

(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2018-60196

(P2018-60196A)

(43) 公開日 平成30年4月12日 (2018. 4. 12)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2F 1/1333 (2006.01)	GO2F 1/1333	2H189
HO1L 29/786 (2006.01)	HO1L 29/78 618B	2H192
HO1L 21/336 (2006.01)	HO1L 29/78 612Z	2H291
GO2F 1/1339 (2006.01)	GO2F 1/1339	5F110
GO2F 1/1335 (2006.01)	GO2F 1/1335 520	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 66 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-192463 (P2017-192463)
 (22) 出願日 平成29年10月2日 (2017. 10. 2)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-195604 (P2016-195604)
 (32) 優先日 平成28年10月3日 (2016. 10. 3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 久保田 大介
 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 中野 賢
 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
 Fターム (参考) 2H189 AA10 AA14 AA27 AA31 DA09
 DA32 EA04X FA14 HA16 LA06
 LA10 LA14 LA19 LA20 NA03
 2H192 AA24 AA62 BC31 BC72 CB05
 CB37 EA43 FA65 FA74 GD23

最終頁に続く

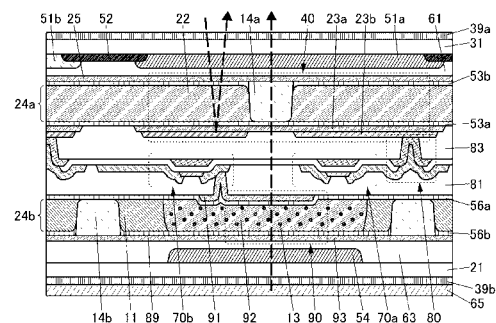
(54) 【発明の名称】 表示装置、表示モジュール、および表示装置の作製方法

(57) 【要約】

【課題】 外光の強度によらず視認性の高い表示装置を提供する。多様な表示方法を行うことのできる表示装置を提供する。低消費電力駆動が可能な表示装置を提供する。

【解決手段】 表示装置は、第1の電極と、第2の電極と、第1の液晶層と、第2の液晶層と、第1の着色層と、第1の絶縁層と、を有する。第1の液晶層と、第2の液晶層とは、第1の絶縁層を介して互いに重ねて設けられる。第1の電極は、可視光を反射する機能を有する。第2の電極は、第1の電極と重ならない部分を有し、且つ、可視光を透過する機能を有する。第2の液晶層は、第1の着色層及び第2の電極と重なる第1の部分と、第1の着色層と重ならない第2の部分と、を有する。第1の部分は、モノマーと、液晶と、を含み、第2の部分は、モノマーが重合したポリマーを含む。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の液晶層と、第 2 の液晶層と、第 1 の着色層と、第 1 の絶縁層と、を有し、

前記第 1 の液晶層と、前記第 2 の液晶層とは、前記第 1 の絶縁層を介して互いに重ねて設けられ、

前記第 1 の電極は、可視光を反射する機能を有し、

前記第 2 の電極は、前記第 1 の電極と重ならない部分を有し、且つ、可視光を透過する機能を有し、

前記第 2 の液晶層は、前記第 1 の着色層及び前記第 2 の電極と重なる第 1 の部分と、前記第 1 の着色層と重ならない第 2 の部分と、を有し、 10

前記第 1 の部分は、モノマーと、液晶と、を含み、

前記第 2 の部分は、前記モノマーが重合したポリマーを含む、

表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 1 の液晶層を挟んで前記第 1 の電極と対向する第 3 の電極と、

前記第 2 の液晶層を挟んで前記第 2 の電極と対向する第 4 の電極と、を有し、

前記第 3 の電極及び前記第 4 の電極は、それぞれ可視光を透過する機能を有する、

表示装置。 20

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、

前記着色層と前記第 2 の電極とは、前記第 2 の液晶層を挟んで互いに重なる部分を有する、

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、

可視光を透過し、且つ絶縁性を有する第 1 の構造体を有し、

前記第 1 の構造体は、側面が前記第 1 の液晶層に覆われるように設けられ、

前記第 1 の構造体は、前記第 1 の電極と重ならず、且つ前記第 2 の電極と重なる部分を有する、 30

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、

絶縁性を有する第 2 の構造体を有し、

前記第 2 の構造体は、側面が前記第 2 の液晶層の前記第 2 の部分に接して設けられる、

表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一において、

同一面上に設けられた、第 1 のトランジスタ及び第 2 のトランジスタを有し、 40

前記第 1 のトランジスタと前記第 2 のトランジスタとは、それぞれ前記第 1 の絶縁層と前記第 2 の液晶層との間に位置し、

前記第 1 のトランジスタは、前記第 1 の絶縁層に設けられた開口を介して前記第 1 の電極と電氣的に接続され、

前記第 2 のトランジスタは、前記第 2 の電極と電氣的に接続されている、

表示装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記第 1 のトランジスタ及び前記第 2 のトランジスタは、それぞれチャネルが形成される半導体層に、金属酸化物を含む、 50

表示装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載の表示装置と、
第 1 の偏光板と、第 2 の偏光板と、バックライトユニットと、を有し、
前記第 1 の偏光板は、前記表示装置の前記第 1 の液晶層よりも外側に位置し、
前記第 2 の偏光板は、前記表示装置の前記第 2 の液晶層よりも外側に位置し、
前記バックライトユニットは、前記第 2 の偏光板よりも外側に位置し、且つ、前記第 2 の液晶層側に光を射出する機能を有する、
表示モジュール。

【請求項 9】

第 1 の基板上に第 1 の電極を形成する第 1 の工程と、
第 2 の基板上に着色層を形成する第 2 の工程と、
液晶、モノマー及び重合開始剤を含む液晶層を挟み、且つ、前記着色層と前記第 1 の電極とが互いに重ならない部分を有するように、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを貼り合わせる第 3 の工程と、
前記第 2 の基板側から前記着色層及び前記液晶層に光を照射し、前記着色層と重ならない領域において、前記液晶層中の前記モノマーを重合させる第 4 の工程と、を有する、
表示装置の作製方法。

【請求項 10】

支持基板上に、第 1 の電極と、当該第 1 の電極を覆う絶縁層と、当該絶縁層上に前記第 1 の電極と重ならない部分を有する第 2 の電極を形成する第 1 の工程と、
第 2 の基板上に、着色層と、当該着色層上に第 4 の電極を形成する第 2 の工程と、
液晶、モノマー及び重合開始剤を含む第 2 の液晶層を挟み、且つ、前記着色層と前記第 1 の電極とが互いに重ならない部分を有するように、且つ、前記着色層と前記第 2 の電極とが互いに重なる部分を有するように、前記支持基板と前記第 2 の基板とを貼り合わせる第 3 の工程と、
前記第 2 の基板側から前記着色層及び前記第 2 の液晶層に光を照射し、前記着色層と重ならない領域において、前記第 2 の液晶層中の前記モノマーを重合させる第 4 の工程と、
前記支持基板と、前記第 1 の電極との間で剥離し、前記支持基板を除去する第 5 の工程と、
前記第 2 の基板と第 1 の基板とを、当該第 1 の基板と前記第 1 の電極との間に液晶を含む第 1 の液晶層を挟むように貼り合わせる第 6 の工程と、を有する、
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、表示装置に関する。本発明の一態様は、表示装置の作製方法に関する。本発明の一態様は、液晶素子を有する表示装置、及びそ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、入出力装置、それらの駆動方法、又はそれらの製造方法、を一例として挙げることができる。

【0003】

なお、本明細書等において、半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指す。トランジスタ、半導体回路、演算装置、記憶装置等は半導体装置の一態様である。また、撮像装置、電気光学装置、発電装置（薄膜太陽電池、有機薄膜太陽電池等を含む）、及び電子機器は半導体装置を有している場合がある。

【背景技術】

【0004】

表示装置の一つとして、液晶素子を備える液晶表示装置がある。例えば、画素電極をマトリクス状に配置し、画素電極の各々に接続するスイッチング素子としてトランジスタを用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置が注目を集めている。

【 0 0 0 5 】

例えば、画素電極の各々に接続するスイッチング素子として、金属酸化物をチャネル形成領域とするトランジスタを用いるアクティブマトリクス型液晶表示装置が知られている。(特許文献 1 及び特許文献 2)

【 0 0 0 6 】

アクティブマトリクス型液晶表示装置には大きく分けて透過型と反射型の二種類のタイプが知られている。

10

【 0 0 0 7 】

透過型の液晶表示装置は、冷陰極蛍光ランプや L E D (L i g h t E m i t t i n g D i o d e) などのバックライトを用い、液晶の光学変調作用を利用して、バックライトからの光が液晶を透過して液晶表示装置外部に出力される状態と、出力されない状態とを選択し、明と暗の表示を行わせ、さらにそれらを組み合わせることで、画像表示を行うものである。

【 0 0 0 8 】

また、反射型の液晶表示装置は、液晶の光学変調作用を利用して、外光、即ち入射光が画素電極で反射して装置外部に出力される状態と、入射光が装置外部に出力されない状態とを選択し、明と暗の表示を行わせ、さらにそれらを組み合わせることで、画像表示を行うものである。反射型の液晶表示装置は、透過型の液晶表示装置と比較して、バックライトを使用しないため、消費電力が少ないといった長所を有する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 2 3 8 6 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 9 6 0 5 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

携帯電話、スマートフォン、タブレット端末、スマートウォッチ等の携帯用途において、これらに組み込まれる表示装置として、厚さの低減、軽量化、低消費電力駆動が可能なことなどが求められている。

30

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様は、外光の強度によらず視認性の高い表示装置を提供することを課題の一とする。または、多様な表示方法を行うことのできる表示装置を提供することを課題の一とする。または、低消費電力駆動が可能な表示装置を提供することを課題の一とする。

【 0 0 1 2 】

または、本発明の一態様は、厚さの薄い表示装置を提供することを課題の一とする。または、軽量の表示装置を提供することを課題の一とする。または、曲げることのできる表示装置を提供することを課題の一とする。または、強度の高い表示装置を提供することを課題の一とする。または、新規な表示装置を提供することを課題の一とする。

40

【 0 0 1 3 】

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

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様は、第 1 の電極と、第 2 の電極と、第 1 の液晶層と、第 2 の液晶層と、第 1 の着色層と、第 1 の絶縁層と、を有する表示装置である。第 1 の液晶層と、第 2 の液

50

晶層とは、第 1 の絶縁層を介して互いに重ねて設けられる。第 1 の電極は、可視光を反射する機能を有する。第 2 の電極は、第 1 の電極と重ならない部分を有し、且つ、可視光を透過する機能を有する。第 2 の液晶層は、第 1 の着色層及び第 2 の電極と重なる第 1 の部分と、第 1 の着色層と重ならない第 2 の部分と、を有する。第 1 の部分は、モノマーと、液晶と、を含み、第 2 の部分は、モノマーが重合したポリマーを含む。

【0015】

また、上記において、第 1 の液晶層を挟んで第 1 の電極と対向する第 3 の電極と、第 2 の液晶層を挟んで第 2 の電極と対向する第 4 の電極と、を有することが好ましい。このとき、第 3 の電極及び第 4 の電極は、それぞれ可視光を透過する機能を有することが好ましい。

10

【0016】

また、上記において、着色層と第 2 の電極とは、第 2 の液晶層を挟んで互いに重なる部分を有することが好ましい。

【0017】

また、上記において、可視光を透過し、且つ絶縁性を有する第 1 の構造体を有することが好ましい。このとき、第 1 の構造体は、側面が第 1 の液晶層に覆われるように設けられていることが好ましい。また、第 1 の構造体は、第 1 の電極と重ならず、且つ第 2 の電極と重なる部分を有することが好ましい。

【0018】

また、上記において、絶縁性を有する第 2 の構造体を有することが好ましい。このとき、第 2 の構造体は、側面が前記第 2 の液晶層の前記第 2 の部分に接して設けられることが好ましい。

20

【0019】

また、上記において、同一面上に設けられた、第 1 のトランジスタ及び第 2 のトランジスタを有することが好ましい。このとき、第 1 のトランジスタと第 2 のトランジスタとは、それぞれ第 1 の絶縁層と第 2 の液晶層との間に位置することが好ましい。また、第 1 のトランジスタは、第 1 の絶縁層に設けられた開口を介して第 1 の電極と電気的に接続され、第 2 のトランジスタは、第 2 の電極と電気的に接続されていることが好ましい。またこのとき、第 1 のトランジスタ及び第 2 のトランジスタは、それぞれチャンネルが形成される半導体層に、金属酸化物を含むことが好ましい。

30

【0020】

また、本発明の他の一態様は、上記いずれかの表示装置と、第 1 の偏光板と、第 2 の偏光板と、バックライトユニットと、を有する表示モジュールである。このとき、第 1 の偏光板は、表示装置の第 1 の液晶層よりも外側に位置し、第 2 の偏光板は、表示装置の第 2 の液晶層よりも外側に位置し、バックライトユニットは、第 2 の偏光板よりも外側に位置し、且つ、第 2 の液晶層側に光を射出する機能を有する。

【0021】

また、本発明の他の一態様は、第 1 の基板上に第 1 の電極を形成する第 1 の工程と、第 2 の基板上に着色層を形成する第 2 の工程と、液晶、モノマー及び重合開始剤を含む液晶層を挟み、且つ、着色層と第 1 の電極とが互いに重ならない部分を有するように、第 1 の基板と第 2 の基板とを貼り合わせる第 3 の工程と、第 2 の基板側から着色層及び液晶層に光を照射し、着色層と重ならない領域において、液晶層中のモノマーを重合させる第 4 の工程と、を有する、表示装置の作製方法である。

40

【0022】

また、本発明の他の一態様は、支持基板上に、第 1 の電極と、当該第 1 の電極を覆う絶縁層と、当該絶縁層上に第 1 の電極と重ならない部分を有する第 2 の電極を形成する第 1 の工程と、第 2 の基板上に、着色層と、当該着色層上に第 4 の電極を形成する第 2 の工程と、液晶、モノマー及び重合開始剤を含む第 2 の液晶層を挟み、且つ、着色層と第 1 の電極とが互いに重ならない部分を有するように、且つ着色層と第 2 の電極とが互いに重なる部分を有するように、支持基板と第 2 の基板とを貼り合わせる第 3 の工程と、第 2 の基板側

50

から着色層及び第２の液晶層に光を照射し、着色層と重ならない領域において、第２の液晶層中のモノマーを重合させる第４の工程と、支持基板と、第１の電極との間で剥離し、支持基板を除去する第５の工程と、第２の基板と第１の基板とを、当該第１の基板と第１の電極との間に液晶を含む第１の液晶層を挟むように貼り合わせる第６の工程と、を有する、表示装置の作製方法である。

【発明の効果】

【００２３】

本発明の一態様によれば、外光の強度によらず視認性の高い表示装置を提供できる。または、多様な表示方法を行うことのできる表示装置を提供できる。または、低消費電力駆動が可能な表示装置を提供できる。

10

【００２４】

本発明の一態様によれば、厚さの薄い表示装置を提供できる。または、軽量の表示装置を提供できる。または、曲げることのできる表示装置を提供できる。または、強度の高い表示装置を提供できる。または、低消費電力駆動が可能な表示装置を提供できる。または、新規な表示装置を提供できる。

【００２５】

なお、本発明の一態様は、必ずしもこれらの効果の全てを有する必要はない。なお、明細書、図面、請求項などの記載から、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】

【００２６】

20

【図１】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図２】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図３】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図４】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図５】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図６】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図７】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図８】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図９】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図１０】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

30

【図１１】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図１２】実施の形態に係る、表示装置の作製方法を説明する図。

【図１３】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図１４】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図１５】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図１６】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図１７】実施の形態にかかる、表示装置の模式図及び状態遷移図。

【図１８】実施の形態にかかる、回路図及びタイミングチャート。

【図１９】実施の形態に係る、表示装置の構成例。

【図２０】実施の形態に係る、表示装置の回路図。

40

【図２１】実施の形態に係る、表示装置の回路図。

【図２２】実施の形態に係る、表示装置の回路図。

【図２３】実施の形態に係る、表示モジュールの構成例。

【図２４】実施の形態に係る、電子機器の構成例。

【図２５】実施の形態に係る、電子機器の構成例。

【図２６】実施の形態に係る、電子機器の構成例。

【発明を実施するための形態】

【００２７】

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

50

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。

【0028】

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。

【0029】

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

10

【0030】

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

【0031】

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

【0032】

20

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成例、および表示装置の作製方法例について説明する。

【0033】

本発明の一態様の表示装置は、複数の液晶素子を含む。液晶素子は、一对の電極と、液晶層を含む。一对の電極のうち、一方は画素電極として機能し、他方は共通電極として機能する。液晶層は、一对の基板の間に設けることができる。

【0034】

液晶素子は反射型の液晶素子、または透過型の液晶素子とすることができる。反射型の液晶素子とする場合、画素電極として可視光を反射する導電層を用いることができる。また、透過型の液晶素子とする場合、画素電極として可視光を透過する導電層を用いることができる。

30

【0035】

また、表示装置は、画素電極と重なる位置に着色層を有する。着色層は、液晶素子の光路上に位置するように配置することができる。

【0036】

液晶層は、画素電極及び着色層と重なる第1の部分と、着色層と重ならない第2の部分とを有する。第2の部分は、隣接する2つの画素電極の間の領域と重なる部分とも言うことができる。

【0037】

40

第1の部分は、モノマー及び液晶を含み、第2の部分は、当該モノマーが重合したポリマー（高分子材料）を含む。第2の部分において、ポリマーは一对の基板を接着する柱状の隔壁の骨子を構成する。また第2の部分には、液晶が含まれていてもよいし、柱状の隔壁がポリマーと液晶を含んでいてもよい。

【0038】

液晶層の第2の部分に設けられた、ポリマーを含む柱状の隔壁は、隣り合う2つの液晶素子の間に配置され、隣接する2つの液晶素子間における液晶を分離する機能を有する。そのため、当該ポリマーを含む柱状の隔壁はポリマーウォールとも呼ぶこともできる。1つの液晶素子は第1の部分において、当該隔壁と、一对の基板とに取り囲まれた液晶を有する構成とすることができる。隔壁により、隣の液晶素子が有する液晶の配向状態の影響

50

を受けにくくなるため、コントラストなどが向上し、より鮮やかな表示が可能な表示装置を実現できる。なお、1つの液晶素子の液晶は、隣接する液晶素子の液晶と完全に分離されている必要はなく、隣接する2つの液晶素子間に少なくとも一つ以上の島状の隔壁が存在する領域を有する構成とすればよい。

【0039】

本発明の一態様の表示装置を作製する際、一对の基板の一方に着色層を形成し、他方に画素電極を形成する。また、液晶層には、液晶と、モノマーと、重合開始剤を含む材料を用いる。続いて、液晶層を挟むように、着色層が形成された基板と画素電極が形成された基板とを貼り合せた後、着色層側から光を照射する。このとき、着色層を遮光マスクとして用いることができるため、液晶層の一部に対して光を照射することにより、着色層と重ならない領域において、モノマーが重合してポリマーに変化する。これにより、着色層と重ならない位置に、ポリマーを含む隔壁を形成することができる。

10

【0040】

ここで、液晶層の一部に照射する光としては、着色層が吸収しうる波長の光であって、且つ、表示の際に用いる可視光の波長領域よりも外側の波長の光を好適に用いることができる。例えば、紫外線や赤外線を用いることができる。特に、波長100nm～400nmの紫外線を用いることが好ましい。

【0041】

上記方法によれば、光の照射の際に、遮光層として機能する着色層と液晶層との間の距離が極めて近い状態で光を照射することが可能となる。例えば、一对の基板の間に液晶層を挟んだ状態で、遮光マスクを用いて基板越しに光を照射した場合、光の散乱や回折等により意図しない領域にまで光が照射されてしまい、ポリマーが形成される領域が広がってしまう場合がある。一方、上記方法によれば、着色層と液晶層との距離が極めて近いいため、上述した光の散乱などの影響が極めて小さく、所望の位置に高い精度でポリマーを形成することができる。

20

【0042】

さらに、カラー表示のための着色層が、ポリマーの形成時の遮光層を兼ねるため、工程を増やすことなく、低コストで表示装置を作製することができる。また、着色層は任意の位置に形成することができるため、画素電極や、そのほかの配線の位置などに制限されることなく、隔壁を形成する領域を自由に決定することが可能となる。

30

【0043】

本発明の一態様の表示装置は、一对の基板を接着するポリマーを含む隔壁を、隣接画素間に配置することが可能となるため、基板間の接着強度が極めて高い。また隔壁は一对の基板間の距離を保持するためのギャップスペーサとして機能させることもできる。そのため、表示面を押す、または表示装置を曲げるなどの外力が加わった際や、表示装置を振動させたときなどに、液晶素子のセルギャップが変化しにくいいため、セルギャップが変化することによる干渉や色の変化などが生じにくい。

【0044】

また上述した方法を用いることで、任意の位置に高い精度でポリマーを形成することができる。また遮光マスクなどを用いてポリマーを形成する場合に比べて、径の小さなポリマーを高密度に配置することが可能となる。そのため、極めて高精細な表示装置を作製することが可能となる。本発明の一態様の方法を用いることで、例えば、表示部の精細度が300ppi以上、または500ppi以上、または800ppi以上、または1000ppi以上であって、3000ppi以下、または4000ppi以下、または5000ppi以下の極めて高精細な表示装置を実現することも可能となる。

