

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6124560号
(P6124560)

(45) 発行日 平成29年5月10日(2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日(2017.4.14)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/1343 (2006.01)

G O 2 F 1/1343

G O 2 F 1/1368 (2006.01)

G O 2 F 1/1368

G O 2 F 1/1339 (2006.01)

G O 2 F 1/1339 5 0 0

G O 2 F 1/1337 (2006.01)

G O 2 F 1/1337 5 0 5

G O 9 F 9/30 (2006.01)

G O 9 F 9/30 3 2 0

請求項の数 8 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-253874 (P2012-253874)
 (22) 出願日 平成24年11月20日(2012.11.20)
 (65) 公開番号 特開2013-130863 (P2013-130863A)
 (43) 公開日 平成25年7月4日(2013.7.4)
 審査請求日 平成27年10月29日(2015.10.29)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-255623 (P2011-255623)
 (32) 優先日 平成23年11月23日(2011.11.23)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 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
 (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 山下 晃央
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

審査官 磯野 光司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液晶組成物を挟持する第1の基板、及び第2の基板と、
 前記第1の基板上方の前記液晶組成物側の面から前記液晶組成物中に突出する第1の構造体と、
 前記第1の構造体の間に設けられ、前記第1の基板上方の前記液晶組成物側の面から前記液晶組成物中に突出する第2の構造体と、
 前記第1の構造体上方に第1の電極層と、
 前記第2の構造体上方に第2の電極層と、
 前記第1の構造体又は前記第2の構造体上方にスペーサとを有し、
 前記第1の構造体及び前記第2の構造体はそれぞれ連続して設けられており、
 前記第1の電極層又は前記第2の電極層と、前記スペーサとは、連続して設けられた前記第1の構造体又は前記第2の構造体の上面に接して設けられ、
 前記第1の電極層及び前記第2の電極層の一部は、前記第1の構造体又は前記第2の構造体の側面を覆うことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

液晶組成物を挟持する第1の基板、及び第2の基板と、
 前記第1の基板上方の前記液晶組成物側の面から前記液晶組成物中に突出する複数の第1の構造体と、
 前記複数の第1の構造体の間に設けられ、前記第1の基板上方の前記液晶組成物側の面

から前記液晶組成物中に突出する複数の第 2 の構造体と、
前記複数の第 1 の構造体上方に第 1 の電極層と、
前記複数の第 2 の構造体上方に第 2 の電極層と、
前記複数の第 1 の構造体又は前記複数の第 2 の構造体の少なくとも一の上方にスペーサとを有し、

前記複数の第 1 の構造体又は前記複数の第 2 の構造体の少なくとも一において、前記第 1 の電極層又は前記第 2 の電極層と、前記スペーサとは、連続して設けられた前記複数の第 1 の構造体又は前記複数の第 2 の構造体の少なくとも一の上面に接して設けられ、

前記第 1 の電極層及び前記第 2 の電極層の一部は、前記第 1 の構造体又は前記第 2 の構造体の側面を覆うことを特徴とする液晶表示装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記第 1 の構造体又は前記第 2 の構造体の前記側面は、テーパ形状を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項において、前記液晶組成物はネマティック液晶、及びカイラル剤を含み、ブルー相を発現することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項において、前記液晶組成物は高分子化合物を含むことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、前記第 1 の電極層、及び前記第 2 の電極層は、前記液晶組成物に接していることを特徴とする液晶表示装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、前記第 1 の電極層、及び前記第 2 の電極層は、櫛歯状であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項において、前記第 1 の基板と、前記第 1 の電極層及び前記第 2 の電極層との間にトランジスタが設けられ、前記第 1 の電極層は前記トランジスタと電氣的に接続していることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

液晶表示装置、及び液晶表示装置の作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、一対の電極で液晶を挟持した液晶素子は多様なデバイスに應用されており、特に薄型、軽量の特徴を持つ液晶表示装置（液晶ディスプレイ）は幅広い分野のディスプレイにおいて用いられている。

【0003】

液晶表示装置において、液晶素子の液晶の厚さ（セル厚）は、表示や動作特性等に影響する重要な因子であり、該セル厚は、液晶素子を挟持する一対の基板の間隔を保持するスペーサによって制御されている。

40

【0004】

よって、液晶表示装置の必要とされる特性に見合う所望なセル厚を実現するために、スペーサの形成方法や配置方法が研究されている（例えば特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 237660 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0006】**

また、液晶表示装置は、表示画面に触れて操作するタッチパネルや、携帯するモバイル携帯、屋外大型ビジョンとして好適に用いられている。このような使用に際しては液晶表示装置への物理的衝撃が加わることが多く、液晶表示装置は物理的衝撃にも強い耐性を備えていることが要求される。

【0007】

物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することを課題の一とする。

【0008】

高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することを課題の一とする。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

一対の基板が液晶組成物を挟持する液晶表示装置において、該基板間の間隙を支えるスペーサを、画素電極層（第1の電極層）又は共通電極層（第2の電極層）の下に設けられた構造体上に設ける。構造体は、画素電極層及び共通電極層を液晶組成物中に突出させるために設けられており、該構造体をスペーサが配置される領域にも拡張して設ける。構造体は、同一の連続膜であるため、該構造体表面はほぼ同じ表面高さが連続する領域となり、スペーサを密着性及び安定性よく設けることができる。

【0010】

スペーサは、液晶表示装置において対向する基板間に挟持された液晶組成物が充填される空間の距離（セルギャップともいう）を制御する他、外部からの押圧等の衝撃に対し、該距離を保持する機能を有する。

【0011】

また、構造体をスペーサの形成領域にまで連続して広く設けることによって、対向基板側に形成されたスペーサを、素子基板側に配置する際、スペーサが安定して配置できる領域を広く設けることができる。なお、スペーサは、構造体の上面（もっとも高く突出した面）と同じ高さの面に配置されるため、対向基板に設けられたスペーサが位置合わせのために素子基板側で移動しても、隣接する構造体を破損する恐れがない。

【0012】

なお、構造体は複数に分割されて設けられる場合、スペーサの形成領域にまで連続して設ける構造体は、画素電極層又は共通電極層の下に設けられる構造体のうち少なくとも一であればよい。

【0013】

従って、スペーサの配置工程、及び配置位置のずれ等に起因する不良が低減でき、歩留まりを向上させることができる。

【0014】

なお、本明細書においては、素子層が設けられる基板を素子基板、素子基板と対向して設けられる基板を対向基板ともいう。

【0015】

スペーサを液晶表示装置内における急峻な凹凸や段差の少ない、ほぼ水平な領域に安定して設けることができるため、該スペーサは物理的衝撃による破損や形状不良が低減され、物理的衝撃に対する高い耐性を付与されることが可能となる。

【0016】

従って、物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することができる。また、高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することができる。

