

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-22149

(P2018-22149A)

(43) 公開日 平成30年2月8日(2018.2.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09F 9/00 (2006.01)	G09F 9/00 3 4 2	2 H 1 9 2
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	3 K 1 0 7
H01L 27/32 (2006.01)	H01L 27/32	5 C 0 9 4
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	5 G 4 3 5
G02F 1/1368 (2006.01)	G02F 1/1368	
審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 53 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-141202 (P2017-141202)	(71) 出願人	000153878
(22) 出願日	平成29年7月20日 (2017.7.20)		株式会社半導体エネルギー研究所
(31) 優先権主張番号	特願2016-144897 (P2016-144897)		神奈川県厚木市長谷398番地
(32) 優先日	平成28年7月22日 (2016.7.22)	(72) 発明者	谷中 順平
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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
申請有り		(72) 発明者	熊倉 佳代
			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	佐藤 将孝
			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	井戸 尻 悟
			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
			最終頁に続く

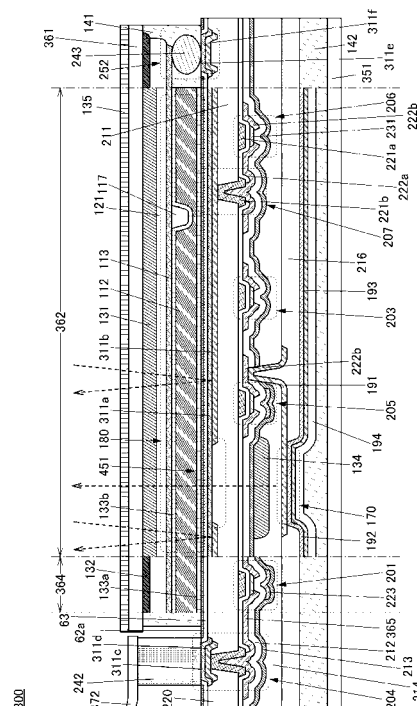
(54) 【発明の名称】 表示装置の作製方法、表示装置、表示モジュールおよび電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】消費電力の低い表示装置の作製方法を提供する。

【解決手段】第1の基板361上に、第1の共通電極113を形成する工程と、作製基板上に厚さ0.1μm以上3μmの樹脂層を形成する工程と、樹脂層に厚さの薄い領域を形成する工程と、樹脂層上に第1の画素電極311aを形成する工程と、第1の画素電極を形成する工程と同時に第2の領域を覆って導電層311bを形成する工程と、第1の画素電極上に第1の絶縁層220を形成する工程と、絶縁層上に第2の表示素子170を形成する工程と、作製基板と第2の基板351とを接着剤142を用いて貼り合わせる工程と、レーザ光を樹脂層に照射する工程と、作製基板と第1の画素電極とを分離する工程と、第1の共通電極と第1の画素電極との間に液晶112を配置し、接着剤141を用いて、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせることで、第1の表示素子180を形成する、表示装置の作製方法である。

【選択図】図3



【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 1 の絶縁層および導電層を有する表示装置の作製方法であり、

前記第 1 の表示素子は、可視光を反射する機能を有する第 1 の画素電極、液晶、及び可視光を透過する機能を有する第 1 の共通電極を有し、

前記第 2 の表示素子は、可視光を透過する機能を有する第 2 の画素電極、発光層、及び可視光を反射する機能を有する第 2 の共通電極を有し、

第 1 の基板上に、前記第 1 の共通電極を形成する工程と、

熱硬化性を有する材料を用いて、厚さが $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下である第 1 の領域と、前記第 1 の領域よりも厚さの薄い第 2 の領域を有する樹脂層を作製基板上に形成する工程と、

前記樹脂層上に前記第 1 の画素電極を形成する工程と、

前記第 1 の画素電極を形成する工程と同時に、前記第 2 の領域を覆って前記導電層を形成する工程と、

前記第 1 の画素電極上に、前記第 1 の絶縁層を形成する工程と、

前記絶縁層上に、前記第 2 の画素電極、前記発光層、及び前記第 2 の共通電極をこの順で形成することで、前記第 2 の表示素子を形成する工程と、

前記作製基板と第 2 の基板とを接着剤を用いて貼り合わせる工程と、

レーザ光を前記樹脂層に照射する工程と、

前記作製基板と前記第 1 の画素電極とを分離する工程と、

前記第 1 の共通電極と前記第 1 の画素電極との間に前記液晶を配置し、接着剤を用いて、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを貼り合わせることで、前記第 1 の表示素子を形成する、表示装置の作製方法。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記作製基板と前記第 1 の画素電極とを分離する工程において、分離は前記樹脂層と前記作製基板との界面でなされ、

前記分離する工程の後に、前記導電層を露出させる工程をさらに含む表示装置の作製方法。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記作製基板と前記第 1 の画素電極とを分離する工程において、分離が前記樹脂層内における前記作製基板と前記画素電極および前記導電層の間でなされ、前記分離する工程の後に、前記導電層を露出させる工程をさらに含む表示装置の作製方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 において、前記樹脂層に前記第 2 の領域を形成した後、前記樹脂層上に絶縁層を形成する工程をさらに含む表示装置の作製方法。

【請求項 5】

請求項 1 において、

前記樹脂層に第 2 の領域を形成した後に前記樹脂層上に絶縁層を形成する工程と、

前記作製基板と前記第 1 の画素電極とを分離する工程において、分離は前記樹脂層の内部および前記樹脂層と前記絶縁層との界面でなされ、前記分離する工程の後に、前記導電層を露出させる工程とをさらに含む表示装置の作製方法。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 において、

前記絶縁層の材料が無機絶縁材料である表示装置の作製方法。

【請求項 7】

請求項 1 において、

前記作製基板と前記第 1 の画素電極とを分離する工程において、分離は前記樹脂層の内部

10

20

30

40

50

および前記樹脂層と前記導電層との界面でなされる表示装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 2 乃至請求項 7 のいずれか一項において、
前記露出した導電層に接続層を介して信号や電力を入力する配線を接続する工程を有する表示装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 2 乃至請求項 7 のいずれか一項において、
前記第 1 の共通電極に、接続体を介して前記露出した導電層を接続する表示装置の作製方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、粘度が 5 c P 以上 100 c P 未満の溶液を用いて前記樹脂層を形成する表示装置の作製方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 10 のいずれか一項において、粘度が 10 c P 以上 50 c P 未満の溶液を用いて前記樹脂層を形成する表示装置の作製方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか一項において、
スピンコートを用いて前記樹脂層を形成する表示装置の作製方法。

【請求項 13】

請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか一項において、
前記第 1 の画素電極を形成する工程と、前記第 2 の画素電極を形成する工程との間に、チャンネル形成領域に酸化物半導体を有するトランジスタを形成する工程を有し、
前記トランジスタを形成する工程において加熱する温度よりも高い温度で前記樹脂層を形成する工程における前記樹脂層の加熱を行う表示装置の作製方法。

【請求項 14】

請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか一項において、前記樹脂層を形成する材料が感光性を有する材料である表示装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、表示装置の作製方法に関する。

【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発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書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、液晶表示装置、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。

【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、例えば、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、有機 EL（Electroluminescence）素子が適用された可撓性を有する発光装置が開示されている。

【0005】

特許文献 2 には、可視光を反射する領域と可視光を透過する領域とを有し、十分な外光が得られる環境下では反射型液晶表示装置として利用することができ、十分な外光が得られない環境下では透過型液晶表示装置として利用することができる、半透過型の液晶表示装

10

20

30

40

50

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

【特許文献2】特開2011-191750号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の一態様は、消費電力の低い表示装置の作製方法を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、周囲の明るさによらず、視認性の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、全天候型の表示装置の作製方法を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、利便性の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、薄型化または軽量化された表示装置の作製方法を課題の一とする。また、本発明の一態様は、これらの作製方法をより簡便に提供することを課題とする。

10

【0008】

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。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一態様は、第1の表示素子、第2の表示素子、第1の絶縁層および導電層を有する表示装置の作製方法であり、第1の表示素子は、可視光を反射する機能を有する第1の画素電極、液晶、及び可視光を透過する機能を有する第1の共通電極を有し、第2の表示素子は、可視光を透過する機能を有する第2の画素電極、発光層、及び可視光を反射する機能を有する第2の共通電極を有し、熱硬化性を有する材料を用いて、厚さが0.1μm以上3μm以下である第1の領域と、前記第1の領域よりも厚さの薄い第2の領域を有する樹脂層を作製基板上に形成する工程と、樹脂層に、第1の領域と、第1の領域よりも厚さの薄い第2の領域を形成する工程と、樹脂層上に第1の画素電極を形成する工程と、第1の画素電極を形成する工程と同時に第2の領域を覆って導電層を形成する工程と、第1の画素電極上に第1の絶縁層を形成する工程と、絶縁層上に、第2の画素電極、発光層、及び第2の共通電極をこの順で形成することで、第2の表示素子を形成する工程と、作製基板と第2の基板とを接着剤を用いて貼り合わせる工程と、レーザ光を樹脂層に照射する工程と、作製基板と第1の画素電極とを分離する工程と、第1の共通電極と第1の画素電極との間に液晶を配置し、接着剤を用いて、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせることで、第1の表示素子を形成する工程とを有する、表示装置の作製方法である。

30

【0010】

本発明の他の一態様は、上記作製方法における作製基板と第1の画素電極とを分離する工程において、分離は樹脂層と作製基板との界面でなされ、分離する工程の後に、導電層を露出させる工程をさらに含む表示装置の作製方法である。

40

【0011】

本発明の他の一態様は、上記作製方法における作製基板と第1の画素電極とを分離する工程において、分離が樹脂層内における作製基板と画素電極および導電層の間でなされ、分離する工程の後に、導電層を露出させる工程をさらに含む表示装置の作製方法である。

【0012】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、樹脂層に第2の領域を形成した後、樹脂層上に絶縁層を形成する工程をさらに含む表示装置の作製方法である。

【0013】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、樹脂層に第2の領域を形成した後に樹脂

50

層上に絶縁層を形成する工程と、作製基板と第1の画素電極とを分離する工程において、分離は樹脂層の内部および樹脂層と絶縁層との界面でなされ、分離する工程の後に、導電層を露出させる工程とをさらに含む表示装置の作製方法である。

【0014】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、絶縁層の材料が無機絶縁材料である表示装置の作製方法である。

【0015】

本発明の他の一態様は、上記作製方法における作製基板と第1の画素電極とを分離する工程において、分離は樹脂層の内部および樹脂層と導電層との界面でなされる表示装置の作製方法である。

10

【0016】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において露出した導電層に接続層を介して信号や電力を入力する配線を接続する工程を有する表示装置の作製方法である。

【0017】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、第1の共通電極に、接続体を介して露出した導電層を接続する表示装置の作製方法である。

【0018】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、粘度が5 c P以上100 c P未満の溶液を用いて樹脂層を形成する表示装置の作製方法である。

【0019】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、粘度が10 c P以上50 c P未満の溶液を用いて樹脂層を形成する表示装置の作製方法である。

20

【0020】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、スピンコートを用いて樹脂層を形成する表示装置の作製方法である。

【0021】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、第1の画素電極を形成する工程と、第2の画素電極を形成する工程との間に、チャンネル形成領域に酸化物半導体を有するトランジスタを形成する工程を有し、トランジスタを形成する工程において加熱する温度よりも高い温度で樹脂層を形成する工程における樹脂層の加熱を行う表示装置の作製方法である。

30

【0022】

本発明の他の一態様は、上記作製方法において、樹脂層を形成する材料が感光性を有する材料である表示装置の作製方法である。

【0023】

本発明の一態様は、消費電力の低い表示装置の作製方法を提供することができる。本発明の一態様は、周囲の明るさによらず、視認性の高い表示装置の作製方法を提供することができる。本発明の一態様は、全天候型の表示装置の作製方法を提供することができる。本発明の一態様は、利便性の高い表示装置の作製方法を提供することができる。本発明の一態様は、薄型化または軽量化された表示装置の作製方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0024】

【図1】表示装置の一例を示す断面図。

【図2】表示装置の一例を示す断面図。

【図3】表示装置の一例を示す断面図。

【図4】表示装置の一例を示す斜視図。

【図5】表示装置の一例を示す断面図。

【図6】トランジスタの一例を示す断面図。

【図7】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図8】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図9】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

50

- 【図 1 0】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 1】表示装置の一例および表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 2】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 3】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 4】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 5】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 6】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 7】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 8】表示装置の一例および表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 1 9】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 2 0】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 2 1】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 2 2】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 2 3】表示装置の一例および表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
【図 2 4】表示装置の一例を示すブロック図。
【図 2 5】画素ユニットの一例を示す図。
【図 2 6】画素ユニットの一例を示す図。
【図 2 7】画素ユニットの一例を示す図。
【図 2 8】表示装置の一例及び画素の一例を示す図。
【図 2 9】表示装置の画素回路の一例を示す回路図。
【図 3 0】表示装置の画素回路の一例を示す回路図及び画素の一例を示す図。
【図 3 1】表示モジュールの一例を示す図。
【図 3 2】電子機器の一例を示す図。
【図 3 3】電子機器の一例を示す図。

10

20

【発明を実施するための形態】

【0025】

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。

30

【0026】

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。

【0027】

また、図面において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも図面に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

【0028】

なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、又は、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能である。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能である。

40

【0029】

本明細書等において、金属酸化物 (metal oxide) とは、広い表現での金属の酸化物である。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。例えば、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場合がある。つまり、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。

50

【0030】

また、本明細書等において、窒素を有する金属酸化物も金属酸化物 (metal oxide) と総称する場合がある。また、窒素を有する金属酸化物を、金属酸窒化物 (metal oxynitride) と呼称してもよい。

【0031】

また、本明細書等において、CAAC (c-axis aligned crystal) 、及びCAC (cloud-aligned composite) と記載する場合がある。なお、CAACは結晶構造の一例を表し、CACは機能、または材料の構成の一例を表す。

【0032】

酸化物半導体または金属酸化物の結晶構造の一例について説明する。なお、以下では、In-Ga-Zn酸化物ターゲット (In:Ga:Zn=4:2:4.1 [原子数比]) を用いて、スパッタリング法にて成膜された酸化物半導体を一例として説明する。上記ターゲットを用いて、基板温度を100 以上130 以下として、スパッタリング法により形成した酸化物半導体をsIGZOと呼称し、上記ターゲットを用いて、基板温度を室温 (R.T.) として、スパッタリング法により形成した酸化物半導体をtIGZOと呼称する。例えば、sIGZOは、nc (nano crystal) 及びCAACのいずれか一方または双方の結晶構造を有する。また、tIGZOは、ncの結晶構造を有する。なお、ここでいう室温 (R.T.) とは、基板を意図的に加熱しない場合の温度を含む。

【0033】

また、本明細書等において、CAC-OSまたはCAC-metal oxideとは、材料の一部では導電体の機能と、材料の一部では誘電体 (または絶縁体) 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-OSまたはCAC-metal oxideを、トランジスタの半導体層に用いる場合、導電体は、キャリアとなる電子 (またはホール) を流す機能を有し、誘電体は、キャリアとなる電子を流さない機能を有する。導電体としての機能と、誘電体としての機能とを、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。

【0034】

また、本明細書等において、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、導電体領域、及び誘電体領域を有する。導電体領域は、上述の導電体の機能を有し、誘電体領域は、上述の誘電体の機能を有する。また、材料中において、導電体領域と、誘電体領域とは、ナノ粒子レベルで分離している場合がある。また、導電体領域と、誘電体領域とは、それぞれ材料中に偏在する場合がある。また、導電体領域は、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。

【0035】

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。

【0036】

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

【0037】

(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～図23を用いて説明する。

【0038】

本実施の形態の表示装置は、可視光を反射する第1の表示素子と、可視光を発する第2の

10

20

30

40

50

表示素子とを有する。

【0039】

本実施の形態の表示装置は、第1の表示素子が反射する光と、第2の表示素子が発する光のうち、いずれか一方、または両方により、画像を表示する機能を有する。

【0040】

第1の表示素子には、外光を反射して表示する素子を用いることができる。このような素子は光源を持たないため、表示の際の消費電力を極めて小さくすることが可能となる。

【0041】

第1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1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、エレクトロウェットティング方式、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。

10

【0042】

第2の表示素子には、発光素子を用いることが好ましい。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ることがないため、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。

【0043】

第2の表示素子には、例えばOLED (Organic Light Emitting Diode)、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。

20

【0044】

本実施の形態の表示装置は、第1の表示素子のみを用いて画像を表示する第1のモード、第2の表示素子のみを用いて画像を表示する第2のモード、並びに、第1の表示素子及び第2の表示素子を用いて画像を表示する第3のモードを有し、これらのモードを自動または手動で切り替えて使用することができる。

【0045】

第1のモードでは、第1の表示素子と外光を用いて画像を表示する。第1のモードは光源が不要であるため、極めて低消費電力なモードである。例えば、表示装置に外光が十分に入射されるとき (明るい環境下など) は、第1の表示素子が反射した光を用いて表示を行うことができる。例えば、外光が十分に強く、かつ外光が白色光またはその近傍の光である場合に有効である。第1のモードは、文字を表示することに適したモードである。また、第1のモードは、外光を反射した光を用いるため、目に優しい表示を行うことができ、目が疲れにくいという効果を奏する。

30

【0046】

第2のモードでは、第2の表示素子による発光を利用して画像を表示する。そのため、照度や外光の色度によらず、極めて鮮やかな (コントラストが高く、且つ色再現性の高い) 表示を行うことができる。例えば、夜間や暗い室内など、照度が極めて低い場合などに有効である。また周囲が暗い場合、明るい表示を行うと使用者が眩しく感じてしまう場合がある。これを防ぐために、第2のモードでは輝度を抑えた表示を行うことが好ましい。これにより、眩しさを抑えることに加え、消費電力も低減することができる。第2のモードは、鮮やかな画像 (静止画及び動画) などを表示することに適したモードである。

40

【0047】

第3のモードでは、第1の表示素子による反射光と、第2の表示素子による発光の両方を利用して表示を行う。第1のモードよりも鮮やかな表示をしつつ、第2のモードよりも消費電力を抑えることができる。例えば、室内照明下や、朝方や夕方の時間帯など、照度が比較的低い場合、外光の色度が白色ではない場合などに有効である。また、反射光と発光とを混合させた光を用いることで、まるで絵画を見ているかのように感じさせる画像を表示することが可能となる。