40

【0045】

また、本発明の一態様は、反射型の表示素子と、透過型の表示素子の両方を有し、透過モード、反射モード、およびハイブリッドモードの表示を行うことのできる、表示装置（表示パネル）であることが好ましい。このような表示パネルを、TR-Hybrid Display (Transmission and Reflection Hybrid

50

d Display、または、Transmission/Reflection Hybrid Display)とも呼ぶことができる。

【0046】

本明細書等において、ハイブリッド表示(ハイブリッドモード)とは、1つのパネルにおいて、反射光と、透過光とを併用して、色調または光強度を互いに補完して、文字または画像を表示する方法である。または、ハイブリッド表示とは、同一画素または同一副画素において複数の表示素子から、それぞれの光を用いて、文字、画像、またはその両方を表示する方法である。ただし、ハイブリッド表示を行っているハイブリッドディスプレイを局所的にみると、複数の表示素子のいずれかーを用いて表示される画素または副画素と、複数の表示素子の二以上を用いて表示される画素または副画素と、を有する場合がある。

10

【0047】

なお、本明細書等において、上記構成のいずれか1つまたは複数の表現を満たすものを、ハイブリッド表示という。

【0048】

また、ハイブリッドディスプレイは、ひとつの画素またはひとつの副画素に複数の表示素子を有する。なお、複数の表示素子としては、例えば、光を反射する反射型素子と、光を透過する透過型素子とが挙げられる。なお、反射型素子と、透過型素子とは、それぞれ独立に制御することができる。ハイブリッドディスプレイは、表示部において、反射光、及び透過光のいずれか一方または双方を用いて、文字、画像、またはその両方を表示する機能を有する。

20

【0049】

このような表示装置の一例として、一对の基板の間に、反射型の液晶素子を構成する第1の液晶層と、透過型の液晶素子を構成する第2の液晶層とが積層された構成とすることができる。このとき、第1の液晶層または第2の液晶層のいずれか一方に、上記ポリマーウォールを形成することができる。先に形成する液晶層に着色層を遮光層として用いてポリマーウォールを形成し、その後、他方の液晶層を形成することで、歩留り良く表示装置を作製することができる。

【0050】

以下では、本発明の一態様の表示装置の構成例、及び作製方法の例について、図面を参照して説明する。

30

【0051】

なお、以下では「上」、「下」などの向きを示す表現は、基本的には図面の向きと合わせて用いるものとする。しかしながら、説明を容易にするためなどの目的で、明細書中の「上」または「下」が意味する向きが、図面とは一致しない場合がある。一例としては、積層体等の構成を積層順(または形成順)に説明する場合に、図面において当該積層体が設けられる側の面(被形成面、支持面、接着面、平坦面など)が当該積層体よりも上側に位置していても、その向きを下、これとは反対の向きを上、などと表現する場合がある。

【0052】

[構成例1]

40

図1(A)は、本発明の一態様の表示装置10の斜視概略図である。表示装置10は、基板21と基板31とが貼り合わされた構成を有する。図1(A)では、基板31を破線で明示している。

【0053】

表示装置10は、表示部32、回路34、配線35等を有する。基板21には、例えば回路34、配線35、及び表示部32に含まれ、画素電極として機能する導電層23が設けられる。また、図1(A)では基板21にIC37とFPC36が実装されている例を示している。そのため、図1(A)に示す構成は、表示モジュールとも呼ぶことができる。

【0054】

50

回路 34 は、例えば走査線駆動回路として機能する回路を用いることができる。

【0055】

配線 35 は、表示部 32 や回路 34 に信号や電力を供給する機能を有する。当該信号や電力は、FPC 36 を介して外部から配線 35 に入力されるか、または IC 37 から配線 35 に入力される。

【0056】

また、図 1 (A) では、COG (Chip On Glass) 方式等により、基板 21 に IC 37 が設けられている例を示している。IC 37 は、例えば信号線駆動回路などとしての機能を有する IC を適用できる。なお表示装置 10 が信号線駆動回路として機能する回路を備える場合や、信号線駆動回路として機能する回路を外部に設け、FPC 36 を介して表示装置 10 を駆動するための信号を入力する場合などでは、IC 37 を設けない構成としてもよい。また、IC 37 を、COF (Chip On Film) 方式等により、FPC 36 に実装してもよい。

10

【0057】

図 1 (A) には、表示部 32 の一部の拡大図を示している。表示部 32 には、複数の表示素子が有する導電層 23 がマトリクス状に配置されている。導電層 23 は、例えば画素電極として機能する。

【0058】

〔断面構成例 1 - 1〕

図 1 (B) に、図 1 (A) 中の切断線 A1 - A2 に対応する断面の一例を示す。図 1 (B) には、隣接する 2 つの画素 (副画素) を含む領域の断面を示している。またここでは、表示素子として、反射型の液晶素子 40 を適用した場合の例を示している。図 1 (B) において、基板 31 側が表示面側となる。

20

【0059】

表示装置 10 は、基板 21 と基板 31 の間に液晶層 24 が挟持された構成を有している。また液晶素子 40 は、基板 21 側に設けられた導電層 23 と、基板 31 側に設けられた導電層 25 と、これらに挟持された液晶層 24 と、を有する。

【0060】

ここで、導電層 23 は画素電極として機能する。ここでは導電層 23 が可視光を反射する機能を有する。また導電層 25 は、共通電極などとして機能する。ここでは導電層 25 が可視光を透過する機能を有する。そのため液晶素子 40 は、反射型の液晶素子である。

30

【0061】

なお、ここでは図示しないが、基板 31 よりも外側に円偏光板を設けることができる。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、反射光を利用した表示を行うことができるとともに、表示面側の外光反射を抑制することができる。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。

【0062】

基板 21 上には、導電層 23 と電氣的に接続するトランジスタ 70 が設けられている。一方、基板 31 の基板 21 側には、着色層 51a、着色層 51b、着色層 51c、絶縁層 61、導電層 25 等が設けられている。また導電層 23 と液晶層 24 の間に配向膜 53a が設けられ、導電層 25 と液晶層 24 の間に配向膜 53b が設けられている。なお、配向膜 53a 及び配向膜 53b は、不要であれば設けなくてもよい。

40

【0063】

トランジスタ 70 は、ゲートとして機能する導電層 71、半導体層 72、ゲート絶縁層として機能する絶縁層 73、ソース又はドレインの一方として機能する導電層 74a、ソース又はドレインの他方として機能する導電層 74b 等を有する。

【0064】

トランジスタ 70 を覆って絶縁層 81 が設けられている。また絶縁層 81 上に導電層 23 が設けられている。導電層 23 と導電層 74b とは、絶縁層 81 に設けられた開口を介

50

して電氣的に接続している。トランジスタ 7 0 及び導電層 2 3 は、画素（副画素）ごとに配置されている。

【 0 0 6 5 】

着色層 5 1 a、着色層 5 1 b、着色層 5 1 c は、それぞれ異なる導電層 2 3 と重ねて配置されている。

【 0 0 6 6 】

液晶層 2 4 は、着色層 5 1 a、着色層 5 1 b、または着色層 5 1 c と重なる領域であって、且つ導電層 2 3 と重なる領域において、液晶 1 2 と、モノマー 1 3 を有する。また液晶層 2 4 は、いずれの着色層とも重ならない領域において、隔壁 1 1 を有する。隔壁 1 1 は、隣り合う 2 つの導電層 2 3 の間と重なる領域に位置する。

10

【 0 0 6 7 】

モノマー 1 3 は、重合することによりポリマーとなる材料である。また、隔壁 1 1 は、モノマー 1 3 が重合することにより得られるポリマーを含んで構成される。隔壁 1 1 の内部には、液晶 1 2 と同じ材料が含まれていてもよい。

【 0 0 6 8 】

モノマー 1 3 としては、重合性モノマーを用いることができる。例えば光により重合が進行する光重合性（光硬化性）や、熱により重合が進行する熱重合性（熱硬化性）を有する重合性モノマーを用いることができる。特に、光重合性を有する材料を用いることが好ましい。また、液晶層 2 4 は、モノマー 1 3 に加えて、例えば重合数が 2 以上 1 0 0 以下のオリゴマーも含んでいてもよい。このとき、当該オリゴマーは、光重合性または熱重合性を有することが好ましい。

20

【 0 0 6 9 】

モノマー 1 3 としては、例えば、アクリレート、メタクリレートなどの単官能モノマー、ジアクリレート、トリアクリレート、ジメタクリレート、トリメタクリレートなどの多官能モノマーなどを用いることができる。また、単官能モノマーや多官能モノマーを、2 種類以上混合させたものでもよい。また、モノマー 1 3 としては液晶性の材料、非液晶性の材料、またはこれらが混合された材料を用いることができる。

【 0 0 7 0 】

液晶層 2 4 の、各着色層及び導電層 2 3 と重なる領域において、重合開始剤が含まれていてもよい。重合開始剤は、例えば光や熱などの外的刺激によりモノマーの重合のきっかけとなる物質に変化する材料である。重合開始剤としては、例えば紫外線などの光または熱によってラジカルが生成するラジカル重合開始剤等を用いることができる。なお、重合開始剤は液晶やモノマーに比べて極微量であればよく、例えば重合開始剤は、液晶、モノマー及び重合開始剤等が混合された組成物の総重量に対する重量比が、1 w t % 以下の比率で混合されていればよい。また、重合開始剤はモノマー 1 3 の材料に応じて適宜選択することができる。モノマー 1 3 の材料によっては、ラジカル重合開始剤に代えて、カチオン重合開始剤、アニオン重合開始剤などを用いてもよい。

30

【 0 0 7 1 】

モノマー 1 3 は、使用する重合開始剤により重合が開始される材料を選択すればよい。特に、モノマー 1 3 及び重合開始剤の組み合わせとして、紫外線により重合が開始され、且つ重合が進行する材料をそれぞれ用いることが好ましい。

40

【 0 0 7 2 】

また液晶層 2 4 には、液晶 1 2、モノマー 1 3、重合開始剤等の他に、カイラル剤を含んでいてもよい。

【 0 0 7 3 】

隔壁 1 1 は、モノマー 1 3 が重合することにより得られるポリマーを含む。例えば、モノマー 1 3 としてアクリレートを用いた場合には、隔壁 1 1 がポリアクリレートを含む。

【 0 0 7 4 】

また、ポリマーの重合度は、その形成条件やモノマー 1 3 の材料に応じて変化する。また隔壁 1 1 の体積密度も同様に、ポリマーの形成条件や、モノマー 1 3 の材料等によって

50

変わるが、例えば70%以上100%以下、好ましくは80%以上100%以下、より好ましくは90%以上100%以下とすることができる。

【0075】

隔壁11は、基板21と基板31を接着することが好ましい。より具体的には、隔壁11は、基板21側に設けられ、液晶層24と接する層と、基板31側に設けられ、液晶層24と接する層を接着する機能を有する。図1(B)においては、基板21側に設けられ液晶層24と接する配向膜53aの一部と、基板31側に設けられ、液晶層24と接する配向膜53bの一部とを、隔壁11が接着している。なお、配向膜53aや配向膜53bを設けない場合では、基板21側に設けられ、液晶層24と接する絶縁層81の一部と、基板31側に設けられ、液晶層24と接する導電層25の一部とを隔壁11が接着する構成となる。

10

【0076】

着色層51a、着色層51b、及び着色層51cは、それぞれ異なる色の可視光を透過する。これにより、表示装置10によりカラーの画像を表示することができる。

【0077】

また着色層51a、着色層51b、及び着色層51cは、それぞれ隔壁11の形成時に用いる光を遮光(吸収)することが好ましい。より具体的には、重合開始剤が吸収する波長の光を遮光(吸収)することが好ましい。例えば、各着色層は、波長100nm以上400nm以下の範囲において、透過率が40%以下、好ましくは30%以下、より好ましくは20%以下、さらに好ましくは10%以下であって、0%以上である範囲を有することが好ましい。

20

【0078】

なお、各着色層のうちの一以上が、上記光を透過しやすい場合には、当該着色層のみ、または全ての着色層に重ねて、可視光を透過し、且つ紫外線を吸収するフィルタ層を設けてもよい。例えば、無機絶縁膜、導電性酸化物膜、透光性を有する程度に薄い金属膜、または顔料や染料を含む樹脂などを、着色層に重ねて配置することができる。

【0079】

基板21と基板31としては、例えばガラス基板を用いることができる。または、基板21と基板31とに、薄く軽量な材料を用いてもよい。例えば、厚さ0.5mmのガラスよりも単位面積当たりの重量が小さい材料を好適に用いることが好ましい。好適には、樹脂を含む材料や、可撓性を有する程度に薄いガラスを用いることができる。

30

【0080】

例えば、基板21または基板31として、厚さが1 μ m以上300 μ m以下、好ましくは3 μ m以上200 μ m以下、より好ましくは5 μ m以上150 μ m以下、さらに好ましくは10 μ m以上100 μ m以下の薄いシート状の材料を用いることができる。基板21と31の両方に、このような材料を用いることで、曲げることのできる表示装置を実現できる。

【0081】

本発明の一態様の表示装置10は、表示面側からみて画素電極として機能する2つの導電層23の間に位置する隔壁11により、基板21と基板31との接着強度が高められており、破損しにくく、信頼性の高い表示装置である。また隔壁11によって外力に対する物理的強度が高められたことに加え、外力によるセルギャップの変化が抑制された表示装置である。

40

【0082】

以上が断面構成例1-1についての説明である。

【0083】

〔作製方法例1-1〕

続いて、図1(B)に示した表示装置10の作製方法の一例について説明する。図2～図6に示す各図は、表示装置10の作製方法に係る、工程の各段階における断面概略図である。

50

【0084】

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、原子層堆積（ALD：Atomic Layer Deposition）法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積（PECVD）法や、熱CVD法でもよい。熱CVD法の例として、有機金属化学気相堆積（MOCVD：Metal Organic CVD）法を使ってもよい。

【0085】

また、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、導電膜等）は、スピコート、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。

【0086】

また、表示装置を構成する薄膜を加工する際には、フォトリソグラフィ法等を用いて加工することができる。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を形成してもよい。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより薄膜を加工してもよい。フォトリソグラフィ法としては、例えば以下の2つの方法がある。1つは、加工したい薄膜上に感光性のレジスト材料を塗布し、フォトマスクを介して露光した後、現像することにより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である。もう1つは、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である。

【0087】

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

【0088】

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。

【0089】

トランジスタ70の形成

まず、基板21上に導電層71を形成する。導電層71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。

【0090】

続いて、基板21及び導電層71を覆って絶縁層73を形成する。

【0091】

続いて、半導体層72を形成する。半導体層72は、半導体膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該半導体膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することにより形成できる。

【0092】

続いて、導電層74a及び導電層74bを形成する。導電層74a及び導電層74bは、導電層71と同様の方法により形成できる。

【0093】

以上の工程により、トランジスタ 70 を形成することができる（図 2（A））。

【0094】

絶縁層 81 の形成

続いて、絶縁層 81 を形成する。絶縁層 81 に感光性の材料を用いることで、フォトリソグラフィ法等により開口を形成することができる。なお絶縁層 81 として、絶縁膜を成膜した後に、レジストマスクを用いて絶縁膜の一部をエッチングして開口を形成してもよい。絶縁層 81 は、有機絶縁材料を用いると、その上面の平坦性を高めることができるため好ましい。

【0095】

また、絶縁層 81 として、無機絶縁膜を用いてもよい。絶縁層 81 として、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、または窒化酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料の層を、単層で、または積層して用いることができる。これにより、絶縁層 81 はトランジスタ 70 の保護層として機能する。

10

【0096】

また、絶縁層 81 を、無機絶縁膜と有機絶縁膜の積層構造としてもよい。

【0097】

導電層 23、配向膜 53a の形成

続いて、絶縁層 81 上に導電層 23 を形成する。導電層 23 は、導電層 71 と同様の方法により形成できる。

20

【0098】

続いて、配向膜 53a を形成する（図 2（B））。配向膜 53a となる薄膜を成膜した後に、ラビング処理を行うことにより、配向膜 53a を形成することができる。

【0099】

着色層の形成

続いて、基板 31 上に着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c を形成する（図 3（A））。

【0100】

着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c には、例えば感光性の樹脂材料を用いることが好ましい。各着色層は、それぞれ基板 31 に材料を塗布した後、フォトリソマスクを介して当該材料を露光し、現像処理の後に加熱処理を行うことで、形成することができる。

30

【0101】

着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c は、それぞれカラーフィルタとしての機能の他に、後の隔壁 11 の形成のための光 20 の照射時において、光 20 を遮光する機能を有する。例えば、光 20 に用いる光に対する吸収率が 60% 以上、好ましくは 70% 以上、より好ましくは 80% 以上、さらに好ましくは 90% 以上であって、100% 以下となるように、着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c の材料、厚さ、密度等をそれぞれ決定することが好ましい。また、着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c に用いる材料、厚さ、密度等は、後の光 20 の照射の条件（強度、照射時間等）に応じて決定することができる。

40

【0102】

絶縁層 61 の形成

続いて、着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c を覆って絶縁層 61 を形成する（図 3（B））。絶縁層 61 は、絶縁層 81 と同様の方法により形成することができる。絶縁層 61 は、各着色層に含まれる材料が後の液晶層 24 に拡散することを抑制するオーバーコートとしての機能を有する。

【0103】

導電層 25、配向膜 53b の形成

続いて、絶縁層 61 上に、導電層 25 を形成する。導電層 25 は、導電層 71 等と同様

50

の方法により形成することができる。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の導電層 25 を形成してもよい。

【0104】

続いて、導電層 25 上に配向膜 53b を形成する（図 3（C））。配向膜 53b は、配向膜 53a と同様の方法により形成することができる。

【0105】

なお、上述した基板 21 側の工程と、基板 31 側の工程は、それぞれ独立に進めることができる。

【0106】

基板 21 と基板 31 の貼り合せ

続いて、基板 21 と基板 31 のいずれか一方、または両方に、これらを接着する接着層（図示しない）を形成する。接着層は、画素が配置されている領域を囲むように形成する。接着層は、例えばスクリーン印刷法や、ディスペンス法等により形成することができる。接着層としては、熱硬化性樹脂や紫外線硬化樹脂等を用いることができる。また、紫外線により仮硬化した後に、熱を加えることにより硬化する樹脂などを用いてもよい。または、接着層として、紫外線硬化性と熱硬化性の両方を有する樹脂などを用いてもよい。

【0107】

続いて、液晶層 24 となる組成物をディスペンス法等により接着層に囲まれた領域に滴下する。具体的には、液晶 12、モノマー 13、及び重合開始剤を含む組成物を滴下する。また、当該組成物にカイラル剤等が含まれていてもよい。

【0108】

続いて、液晶層 24 となる組成物を挟むように基板 21 と基板 31 とを貼り合せ、接着層を硬化する。貼り合せは、減圧雰囲気下で行うと基板 21 と基板 31 の間に気泡等が混入することを防ぐことができるため好ましい。

【0109】

なお、液晶層 24 となる組成物は、基板 21 と基板 31 を貼り合せた後に、減圧雰囲気下において、接着層に設けた隙間から注入する方法を用いてもよい。また、液晶層 24 となる組成物の滴下後に粒状のギャップスペーサを画素が配置されている領域や、当該領域の外側に散布してもよいし、当該ギャップスペーサを含む組成物を滴下してもよい。

【0110】

この時点で、導電層 23、導電層 25 及び液晶 12 を含む液晶素子 40 が形成される（図 4（A））。なおこの時点では、隔壁 11 が形成されておらず、また液晶層 24 に含まれるモノマー 13 の濃度が高い状態である。

【0111】

隔壁 11 の形成

続いて、基板 31 側から光 20 を照射する（図 4（B））。

【0112】

光 20 は、重合開始剤が反応する波長、及び強度の光を用いることができる。例えば、光 20 は、波長 100 nm ~ 400 nm の紫外線を用いることができる。波長 200 nm ~ 400 nm の波長を用いると、大気による吸収が抑制できるため好ましい。代表的には、波長 254 nm の光や、波長 365 nm の光、波長 385 nm の光などがある。光 20 は、高圧水銀ランプ、低圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ、LED 等の光源を用いて生成することができる。また、ランプや LED の他に、エキシマレーザ等のレーザを、光源として用いてもよい。

【0113】

光 20 は、基板 31 の表面に対して垂直に入射されるように、できるだけ平行光に近い光を用いることが好ましい。特に基板 31 が大きい場合などで、複数の光源を用いる場合には、光が斜め方向から入射されてしまう恐れがある。その場合、光源と基板 31 との間に、光源からの光を平行光に近づけるためのスリット等を設けることが好ましい。

【0114】

10

20

30

40

50

ここで、光 20 のスペクトルが、可視光領域にまで亘っている場合には、例えば光 20 の一部が青色の着色層を透過してしまう場合がある。そのため、光 20 のスペクトルのピーク幅はできるだけ狭いほうが好ましい。例えば、特定の波長領域の光のみを透過し、それ以外の波長の光を遮蔽（吸収）するフィルタ（BPF：Band Pass Filter）を用いて、光 20 のスペクトルを狭線化することもできる。このとき、例えば、重合開始剤が吸収する波長の光（代表的には 350 nm 近傍の光）のみを透過する BPF を用いることが好ましい。

【0115】

図 4（B）に示すように、着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c が設けられていない領域において、光 20 は液晶層 24 に照射される。一方、着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c が設けられている領域では、光 20 のほとんどは着色層 51a、着色層 51b、及び着色層 51c により遮光（吸収）され、液晶層 24 に到達しない。