【0017】

液晶組成物としては、ブルー相を発現する液晶組成物を好適に用いることができる。

【0018】

ブルー相は挟れ力の強い液晶組成物で発現し二重ねじれ構造を有する。該液晶組成物は、

10

20

30

40

50

条件により、コレステリック相、コレステリックブルー相、等方相等を示す。

【0019】

ブルー相であるコレステリックブルー相は、低温側からブルー相Ⅰ、ブルー相ⅠⅠ、ブルー相ⅠⅠⅠと3種類の構造を示す。ブルー相であるコレステリックブルー相は光学的に等方性であるが、ブルー相Ⅰは体心立方、ブルー相ⅠⅠは単純立方の対称性を有する。ブルー相Ⅰ及びブルー相ⅠⅠは、紫外～可視光領域にブラッグ回折を示す。

【0020】

カイラル剤は、液晶組成物の捻れを誘起し、液晶組成物を螺旋構造に配向させブルー相を発現させるために用いる。カイラル剤は、不斉中心を有する化合物であり、液晶組成物に対する相溶性が良く、かつ捻れ力の強い化合物を用いる。また、カイラル剤は光学活性体であり、光学純度が高いほど好ましく99%以上が最も好ましい。

10

【0021】

本明細書で開示する発明の構成の一形態は、液晶組成物を挟持する第1の基板、及び第2の基板と、第1の基板の液晶組成物側の面から液晶組成物中に突出する第1の構造体と、第1の構造体の間に設けられ、第1の基板の液晶組成物側の面から液晶組成物中に突出する第2の構造体と、第1の構造体の上に画素電極層と、第2の構造体の上に共通電極層と、第1の構造体又は第2の構造体上にスペーサとを有し、第1の構造体及び第2の構造体はそれぞれ連続して設けられており、画素電極層又は共通電極層と、スペーサとは連続した第1の構造体又は第2の構造体の上面に設けられる液晶表示装置である。

【0022】

20

本明細書で開示する発明の構成の他の一形態は、液晶組成物を挟持する第1の基板、及び第2の基板と、第1の基板の液晶組成物側の面から液晶組成物中に突出する複数の第1の構造体と、複数の第1の構造体の間に設けられ、第1の基板の液晶組成物側の面から液晶組成物中に突出する複数の第2の構造体と、複数の第1の構造体の上に画素電極層と、複数の第2の構造体の上に共通電極層と、複数の第1の構造体又は複数の第2の構造体の少なくとも一の上にスペーサとを有し、複数の第1の構造体又は複数の第2の構造体の少なくとも一において、画素電極層又は共通電極層と、スペーサとは、連続した複数の第1の構造体又は複数の第2の構造体の少なくとも一の上面に設けられる液晶表示装置である。

【0023】

第1の構造体及び第2の構造体は、該上面及び側面に形成される画素電極層、又は共通電極層の形状を反映し、開口パターンを有し、屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む形状である。

30

【0024】

第1の構造体及び第2の構造体はテーパ形状を有するリブ状とし、リブ状の第1の構造体及び第2の構造体の上面及び側面を覆うように、画素電極層及び共通電極層を設けると、画素電極層及び共通電極層の形成面積を液晶組成物の膜厚方向に(3次元的に)も拡大できるため好ましい。よって、画素電極層及び共通電極層間に電圧を印加した時、画素電極層と、共通電極層との間に広く電界を形成することができる。

【0025】

また、第2の基板側に第2の共通電極層を設けると、画素電極層と第2の共通電極層との間に液晶に対して斜め方向(基板に対して斜めの方向)の電界も加えることができるため、より効率よく液晶分子を制御できる。

40

【0026】

従って、膜厚方向も含め液晶組成物全体における液晶分子を応答させることができ、白透過率が向上する。よって白透過率と黒透過率(黒表示時の光の透過率)との比であるコントラスト比も高くすることができる。また、粘度の高いブルー相を示す液晶材料(液晶混合物)であっても、効果的に電界を印加することができるため、低消費電力化も達成できる。

【0027】

構造体は絶縁性材料(有機材料及び無機材料)を用いた絶縁体、及び導電性材料(有機材

50

料及び無機材料)を用いた導電体で形成することができる。代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。また、導電性樹脂や金属材料で形成してもよい。なお、構造体は複数の薄膜の積層構造であってもよい。

【0028】

構造体の形状は、柱状、錐形の先端が平面である断面が台形の形状、錐形の先端が丸いドーム状などを用いることができる。本明細書において画素電極層及び共通電極層は構造体の表面(上面及び側面)を覆うように形成されるため、構造体は画素電極層及び共通電極層の被覆性が良好なように表面に段差が少なく曲面を有するような形状が好ましい。また、構造体は可視光の光に対して透光性を有する材料を用いると開口率や白透過率を低下させないために好ましい。

10

【0029】

また、構造体は基板の液晶組成物側の面から液晶組成物中に突出する部分であればよいので、層間膜を加工して液晶組成物側の表面を凹凸形状とし、突出する構造体としてもよい。

【0030】

本明細書において、画素電極層及び共通電極層が有する形状としては、閉空間を形成せず開かれた櫛歯状のようなパターンを用いる。画素電極層及び共通電極層とは接せず、互いの櫛歯状のパターンがかみ合うように同一の絶縁表面(例えば同一基板や同一絶縁膜)に設けられる。

20

【0031】

また、液晶組成物を重合させて高分子化することによって、液晶組成物が安定化し、ブルー相の発現する温度範囲を拡大することができる。なお、重合させて液晶組成物を高分子化することを高分子安定化処理という。ブルー相が発現する液晶組成物として、ネマティック液晶、及びカイラル剤を含む液晶組成物を用いるが、高分子安定化処理を行う場合、該液晶組成物に、さらに重合性モノマー及び重合開始剤を加えた液晶組成物を用いる。なお、高分子安定化処理は、例えば光重合性モノマー及び光重合開始剤を用いて、光照射によって液晶組成物を高分子化することで行うことができる。

【0032】

高分子安定化処理された液晶組成物は、流動性が消失(又は低下)し、緩衝性の低い固体(又は固体に近い)の状態となる。緩衝性の低い液晶組成物においては、スペーサの移動による衝撃がより顕著に表示不良に影響するため、本明細書に開示する発明のように物理的衝撃に強い安定したスペーサは有益である。

30

【発明の効果】

【0033】

本発明の一形態は、液晶表示装置の物理的衝撃に対する耐性を強化し、高品質な表示特性を保持できる技術を提供することができる。

【0034】

本発明の一形態は、液晶表示装置に、高い信頼性及び高い性能を付与することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0035】

【図1】液晶表示装置、及び液晶表示装置の作製方法を説明する概念図。

【図2】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図3】液晶表示装置の電極構成の一形態を説明する図。

【図4】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図5】液晶表示装置のスペーサ構成の一形態を説明する図。

【図6】電子機器を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0036】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、以下の説明に限定されず、趣

50

旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する構成において、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。

【 0 0 3 7 】

なお、第 1、第 2、又は第 3 として付される序数詞は便宜上用いるものであり、工程順又は積層順を示すものではない。また、本明細書において発明を特定するための事項として固有の名称を示すものではない。

【 0 0 3 8 】

(実施の形態 1)

本発明の一に係る液晶組成物、及び該液晶組成物を用いた液晶表示装置について、図 1 を用いて説明する。

【 0 0 3 9 】

スペーサは、液晶表示装置において対向する基板間に挟持された液晶組成物が充填される空間の距離（セルギャップともいう）を制御する他、外部からの押圧等の衝撃に対し、該距離を保持する機能を有する。

