを表示面側に射出することができる。このとき、図1(A)乃至(B)等に示した電極121をトランジスタ41により制御することができる。これにより鮮やかな表示を行うことができる。また周囲が暗い場合に輝度を低くすることで、使用者が感じる眩しさを抑えると共に消費電力を低減できる。使用環境の明るさによらず、視認性の高い表示装置を提供することができる。
30

【0239】

図5(A)乃至(C)、図6(A)乃至(C)には、図4(A)とは異なる、画素30の構造例を示す。なお図5(A)乃至(C)、図6(A)乃至(C)では、第1の画素31pと第2の画素32pの両方を駆動させることで表示を行うモード（第1のモード）に対応した模式図を示しているが、上記図4(B)、(C)と同様に、第1の画素31pまたは第2の画素32pのみを駆動させるモード（第3のモード又は第2のモード）でも表示を行うことができる構造例である。

【0240】

まず、第1の画素31pについて確認する。図5(A)、(C)、図6(B)では、第1の赤色表示素子31R、第1の緑色表示素子31G、第1の青色表示素子31Bに加えて、白色(W)を呈する第1の白色表示素子31Wを有する。
40

【0241】

図5(B)、図6(C)に示す第1の画素31pは、第1の赤色表示素子31R、第1の緑色表示素子31G、第1の青色表示素子31Bに加えて、黄色(Y)を呈する第1の黄色表示素子31Yを有する。

【0242】

図5(A)乃至(C)、図6(B)、(C)に示す構造は、第1の白色表示素子31W及び第1の黄色表示素子31Yを有さない構造に比べて、第1の画素31pを用いた表示モード（第3のモード及び第1のモード）における消費電力を低減することができる。
50

【 0 2 4 3 】

次に、第2の画素32pについて確認する。図5(C)に示す第2の画素32pは、第2の赤色表示素子32R、第2の緑色表示素子32G、第2の青色表示素子32Bに加えて、白色(W)を呈する第2の白色表示素子32Wを有する。

【 0 2 4 4 】

図5(C)に示す構造は、図4(A)に示す構造に比べて、第2の画素32pを用いた表示モード(第2のモード及び第1のモード)における消費電力を低減することができる。

【 0 2 4 5 】

図6(A)乃至(C)に示す第2の画素32pは、白色を呈する第2の白色表示素子32Wのみを有する。このとき、第2の画素32pのみを用いた表示モード(第2のモード)では、白黒表示またはグレースケールでの表示を行うことができ、第1の画素31pを用いた表示モード(第3のモード及び第1のモード)では、カラー表示を行うことができる。10

【 0 2 4 6 】

このような構造とすることで、第2の画素32pの反射率を向上させ、より明るい表示を行なうことができる。

【 0 2 4 7 】

以上のように、本実施の形態の表示装置は、2種類の表示素子を有し、複数の表示モードを切り替えて使用することができるため、使用環境の明るさによらず、視認性が高く利便性が高い。また、2種類の表示素子をそれぞれ駆動するトランジスタを、同一平面上に同一工程で形成することができるため、表示装置の薄膜化と、表示装置の作製工程の簡略化を図ることができる。20

【 0 2 4 8 】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【 0 2 4 9 】**(実施の形態2)**

本実施の形態では、実施の形態1で説明した表示装置の、より具体的な構造例について図15乃至図18を用いて説明する。

【 0 2 5 0 】

本実施の形態で説明する表示装置は、反射型の液晶素子と発光素子を有し、透過モードと反射モードの両方の表示を行うことができる。30

【 0 2 5 1 】

図15(A)は、表示装置400のブロック図である。表示装置400は、表示部362、回路GD、及び回路SDを有する。表示部362は、マトリクス状に配列した複数の画素410を有する。

【 0 2 5 2 】

表示装置400は、複数の配線G1、複数の配線G2、複数の配線ANO、複数の配線CS COM、複数の配線S1、及び複数の配線S2を有する。複数の配線G1、複数の配線G2、複数の配線ANO、及び複数の配線CS COMは、それぞれ、矢印Rで示す方向に配列した複数の画素410及び回路GDと電気的に接続する。複数の配線S1及び複数の配線S2は、それぞれ、矢印Cで示す方向に配列した複数の画素410及び回路SDと電気的に接続する。40

【 0 2 5 3 】

なお、ここでは簡単のために回路GDと回路SDを1つずつ有する構造を示したが、液晶素子を駆動する回路GD及び回路SDと、発光素子を駆動する回路GD及び回路SDとを、別々に設けてもよい。

【 0 2 5 4 】

画素410は、反射型の液晶素子と、発光素子を有する。

【 0 2 5 5 】

図15(B1)乃至(B3)に、画素410が有する電極221の構造例を示す。電極221は、液晶素子の反射電極として機能する。図15(B1)、(B2)の電極221に50

は、開口部 36 が設けられている。液晶素子がトランジスタと電気的に接続するための開口部 50 は、開口部 36 及び発光素子 120 とは重ならない位置に設けられる。

【 0 2 5 6 】

図 15 (B1)、(B2) には、電極 221 と重なる領域に位置する発光素子 120 を破線で示している。発光素子 120 は、電極 221 が有する開口部 36 と重ねて配置されている。これにより、発光素子 120 が発する光は、開口部 36 を介して表示面側に射出される。

【 0 2 5 7 】

図 15 (B1) では、矢印 R で示す方向に隣接する画素 410 が異なる色に対応する画素である。このとき、図 15 (B1) に示すように、矢印 R で示す方向に隣接する 2 つの画素において、開口部 36 が一列に配列されないように、電極 221 の異なる位置に設けられていることが好ましい。これにより、2 つの発光素子 120 を離すことが可能で、発光素子 120 が発する光が、隣接する画素 410 が有する着色層に入射してしまう現象（クロストークともいう）を抑制することができる。また、隣接する 2 つの発光素子 120 を離して配置することができるため、発光素子 120 の発光層をシャドウマスク等により作り分ける場合であっても、高い精細度の表示装置を実現できる。

10

【 0 2 5 8 】

図 15 (B2) では、矢印 C で示す方向に隣接する画素 410 が異なる色に対応する画素である。図 15 (B2) においても同様に、矢印 C で示す方向に隣接する 2 つの画素において、開口部 36 が一列に配列されないように、電極 221 の異なる位置に設けられていることが好ましい。

20

【 0 2 5 9 】

非開口部の総面積に対する開口部 36 の総面積の比の値が小さいほど、液晶素子を用いた表示を明るくすることができる。また、非開口部の総面積に対する開口部 36 の総面積の比の値が大きいほど、発光素子 120 を用いた表示を明るくすることができる。発光素子 120 は凹凸形状を有する発光層を有するため、光の取り出し効率が高く、寿命も長くなる。

【 0 2 6 0 】

開口部 36 の形状は、例えば多角形、四角形、橢円形、円形または十字等の形状とすることができます。また、細長い筋状、スリット状、市松模様状の形状としてもよい。また、開口部 36 を隣接する画素に寄せて配置してもよい。好ましくは、開口部 36 を同じ色を表示する他の画素に寄せて配置する。これにより、クロストークを抑制できる。