50

【 0 0 4 8 】

このような構成とすることで、周囲の明るさによらず、視認性が高く利便性の高い表示装置または全天候型の表示装置を実現できる。

【 0 0 4 9 】

図 1 に、表示装置 1 0 の断面図を示す。表示装置 1 0 は、第 1 の表示素子として液晶素子 1 8 0 を有し、第 2 の表示素子として発光素子 1 7 0 を有する。

【 0 0 5 0 】

図 1 に示す表示装置 1 0 は、一对の基板（基板 3 5 1 及び基板 3 6 1）間に、液晶素子 1 8 0、発光素子 1 7 0、トランジスタ 4 1、及びトランジスタ 4 2 等を有する。

【 0 0 5 1 】

液晶素子 1 8 0 は、可視光を反射する機能を有する電極 3 1 1、液晶 1 1 2、及び、可視光を透過する機能を有する電極 1 1 3 を有する。液晶 1 1 2 は、電極 3 1 1 と電極 1 1 3 との間に位置する。

【 0 0 5 2 】

液晶素子 1 8 0 は、可視光を反射する機能を有する。液晶素子 1 8 0 は基板 3 6 1 側に反射光 2 2 を射出する。

【 0 0 5 3 】

電極 3 1 1 は、絶縁層 2 2 0 に設けられた開口を介して、トランジスタ 4 1 が有するソースまたはドレインと電氣的に接続される。電極 3 1 1 は、画素電極としての機能を有する。電極 1 1 3 は、接続体 2 4 3 を介して、導電層 2 3 5 と電氣的に接続される。電極 3 1 1 と導電層 2 3 5 は、同一の導電膜を加工して得ることができる。

【 0 0 5 4 】

発光素子 1 7 0 は、電極 1 9 1、E L 層 1 9 2、及び電極 1 9 3 を有する。E L 層 1 9 2 は、電極 1 9 1 と電極 1 9 3 との間に位置する。E L 層 1 9 2 は、少なくとも発光性の物質を含む。電極 1 9 1 は可視光を透過する機能を有する。電極 1 9 3 は可視光を反射する機能を有することが好ましい。

【 0 0 5 5 】

発光素子 1 7 0 は、可視光を発する機能を有する。具体的には、発光素子 1 7 0 は、電極 1 9 1 と電極 1 9 3 との間に電圧を印加することで、基板 3 6 1 側に光（発光 2 1）を射出する電界発光素子である。

【 0 0 5 6 】

電極 1 9 1 は、絶縁層 2 1 4 に設けられた開口を介して、トランジスタ 4 2 が有するソースまたはドレインと電氣的に接続される。電極 1 9 1 は、画素電極としての機能を有する。電極 1 9 1 の端部は、絶縁層 2 1 6 によって覆われている。

【 0 0 5 7 】

発光素子 1 7 0 は、絶縁層 1 9 4 に覆われていることが好ましい。図 1 では、絶縁層 1 9 4 が、電極 1 9 3 に接して設けられている。絶縁層 1 9 4 を設けることで、発光素子 1 7 0 に不純物が入り込むことを抑制し、発光素子 1 7 0 の信頼性を高めることができる。絶縁層 1 9 4 には、接着層 1 4 2 によって、基板 3 5 1 が貼り合わされている。

【 0 0 5 8 】

トランジスタ 4 1 とトランジスタ 4 2 とは、同一面上に位置する。トランジスタ 4 1 は、液晶素子 1 8 0 の駆動を制御する機能を有する。トランジスタ 4 2 は、発光素子 1 7 0 の駆動を制御する機能を有する。

【 0 0 5 9 】

液晶素子 1 8 0 と電氣的に接続される回路は、発光素子 1 7 0 と電氣的に接続される回路と同一面上に形成されることが好ましい。これにより、2 つの回路を別々の面上に形成する場合に比べて、表示装置の厚さを薄くすることができる。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。

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

液晶素子 180 の画素電極である電極 311 は、トランジスタ 41 及びトランジスタ 42 が有するゲート絶縁層を挟んで、発光素子 170 の画素電極である電極 191 とは反対に位置する。

【0061】

ここで、チャネル形成領域に酸化物半導体を有し、オフ電流が極めて低いトランジスタ 41 を適用した場合や、トランジスタ 41 と電氣的に接続される記憶素子を適用した場合などでは、液晶素子 180 を用いて静止画を表示する際に画素へ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、フレームレートを極めて小さくしても表示を保つことができる。本発明の一態様では、フレームレートを極めて小さくでき、消費電力の低い駆動を行うことができる。

10

【0062】

次に、図 2 ~ 図 7 を用いて、本実施の形態の表示装置の構成例について説明する。

【0063】

< 構成例 1 >

図 2 は、表示装置 300 の斜視概略図である。表示装置 300 は、基板 351 と基板 361 とが貼り合わされた構成を有する。図 2 では、基板 361 を破線で明示している。

【0064】

表示装置 300 は、表示部 362、回路 364、配線 365 等を有する。図 2 では表示装置 300 に IC (集積回路) 373 及び FPC 372 が実装されている例を示している。そのため、図 2 に示す構成は、表示装置 300、IC、及び FPC を有する表示モジュールということもできる。

20

【0065】

回路 364 としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

【0066】

配線 365 は、表示部 362 及び回路 364 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、FPC 372 を介して外部から、または IC 373 から配線 365 に入力される。

【0067】

図 2 では、COG (Chip On Glass) 方式または COF (Chip on Film) 方式等により、基板 351 に IC 373 が設けられている例を示す。IC 373 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 IC を適用できる。なお、表示装置 300 及び表示モジュールは、IC を設けない構成としてもよい。また、IC を、COF 方式等により、FPC に実装してもよい。

30

【0068】

図 2 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 311b がマトリクス状に配置されている。電極 311b は、可視光を反射する機能を有し、液晶素子 180 の反射電極として機能する。

【0069】

また、図 2 に示すように、電極 311b は開口 451 を有する。さらに表示部 362 は、電極 311b よりも基板 351 側に、発光素子 170 を有する。発光素子 170 からの光は、電極 311b の開口 451 を介して基板 361 側に射出される。

40

【0070】

図 3 に、図 2 で示した表示装置 300 の、FPC 372 を含む領域の一部、回路 364 を含む領域の一部、及び表示部 362 を含む領域の一部をそれぞれ切断したときの断面の一例を示す。

【0071】

図 3 に示す表示装置 300 は、基板 351 と基板 361 の間に、トランジスタ 201、トランジスタ 203、トランジスタ 205、トランジスタ 206、液晶素子 180、発光素子 170、絶縁層 220、着色層 131、着色層 134 等を有する。基板 361 と絶縁層 220 は接着層 141 を介して接着されている。基板 351 と絶縁層 220 は接着層 14

50

2を介して接着されている。

【0072】

基板361には、着色層131、遮光層132、絶縁層121、及び液晶素子180の共通電極として機能する電極113、配向膜133b、絶縁層117等が設けられている。基板361の外側の面には、偏光板135を有する。絶縁層121は、平坦化層としての機能を有していてもよい。絶縁層121により、電極113の表面を概略平坦にできるため、液晶112の配向状態を均一にできる。絶縁層117は、液晶素子180のセルギャップを保持するためのスペーサとして機能する。

【0073】

液晶素子180は反射型の液晶素子である。液晶素子180は、電極311a、液晶112、電極113が積層された積層構造を有する。電極311aの基板351側に接して、可視光を反射する電極311bが設けられている。電極311bは開口451を有する。電極311a及び電極113は可視光を透過する。液晶112と電極311aの間に配向膜133aが設けられている。液晶112と電極113の間に配向膜133bが設けられている。

10

【0074】

液晶素子180において、電極311bは可視光を反射する機能を有し、電極113は可視光を透過する機能を有する。基板361側から入射した光は、偏光板135により偏光され、電極113、液晶112を透過し、電極311bで反射する。そして液晶112及び電極113を再度透過して、偏光板135に達する。このとき、電極311bと電極113の間に与える電圧によって液晶の配向を制御し、光の光学変調を制御することができる。すなわち、偏光板135を介して射出される光の強度を制御することができる。また光は着色層131によって特定の波長領域以外の光が吸収されることにより、取り出される光は、例えば赤色を呈する光となる。

20

【0075】

図3に示すように、開口451には可視光を透過する電極311aが設けられていることが好ましい。これにより、開口451と重なる領域においてもそれ以外の領域と同様に液晶112が配向するため、これらの領域の境界部で液晶の配向不良が生じ、意図しない光が漏れてしまうことを抑制できる。

【0076】

接続部207において、電極311bは、導電層221bを介して、トランジスタ206が有する導電層222aと電気的に接続されている。トランジスタ206は、液晶素子180の駆動を制御する機能を有する。

30

【0077】

接着層141が設けられる一部の領域には、接続部252が設けられている。接続部252において、電極311aと同一の導電膜を加工して得られた導電層311eと、電極113の一部が、接続体243により電気的に接続されている。したがって、基板361側に形成された電極113に、基板351側に接続されたFPC372から入力される信号または電位を、接続部252を介して供給することができる。

【0078】

接続部252は樹脂層62aおよび絶縁層63に設けられた凹部を覆って電極311aおよび電極311bと同様の材料で導電層311e、導電層311fを形成し、接続体243とは露出した導電層311eの表面によって接触している。樹脂層62aおよび絶縁層63に設けられた凹部を覆って導電層311e、導電層311fを形成することによって、導電層311eを露出させることが容易となる。

40

【0079】

接続体243としては、例えば導電性の粒子を用いることができる。導電性の粒子としては、有機樹脂またはシリカなどの粒子の表面を金属材料で被覆したものを用いることができる。金属材料としてニッケルや金を用いると接触抵抗を低減できるため好ましい。またニッケルをさらに金で被覆するなど、2種類以上の金属材料を層状に被覆させた粒子を用

50

いることが好ましい。また接続体 243 として、弾性変形、または塑性変形する材料を用いることが好ましい。このとき導電性の粒子である接続体 243 は、図 3 に示すように上下方向に潰れた形状となる場合がある。こうすることで、接続体 243 と、これと電氣的に接続する導電層との接触面積が増大し、接触抵抗を低減できるほか、接続不良などの不具合の発生を抑制することができる。

【0080】

接続体 243 は、接着層 141 に覆われるように配置することが好ましい。例えば、硬化前の接着層 141 に接続体 243 を分散させておけばよい。

【0081】

発光素子 170 は、ボトムエミッション型の発光素子である。発光素子 170 は、絶縁層 220 側から電極 191、EL 層 192、及び電極 193 の順に積層された積層構造を有する。電極 191 は、絶縁層 214 に設けられた開口を介して、トランジスタ 205 が有する導電層 222b と接続されている。トランジスタ 205 は、発光素子 170 の駆動を制御する機能を有する。絶縁層 216 が電極 191 の端部を覆っている。電極 193 は可視光を反射する材料を含み、電極 191 は可視光を透過する材料を含む。電極 193 を覆って絶縁層 194 が設けられている。発光素子 170 が発する光は、着色層 134、絶縁層 220、開口 451、電極 311a 等を介して、基板 361 側に射出される。

10

【0082】

液晶素子 180 及び発光素子 170 は、画素によって着色層の色を変えることで、様々な色を呈することができる。表示装置 300 は、液晶素子 180 を用いて、カラー表示を行うことができる。表示装置 300 は、発光素子 170 を用いて、カラー表示を行うことができる。

20

【0083】

トランジスタ 201、トランジスタ 203、トランジスタ 205、及びトランジスタ 206 は、いずれも絶縁層 220 の基板 351 側の面上に形成されている。これらのトランジスタは、同一の工程を用いて作製することができる。

【0084】

トランジスタ 203 は、画素の選択、非選択状態を制御するトランジスタ（スイッチングトランジスタ、または選択トランジスタともいう）である。トランジスタ 205 は、発光素子 170 に流れる電流を制御するトランジスタ（駆動トランジスタともいう）である。

30

【0085】

絶縁層 220 の基板 351 側には、絶縁層 211、絶縁層 212、絶縁層 213、絶縁層 214 等の絶縁層が設けられている。絶縁層 211 は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層 212 は、トランジスタ 206 等を覆って設けられる。絶縁層 213 は、トランジスタ 205 等を覆って設けられている。絶縁層 214 は、平坦化層としての機能を有する。なお、トランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、単層であっても 2 層以上であってもよい。

【0086】

各トランジスタを覆う絶縁層の少なくとも一層に、水や水素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。これにより、絶縁層をバリア膜として機能させることができる。このような構成とすることで、トランジスタに対して外部から不純物が拡散することを効果的に抑制することが可能となり、信頼性の高い表示装置を実現できる。

40

【0087】

トランジスタ 201、トランジスタ 203、トランジスタ 205、及びトランジスタ 206 は、ゲートとして機能する導電層 221a、ゲート絶縁層として機能する絶縁層 211、ソース及びドレインとして機能する導電層 222a 及び導電層 222b、並びに、半導体層 231 を有する。ここでは、同一の導電膜を加工して得られる複数の層に、同じハッチングパターンを付している。

【0088】

トランジスタ 201 及びトランジスタ 205 は、トランジスタ 203 及びトランジスタ 2

50

06の構成に加えて、ゲートとして機能する導電層223を有する。

【0089】

トランジスタ201及びトランジスタ205には、チャネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。このような構成とすることで、トランジスタの閾値電圧を制御することができる。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。このようなトランジスタは他のトランジスタと比較して電界効果移動度を高めることが可能であり、オン電流を増大させることができる。その結果、高速駆動が可能な回路を作製することができる。さらには、回路部の占有面積を縮小することが可能となる。オン電流の大きなトランジスタを適用することで、表示装置を大型化、または高精細化したときに配線数が増大したとしても、各配線における信号遅延を低減することが可能であり、表示ムラを抑制することができる。

10

【0090】

または、2つのゲートのうち、一方に閾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、トランジスタの閾値電圧を制御することができる。

【0091】

表示装置が有するトランジスタの構造に限定はない。回路364が有するトランジスタと、表示部362が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路364が有する複数のトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。同様に、表示部362が有する複数のトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。

20

【0092】

導電層223には、酸化物を含む導電性材料を用いることが好ましい。導電層223を構成する導電膜の成膜時に、酸素を含む雰囲気下で成膜することで、絶縁層212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212に供給された酸素は、後の熱処理により半導体層231に供給され、半導体層231中の酸素欠損の低減を図ることができる。

【0093】

特に、導電層223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213に水素を放出する絶縁膜、例えば窒化シリコン膜等を用いることが好ましい。絶縁層213の成膜中、またはその後の熱処理によって導電層223中に水素が供給され、導電層223の電気抵抗を効果的に低減することができる。

30

【0094】

絶縁層213に接して着色層134が設けられている。着色層134は、絶縁層214に覆われている。

【0095】

基板351の基板361と重ならない領域には、接続部204が設けられている。接続部204では、配線365が接続層242を介してFPC372と電氣的に接続されている。接続部204には樹脂層62aおよび絶縁層63に設けられた凹部を覆って電極311aおよび電極311bと同様の材料で導電層311c、導電層311dが形成されており、接続部204の上面は、導電層311cが露出している。これにより、接続部204とFPC372とを接続層242を介して電氣的に接続することができる。樹脂層62aおよび絶縁層63に設けられた凹部を覆って導電層311c、導電層311dを形成することによって、接続部204の上面に導電層311cを露出させることが容易となる。

40

【0096】

基板361の外側の面に配置する偏光板135として直線偏光板を用いてもよいが、円偏光板を用いることもできる。円偏光板としては、例えば直線偏光板と1/4波長位相差板を積層したものをを用いることができる。これにより、外光反射を抑制することができる。また、偏光板の種類に応じて、液晶素子180に用いる液晶素子のセルギャップ、配向、駆動電圧等を調整することで、所望のコントラストが実現されるようにすればよい。

50

【0097】

なお、基板361の外側には各種光学部材を配置することができる。光学部材としては、偏光板、位相差板、光拡散層（拡散フィルムなど）、反射防止層、及び集光フィルム等が挙げられる。また、基板361の外側には、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜等を配置してもよい。

【0098】

基板351及び基板361には、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイヤ、有機樹脂などを用いることができる。基板351及び基板361に可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高めることができる。

10

【0099】

液晶素子180としては、例えば垂直配向（VA：Vertical Alignment）モードが適用された液晶素子を用いることができる。垂直配向モードとしては、MVA（Multi-Domain Vertical Alignment）モード、PVA（Patterned Vertical Alignment）モード、ASV（Advanced Super View）モードなどを用いることができる。

【0100】

液晶素子180には、様々なモードが適用された液晶素子を用いることができる。例えばVAモードのほかに、TN（Twisted Nematic）モード、IPS（In-Plane-Switching）モード、FFS（Fringe Field Switching）モード、ASM（Axially Symmetric aligned Micro-cell）モード、OCB（Optically Compensated Birefringence）モード、FLC（Ferroelectric Liquid Crystal）モード、AFLC（AntiFerroelectric Liquid Crystal）モード等が適用された液晶素子を用いることができる。

20

【0101】

液晶素子は、液晶の光学的変調作用によって光の透過または非透過を制御する素子である。液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界（横方向の電界、縦方向の電界または斜め方向の電界を含む）によって制御される。液晶素子に用いる液晶としては、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶（PDLC：Polymer Dispersed Liquid Crystal）、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いることができる。これらの液晶材料は、条件により、コレステリック相、スメクチック相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

30

【0102】

液晶材料としては、ポジ型の液晶、またはネガ型の液晶のいずれを用いてもよく、適用するモードや設計に応じて最適な液晶材料を用いればよい。

【0103】

液晶の配向を制御するため、配向膜を設けることができる。なお、横電界方式を採用する場合、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いてもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は狭い温度範囲でしか発現しないため、温度範囲を改善するために数重量%以上のカイラル剤を混合させた液晶組成物を液晶に用いる。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が短く、光学的等方性である。また、ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。また配向膜を設けなくてもよいのでラビング処理も不要となるため、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中の液晶表示装置の不良や破損を軽減することができる。

40

【0104】

反射型の液晶素子を用いる場合には、表示面側に偏光板135を設ける。またこれとは別に、表示面側に光拡散板を配置すると、視認性を向上させられるため好ましい。

50

【0105】

偏光板135よりも外側に、フロントライトを設けてもよい。フロントライトとしては、エッジライト型のフロントライトを用いることが好ましい。LED (Light Emitting Diode) を備えるフロントライトを用いると、消費電力を低減できるため好ましい。