【 0 0 4 0 】

スペーサは、対向基板側に形成し、素子基板と対向基板とを、スペーサを内側にして貼り合わせるにより液晶表示装置内に配置することができる。

【 0 0 4 1 】

しかし、スペーサが配置される絶縁膜の下には素子層が設けられており、絶縁膜表面には素子層に設けられたトランジスタや導電膜、またセルギャップを調整する部材等に起因する凹凸や段差が生じる。凹凸や段差を有する不安定な領域に設けられたスペーサは外部から物理的衝撃がかかると、局所的な力の集中等により破損や位置ずれを起こし、液晶組成物の配向乱れ、それに起因する表示不良を引き起こす。

【 0 0 4 2 】

従って、スペーサは物理的衝撃による破損や形状不良を防止するため、物理的衝撃に対する高い耐性を有する必要がある、液晶表示装置内の水平領域に安定して設けることが重要である。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態では、液晶組成物としてブルー相を発現する液晶組成物を用いる。ブルー相を発現する液晶組成物を含む液晶表示装置において、基板に概略平行（すなわち水平な方向）な電界を生じさせて、基板と平行な面内で液晶分子を動かして、階調を制御する方式を用いることができる。このような方式として、IPS（In - Plane - Switching）モードで用いる電極構成が適用できる。

【 0 0 4 4 】

IPSモードなどに示される横電界モードは、液晶組成物の下方に開口パターンを有する第 1 の電極層（例えば各画素別に電圧が制御される画素電極層）及び第 2 の電極層（例えば全画素に共通の電圧が供給される共通電極層）を配置する。第 1 の電極層及び第 2 の電極層は、平面形状でなく、様々な開口パターンを有し、屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む。第 1 の電極層及び第 2 の電極層はその電極間に電界を発生させるため、同形状で重ならない配置とする。

【 0 0 4 5 】

画素電極層と共通電極層との間に電界を加えることで、液晶を制御する。液晶には水平方向の電界が加わるため、その電界を用いて液晶分子を制御できる。つまり、基板と平行に配向している液晶分子を、基板と平行な方向で制御できるため、視野角が広がる。

【 0 0 4 6 】

図 1（A）乃至（C）は、第 1 の基板 200 と第 2 の基板 201 とが、液晶組成物 208 を間に挟持して対向するように配置された液晶表示装置である。第 1 の基板 200 と液晶組成物 208 との間には第 1 の構造体 233a、233b、画素電極層 230a、230

10

20

30

40

50

b、第2の構造体235a、235b、及び共通電極層232a、232bが設けられている。第1の構造体233a、233b、第2の構造体235a、235bは第1の基板200の液晶組成物208側の面から液晶組成物208中に突出して設けられている。

【0047】

画素電極層230a、230bは第1の基板200の液晶組成物208側の面（液晶組成物208に面している方の面）から液晶組成物208に突出して設けられた第1の構造体233a、233bの上面側面を覆って形成され、共通電極層232a、232bは第1の基板200の液晶組成物208側の面から液晶組成物208に突出して設けられた第2の構造体235a、235bの上面側面を覆って形成される。

【0048】

本実施の形態では、スペーサを第1の構造体及び/又は第2の構造体上に設ける。図1(A)は、スペーサ250を第2の構造体235a上に設ける例であり、第2の構造体235a上にはスペーサ250及び共通電極層232aが同じ表面に隣接して形成されている。

【0049】

図1(B)は、スペーサ250を第1の構造体233b上に設ける例であり、第1の構造体233b上にはスペーサ250及び画素電極層230bが同じ表面に隣接して形成されている。

【0050】

図1(C)は、スペーサ250aを第2の構造体235a上に、スペーサ250bを第1の構造体233b上に設ける例であり、第2の構造体235a上にはスペーサ250a及び共通電極層232aが同じ表面に隣接して形成され、かつ第1の構造体233b上にはスペーサ250b及び画素電極層230bが同じ表面に隣接して形成されている。

【0051】

このように、構造体をスペーサが配置される領域にも拡張して設けると、構造体は、同一の連続膜であるため、該構造体表面はほぼ同じ表面高さが連続する領域となり、スペーサを密着性及び安定性よく設けることができる。

【0052】

また、構造体をスペーサの形成領域にまで連続して広く設けることによって、対向基板側に形成されたスペーサを、素子基板側に配置する際、スペーサが安定して配置できる領域を広く設けることができる。

【0053】

なお、スペーサは、構造体の上面（もっとも高く突出した面）と同じ高さの面に配置されるため、対向基板に設けられたスペーサが位置合わせのために素子基板側で移動しても、隣接する構造体を破損する恐れがない。

【0054】

従って、スペーサの配置工程、及び配置位置のずれ等に起因する不良が低減でき、歩留まりを向上させることができる。

【0055】

スペーサを液晶表示装置内における急峻な凹凸や段差の少ない、ほぼ水平な領域に安定して設けることができるため、該スペーサは物理的衝撃による破損や形状不良が低減され、物理的衝撃に対する高い耐性を付与されることが可能となる。

【0056】

従って、物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することができる。また、高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することができる。

【0057】

本実施の形態では、第1の構造体233a、233b及び第2の構造体235a、235bはテーパ形状を有するリブ状の構造体を用いる。リブ状の第1の構造体及び第2の構造体は、該上面及び側面に形成される画素電極層、又は共通電極層の形状を反映し、開口パターンを有し、屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む形状である。

10

20

30

40

50

【0058】

第1の構造体233a、233b、第2の構造体235a、235bは断面が半円に近い先端が丸いドーム形状の構造体である。このように構造体表面が曲面を有している上に積層する画素電極層、共通電極層が被覆性よく良好な形状で形成することができる。

【0059】

画素電極層230a、230b、共通電極層232a、232bは平板状ではなく、開口パターンを有する形状であるために、断面図においては分断された複数の電極層として示される。

【0060】

画素領域における画素電極層230a、230b及び共通電極層232a、232bが有する形状としては、閉空間を形成せず開かれた櫛歯状のようなパターンが好ましい。画素電極層230a、230b及び共通電極層232a、232bとは接せず、互いの櫛歯状のパターンがかみ合うように同一の絶縁表面である第1の基板200上に設けられている。

10

【0061】

図1の液晶表示装置において、第1の構造体233a、233bの上面及び側面を覆うように画素電極層230a、230bを設け、第2の構造体235a、235bの上面及び側面を覆うように共通電極層232a、232bを設けることで、画素電極層230a、230b及び共通電極層232a、232bの形成面積を液晶組成物208の膜厚方向に(3次元的に)も拡大できる。よって、図1に示すように、画素電極層230aと共通電極層232aとの間に矢印202aに示す電界が、画素電極層230aと共通電極層232bとの間に矢印202bに示す電界が、画素電極層230bと共通電極層232bとの間に矢印202cに示す電界が、それぞれ液晶組成物の膜厚方向にわたって広範囲に加わる。なお、矢印202a、202b、202cに示すように、画素電極層230a、230bと共通電極層232a、232bとの上面(上方領域)では電位線は円状に回り込むように形成される。