10

【0116】

また、照射装置の出力、及び照射時間を調整し、液晶層 24 に到達する光のエネルギーが 0.1 J/cm^2 以上 100 J/cm^2 以下、好ましくは 1 J/cm^2 以上 50 J/cm^2 以下となるような条件で、光 20 を照射することが好ましい。

【0117】

また、ここではトランジスタ 70 が、ゲートとして機能する導電層 71 が絶縁層 81 側に位置するボトムゲート構造のトランジスタである例を示している。そのため、図 4（B）に示すように、トランジスタ 70 の半導体層 72 が導電層 23 で覆われた構成とすることで、光 20 の一部が散乱する場合であっても、散乱光が半導体層 72 に到達することを抑制し、トランジスタ 70 の電気特性の変動が生じてしまうことを防ぐことができる。なお、液晶素子 40 に透過型の液晶素子を適用する場合には、導電層 23 が透光性を有するため、半導体層 72 と導電層 23 との間に、可視光を遮光する層を設けることが好ましい。例えば、半導体層 72 と導電層 23 との間に、トランジスタの第 2 のゲートとして機能する導電層を設けることが好ましい。

20

【0118】

図 5 には、図 4（B）中に一点鎖線で示す領域の拡大図を示す。図 5 は、光 20 の照射が開始され、モノマー 13 の重合が進んでいく過程における概念図である。

【0119】

着色層 51a 及び着色層 51b 等に遮光されず、光 20 が照射される領域を照射領域 30 とする。照射領域 30 では、光 20 により、液晶層 24 中の重合開始剤がラジカルを生成し、これによりモノマー 13 が重合を開始する。重合が進行することにより、図 5 に示すようにポリマーを含む隔壁 11 が成長する。

30

【0120】

ここで、モノマー 13 の重合に伴い、照射領域 30 近傍の液晶層 24 に含まれるモノマー 13 の濃度が低下し、照射領域 30 から離れるほどモノマー 13 の濃度が高くなるような濃度分布が生じる場合がある。モノマー 13 は、当該濃度分布を均一にするように、濃度の高いほうから濃度の低い方に拡散する性質を有する場合がある。このとき、モノマー 13 の一部は、図 5 中の矢印で示すように照射領域 30 に向かって拡散する。これにより、導電層 23 と重なる領域の、液晶層 24 中のモノマー 13 の濃度は、光 20 の照射前に比べて、照射後では低い状態となる。また、液晶層 24 中に含まれるモノマー 13 の濃度が十分に低い場合や、モノマー 13 が液晶層 24 中を拡散しやすい場合などでは、光 20 を照射した後におけるモノマー 13 の濃度が検出されない程度に低い状態となる場合もある。

40

【0121】

光 20 を照射する前における、液晶層 24 中のモノマー 13 の最適な濃度は、光 20 の照射領域 30 の面積に応じて決定することができる。例えば、画素が配列している領域（表示領域ともいう）に対する、照射領域 30 の面積比率を $\alpha\%$ （ $\alpha > 0$ ）としたとき、液晶層 24 中のモノマー 13 の重量濃度を $(\alpha - x)\text{wt}\%$ 以上、 $(\alpha + x)\text{wt}\%$ 以下の

50

範囲内に設定することが好ましい。または、液晶層 2 4 中のモノマー 1 3 の体積濃度を ($\alpha - x$) % 以上、($\alpha + x$) % 以下の範囲内に設定することが好ましい。ここで、 $x = 0.5\alpha$ 、好ましくは $x = 0.3\alpha$ 、より好ましくは $x = 0.2\alpha$ を満たす。これにより、光 2 0 を照射した後における、液晶素子 4 0 として機能する部分の液晶層 2 4 中のモノマー 1 3 の濃度を十分に低減することができる。

【0122】

モノマー 1 3 の重合が進行することで、照射領域 3 0 内において、配向膜 5 3 a と配向膜 5 3 b の両方と接する隔壁 1 1 が形成される。隔壁 1 1 は、配向膜 5 3 a 及び配向膜 5 3 b を接着する機能を有する。

【0123】

なお、図 5 では隔壁 1 1 が配向膜 5 3 b 側から成長する場合の例を示しているが、あくまでも概念図であり、隔壁 1 1 の成長過程は様々な形態を取りうる。例えば、液晶層 2 4 中に形成された無数の小さなポリマーが連結しながら成長する場合もある。または、光 2 0 の強度が強く、光 2 0 が配向膜 5 3 a まで十分な強度で到達する場合や、基板 2 1 側に位置する導電層（例えば導電層 7 1、導電層 7 4 a、または導電層 7 4 b 等）によって光 2 0 が反射され、液晶層 2 4 に再度照射される場合などでは、配向膜 5 3 a 側からもポリマーが成長し、配向膜 5 3 b 側から成長したポリマーと繋がって一体となることで隔壁 1 1 が形成される場合もある。どのような成長過程を経て隔壁 1 1 が形成されたかは、隔壁 1 1 の断面形状等から推定することができる。

【0124】

以上の工程により、隔壁 1 1 を形成することができる（図 4 (C)）。

【0125】

なお、上述した作製方法において、光 2 0 の照射条件や、光 2 0 が散乱することなどにより、液晶層 2 4 中の、導電層 2 3、着色層 5 1 a、着色層 5 1 b、及び着色層 5 1 c と重なる領域にも、隔壁 1 1 が形成される場合もある。

【0126】

ここで、導電層 2 3 と重なる領域において、モノマー 1 3 は、隔壁 1 1 に近いほど濃度が低く、隔壁 1 1 から遠いほど濃度が高い濃度分布を有している場合がある。

【0127】

また、導電層 2 3 と重なる領域において、未反応の重合開始剤が残存している場合もある。このとき、液晶層 2 4 中にモノマー 1 3 と重合開始剤の両方が残存している場合には、外光に含まれる紫外線などにより、モノマー 1 3 の重合反応が生じてしまう恐れがある。しかしながら、表示装置 1 0 では、液晶層 2 4 よりも表示面側には着色層 5 1 a 等が設けられており、これにより外光に含まれる紫外線が液晶層 2 4 に到達することを防ぐことができる。したがって、モノマー 1 3 や重合開始剤が残存していたとしても、使用環境下で重合反応が生じてしまうようなことはなく、信頼性の高い表示装置を実現することができる。

【0128】

〔断面構成例 1 - 2〕

図 6 (A) に、以下で例示する表示装置の断面概略図を示す。図 6 (A) に示す構成は主に、構造体 1 4 を有する点で、図 1 (B) に示す構成と相違している。

【0129】

構造体 1 4 は、導電層 2 5 と配向膜 5 3 b の間に設けられている。配向膜 5 3 b は、構造体 1 4 を覆って設けられている。また構造体 1 4 は、隣接する 2 つの導電層 2 3 の間に位置する。また構造体 1 4 は、隣接する 2 つの着色層の間に位置する。また、隔壁 1 1 は、構造体 1 4 を取り囲むように設けられている。

【0130】

構造体 1 4 は、基板 2 1 と基板 3 1 を貼り合わせる際に、これらが必要以上に近づくことを抑制し、液晶素子 4 0 のセルギャップを調整するための、スペーサとして機能する。

【0131】

10

20

30

40

50

また、隔壁 11 が、構造体 14 を取り囲むように設けられることで、隔壁 11 の接着面の面積が増大するためアンカー効果が生じ、図 1 (B) に示す例に比べて接着強度がより高められている。

【0132】

構造体 14 は、以下のように形成することができる。まず導電層 25 上に構造体 14 となる絶縁膜を成膜する。当該絶縁膜は、感光性の樹脂を用いることが好ましい。絶縁膜は、例えばスピンコート法等により形成することができる。続いてフォトリソを介して絶縁膜を露光し、現像処理の後にベークすることで構造体 14 を形成することができる。ここで、絶縁膜として光が照射されない部分が現像後に残る、ポジ型の感光性材料を用いることが好ましい。

10

【0133】

以上が、断面構成例 1 - 2 についての説明である。

【0134】

〔断面構成例 1 - 3〕

図 6 (B) に、以下で例示する表示装置の断面概略図を示す。図 6 (B) に示す構成は主に、構造体 14 を有する点、及び絶縁層 81 に凹部が設けられている点で、図 1 (B) に示す構成と相違している。

【0135】

絶縁層 81 は、凹部 50 を有する。凹部 50 は、導電層 23 と重ならない部分に設けられている。言い換えると、絶縁層 81 は、導電層 23 と重ならず、且つ導電層 23 と重なる部分よりも厚さが薄い部分を有する。配向膜 53a は、絶縁層 81 の凹部 50 を覆って設けられている。配向膜 53a の上面は、凹部 50 の形状に沿った凹形状を有する。

20

【0136】

ここで、図 6 (B) では配向膜 53a が凹部 50 の側面及び上面を覆って設けられている例を示している。なお、配向膜 53a の被覆性が低い場合には、配向膜 53a の凹部 50 の側面に接する部分が他の部分（例えば導電層 23 と重なる部分）よりも薄い場合や、凹部 50 の側面を被覆しきれずに分断されている場合もある。

【0137】

また、隔壁 11 は、絶縁層 81 の凹部 50 と重ねて設けられている。より具体的には、隔壁 11 が凹部 50 の上面を覆う配向膜 53a の一部と、凹部 50 の側面を覆う配向膜 53a の一部と、に接して設けられている。これにより、隔壁 11 と配向膜 53a との接触面積が増大することに伴いアンカー効果が生じ、これらの密着強度を高めることができる。隔壁 11 が凹部 50 を埋めるように設けられていると、より効果的に密着強度を高めることができるため好ましい。

30

【0138】

なお、配向膜 53a が絶縁層 81 の凹部 50 の側面を被覆しきれずに分断されている場合や、配向膜 53a を設けない場合などでは、隔壁 11 と絶縁層 81 とが接している部分があってもよい。

【0139】

また、凸状の構造体 14 は、凹部 50 に嵌合するように重ねて設けられている。絶縁層 81 の凹部 50 と、凸状の構造体 14 の両方が設けられた部分に隔壁 11 が設けられることで、よりアンカー効果が強まり、基板間の接着強度を相乗的に高めることができる。

40

【0140】

凹部 50 は、例えば導電層 23 の形成時に用いるレジストマスクを用いて、絶縁層 81 の一部をエッチングすること、または導電層 23 をハードマスクとして用い、絶縁層 81 の一部をエッチングすることにより形成できる。

【0141】

以上が、断面構成例 1 - 3 についての説明である。

【0142】

〔断面構成例 1 - 4〕

50

図 7 に、以下で例示する表示装置の断面概略図を示す。図 7 に示す表示装置は、透過型の液晶素子が適用された表示装置である。

【0143】

液晶素子 40 a は、導電層 23 a と、液晶層 24 と、導電層 25 とを有する。ここで、導電層 23 a は、導電層 25 と同様に、可視光を透過する機能を有する。これにより、図 7 中の矢印で示すように、基板 21 側から入射した光が液晶素子 40 a を透過し、基板 31 側に射出される。

【0144】

なお、ここでは図示しないが、基板 21 と、基板 31 とを挟むように、一对の直線偏光板を設けることができる。また、基板 21 側の直線偏光板よりも外側にバックライト（バックライトユニット）を設けることができる。また、直線偏光板に代えて、円偏光板を用いると、表示面側の外光反射を抑制することができる。

【0145】

また、図 7 に示すように、表示に寄与しない領域に位置する隔壁 11 は、基板 21 上に設けられる導電層と重ねて配置されることが好ましい。言い換えると、基板 21 側に設けられる配線、電極等と重なる位置に、隔壁 11 を配置することが好ましい。これにより、隔壁 11 近傍において、液晶 12 の配向不良が生じた場合であっても、この部分における光漏れが生じにくくなるため、コントラストの低下を抑制できる。

【0146】

以上が、断面構成例 1 - 4 についての説明である。

【0147】

[構成例 2]

以下では、本発明の一態様の表示装置の例として、本発明の一態様の表示装置の例として、反射型の液晶素子と、透過型の液晶素子の両方を有し、透過モード、反射モード、及びこれらを同時に行うハイブリッドモードの表示を行うことのできる、表示装置（表示パネル）の例を説明する。このような表示パネルを、T R - H y b r i d D i s p l a y（T r a n s m i s s i o n a n d R e f l e c t i o n H y b r i d D i s p l a y、または、T r a n s m i s s i o n / R e f l e c t i o n H y b r i d D i s p l a y）とも呼ぶことができる。

【0148】

このような表示パネルの一例としては、可視光を反射する電極を備える反射型の液晶素子と、可視光を透過する電極を備える透過型の液晶素子とを積層して配置した構成が挙げられる。このとき、可視光を反射する電極が開口を有し、当該開口と透過型の素子とが重ねて配置されていることが好ましい。これにより、透過モードでは当該開口を介して透過型の液晶素子からの光が射出されるように駆動することができる。また、平面視において、反射型の液晶素子と透過型の液晶素子を並べて配置した場合と比べて、これらを積層して配置することで、透過型の液晶素子と反射型の液晶素子の両方を有する画素の大きさを小さくすることができるため、より高精細な表示装置を実現できる。

【0149】

さらに、透過型の液晶素子を駆動するトランジスタと、反射型の液晶素子を構成するトランジスタとをそれぞれ個別に有することが好ましい。これにより、透過型の液晶素子と反射型の液晶素子とを、それぞれ独立して駆動することができる。

【0150】

ここで、液晶素子を駆動する画素回路に、酸化物半導体が適用され、オフ電流が極めて低いトランジスタを適用することが好ましい。または、当該画素回路に記憶素子を適用してもよい。これにより、液晶素子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。これにより、極めて低消費電力な表示を行うことができる。

【0151】

本発明の一態様は、第 1 の表示素子で画像を表示する第 1 のモード、第 2 の表示素子で画像を表示する第 2 のモード、及び第 1 の表示素子及び第 2 の表示素子の両方により画像を表示する第 3 のモードを切り替えることができる。

【0152】

第 1 のモードは、第 1 の表示素子による反射光を用いて画像を表示するモードである。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駆動モードである。例えば、外光の照度が十分高く、且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、例えば本や書類などの文字情報を表示することに適した表示モードである。また、反射光を用いるため、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。なお、第 1 のモードを、反射した光を用いて表示を行うため、反射型の表示モード (Reflection mode) と呼称してもよい。

10

【0153】

第 2 のモードでは、第 2 の表示素子による透過光を利用して画像を表示するモードである。そのため、外光の照度や色度によらず、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、外光の照度が極めて小さい場合などに有効である。また外光が暗い場合、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。またこれにより、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、鮮やかな画像や滑らかな動画などを表示することに適したモードである。なお、第 2 のモードを、透過した光を用いて表示を行うため、透過型の表示モード (Transmission mode) と呼称してもよい。

20

【0154】

第 3 のモードでは、第 1 の表示素子による反射光と、第 2 の表示素子による透過光の両方を利用して表示を行うモードである。具体的には、第 1 の画素が呈する光と、第 1 の画素と隣接する第 2 の画素が呈する光を混色させることにより、1 つの色を表現するように駆動する。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、外光の照度が比較的低い場合や、外光の色度が白色ではない場合などに有効である。

【0155】

なお、本明細書等において、第 1 の表示素子と、第 2 の表示素子とを組み合わせた表示、すなわち、第 3 のモードをハイブリッド表示モード (HB 表示モード) と呼称することができる。または、第 3 のモードを、透過型の表示モードと、反射型の表示モードとを組み合わせた表示モード (TR - Hybrid mode) と呼称してもよい。

30

【0156】

ここで、表示装置の構成として、第 1 の表示素子を含む第 1 の画素及び第 2 の表示素子を含む第 2 の画素を有する表示パネルと、制御部と、を有する構成とすることができる。制御部は、外部から入力される画像情報に基づき、第 1 の画素に出力する第 1 の階調値、及び第 2 の画素に出力する第 2 の階調値を生成し、出力する。ここで画像情報は、各画素に対応する階調値を含む情報であり、例えばビデオ信号などの映像信号が挙げられる。

【0157】

なお、制御部は、外光の照度等に基づいて、上述した表示モードを選択する機能を有していてもよい。

40

【0158】

また、表示装置は、第 1 の画素は、第 1 の表示素子と電氣的に接続される第 1 のトランジスタを有し、第 2 の画素は、第 2 の表示素子と電氣的に接続される第 2 のトランジスタを有することが好ましい。

【0159】

このとき、第 1 のトランジスタと第 2 のトランジスタとは、それぞれ同一面上に形成されることが好ましい。このとき、第 1 の表示素子及び第 2 の表示素子のいずれか一方は、絶縁層に設けられた開口を介して、第 1 のトランジスタまたは第 2 のトランジスタと電気

50

的に接続されることが好ましい。これにより、第１のトランジスタと第２のトランジスタとを、同一の工程により作製することができるため、工程を簡略化できる。

【０１６０】

また、一对の基板間に第１の表示素子と、第２の表示素子と、各トランジスタとを挟持した構成とすることで、厚さが薄く、軽量の表示装置を実現できる。

【０１６１】

〔断面構成例２－１〕

図８に、以下で例示する表示装置（表示モジュール）の断面概略図を示す。図８に示す構成は、液晶素子４０と液晶素子９０とが、絶縁層８３を介して重ねて配置されている。図８に示す構成では、基板３１側が表示面側に相当する。

10

【０１６２】

また、図８では、基板３１よりも外側に偏光板３９ａが設けられ、基板２１よりも外側に、偏光板３９ｂと、バックライトユニット６５が設けられている例を示している。例えば、基板２１と基板３１を有する構成を、表示装置または表示パネルと呼ぶことができる。また、これに偏光板３９ａ、偏光板３９ｂ、およびバックライトユニット６５を有する構成を、表示モジュールと呼ぶことができる。

【０１６３】

表示装置は、絶縁層８３の一方の面上にそれぞれ形成された、トランジスタ７０ａとトランジスタ７０ｂを有する。トランジスタ７０ａは、液晶素子４０と電氣的に接続し、トランジスタ７０ｂは、液晶素子９０と電氣的に接続する。

20

【０１６４】

トランジスタ７０ａとトランジスタ７０ｂを覆う絶縁層８１の基板２１側には、導電層９１が設けられ、導電層９１を覆って配向膜５６ａが設けられている。導電層９１とトランジスタ７０ｂのソース又はドレインの一方とは、絶縁層８１に設けられた開口を介して電氣的に接続されている。絶縁層８１は、保護層及び平坦化層として機能する。また基板２１上には、着色層５４、絶縁層６３、導電層９３、配向膜５６ｂ、及び構造体１４ｂ等が設けられている。配向膜５６ａと配向膜５６ｂの間には、液晶層２４ｂが位置している。液晶層２４ｂには、隔壁１１、液晶９２、及びモノマー１３等が含まれている。導電層９１、液晶層２４ｂ、及び導電層９３により、液晶素子９０が構成されている。

【０１６５】

導電層９１及び導電層９３は、それぞれ可視光を透過する機能を有する。したがって、液晶素子９０は透過型の液晶素子である。

30

【０１６６】

また、絶縁層８３の基板３１側には、導電層２３ａと導電層２３ｂが積層して設けられている。また導電層２３ａと液晶層２４ａの間に、配向膜５３ａが設けられている。

【０１６７】

基板３１の基板２１側には、着色層５１ａ、着色層５１ｂ、遮光層５２等が設けられている。また、これらを覆って絶縁層６１が設けられ、絶縁層６１の基板２１側に、導電層２５、配向膜５３ｂ、構造体１４ａ等が設けられている。配向膜５３ａと配向膜５３ｂの間には、液晶２２を含む液晶層２４ａが挟持されている。導電層２３ａ、導電層２３ｂ、導電層２５、及び液晶２２により、液晶素子４０が構成されている。

40

【０１６８】

また表示装置は、絶縁層８３の両面に設けられる導電層同士を電氣的に接続する接続部８０を有する。図８では、接続部８０が絶縁層８３に設けられた開口と、当該開口に位置し、トランジスタ７０ａ等のゲートと同一の導電膜を加工して得られた導電層と、を有する構成を示している。トランジスタ７０ａのソース又はドレインの一方と導電層２３ｂとは、接続部８０を介して電氣的に接続されている。

【０１６９】

導電層２３ａ及び導電層２５は、可視光を透過する機能を有する。また導電層２３ｂは、可視光を反射する機能を有する。したがって液晶素子４０は、反射型の液晶素子として

50

機能する。

【0170】

また、可視光を反射する導電層23bには、液晶素子90と重なる領域において、開口が設けられている。バックライトユニット65から射出され、液晶素子90を透過した光は、当該開口を介して、基板31側に射出される。

【0171】

また、液晶層24aにおいて、導電層23bの開口と重なる位置に透光性を有する構造体14aが設けられている。構造体14aは、液晶素子90を透過する光の光路上に位置し、バックライトユニット65から射出され、偏光板39bにより偏光され、液晶素子90を透過した光は、構造体14aを透過し、偏光板39aに達する。これにより、液晶素子90を透過した光が、液晶22によって偏光状態が変化してしまうことを防ぐことができる。すなわち、液晶素子40に印加される電圧によって、液晶22の配向状態が変わっても、液晶素子90による表示への影響は生じない。

10

【0172】

このような構成により、液晶素子40と、液晶素子90とをそれぞれ独立して駆動させることが可能となり、液晶素子40のみで画像を表示すること、液晶素子90のみで画像を表示すること、及び液晶素子40と液晶素子90の両方を同時に駆動させることにより画像を表示することを、それぞれ実現できる。

【0173】

また、透過モードにおいて、液晶素子40の状態は表示に影響しないため、液晶素子40の駆動を停止することが可能で、低い消費電力で駆動することが可能となる。このとき、液晶素子40を駆動する駆動回路が出力する信号を停止するだけでなく、当該駆動回路への電源の供給を停止すると、さらに消費電力を抑えることができるため好ましい。