【0106】

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エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂、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。

10

【0107】

接続層242としては、異方性導電フィルム (ACF: Anisotropic Conductive Film)、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。

【0108】

発光素子170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。

20

【0109】

EL層192は少なくとも発光層を有する。EL層192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、また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。

【0110】

EL層192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。EL層192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。

30

【0111】

EL層192は、量子ドットなどの無機化合物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。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。

【0112】

なお、カラーフィルタ (着色層) とマイクロキャビティ構造 (光学調整層) との組み合わせを適用することで、表示装置から色純度の高い光を取り出すことができる。光学調整層の膜厚は、各画素の色に応じて変化させる。

40

【0113】

トランジスタのゲート、ソース及びドレインのほか、表示装置を構成する各種配線及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、またはタングステンなどの金属、またはこれを主成分とする合金などが挙げられる。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。

【0114】

50

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及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。

10

【0115】

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、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が挙げられる。

【0116】

着色層に用いることのできる材料としては、金属材料、樹脂材料、顔料または染料が含まれた樹脂材料などが挙げられる。

【0117】

<構成例2>

20

図4に示す表示装置300Aは、トランジスタ201、トランジスタ203、トランジスタ205、及びトランジスタ206を有さず、トランジスタ281、トランジスタ284、トランジスタ285、及びトランジスタ286を有する点で、主に表示装置300と異なる。

【0118】

トランジスタ284及びトランジスタ285のように、表示装置が有する2つのトランジスタは、部分的に積層して設けられていてもよい。これにより、画素回路の占有面積を縮小することが可能なため、精細度を高めることができる。また、発光素子170の発光面積を大きくでき、開口率を向上させることができる。発光素子170は、開口率が高いと、必要な輝度を得るための電流密度を低くできるため、信頼性が向上する。

30

【0119】

トランジスタ281、トランジスタ284、及びトランジスタ286は、導電層221a、絶縁層211、半導体層231、導電層222a、及び導電層222bを有する。導電層221aは、絶縁層211を介して半導体層231と重なる。導電層222a及び導電層222bは、半導体層231と電氣的に接続される。トランジスタ281は、導電層223を有する。

【0120】

トランジスタ285は、導電層222b、絶縁層217、半導体層261、導電層223、絶縁層212、絶縁層213、導電層263a、及び導電層263bを有する。導電層222bは、絶縁層217を介して半導体層261と重なる。導電層223は、絶縁層212及び絶縁層213を介して半導体層261と重なる。導電層263a及び導電層263bは、半導体層261と電氣的に接続される。

40

【0121】

導電層221aは、ゲートとして機能する。絶縁層211は、ゲート絶縁層として機能する。導電層222aはソースまたはドレインの一方として機能する。トランジスタ286が有する導電層222bは、ソースまたはドレインの他方として機能する。

【0122】

トランジスタ284とトランジスタ285が共有している導電層222bは、トランジスタ284のソースまたはドレインの他方として機能する部分と、トランジスタ285のゲートとして機能する部分を有する。絶縁層217、絶縁層212、及び絶縁層213は、

50

ゲート絶縁層として機能する。導電層 2 6 3 a 及び導電層 2 6 3 b 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。導電層 2 2 3 は、ゲートとして機能する。

【 0 1 2 3 】

< 構成例 3 >

図 5 (A) に表示装置 3 0 0 B の表示部の断面図を示す。

【 0 1 2 4 】

表示装置 3 0 0 B は、着色層 1 3 1 を有していない点で、表示装置 3 0 0 と異なる。その他の構成については、表示装置 3 0 0 と同様のため、詳細な説明を省略する。

【 0 1 2 5 】

液晶素子 1 8 0 は、白色を呈する。着色層 1 3 1 を有していないため、表示装置 3 0 0 は、液晶素子 1 8 0 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。

【 0 1 2 6 】

< 構成例 4 >

図 5 (B) に示す表示装置 3 0 0 C は、E L 層 1 9 2 が塗り分けられており、かつ着色層 1 3 4 を有さない点で、表示装置 3 0 0 B と異なる。その他の構成については、表示装置 3 0 0 B と同様のため、詳細な説明を省略する。

【 0 1 2 7 】

塗り分け方式が適用された発光素子 1 7 0 は、E L 層 1 9 2 を構成する層のうち少なくとも一層（代表的には発光層）が塗り分けられていればよく、E L 層を構成する層の全てが塗り分けられていてもよい。

【 0 1 2 8 】

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、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。

【 0 1 2 9 】

図 6 (A) ~ (E) に、トランジスタの構成例を示す。

【 0 1 3 0 】

図 6 (A) に示すトランジスタ 1 1 0 a は、トップゲート構造のトランジスタである。

【 0 1 3 1 】

トランジスタ 1 1 0 a は、導電層 2 2 1、絶縁層 2 1 1、半導体層 2 3 1、絶縁層 2 1 2、導電層 2 2 2 a、及び導電層 2 2 2 b を有する。半導体層 2 3 1 は、絶縁層 1 5 1 上に設けられている。導電層 2 2 1 は絶縁層 2 1 1 を介して半導体層 2 3 1 と重なる。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b は、絶縁層 2 1 1 及び絶縁層 2 1 2 に設けられた開口を介して、半導体層 2 3 1 と電氣的に接続される。

【 0 1 3 2 】

導電層 2 2 1 は、ゲートとして機能する。絶縁層 2 1 1 は、ゲート絶縁層として機能する。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b 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。

【 0 1 3 3 】

トランジスタ 1 1 0 a は、導電層 2 2 1 と導電層 2 2 2 a または導電層 2 2 2 b 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。

【 0 1 3 4 】

図 6 (B) に示すトランジスタ 1 1 0 b は、トランジスタ 1 1 0 a の構成に加えて、導電層 2 2 3 及び絶縁層 2 1 8 を有する。導電層 2 2 3 は絶縁層 1 5 1 上に設けられ、半導体層 2 3 1 と重なる。絶縁層 2 1 8 は、導電層 2 2 3 及び絶縁層 1 5 1 を覆って設けられている。

【 0 1 3 5 】

10

20

30

40

50

導電層 2 2 3 は、一対のゲートの一方として機能する。そのため、トランジスタのオン電流を高めることや、閾値電圧を制御することなどが可能である。

【 0 1 3 6 】

図 6 (C) ~ (E) には、2 つのトランジスタを積層した構造の例を示す。積層される 2 つのトランジスタの構造は、それぞれ独立に決定することができ、図 6 (C) ~ (E) の組み合わせに限られない。

【 0 1 3 7 】

図 6 (C) に、トランジスタ 1 1 0 c とトランジスタ 1 1 0 d とを積層した構成を示す。トランジスタ 1 1 0 c は、2 つのゲートを有する。トランジスタ 1 1 0 d は、ボトムゲート構造である。なお、トランジスタ 1 1 0 c は、ゲートを 1 つ有していてもよい (トップゲート構造) 。また、トランジスタ 1 1 0 d はゲートを 2 つ有していてもよい。

10

【 0 1 3 8 】

トランジスタ 1 1 0 c は、導電層 2 2 3 、絶縁層 2 1 8 、半導体層 2 3 1 、導電層 2 2 1 、絶縁層 2 1 1 、導電層 2 2 2 a 、及び導電層 2 2 2 b を有する。導電層 2 2 3 は絶縁層 1 5 1 上に設けられている。導電層 2 2 3 は、絶縁層 2 1 8 を介して半導体層 2 3 1 と重なる。絶縁層 2 1 8 は、導電層 2 2 3 及び絶縁層 1 5 1 を覆って設けられている。導電層 2 2 1 は絶縁層 2 1 1 を介して半導体層 2 3 1 と重なる。図 6 (C) では絶縁層 2 1 1 が導電層 2 2 1 と重なる部分にのみ設けられている例を示すが、図 6 (B) 等にも示すように、絶縁層 2 1 1 は半導体層 2 3 1 の端部を覆うように設けられていてもよい。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b は、絶縁層 2 1 2 に設けられた開口を介して、半導体層 2 3 1 と電氣的に接続される。

20

【 0 1 3 9 】

トランジスタ 1 1 0 d は、導電層 2 2 2 b 、絶縁層 2 1 3 、半導体層 2 6 1 、導電層 2 6 3 a 、及び導電層 2 6 3 b を有する。導電層 2 2 2 b は、絶縁層 2 1 3 を介して半導体層 2 6 1 と重なる領域を有する。絶縁層 2 1 3 は、導電層 2 2 2 b を覆って設けられている。導電層 2 6 3 a 及び導電層 2 6 3 b は、半導体層 2 6 1 と電氣的に接続される。

【 0 1 4 0 】

導電層 2 2 1 及び導電層 2 2 3 は、それぞれ、トランジスタ 1 1 0 c のゲートとして機能する。絶縁層 2 1 8 及び絶縁層 2 1 1 は、トランジスタ 1 1 0 c のゲート絶縁層として機能する。導電層 2 2 2 a はトランジスタ 1 1 0 c のソースまたはドレインの一方として機能する。

30

【 0 1 4 1 】

導電層 2 2 2 b は、トランジスタ 1 1 0 c のソースまたはドレインの他方として機能する部分と、トランジスタ 1 1 0 d のゲートとして機能する部分と、を有する。絶縁層 2 1 3 は、トランジスタ 1 1 0 d のゲート絶縁層として機能する。導電層 2 6 3 a 及び導電層 2 6 3 b のうち、一方はトランジスタ 1 1 0 d のソースとして機能し、他方はトランジスタ 1 1 0 d のドレインとして機能する。

【 0 1 4 2 】

トランジスタ 1 1 0 c 及びトランジスタ 1 1 0 d は、発光素子 1 7 0 の画素回路に適用されることが好ましい。例えば、トランジスタ 1 1 0 c を、選択トランジスタに用い、トランジスタ 1 1 0 d を駆動トランジスタに用いることができる。

40

【 0 1 4 3 】

導電層 2 6 3 b は、絶縁層 2 1 7 及び絶縁層 2 1 4 に設けられた開口を介して、発光素子の画素電極として機能する電極 1 9 1 と電氣的に接続されている。

【 0 1 4 4 】

図 6 (D) に、トランジスタ 1 1 0 e とトランジスタ 1 1 0 f とを積層した構成を示す。トランジスタ 1 1 0 e は、ボトムゲート構造である。トランジスタ 1 1 0 f は、2 つのゲートを有する。トランジスタ 1 1 0 e は、ゲートを 2 つ有していてもよい。

【 0 1 4 5 】

トランジスタ 1 1 0 e は、導電層 2 2 1 、絶縁層 2 1 1 、半導体層 2 3 1 、導電層 2 2 2

50

a、及び導電層 2 2 2 b を有する。導電層 2 2 1 は絶縁層 1 5 1 上に設けられている。導電層 2 2 1 は、絶縁層 2 1 1 を介して半導体層 2 3 1 と重なる。絶縁層 2 1 1 は、導電層 2 2 1 及び絶縁層 1 5 1 を覆って設けられている。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b は、半導体層 2 3 1 と電氣的に接続される。

【0146】

トランジスタ 1 1 0 f は、導電層 2 2 2 b、絶縁層 2 1 2、半導体層 2 6 1、導電層 2 2 3、絶縁層 2 1 8、絶縁層 2 1 3、導電層 2 6 3 a、及び導電層 2 6 3 b を有する。導電層 2 2 2 b は、絶縁層 2 1 2 を介して半導体層 2 6 1 と重なる領域を有する。絶縁層 2 1 2 は、導電層 2 2 2 b を覆って設けられている。導電層 2 6 3 a 及び導電層 2 6 3 b は、絶縁層 2 1 3 に設けられた開口を介して、半導体層 2 6 1 と電氣的に接続される。導電層 2 2 3 は、絶縁層 2 1 8 を介して半導体層 2 6 1 と重なる。絶縁層 2 1 8 は、導電層 2 2 3 と重なる部分に設けられている。

10

【0147】

導電層 2 2 1 は、トランジスタ 1 1 0 e のゲートとして機能する。絶縁層 2 1 1 は、トランジスタ 1 1 0 e のゲート絶縁層として機能する。導電層 2 2 2 a はトランジスタ 1 1 0 e のソースまたはドレインの一方として機能する。

【0148】

導電層 2 2 2 b は、トランジスタ 1 1 0 e のソースまたはドレインの他方として機能する部分と、トランジスタ 1 1 0 f のゲートとして機能する部分と、を有する。導電層 2 2 3 は、トランジスタ 1 1 0 f のゲートとして機能する。絶縁層 2 1 2 及び絶縁層 2 1 8 は、それぞれ、トランジスタ 1 1 0 f のゲート絶縁層として機能する。導電層 2 6 3 a 及び導電層 2 6 3 b のうち、一方はトランジスタ 1 1 0 f のソースとして機能し、他方はトランジスタ 1 1 0 f のドレインとして機能する。

20

【0149】

導電層 2 6 3 b は、絶縁層 2 1 4 に設けられた開口を介して、発光素子の画素電極として機能する電極 1 9 1 と電氣的に接続されている。

【0150】

図 6 (E) に、トランジスタ 1 1 0 g とトランジスタ 1 1 0 h とを積層した構成を示す。トランジスタ 1 1 0 g は、トップゲート構造である。トランジスタ 1 1 0 h は、2 つのゲートを有する。なお、トランジスタ 1 1 0 g はゲートを 2 つ有していてもよい。

30

【0151】

トランジスタ 1 1 0 g は、半導体層 2 3 1、導電層 2 2 1、絶縁層 2 1 1、導電層 2 2 2 a、及び導電層 2 2 2 b を有する。半導体層 2 3 1 は絶縁層 1 5 1 上に設けられている。導電層 2 2 1 は、絶縁層 2 1 1 を介して半導体層 2 3 1 と重なる。絶縁層 2 1 1 は、導電層 2 2 1 と重ねて設けられている。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b は、絶縁層 2 1 2 に設けられた開口を介して、半導体層 2 3 1 と電氣的に接続される。

【0152】

トランジスタ 1 1 0 h は、導電層 2 2 2 b、絶縁層 2 1 3、半導体層 2 6 1、導電層 2 2 3、絶縁層 2 1 8、絶縁層 2 1 7、導電層 2 6 3 a、及び導電層 2 6 3 b を有する。導電層 2 2 2 b は、絶縁層 2 1 3 を介して半導体層 2 6 1 と重なる領域を有する。絶縁層 2 1 3 は、導電層 2 2 2 b を覆って設けられている。導電層 2 6 3 a 及び導電層 2 6 3 b は、絶縁層 2 1 7 に設けられた開口を介して半導体層 2 6 1 と電氣的に接続される。導電層 2 2 3 は、絶縁層 2 1 8 を介して半導体層 2 6 1 と重なる。絶縁層 2 1 8 は、導電層 2 2 3 と重なる部分に設けられている。

40

【0153】

導電層 2 2 1 は、トランジスタ 1 1 0 g のゲートとして機能する。絶縁層 2 1 1 は、トランジスタ 1 1 0 g のゲート絶縁層として機能する。導電層 2 2 2 a はトランジスタ 1 1 0 g のソースまたはドレインの一方として機能する。

【0154】

導電層 2 2 2 b は、トランジスタ 1 1 0 g のソースまたはドレインの他方として機能する

50

部分と、トランジスタ 110h のゲートとして機能する部分と、を有する。導電層 223 は、トランジスタ 110h のゲートとして機能する。絶縁層 213 及び絶縁層 218 は、それぞれ、トランジスタ 110h のゲート絶縁層として機能する。導電層 263a 及び導電層 263b のうち、一方はトランジスタ 110h のソースとして機能し、他方はトランジスタ 110h のドレインとして機能する。

【0155】

導電層 263b は、絶縁層 214 に設けられた開口を介して、発光素子の画素電極として機能する電極 191 と電氣的に接続されている。

【0156】

以下では、図 7 ~ 図 23 を用いて、本実施の形態の表示装置の作製方法について、具体的に説明する。

10

【0157】

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: Pulse Laser Deposition）法、原子層成膜（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（MOCVD: Metal Organic CVD）法を使ってもよい。

20

【0158】

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。

【0159】

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

【0160】

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

【0161】

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。

【0162】

< 表示装置の作製方法例 >

以下では、図 3 に示す表示装置 300 の作製方法の一例について説明する。図 7 ~ 図 23 では特に表示装置 300 の表示部 362 及び外部接続部に着目して、作製方法を説明する。

50

【0163】

まず、基板361上に、着色層131を形成する(図7(A))。着色層131は、感光性の材料を用いて形成することで、フォトリソグラフィ法等により島状に加工することができる。なお、図3に示す回路364等では、基板361上に遮光層132を設ける。

【0164】

次に、着色層131上に、絶縁層121を形成する。

【0165】

絶縁層121は、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層121には、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。

10

【0166】

絶縁層121には、無機絶縁膜を適用してもよい。絶縁層121として無機絶縁膜を適用する場合は、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜など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。

【0167】

次に、電極113を形成する。電極113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。電極113は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

20

【0168】

次に、電極113上に、絶縁層117を形成する。絶縁層117には、有機絶縁膜を用いることが好ましい。

【0169】

次に、電極113及び絶縁層117上に、配向膜133bを形成する(図7(A))。配向膜133bは、樹脂等の薄膜を形成した後に、ラビング処理を行うことで形成できる。

【0170】

また、図7(A)を用いて説明した工程とは独立して、図7(B)から図10(B)までに示す工程を行う。

30

【0171】

まず、作製基板61上に凹部を有する樹脂層62を形成し、樹脂層62上に絶縁層63を形成する(図7(B)、(C))。

【0172】

この工程では、作製基板61を剥離する際に、作製基板61と樹脂層62の界面、樹脂層62と絶縁層63の界面、又は樹脂層62中で分離が生じるような材料を選択する。本実施の形態では、絶縁層63と樹脂層62の界面で分離が生じる場合を例示するが、樹脂層62や絶縁層63に用いる材料の組み合わせによってはこれに限られない。

【0173】

作製基板61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。作製基板61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、アルミノホウケイ酸ガラス等が挙げられる。

40

【0174】

樹脂層62は、熱硬化性を有する材料を用いて形成する。また、当該材料は同時に感光性を有していても良い。

【0175】

樹脂層62に用いることができる材料としては、ポリイミド樹脂が好ましい。そのほか、樹脂層62に用いることができる材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、