20

【0062】

よって、画素電極層230a、230b及び共通電極層232a、232b間に電圧を印加した時、液晶組成物208において画素電極層230a、230bと、共通電極層232a、232bとの間に広く電界を形成することができ、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

30

【0063】

従って、膜厚方向も含め液晶組成物208全体における液晶分子を応答させることができ、白透過率が向上する。よって白透過率と黒透過率(黒表示時の光の透過率)との比であるコントラスト比も高くすることができる。また、粘度の高いブルー相を示す液晶材料(液晶混合物)であっても、効果的に電界を印加することができるため、低消費電力化も達成できる。

【0064】

構造体(第1の構造体、第2の構造体)は絶縁性材料(有機材料及び無機材料)を用いた絶縁体、及び導電性材料(有機材料及び無機材料)を用いた導電体で形成することができる。代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。また、導電性樹脂や金属材料で形成してもよい。なお、構造体は複数の薄膜の積層構造であってもよい。

40

【0065】

構造体の形状は、柱状、錐形の先端が平面である断面が台形の形状、錐形の先端が丸いドーム状などを用いることができる。本明細書において画素電極層及び共通電極層は構造体の表面(上面及び側面)を覆うように形成されるため、構造体は画素電極層及び共通電極層の被覆性が良好のように表面に段差が少なく曲面を有するような形状が好ましい。また、構造体は可視光の光に対して透光性を有する材料を用いると開口率や白透過率を低下さ

50

せないために好ましい。

【0066】

また、構造体は基板の液晶組成物側の面から液晶組成物中に突出する部分であればよいので、層間膜を加工して液晶組成物側の表面を凹凸形状とし、突出する構造体としてもよい。

【0067】

なお、構造体上に形成される画素電極層、共通電極層の形状は、該構造体の形状が反映され、またエッチング加工方法にも影響をうける。

【0068】

第1の構造体233a、233b、及び第2の構造体235a、235bを同工程同材料で形成し、また画素電極層230a、230b、及び共通電極層232a、232bを同工程同材料で形成することができる。もちろん、第1の構造体233a、233b、及び第2の構造体235a、235bを異なる工程や材料で形成すること、また画素電極層230a、230b、及び共通電極層232a、232bを異なる工程や材料で形成することも適宜組み合わせることで液晶表示装置を作製することができる。

10

【0069】

スペーサ250は、インクジェット法や印刷法により形成してもよいし、対向基板である第2の基板201全面に塗布法等で成膜した後、マスクを用いて一部を除去することによって選択的に形成してもよい。

【0070】

20

スペーサ250は、有機材料、又は無機材料を用いることができ、代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性、又は熱硬化性の樹脂、感光性樹脂などを用いることができる。例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などの感光性材料を用いることができる。本実施の形態では、感光性のポリイミドを用いる。

【0071】

液晶組成物208を形成する方法として、ディスペンサ法（滴下法）や、第1の基板200と第2の基板201とを貼り合わせてから毛細管現象等を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。

【0072】

本実施の形態では、液晶組成物208には、ネマティック液晶及びカイラル剤を含むブルー相を発現する液晶組成物を用いる。

30

【0073】

ネマティック液晶としては、ビフェニル系化合物、ターフェニル系化合物、フェニルシクロヘキシル系化合物、ビフェニルシクロヘキシル系化合物、フェニルビスシクロヘキシル系化合物、安息香酸フェニル系化合物、シクロヘキシル安息香酸フェニル系化合物、フェニル安息香酸フェニル系化合物、ビスシクロヘキシルカルボン酸フェニル系化合物、アゾメチン系化合物、アゾ系化合物、およびアゾオキシ系化合物、スチルベン系化合物、ビスシクロヘキシル系化合物、フェニルピリミジン系化合物、ビフェニルピリミジン系化合物、ピリミジン系化合物、およびビフェニルエチン系化合物等が挙げられる。

【0074】

40

カイラル剤は、液晶組成物の捩れを誘起し、液晶組成物を螺旋構造に配向させブルー相を発現させるために用いる。カイラル剤は、不斉中心を有する化合物であり、液晶組成物に対する相溶性が良く、かつ捩れ力の強い化合物を用いる。また、カイラル剤は光学活性体であり、光学純度が高いほど好ましく99%以上が最も好ましい。

【0075】

また、液晶表示装置において、ブルー相の発現する温度範囲を広くするために、液晶組成物に、重合性モノマーを添加し、高分子安定化処理を行うことが好ましい。重合性モノマーとしては、例えば、熱により重合が進行する熱重合性（熱硬化性）モノマー、光により重合が進行する光重合性（光硬化性）モノマー、又は熱及び光により重合が進行する重合性モノマーなどを用いることができる。また、液晶組成物へ重合開始剤を添加してもよい

50

。

【0076】

重合性モノマーは、アクリレート、メタクリレートなどの単官能モノマーでもよく、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でもよく、これらを混合させたものでもよい。また、液晶性のものでも非液晶性のものでもよく、両者を混合させてもよい。

【0077】

重合開始剤は、光照射によってラジカルを発生させるラジカル重合開始剤でもよく、酸を発生させる酸発生剤でもよく、塩基を発生させる塩基発生剤でもよい。

【0078】

例えば、上記液晶組成物に、光重合性モノマー、及び光重合開始剤を添加し、光重合性モノマー、及び光重合開始剤が反応する波長の光を照射して高分子安定化処理を行うことができる。光重合性モノマーとして、代表的には紫外線重合性モノマーを用いることができる。光重合性モノマーとして紫外線重合性モノマーを用いる場合、液晶組成物に紫外線を照射すればよい。

【0079】

高分子安定化処理は、等方相を示す液晶組成物に行っても良いし、温度制御してブルー相を発現した液晶組成物に行ってもよい。なお、昇温時にブルー相から等方相に相転移する温度又は降温時に等方相からブルー相に相転移する温度をブルー相と等方相間の相転移温度という。高分子安定化処理の一例としては、光重合性モノマーを添加した液晶組成物を等方相まで加熱した後、徐々に降温させてブルー相にまで相転移させ、ブルー相が発現する温度を保持した状態で光を照射して行うことができる。

【0080】

第1の基板200と液晶組成物208との間に、画素電極層及び共通電極層を隣接して設ける構成であると、基板に概略平行（すなわち水平な方向）な電界を生じさせて、基板と平行な面内で液晶分子を動かして、階調を制御する方式を用いることができる。画素電極層と共通電極層との間に電界を形成することで、液晶を制御する。液晶には水平方向の電界が形成されるため、その電界を用いて液晶分子を制御できる。ブルー相を発現する液晶組成物は、高速応答が可能であるため、液晶素子及び液晶表示装置の高性能化が可能になる。また、ブルー相を呈するように配向している液晶分子を、基板と平行な方向で制御できるため、視野角が広がる。

【0081】

実施の形態に示す液晶表示装置は、高速応答が可能であるため、バックライト装置にRGBの発光ダイオード（LED）等を配置し、時分割によりカラー表示する継時加法混色法（フィールドシーケンシャル法）や、時分割により左目用の映像と右目用の映像を交互に見るシャッター眼鏡方式による3次元表示方式に好適に採用できる。