20

【0174】

図8に示す表示装置は、液晶素子40と電氣的に接続するトランジスタ70aと、液晶素子90と電氣的に接続するトランジスタ70bを有するため、液晶素子40と液晶素子90をそれぞれ独立に制御することが可能である。また、トランジスタ70aとトランジスタ70bは、同一面上に同一工程を経て形成することが可能であるため、工程が簡略化され、高い歩留りで作製することができる。

30

【0175】

以上が断面構成例2-1についての説明である。

【0176】

〔断面構成例2-2〕

図9に、以下で例示する表示装置の断面概略図を示す。図9に示す構成は、遮光層52、着色層51a、着色層51b、及び絶縁層61等を有さない点で、図8で例示した構成と主に相違している。

【0177】

図9では、液晶素子40による表示は無彩色のグレースケール表示（白黒表示ともいう）となる。着色層を有さないため、液晶素子40の反射率の最大値を高めることが可能となり、明るい表示を行うことができる。

40

【0178】

一方、液晶素子90による表示は、カラー表示とすることができる。これにより、鮮やかな画像表示を行うことができる。

【0179】

以上が断面構成例2-2についての説明である。

【0180】

〔作製方法例2〕

以下では、図8に示した表示装置の作製方法の例について説明する。図10～図12は、以下で例示する作製方法例における、各段階における断面概略図である。

【0181】

50

まず、支持基板 4 4 a を準備し、支持基板 4 4 a 上に、剥離層 4 3 a と、絶縁層 4 5 を積層して形成する（図 1 0 (A) ）。

【 0 1 8 2 】

支持基板 4 4 a としては、装置内または装置間における搬送が容易な程度に剛性を有する基板を用いることができる。また、作製工程にかかる熱に対して耐熱性を有する基板を用いる。例えば、厚さ 0 . 3 mm 以上 1 mm 以下のガラス基板を用いることができる。

【 0 1 8 3 】

剥離層 4 3 a 及び絶縁層 4 5 に用いる材料としては、剥離層 4 3 a と絶縁層 4 5 の界面、または剥離層 4 3 a 中で剥離が生じるような材料を選択することができる。

【 0 1 8 4 】

例えば、剥離層 4 3 a としてタングステンなどの高融点金属材料を含む層と、当該金属材料の酸化物を含む層を積層して用い、絶縁層 4 5 として、窒化シリコン、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコンなどの無機絶縁材料の層を積層して用いることができる。剥離層 4 3 a に高融点金属材料を用いると、その後の工程において、高い温度での処理が可能となるため、材料や形成方法の選択の自由度が高まり、好ましい。

【 0 1 8 5 】

剥離層 4 3 a として、タングステンと酸化タングステンの積層構造を用いた場合は、タングステンと酸化タングステンの界面、酸化タングステン中、または酸化タングステンと絶縁層 4 5 の界面で剥離することができる。

【 0 1 8 6 】

または剥離層 4 3 a として、有機樹脂を用い、支持基板 4 4 a と剥離層 4 3 a との界面、または剥離層 4 3 a 中、または剥離層 4 3 a と絶縁層 4 5 の界面で剥離する構成としてもよい。

【 0 1 8 7 】

剥離層 4 3 a としては、代表的にはポリイミド樹脂を用いることができる。ポリイミド樹脂は、耐熱性に優れるため好ましい。なお、剥離層 4 3 a としては、このほかにアクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂等を用いることができる。

【 0 1 8 8 】

有機樹脂を含む剥離層 4 3 a は、まずスピンコート、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、樹脂前駆体と溶媒の混合材料を支持基板 4 4 a 上に形成する。その後、加熱処理を行うことにより、溶媒等が除去しつつ、材料を硬化させ、有機樹脂を含む剥離層 4 3 a を形成することができる。

【 0 1 8 9 】

例えば、剥離層 4 3 a にポリイミドを用いる場合には、脱水によりイミド結合が生じる樹脂前駆体を用いることができる。または、可溶性のポリイミド樹脂を含む材料を用いてもよい。

【 0 1 9 0 】

剥離層 4 3 a に有機樹脂を用いる場合、感光性、または非感光性のいずれの樹脂を用いてもよい。感光性のポリイミドは、表示パネルの平坦化膜等に好適に用いられる材料であるため、形成装置や材料を共有することができる。そのため本発明の一態様の構成を実現するために新たな装置や材料を必要としない。また、感光性の樹脂材料を用いることにより、露光及び現像処理を施すことで、剥離層 4 3 a を加工することが可能となる。例えば、開口部を形成することや、不要な部分を除去することができる。さらに露光方法や露光条件を最適化することで、表面に凹凸形状を形成することも可能となる。例えば多重露光技術や、ハーフトーンマスクやグレートーンマスクを用いた露光技術などを用いればよい。

【 0 1 9 1 】

剥離層 4 3 a に有機樹脂を用いた場合、剥離層 4 3 a を局所的に加熱することにより、剥離性を向上させることができる場合がある。例えば、加熱方法としてレーザ光を照射することが挙げられる。このとき、レーザ光に線状のレーザを用い、これを走査することにより、レーザ光を照射することが好ましい。これにより、支持基板の面積を大きくした際の工程時間を短縮することができる。レーザ光としては、波長 3 0 8 n m のエキシマレーザを好適に用いることができる。

【 0 1 9 2 】

レーザ光などの光を照射することにより剥離性を向上させる場合、剥離層 4 3 a と重ねて発熱層を設けてもよい。当該発熱層は、光を吸収して発熱する機能を有する層である。発熱層は、支持基板 4 4 a と剥離層 4 3 a との間に設けることが好ましいが、剥離層 4 3 a 上に配置してもよい。発熱層としては、レーザ光等に用いる光の一部を吸収しうる材料を用いることができる。例えば、レーザ光として 3 0 8 n m のエキシマレーザを用いる場合、発熱層としては、金属膜、半導体膜、または酸化物膜等を用いることができる。例えば、チタンやタングステンなどの金属材料、アモルファスシリコンなどの半導体材料、酸化チタン、酸化タングステン、酸化インジウム、インジウムスズ酸化物などの酸化物導電体材料、または、インジウムを含む酸化物半導体材料などを用いることができる。

10

【 0 1 9 3 】

また、剥離層 4 3 a に接して、酸素、水素、または水などを含む層を設け、加熱処理により剥離層 4 3 a 中、または剥離層 4 3 a と当該層との界面に酸素、水素、または水などを供給することにより、剥離性を向上させてもよい。または、支持基板 4 4 a に酸素、水素または水などを供給してもよい。または、剥離層 4 3 a に酸素、水素、または水などを供給してもよい。酸素、水素または水などを含む雰囲気下で加熱処理やプラズマ処理を行うことで、これらを支持基板 4 4 a や剥離層 4 3 a に供給することができる。これにより、レーザ装置等を用いる必要が無いため、より低コストで表示装置を作製することができる。

20

【 0 1 9 4 】

また、剥離後に、液晶素子 9 0 や液晶素子 4 0 の光の経路上に剥離層 4 3 a が残存する場合がある。剥離層 4 3 a が可視光の一部を吸収する場合には、剥離層 4 3 a を透過した光が着色してしまう場合があるため、剥離を行った後に、これをエッチングにより除去することが好ましい。例えば、剥離層 4 3 a に有機樹脂を用いた場合には、酸素を含む雰囲気下におけるプラズマ処理（アッシング処理ともいう）等で、残存した剥離層 4 3 a を除去することができる。

30

【 0 1 9 5 】

続いて、絶縁層 4 5 上に導電層 2 3 a を形成する。導電層 2 3 a としては、酸化物導電性材料を用いることが好ましい。導電層 2 3 a として酸化物導電性材料を用いることで、液晶素子 9 0 の光路上に導電層 2 3 a が位置していても、光を透過させることができる。導電層 2 3 a としては、例えば金属酸化物や、低抵抗化された酸化物半導体材料を用いることができる。

【 0 1 9 6 】

導電層 2 3 a に酸化物半導体材料を用いる場合には、プラズマ処理や熱処理等により、酸化物半導体材料中に酸素欠損を生じさせることによりキャリア密度を高めてもよい。また酸化物半導体材料中に、水素や窒素の他、アルゴンなどの希ガス等の不純物を導入することによりキャリア密度を高めてもよい。また導電層 2 3 a 上に形成する導電層 2 3 b として、酸素が拡散しやすい材料を用いることで、酸化物半導体中の酸素を低減させてもよい。なお、上述した方法を二以上適用してもよい。

40

【 0 1 9 7 】

続いて、導電層 2 3 a 上に開口部を有する導電層 2 3 b を形成する。導電層 2 3 b としては、金属、または合金材料含む単層構造、または積層構造を用いることができる。導電層 2 3 b として積層構造を用いる場合には、導電層 2 3 a と接する層に、それ以外の層よりも反射率の高い材料を用いることが好ましい。

50

【 0 1 9 8 】

続いて、絶縁層 4 5、導電層 2 3 a 及び導電層 2 3 b を覆って絶縁層 8 3 を形成する。このとき、絶縁層 8 3 の一部に、導電層 2 3 b に達する開口を形成する。

【 0 1 9 9 】

この段階における断面概略図が、図 1 0 (B) に相当する。

【 0 2 0 0 】

続いて、絶縁層 8 3 上にトランジスタ 7 0 a 及びトランジスタ 7 0 b を形成する。これらは、構成例 1 と同様の方法により、形成することができる。

【 0 2 0 1 】

このとき、トランジスタ 7 0 a 及びトランジスタ 7 0 b のゲートを形成する工程において、導電膜を成膜した後に加工するときに、絶縁層 8 3 に設けられた開口を介して導電層 2 3 b と電氣的に接続する導電層を同時に形成する。これにより、接続部 8 0 を形成することができる。

10

【 0 2 0 2 】

また、トランジスタ 7 0 a のソース又はドレインの一方が、接続部 8 0 と電氣的に接続するように、トランジスタ 7 0 a 等のゲート絶縁層として機能する絶縁層の一部に、開口を形成する。

【 0 2 0 3 】

続いて、トランジスタ 7 0 a 及びトランジスタ 7 0 b を覆う絶縁層 8 1 を形成する。このとき、絶縁層 8 1 には、トランジスタ 7 0 b のソース又はドレインの一方に達する開口を形成する。その後、絶縁層 8 1 上に導電層 9 1 を形成する。

20

【 0 2 0 4 】

続いて、絶縁層 8 1 及び導電層 9 1 上に配向膜 5 6 a を形成する。

【 0 2 0 5 】

この段階における断面概略図が、図 1 0 (C) に相当する。

【 0 2 0 6 】

次に、基板 2 1 を準備し、基板 2 1 上に着色層 5 4 を形成する。続いて、着色層 5 4 を覆って絶縁層 6 3 を形成する。

【 0 2 0 7 】

続いて、絶縁層 6 3 上に導電層 9 3、構造体 1 4 b、及び配向膜 5 6 b を順に形成する。

30

【 0 2 0 8 】

この段階における断面概略図が、図 1 0 (D) に相当する。

【 0 2 0 9 】

続いて、基板 2 1 と、支持基板 4 4 a とを、液晶層 2 4 b となる組成物を挟んで貼り合わせる (図 1 1 (A))。

【 0 2 1 0 】

続いて、基板 2 1 側から光 2 0 を照射し、着色層 5 4 と重ならない領域に隔壁 1 1 を形成する (図 1 1 (B))。

【 0 2 1 1 】

続いて、剥離層 4 3 a と絶縁層 4 5 との間で剥離し、支持基板 4 4 a 及び剥離層 4 3 a を除去する (図 1 1 (C))。

40

【 0 2 1 2 】

このように、剥離を行うよりも前に、隔壁 1 1 を形成することが好ましい。ここで、隔壁 1 1 は、隣接画素間に複数配置することが可能なため、液晶層 2 4 b を挟む一对の層 (ここでは、配向膜 5 6 a と配向膜 5 6 b) の接着強度が高められている。したがって、剥離を行う工程において、液晶層 2 4 b の内部で剥離されてしまうことが抑制され、より高い歩留りで支持基板 4 4 a を剥離することができる。

【 0 2 1 3 】

絶縁層 4 5 と支持基板 4 4 a とを剥離する方法としては、機械的な力を加えることや、

50

剥離層をエッチングすること、または支持基板 4 4 a の端部に液体を滴下する、または支持基板 4 4 a を液体に含浸させるなどし、剥離界面に液体を浸透させることなどが、一例として挙げられる。または、剥離界面を形成する 2 層の熱膨張率の違いを利用し、支持基板 4 4 a を加熱または冷却することにより剥離を行ってもよい。

【0214】

また、剥離を行う前に、剥離界面の一部を露出させる処理を行ってもよい。例えばレーザーや鋭利な部材などにより、剥離層 4 3 a 上の絶縁層 4 5 の一部を除去する。これにより、絶縁層 4 5 が除去された部分を出発点（起点）として、剥離を進行させることができる。

【0215】

また、上述したように、剥離層 4 3 a 等にレーザー光を照射することで、剥離性を高めてもよい。または、剥離層 4 3 a の形成後から、剥離工程まで間の工程で、加熱処理を行うことで、剥離性を向上させてもよい。

【0216】

剥離を終えた後、絶縁層 4 5 の表面に剥離層 4 3 a の一部が残存している場合がある。その場合、残存した剥離層 4 3 a を洗浄、エッチング、プラズマ処理、または拭き取りなどを行うことにより除去してもよい。また、残存した剥離層 4 3 a が表示装置の動作や、表示品位に影響のない場合には、除去しなくてもよい。その場合には、絶縁層 4 5 の表面に接して剥離層 4 3 a に含まれる元素を含む層が残存する。

【0217】

続いて、絶縁層 4 5 を除去する。絶縁層 4 5 は、例えばドライエッチング法またはウェットエッチング法により、除去することができる。絶縁層 4 5 を除去することで、導電層 2 3 b 及び絶縁層 8 3 の表面が露出する。

【0218】

なお、絶縁層 4 5 が透光性を有する場合には、これを除去しなくてもよい。その場合、絶縁層 4 5 が厚すぎると、液晶素子 4 0 の駆動電圧が上昇してしまう恐れがあるため、上記エッチング法により薄膜化してもよい。

【0219】

続いて、導電層 2 3 a 上に配向膜 5 3 a を形成する（図 1 2（A））。配向膜 2 6 a は、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することができる。

【0220】

なお、絶縁層 4 5 として有機樹脂を用いた場合には、これを除去せずにラビング処理することで、配向膜 2 6 a としてもよい。または、剥離層 4 3 a に有機樹脂を用い、剥離層 4 3 a と支持基板 4 4 a との間で剥離した場合には、剥離層 4 3 a を除去せずにラビング処理することで、配向膜 2 6 a としてもよい。このとき、絶縁層 4 5 はあらかじめ薄く形成しておくか、絶縁層 4 5 を設けないことが好ましい。

【0221】

次に、基板 3 1 を準備し、基板 3 1 上に遮光層 5 2、着色層 5 1 a、着色層 5 1 b 等を形成する。その後、これらを覆う絶縁層 6 1 を形成する。

【0222】

遮光層 5 2 としては、金属材料、または樹脂材料を用いることができる。

【0223】

続いて、絶縁層 6 1 上に、導電層 2 5、構造体 1 4 a、及び配向膜 5 3 b を順に形成する（図 1 2（B））。

【0224】

最後に、基板 3 1 と基板 2 1 とを、液晶 2 2 を挟むように貼り合わせる（図 1 2（C））。

【0225】

以上の工程により、図 8 に示す表示装置を作製することができる。

【0226】

10

20

30

40

50

以上が、作製方法例 2 についての説明である。

【0227】

[各構成要素について]

以下では、上記に示す各構成要素について説明する。

【0228】

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

【0229】

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

10

【0230】

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

【0231】

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

20

【0232】

また、金属基板の表面を酸化する、又は表面に絶縁膜を形成するなどにより、絶縁処理が施された基板を用いてもよい。例えば、スピンコート法やディップ法などの塗布法、電着法、蒸着法、又はスパッタリング法などを用いて絶縁膜を形成してもよいし、酸素雰囲気中で放置する又は加熱するほか、陽極酸化法などによって、基板の表面に酸化膜を形成してもよい。

【0233】

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

30

40

【0234】

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

50

しい。

【0235】

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

【0236】

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

10

【0237】

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

【0238】

〔トランジスタ〕

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

20

【0239】

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

【0240】

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

30

【0241】

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

【0242】

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

40

【0243】

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

【0244】

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

【0245】

50

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

【0246】

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

【0247】

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

【0248】

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

【0249】

半導体層を構成する酸化物半導体として、例えば、In-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Zn系酸化物、In-Hf-Zn系酸化物、In-La-Zn系酸化物、In-Ce-Zn系酸化物、In-Pr-Zn系酸化物、In-Nd-Zn系酸化物、In-Sm-Zn系酸化物、In-Eu-Zn系酸化物、In-Gd-Zn系酸化物、In-Tb-Zn系酸化物、In-Dy-Zn系酸化物、In-Ho-Zn系酸化物、In-Er-Zn系酸化物、In-Tm-Zn系酸化物、In-Yb-Zn系酸化物、In-Lu-Zn系酸化物、In-Sn-Ga-Zn系酸化物、In-Hf-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Ga-Zn系酸化物、In-Sn-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Hf-Zn系酸化物、In-Hf-Al-Zn系酸化物を用いることができる。

【0250】

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

【0251】

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

【0252】

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

【0253】

半導体層を構成する酸化物半導体がIn-M-Zn酸化物の場合、In-M-Zn酸化

10

20

30

40

50

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

【0254】

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

【0255】

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

【0256】

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

【0257】

また、アルカリ金属及びアルカリ土類金属は、酸化物半導体と結合するとキャリアを生成する場合があります、トランジスタのオフ電流が増大してしまうことがある。このため半導体層における二次イオン質量分析法により得られるアルカリ金属またはアルカリ土類金属の濃度を、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{16} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下にする。

【0258】

また、半導体層を構成する酸化物半導体に窒素が含まれていると、キャリアである電子が生じ、キャリア密度が増加し、n型化しやすい。この結果、窒素が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため半導体層における二次イオン質量分析法により得られる窒素濃度は、 $5 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下にすることが好ましい。

【0259】

また、半導体層は、例えば非単結晶構造でもよい。非単結晶構造は、例えば、CAAC-OS (C-Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor、または、C-Axis Aligned and A-B-plane Anchored Crystalline Oxide Semiconductor)、多結晶構造、微結晶構造、または非晶質構造を含む。非単結晶構造において、非晶質構造は最も欠陥準位密度が高く、CAAC-OSは最も欠陥準位密度が低い。

【0260】

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

【0261】

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

【0262】

< C A C - O S の構成 >

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

【0263】

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

10

【0264】

なお、金属酸化物は、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。

20

【0265】

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

30

【0266】

つまり、C A C - O S 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金属酸化物である。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。

【0267】

なお、I G Z O 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 $\text{In}_{(1+x_0)}\text{Ga}_{(1-x_0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m_0}$ ($-1 < x_0 < 1$ 、 m_0 は任意数) で表される結晶性の化合物が挙げられる。

40

【0268】

上記結晶性の化合物は、単結晶構造、多結晶構造、または C A A C 構造を有する。なお、C A A C 構造とは、複数の I G Z O 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。

【0269】

一方、C A C - O S は、金属酸化物の材料構成に関する。C A C - O S 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

50

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。

【0270】

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。

【0271】

なお、 GaO_{x3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、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。

10

【0272】

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。

【0273】

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。

20

【0274】

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。

30

【0275】

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。

【0276】

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、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、または InO_{x1} が主成分である領域とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

40

【0277】

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_{x3} などが主成分である領域と、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、または InO_{x1} 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。

【0278】

ここで、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、または InO_{x1} が主成分である領域は、 GaO_{x3} 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、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$

50

$Y_2O_{Z_2}$ 、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、金属酸化物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、金属酸化物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。

【0279】

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、金属酸化物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。

【0280】

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。

【0281】

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。

【0282】

または、トランジスタのチャネルが形成される半導体に、シリコンを用いることが好ましい。シリコンとしてアモルファスシリコンを用いてもよいが、特に結晶性を有するシリコンを用いることが好ましい。例えば、微結晶シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンなどを用いることが好ましい。特に、多結晶シリコンは、単結晶シリコンに比べて低温で形成でき、且つアモルファスシリコンに比べて高い電界効果移動度と高い信頼性を備える。このような多結晶半導体を画素に適用することで画素の開口率を向上させることができる。また極めて高精細な表示部とする場合であっても、ゲート駆動回路とソース駆動回路を画素と同一基板上に形成することが可能となり、電子機器を構成する部品数を低減することができる。

【0283】

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

【0284】

〔導電層〕

トランジスタのゲート、ソースおよびドレインのほか、表示装置を構成する各種配線および電極などの導電層に用いることのできる材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、またはタン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。またこれらの材料を含む膜を単層で、または積層構造として用いることができる。例えば、シリコンを含むアルミニウム膜の単層構造、チタン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、タングステン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、銅 - マグネシウム - アルミニウム合金膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜上に銅膜を積層する二層構造、タングステン膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜または窒化チタン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にチタン膜または窒化チタン膜を形成する三層構造、モリブデン膜または窒化モリブデン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にモリブデン膜または窒化モリブデン膜を形成する三層構造