50

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。なお、これらは感光性を有していることが好ましい。

【0176】

樹脂層62は厚さ0.1 μ m以上3 μ m以下となるよう成膜し、加熱することで形成する。加熱により、樹脂層62中の脱ガス成分（例えば、水素、水等）を低減することができる。当該加熱は、樹脂層62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。例えば、トランジスタの作製温度が350℃までである場合、樹脂層62となる膜を350℃より高い温度で加熱することが好ましい。これにより、トランジスタの作製工程における、樹脂層62からの脱ガスを大幅に抑制することができる。

【0177】

具体的には、350℃以上450℃以下で加熱することが好ましく、加熱の上限温度は400℃以下がより好ましく、400℃未満がさらに好ましく、375℃未満がさらに好ましい。

【0178】

本発明の一態様では、感光性を有する材料を用いることが好ましいため、この場合、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、その後フォトリソ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ことができる。また、その後に熱処理（ポストベーク処理ともいう）を行うことが好ましい。ポストベーク処理では、上述のように樹脂層62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。

【0179】

樹脂層62は、可撓性を有するが、作製基板61として樹脂層62よりも可撓性が低いものを用いることで、樹脂層62の搬送を容易にすることができる。

【0180】

樹脂層62の形成方法としては、スピンコート、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、ナイフコート等が挙げられる。

【0181】

なお、樹脂層62は、スピンコートをを用いて形成することが好ましい。スピン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。

【0182】

樹脂層62は、粘度が5cP以上500cP未満、好ましくは粘度が5cP以上100cP未満、好ましくは粘度が10cP以上50cP以下の溶液を用いて形成することが好ましい。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。

【0183】

樹脂層62の厚さは、0.01 μ m以上10 μ m未満であることが好ましく、0.1 μ m以上3 μ m以下であることがより好ましく、0.5 μ m以上1 μ m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、樹脂層23を薄く形成することが容易となる。

【0184】

また、樹脂層62の熱膨張係数は、0.1ppm/℃以上20ppm/℃以下であることが好ましく、0.1ppm/℃以上10ppm/℃以下であることがより好ましい。樹脂層62の熱膨張係数が低いほど、加熱により、トランジスタ等が破損することを抑制できる。

【0185】

なお、本発明の一態様では、外部接続部にあたる部分の樹脂層62の厚さ方向の一部を除去し、樹脂層62に第1の領域と、第1の領域よりも熱さの薄い第2の領域（凹部ともいう）を有する樹脂層62を形成する。

10

20

30

40

50

【0186】

樹脂層62の材料として感光性を有する材料を用いた場合には、材料を成膜した後に上述の条件により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、その後フォトリソグラフィ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ことができる。次に、所望の形状に加工された膜を加熱し（ポストベーク処理ともいう）、樹脂層62を形成する（図7（B））。露光の際に、樹脂層62に開口を設ける条件よりも露光量を減らすことで、凹部を有する樹脂層62を形成することができる。例えば、樹脂層62に開口を形成する露光条件よりも、露光時間を短くする、光の強度を弱める、光の焦点をずらすなどの方法が挙げられる。多段階マスクを用いても良い。

【0187】

また、樹脂層62の材料を成膜した後、プリベーク処理の前又は、プリベーク処理の後且つポストベーク処理の前に、所望の形状の型を成膜した膜に押し付ける型押しを行うことによって凹部を形成しても良い。

【0188】

樹脂層62の凹部の側面をテーパ形状にすると樹脂層62の凹部の上に形成する膜の被覆性が向上するため、感光性の樹脂を使用する場合はポジ型の樹脂を用い、また、型押しする場合はテーパ形状を有する型を使用することが好ましい。

【0189】

樹脂層62に第1の領域よりも厚さの薄い第2の領域を設け、さらに第2の領域を覆うように導電層を配置することで後の工程で導電層の露出が行いやすくなる。また、導電層が露出するまで樹脂層を除去しても、樹脂層の一部が残存するため当該残存する樹脂層を保護層として用いることができる。

【0190】

絶縁層63は、樹脂層62の耐熱温度以下の温度で形成する（図7（C））。また、前述の樹脂層62の加熱工程における加熱温度より低い温度で形成することが好ましい。

【0191】

絶縁層63は、樹脂層62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。例えば、絶縁層63は、樹脂層62を加熱した際に、樹脂層62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63は、バリア性が高いことが好ましい。

【0192】

絶縁層63としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、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。特に、樹脂層23上に窒化シリコン膜を形成し、窒化シリコン膜上に酸化シリコン膜を形成することが好ましい。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。

【0193】

絶縁層63に無機絶縁膜を用いる場合、形成時の温度は、室温（25℃）以上350℃以下が好ましく、100℃以上300℃以下がさらに好ましい。

【0194】

樹脂層62の表面に凹凸がある場合、絶縁層63は当該凹凸を被覆することが好ましい。絶縁層63は、当該凹凸を平坦化する平坦化層としての機能を有していてもよい。例えば、絶縁層63として、有機絶縁材料と無機絶縁材料を積層して用いることが好ましい。有機絶縁材料としては、樹脂層62に用いることができる樹脂が挙げられる。

【0195】

絶縁層63に有機絶縁膜を用いる場合、形成時の温度は、室温以上350℃以下が好ましく、室温以上300℃以下がさらに好ましい。

10

20

30

40

50

【0196】

なお、絶縁層63を形成することで、樹脂層62のこの後の表示装置作製工程に起因する膨張や収縮を抑制することが可能となり、歩留まりを向上させることができる。

【0197】

次に、絶縁層63上に電極311a、導電層311cを形成し、電極311a上に電極311b、導電層311c上に導電層311dを形成する(図7(D))。電極311bは、電極311a上に開口451を有する。電極311a、電極311b、導電層311cおよび導電層311dは、それぞれ、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。電極311aは、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。電極311bは、可視光を反射する導電材料を用いて形成する。また、導電層311cは電極311aと同じ材料を用いて形成し、導電層311dは電極311bと同じ材料を用いて形成する。

10

【0198】

次に、絶縁層220を形成する(図8(A))。そして、絶縁層220に電極311b、導電層311dに達する開口を設ける。

【0199】

絶縁層220は、樹脂層62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。樹脂層62に有機材料を用いる場合、絶縁層220は、樹脂層62を加熱した際に、樹脂層62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220は、バリア性が高いことが好ましい。

20

【0200】

絶縁層220としては、絶縁層121に用いることができる無機絶縁膜及び樹脂等を用いることができる。

【0201】

次に、絶縁層220上に、トランジスタ203、トランジスタ205及びトランジスタ206を形成する。

【0202】

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14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。

30

【0203】

ここではトランジスタ203及びトランジスタ206として、半導体層231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。トランジスタ205は、トランジスタ203及びトランジスタ206の構成に導電層223及び絶縁層212を追加した構成であり、2つのゲートを有する。

【0204】

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。

40

【0205】

具体的には、まず、絶縁層220上に、導電層221a、導電層221bおよび導電層221cを形成する。導電層221a、導電層221bおよび導電層221c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、絶縁層220の開口を介して、導電層221bと電極311b、導電層221cと導電層311dとが接続する。

【0206】

続いて、絶縁層211を形成する。

【0207】

50

絶縁層 2 1 1 としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、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。

【0208】

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。無機絶縁膜の成膜時の基板温度は、室温（25）以上 350 以下が好ましく、100 以上 300 以下がさらに好ましい。

10

【0209】

続いて、半導体層 2 3 1 を形成する。本実施の形態では、半導体層 2 3 1 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。

【0210】

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。なお、当該基板温度は、樹脂層 6 2 を形成する際に加熱した温度よりも低い温度であると、樹脂層 6 2 からの脱ガスの影響を低減することができるために好ましい。なお、絶縁層 2 2 0 を樹脂で形成する場合も同様である。

20

【0211】

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。

【0212】

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。

30

【0213】

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。

【0214】

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。

【0215】

なお、実施の形態 4 にて酸化物半導体の一例について説明する。

40

【0216】

続いて、導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b を形成する。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b 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。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b は、それぞれ、半導体層 2 3 1 と接続される。ここで、トランジスタ 2 0 6 が有する導電層 2 2 2 a は、導電層 2 2 1 b と電氣的に接続される。これにより、接続部 2 0 7 では、電極 3 1 1 b と導電層 2 2 2 a を電氣的に接続することができる。

【0217】

なお、導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b 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 2 3 1 の一部がエッチングにより薄膜化する場合がある。

50

【0218】

以上のようにして、トランジスタ206を作製できる(図8(A))。トランジスタ206において、導電層221aの一部はゲートとして機能し、絶縁層211の一部はゲート絶縁層として機能し、導電層222a及び導電層222bは、それぞれソースまたはドレインのいずれか一方として機能する。トランジスタ203も同様に形成することができる。

【0219】

次に、トランジスタ206を覆う絶縁層212を形成し、絶縁層212上に導電層223を形成する。

【0220】

絶縁層212は、絶縁層211と同様の方法により形成することができる。

【0221】

トランジスタ205が有する導電層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により形成できる。

【0222】

以上のようにして、トランジスタ205を作製できる(図8(A))。トランジスタ205において、導電層221aの一部及び導電層223の一部はゲートとして機能し、絶縁層211の一部及び絶縁層212の一部はゲート絶縁層として機能し、導電層222a及び導電層222bは、それぞれソースまたはドレインのいずれか一方として機能する。

【0223】

次に、絶縁層213を形成する(図8(A))。絶縁層213は、絶縁層211と同様の方法により形成することができる。

【0224】

また、絶縁層212として、酸素を含む雰囲気下で成膜した酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜等の酸化物絶縁膜を用いることが好ましい。さらに、当該酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜上に、絶縁層213として、窒化シリコン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る。このような酸素を放出する酸化絶縁膜と、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212の界面の欠陥を修復し、欠陥準位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。

【0225】

次に、絶縁層213上に、着色層134を形成し(図8(A))、その後、絶縁層214を形成する(図8(B))。着色層134は、電極311bの開口451と重なるように配置する。

【0226】

着色層134は、着色層131と同様の方法により形成することができる。絶縁層214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214は、絶縁層121に用いることのできる樹脂または無機絶縁膜を援用できる。

【0227】

次に、絶縁層212、絶縁層213、及び絶縁層214に、トランジスタ205が有する導電層222bに達する開口を形成する。

【0228】

次に、電極191を形成する(図8(B))。電極191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205が有する導電層222bと電極191とが接続する。電極191は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

10

20

30

40

50

【0229】

次に、電極191の端部を覆う絶縁層216を形成する(図9(A))。絶縁層216は、絶縁層121に用いることのできる樹脂または無機絶縁膜を援用できる。絶縁層216は、電極191と重なる部分に開口を有する。

【0230】

次に、EL層192及び電極193を形成する(図9(A))。電極193は、その一部が発光素子170の共通電極として機能する。電極193は、可視光を反射する導電材料を用いて形成する。

【0231】

EL層192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。EL層192を画素毎に作り分ける場合、メタルマスクなどの遮蔽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。EL層192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。

10

【0232】

EL層192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。

【0233】

EL層192の形成後に行う各工程は、EL層192にかかる温度が、EL層192の耐熱温度以下となるように行う。電極193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。

20

【0234】

以上のようにして、発光素子170を形成することができる(図9(A))。発光素子170は、一部が画素電極として機能する電極191、EL層192、一部が共通電極として機能する電極193が積層された構成を有する。発光素子170は、発光領域が着色層134及び電極311bの開口451と重なるように作製する。

【0235】

ここでは、発光素子170として、ボトム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。

【0236】

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。

30

【0237】

次に、電極193を覆って絶縁層194を形成する(図9(A))。絶縁層194は、発光素子170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170は、絶縁層194によって封止される。電極193を形成した後、大気に曝すことなく、絶縁層194を形成することが好ましい。

【0238】

絶縁層194は、例えば、上述した絶縁層121に用いることができる無機絶縁膜を適用することができる。特に、バリア性の高い無機絶縁膜が含むことが好ましい。また、無機絶縁膜と有機絶縁膜を積層して用いてもよい。

40

【0239】

絶縁層194の成膜時の基板温度は、EL層192の耐熱温度以下の温度であることが好ましい。絶縁層194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194のカバレッジが良好となり好ましい。

【0240】

次に、絶縁層194の表面に、接着層142を用いて基板351を貼り合わせる(図9(B))。

50

【0241】

接着層142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。

【0242】

基板351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（PTFE）樹脂、ABS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351には、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。基板351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。

10

【0243】

次に、作製基板61を介して樹脂層62にレーザ光を照射する。

【0244】

レーザ光の照射により、樹脂層62は脆弱化される。または、レーザ光の照射により、樹脂層62と作製基板61の密着性が低下する。

20

【0245】

レーザ光としては、少なくともその一部が作製基板61を透過し、かつ樹脂層62に吸収される波長の光を選択して用いる。レーザ光は、可視光線から紫外線の波長領域の光であることが好ましい。例えば波長が200nm以上400nm以下の光、好ましくは波長が250nm以上350nm以下の光を用いることができる。特に、波長308nmのエキシマレーザを用いると、生産性に優れるため好ましい。エキシマレーザは、LTPSにおけるレーザ結晶化にも用いるため、既存のLTPS製造ラインの装置を流用することができ、新たな設備投資を必要としないため好ましい。また、Nd:YAGレーザの第三高調波である波長355nmのUVレーザなどの固体UVレーザ（半導体UVレーザともいう）を用いてもよい。固体レーザはガスを用いないため、エキシマレーザに比べて、ランニングコストを約1/3にでき、好ましい。また、ピコ秒レーザ等のパルスレーザを用いてもよい。

30

【0246】

レーザ光として、線状のレーザ光を用いる場合には、作製基板61と光源とを相対的に移動させることでレーザ光を走査し、剥離したい領域にわたってレーザ光を照射する。

【0247】

固体レーザはガスを用いないため、エキシマレーザに比べて、ランニングコストを約1/3にでき、好ましい。

【0248】

次に、作製基板61と絶縁層63とを分離する（図10（A））。図10（A）では、樹脂層62中で分離が生じる例を示す。作製基板61上には樹脂層の一部（樹脂層62a）が残存する。絶縁層31側に残存する樹脂層62bは図10（A）の樹脂層62に比べて薄膜化されている。

40

【0249】

分離面は、樹脂層62及び作製基板61等の材料及び形成方法、並びに、光照射の条件等によって、様々な位置となり得る。

【0250】

図10（A）では、樹脂層62中で分離が生じる例を示したが、樹脂層62中、及び絶縁層63と樹脂層62との界面で分離が生じる場合もある。作製基板61上には樹脂層の一部（樹脂層62a）が残存する。分離により、絶縁層63が露出する。絶縁層63側に残

50

存する樹脂層 6 2 b は図 9 (B) の樹脂層 6 2 に比べて薄膜化されている。

【 0 2 5 1 】

そのほか、作製基板 6 1 と樹脂層 6 2 との界面で分離が生じ、分離により、樹脂層 6 2 が露出する場合、樹脂層 6 2 中で分離が生じる場合などがある。

【 0 2 5 2 】

このように、樹脂層 6 2 の凹部に導電層 3 1 1 c を形成することによって、導電層 3 1 1 c を露出させることが容易となる。また、導電層 3 1 1 c を露出させた後にも絶縁層 6 3 および / または樹脂層 6 2 b を残存させることができるため、トランジスタが汚染されることを低減させることが可能となる。

【 0 2 5 3 】

作製基板 6 1 側に残存する樹脂層 6 2 a の厚さは、例えば、100 nm 以下、具体的には 40 nm 以上 70 nm 以下程度とすることができる。樹脂層 6 2 a を除去することで、作製基板 6 1 は再利用が可能である。例えば、作製基板 6 1 にガラスを用い、樹脂層 6 2 にポリイミド樹脂を用いた場合は、発煙硝酸を用いて樹脂層 6 2 a を除去することができる。また、作製基板 6 1 に残存した樹脂層 6 2 a 上に、再度、感光性及び熱硬化性を有する材料を用いて、樹脂層 6 2 を形成してもよい。

【 0 2 5 4 】

また、例えば、樹脂層 6 2 に垂直方向に引っ張る力をかけることにより、作製基板 6 1 を剥離することもできる。具体的には、基板 3 5 1 の上面の一部を吸着し、上方に引っ張ることにより、作製基板 6 1 を引き剥がすことができる。この際、作製基板 6 1 と絶縁層 6 3 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することが好ましい。

【 0 2 5 5 】

本実施の形態では、作製基板 6 1 と分離した時点では、導電層 3 1 1 c が露出していないため、残存する絶縁層 6 3 および樹脂層 6 2 b が残存する構成ではさらに樹脂層 6 2 b と絶縁層 6 3 のそれぞれ少なくとも一部を除去し、導電層 3 1 1 c を露出させる。(図 10 (B))。

【 0 2 5 6 】

樹脂層 6 2 を除去する方法には、特に限定はない。例えば、ウエットエッチング法、ドライエッチング法などを用いることができるが、酸素プラズマを用いたアッシングをにより除去することが好ましい。アッシングは、制御性が高い、面内均一性がよく大判基板を用いた処理に適している、等の利点がある。絶縁層 6 3 は例えば、ドライエッチング法などを用いて除去することができる。

【 0 2 5 7 】

次に、露出した電極 3 1 1 a の表面に、配向膜 1 3 3 a を形成する(図 11)。配向膜 1 3 3 a 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。なお、本実施の形態では、配向膜を別に形成しているが、残存する樹脂層 6 2 b にラビング処理をすることによって、配向膜として利用しても良い。

【 0 2 5 8 】

そして、配向膜 1 3 3 a まで形成した基板 3 5 1 と、図 7 (A) までの工程が完了した基板 3 6 1 とを、液晶 1 1 2 を挟んで接着層 1 4 1 で貼り合わせる(図 11)。接着層 1 4 1 は、接着層 1 4 2 に用いることのできる材料を援用できる。

【 0 2 5 9 】

図 11 に示す液晶素子 1 8 0 は、一部が画素電極として機能する電極 3 1 1 a (及び電極 3 1 1 b)、液晶 1 1 2、一部が共通電極として機能する電極 1 1 3 が積層された構成を有する。液晶素子 1 8 0 は、着色層 1 3 1 と重なるように作製する。