【0082】

また、ブルー相は光学的に等方であるため視野角依存性がなく、配向膜を形成しなくともよい。また、表示画像の質の向上及びコスト削減が可能である。

【0083】

液晶組成物208を介して隣接する画素電極層と、共通電極層との距離は、画素電極層及び共通電極層にそれぞれ所定の電圧を印加した時、画素電極層及び共通電極層間に介在する液晶組成物208の液晶が応答する距離とする。該距離に応じて印加する電圧を適宜制御する。

【0084】

液晶組成物208の厚さ（膜厚）の最大値は1 μm 以上20 μm 以下とすることが好ましい。液晶組成物208の厚さは、スペーサ250、250a、250b、250cによって制御することができる。

【0085】

また、図1では図示しないが、偏光板、位相差板、反射防止膜などの光学フィルムなどは

10

20

30

40

50

適宜設ける。例えば、偏光板及び位相差板による円偏光を用いてもよい。また、光源としてバックライトなどを用いることができる。

【0086】

液晶表示装置として、光源の光を透過することによって表示を行う透過型の液晶表示装置、入射する光を反射することによって表示を行う反射型の液晶表示装置、又は透過型と反射型を両方有する半透過型の液晶表示装置を提供することができる。

【0087】

透過型の液晶表示装置の場合、光が透過する画素領域に存在する素子基板、画素電極層、共通電極層、対向基板、その他の絶縁膜、導電膜などは可視光の波長領域の光に対して透光性が好ましいが、開口パターンを有する場合は形状によっては金属膜などの非透光性材料を用いてもよい。

10

【0088】

一方反射型の液晶表示装置の場合、液晶組成物に対して視認側と反対側には液晶組成物を透過した光を反射する反射性の部材（反射性を有する膜や基板など）を設ければよい。よって、視認側より反射性の部材までに設けられた、光が透過する基板、絶縁膜、導電膜は可視光の波長領域の光に対して透光性とする。なお、本明細書で特に断りがない場合、透光性とは少なくとも可視光の波長領域の光を透過する性質をいう。

【0089】

画素電極層、共通電極層は、インジウム錫酸化物、酸化インジウムに酸化亜鉛（ ZnO ）を混合した導電材料、酸化インジウムに酸化シリコン（ SiO_2 ）を混合した導電材料、有機インジウム、有機スズ、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、グラフェン、又はタングステン（ W ）、モリブデン（ Mo ）、ジルコニウム（ Zr ）、ハフニウム（ Hf ）、バナジウム（ V ）、ニオブ（ Nb ）、タンタル（ Ta ）、クロム（ Cr ）、コバルト（ Co ）、ニッケル（ Ni ）、チタン（ Ti ）、白金（ Pt ）、アルミニウム（ Al ）、銅（ Cu ）、銀（ Ag ）等の金属、又はその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、又は複数種を用いて形成することができる。

20

【0090】

第1の基板200、第2の基板201にはバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、プラスチック基板などを用いることができる。なお、反射型の液晶表示装置の場合、視認側でない第1の基板200又は第2の基板201にはアルミニウム基板やステンレス基板などの金属基板を用いてもよい。

30

【0091】

以上のように、物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することができる。

【0092】

高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することができる。

【0093】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

40

【0094】

（実施の形態2）

本発明の一に係る液晶表示装置として、パッシブマトリクス型の液晶表示装置、アクティブマトリクス型の液晶表示装置を提供することができる。本実施の形態は、本発明の一に係るアクティブマトリクス型の液晶表示装置の例を、図2及び図3を用いて説明する。

【0095】

図2（A）は液晶表示装置の平面図であり1画素分の画素を示している。図2（B）は図2（A）の線X1-X2における断面図である。

【0096】

図2（A）において、複数のソース配線層（配線層405aを含む）が互いに平行（図中

50

左右方向に延伸)かつ互いに離間した状態で配置されている。複数のゲート配線層(ゲート電極層401を含む)は、ソース配線層に略直交する方向(図中上下方向)に延伸し、かつ互いに離間するように配置されている。共通配線層408は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向(図中上下方向)に延伸している。ソース配線層と、共通配線層408及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層及び共通電極層が配置されている。画素電極層を駆動するトランジスタ420は、図中右上の角に配置されている。画素電極層及びトランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

【0097】

10

図2の液晶表示装置において、トランジスタ420に電氣的に接続する第1の電極層447が画素電極層として機能し、図2中には接続構造は図示していないが共通配線層408と電氣的に接続する第2の電極層446が共通電極層として機能する。なお、第1の電極層447、配線層405b、共通配線層408、及びゲート絶縁層402によって容量が形成されている。共通電極層はフローティング状態(電氣的に孤立した状態)として動作させることも可能だが、固定電位、好ましくはデータとして送られる画像信号の中間電位近傍でフリッカーの生じないレベルに設定してもよい。なお、共通電極層は、対向基板(第2の基板442)側にも設けてもよく、この場合、素子基板(第1の基板441)側に設ける共通電極層(第2の電極層446)と、対向基板(第2の基板442)側に設ける共通電極層とは等電位が好ましい。

20

【0098】

基板に概略平行(すなわち水平な方向)な電界を生じさせて、基板と平行な面内で液晶分子を動かして、階調を制御する方式を用いることができる。このような方式として、図2及び図3に示すようなIPSモードで用いる電極構成が適用できる。

【0099】

IPSモードなどに示される横電界モードは、第1の基板441上、液晶組成物444の下方に開口パターンを有する第1の電極層447(例えば各画素別に電圧が制御される画素電極層)及び第2の電極層446(例えば全画素に共通の電圧が供給される共通電極層)を配置する。第1の電極層447及び第2の電極層446は、平面形状でなく、様々な開口パターンを有し、屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む。第1の電極層447及び第2の電極層446はその電極間に電界を発生させるため、同形状で完全に重なる配置は避ける。

30

【0100】

第1の電極層447及び第2の電極層446の他の例を図3に示す。図3(A)(B)の上面図に示すように、第1の電極層447a、447b及び第2の電極層446a、446bが互い違いとなるように形成されており、図3(A)では第1の電極層447a及び第2の電極層446aはうねりを有する波形状であり、図3(B)では第1の電極層447b及び第2の電極層446bは櫛歯状であり電極同士がかみ合うような形状である。

【0101】

なお、第1の電極層447、第2の電極層446は、開口パターンを有する形状であるために、図2(B)の断面図においては分断された複数の電極層として示されている。これは本明細書の他の図面においても同様である。

40

【0102】

画素電極層である第1の電極層447は第1の基板441(素子基板ともいう)上の層間膜413の液晶組成物444側の面から液晶組成物444に突出して設けられた第1の構造体449上に形成され、第2の電極層446は第1の基板441上の層間膜413の液晶組成物444側の面から液晶組成物444に突出して設けられた第2の構造体445上に形成される。

【0103】

第1の構造体449及び第2の構造体445はリブ形状を有する例である。第1の構造体

50

４４９及び第２の構造体４４５は、該上に形成される第１の電極層４４７、又は第２の電極層４４６の形状を反映し、開口パターンを有し、屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む形状である。