30

【 0 2 6 1 】

また、図 15 (B3) に示すように、電極 221 が設けられていない部分に、発光素子 120 の発光領域が位置していてもよい。これにより、発光素子 120 が発する光は、表示面側に射出される。

【 0 2 6 2 】

回路 GD には、シフトレジスタ等の様々な順序回路等を用いることができる。回路 GD には、トランジスタ及び容量素子等を用いることができる。回路 GD が有するトランジスタは、画素 410 に含まれるトランジスタと同じ工程で形成することができる。

40

【 0 2 6 3 】

回路 SD は、配線 S1 と電気的に接続される。回路 SD には、例えば、集積回路を用いることができる。具体的には、回路 SD には、シリコン基板上に形成された集積回路を用いることができる。

【 0 2 6 4 】

例えば、COG (Chip on glass) 方式またはCOF (Chip on Film) 方式等を用いて、画素 410 と電気的に接続されるパッドに回路 SD を実装することができる。具体的には、異方性導電膜を用いて、パッドに集積回路を実装できる。

【 0 2 6 5 】

図 16 は、画素 410 の回路図の一例である。図 16 では、隣接する 2 つの画素 410 を

50

示している。

【 0 2 6 6 】

画素 410 は、第 1 の表示素子として、スイッチ SW2、トランジスタ M、容量素子 C2 及び発光素子 120 等を有し、第 2 の表示素子として、スイッチ SW1、容量素子 C1、液晶素子 220 等を有する。また、画素 410 には、配線 G1、配線 G2、配線 ANO、配線 CSCOM、配線 S1 及び配線 S2 が電気的に接続されている。配線 S1、配線 S2 は、信号線として機能する。配線 G1、配線 G2 は、走査線として機能する。画素 410 では、スイッチが共有されることではなく、それぞれの信号線へ適切な信号用電圧を供給することができる。スイッチが共有される場合、信号線も共有される。そのため、当該信号線へは液晶素子用の信号用電圧と、発光素子用の信号用電圧とを供給することとなり、信号線へ供給する電圧値を小さくすることはできなかった。

10

【 0 2 6 7 】

また、図 16 では、液晶素子 220 と電気的に接続する配線 VCOM1、及び発光素子 120 と電気的に接続する配線 VCOM2 を示している。

【 0 2 6 8 】

このように画素 410 は、液晶素子 220 用のスイッチ SW1 と、発光素子 120 用のスイッチ SW2 を有しているため、画素 410 を第 1 のモード乃至第 3 のモードで駆動することができる。第 1 のモードで駆動する際、たとえば図 1 における電極 222 に電圧を印加して、液晶層 22 を制御するとよい。

【 0 2 6 9 】

図 16 では、スイッチ SW1 及びスイッチ SW2 にトランジスタを用いた場合の例を示している。

20

【 0 2 7 0 】

スイッチ SW1 のゲートは、配線 G1 と接続されている。スイッチ SW1 のソース及びドレインのうち一方は、配線 S1 と接続され、他方は、容量素子 C1 の一方の電極、及び液晶素子 220 の一方の電極と接続されている。容量素子 C1 の他方の電極は、配線 CSCOM と接続されている。液晶素子 220 の他方の電極が配線 VCOM1 と接続されている。

【 0 2 7 1 】

スイッチ SW2 のゲートは、配線 G2 と接続されている。スイッチ SW2 のソース及びドレインのうち一方は、配線 S2 と接続され、他方は、容量素子 C2 の一方の電極、及びトランジスタ M のゲートと接続されている。容量素子 C2 の他方の電極は、トランジスタ M のソースまたはドレインの一方、及び配線 ANO と接続されている。トランジスタ M のソースまたはドレインの他方は、発光素子 120 の一方の電極と接続されている。発光素子 120 の他方の電極は、配線 VCOM2 と接続されている。

30

【 0 2 7 2 】

図 16 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。

【 0 2 7 3 】

配線 G1 には、スイッチ SW1 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 VCOM1 には、所定の電位を与えることができる。配線 S1 には、液晶素子 220 が有する液晶の配向状態を制御する信号を与えることができる。配線 CSCOM には、所定の電位を与えることができる。

40

【 0 2 7 4 】

配線 G2 には、スイッチ SW2 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 VCOM2 及び配線 ANO には、発光素子 120 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 S2 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。

【 0 2 7 5 】

図 16 に示す画素 410 は、例えば反射モードの表示を行う場合には、配線 G1 及び配線

50

S 1 に与える信号により駆動し、液晶素子 2 2 0 による光学変調を利用して表示することができる。また、透過モードで表示を行う場合には、配線 G 2 及び配線 S 2 に与える信号により駆動し、発光素子 1 2 0 を発光させて表示することができる。また両方のモードで駆動する場合には、配線 G 1 、配線 G 2 、配線 S 1 及び配線 S 2 のそれぞれに与える信号により駆動することができる。

【 0 2 7 6 】

なお、図 1 6 では一つの画素 4 1 0 に、一つの液晶素子 2 2 0 と一つの発光素子 1 2 0 とを有する例を示したが、これに限られない。図 1 7 (A) は、一つの画素 4 1 0 に一つの液晶素子 2 2 0 と 4 つの発光素子 1 2 0 (発光素子 1 2 0 r 、 1 2 0 g 、 1 2 0 b 、 1 2 0 w) を有する例を示している。図 1 7 (A) に示す画素 4 1 0 は、図 1 6 とは異なり、1 つの画素で発光素子を用いたフルカラーの表示が可能である。10

【 0 2 7 7 】

図 1 7 (A) では図 1 6 の例に加えて、画素 4 1 0 に配線 G 3 及び配線 S 3 が接続されている。

【 0 2 7 8 】

図 1 7 (A) に示す例では、例えば 4 つの発光素子 1 2 0 に、それぞれ赤色 (R) 、緑色 (G) 、青色 (B) 、及び白色 (W) を呈する発光素子を用いることができる。また液晶素子 2 2 0 として、白色を呈する反射型の液晶素子を用いることができる。これにより、反射モードの表示を行う場合には、反射率の高い白色の表示を行うことができる。また透過モードで表示を行う場合には、演色性の高い表示を低い電力で行うことができる。20

【 0 2 7 9 】

図 1 7 (B) に、図 1 7 (A) に対応した画素 4 1 0 の構造例を示す。画素 4 1 0 は、電極 2 2 1 が有する開口部と重なる発光素子 1 2 0 w と、電極 2 2 1 の周囲に配置された発光素子 1 2 0 r 、発光素子 1 2 0 g 、及び発光素子 1 2 0 b とを有する。発光素子 1 2 0 r 、発光素子 1 2 0 g 、及び発光素子 1 2 0 b は、発光面積がほぼ同等であることが好ましい。液晶素子を駆動するトランジスタと液晶素子とを電気的に接続するための開口部 5 0 は、発光素子とは重ならない位置に設けられる。