【 0 2 6 0 】

以上により、表示装置 3 0 0 を作製することができる。

【 0 2 6 1 】

図 1 2 乃至図 1 6 は、表示装置 3 0 0 の異なる構成を示す図である。図 1 2 乃至図 1 6 は

10

20

30

40

50

、図 7 乃至図 11 とほぼ同様であるが、絶縁層 62 の凹部の形成方法が異なるため、絶縁層 63 の形状が異なる。作製方法としては、樹脂層 62 を形成した後、凹部を形成する前に絶縁層 63 を形成する（図 12（B））。そして、絶縁層 63 と樹脂層 62 を続けて同時にエッチングすることにより凹部を形成する（図 12（C））。当該エッチングは、絶縁層 63 を開口した後、樹脂層 62 を残した状態で終了すればよい。これにより凹部を有する樹脂層 62 を形成することができる。当該エッチングはドライエッチングで行えばよい。この場合、樹脂層 62 は感光性を有さない材料で形成することができる。

【0262】

また、図 17（A）のように、樹脂層 62 を全て除去しても良い。この場合、導電層 311c が突出することから、接続層 242 を覆うように設けることでアンカー効果が生じるため好ましい。これにより、接続層 242 と導電層 311c の密着性を向上させることができる（図 18）。なお、樹脂層 62 を残しつつ導電層 311c を突出させる構造であっても良い。

10

【0263】

図 19 乃至図 23 は、表示装置 300 の異なる構成を示す図である。図 19 乃至図 23 は図 7 乃至図 11 とほぼ同様であるが、絶縁層 63 を形成していないことのみ異なる。作製方法としては、樹脂層 62 を形成した後に、絶縁層 63 を形成しないで凹部を形成し（図 19（B）（C））、電極 311a および導電層 311c を形成すればよい（図 19（D））。作製基板 61 を分離した後、樹脂層 62b を除去することによって導電層 311c を露出させる。絶縁層 63 が無いことによって、成膜の手間や、除去の手間を省くことができる。

20

【0264】

以上のように、本実施の形態により、簡便に作製することが可能となる表示装置は、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、周囲の明るさによらず、視認性が高く利便性の高い表示装置とすることができる。

【0265】

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。また、本明細書において、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

30

【0266】

（実施の形態 2）

本実施の形態では、本発明の一態様により作製することができる表示装置について図 24～図 27 を用いて説明する。

【0267】

図 24 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。

【0268】

表示部 14 は、マトリクス状に配置された複数の画素ユニット 30 を有する。画素ユニット 30 は、第 1 の画素 31p と、第 2 の画素 32p を有する。

【0269】

図 24 では、第 1 の画素 31p 及び第 2 の画素 32p が、それぞれ赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の 3 色に対応する表示素子を有する場合の例を示している。

40

【0270】

第 1 の画素 31p が有する表示素子は、それぞれ、外光の反射を利用した表示素子である。第 1 の画素 31p は、赤色（R）に対応する第 1 の表示素子 31R、緑色（G）に対応する第 1 の表示素子 31G、青色（B）に対応する第 1 の表示素子 31B を有する。

【0271】

第 2 の画素 32p が有する表示素子は、それぞれ、発光素子である。第 2 の画素 32p は、赤色（R）に対応する第 2 の表示素子 32R、緑色（G）に対応する第 2 の表示素子 32G、青色（B）に対応する第 2 の表示素子 32B を有する。

【0272】

50

図 25 (A) ~ (C) は、画素ユニット 30 の構成例を示す模式図である。

【0273】

第 1 の画素 31 p は、第 1 の表示素子 31 R、第 1 の表示素子 31 G、第 1 の表示素子 31 B を有する。第 1 の表示素子 31 R は、外光を反射し、赤色の光 R r を表示面側に射出する。第 1 の表示素子 31 G、第 1 の表示素子 31 B も同様に、それぞれ緑色の光 G r または青色の光 B r を、表示面側に射出する。

【0274】

第 2 の画素 32 p は、第 2 の表示素子 32 R、第 2 の表示素子 32 G、第 2 の表示素子 32 B を有する。第 2 の表示素子 32 R は赤色の光 R t を、表示面側に射出する。第 2 の表示素子 32 G、第 2 の表示素子 32 B も同様に、それぞれ緑色の光 G t または青色の光 B t を、表示面側に射出する。

10

【0275】

図 25 (A) は、第 1 の画素 31 p と第 2 の画素 32 p の両方を駆動させることで表示を行うモード (第 3 のモード) に対応する。画素ユニット 30 は、反射光 (光 R r、光 G r、光 B r) と透過光 (光 R t、光 G t、光 B t) とを用いて、所定の色の光 35 t r を表示面側に射出することができる。

【0276】

図 25 (B) は、第 1 の画素 31 p 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 1 のモード) に対応する。画素ユニット 30 は、例えば外光が十分に強い場合などでは、第 2 の画素 32 p を駆動させずに、第 1 の画素 31 p からの光 (光 R r、光 G r、及び光 B r) のみを用いて、光 35 r を表示面側に射出することができる。これにより、極めて低消費電力な駆動を行うことができる。

20

【0277】

図 25 (C) は、第 2 の画素 32 p のみを駆動させることにより、発光 (透過光) を用いて表示を行うモード (第 2 のモード) に対応する。画素ユニット 30 は、例えば外光が極めて弱い場合などでは、第 1 の画素 31 p を駆動させずに、第 2 の画素 32 p からの光 (光 R t、光 G t、及び光 B t) のみを用いて、光 35 t を表示面側に射出することができる。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たと共に消費電力を低減できる。

30

【0278】

第 1 の画素 31 p と第 2 の画素 32 p とが有する表示素子の色、数は、それぞれ限定されない。

【0279】

図 26 (A) ~ (C)、図 27 (A) ~ (C) に、それぞれ画素ユニット 30 の構成例を示す。なおここでは、第 1 の画素 31 p と第 2 の画素 32 p の両方を駆動させることで表示を行うモード (第 3 のモード) に対応した模式図を示しているが、上記と同様に、第 1 の画素 31 p または第 2 の画素 32 p のみを駆動させるモード (第 1 のモード及び第 2 のモード) でも表示を行うことができる。

【0280】

図 26 (A)、(C)、図 27 (B) に示す第 2 の画素 32 p は、第 2 の表示素子 32 R、第 2 の表示素子 32 G、第 2 の表示素子 32 B に加えて、白色 (W) を呈する第 2 の表示素子 32 W を有する。

40

【0281】

図 26 (B)、図 27 (C) に示す第 2 の画素 32 p は、第 2 の表示素子 32 R、第 2 の表示素子 32 G、第 2 の表示素子 32 B に加えて、黄色 (Y) を呈する第 2 の表示素子 32 Y を有する。

【0282】

図 26 (A) ~ (C)、図 27 (A)、(B) に示す構成は、第 2 の表示素子 32 W 及び第 2 の表示素子 32 Y を有さない構成に比べて、第 2 の画素 32 p を用いた表示モード (第 2 のモード及び第 3 のモード) における消費電力を低減することができる。

50

【0283】

図26(C)に示す第1の画素31pは、第1の表示素子31R、第1の表示素子31G、第1の表示素子31Bに加えて、白色(W)を呈する第1の表示素子31Wを有する。

【0284】

図26(C)に示す構成は、図25(A)に示す構成に比べて、第1の画素31pを用いた表示モード(第1のモード及び第3のモード)における消費電力を低減することができる。

【0285】

図27(A)~(C)に示す第1の画素31pは、白色を呈する第1の表示素子31Wのみを有する。このとき、第1の画素31pのみを用いた表示モード(第1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2の画素32pを用いた表示モード(第2のモード及び第3のモード)では、カラー表示を行うことができる。

10

【0286】

このような構成とすることで、第1の画素31pの開口率を高めることができるため、第1の画素31pの反射率を向上させ、より明るい表示を行うことができる。

【0287】

第1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いる。

【0288】

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。

20

【0289】

(実施の形態3)

本実施の形態では、実施の形態1で説明した表示装置の、より具体的な構成例について図28~図30を用いて説明する。

【0290】

図28(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。

【0291】

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SCOM、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SCOM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。

30

【0292】

なお、ここでは簡単のために回路GDと回路SDを1つずつ有する構成を示したが、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。

【0293】

画素410は、反射型の液晶素子と、発光素子を有する。

40

【0294】

図28(B1)~(B4)に、画素410が有する電極311の構成例を示す。電極311は、液晶素子の反射電極として機能する。図28(B1)、(B2)の電極311には、開口451が設けられている。

【0295】

図28(B1)、(B2)には、電極311と重なる領域に位置する発光素子360を破線で示している。発光素子360は、電極311が有する開口451と重ねて配置されている。これにより、発光素子360が発する光は、開口451を介して表示面側に射出される。

50

【0296】

図28(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28(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451が一行に配列されないように、電極311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360を離すことが可能で、発光素子360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360を離して配置することができるため、発光素子360のEL層を遮蔽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。

【0297】

図28(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28(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451が一行に配列されないように、電極311の異なる位置に設けられていることが好ましい。

【0298】

非開口部の総面積に対する開口451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451の総面積の比の値が大きいほど、発光素子360を用いた表示を明るくすることができる。

【0299】

開口451の形状は、例えば多角形、四角形、楕円形、円形または十字等の形状とすることができる。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451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451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。

【0300】

また、図28(B3)、(B4)に示すように、電極311が設けられていない部分に、発光素子360の発光領域が位置していてもよい。これにより、発光素子360が発する光は、表示面側に射出される。

【0301】

図28(B3)では、矢印Rで示す方向に隣接する2つの画素410において、発光素子360が一行に配列されていない。図28(B4)では、矢印Rで示す方向に隣接する2つの画素において、発光素子360が一行に配列されている。

【0302】

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。

【0303】

回路SDは、配線S1と電氣的に接続される。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。

【0304】

例えば、COG(Chip on glass)方式またはCOF方式等を用いて、画素410と電氣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。

【0305】

図29は、画素410の回路図の一例である。図29では、隣接する2つの画素410を示している。

【0306】

画素410は、スイッチSW1、容量素子C1、液晶素子340、スイッチSW2、トランジスタM、容量素子C2、及び発光素子360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が電氣的に接

10

20

30

40

50

続されている。また、図 29 では、液晶素子 340 と電氣的に接続する配線 VCOM1、及び発光素子 360 と電氣的に接続する配線 VCOM2 を示している。

【0307】

図 29 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。

【0308】

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 340 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 CS COM と接続されている。液晶素子 340 の他方の電極が配線 VCOM1 と接続されている。

10

【0309】

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 360 の一方の電極と接続されている。発光素子 360 の他方の電極は、配線 VCOM2 と接続されている。

【0310】

図 29 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。

20

【0311】

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 340 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 CS COM には、所定の電位を与えることができる。

【0312】

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 360 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。

30

【0313】

図 29 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 S1 に与える信号により駆動し、液晶素子 340 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 G2 及び配線 S2 に与える信号により駆動し、発光素子 360 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 G1、配線 G2、配線 S1 及び配線 S2 のそれぞれに与える信号により駆動することができる。

【0314】

なお、図 29 では一つの画素 410 に、一つの液晶素子 340 と一つの発光素子 360 とを有する例を示したが、これに限られない。図 30 (A) は、一つの画素 410 に一つの液晶素子 340 と 4 つの発光素子 360 (発光素子 360r、360g、360b、360w) を有する例を示している。図 30 (A) に示す画素 410 は、図 29 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。

40

【0315】

図 30 (A) では図 29 の例に加えて、画素 410 に配線 G3 及び配線 S3 が接続されている。

【0316】

図 30 (A) に示す例では、例えば 4 つの発光素子 360 に、それぞれ赤色 (R)、緑色

50

(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340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。

【0317】

図30(B)に、図30(A)に対応した画素410の構成例を示す。画素410は、電極311が有する開口部と重なる発光素子360wと、電極311の周囲に配置された発光素子360r、発光素子360g、及び発光素子360bとを有する。発光素子360r、発光素子360g、及び発光素子360bは、発光面積がほぼ同等であることが好ましい。

10

【0318】

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。

【0319】

(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に用いることができるCAC(Cloud-Aligned Composite)-OSの構成について説明する。

【0320】

CAC-OSとは、例えば、酸化物半導体を構成する元素が、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上2nm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、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上2nm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。

20

【0321】

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。

30

【0322】

例えば、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-OS(CAC-OSの中でもIn-Ga-Zn酸化物を、特にCAC-IGZOと呼称してもよい。)とは、インジウム酸化物(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、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ (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、 $\text{Ga}_{x_4}\text{Zn}_{y_4}\text{O}_{z_4}$ (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 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 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。

40

【0323】

つまり、CAC-OSは、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、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。

【0324】

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、 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m_1}$ (m_1 は自然数)、またはIn(

50

$1 + x_0$ Ga $(1 - x_0)$ O₃ (ZnO)_{m₀} ($-1 \leq x_0 \leq 1$ 、m₀は任意数)で表される結晶性の化合物が挙げられる。

【0325】

上記結晶性の化合物は、単結晶構造、多結晶構造、またはCAAC構造を有する。なお、CAAC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。

【0326】

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。

【0327】

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。

【0328】

なお、GaO_{x₃}が主成分である領域と、In_{x₂}Zn_{y₂}O_{z₂}、またはInO_{x₁}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。

【0329】

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。

【0330】

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。

【0331】

CAC-OSは、X線回折(XRD: X-ray diffraction)測定法のひとつであるOut-of-plane法による $\theta/2\theta$ 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。

【0332】

またCAC-OSは、プローブ径が1nm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、CAC-OS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nc(nano-crystal)構造を有することがわかる。

【0333】

また例えば、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-OSでは、エネルギー分散型X線分光法(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)を用いて取得したEDXマッピングにより、GaO_{x₃}が主成分である領域と、In_{x₂}Zn_{y₂}O_{z₂}、またはInO_{x₁}が主成分である領域とが、偏在し、混合し

10

20

30

40

50

ている構造を有することが確認できる。

【0334】

CAC - OS は、金属元素が均一に分布した IGZO 化合物とは異なる構造であり、IGZO 化合物と異なる性質を有する。つまり、CAC - OS は、 GaO_{x_3} など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、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。

【0335】

ここで、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域は、 GaO_{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、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{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、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{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。

10

【0336】

一方、 GaO_{x_3} などが主成分である領域は、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、 GaO_{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。

【0337】

従って、CAC - OS を半導体素子に用いた場合、 GaO_{x_3} などに起因する絶縁性と、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{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_{on})、および高い電界効果移動度 (μ) を実現することができる。

20

【0338】

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さまざまな半導体装置に最適である。

【0339】

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。

【0340】

(実施の形態 5)

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。

30

【0341】

図 31 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、FPC 8003 に接続されたタッチパネル 8004、FPC 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、及びバッテリー 8011 を有する。

【0342】

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。これにより、周囲の明るさによらず、視認性の高い表示モジュールを作製することができる。また、消費電力の低い表示モジュールを作製することができる。また、視野角が広い表示モジュールを作製することができる。

40

【0343】

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。

【0344】

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。

【0345】

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

50

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。

【0346】

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ー 8011 による電源であってもよい。バッテリー 8011 は、商用電源を用いる場合には、省略可能である。

【0347】

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。

10

【0348】

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。

【0349】

図 32（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。

【0350】

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 32（A））から、図 32（B）に示すように展開させることができる。

20

【0351】

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。これにより、周囲の明るさによらず、視認性の高い携帯情報端末を作製することができる。また、消費電力の低い携帯情報端末を作製することができる。また、視野角が広い携帯情報端末を作製することができる。

【0352】

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。

30

【0353】

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。

【0354】

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。

【0355】

図 32（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。

【0356】

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。これにより、周囲の明るさによらず、視認性の高い携帯情報端末を作製することができる。また、消費電力の低い携帯情報端末を作製することができる。また、視野角が広い携帯情報端末を作製することができる。

40

【0357】

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、指やスタイラスなどで表示部 812 に触れることで行うことができる。

【0358】

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

50

メニュー画面に切り替えることができる。

【0359】

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。

【0360】

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。

10

【0361】

図32(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。

【0362】

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。周囲の明るさによらず、視認性の高い表示部を有することで、カメラの利便性を高めることができる。また、消費電力の低いカメラを作製することができる。また、視野角が広いカメラを作製することができる。

20

【0363】

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成としたが、レンズ826と筐体821とが一体となってもよい。

【0364】

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。

【0365】

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。

30

【0366】

図33(A)～(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、にのみ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。

【0367】

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。これにより、周囲の明るさによらず、視認性の高い表示部を有する電子機器を作製することができる。また、消費電力の低い電子機器を作製することができる。また、視野角が広い電子機器を作製することができる。

40

【0368】

図33(A)～(E)に示す電子機器は、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）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

50

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 3 3 (A) ~ (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。

【 0 3 6 9 】

図 3 3 (A) は腕時計型の携帯情報端末 9 2 0 0 を、図 3 3 (B) は腕時計型の携帯情報端末 9 2 0 1 を、それぞれ示す斜視図である。

【 0 3 7 0 】

図 3 3 (A) に示す携帯情報端末 9 2 0 0 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 9 0 0 1 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 9 2 0 0 は、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。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 9 2 0 0 は、接続端子 9 0 0 6 を有し、他の情報端末とコネクタ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 9 0 0 6 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 9 0 0 6 を介さずに無線給電により行ってもよい。

10

【 0 3 7 1 】

図 3 3 (B) に示す携帯情報端末 9 2 0 1 は、図 3 3 (A) に示す携帯情報端末と異なり、表示部 9 0 0 1 の表示面が湾曲していない。また、携帯情報端末 9 2 0 1 の表示部の外形が非矩形状 (図 3 3 (B) においては円形状) である。

20

【 0 3 7 2 】

図 3 3 (C) ~ (E) は、折り畳み可能な携帯情報端末 9 2 0 2 を示す斜視図である。なお、図 3 3 (C) が携帯情報端末 9 2 0 2 を展開した状態の斜視図であり、図 3 3 (D) が携帯情報端末 9 2 0 2 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 3 3 (E) が携帯情報端末 9 2 0 2 を折り畳んだ状態の斜視図である。

【 0 3 7 3 】

携帯情報端末 9 2 0 2 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 9 2 0 2 が有する表示部 9 0 0 1 は、ヒンジ 9 0 5 5 によって連結された 3 つの筐体 9 0 0 0 に支持されている。ヒンジ 9 0 5 5 を介して 2 つの筐体 9 0 0 0 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9 2 0 2 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、携帯情報端末 9 2 0 2 は、曲率半径 1 mm 以上 1 5 0 mm 以下で曲げることができる。