【０１０４】

また、第１の構造体４４９及び第２の構造体４４５を、図５に示すように、四角錐が連続してつらなるような形状としてもよい。本実施の形態では、偏光板４４３ａは第１の方向の偏光軸を有し、偏光板４４３ｂは第２の偏光軸を有する。なお本明細書において、偏光軸とは、偏光板などの偏光子を通過した光が変換される直線偏光の振動方向のことを指す。

【０１０５】

第１の構造体４４９の側面と第１の電極層４４７との界面、及び第２の構造体４４５の側面と第２の電極層４４６との界面を、第１の方向または第２の方向に平行に設け、かつ、第１の電極層４４７と第２の電極層４４６とは、第１の電極層４４７と第２の電極層４４６との間の液晶組成物４４４に生じる電界の向きが、第１の方向と第２の方向のなす角を等分にする第３の方向となるように設けられる。

【０１０６】

図５で示す構成とすることにより、黒表示を行う画素で生じる光漏れを低減し、コントラスト比の向上を図る液晶表示装置を提供することができる。

【０１０７】

第１の構造体４４９の上面及び側面を覆うように第１の電極層４４７を設け、第２の構造体４４５の上面及び側面を覆うように第２の電極層４４６を設けることで、第１の電極層４４７及び第２の電極層４４６の形成面積を液晶組成物４４４の膜厚方向に（３次元的に）も拡大できる。よって、第１の電極層４４７及び第２の電極層４４６間に電圧を印加した時、第１の電極層４４７と、第２の電極層４４６との間に広く電界を形成することができる。

【０１０８】

従って、膜厚方向も含め液晶組成物全体における液晶分子を応答させることができ、液晶表示装置の白透過率が向上する。よって白透過率と黒透過率との比であるコントラスト比も高くすることができる。

【０１０９】

また、スペーサ４５０は、液晶組成物４４４の膜厚（セルギャップ）を制御するために設けられている。液晶組成物４４４を用いる液晶表示装置において液晶組成物４４４の厚さであるセルギャップは１μm以上２０μm以下とすることが好ましい。なお、本明細書においてセルギャップの厚さとは、液晶組成物の厚さ（膜厚）の最大値とする。

【０１１０】

スペーサは第１の構造体４４９及び／又は第２の構造体４４５上に設けることができる。本実施の形態では、スペーサ４５０を第１の構造体４４９上に設ける例であり、第１の構造体４４９上にはスペーサ４５０及び画素電極層である第１の電極層４４７が同じ表面に隣接して形成されている。

【０１１１】

このように、第１の構造体４４９をスペーサ４５０が配置される領域にも拡張して設けると、第１の構造体４４９は、同一の連続膜であるため、該第１の構造体４４９表面はほぼ同じ表面高さが連続する領域となり、スペーサ４５０を密着性及び安定性よく設けることができる。

【０１１２】

また、第１の構造体４４９をスペーサ４５０の形成領域にまで連続して広く設けることによって、対向基板側に形成されたスペーサ４５０を、素子基板側に配置する際、スペーサ４５０が安定して配置できる領域を広く設けることができる。なお、スペーサ４５０は、第１の構造体４４９の上面（もっとも高く突出した面）と同じ高さの面に配置されるため、対向基板に設けられたスペーサ４５０が位置合わせのために素子基板側で移動しても、

10

20

30

40

50

隣接する第1の構造体449、第2の構造体445を破損する恐れがない。

【0113】

従って、スペーサ450の配置工程、及び配置位置のずれ等に起因する不良が低減でき、歩留まりを向上させることができる。

【0114】

スペーサ450を液晶表示装置内における急峻な凹凸や段差の少ない、ほぼ水平な領域に安定して設けることができるため、該スペーサ450は物理的衝撃による破損や形状不良が低減され、物理的衝撃に対する高い耐性を付与されることが可能となる。

【0115】

従って、物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することができる。また、高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することができる。

10

【0116】

本実施の形態では、液晶組成物444はネマティック液晶、カイラル剤、重合性モノマー、及び重合開始剤を含み、ブルー相を発現する液晶組成物を用い、高分子安定化処理によって、ブルー相を発現している状態（ブルー相を呈す状態、又はブルー相を示す状態ともいう）で液晶表示装置に設けられる。また、液晶組成物444には、高分子化合物が含まれる。

【0117】

トランジスタ420は逆スタガ型の薄膜トランジスタであり、絶縁表面を有する基板である第1の基板441上に形成され、ゲート電極層401、ゲート絶縁層402、半導体層403、ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層405a、405bを含む。

20

【0118】

本明細書に開示する液晶表示装置に適用できるトランジスタの構造は特に限定されず、例えばトップゲート構造、又はボトムゲート構造のスタガ型及びプレーナ型などを用いることができる。また、トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造でも、2つ形成されるダブルゲート構造もしくは3つ形成されるトリプルゲート構造であってもよい。また、チャネル領域の上下にゲート絶縁層を介して配置された2つのゲート電極層を有する、デュアルゲート型でもよい。

【0119】

トランジスタ420を覆い、半導体層403に接する絶縁膜407が設けられ、絶縁膜407上に層間膜413が積層されている。

30

【0120】

層間膜413の形成法は、特に限定されず、その材料に応じて、スピンコート、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法（インクジェット法）、スクリーン印刷、オフセット印刷等、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等を用いることができる。

【0121】

第1の基板441と対向基板である第2の基板442とを、液晶組成物444を挟持させてシール材で固着する。液晶組成物444を形成する方法として、ディスペンサ法（滴下法）や、第1の基板441と第2の基板442とを貼り合わせてから毛細管現象等を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。

40

【0122】

シール材としては、代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性又は熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。代表的には、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。また、光（代表的には紫外線）重合開始剤、熱硬化剤、フィラー、カップリング剤を含んでもよい。

【0123】

シール材に紫外線などの光硬化樹脂を用い、滴下法で液晶組成物を形成する場合など、高分子安定化処理の光照射工程によってシール材の硬化も行ってもよい。

【0124】

50

本実施の形態では、第1の基板441の外側（液晶組成物444と反対側）に偏光板443aを、第2の基板442の外側（液晶組成物444と反対側）に偏光板443bを設ける。また、偏光板の他、位相差板、反射防止膜などの光学フィルムなどを設けてもよい。例えば、偏光板及び位相差板による円偏光を用いてもよい。以上の工程で、液晶表示装置を完成させることができる。

【0125】

また、大型の基板を用いて複数の液晶表示装置を作製する場合（所謂多面取り）、その分断工程は、高分子安定化処理の前か、偏光板を設ける前に行うことができる。分断工程による液晶組成物への影響（分断工程時にかかる力などによる配向乱れなど）を考慮すると、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせた後、高分子安定化処理の前が好ましい。

10

【0126】

図示しないが、光源としてバックライト、サイドライトなどを用いればよい。光源は素子基板である第1の基板441側から、視認側である第2の基板442へと透過するように照射される。

【0127】

第1の電極層447、及び第2の電極層446は、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物、グラフェンなどの透光性を有する導電性材料を用いることができる。