10

20

30

40

50

等がある。なお、酸化インジウム、酸化錫または酸化亜鉛等の酸化物を用いてもよい。また、マンガンを含む銅を用いると、エッチングによる形状の制御性が高まるため好ましい。

【0285】

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

10

【0286】

〔絶縁層〕

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

20

【0287】

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

【0288】

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

【0289】

例えば、透水性の低い絶縁膜の水蒸気透過量は、 $1 \times 10^{-5} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{-6} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{-7} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{-8} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下とする。

30

【0290】

〔液晶素子〕

液晶素子としては、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。

40

【0291】

また、液晶素子には、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、ECB（Electrically Controlled Birefringence）モード、ゲストホストモード等が適用さ

50

れた液晶素子を用いることができる。

【0292】

なお、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。なお、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、縦方向の電界又は斜め方向の電界を含む）によって制御される。なお、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（PDL C : Polymer Dispersed Liquid Crystal）、高分子ネットワーク型液晶（PNLC : Polymer Network 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。

10

【0293】

また、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。

【0294】

また、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層に用いる。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。

20

【0295】

また、液晶素子として、透過型の液晶素子、反射型の液晶素子、または半透過型の液晶素子などを用いることができる。

【0296】

本発明の一態様では、特に反射型の液晶素子と透過型の液晶素子とを組み合わせる用いることができる。

30

【0297】

透過型または半透過型の液晶素子を用いる場合、一对の基板を挟むように、2つの偏光板を設ける。また偏光板よりも外側に、バックライト（バックライトユニット）を設ける。バックライトとしては、直下型のバックライトであってもよいし、エッジライト型のバックライトであってもよい。LED（Light Emitting Diode）を備える直下型のバックライトを用いると、ローカルディミングが容易となり、コントラストを高めることができるため好ましい。また、エッジライト型のバックライトを用いると、バックライトを含めたモジュールの厚さを低減できるため好ましい。

40

【0298】

反射型の液晶素子を用いる場合には、表示面側に偏光板を設ける。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。

【0299】

〔接着層〕

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

50

用いてもよい。

【0300】

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

【0301】

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

10

【0302】

〔接続層〕

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

【0303】

〔着色層〕

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。

20

【0304】

〔遮光層〕

遮光層として用いることのできる材料としては、カーボンブラック、チタンブラック、金属、金属酸化物、複数の金属酸化物の固溶体を含む複合酸化物等が挙げられる。遮光層は、樹脂材料を含む膜であってもよいし、金属などの無機材料の薄膜であってもよい。また、遮光層に、着色層の材料を含む膜の積層膜を用いることもできる。例えば、ある色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜と、他の色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜との積層構造を用いることができる。着色層と遮光層の材料を共通化することで、装置を共通化できるほか工程を簡略化できるため好ましい。

【0305】

30

以上が各構成要素についての説明である。

【0306】

〔構成例3〕

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

【0307】

〔断面構成例3-1〕

図13は、以下で例示する表示装置の断面概略図である。図1(A)におけるFPC36を含む領域、回路34を含む領域、表示部32を含む領域などの断面の一例を示している。

40

【0308】

基板21と基板31とは、接着層141によって貼り合わされている。また基板21、基板31、及び接着層141に囲まれた領域に、液晶112が封止されている。また、基板31の外側の面には、偏光板130を有する。

【0309】

図13では、液晶素子40が導電層111と、導電層113の一部と、これらの間に挟持された液晶112により構成されている。また液晶112と導電層111の間に配向膜133aが設けられ、液晶112と導電層113の間に配向膜133bが設けられている。

【0310】

50

また、基板 2 1 と基板 3 1 の間には、液晶 1 1 2 中にモノマー 1 3 が分散されている。
また基板 2 1 と基板 3 1 の間には、隔壁 1 1 が設けられている。

【0311】

また、図示しないが、偏光板 1 3 0 よりも外側に、フロントライトを設けることができる。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。

【0312】

基板 3 1 には、着色層 1 3 1、絶縁層 1 2 1、及び液晶素子 4 0 の共通電極として機能する導電層 1 1 3、配向膜 1 3 3 b 等が設けられている。

10

【0313】

基板 2 1 には、液晶素子 4 0 の画素電極として機能する導電層 1 1 1、配向膜 1 3 3 a、トランジスタ 2 0 1、トランジスタ 2 0 2、容量素子 2 0 3、接続部 2 0 4、配線 3 5 等が設けられている。トランジスタ 2 0 1 は、例えば上述したトランジスタ 7 0 と対応する。

【0314】

基板 2 1 上には、絶縁層 2 1 1、絶縁層 2 1 2、絶縁層 2 1 3、絶縁層 2 1 4 等の絶縁層が設けられている。絶縁層 2 1 1 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し、また他の一部は、容量素子 2 0 3 の誘電体として機能する。絶縁層 2 1 2、絶縁層 2 1 3、及び絶縁層 2 1 4 は、各トランジスタや容量素子 2 0 3 を覆って設けられている。絶縁層 2 1 4 は、平坦化層としての機能を有する。なお、ここではトランジスタ等を覆う絶縁層として、絶縁層 2 1 2、絶縁層 2 1 3、絶縁層 2 1 4 の 3 層を有する場合について示しているが、これに限られず 4 層以上であってもよいし、単層、または 2 層であってもよい。また平坦化層として機能する絶縁層 2 1 4 は、不要であれば設けなくてもよい。

20

【0315】

また、トランジスタ 2 0 1 及びトランジスタ 2 0 2 は、一部がゲートとして機能する導電層 2 2 1、一部がソース又はドレインとして機能する導電層 2 2 2、半導体層 2 3 1 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。

30

【0316】

ここで、トランジスタ 2 0 2 の一対の導電層 2 2 2 のうち、導電層 1 1 1 と電氣的に接続されていない方の導電層 2 2 2 は、信号線の一部として機能してもよい。また、トランジスタ 2 0 2 のゲートとして機能する導電層 2 2 2 は、走査線の一部として機能してもよい。

【0317】

図 1 3 では、表示部 3 2 の例として、2 つの画素 (副画素) の断面を示している。例えば 1 つの副画素は、トランジスタ 2 0 2 と、容量素子 2 0 3 と、液晶素子 4 0 と、着色層 1 3 1 と、を有する。例えば着色層 1 3 1 を選択的に形成して赤色を呈する副画素、緑色を呈する副画素、青色を呈する副画素を配列することで、フルカラーの表示を行うことができる。

40

【0318】

図 1 3 では、回路 3 4 の例としてトランジスタ 2 0 1 が設けられている例を示している。

【0319】

図 1 3 では、トランジスタ 2 0 1 及びトランジスタ 2 0 2 の例として、1 つのゲートを設ける構成を示したが、チャンネルが形成される半導体層 2 3 1 を 2 つのゲートで挟持する構成を適用してもよい。このような構成とすることで、トランジスタのしきい値電圧を制御することができる。このとき、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

50

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。

【0320】

なお、回路34が有するトランジスタと、表示部32が有するトランジスタは、同じ構造であってもよい。また回路34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いし、異なる構造のトランジスタを組み合わせ用いてもよい。また、表示部32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いし、異なる構造のトランジスタを組み合わせ用いてもよい。

10

【0321】

各トランジスタを覆う絶縁層212、絶縁層213のうち少なくとも一方は、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。すなわち、絶縁層212または絶縁層213は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。

【0322】

絶縁層214上には、導電層111が設けられている。導電層111は、絶縁層214、絶縁層213、絶縁層212等に形成された開口を介して、トランジスタ202のソース又はドレインの一方と電氣的に接続されている。また導電層111は、容量素子203の一方の電極と電氣的に接続されている。

20

【0323】

基板31側において、着色層131を覆って絶縁層121が設けられている。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、導電層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。

【0324】

また、図13において、隔壁11は2つの隣接する導電層111の間と重なる領域に位置する。また隔壁11は、配向膜133a、配向膜133b、導電層113等と重ねて配置されている。

30

【0325】

液晶素子40において、導電層111は可視光を反射する機能を有し、導電層113は可視光を透過する機能を有する。基板31側から入射した光は、偏光板130により偏光され、導電層113及び液晶112を透過し、導電層111で反射する。そして液晶112及び導電層113を再度透過して、偏光板130に達する。このとき、導電層111と導電層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130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。

【0326】

ここで、偏光板130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130の種類に応じて、液晶素子40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。

40

【0327】

導電層113は、基板31の端部に近い部分において、基板21側に設けられた導電層と接続体243により電氣的に接続されている。これにより、基板21側に配置されるFPCやIC等から導電層113に電位や信号を供給することができる。

【0328】

50

接続体 2 4 3 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いることが好ましい。また接続体 2 4 3 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 2 4 3 は、図 1 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 2 4 3 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。

【0 3 2 9】

10

接続体 2 4 3 は、接着層 1 4 1 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 1 4 1 に接続体 2 4 3 を分散させておけばよい。

【0 3 3 0】

基板 2 1 の端部に近い領域には、接続部 2 0 4 が設けられている。接続部 2 0 4 は、接続層 2 4 2 を介して F P C 3 6 と電氣的に接続されている。図 1 3 に示す構成では、配線 3 5 の一部と、導電層 1 1 1 と同一の導電膜を加工して得られた導電層を積層することで接続部 2 0 4 を構成している例を示している。

【0 3 3 1】

以上が断面構成例 3 - 1 についての説明である。

【0 3 3 2】

20

〔断面構成例 3 - 2〕

以下では、本発明の一態様の表示装置の例として、タッチセンサを備えるタッチパネルの構成例について説明する。

【0 3 3 3】

図 1 4 は、以下で例示する表示装置の断面概略図である。

【0 3 3 4】

図 1 4 では、タッチセンサを構成する導電層 1 5 1、導電層 1 5 2 等を、基板 3 1 の基板 2 1 側とは反対側に形成した例を示している。このような構成を、オンセル型のタッチパネルと呼ぶことができる。

【0 3 3 5】

30

基板 3 1 上には、導電層 1 5 1、導電層 1 5 2 等が形成され、これらを覆って絶縁層 1 6 3 が設けられている。また、絶縁層 1 6 3 上に導電層 1 5 3 が設けられている。

【0 3 3 6】

導電層 1 5 1 と導電層 1 5 2 はそれぞれ静電容量方式のタッチセンサを構成する配線として機能する。

【0 3 3 7】

図 1 4 では、導電層 1 5 1 と導電層 1 5 2 の交差部を明示している。導電層 1 5 3 は、絶縁層 1 6 3 に設けられた開口を介して、導電層 1 5 2 を挟む 2 つの導電層 1 5 1 と電氣的に接続されている。

【0 3 3 8】

40

基板 1 7 0 は、タッチ面として機能する基板であり、例えば表示装置を電子機器に組み込んだ際の筐体の一部、または保護ガラスなどとして機能する。図 1 4 では、基板 1 7 0 と偏光板 1 3 0 とが積層され、偏光板 1 3 0 と基板 3 1 とは、接着層 1 6 5 によって貼り合わされている。

【0 3 3 9】

ここで、図 1 4 では、導電層 1 5 1 が液晶素子 4 0、着色層 1 3 1 等と重なる領域に配置されている例を示している。このとき、導電層 1 5 1 には、可視光を透過する材料を用いることができる。例えば金属酸化物を含む膜や、グラフェンを含む膜、または金属や合金を含み、可視光を透過する程度に薄い膜などを、導電層 1 5 1 に用いることができる。なお、導電層 1 5 2 についても同様である。また、導電層 1 5 3 も同様の可視光を透過す

50

る材料を用いてもよいが、導電層 153 の面積が極めて小さい場合には、金属や合金など、可視光を遮光する材料を用いてもよい。

【0340】

なお、導電層 151 と導電層 152 は、表示部において、液晶素子 40 と重ならないように配置されていてもよい。言い換えると、導電層 151 は液晶素子 40 と重なる開口を有するメッシュ形状を有する構成とすることができる。このような構成により、外部から入射し、液晶素子 40 により反射されて再度外部に射出される光の経路上に、導電層 151 が配置されないため、導電層 151 を配置することによる輝度の低下は実質的に生じず、視認性が高く、且つ消費電力が低減された表示装置を実現できる。なお、導電層 152 や導電層 153 も同様の構成とすることができる。また、導電層 151、導電層 152、導電層 153 が液晶素子 40 と重ならないため、これらに比較的抵抗な金属材料を用いることができる。そのためこれらに透光性の導電性材料を用いた場合に比べて、タッチセンサの感度を向上させることができる。

10

【0341】

以上が断面構成例 3 - 2 についての説明である。

【0342】

[構成例 4]

以下では、構成例 2 で例示した、反射型の液晶素子と、透過型の液晶素子の両方を有し、透過モードと反射モードの両方の表示を行うことのできる、表示装置のより具体的な断面構成例について説明する。

20

【0343】

[断面構成例 4]

図 15 に、以下で例示する表示装置の断面概略図を示す。図 15 に示す表示装置は、図 8 で例示した表示装置に対応する。

【0344】

表示装置は、基板 21 と基板 31 の間に、絶縁層 220 を有する。また基板 21 と絶縁層 220 の間に、液晶素子 90、トランジスタ 205、トランジスタ 206、着色層 134、隔壁 11 等を有する。また絶縁層 220 と基板 31 の間に、液晶素子 40、着色層 131 等を有する。

【0345】

また、基板 31 の外側には偏光板 130a が設けられ、基板 21 の外側には、偏光板 130b 及びバックライトユニット 65 が設けられている。

30

【0346】

基板 21 の基板 31 側の面には、着色層 134 が設けられ、着色層 134 を覆って絶縁層 218 が設けられている。

【0347】

液晶素子 40 は反射型の液晶素子である。液晶素子 40 は、導電層 111a、液晶 112、導電層 113 が積層された積層構造を有する。また導電層 111a の基板 21 側に接して、可視光を反射する導電層 111b が設けられている。導電層 111b は開口 251 を有する。また導電層 111a 及び導電層 113 は可視光を透過する材料を含む。

40

【0348】

液晶素子 90 は、透過型の液晶素子である。液晶素子 90 は、絶縁層 220 側から導電層 191、液晶 192、及び導電層 193 の順に積層された積層構造を有する。また液晶 192 はモノマー 13 が分散されている。導電層 191 及び導電層 193 は、それぞれ可視光を透過する材料を含む。バックライトユニット 65 から射出された光は、偏光板 130b により偏光され、着色層 134 を介して着色され、液晶素子 90、絶縁層 220、開口 251、構造体 270 等を介して、偏光板 130a に到達する。

【0349】

トランジスタ 205 のソース又はドレインの一方は、導電層 191 と電氣的に接続されている。

50

【0350】

トランジスタ206のソース又はドレインの一方は、接続部207を介して導電層111bと電氣的に接続されている。導電層111bと導電層111aは接して設けられ、これらは電氣的に接続されている。ここで、接続部207は、絶縁層220に設けられた開口を介して、絶縁層220の両面に設けられる導電層同士を接続する部分である。

【0351】

基板31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は接続部207と同様の構成を有している。接続部204の上面は、導電層111aと同一の導電膜を加工して得られた導電層が露出している。これにより、接続部204とFPC36とを接続層242を介して電氣的に接続することができる。

10

【0352】

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、導電層111aと同一の導電膜を加工して得られた導電層と、導電層113の一部が、接続体243により電氣的に接続されている。したがって、基板31側に形成された導電層113に、基板21側に接続されたFPC36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。

【0353】

また、接着層142が設けられる一部の領域には、接続部253が設けられている。接続部253において、導電層191と同一の導電膜を加工して得られた導電層と、導電層193の一部が、接続体244により電氣的に接続されている。

20

【0354】

以上が断面構成例4についての説明である。

【0355】

[トランジスタについて]

以下では、上記表示装置に適用可能なトランジスタの構成例について説明する。

【0356】

図16(A)で例示したトランジスタ310は、ボトムゲート構造のトランジスタの例である。

【0357】

トランジスタ310は、ゲート電極として機能する導電層311と、ゲート絶縁層として機能する絶縁層332の一部と、半導体層312と、ソース電極またはドレイン電極の一方として機能する導電層313aと、ソース電極またはドレイン電極の他方として機能する導電層313bと、を有する。

30

【0358】

図16(A)では、絶縁層331上にトランジスタ310が設けられている。またトランジスタ310を覆って絶縁層334が設けられ、絶縁層334上に導電層321が設けられている。導電層321は絶縁層334に設けられた開口を介して導電層313bと電氣的に接続され、画素電極として機能する。また図16(A)では、導電層321の端部を覆う絶縁層335を有する例を示している。

【0359】

40

トランジスタ310は、ゲート電極として機能する導電層311が、半導体層312よりも被形成面側(絶縁層331側)に位置する。また、絶縁層332が導電層311を覆って設けられている。また半導体層312は、導電層311を覆って設けられている。半導体層312の導電層311と重なる領域が、チャネル形成領域に相当する。また、導電層313a及び導電層313bは、それぞれ半導体層312の上面及び側端部に接して設けられている。

【0360】

なお、トランジスタ310は、導電層311よりも半導体層312の幅が大きい場合の例を示している。このような構成により、導電層311と導電層313aまたは導電層313bの間に半導体層312が配置されるため、導電層311と導電層313aまたは導

50

電層 3 1 3 b との間の寄生容量を小さくすることができる。

【0361】

トランジスタ 3 1 0 は、チャネルエッチ型のトランジスタであり、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。

【0362】

図 1 6 (B) に示したトランジスタ 3 1 0 a は、トランジスタ 3 1 0 と比較して、導電層 3 1 4 及び絶縁層 3 3 6 を有する点で相違している。導電層 3 1 4 は、絶縁層 3 3 3 上に設けられ、半導体層 3 1 2 と重なる領域を有する。また絶縁層 3 3 6 は、導電層 3 1 4 及び絶縁層 3 3 3 を覆って設けられている。

10

【0363】

導電層 3 1 4 は、半導体層 3 1 2 を挟んで導電層 3 1 1 とは反対側に位置している。導電層 3 1 1 を第 1 のゲート電極とした場合、導電層 3 1 4 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 3 1 1 と導電層 3 1 4 に同じ電位を与えることで、トランジスタ 3 1 0 a のオン電流を高めることができる。また導電層 3 1 1 及び導電層 3 1 4 の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 3 1 0 a のしきい値電圧を制御することができる。

【0364】

ここで、導電層 3 1 4 として、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 3 1 4 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 3 3 3 に酸素を供給することができる。好適には、成膜ガス中の酸素ガスの割合を 9 0 % 以上 1 0 0 % 以下の範囲とすることが好ましい。絶縁層 3 3 3 に供給された酸素は、後の熱処理により半導体層 3 1 2 に供給され、半導体層 3 1 2 中の酸素欠損の低減を図ることができる。

20

【0365】

特に、導電層 3 1 4 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 3 3 6 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 3 3 6 の成膜中、またはその後の熱処理によって導電層 3 1 4 中に水素が供給され、導電層 3 1 4 の電気抵抗を効果的に低減することができる。

【0366】

図 1 6 (C) に示すトランジスタ 3 1 0 b は、トップゲート構造のトランジスタである。

30

【0367】

トランジスタ 3 1 0 b は、ゲート電極として機能する導電層 3 1 1 が、半導体層 3 1 2 よりも上側（被形成面側とは反対側）に設けられている。また、絶縁層 3 3 1 上に半導体層 3 1 2 が形成されている。また半導体層 3 1 2 上には、絶縁層 3 3 2 及び導電層 3 1 1 が積層して形成されている。また、絶縁層 3 3 3 は、半導体層 3 1 2 の上面及び側端部、絶縁層 3 3 3 の側面、及び導電層 3 1 1 を覆って設けられている。導電層 3 1 3 a 及び導電層 3 1 3 b は、絶縁層 3 3 3 上に設けられている。導電層 3 1 3 a 及び導電層 3 1 3 b は、絶縁層 3 3 3 に設けられた開口を介して、半導体層 3 1 2 の上面と電氣的に接続されている。

40

【0368】

なお、ここでは絶縁層 3 3 2 が、導電層 3 1 1 と重ならない部分に存在しない場合の例を示しているが、絶縁層 3 3 2 が半導体層 3 1 2 の上面及び側端部を覆って設けられていてもよい。

【0369】

トランジスタ 3 1 0 b は、導電層 3 1 1 と導電層 3 1 3 a または導電層 3 1 3 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。

【0370】

50

図 16 (D) に示すトランジスタ 310c は、トランジスタ 310b と比較して、導電層 315 及び絶縁層 337 を有している点で相違している。導電層 315 は絶縁層 331 上に設けられ、半導体層 312 と重なる領域を有する。また絶縁層 337 は、導電層 315 及び絶縁層 331 を覆って設けられている。

【0371】

導電層 315 は、上記導電層 314 と同様に第 2 のゲート電極として機能する。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。

【0372】

以上がトランジスタについての説明である。

【0373】

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

【0374】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の例として、反射型の液晶素子と、透過型の液晶素子の両方を有し、透過モード、反射モード、及びこれらを同時に行うハイブリッドモードの表示を行うことのできる、表示装置(表示パネル)の例を説明する。このような表示パネルを、TR-Hybrid Display (Transmission and Reflection Hybrid Display、または、Transmission/Reflection Hybrid Display)とも呼ぶことができる。

【0375】

このような表示装置の一例としては、可視光を反射する電極を備える反射型の液晶素子と、可視光を透過する電極を備える透過型の液晶素子とを積層して配置した構成が挙げられる。このとき、可視光を反射する電極が開口を有し、当該開口と透過型の素子とが重ねて配置されていることが好ましい。これにより、透過モードでは当該開口を介して透過型の液晶素子からの光が射出されるように駆動することができる。また、平面視において、反射型の液晶素子と透過型の液晶素子を並べて配置した場合と比べて、これらを積層して配置することで、透過型の液晶素子と反射型の液晶素子の両方を有する画素の大きさを小さくすることができるため、より高精細な表示装置を実現できる。