30

【 0 3 7 4 】

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 】

【 0 3 7 5 】

A N O 配線
C 1 容量素子
C 2 容量素子
C S C O M 配線
G 1 配線
G 2 配線
G 3 配線
G D 回路
S 1 配線
S 2 配線
S 3 配線
S D 回路
S W 1 スイッチ

40

50

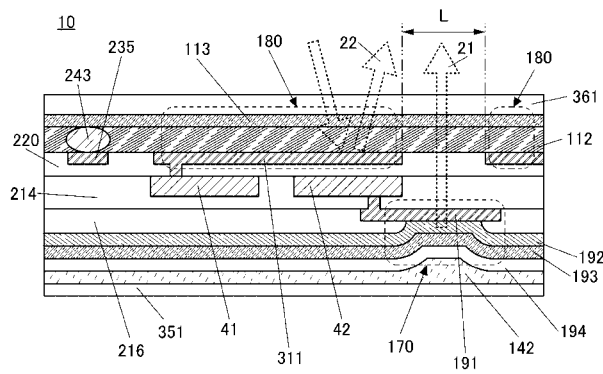
S W 2	スイッチ	
V C O M 1	配線	
V C O M 2	配線	
X 1	距離	
X 2	距離	
1 0	表示装置	
1 4	表示部	
2 1	発光	
2 2	反射光	
3 0	画素ユニット	10
3 1 B	第 1 の表示素子	
3 1 G	第 1 の表示素子	
3 1 p	画素	
3 1 R	第 1 の表示素子	
3 1 W	第 1 の表示素子	
3 2 B	第 2 の表示素子	
3 2 G	第 2 の表示素子	
3 2 p	画素	
3 2 R	第 2 の表示素子	
3 2 W	第 2 の表示素子	20
3 2 Y	第 2 の表示素子	
3 5 r	光	
3 5 t	光	
3 5 t r	光	
4 1	トランジスタ	
4 2	トランジスタ	
6 1	作製基板	
6 2	樹脂層	
6 3	絶縁層	
1 0 0	表示装置	30
1 1 0 a	トランジスタ	
1 1 0 b	トランジスタ	
1 1 0 c	トランジスタ	
1 1 0 d	トランジスタ	
1 1 0 e	トランジスタ	
1 1 0 f	トランジスタ	
1 1 0 g	トランジスタ	
1 1 0 h	トランジスタ	
1 1 2	液晶	
1 1 3	電極	40
1 1 7	絶縁層	
1 2 1	絶縁層	
1 3 1	着色層	
1 3 2	遮光層	
1 3 3 a	配向膜	
1 3 3 b	配向膜	
1 3 4	着色層	
1 3 5	偏光板	
1 4 1	接着層	
1 4 2	接着層	50

1 5 1	絶縁層	
1 7 0	発光素子	
1 8 0	液晶素子	
1 9 1	電極	
1 9 2	E L 層	
1 9 3	電極	
1 9 4	絶縁層	
2 0 1	トランジスタ	
2 0 3	トランジスタ	
2 0 4	接続部	10
2 0 5	トランジスタ	
2 0 6	トランジスタ	
2 0 7	接続部	
2 1 1	絶縁層	
2 1 2	絶縁層	
2 1 3	絶縁層	
2 1 4	絶縁層	
2 1 6	絶縁層	
2 1 7	絶縁層	
2 1 8	絶縁層	20
2 2 0	絶縁層	
2 2 1	導電層	
2 2 1 a	導電層	
2 2 1 b	導電層	
2 2 2 a	導電層	
2 2 2 b	導電層	
2 2 3	導電層	
2 3 1	半導体層	
2 3 5	導電層	
2 4 2	接続層	30
2 4 3	接続体	
2 5 2	接続部	
2 6 1	半導体層	
2 6 3 a	導電層	
2 6 3 b	導電層	
2 8 1	トランジスタ	
2 8 4	トランジスタ	
2 8 5	トランジスタ	
2 8 6	トランジスタ	
3 0 0	表示装置	40
3 0 0 A	表示装置	
3 0 0 B	表示装置	
3 0 0 C	表示装置	
3 1 1	電極	
3 1 1 a	電極	
3 1 1 b	電極	
3 1 1 c	導電層	
3 1 1 d	導電層	
3 1 1 e	導電層	
3 1 1 f	導電層	50

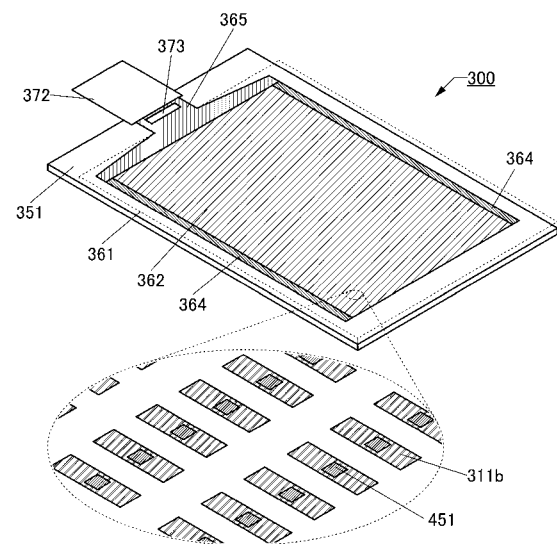
3 4 0	液 晶 素 子	
3 5 1	基 板	
3 6 0	発 光 素 子	
3 6 0 b	発 光 素 子	
3 6 0 g	発 光 素 子	
3 6 0 r	発 光 素 子	
3 6 0 w	発 光 素 子	
3 6 1	基 板	
3 6 2	表 示 部	
3 6 4	回 路	10
3 6 5	配 線	
3 7 2	F P C	
3 7 3	I C	
4 0 0	表 示 装 置	
4 1 0	画 素	
4 5 1	開 口	
8 0 0	携 帯 情 報 端 末	
8 0 1	筐 体	
8 0 2	筐 体	
8 0 3	表 示 部	20
8 0 4	表 示 部	
8 0 5	ヒンジ部	
8 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	30
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	F P C	40
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	
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	50