20

【0128】

また、第1の電極層447、及び第2の電極層446はタングステン（W）、モリブデン（Mo）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、バナジウム（V）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、白金（Pt）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）等の金属、又はその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、又は複数種を用いて形成することができる。

【0129】

また、第1の電極層447、及び第2の電極層446として、導電性高分子（導電性ポリマーともいう）を含む導電性組成物を用いて形成することができる。導電性組成物を用いて形成した画素電極は、シート抵抗が $10000 \text{ } \Omega/\square$ 以下、波長 550 nm における透光率が70%以上であることが好ましい。また、導電性組成物に含まれる導電性高分子の抵抗率が $0.1 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることが好ましい。

30

【0130】

導電性高分子としては、いわゆる電子共役系導電性高分子が用いることができる。例えば、ポリアニリン又はその誘導体、ポリピロール又はその誘導体、ポリチオフェン又はその誘導体、若しくはアニリン、ピロールおよびチオフェンの2種以上からなる共重合体若しくはその誘導体などがあげられる。

【0131】

下地膜となる絶縁膜を第1の基板441とゲート電極層401の間に設けてもよい。下地膜は、第1の基板441からの不純物元素の拡散を防止する機能があり、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、又は酸化アルミニウム膜から選ばれた一又は複数の膜による単層、又は積層構造により形成することができる。ゲート電極層401及び共通配線層408の材料は、モリブデン、チタン、クロム、タンタル、タングステン、アルミニウム、銅、ネオジム、スカンジウム等の金属材料又はこれらを主成分とする合金材料を用いて、単層で又は積層して形成することができる。また、ゲート電極層401及び共通配線層408としてリン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコン膜に代表される半導体膜、ニッケルシリサイドなどのシリサイド膜を用いてもよい。

40

【0132】

50

また、ゲート電極層 401 及び共通配線層 408 の材料は、酸化インジウム酸化スズ、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、酸化インジウム酸化亜鉛、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの導電性材料を適用することもできる。また、上記導電性材料と、上記金属材料の積層構造とすることもできる。

【0133】

また、ゲート電極層 401 及び共通配線層 408 として、窒素を含む金属酸化物、具体的には、窒素を含む In-Ga-Zn-O 膜や、窒素を含む In-Sn-O 膜や、窒素を含む In-Ga-O 膜や、窒素を含む In-Zn-O 膜や、窒素を含む Sn-O 膜や、窒素を含む In-O 膜や、金属窒化膜 (InN 、 SnN など) を用いることができる。

10

【0134】

例えば、ゲート電極層 401 及び共通配線層 408 の 2 層の積層構造としては、アルミニウム層上にモリブデン層が積層された 2 層の積層構造、又は銅層上にモリブデン層を積層した 2 層構造、又は銅層上に窒化チタン層若しくは窒化タンタル層を積層した 2 層構造、窒化チタン層とモリブデン層とを積層した 2 層構造とすることが好ましい。3 層の積層構造としては、タングステン層又は窒化タングステン層と、アルミニウムとシリコンの合金層又はアルミニウムとチタンの合金層と、窒化チタン層又はチタン層とを積層した積層構造とすることが好ましい。

【0135】

ゲート絶縁層 402 は、プラズマ CVD 法又はスパッタリング法等を用いて、酸化シリコン膜、酸化ガリウム膜、酸化アルミニウム膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化窒化アルミニウム膜、又は窒化酸化シリコン膜等を用いて形成することができる。又は、ゲート絶縁層 402 の材料として酸化ハフニウム、酸化イットリウム、酸化ランタン、ハフニウムシリケート (HfSi_xO_y ($x > 0$, $y > 0$))、ハフニウムアルミネート (HfAl_xO_y ($x > 0$, $y > 0$))、窒素が添加されたハフニウムシリケート、窒素が添加されたハフニウムアルミネートなどの high-k 材料を用いてもよい。これらの high-k 材料を用いることでゲートリーク電流を低減できる。

20

【0136】

また、ゲート絶縁層 402 として、有機シランガスを用いた CVD 法により酸化シリコン層を形成することも可能である。有機シランガスとしては、テトラエトキシシラン (TEOS: 化学式 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$)、テトラメチルシラン (TMS: 化学式 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$)、テトラメチルシクロテトラシロキサン (TMCTS)、オクタメチルシクロテトラシロキサン (OMCTS)、ヘキサメチルジシラザン (HMDS)、トリエトキシシラン ($\text{SiH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$)、トリスジメチルアミノシラン ($\text{SiH}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_3$) 等のシリコン含有化合物を用いることができる。なお、ゲート絶縁層 402 は、単層構造としてもよいし、積層構造としてもよい。

30

【0137】

半導体層 403 に用いる材料は特に限定されず、トランジスタ 420 に要求される特性に応じて適宜設定すればよい。半導体層 403 に用いることのできる材料の例を説明する。

【0138】

半導体層 403 を形成する材料としては、シランやゲルマンに代表される半導体材料ガスを用いた化学気相成長法やスパッタリング法等の物理気相成長法で作製される非晶質 (アモルファスともいう。) 半導体、該非晶質半導体を光エネルギーや熱エネルギーを利用して結晶化させた多結晶半導体、或いは微細な結晶相とアモルファス相が混在した微結晶半導体などを用いることができる。半導体層はスパッタリング法、LP-CVD 法、又はプラズマ CVD 法等により成膜することができる。

40

【0139】

アモルファス半導体としては、代表的には水素化アモルファスシリコン、結晶性半導体としては代表的にはポリシリコンなどがあげられる。ポリシリコン (多結晶シリコン) には、800 以上のプロセス温度を経て形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂

50

高温ポリシリコンや、600 以下のプロセス温度で形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂低温ポリシリコン、また結晶化を促進する元素などを用いて、非晶質シリコンを結晶化させたポリシリコンなどを含んでいる。もちろん、前述したように、微結晶半導体又は半導体層の一部に結晶相を含む半導体を用いることもできる。

【0140】

また、半導体層403として酸化物半導体膜を用いてもよく、酸化物半導体としては、少なくともインジウム(In)、特にInと亜鉛(Zn)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のスタビライザーとして、それらに加えてガリウム(Ga)を有することが好ましい。また、スタビライザーとしてスズ(Sn)を有することが好ましい。また、スタビライザーとしてハフニウム(Hf)を有することが好ましい。また、スタビライザーとしてアルミニウム(Al)を有することが好ましい。また、スタビライザーとしてジルコニウム(Zr)を有することが好ましい。

10

【0141】

また、他のスタビライザーとして、ランタノイドである、ランタン(La)、セリウム(Ce)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd)、サマリウム(Sm)、ユウロピウム(Eu)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イッテルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)のいずれか一種あるいは複数種を有してもよい。

【0142】

例えば、酸化物半導体として、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、二元系金属の酸化物であるIn-Zn系酸化物、In-Mg系酸化物、In-Ga系酸化物、三元系金属の酸化物であるIn-Ga-Zn系酸化物(IGZOとも表記する)、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、四元系金属の酸化物である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。