【0376】

さらに、透過型の液晶素子を駆動するトランジスタと、反射型の液晶素子を構成するトランジスタとをそれぞれ個別に有することが好ましい。これにより、透過型の液晶素子と反射型の液晶素子とを、それぞれ独立して駆動することができる。

【0377】

ここで、液晶素子を駆動する画素回路に、酸化物半導体が適用され、オフ電流が極めて低いトランジスタを適用することが好ましい。または、当該画素回路に記憶素子を適用してもよい。これにより、液晶素子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。これにより、極めて低消費電力な表示を行うことができる。

【0378】

本発明の一態様は、反射型の素子で画像を表示する第 1 のモード、透過型の素子で画像を表示する第 2 のモード、及び反射型の素子及び透過型の素子で画像を表示する第 3 のモードを切り替えることができる。特に第 3 のモードは、ハイブリッドモードとも呼ぶことができる。

【0379】

[第 1 乃至第 3 のモードの具体例]

ここで、上述した第 1 乃至第 3 のモードを用いる場合の具体例について、図 17 及び図 18 を用いて説明する。

10

20

30

40

50

【0380】

なお、以下では、第1乃至第3のモードが照度に応じて自動に切り替わる場合について説明する。なお、照度に応じて自動で切り替わる場合、例えば、表示装置に照度センサ等を設け、当該照度センサからの情報をもとに表示モードを切り替えることができる。

【0381】

図17(A)(B)(C)は、本実施の形態の表示装置が取り得る表示モードを説明するための画素の模式図である。

【0382】

図17(A)(B)(C)では、第1の表示素子601、第2の表示素子602、開口部603、第1の表示素子601から反射される反射光604、及び第2の表示素子602から開口部603を通して射出される透過光605が明示されている。なお、図17(A)が第1のモード(mode1)を説明する図であり、図17(B)が第2のモード(mode2)を説明する図であり、図17(C)が第3のモード(mode3)を説明する図である。

10

【0383】

なお、図17(A)(B)(C)では、第1の表示素子601として、反射型の液晶素子を用い、第2の表示素子602として、透過型の液晶素子を用いる場合とする。

【0384】

図17(A)に示す第1のモードでは、第1の表示素子601である、反射型の液晶素子を駆動して反射光の強度を調節して階調表示を行うことができる。例えば、図17(A)に示すように、第1の表示素子601である、反射型の液晶素子が有する反射電極で、反射光604の強度を液晶層で調節することで階調表示を行うことができる。

20

【0385】

図17(B)に示す第2のモードでは、第2の表示素子602である、透過型の液晶素子を駆動して透過光の強度を調節して階調表示を行うことができる。なお、第2の表示素子602を透過する光は、開口部603を通過し、透過光605として外部に取り出される。

【0386】

図17(C)に示す第3のモードは、上述した第1のモードと、第2のモードとを組み合わせた表示モードである。例えば、第1の表示素子601である、反射型の液晶素子が有する反射電極で、反射光604の強度を液晶層で調節し階調表示を行う。また、第1の表示素子601の駆動する期間と、同じ期間内に、第2の表示素子602である、透過型の液晶素子の透過光の強度、ここでは透過光605の強度を調整し階調表示を行う。

30

【0387】

[第1乃至第3のモードの状態遷移]

次に、第1乃至第3のモードの状態遷移について、図17(D)を用いて説明を行う。図17(D)は、第1のモード、第2のモード、及び第3のモードの状態遷移図である。図17(D)に示す、状態C1は第1のモードに相当し、状態C2は第2のモードに相当し、状態C3は第3のモードに相当する。

【0388】

図17(D)に図示するように、状態C1から状態C3までは照度に応じていずれかの状態の表示モードを取り得る。例えば、屋外のように照度が大きい場合には、状態C1を取り得る。また、屋外から屋内に移動するような照度が小さくなる場合には、状態C1から状態C2に遷移する。また、屋外であっても照度が低く、反射光による階調表示が十分でない場合には、状態C2から状態C3に遷移する。もちろん、状態C3から状態C1への遷移、状態C1から状態C3への遷移、状態C3から状態C2への遷移、または状態C2から状態C1への遷移も生じる。

【0389】

なお、図17(D)では、第1のモードのイメージとして太陽のシンボルを、第2のモードのイメージとして、月のシンボルを、第3のモードのイメージとして、雲のシンボル

40

50

を、それぞれ図示してある。

【0390】

なお、図17(D)に図示するように、状態C1乃至状態C3において、照度の変化がない、または照度の変化が少ない場合には、他の状態に遷移せずに、続けて元の状態を維持すればよい。

【0391】

以上のように照度に応じて表示モードを切り替える構成とすることで、消費電力が比較的大きいバックライト等の光源を必要とする透過型の液晶素子の階調表示の頻度を減らすことができる。そのため、表示装置の消費電力を低減することができる。また、表示装置は、バッテリーの残容量、表示するコンテンツ、または周辺環境の照度に応じて、さらに動作モードを切り替えることができる。なお、上記の説明においては、照度に応じて表示モードが自動で切り替わる場合について例示したがこれに限定されず、使用者が手動で表示モードを切り替えてもよい。

【0392】

[動作モード]

次に、第1の表示素子で行うことができる動作モードについて、図18を用いて説明を行う。

【0393】

なお、以下では、通常フレーム周波数(代表的には30Hz以上240Hz以下、または60Hz以上240Hz以下)で動作する通常動作モード(Normal mode)と、低速フレーム周波数で動作するアイドリング・ストップ(IDS)駆動モードと、を例示して説明する。

【0394】

なお、アイドリング・ストップ(IDS)駆動モードとは、画像データの書き込み処理を実行した後、画像データの書き換えを停止する駆動方法のことをいう。一旦画像データの書き込みをして、その後、次の画像データの書き込みまでの間隔を延ばすことで、その間の画像データの書き込みに要する分の消費電力を削減することができる。アイドリング・ストップ(IDS)駆動モードは、例えば、通常動作モードの1/100乃至1/10程度のフレーム周波数とすることができる。

【0395】

図18(A)(B)(C)は、通常駆動モードとアイドリング・ストップ(IDS)駆動モードを説明する回路図及びタイミングチャートである。なお、図18(A)では、第1の表示素子601(ここでは反射型の液晶素子)と、第1の表示素子601に電気的に接続される画素回路606と、を明示している。また、図18(A)に示す画素回路606では、信号線SLと、ゲート線GLと、信号線SL及びゲート線GLに接続されたトランジスタM1と、トランジスタM1に接続される容量素子C_{SLC}とを図示している。

【0396】

トランジスタM1としては、半導体層に金属酸化物を有するトランジスタを用いることが好ましい。半導体特性を有する金属酸化物を、金属酸化物半導体(metal oxide semiconductor)または酸化物半導体(oxide semiconductor)、略して「OS」と呼ぶことができる。以下、トランジスタの代表例として、酸化物半導体を有するトランジスタ(OSトランジスタ)を用いて説明する。OSトランジスタは、非導通状態時のリーク電流(オフ電流)が極めて低いため、OSトランジスタを非導通状態とすることで液晶素子の画素電極に電荷の保持をすることができる。

【0397】

なお、図18(A)に示す回路図において、液晶素子LCはデータD₁のリークパスとなる。したがって、適切にアイドリング・ストップ駆動を行うには、液晶素子LCの抵抗率を $1.0 \times 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上とすることが好ましい。

【0398】

なお、上記OSトランジスタのチャネル領域には、例えば、In-Ga-Zn酸化物、

10

20

30

40

50

In - Zn 酸化物などを好適に用いることができる。また、上記 In - Ga - Zn 酸化物としては、代表的には、In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1 [原子数比] 近傍、または In : Ga : Zn = 4 : 2 : 3 [原子数比] 近傍の組成を用いることができる。

【 0 3 9 9 】

また、図 1 8 (B) は、通常駆動モードでの信号線 S L およびゲート線 G L にそれぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。通常駆動モードでは通常のフレーム周波数 (例えば 6 0 H z) で動作する。1 フレーム期間を期間 T₁ から T₃ までで表すと、各フレーム期間でゲート線 G L に走査信号を与え、信号線 S L からデータ D₁ を書き込む動作を行う。この動作は、期間 T₁ から T₃ までで同じデータ D₁ を書き込む場合、または異なるデータを書き込む場合でも同じである。

10

【 0 4 0 0 】

一方、図 1 8 (C) は、アイドリング・ストップ (I D S) 駆動モードでの信号線 S L およびゲート線 G L に、それぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。アイドリング・ストップ (I D S) 駆動では低速のフレーム周波数 (例えば 1 H z) で動作する。1 フレーム期間を期間 T₁ で表し、その中でデータの書き込み期間を期間 T_w、データの保持期間を期間 T_{R E T} で表す。アイドリング・ストップ (I D S) 駆動モードは、期間 T_w でゲート線 G L に走査信号を与え、信号線 S L のデータ D₁ を書き込み、期間 T_{R E T} でゲート線 G L をローレベルの電圧に固定し、トランジスタ M 1 を非導通状態として一旦書き込んだデータ D₁ を保持させる動作を行う。なお、低速のフレーム周波数としては、例えば、0 . 1 H z 以上 6 0 H z 未満、または 0 . 1 H z 以上 3 0 H z 未満とすればよい。

20

【 0 4 0 1 】

アイドリング・ストップ (I D S) 駆動モードは、上述した第 1 のモード、または第 3 のモードと組み合わせることで、さらなる低消費電力化を図ることができるため有効である。

【 0 4 0 2 】

以上のように、本実施の形態の表示装置は、第 1 のモード乃至第 3 のモードを切り替えて表示を行うことができる。したがって、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 4 0 3 】

また、本実施の形態の表示装置は、第 1 の表示素子を有する第 1 の画素と、第 2 の表示素子を有する第 2 の画素とをそれぞれ複数有すると好ましい。また、第 1 の画素と第 2 の画素とは、それぞれ、マトリクス状に配置されることが好ましい。

30

【 0 4 0 4 】

第 1 の画素及び第 2 の画素は、それぞれ、1 つ以上の副画素を有する構成とすることができる。例えば、第 1 の画素には、副画素を 1 つ有する構成 (白色 (W) など)、副画素を 3 つ有する構成 (シアン (C)、マゼンタ (M)、イエロー (Y) の 3 色など)、あるいは、副画素を 4 つ有する構成 (シアン (C)、マゼンタ (M)、イエロー (Y)、白色 (W) の 4 色、または、シアン (C)、マゼンタ (M)、イエロー (Y)、緑色 (G) の 4 色など) を適用できる。また、第 2 の画素には、副画素を 1 つ有する構成 (白色 (W) など)、副画素を 3 つ有する構成 (赤色 (R)、緑色 (G)、及び青色 (B) の 3 色など)、あるいは、副画素を 4 つ有する構成 (赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B)、白色 (W) の 4 色、または、赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B)、黄色 (Y) の 4 色など) を適用できる。なお、第 1 の画素及び第 2 の画素が有する色要素は、上記に限定されず、必要に応じて他の色を組み合わせてもよい。

40

【 0 4 0 5 】

本実施の形態の表示装置は、第 1 の画素及び第 2 の画素は、双方とも、フルカラー表示を行う構成とすることができる。

【 0 4 0 6 】

< 表示装置の斜視概略図 >

50

次に、本実施の形態の表示装置について、図 19 を用いて説明を行う。図 19 は、表示装置 610 の斜視概略図である。

【0407】

表示装置 610 は、基板 611 と基板 612 とが貼り合わされた構成を有する。図 19 では、基板 612 を破線で明示している。

【0408】

表示装置 610 は、表示部 614、回路 616、配線 618 等を有する。図 19 では表示装置 610 に IC 620 及び FPC 622 が実装されている例を示している。そのため、図 19 に示す構成は、表示装置 610、IC 620、及び FPC 622 を有する表示モジュールということもできる。

10

【0409】

回路 616 としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

【0410】

配線 618 は、表示部 614 及び回路 616 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 622 を介して外部から配線 618 に入力されるか、または IC 620 から配線 618 に入力される。

【0411】

図 19 では、COG (Chip On Glass) 方式または COF (Chip on Film) 方式等により、基板 611 に IC 620 が設けられている例を示す。IC 620 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 610 には、IC 620 を設けない構成としてもよい。また、IC 620 を、COF 方式等により、FPC に実装してもよい。

20

【0412】

図 19 には、表示部 614 の一部の拡大図を示している。表示部 614 には、複数の表示素子が有する電極 624 がマトリクス状に配置されている。電極 624 は、可視光を反射する機能を有し、液晶素子 650 の反射電極として機能する。

【0413】

また、図 19 に示すように、電極 624 は開口部 626 を有する。さらに表示部 614 は、電極 624 よりも基板 611 側に、透過型の液晶素子 670 を有する。液晶素子 670 からの光は、電極 624 の開口部 626 を介して基板 612 側に射出される。液晶素子 670 の透過領域の面積と開口部 626 の面積とは等しくてもよい。液晶素子 670 の透過領域の面積と開口部 626 の面積のうち一方が他方よりも大きいと、位置ずれに対するマージンが大きくなるため好ましい。

30

【0414】

[構成例]

図 20 (A) は、表示装置 700 の構成の一例を示すブロック図である。表示装置 700 は、表示部 701 にマトリクス状に配列した複数の画素 710 を有する。また表示装置 700 は、回路 GD と、回路 SD を有する。また方向 R に配列した複数の画素 710、及び回路 GD と電氣的に接続する複数の配線 G1、複数の配線 G2、複数の配線 ANO、及び複数の配線 CS COM を有する。また方向 C に配列した複数の画素 710、及び回路 SD と電氣的に接続する複数の配線 S1 及び複数の配線 S2 を有する。

40

【0415】

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、反射型の液晶素子を駆動する回路 GD 及び回路 SD と、透過型の液晶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。

【0416】

画素 710 は、反射型の液晶素子と、透過型の液晶素子を有する。

【0417】

図 20 (B1) は、画素 710 が有する電極 761 の構成例を示す。電極 761 は、画素 710 における反射型の液晶素子の反射電極として機能する。また電極 761 には、開

50

□ 7 5 1 が設けられている。

【 0 4 1 8 】

図 2 0 (B 1) には、電極 7 6 1 と重なる領域に位置する透過型の液晶素子 7 6 0 を破線で示している。透過型の液晶素子 7 6 0 は、電極 7 6 1 が有する開口 7 5 1 と重ねて配置されている。これにより、透過型の液晶素子 7 6 0 が透過する光は、開口 7 5 1 を介して表示面側に射出される。

【 0 4 1 9 】

図 2 0 (B 1) では、方向 R に隣接する画素 7 1 0 が異なる色に対応する副画素である。

【 0 4 2 0 】

10

また、図 2 0 (B 2) に示すような配列としてもよい。

【 0 4 2 1 】

非開口部の総面積に対する開口 7 5 1 の総面積の比の値が大きすぎると、反射型の液晶素子を用いた表示が暗くなってしまう。また、非開口部の総面積に対する開口 7 5 1 の総面積の比の値が小さすぎると、透過型の液晶素子 7 6 0 を用いた表示が暗くなってしまう。

【 0 4 2 2 】

また、反射電極として機能する電極 7 6 1 に設ける開口 7 5 1 の面積が小さすぎると、透過型の液晶素子 7 6 0 が射出する光から取り出せる光の効率が低下してしまう。

【 0 4 2 3 】

20

開口 7 5 1 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 7 5 1 を隣接する画素に寄せて配置してもよい。

【 0 4 2 4 】

[回路構成例]

図 2 1 は、画素 7 1 0 の構成例を示す回路図である。図 2 1 では、隣接する 2 つの画素 7 1 0 を示している。

【 0 4 2 5 】

画素 7 1 0 は、スイッチ S W 1、容量素子 C 1、液晶素子 7 4 0、スイッチ S W 2、容量素子 C 2、及び液晶素子 7 6 0 等を有する。また、画素 7 1 0 には、配線 G 1、配線 G 2、配線 C S C O M、配線 S 1、及び配線 S 2 が電氣的に接続されている。また、図 2 1 では、液晶素子 7 4 0 と電氣的に接続する配線 V C O M 1、及び液晶素子 7 6 0 と電氣的に接続する配線 V C O M 2 を示している。

30

【 0 4 2 6 】

図 2 1 では、スイッチ S W 1 及びスイッチ S W 2 に、トランジスタを用いた場合の例を示している。

【 0 4 2 7 】

スイッチ S W 1 は、ゲートが配線 G 1 と接続され、ソース又はドレインの一方が配線 S 1 と接続され、ソース又はドレインの他方が容量素子 C 1 の一方の電極、及び液晶素子 7 4 0 の一方の電極と接続されている。容量素子 C 1 は、他方の電極が配線 C S C O M と接続されている。液晶素子 7 4 0 は、他方の電極が配線 V C O M 1 と接続されている。

40

【 0 4 2 8 】

スイッチ S W 2 は、ゲートが配線 G 2 と接続され、ソース又はドレインの一方が配線 S 2 と接続され、ソース又はドレインの他方が容量素子 C 2 の一方の電極、及び液晶素子 7 6 0 の一方の電極と接続されている。容量素子 C 2 は、他方の電極が配線 C S C O M と接続されている。液晶素子 7 6 0 は、他方の電極が配線 V C O M 2 と接続されている。

【 0 4 2 9 】

配線 G 1 には、スイッチ S W 1 を導通状態または非導通状態に制御する信号を与えることができる。配線 V C O M 1 には、所定の電位を与えることができる。配線 S 1 には、液晶素子 7 4 0 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 C S C

50

OMには、所定の電位を与えることができる。

【0430】

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には、所定の電位を与えることができる。配線S2には、液晶素子760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。

【0431】

図21に示す画素710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740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、液晶素子760による光学変調を利用して表示することができる。また
10 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。

【0432】

なお、図21では一つの画素710に、一つの液晶素子740と一つの液晶素子760とを有する例を示している。このとき、画素710は1つの副画素として機能する。または、液晶素子760を時間階調法により駆動することで、透過モードまたは両方のモードで表示する際に、1つの画素710でフルカラーの表示が可能である。

【0433】

図22は、1つの画素710に1つの反射型の液晶素子740と3つの透過型の液晶素子（液晶素子760r、液晶素子760g、及び液晶素子760b）を有する例を示している。液晶素子760r、液晶素子760g、及び液晶素子760bは、それぞれ赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の光を透過する、透過型の液晶素子である。図22に示す画素710は、透過モードまたは両方のモードで表示する際に、3つの透過型の液晶素子によりフルカラーの表示が可能である。
20

【0434】

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

【0435】

（実施の形態3）

本実施の形態では、本発明の一態様を用いて作製することができる表示モジュールについて説明する。
30

【0436】

図23（A）に示す表示モジュール6000は、上部カバー6001と下部カバー6002との間に、FPC6005に接続された表示パネル6006、フレーム6009、プリント基板6010、及びバッテリー6011を有する。

【0437】

例えば、本発明の一態様を用いて作製された表示装置を、表示パネル6006に用いることができる。これにより、外光の強さによらず、高い視認性を有する表示モジュールを実現することができる。

【0438】

上部カバー6001及び下部カバー6002は、表示パネル6006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。
40

【0439】

また、表示パネル6006に重ねてタッチパネルを設けてもよい。タッチパネルとしては、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6006に重畳して用いることができる。また、タッチパネルを設けず、表示パネル6006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。

【0440】

フレーム6009は、表示パネル6006の保護機能の他、プリント基板6010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
50

ーム 6 0 0 9 は、放熱板としての機能を有していてもよい。

【 0 4 4 1 】

プリント基板 6 0 1 0 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よいし、別途設けたバッテリー 6 0 1 1 による電源であってもよい。バッテリー 6 0 1 1 は、商用電源を用いる場合には、省略可能である。

【 0 4 4 2 】

また、表示モジュール 6 0 0 0 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。

【 0 4 4 3 】

図 2 3 (B) は、光学式のタッチセンサを備える表示モジュール 6 0 0 0 の断面概略図である。

【 0 4 4 4 】

表示モジュール 6 0 0 0 は、プリント基板 6 0 1 0 に設けられた発光部 6 0 1 5 及び受光部 6 0 1 6 を有する。また、上部カバー 6 0 0 1 と下部カバー 6 0 0 2 により囲まれた領域に一对の導光部 (導光部 6 0 1 7 a 、導光部 6 0 1 7 b) を有する。

【 0 4 4 5 】

上部カバー 6 0 0 1 と下部カバー 6 0 0 2 は、例えばプラスチック等を用いることができる。また、上部カバー 6 0 0 1 と下部カバー 6 0 0 2 とは、それぞれ薄く (例えば 0 . 5 mm 以上 5 mm 以下) することが可能である。そのため、表示モジュール 6 0 0 0 を極めて軽量にすることが可能となる。また少ない材料で上部カバー 6 0 0 1 と下部カバー 6 0 0 2 を作製できるため、作製コストを低減できる。

【 0 4 4 6 】

表示パネル 6 0 0 6 は、フレーム 6 0 0 9 を間に介してプリント基板 6 0 1 0 やバッテリー 6 0 1 1 と重ねて設けられている。表示パネル 6 0 0 6 とフレーム 6 0 0 9 は、導光部 6 0 1 7 a 、導光部 6 0 1 7 b に固定されている。