【 0 2 8 0 】

図 1 8 (A) 、 (B) は、表示装置 3 0 0 の斜視概略図である。表示装置 3 0 0 は、基板 3 5 1 と基板 3 6 1 とが貼り合わされた構造を有する。図 1 8 (A) 、 (B) では、基板 3 6 1 を破線で明示している。30

【 0 2 8 1 】

表示装置 3 0 0 は、表示部 3 6 2 、回路 3 6 4 、配線 3 6 5 、回路 3 6 6 、配線 3 6 7 等を有する。基板 3 5 1 には、例えば回路 3 6 4 、配線 3 6 5 、回路 3 6 6 、配線 3 6 7 及び画素電極として機能する電極 2 2 1 等が設けられる。図 1 8 (A) では基板 3 5 1 上に I C (I n t e g r a t e d C i r c u i t) 3 7 3 、 F P C (F l e x i b l e P r i n t e d C i r c u i t) 3 7 2 、 I C 3 7 5 及び F P C 3 7 4 が実装されている例を示している。図 1 8 (B) では基板 3 5 1 上に I C 3 7 3 及び F P C 3 7 2 が実装されている例を示している。そのため、図 1 8 (A) 、 (B) に示す構造は、表示装置 3 0 0 、 I C 、及び F P C を有する表示モジュールということもできる。40

【 0 2 8 2 】

回路 3 6 4 としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

【 0 2 8 3 】

配線 3 6 5 は、表示部 3 6 2 及び回路 3 6 4 に信号及び電力を供給する機能を有する。当該信号及び電力は、 F P C 3 7 2 を介して外部、または I C 3 7 3 から配線 3 6 5 に入力される。

【 0 2 8 4 】

I C 3 7 3 及び I C 3 7 5 は、例えば走査線駆動回路または信号線駆動回路などを有する I C を適用できる。なお表示装置 3 0 0 及び表示モジュールは、 I C を設けない構造としてもよい。 I C を、 C O F 方式等により、 F P C に実装してもよい。

10

20

30

40

50

【0285】

図18(A)には、表示部362の一部の拡大図を示している。表示部362には、複数の表示素子が有する電極221がマトリクス状に配置されている。電極221は、可視光を反射する機能を有し、液晶素子220の反射電極として機能する。

【0286】

また、図18(A)に示すように、電極221は開口部を有する。さらに電極221よりも基板351側に、発光素子120を有する。発光素子120からの光は、電極221の開口部を介して基板361側に射出される。

【0287】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

10

【0288】**(実施の形態3)**

本実施の形態では、本発明の一態様の表示モジュール及び電子機器について説明する。

【0289】

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、FPC8003に接続されたタッチパネル8004、FPC8005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8011を有する。

【0290】

本発明の一態様の表示装置は、例えば、表示パネル8006に用いることができる。

20

【0291】

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。

【0292】

タッチパネル8004としては、抵抗膜方式また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。

【0293】

フレーム8009は、表示パネル8006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。

30

【0294】

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。

【0295】

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。

【0296】

本発明の一態様の表示装置は、外光の強さによらず、高い視認性を実現することができる。そのため、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。

40

【0297】

図20(A)、(B)に示す携帯情報端末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。

【0298】

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、折り畳んだ状態(図20(A))から、図20(B)に示すように展開させることができる。

50

【 0 2 9 9 】

本発明の一態様の表示装置は、表示部 803 及び表示部 804 のうち少なくとも一方に用いることができる。

【 0 3 0 0 】

表示部 803 及び表示部 804 は、それぞれ、文書情報、静止画像、及び動画像等のうち少なくとも一つを表示することができる。表示部に文書情報を表示させる場合、携帯情報端末 800 を電子書籍端末として用いることができる。

【 0 3 0 1 】

携帯情報端末 800 は折り畳むことができるため、可搬性が高く、汎用性に優れる。

10

【 0 3 0 2 】

筐体 801 及び筐体 802 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。

【 0 3 0 3 】

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 815、マイク 816、カメラ 817 等を有する。

【 0 3 0 4 】

本発明の一態様の表示装置は、表示部 812 に用いることができる。

【 0 3 0 5 】

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。

20

【 0 3 0 6 】

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の切り替えを行うことができる。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。

【 0 3 0 7 】

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 に触れること、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。

30

【 0 3 0 8 】

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。

【 0 3 0 9 】

図 20 (D) に示すカメラ 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。

40

【 0 3 1 0 】

本発明の一態様の表示装置は、表示部 822 に用いることができる。

【 0 3 1 1 】

ここではカメラ 820 を、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造としたが、レンズ 826 と筐体 821 とが一体となっていてもよい。

【 0 3 1 2 】

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。

50

【 0 3 1 3 】

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。

【 0 3 1 4 】

図 21 (A) 乃至 (E) は、電子機器を示す図である。これらの電子機器は、筐体 9000、表示部 9001、スピーカ 9003、操作キー 9005（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子 9006、センサ 9007（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）、マイクロフォン 9008 等を有する。

10

【 0 3 1 5 】

本発明の一態様の表示装置は、表示部 9001 に好適に用いることができる。

【 0 3 1 6 】

図 21 (A) 乃至 (E) に示す電子機器は、様々な機能を有することができます。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）によって処理を制御する機能、無線通信機能、無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能、無線通信機能を用いて様々なデータの送信または受信を行う機能、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して表示部に表示する機能、等を有することができる。なお、図 21 (A) 乃至 (E) に示す電子機器が有する機能はこれらに限定されず、その他の機能を有していてもよい。

20

【 0 3 1 7 】

図 21 (A) は腕時計型の携帯情報端末 9200 を、図 21 (B) は腕時計型の携帯情報端末 9201 を、それぞれ示す斜視図である。

【 0 3 1 8 】

図 21 (A) に示す携帯情報端末 9200 は、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータ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。また、表示部 9001 はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末 9200 は、通信規格された近距離無線通信を実行することができる。例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末 9200 は、接続端子 9006 を有し、他の情報端末とコネクターを介して直接データのやりとりを行うことができる。また接続端子 9006 を介して充電を行うこともできる。なお、充電動作は接続端子 9006 を介さずに無線給電により行ってもよい。

30

【 0 3 1 9 】

図 21 (B) に示す携帯情報端末 9201 は、図 21 (A) に示す携帯情報端末 9200 と異なり、表示部 9001 の表示面が湾曲していない。また、携帯情報端末 9201 の表示部の外形が非矩形状（図 21 (B) においては円形状）である。

【 0 3 2 0 】

図 21 (C) 乃至 (E) は、折り畳み可能な携帯情報端末 9202 を示す斜視図である。なお、図 21 (C) が携帯情報端末 9202 を展開した状態の斜視図であり、図 21 (D) が携帯情報端末 9202 を展開した状態または折り畳んだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の斜視図であり、図 21 (E) が携帯情報端末 9202 を折り畳んだ状態の斜視図である。