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

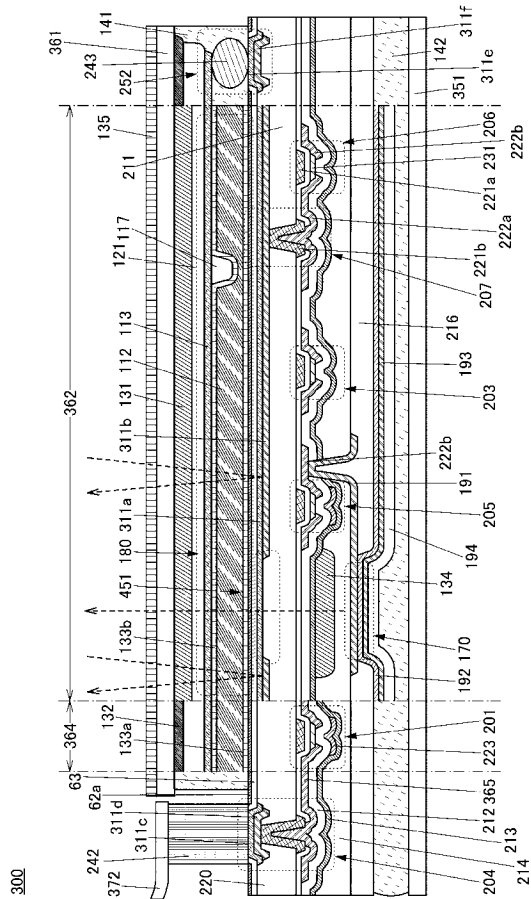
【図 1】



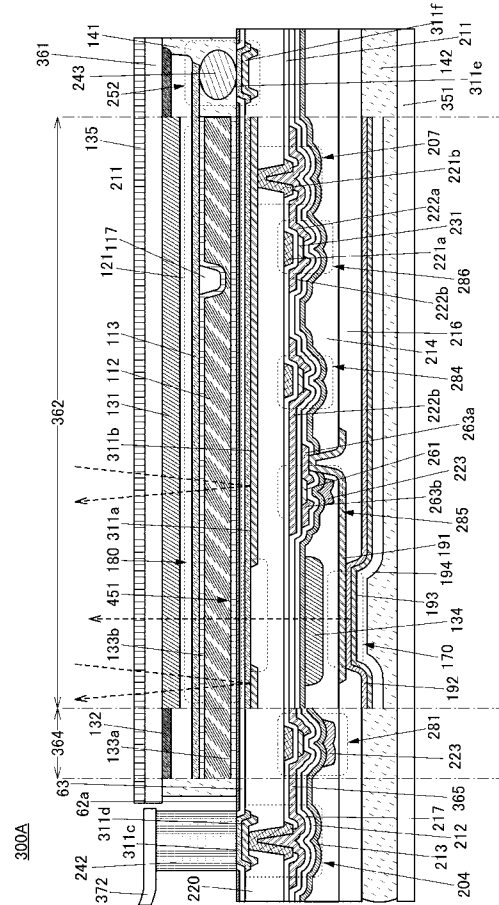
【図 2】



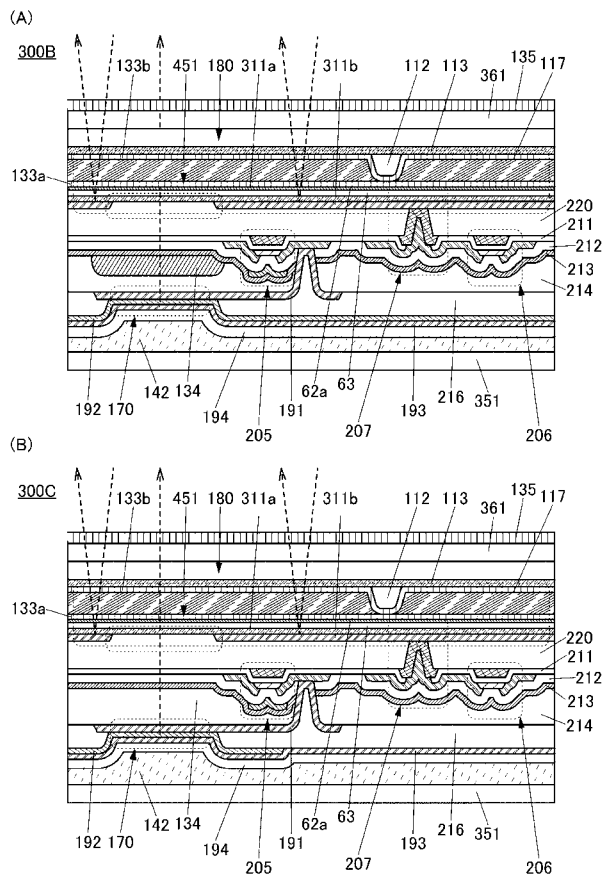
【図 3】



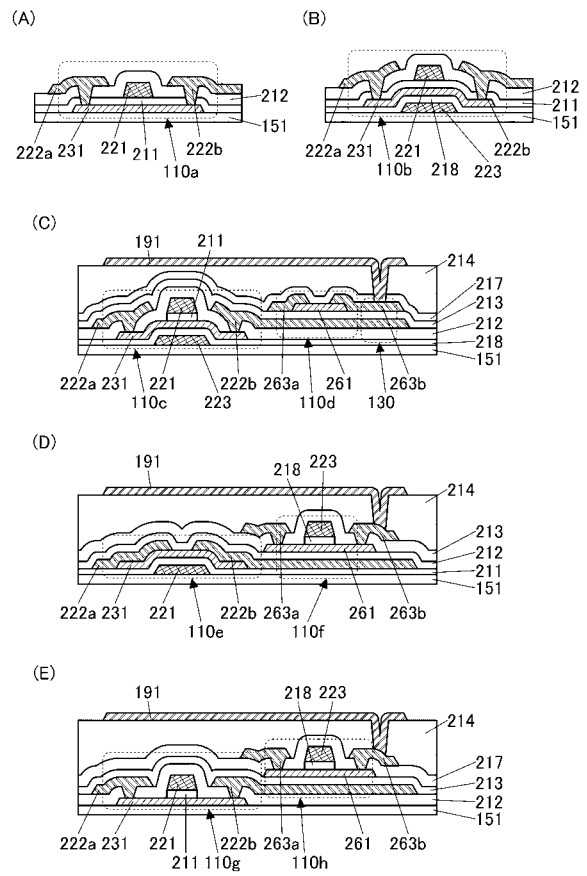
【図 4】



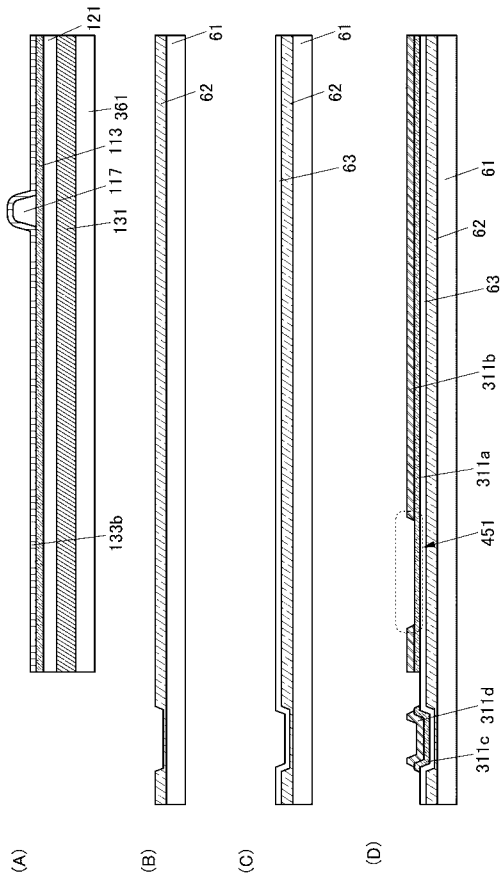
【図 5】



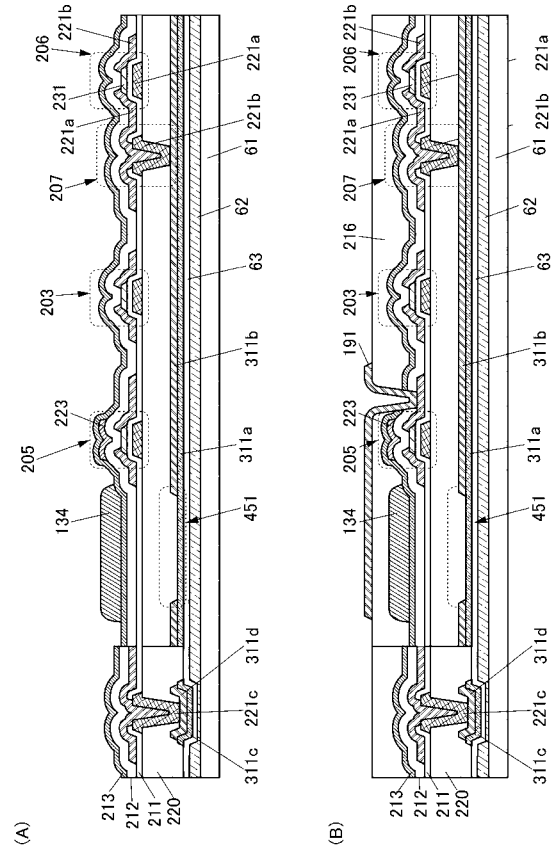
【図 6】



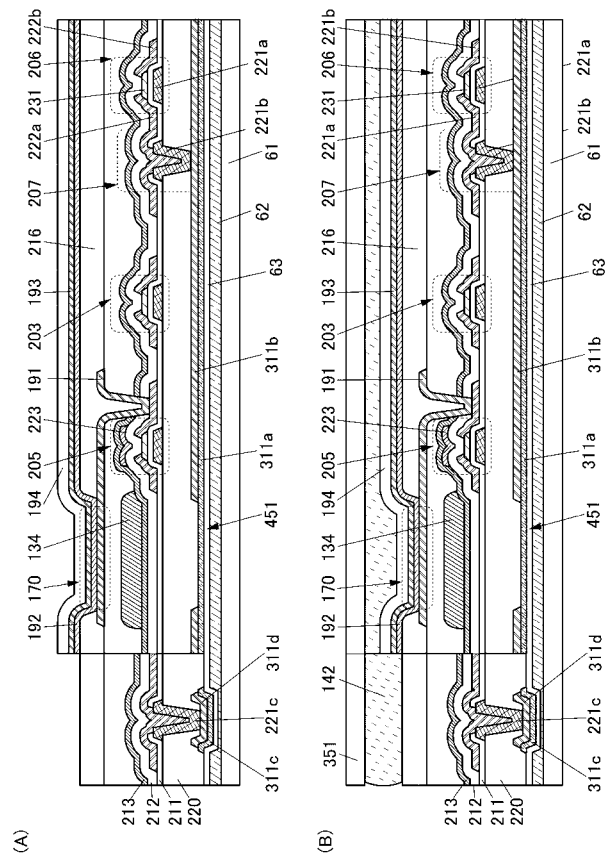
【図 7】



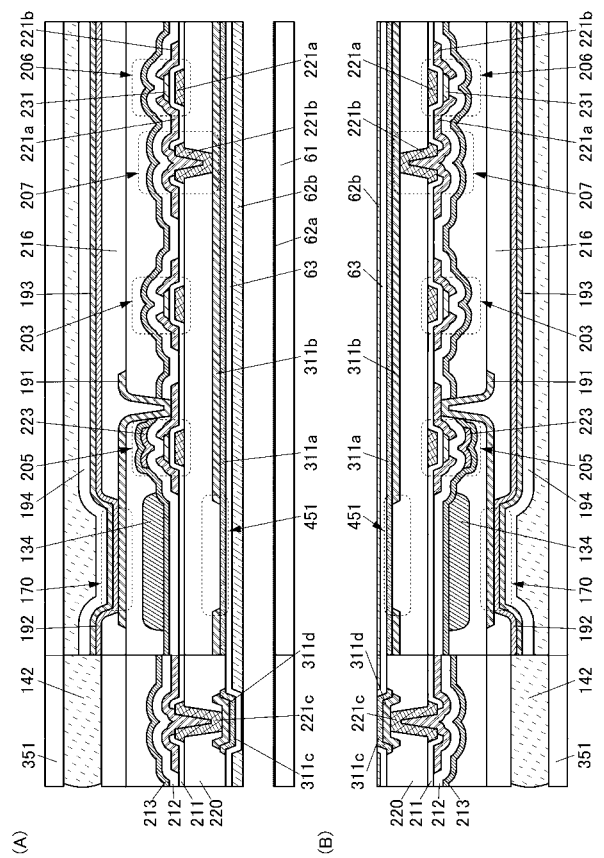
【図 8】



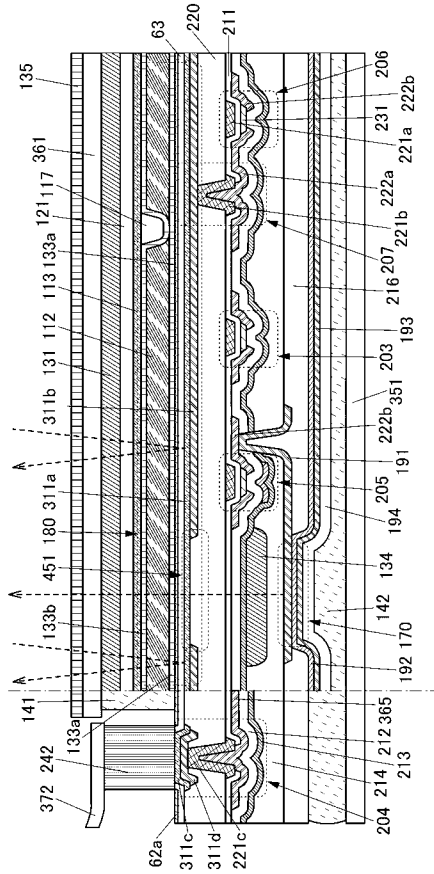
【図 9】



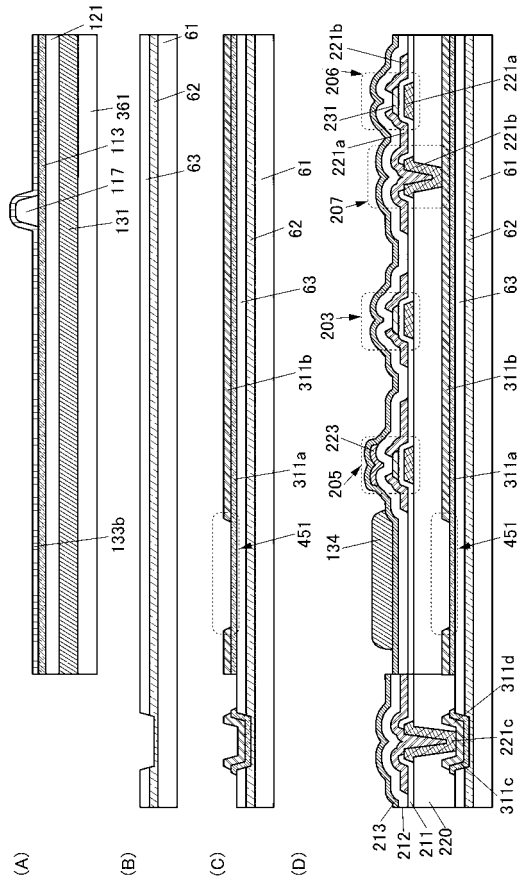
【図 10】



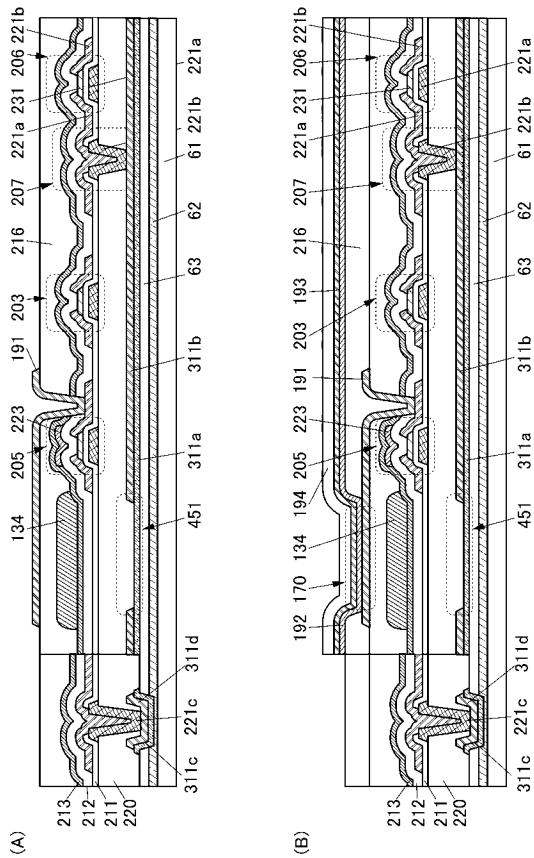
【図 1 1】



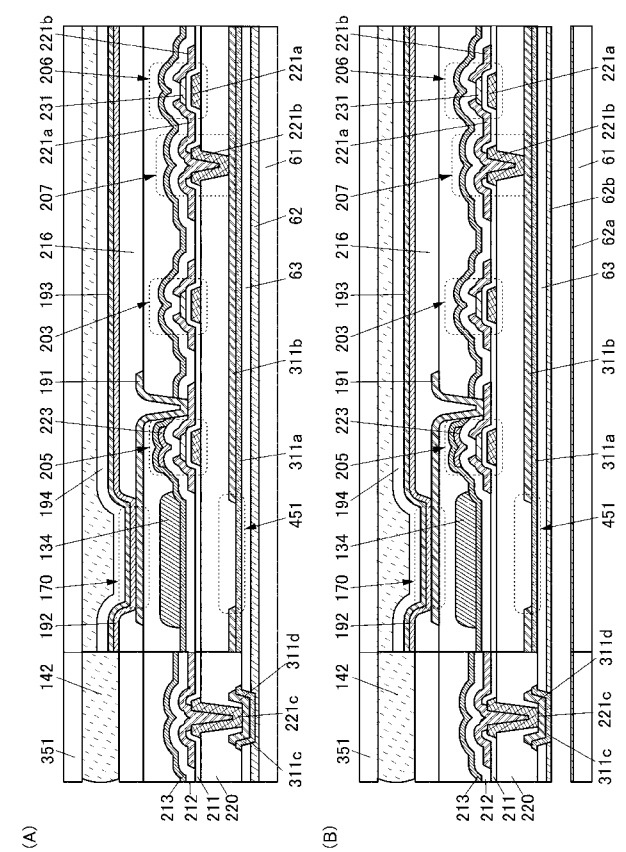
【図 1 2】



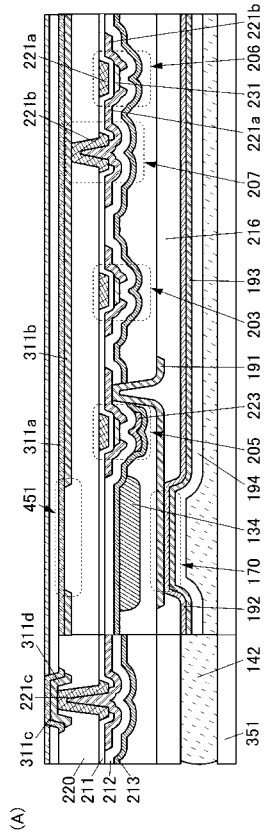
【図 1 3】



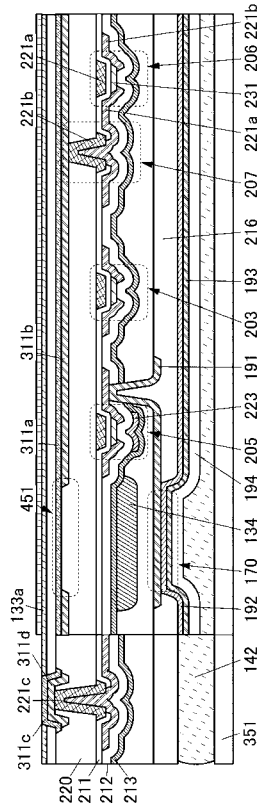
【図 1 4】



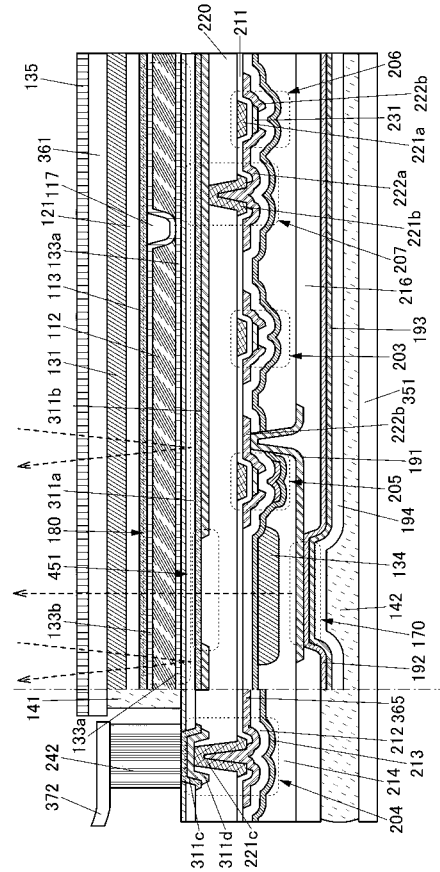
【図 15】



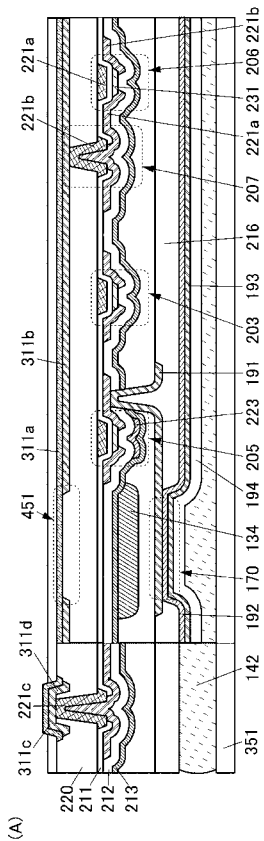
(B)



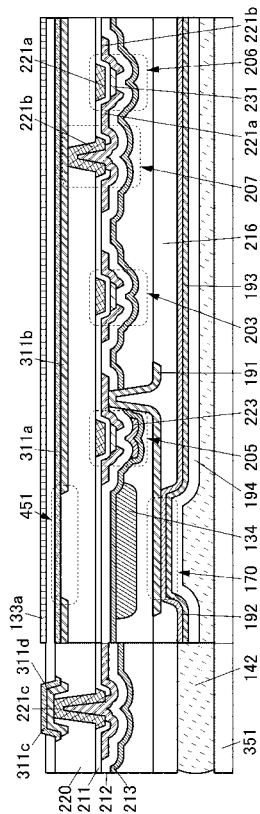
【図 16】



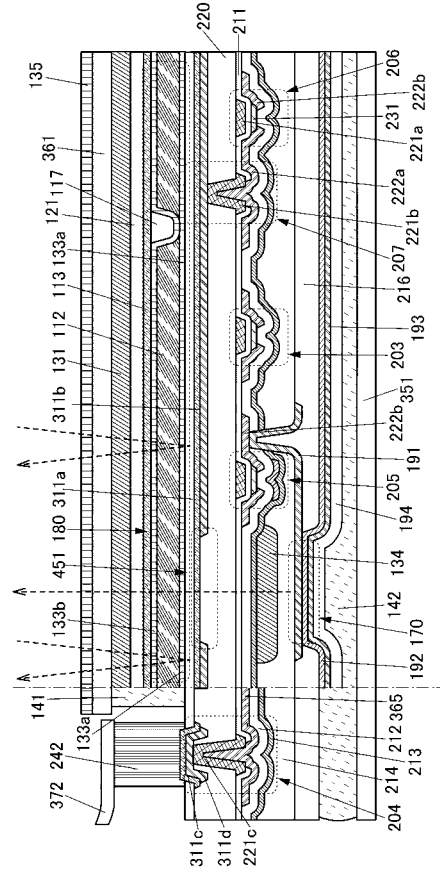
【図 17】



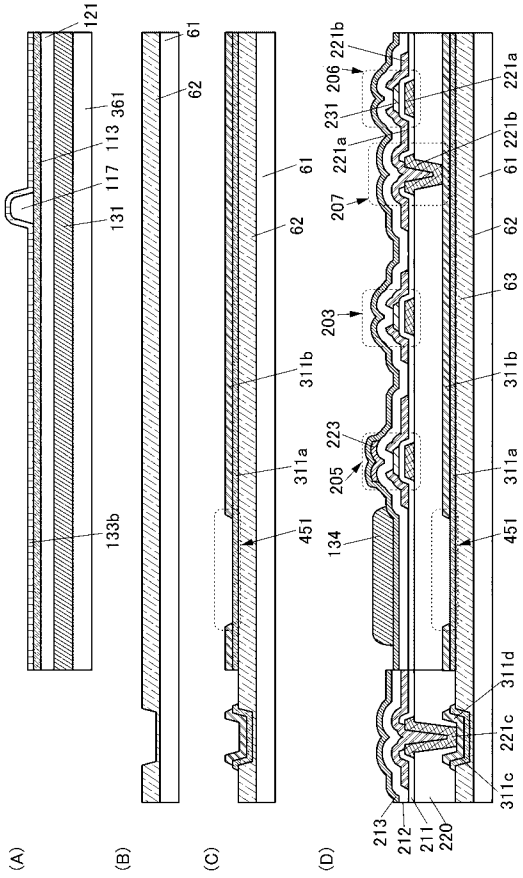
(B)