【 0 4 4 7 】

発光部 6 0 1 5 から発せられた光 6 0 1 8 は、導光部 6 0 1 7 a により表示パネル 6 0 0 6 の上部を経由し、導光部 6 0 1 7 b を通って受光部 6 0 1 6 に達する。例えば指やスタイラスなどの被検知体により、光 6 0 1 8 が遮られることにより、タッチ操作を検出することができる。

【 0 4 4 8 】

発光部 6 0 1 5 は、例えば表示パネル 6 0 0 6 の隣接する 2 辺に沿って複数設けられる。受光部 6 0 1 6 は、発光部 6 0 1 5 と対向する位置に複数設けられる。これにより、タッチ操作がなされた位置の情報を取得することができる。

【 0 4 4 9 】

発光部 6 0 1 5 は、例えば LED 素子などの光源を用いることができる。特に、発光部 6 0 1 5 として、使用者に視認されず、且つ使用者にとって無害である赤外線を発する光源を用いることが好ましい。

【 0 4 5 0 】

受光部 6 0 1 6 は、発光部 6 0 1 5 が発する光を受光し、電気信号に変換する光電素子を用いることができる。好適には、赤外線を受光可能なフォトダイオードを用いることができる。

【 0 4 5 1 】

導光部 6 0 1 7 a 、導光部 6 0 1 7 b としては、少なくとも光 6 0 1 8 を透過する部材を用いることができる。導光部 6 0 1 7 a 及び導光部 6 0 1 7 b を用いることで、発光部 6 0 1 5 と受光部 6 0 1 6 とを表示パネル 6 0 0 6 の下側に配置することができ、外光が受光部 6 0 1 6 に到達してタッチセンサが誤動作することを抑制できる。特に、可視光を吸収し、赤外線を透過する樹脂を用いることが好ましい。これにより、タッチセンサの誤動作をより効果的に抑制できる。

10

20

30

40

50

【 0 4 5 2 】

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

【 0 4 5 3 】

(実施の形態 4)

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

【 0 4 5 4 】

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、テレビジョン装置、デジタルサイネージ、などに好適に用いることができる。

10

【 0 4 5 5 】

図 2 4 (A)、(B) に、携帯情報端末 8 0 0 の一例を示す。携帯情報端末 8 0 0 は、筐体 8 0 1、筐体 8 0 2、表示部 8 0 3、表示部 8 0 4、及びヒンジ部 8 0 5 等を有する。

【 0 4 5 6 】

筐体 8 0 1 と筐体 8 0 2 は、ヒンジ部 8 0 5 で連結されている。携帯情報端末 8 0 0 は、図 2 4 (A) に示すように折り畳んだ状態から、図 2 4 (B) に示すように筐体 8 0 1 と筐体 8 0 2 を開くことができる。

【 0 4 5 7 】

20

例えば表示部 8 0 3 及び表示部 8 0 4 に、文書情報を表示することが可能であり、電子書籍端末としても用いることができる。また、表示部 8 0 3 及び表示部 8 0 4 に静止画像や動画像を表示することもできる。

【 0 4 5 8 】

このように、携帯情報端末 8 0 0 は、持ち運ぶ際には折り畳んだ状態にできるため、汎用性に優れる。

【 0 4 5 9 】

なお、筐体 8 0 1 及び筐体 8 0 2 には、電源ボタン、操作ボタン、外部接続ポート、スピーカ、マイク等を有していてもよい。

【 0 4 6 0 】

30

図 2 4 (C) に携帯情報端末の一例を示す。図 2 4 (C) に示す携帯情報端末 8 1 0 は、筐体 8 1 1、表示部 8 1 2、操作ボタン 8 1 3、外部接続ポート 8 1 4、スピーカ 8 1 5、マイク 8 1 6、カメラ 8 1 7 等を有する。

【 0 4 6 1 】

表示部 8 1 2 に、本発明の一態様の表示装置を備える。

【 0 4 6 2 】

携帯情報端末 8 1 0 は、表示部 8 1 2 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 8 1 2 に触れることで行うことができる。

【 0 4 6 3 】

40

また、操作ボタン 8 1 3 の操作により、電源の ON、OFF 動作や、表示部 8 1 2 に表示される画像の種類を切り替えることができる。例えば、メール作成画面から、メインメニュー画面に切り替えることができる。

【 0 4 6 4 】

また、携帯情報端末 8 1 0 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 8 1 0 の向き（縦か横か）を判断して、表示部 8 1 2 の画面表示の向きを自動的に切り替えるようにすることができる。また、画面表示の向きの切り替えは、表示部 8 1 2 を触れること、操作ボタン 8 1 3 の操作、またはマイク 8 1 6 を用いた音声入力等により行うこともできる。

【 0 4 6 5 】

50

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。

【0466】

図 24 (D) に、カメラの一例を示す。カメラ 820 は、筐体 821、表示部 822、操作ボタン 823、シャッターボタン 824 等を有する。またカメラ 820 には、着脱可能なレンズ 826 が取り付けられている。

【0467】

表示部 822 に、本発明の一態様の表示装置を備える。

【0468】

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

【0469】

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。

【0470】

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。

【0471】

図 25 (A) に、テレビジョン装置 830 を示す。テレビジョン装置 830 は、表示部 831、筐体 832、スピーカ 833 等を有する。さらに、LED ランプ、操作キー（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

【0472】

またテレビジョン装置 830 は、リモコン操作機 834 により、操作することができる。

【0473】

テレビジョン装置 830 が受信できる放送電波としては、地上波、または衛星から送信される電波などが挙げられる。また放送電波として、アナログ放送、デジタル放送などがあり、また映像及び音声、または音声のみの放送などがある。例えば UHF 帯（約 300 MHz ~ 3 GHz）または VHF 帯（30 MHz ~ 300 MHz）のうちの特定の周波数帯域で送信される放送電波を受信することができる。また例えば、複数の周波数帯域で受信した複数のデータを用いることで、転送レートを高くすることができ、より多くの情報を得ることができる。これによりフルハイビジョンを超える解像度を有する映像を、表示部 831 に表示させることができる。例えば、4K2K、8K4K、16K8K、またはそれ以上の解像度を有する映像を表示させることができる。

【0474】

また、インターネットや LAN (Local Area Network)、Wi-Fi（登録商標）などのコンピュータネットワークを介したデータ伝送技術により送信された放送のデータを用いて、表示部 831 に表示する画像を生成する構成としてもよい。このとき、テレビジョン装置 830 にチューナを有さなくてもよい。

【0475】

図 25 (B) は円柱状の柱 842 に取り付けられたデジタルサイネージ 840 を示している。デジタルサイネージ 840 は、表示部 841 を有する。

【0476】

表示部 841 が広いほど、一度に提供できる情報量を増やすことができる。また、表示部 841 が広いほど、人の目につきやすく、例えば、広告の宣伝効果を高めることができ

10

20

30

40

50

る。

【0477】

表示部841にタッチパネルを適用することで、表示部841に画像または動画を表示するだけでなく、使用者が直感的に操作することができ、好ましい。また、路線情報もしくは交通情報などの情報を提供するための用途に用いる場合には、直感的な操作によりユーザビリティを高めることができる。

【0478】

図25(C)はノート型のパーソナルコンピュータ850を示している。パーソナルコンピュータ850は、表示部851、筐体852、タッチパッド853、接続ポート854等を有する。

10

【0479】

タッチパッド853は、ポインティングデバイスや、ペンタブレット等の入力手段として機能し、指やスタイラス等で操作することができる。

【0480】

また、タッチパッド853には表示素子が組み込まれている。図25(C)に示すように、タッチパッド853の表面に入力キー855を表示することで、タッチパッド853をキーボードとして使用することができる。このとき、入力キー855に触れた際に、振動により触感を実現するため、振動モジュールがタッチパッド853に組み込まれていてもよい。

【0481】

20

図26(A)、(B)、(C)は、それぞれ折り畳みが可能な電子機器を示している。

【0482】

図26(A)に示す電子機器900は、筐体901a、筐体901b、ヒンジ903、表示部902等を有する。表示部902は、筐体901a及び筐体901bに組み込まれている。

【0483】

筐体901aと筐体901bとは、ヒンジ903で回転可能に連結されている。電子機器900は、筐体901aと筐体901bとが閉じた状態と、図26(A)に示すように開いた状態と、に変形することができる。これにより、持ち運ぶ際には可搬性に優れ、使用するときには大きな表示領域により、視認性に優れる。

30

【0484】

また、ヒンジ903は、筐体901aと筐体901bとを開いたときに、これらの角度が所定の角度よりも大きい角度にならないように、ロック機構を有することが好ましい。例えば、ロックがかかる(それ以上に開かない)角度は、90度以上180度未満であることが好ましく、代表的には、90度、120度、135度、または150度、175度などとすることができる。これにより、利便性、安全性、及び信頼性を高めることができる。

【0485】

表示部902は、タッチパネルとして機能し、指やスタイラスなどにより操作することができる。

40

【0486】

筐体901aまたは筐体901bのいずれかーには、無線通信モジュールが設けられ、インターネットやLAN(Local Area Network)、Wi-Fi(登録商標)などのコンピュータネットワークを介して、データを送受信することが可能である。

【0487】

表示部902には、一つのフレキシブルディスプレイで構成されていることが好ましい。これにより、筐体901aと筐体901bの間で途切れることのない連続した表示を行うことができる。このとき、筐体901aと筐体901bとが開いた状態において、表示部902を構成するフレキシブルディスプレイは一部が湾曲した状態で保持されることが

50

好ましい。なお、筐体 9 0 1 a と筐体 9 0 1 b のそれぞれに、ディスプレイが設けられる構成としてもよい。

【 0 4 8 8 】

図 2 6 (B) には、携帯型のゲーム機として機能する電子機器 9 1 0 を示している。電子機器 9 1 0 は、筐体 9 1 1 a、筐体 9 1 1 b、表示部 9 1 2、ヒンジ 9 1 3、操作ボタン 9 1 4 a、操作ボタン 9 1 4 b 等を有する。

【 0 4 8 9 】

また、筐体 9 1 1 b には、カートリッジ 9 1 5 を挿入することができる。カートリッジ 9 1 5 は、例えばゲームなどのアプリケーションソフトが記憶されており、カートリッジ 9 1 5 を交換することにより、電子機器 9 1 0 で様々なアプリケーションを実行することができる。

10

【 0 4 9 0 】

また、図 2 6 (B) では、表示部 9 1 2 の筐体 9 1 1 a と重なる部分のサイズと、筐体 9 1 1 b と重なる部分のサイズが、それぞれ異なる例を示している。具体的には、操作ボタン 9 1 4 a 及び操作ボタン 9 1 4 b の設けられる筐体 9 1 1 b と重なる表示部 9 1 2 の一部よりも、筐体 9 1 1 a に設けられる表示部 9 1 2 の一部が大きい。例えば、表示部 9 1 2 の筐体 9 1 1 a 側に主画面となる表示を行い、筐体 9 1 1 b 側には操作画面となる表示を行うなど、それぞれの表示部を使い分けることができる。

【 0 4 9 1 】

図 2 6 (C) に示す電子機器 9 2 0 は、ヒンジ 9 2 3 により連結された筐体 9 2 1 a と筐体 9 2 1 b に亘って、フレキシブルな表示部 9 2 2 が設けられている。

20

【 0 4 9 2 】

図 2 6 (C) では、筐体 9 2 1 a と筐体 9 2 1 b とを開いたときに、表示部 9 2 2 が大きく湾曲した形態で保持されている。例えば、曲率半径を 1 mm 以上 5 0 mm 以下、好ましくは 5 mm 以上 3 0 mm 以下の状態で、表示部 9 2 2 が保持された状態とすることができる。表示部 9 2 2 の一部は、筐体 9 2 1 a から筐体 9 2 1 b にかけて、連続的に画素が配置され、曲面状の表示を行うことができる。

【 0 4 9 3 】

ヒンジ 9 2 3 は、上述したロック機構を有しているため、表示部 9 2 2 に無理な力がかかることなく、表示部 9 2 2 が破損することを防ぐことができる。そのため、信頼性の高い電子機器を実現できる。

30

【 0 4 9 4 】

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

【 符号の説明 】

【 0 4 9 5 】

- 1 0 表示装置
- 1 1 隔壁
- 1 2 液晶
- 1 3 モノマー
- 1 4 構造体
- 1 4 a 構造体
- 1 4 b 構造体
- 2 0 光
- 2 1 基板
- 2 2 液晶
- 2 3 導電層
- 2 3 a 導電層
- 2 3 b 導電層
- 2 4 液晶層

40

50

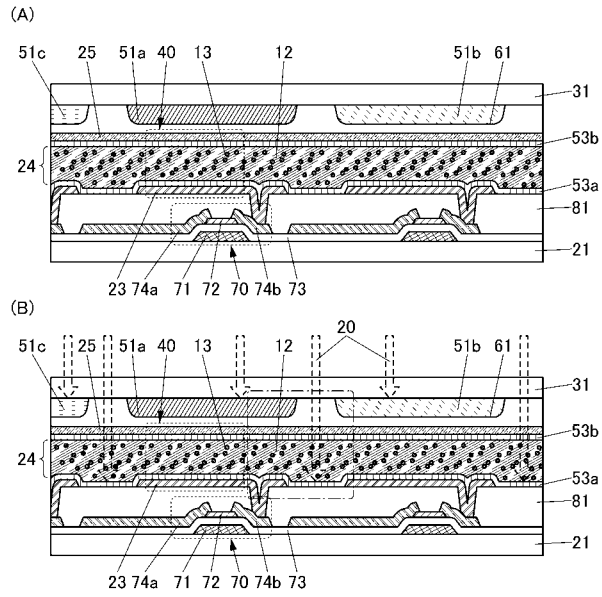
2 4 a	液晶層	
2 4 b	液晶層	
2 5	導電層	
2 6 a	配向膜	
3 0	照射領域	
3 1	基板	
3 2	表示部	
3 4	回路	
3 5	配線	
3 6	F P C	10
3 7	I C	
3 9 a	偏光板	
3 9 b	偏光板	
4 0	液晶素子	
4 0 a	液晶素子	
4 3 a	剥離層	
4 4 a	支持基板	
4 5	絶縁層	
5 0	凹部	
5 1 a	着色層	20
5 1 b	着色層	
5 1 c	着色層	
5 2	遮光層	
5 3 a	配向膜	
5 3 b	配向膜	
5 4	着色層	
5 6 a	配向膜	
5 6 b	配向膜	
6 1	絶縁層	
6 3	絶縁層	30
6 5	バックライトユニット	
7 0	トランジスタ	
7 0 a	トランジスタ	
7 0 b	トランジスタ	
7 1	導電層	
7 2	半導体層	
7 3	絶縁層	
7 4 a	導電層	
7 4 b	導電層	
8 0	接続部	40
8 1	絶縁層	
8 3	絶縁層	
9 0	液晶素子	
9 1	導電層	
9 2	液晶	
9 3	導電層	
1 1 1	導電層	
1 1 1 a	導電層	
1 1 1 b	導電層	
1 1 2	液晶	50

1 1 3	導電層	
1 2 1	絶縁層	
1 3 0	偏光板	
1 3 0 a	偏光板	
1 3 0 b	偏光板	
1 3 1	着色層	
1 3 3 a	配向膜	
1 3 3 b	配向膜	
1 3 4	着色層	
1 4 1	接着層	10
1 4 2	接着層	
1 5 1	導電層	
1 5 2	導電層	
1 5 3	導電層	
1 6 3	絶縁層	
1 6 5	接着層	
1 7 0	基板	
1 9 1	導電層	
1 9 2	液晶	
1 9 3	導電層	20
2 0 1	トランジスタ	
2 0 2	トランジスタ	
2 0 3	容量素子	
2 0 4	接続部	
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	30
2 1 4	絶縁層	
2 1 8	絶縁層	
2 2 0	絶縁層	
2 2 1	導電層	
2 2 2	導電層	
2 3 1	半導体層	
2 4 2	接続層	
2 4 3	接続体	
2 4 4	接続体	
2 5 1	開口	40
2 5 2	接続部	
2 5 3	接続部	
2 7 0	構造体	
3 1 0	トランジスタ	
3 1 0 a	トランジスタ	
3 1 0 b	トランジスタ	
3 1 0 c	トランジスタ	
3 1 1	導電層	
3 1 2	半導体層	
3 1 3 a	導電層	50

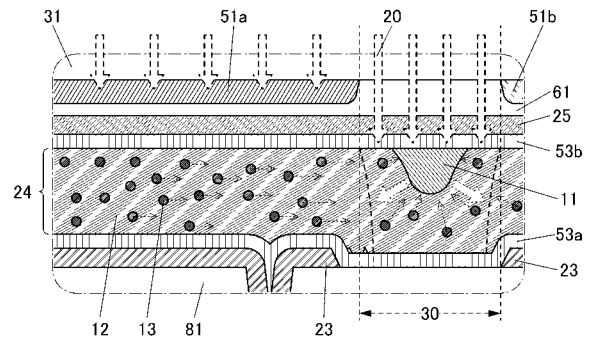
3 1 3 b	導電層	
3 1 4	導電層	
3 1 5	導電層	
3 2 1	導電層	
3 3 1	絶縁層	
3 3 2	絶縁層	
3 3 3	絶縁層	
3 3 4	絶縁層	
3 3 5	絶縁層	
3 3 6	絶縁層	10
3 3 7	絶縁層	
6 0 1	表示素子	
6 0 2	表示素子	
6 0 3	開口部	
6 0 4	反射光	
6 0 5	透過光	
6 0 6	画素回路	
6 1 0	表示装置	
6 1 1	基板	
6 1 2	基板	20
6 1 4	表示部	
6 1 6	回路	
6 1 8	配線	
6 2 0	I C	
6 2 2	F P C	
6 2 4	電極	
6 2 6	開口部	
6 5 0	液晶素子	
6 7 0	液晶素子	
7 0 0	表示装置	30
7 0 1	表示部	
7 1 0	画素	
7 4 0	液晶素子	
7 5 1	開口	
7 6 0	液晶素子	
7 6 0 b	液晶素子	
7 6 0 g	液晶素子	
7 6 0 r	液晶素子	
7 6 1	電極	
8 0 0	携帯情報端末	40
8 0 1	筐体	
8 0 2	筐体	
8 0 3	表示部	
8 0 4	表示部	
8 0 5	ヒンジ部	
8 1 0	携帯情報端末	
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	50

8 1 5	スピーカ	
8 1 6	マイク	
8 1 7	カメラ	
8 2 0	カメラ	
8 2 1	筐体	
8 2 2	表示部	
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 3 0	テレビジョン装置	10
8 3 1	表示部	
8 3 2	筐体	
8 3 3	スピーカ	
8 3 4	リモコン操作機	
8 4 0	デジタルサイネージ	
8 4 1	表示部	
8 4 2	柱	
8 5 0	パーソナルコンピュータ	
8 5 1	表示部	
8 5 2	筐体	20
8 5 3	タッチパッド	
8 5 4	接続ポート	
8 5 5	入力キー	
9 0 0	電子機器	
9 0 1	筐体	
9 0 1 a	筐体	
9 0 1 b	筐体	
9 0 2	表示部	
9 0 3	ヒンジ	
9 1 0	電子機器	30
9 1 1 a	筐体	
9 1 1 b	筐体	
9 1 2	表示部	
9 1 3	ヒンジ	
9 1 4 a	操作ボタン	
9 1 4 b	操作ボタン	
9 1 5	カートリッジ	
9 2 0	電子機器	
9 2 1 a	筐体	
9 2 1 b	筐体	40
9 2 2	表示部	
9 2 3	ヒンジ	
6 0 0 0	表示モジュール	
6 0 0 1	上部カバー	
6 0 0 2	下部カバー	
6 0 0 5	F P C	
6 0 0 6	表示パネル	
6 0 0 9	フレーム	
6 0 1 0	プリント基板	
6 0 1 1	バッテリー	50