40

【 0 3 2 1 】

携帯情報端末 9202 は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末 9202 が有する表示部 9001 は、ヒンジ 9055 によって連結された 3 つの筐体 9000 に支持されている。ヒンジ 9055 を介して 2 つの筐体 9000 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9202 を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。例えば

50

、携帯情報端末 9202 は、曲率半径 1 mm 以上 150 mm 以下で曲げることができる。

【0322】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0323】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、本発明の一態様で開示されるトランジスタの半導体層に用いることができる酸化物半導体について説明する。

【0324】

酸化物半導体は、金属酸化物 (metal oxide) の一種である。つまり金属酸化物は、酸化物絶縁体、酸化物導電体（透明酸化物導電体を含む）、酸化物半導体 (Oxide Semiconductor または単に OSともいう) などに分類されるものである。そして、トランジスタの半導体層に金属酸化物を用いた場合、当該金属酸化物を酸化物半導体と呼称する。金属酸化物が增幅作用、整流作用、及びスイッチング作用の少なくとも 1 つを有する場合、当該金属酸化物を、金属酸化物半導体 (metal oxide semiconductor)、略して OS と呼ぶことができる。また、OS FET と記載する場合においては、金属酸化物または酸化物半導体を有するトランジスタと換言することができる。

10

【0325】

また、窒素を有する金属酸化物は、金属酸窒化物 (metal oxy nitride) と呼ぶ。半導体層は、金属酸化窒化物を有してもよい。

20

【0326】

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、タンゲステン、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。

【0327】

インジウムと、ガリウムと、亜鉛とを含む酸化物半導体を IGO と呼ぶ。代表例として、 $InGaO_3 (ZnO)_{m1}$ ($m1$ は自然数)、または $In(1+x0)Ga(1-x0)O_3 (ZnO)_{m0}$ ($x0$ は -1 以上 1 以下の実数、 $m0$ は任意数) で表される結晶性の化合物が挙げられる。

30

【0328】

結晶構造には、単結晶構造、多結晶構造、または CAAC (c-axis aligned crystalline) 構造がある。CAAC 構造とは、c 軸配向性を有し、かつ a-b 面方向において複数のナノ結晶が連結し、歪みを有した結晶構造である。なお、歪みとは、複数のナノ結晶が連結する領域において、格子配列の揃った領域と、別の格子配列の揃った領域と、の間で格子配列の向きが変化している箇所を指す。

【0329】

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がみられる。これを CAC (cloud-aligned composite) と呼ぶことがある。

40

【0330】

すなわち、上記 CAC は結晶構造の一例を表し、上記 CAC は機能、または材料の構成の一例を表す。

【0331】

CAC-O または CAC-metal oxide とは、材料の一部では導電性の機能と、材料の一部では絶縁性の機能とを有し、材料の全体では半導体としての機能を有する。なお、CAC-O または CAC-metal oxide を、トランジスタの半導体

50

層に用いる場合、導電性の機能は、キャリアとなる電子（またはホール）を流す機能であり、絶縁性の機能は、キャリアとなる電子を流さない機能である。導電性の機能と、絶縁性の機能とを、それぞれ相補的に作用させることで、スイッチングさせる機能（On / Offさせる機能）をCAC-OSまたはCAC-metal oxideに付与することができる。CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、それぞれの機能を分離させることで、双方の機能を最大限に高めることができる。

【0332】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、導電性領域、及び絶縁性領域を有する。導電性領域は、上述の導電性の機能を有し、絶縁性領域は、上述の絶縁性の機能を有する。また、材料中において、導電性領域と、絶縁性領域とは、ナノ粒子レベルで分離している場合がある。また、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ材料中に偏在する場合がある。また、導電性領域は、周辺がぼけてクラウド状に連結して観察される場合がある。10

【0333】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ0.5nm以上10nm以下、好ましくは0.5nm以上3nm以下のサイズで材料中に分散している場合がある。

【0334】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、異なるバンドギャップを有する成分により構成される。例えば、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、絶縁性領域に起因するワイドギャップを有する成分と、導電性領域に起因するナローギャップを有する成分と、により構成される。当該構成の場合、キャリアを流す際に、ナローギャップを有する成分において、主にキャリアが流れる。また、ナローギャップを有する成分が、ワイドギャップを有する成分に相補的に作用し、ナローギャップを有する成分に運動してワイドギャップを有する成分にもキャリアが流れる。このため、上記CAC-OSまたはCAC-metal oxideをトランジスタのチャネル領域に用いる場合、トランジスタのオン状態において高い電流駆動力、つまり大きなオン電流、及び高い電界効果移動度を得ることができる。20

【0335】

すなわち、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、マトリックス複合材（matrix composite）、または金属マトリックス複合材（metal matrix composite）と呼称することもできる。30

【0336】

また、CAC-OSを用いた半導体素子は、信頼性が高い。従って、CAC-OSは、ディスプレイをはじめとする表示装置や半導体装置に最適である。

【0337】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【符号の説明】

【0338】

10 表示装置40

10A 表示装置

10B 表示装置

10C 表示装置

10D 表示装置

10E 表示装置

10F 表示装置

11 基板

12 基板

14 表示部

20 光50

2 1	光	
2 2	液晶層	
3 0	画素	
3 1	第1の表示素子	
3 1 B	青色表示素子	
3 1 G	緑色表示素子	
3 1 p	画素	
3 1 R	赤色表示素子	
3 1 Y	黄色表示素子	
3 1 W	白色表示素子	10
3 2	第2の表示素子	
3 2 B	青色表示素子	
3 2 G	緑色表示素子	
3 2 p	画素	
3 2 R	赤色表示素子	
3 2 W	白色表示素子	
3 5 r	光	
3 5 t	光	
3 5 t r	光	
3 6	開口部	20
4 1	トランジスタ	
4 2	トランジスタ	
4 3	トランジスタ	
4 4	トランジスタ	
4 5	トランジスタ	
5 0	開口部	
5 1	接着層	
6 1	基板	
6 2	剥離層	
7 1	保護層	30
1 1 1	導電層	
1 1 2	半導体層	
1 1 3 a	導電層	
1 1 3 b	導電層	
1 1 4	導電層	
1 1 5	導電層	
1 2 0	発光素子	
1 2 0 b	発光素子	
1 2 0 g	発光素子	
1 2 0 r	発光素子	
1 2 0 w	発光素子	
1 2 1	電極	40
1 2 2	発光層	
1 2 3	電極	
1 2 4	絶縁層	
1 2 5	絶縁層	
1 2 6	隔壁	
1 2 7	レジストマスク	
1 3 1	絶縁層	
1 3 2	絶縁層	50