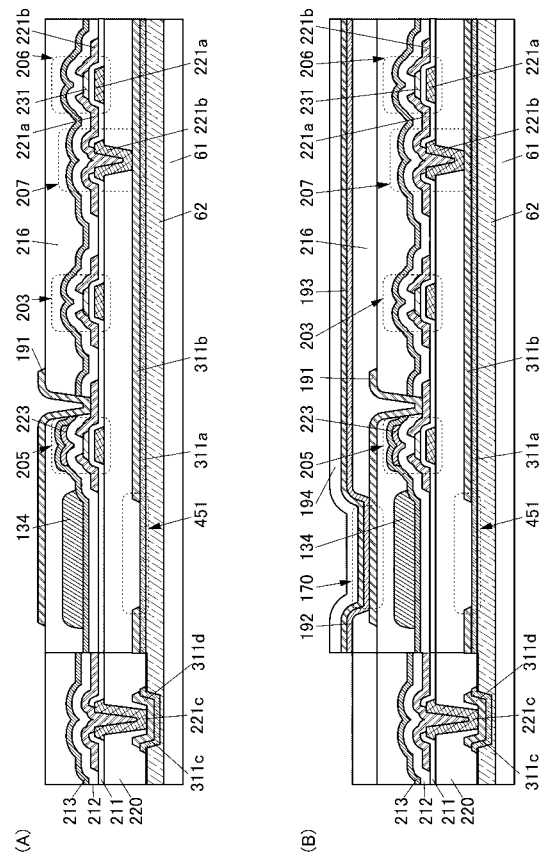
【図 18】



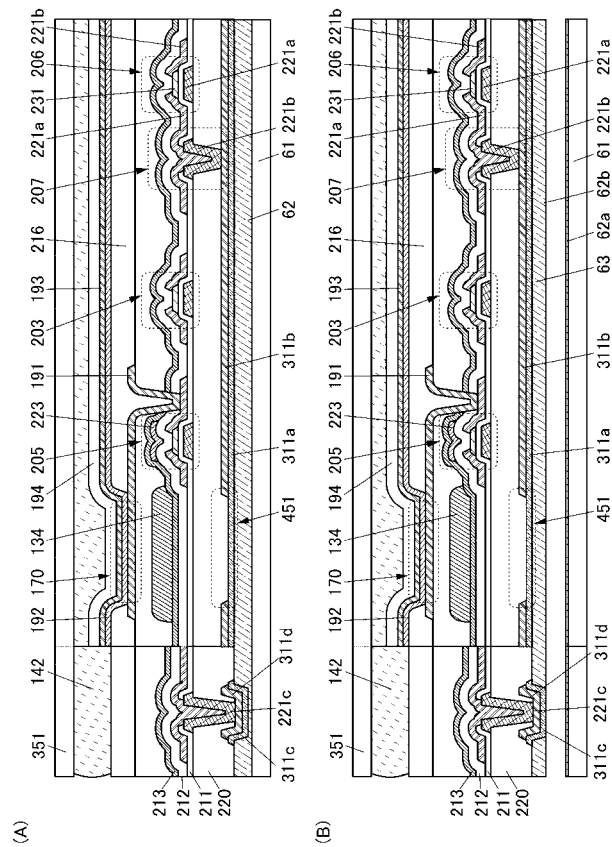
【図 19】



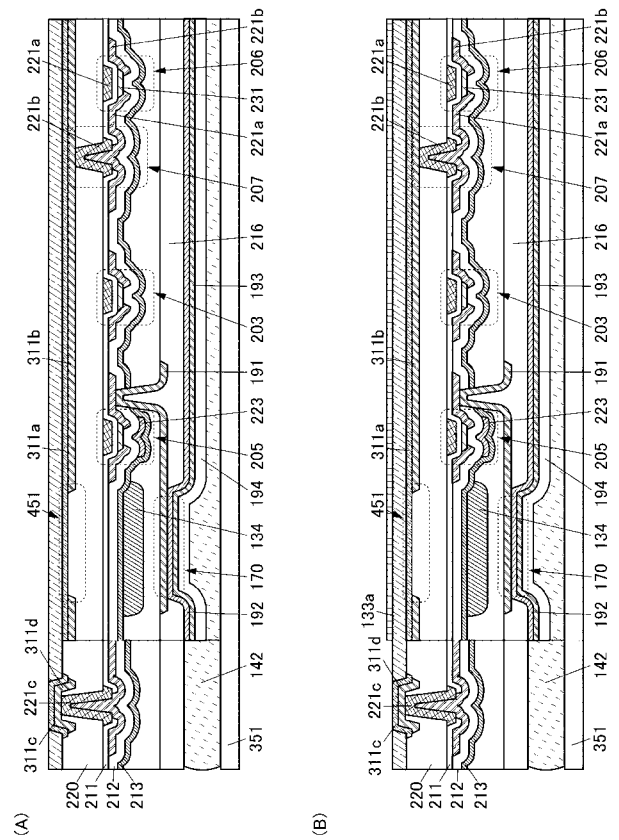
【図 20】



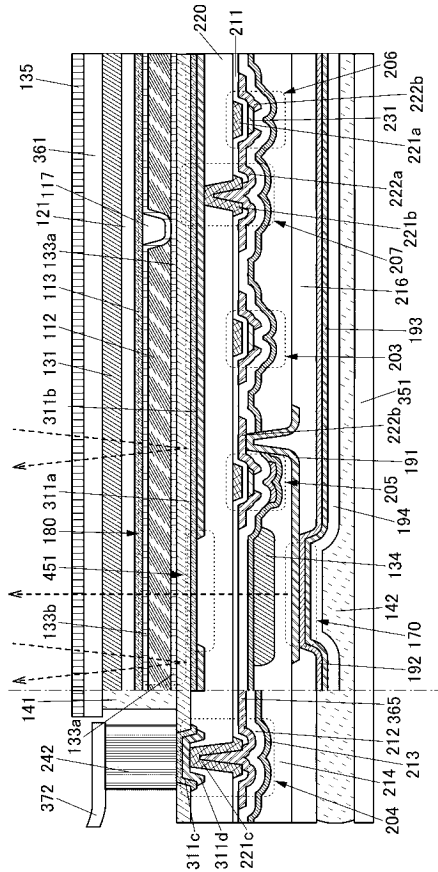
【図 21】



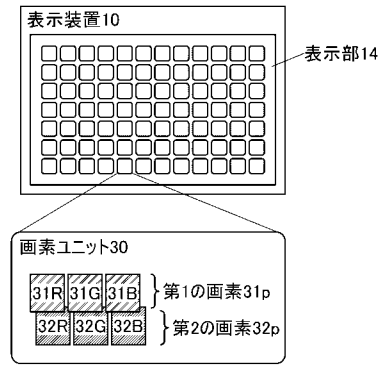
【図 22】



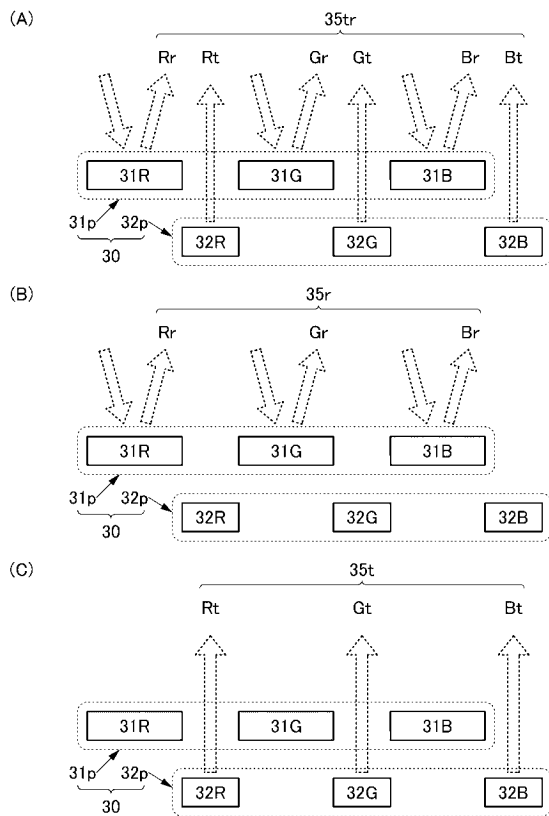
【図 2 3】



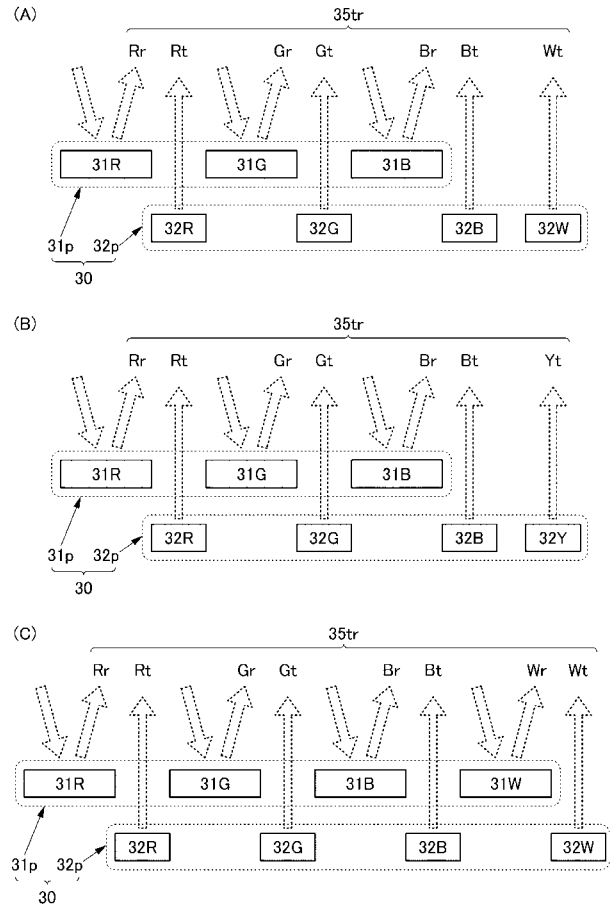
【図 2 4】



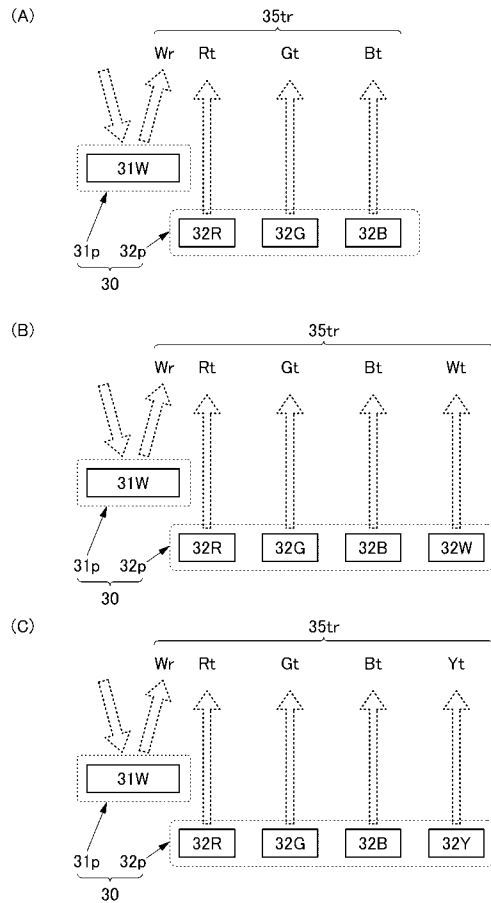
【図 2 5】



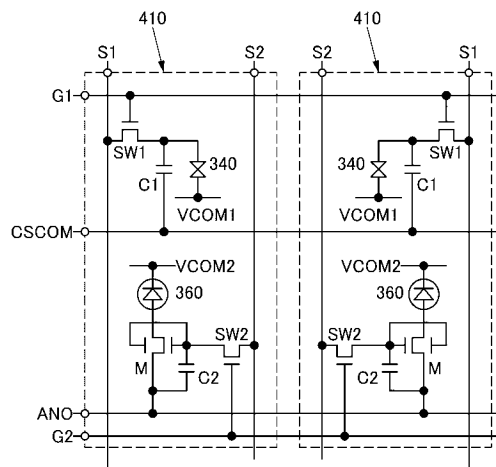
【図 2 6】



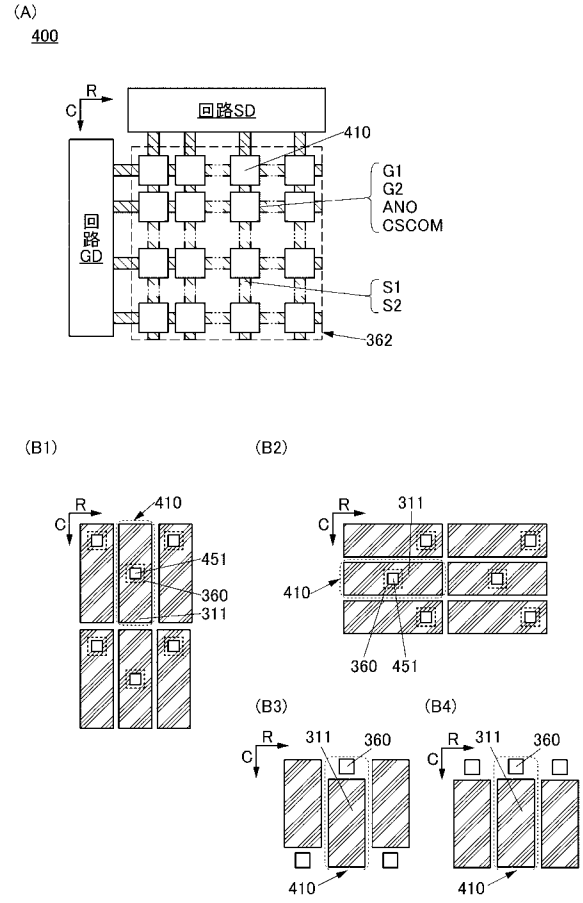
【図 27】



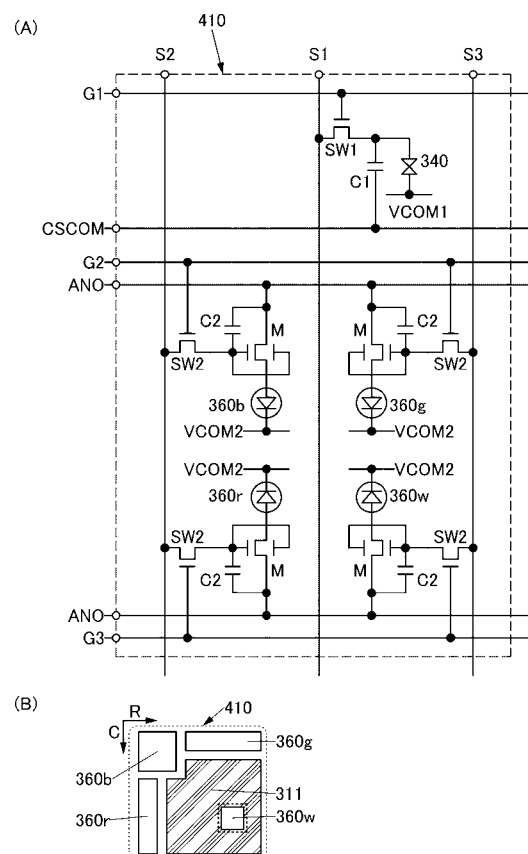
【図 29】



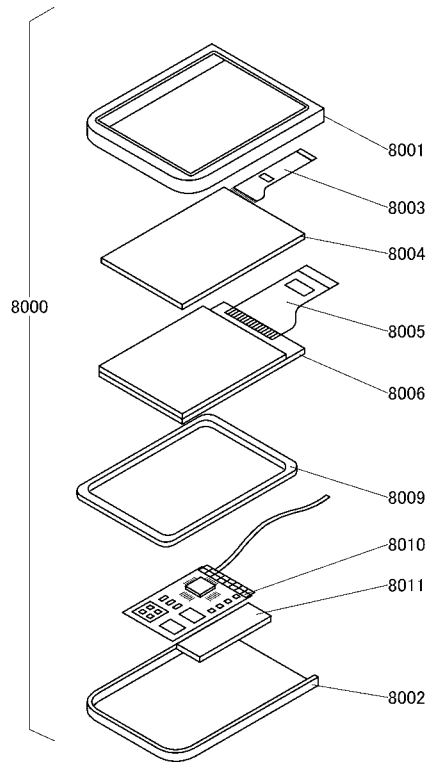
【図 28】



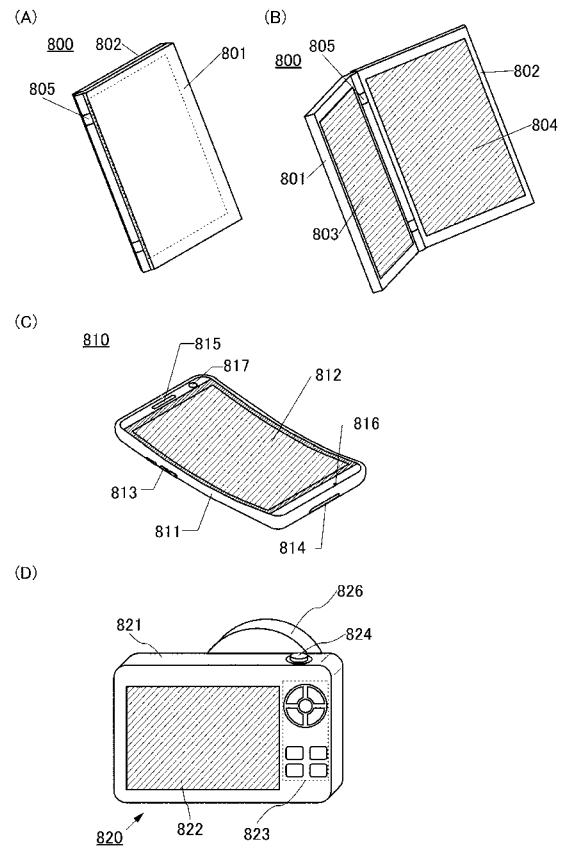
【図 30】



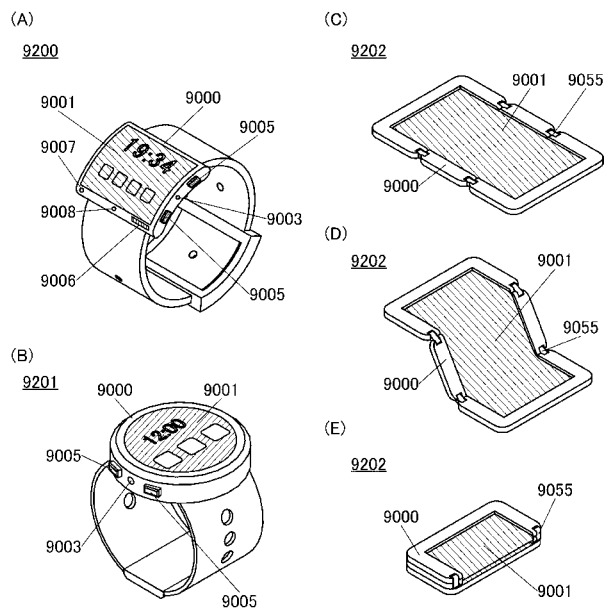
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G 0 9 F 9/46 (2006.01) G 0 9 F 9/46 Z

(72)発明者 高山 徹
 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 中田 昌孝
 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

F ターム(参考) 2H192 AA24 AA43 BA13 BC35 BC44 BC63 BC72 CB02 CB05 CB26
 CB37 CB83 EA22 EA43 FA65 FA74 FB03 FB22 FB27 FB46
 GD47 HA82 HA90 JA06 JA13 JA17 JA24 JA25 JA32 JA53
 JA64
 3K107 AA01 BB01 BB07 CC14 CC32 CC41 CC43 EE04 EE65 FF03
 FF15
 5C094 AA01 AA15 AA22 AA43 BA03 BA27 BA43 BA75 CA19 DA12
 DA13 FA02 FB01 FB02 FB04 FB14 FB15 GB01 HA03 HA08
 JA08 JA20
 5G435 AA01 AA16 AA17 AA18 BB05 BB12 CC09 HH13 HH14 KK05
 KK10 LL07 LL08 LL10 LL14

专利名称(译)	显示装置的制造方法，显示装置，显示模块和电子设备		
公开(公告)号	JP2018022149A	公开(公告)日	2018-02-08
申请号	JP2017141202	申请日	2017-07-20
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	谷中順平 熊倉佳代 佐藤将孝 井戸尻悟 高山徹 中田昌孝		
发明人	谷中 順平 熊倉 佳代 佐藤 将孝 井戸 尻 悟 高山 徹 中田 昌孝		
IPC分类号	G09F9/00 H01L51/50 H01L27/32 H05B33/10 G02F1/1368 G09F9/46		
FI分类号	G09F9/00.342 H05B33/14.A H01L27/32 H05B33/10 G02F1/1368 G09F9/46.Z		
F-TERM分类号	2H192/AA24 2H192/AA43 2H192/BA13 2H192/BC35 2H192/BC44 2H192/BC63 2H192/BC72 2H192/CB02 2H192/CB05 2H192/CB26 2H192/CB37 2H192/CB83 2H192/EA22 2H192/EA43 2H192/FA65 2H192/FA74 2H192/FB03 2H192/FB22 2H192/FB27 2H192/FB46 2H192/GD47 2H192/HA82 2H192/HA90 2H192/JA06 2H192/JA13 2H192/JA17 2H192/JA24 2H192/JA25 2H192/JA32 2H192/JA53 2H192/JA64 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB07 3K107/CC14 3K107/CC32 3K107/CC41 3K107/CC43 3K107/EE04 3K107/EE65 3K107/FF03 3K107/FF15 5C094/AA01 5C094/AA15 5C094/AA22 5C094/AA43 5C094/BA03 5C094/BA27 5C094/BA43 5C094/BA75 5C094/CA19 5C094/DA12 5C094/DA13 5C094/FA02 5C094/FB01 5C094/FB02 5C094/FB04 5C094/FB14 5C094/FB15 5C094/GB01 5C094/HA03 5C094/HA08 5C094/JA08 5C094/JA20 5G435/AA01 5G435/AA16 5G435/AA17 5G435/AA18 5G435/BB05 5G435/BB12 5G435/CC09 5G435/HH13 5G435/HH14 5G435/KK05 5G435/KK10 5G435/LL07 5G435/LL08 5G435/LL10 5G435/LL14		
优先权	2016144897 2016-07-22 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供低功耗的显示装置的制造方法。在第一基板361上形成第一公共电极113的步骤;形成厚度为1μm至3μm的树脂层的步骤，在树脂层中形成薄区域的步骤，在树脂层上形成第一像素电极311a的步骤，以及形成第一像素电极的步骤形成导电层311b以便与台阶同时覆盖第二区域的步骤，在第一像素电极上形成第一绝缘层220的步骤，在绝缘层上形成第二显示元件170，使用粘合剂142粘合制造基板和第二基板351，用激光照射树脂层，制造将基板与第一像素电极分离，在第一公共电极和第一像素电极之间设置液晶112，并粘合粘合剂141，第一基板和第二基板彼此结合以形成第一显示元件180。

300