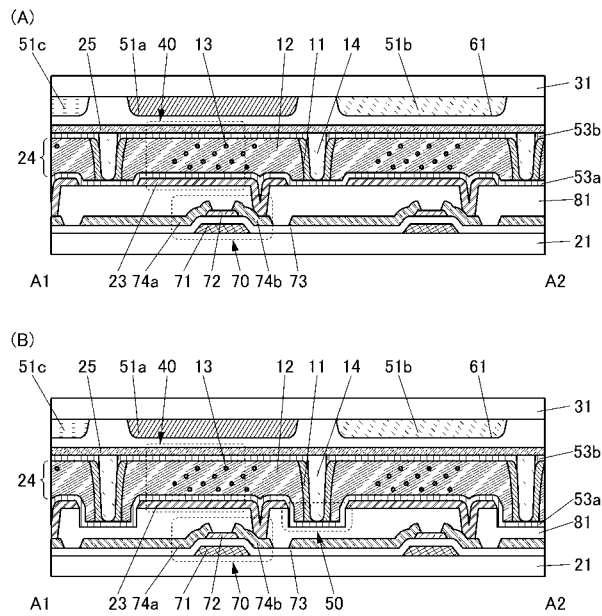
【図 4】



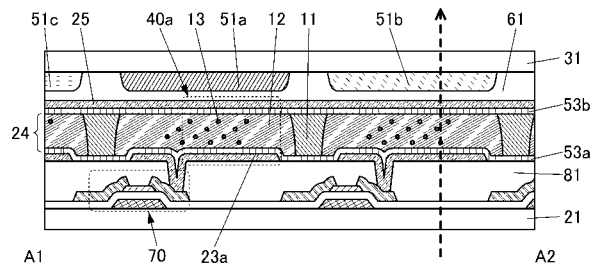
【図 5】



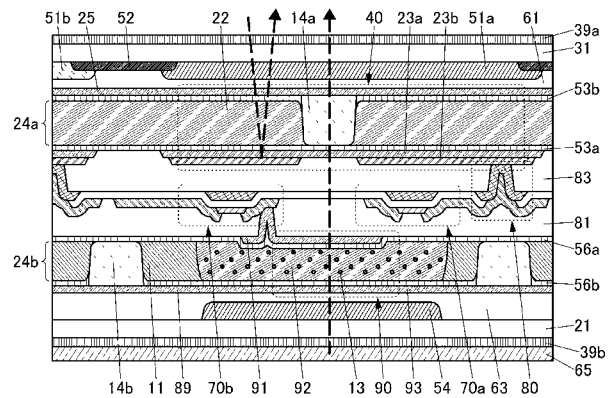
【図 6】



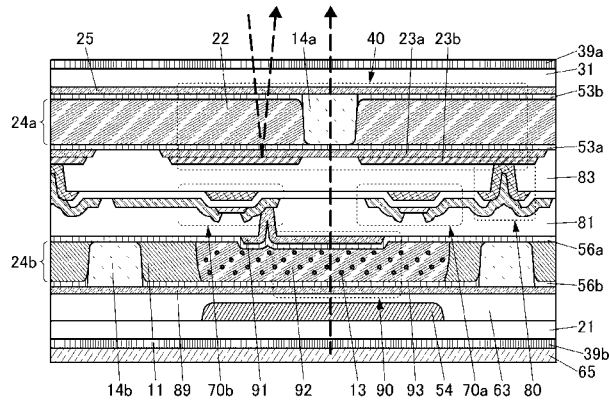
【図 7】



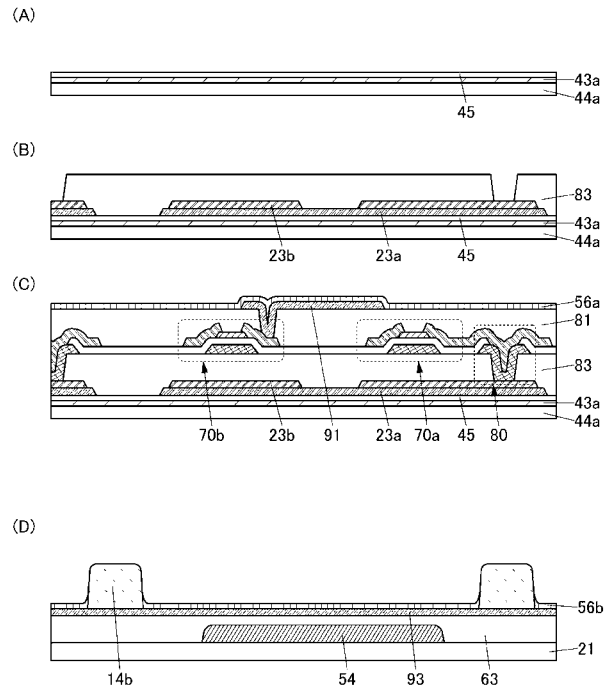
【図 8】



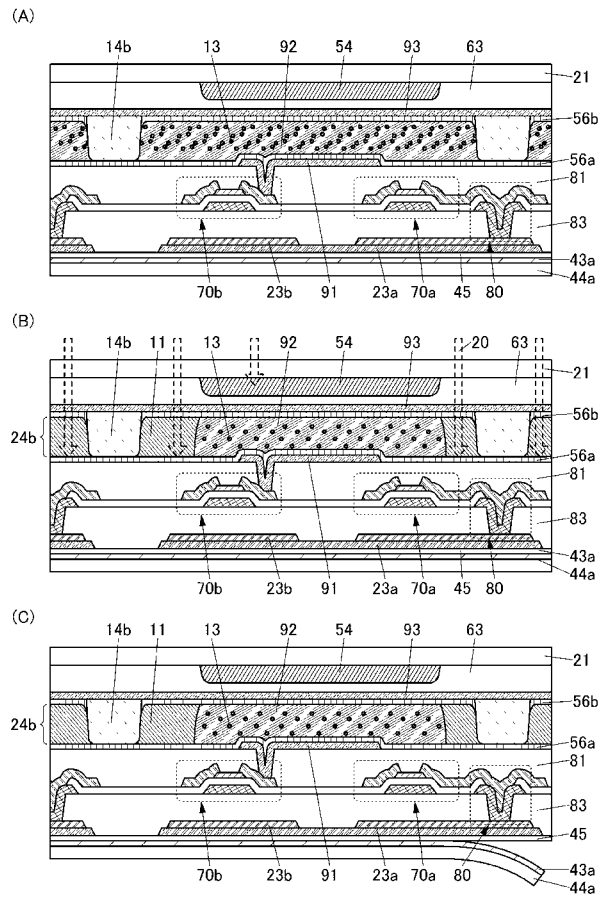
【図 9】



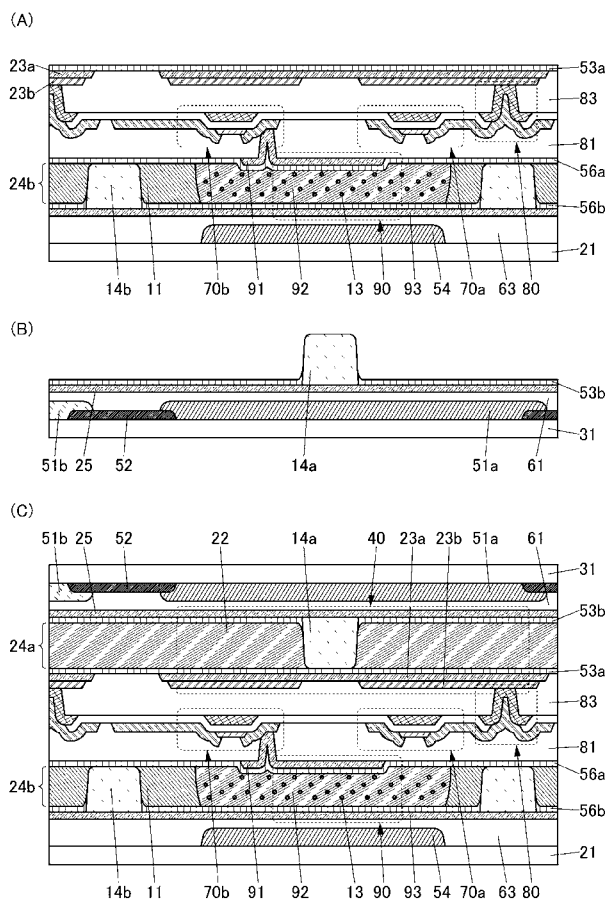
【図 10】



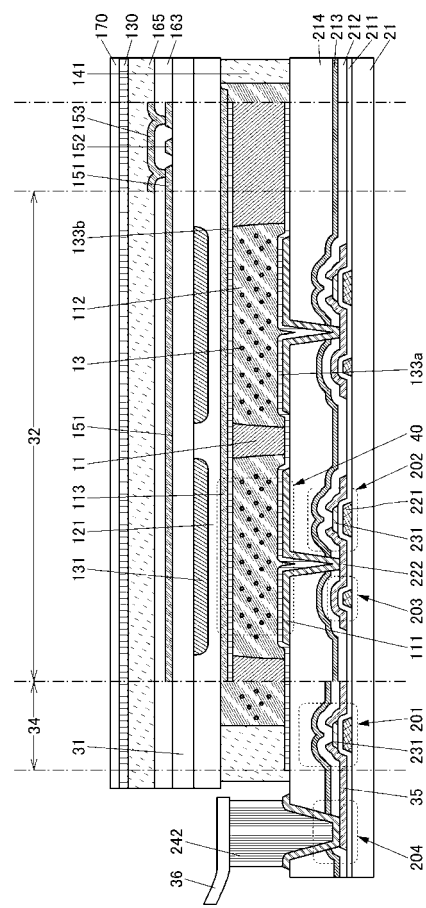
【図 11】



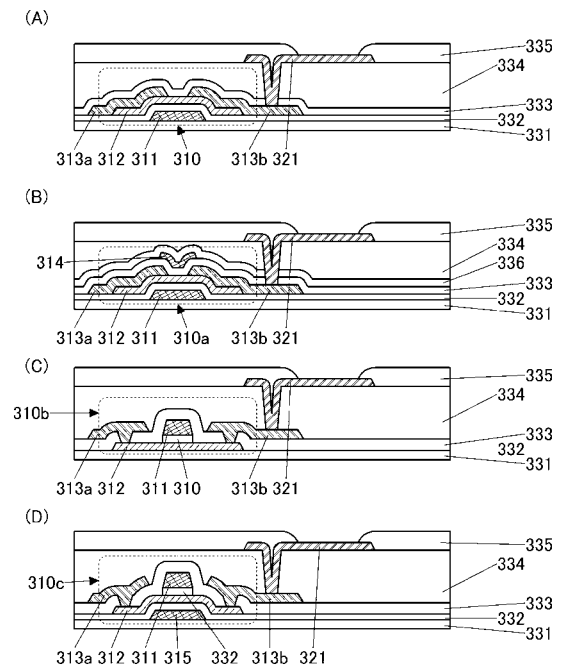
【図 12】



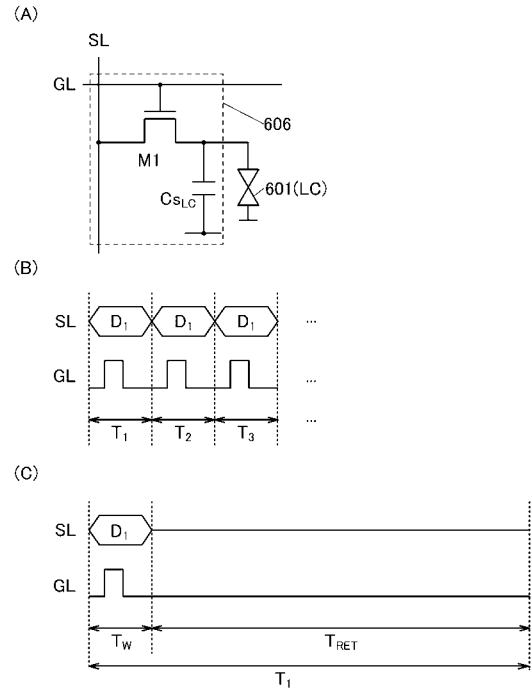
【 図 1 4 】



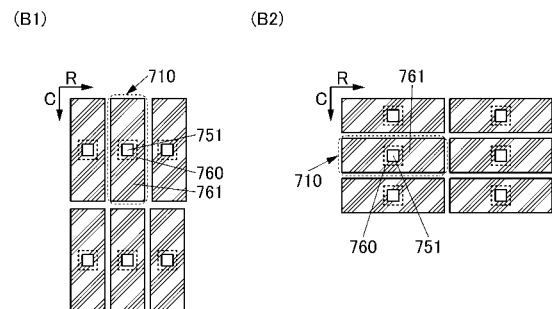
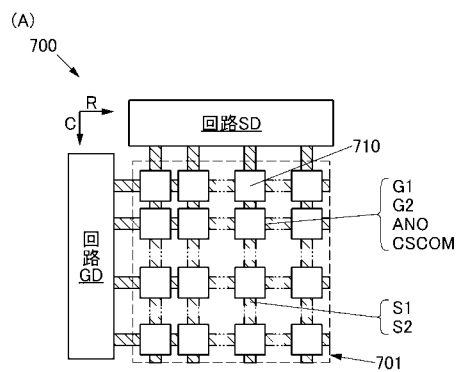
【 ㊦ 1 6 】



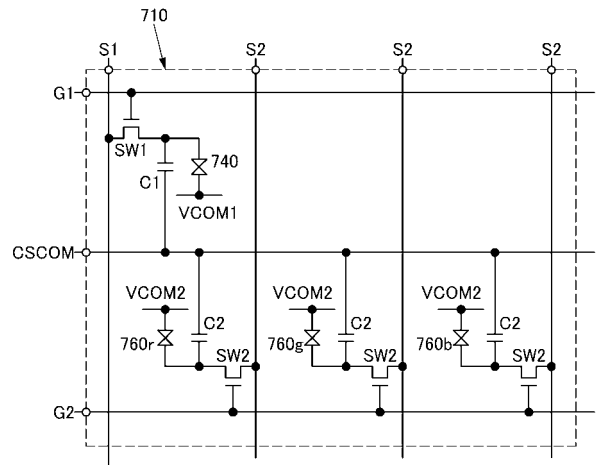
【 図 1 8 】



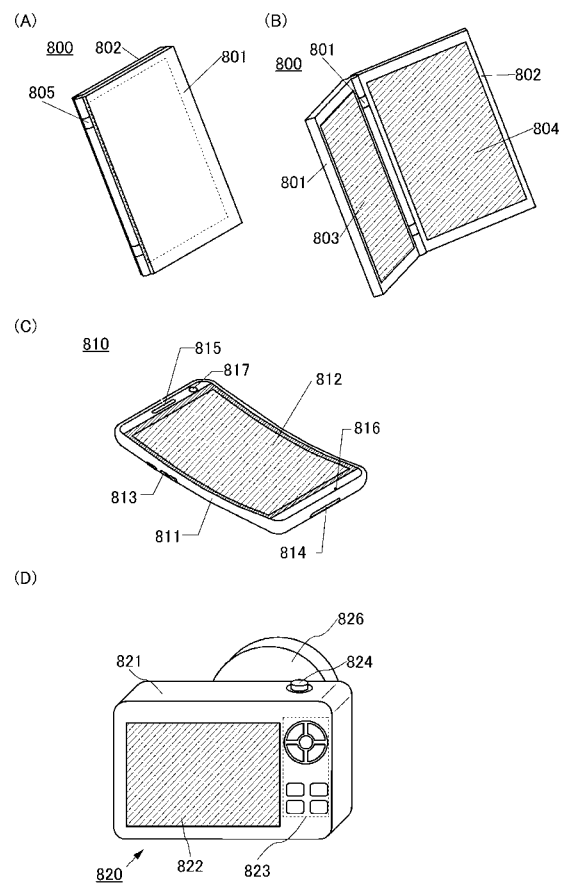
【 ㄨ 2 0 】



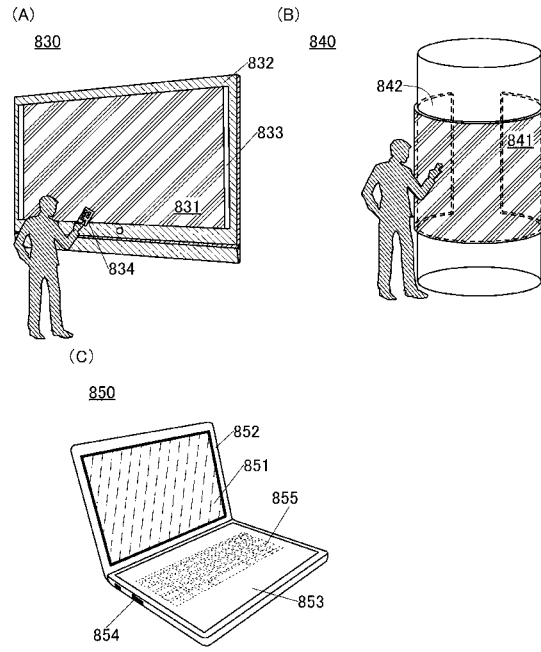
【 図 2 2 】



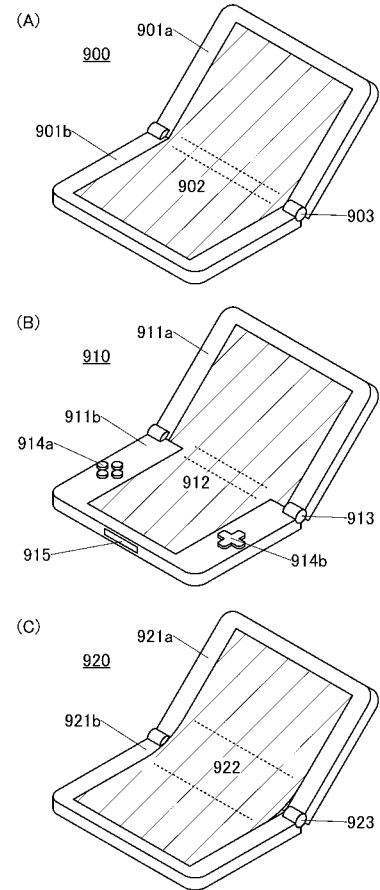
【 ㊦ 2 4 】



【図 25】



【図 26】



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 2 F 1/1368 (2006.01)

G 0 2 F 1/1335 5 0 0

G 0 2 F 1/1368

F ターム(参考) 2H291 FA06Y FA22X FA22Z FA31Y FA81Z FD04 FD22 GA10 GA11 GA19
 JA10 LA21 NA10 NA34
 5F110 AA09 BB01 CC01 CC03 CC05 CC07 EE01 EE02 EE03 EE04
 EE06 EE07 EE14 EE15 EE30 EE42 EE44 EE45 FF01 FF02
 FF03 FF04 FF05 FF27 FF28 FF29 FF30 GG01 GG02 GG03
 GG04 GG06 GG07 GG12 GG13 GG14 GG15 GG17 GG33 GG34
 GG39 GG42 GG43 GG44 GG45 HK01 HK02 HK03 HK04 HK06
 HK07 HK21 HK22 HK32 HK33 HK34 HK35 HL01 HL02 HL03
 HL04 HL06 HL07 HL11 HL12 HL22 HL23 HL24 NN02 NN03
 NN22 NN23 NN24 NN28 NN33 NN34 NN35 NN36 NN45 NN73
 QQ14 QQ16

专利名称(译)	显示装置，显示模块和显示装置的制造方法		
公开(公告)号	JP2018060196A	公开(公告)日	2018-04-12
申请号	JP2017192463	申请日	2017-10-02
[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	久保田 大介 中野 賢		
发明人	久保田 大介 中野 賢		
IPC分类号	G02F1/1333 H01L29/786 H01L21/336 G02F1/1339 G02F1/1335 G02F1/1368		
CPC分类号	G02F1/1343 G02F1/133345 G02F1/133377 G02F1/133524 G02F1/133528 G02F1/133553 G02F1/133602 G02F1/13471		
FI分类号	G02F1/1333 H01L29/78.618.B H01L29/78.612.Z G02F1/1339 G02F1/1335.520 G02F1/1335.500 G02F1/1368		
F-TERM分类号	2H189/AA10 2H189/AA14 2H189/AA27 2H189/AA31 2H189/DA09 2H189/DA32 2H189/EA04X 2H189/FA14 2H189/HA16 2H189/LA06 2H189/LA10 2H189/LA14 2H189/LA19 2H189/LA20 2H189/NA03 2H192/AA24 2H192/AA62 2H192/BC31 2H192/BC72 2H192/CB05 2H192/CB37 2H192/EA43 2H192/FA65 2H192/FA74 2H192/GD23 2H291/FA06Y 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA31Y 2H291/FA81Z 2H291/FD04 2H291/FD22 2H291/GA10 2H291/GA11 2H291/GA19 2H291/JA10 2H291/LA21 2H291/NA10 2H291/NA34 5F110/AA09 5F110/BB01 5F110/CC01 5F110/CC03 5F110/CC05 5F110/CC07 5F110/EE01 5F110/EE02 5F110/EE03 5F110/EE04 5F110/EE06 5F110/EE07 5F110/EE14 5F110/EE15 5F110/EE30 5F110/EE42 5F110/EE44 5F110/EE45 5F110/FF01 5F110/FF02 5F110/FF03 5F110/FF04 5F110/FF05 5F110/FF27 5F110/FF28 5F110/FF29 5F110/FF30 5F110/GG01 5F110/GG02 5F110/GG03 5F110/GG04 5F110/GG06 5F110/GG07 5F110/GG12 5F110/GG13 5F110/GG14 5F110/GG15 5F110/GG17 5F110/GG33 5F110/GG34 5F110/GG39 5F110/GG42 5F110/GG43 5F110/GG44 5F110/GG45 5F110/HK01 5F110/HK02 5F110/HK03 5F110/HK04 5F110/HK06 5F110/HK07 5F110/HK21 5F110/HK22 5F110/HK32 5F110/HK33 5F110/HK34 5F110/HK35 5F110/HL01 5F110/HL02 5F110/HL03 5F110/HL04 5F110/HL06 5F110/HL07 5F110/HL11 5F110/HL12 5F110/HL22 5F110/HL23 5F110/HL24 5F110/NN02 5F110/NN03 5F110/NN22 5F110/NN23 5F110/NN24 5F110/NN28 5F110/NN33 5F110/NN34 5F110/NN35 5F110/NN36 5F110/NN45 5F110/NN73 5F110/QQ14 5F110/QQ16		
优先权	2016195604 2016-10-03 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

[问题] 无论光线强度如何，都能提供高能见度显示装置。提供显示设备，可以显示如何多样。提供低功耗驱动显示装置。[溶液] 显示装置，液晶层的第一和第二电极电极，1 和液晶层的2和1着色层，绝缘层为 no. 1 和有。第一液晶层，并且第二液晶层，通过在第一绝缘层设置在彼此的顶部。所述第一电极具有反射可见光的功能。所述第二电极具有不与所述第一电极重叠的部分，并且具有透射可见光的功能。第二液晶层具有与所述第一着色层和第二电极，并且不与所述第一着色层重叠的第二部分重叠的第一部分。第一部分包含单体和液晶，第二部分包含其中单体聚合的聚合物。