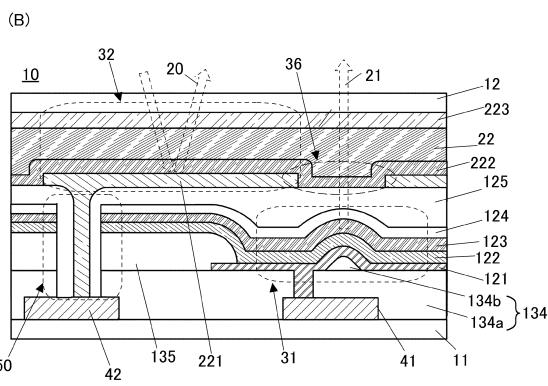
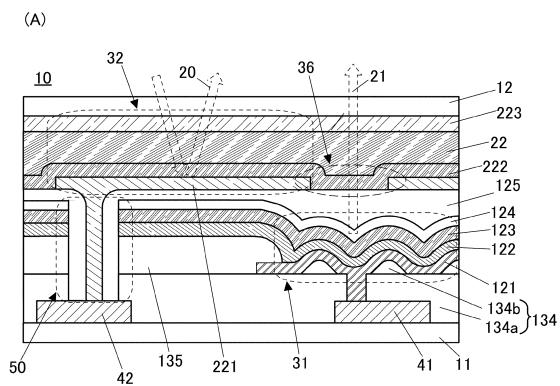
1 3 3	絶縁層	
1 3 4	絶縁層	
1 3 4 a	絶縁層	
1 3 4 b	絶縁層	
1 3 5	絶縁層	
1 3 6	絶縁層	
1 3 7	絶縁層	
2 2 0	液晶素子	
2 2 1	電極	10
2 2 2	電極	
2 2 3	電極	
2 2 4 a	配向膜	
2 2 4 b	配向膜	
2 2 5	着色層	
2 2 6	絶縁層	
2 2 8	絶縁層	
2 2 9	着色層	
2 3 0	着色層	
2 3 1	絶縁層	
2 3 2	絶縁層	20
2 3 3	材料	
2 3 4	絶縁層	
3 0 0	表示装置	
3 5 1	基板	
3 6 1	基板	
3 6 2	表示部	
3 6 4	回路	
3 6 5	配線	
3 6 6	回路	
3 6 7	配線	30
3 7 2	F P C	
3 7 3	I C	
3 7 4	F P C	
3 7 5	I C	
4 0 0	表示装置	
4 1 0	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	40
8 0 4	表示部	
8 0 5	ヒンジ部	
8 1 0	携帯情報端末	
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	50

8 2 0	カメラ
8 2 1	筐体
8 2 2	表示部
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 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
8 0 0 3	FPC
8 0 0 4	タッチパネル
8 0 0 5	FPC
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
9 0 0 0	筐体
9 0 0 1	表示部
9 0 0 3	スピーカ
9 0 0 5	操作キー
9 0 0 6	接続端子
9 0 0 7	センサ
9 0 0 8	マイクロフォン
9 0 5 5	ヒンジ
9 2 0 0	携帯情報端末
9 2 0 1	携帯情報端末
9 2 0 2	携帯情報端末

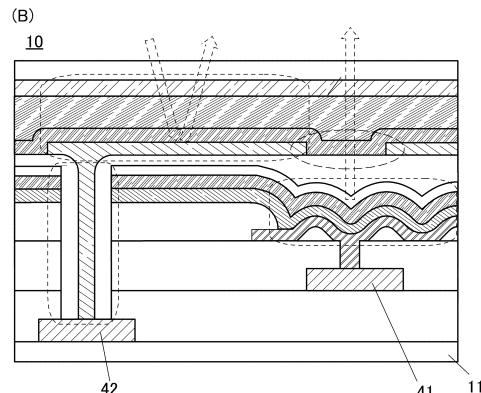
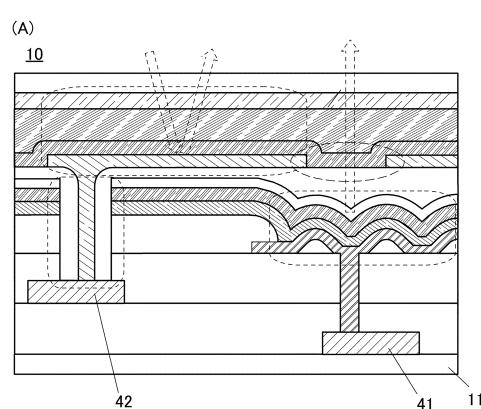
10

【図面】

【図1】



【図2】

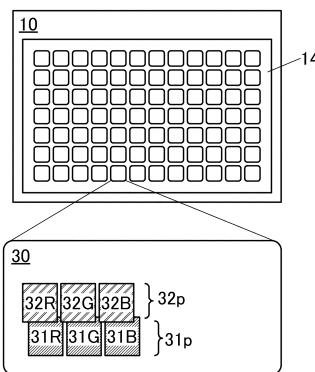


30

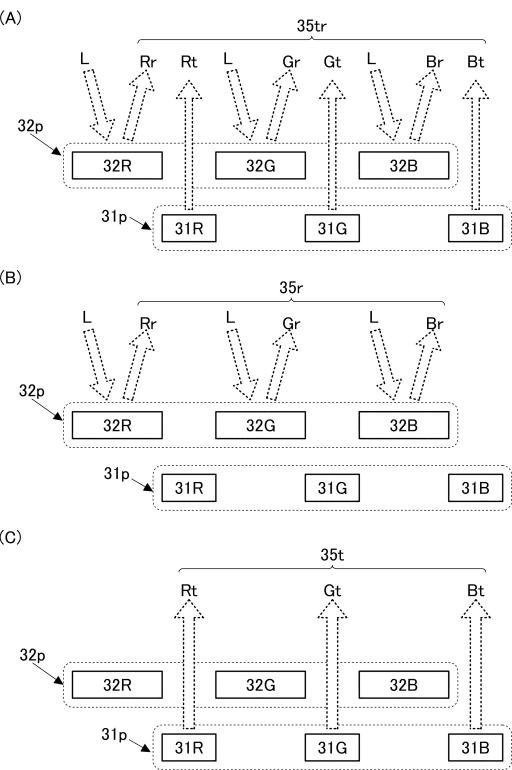
40

50

【図3】



【図4】



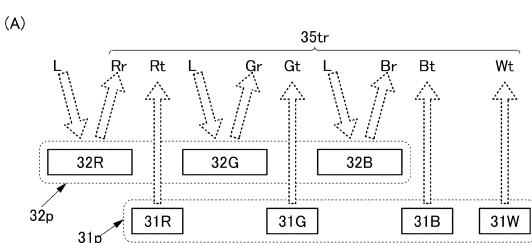
10

20

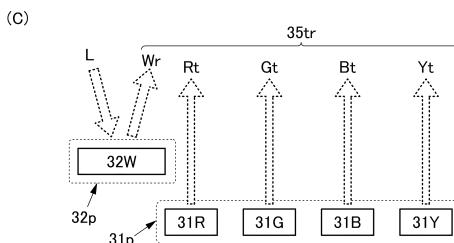
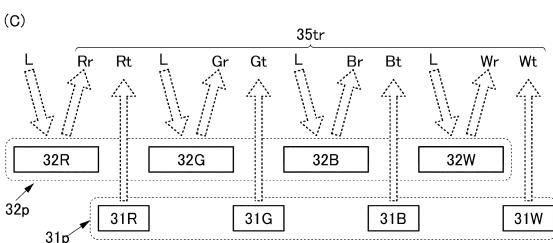
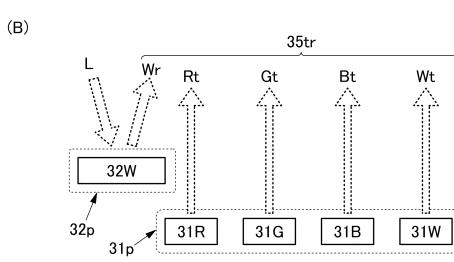
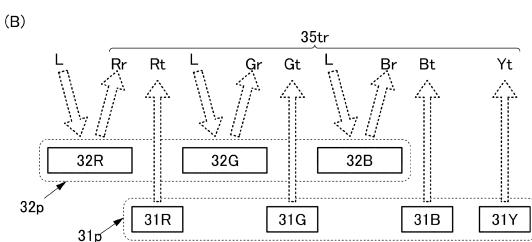
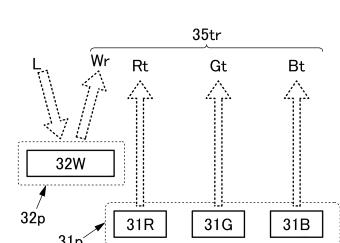
30

40

【図5】

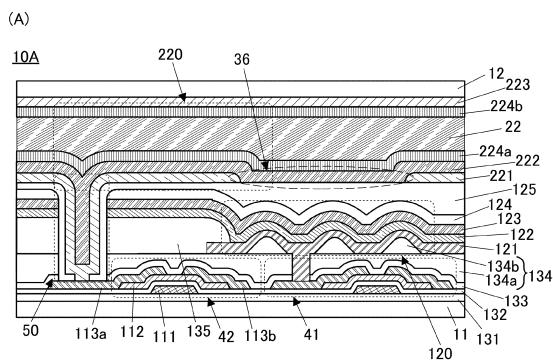


【図6】

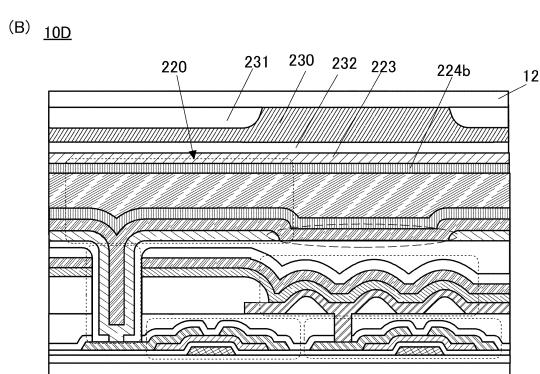
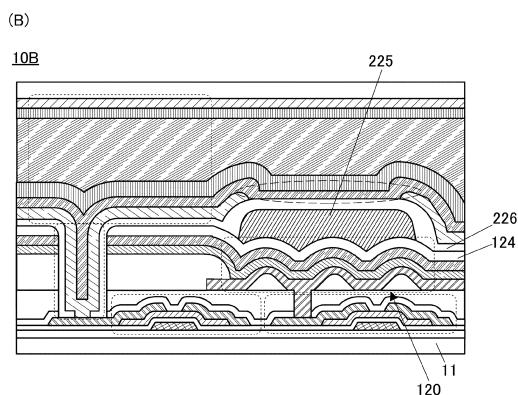
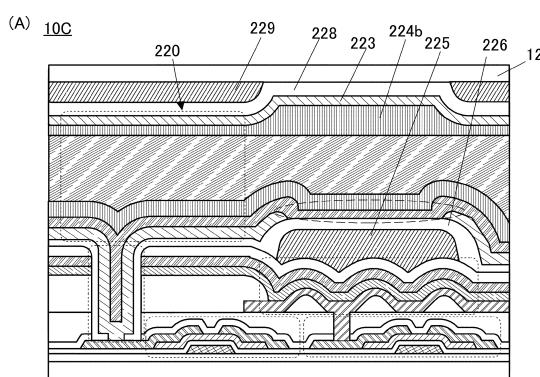


50

【図 7】



【図 8】



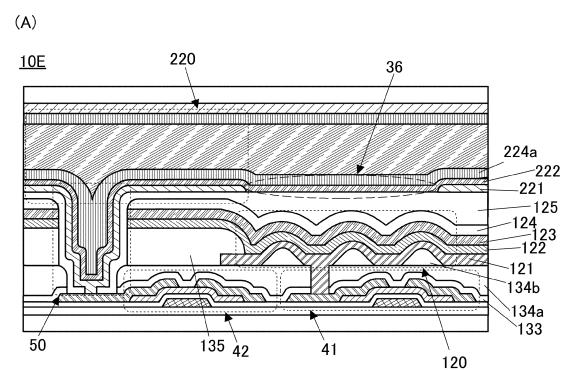
10

20

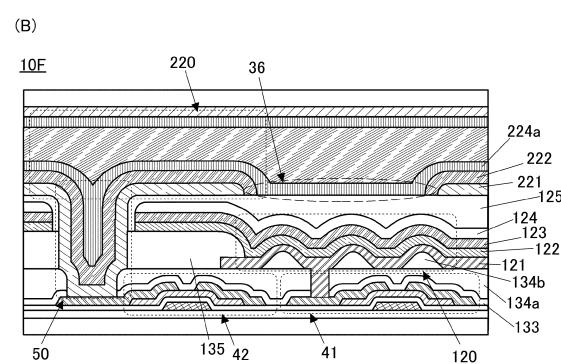
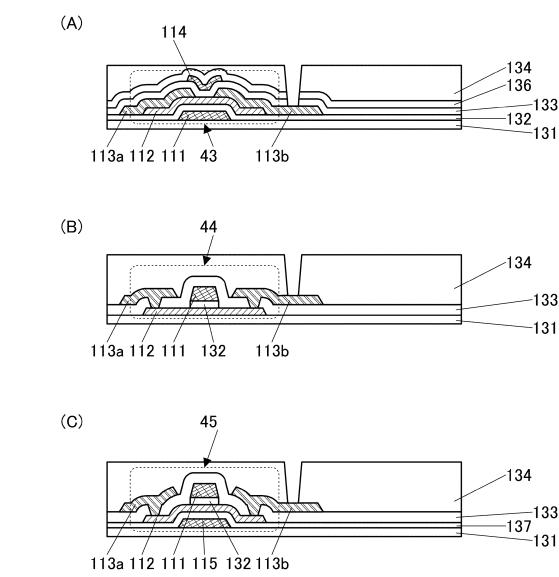
30

40

【図 9】

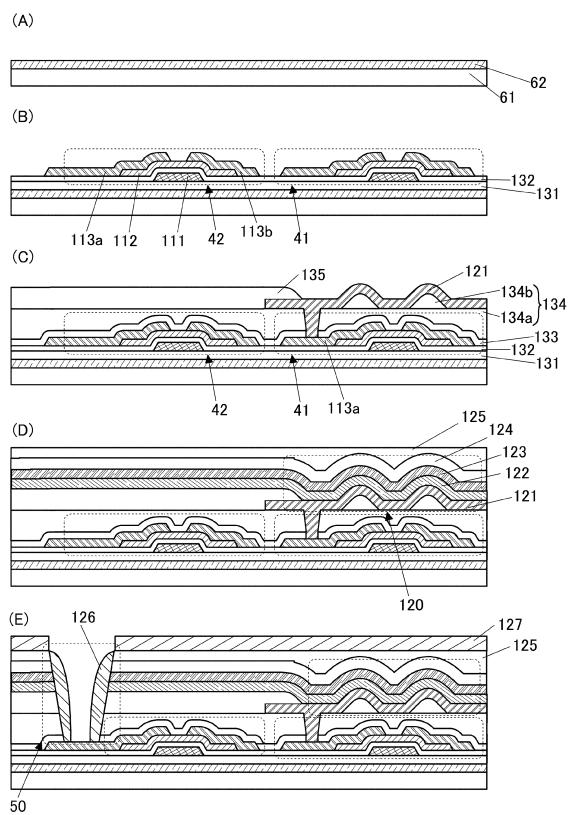


【図 10】

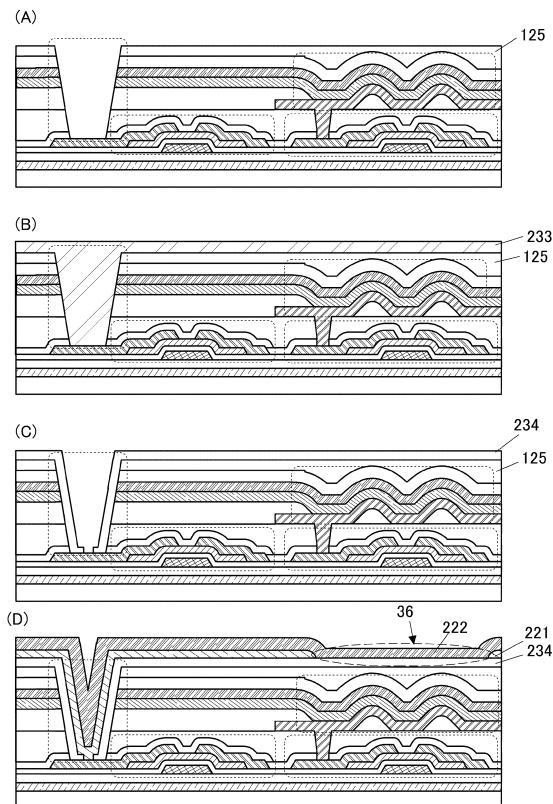


50

【図 1 1】

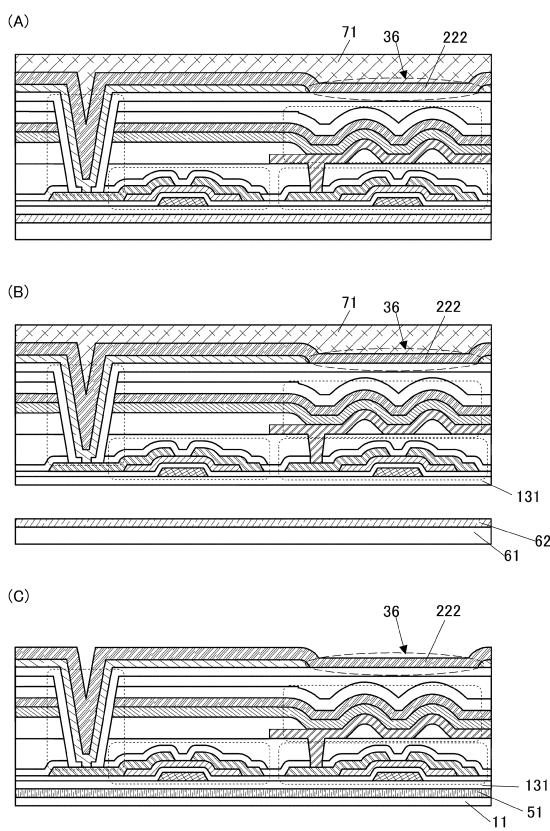


【図 1 2】

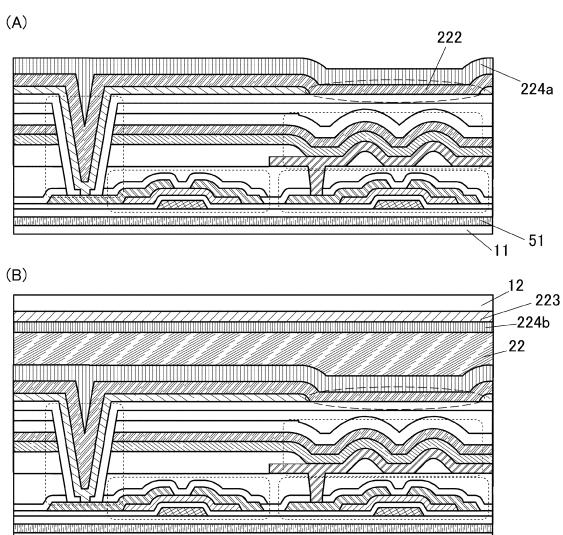


10

【図 1 3】



【図 1 4】

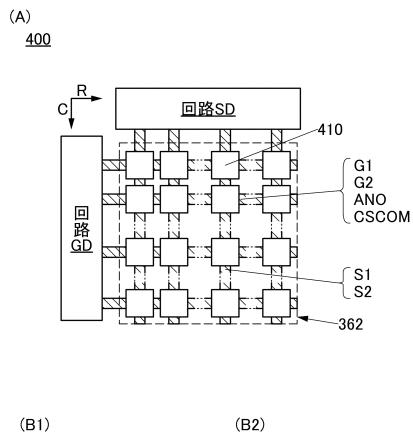


20

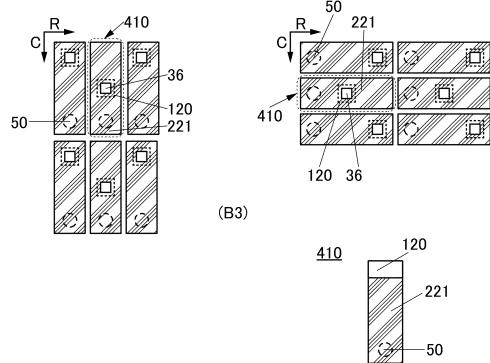
40

50

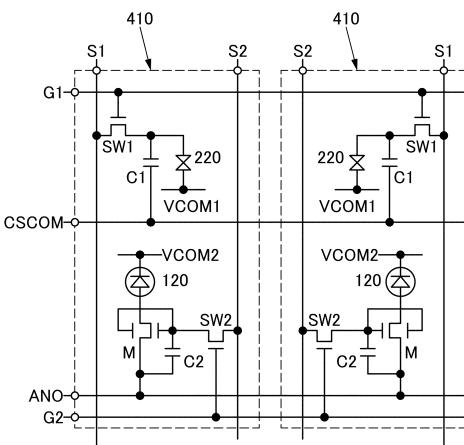
【図 1 5】



(B1) (B2)

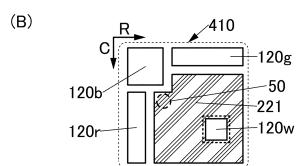
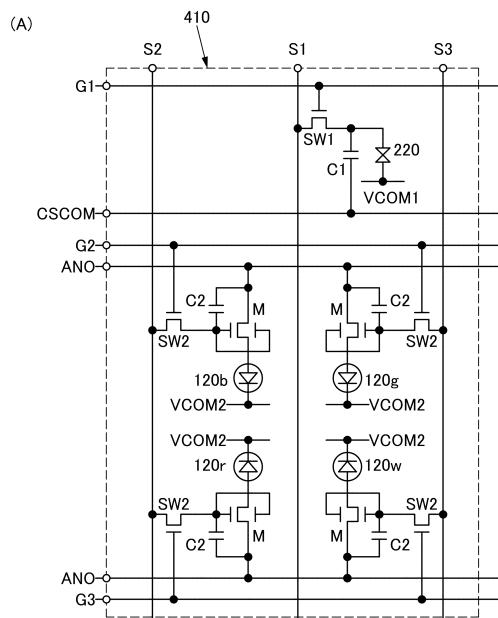


10



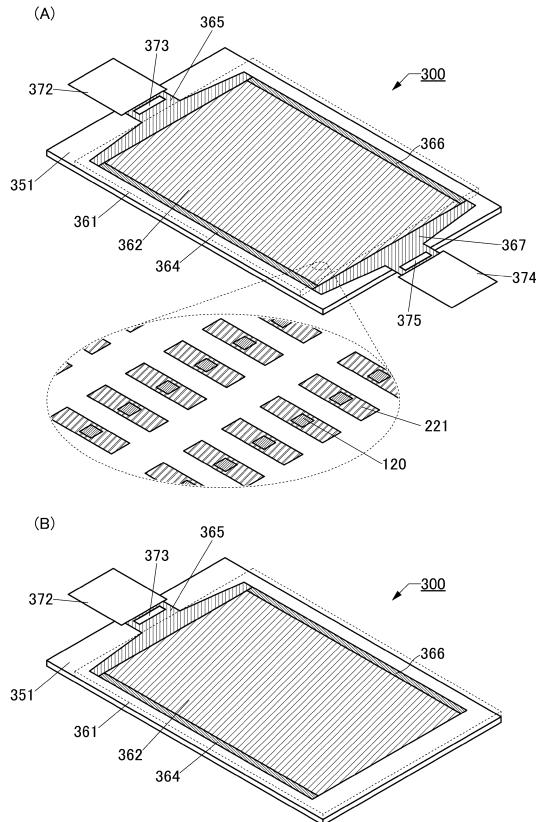
20

【図 1 7】



30

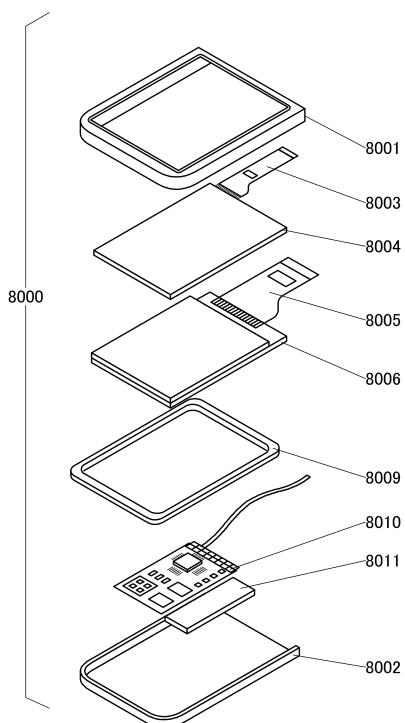
【図 1 8】



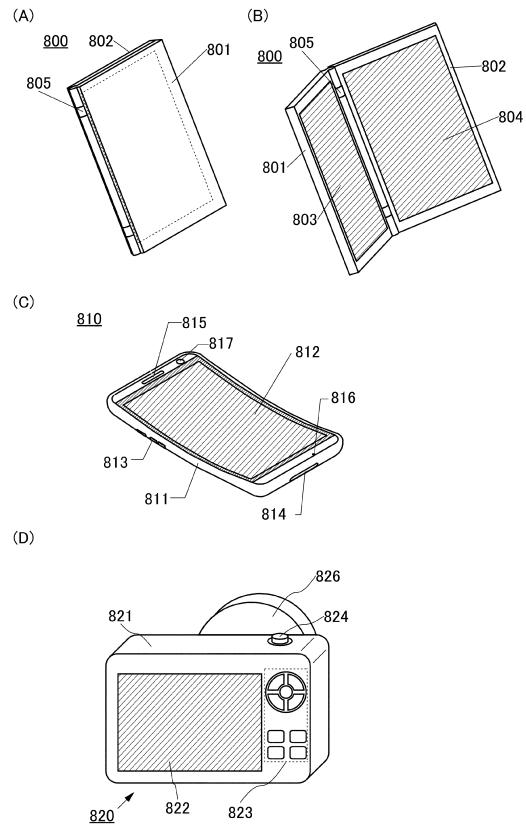
40

50

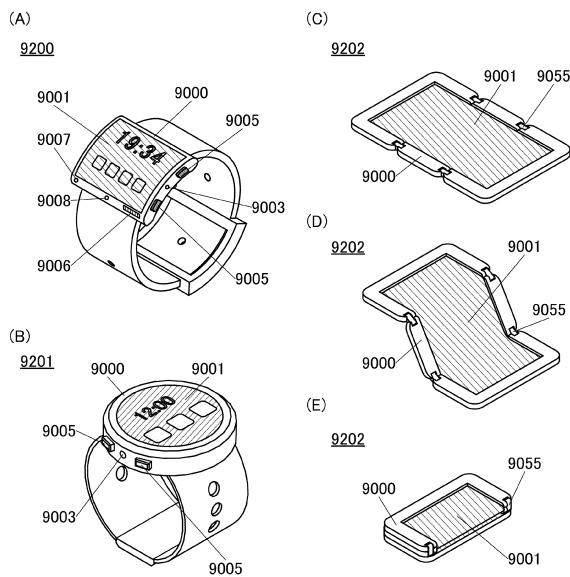
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(51)国際特許分類

H 05 B	33/22 (2006.01)	F I	
H 05 B	33/26 (2006.01)	H 05 B	33/22
G 02 F	1/1333(2006.01)	H 05 B	33/26
		G 02 F	1/1333

(56)参考文献

特開2007-108771 (JP, A)
特開2008-235605 (JP, A)
特開2007-199708 (JP, A)
特開2015-079251 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0287108 (US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G 09 F 9 / 00 - 9 / 46
H 01 L 51 / 50
H 01 L 27 / 32
H 05 B 33 / 00 - 33 / 28
G 02 F 1 / 1333