20

【0143】

なお、ここで、例えば、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。

【0144】

また、酸化物半導体として、 $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m > 0$ 、且つ、 m は整数でない)で表記される材料を用いてもよい。なお、 M は、Ga、Fe、Mn及びCoから選ばれた一の金属元素または複数の金属元素を示す。また、酸化物半導体として、 $\text{In}_2\text{SnO}_5(\text{ZnO})_n$ ($n > 0$ 、且つ、 n は整数)で表記される材料を用いてもよい。

30

40

【0145】

例えば、 $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 1:1:1 (= 1/3:1/3:1/3)$ 、 $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 2:2:1 (= 2/5:2/5:1/5)$ 、あるいは $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = 3:1:2 (= 1/2:1/6:1/3)$ の原子数比のIn-Ga-Zn系酸化物やその組成の近傍の酸化物を用いることができる。あるいは、 $\text{In}:\text{Sn}:\text{Zn} = 1:1:1 (= 1/3:1/3:1/3)$ 、 $\text{In}:\text{Sn}:\text{Zn} = 2:1:3 (= 1/3:1/6:1/2)$ あるいは $\text{In}:\text{Sn}:\text{Zn} = 2:1:5 (= 1/4:1/8:5/8)$ の原子数比のIn-Sn-Zn系酸化物やその組成の近傍の酸化物を用いるとよい。

【0146】

50

しかし、酸化物半導体は、これらに限られず、必要とする半導体特性（移動度、しきい値、ばらつき等）に応じて適切な組成のものをいれればよい。また、必要とする半導体特性を得るために、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。

【0147】

例えば、In-Sn-Zn系酸化物では比較的容易に高い移動度が得られる。しかしながら、In-Ga-Zn系酸化物でも、バルク内欠陥密度を低くすることにより移動度を上げることができる。

【0148】

なお、例えば、In、Ga、Znの原子数比が $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = a:b:c$ ($a+b+c=1$) である酸化物の組成が、原子数比が $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn} = A:B:C$ ($A+B+C=1$) の酸化物の組成の近傍であるとは、 a 、 b 、 c が、 $(a-A)^2 + (b-B)^2 + (c-C)^2 \leq r^2$ を満たすことをいい、 r は、例えば、0.05とすればよい。他の酸化物でも同様である。

【0149】

酸化物半導体膜は、単結晶、多結晶（ポリクリスタルともいう。）または非晶質などの状態をとる。

【0150】

好ましくは、酸化物半導体膜は、CAAC-OS (C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor) 膜とする。

【0151】

CAAC-OS膜は、完全な単結晶ではなく、完全な非晶質でもない。CAAC-OS膜は、非晶質相に結晶部を有する結晶-非晶質混相構造の酸化物半導体膜である。なお、当該結晶部は、一辺が100nm未満の立方体内に収まる大きさであることが多い。また、透過型電子顕微鏡 (TEM: Transmission Electron Microscope) による観察像では、CAAC-OS膜に含まれる非晶質部と結晶部との境界は明確ではない。また、TEMによってCAAC-OS膜には粒界（グレインバウンダリーともいう。）は確認できない。そのため、CAAC-OS膜は、粒界に起因する電子移動度の低下が抑制される。

【0152】

CAAC-OS膜に含まれる結晶部は、 c 軸がCAAC-OS膜の被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向に揃い、かつ ab 面に垂直な方向から見て三角形または六角形状の原子配列を有し、 c 軸に垂直な方向から見て金属原子が層状または金属原子と酸素原子とが層状に配列している。なお、異なる結晶部間で、それぞれ a 軸および b 軸の向きが異なってもよい。本明細書において、単に垂直と記載する場合、 85° 以上 95° 以下の範囲も含まれることとする。また、単に平行と記載する場合、 -5° 以上 5° 以下の範囲も含まれることとする。

【0153】

なお、CAAC-OS膜において、結晶部の分布が一様でなくてもよい。例えば、CAAC-OS膜の形成過程において、酸化物半導体膜の表面側から結晶成長させる場合、被形成面の近傍に対し表面の近傍では結晶部の占める割合が高くなることもある。また、CAAC-OS膜へ不純物を添加することにより、当該不純物添加領域において結晶部が非晶質化することもある。

【0154】

CAAC-OS膜に含まれる結晶部の c 軸は、CAAC-OS膜の被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向に揃うため、CAAC-OS膜の形状（被形成面の断面形状または表面の断面形状）によっては互いに異なる方向を向くことがある。なお、結晶部の c 軸の方向は、CAAC-OS膜が形成されたときの被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向となる。結晶部は、成膜することにより、または成膜後に加熱処理などの結晶化処理を行うことにより形成される。

【0155】

C A A C - O S 膜を用いたトランジスタは、可視光や紫外光の照射による電気特性の変動が小さい。よって、当該トランジスタは、信頼性が高い。

【0156】

なお、酸化物半導体膜を構成する酸素の一部は窒素で置換されてもよい。

【0157】

また、C A A C - O S のように結晶部を有する酸化物半導体では、よりバルク内欠陥を低減することができ、表面の平坦性を高めればアモルファス状態の酸化物半導体以上の移動度を得ることができる。表面の平坦性を高めるためには、平坦な表面上に酸化物半導体を形成することが好ましく、具体的には、平均面粗さ (R a) が 1 n m 以下、好ましくは 0 . 3 n m 以下、より好ましくは 0 . 1 n m 以下の表面上に形成するとよい。

10

【0158】

半導体層、配線層の作製工程において、薄膜を所望の形状に加工するためにエッチング工程を用いる。エッチング工程は、ドライエッチングやウエットエッチングを用いることができる。

【0159】

所望の加工形状にエッチングできるように、材料に合わせてエッチング条件 (エッチング液、エッチング時間、温度等) を適宜調節する。

【0160】

ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層 4 0 5 a 、 4 0 5 b の材料としては、A l 、 C r 、 T a 、 T i 、 M o 、 W から選ばれた元素、又は上述した元素を成分とする合金か、上述した元素を組み合わせた合金膜等が挙げられる。また、熱処理を行う場合には、この熱処理に耐える耐熱性を導電膜に持たせることが好ましい。例えば、A l 単体では耐熱性が劣り、また腐蝕しやすい等の問題点があるので耐熱性導電性材料と組み合わせて形成する。A l と組み合わせる耐熱性導電性材料としては、チタン (T i) 、タンタル (T a) 、タングステン (W) 、モリブデン (M o) 、クロム (C r) 、ネオジム (N d) 、スカンジウム (S c) から選ばれた元素、又は上述した元素を成分とする合金か、上述した元素を組み合わせた合金膜、又は上述した元素を成分とする窒化物で形成する。

20

【0161】

ゲート絶縁層 4 0 2 、半導体層 4 0 3 、ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層 4 0 5 a 、 4 0 5 b を大気に触れさせることなく連続的に形成してもよい。大気に触れさせることなく連続成膜することで、大気成分や大気中に浮遊する汚染不純物元素に汚染されることなく各積層界面を形成することができるので、トランジスタ特性のばらつきを低減することができる。

30

【0162】

なお、半導体層 4 0 3 は一部のみがエッチングされ、溝部 (凹部) を有する半導体層である。

【0163】

トランジスタ 4 2 0 を覆う絶縁膜 4 0 7 、層間膜 4 1 3 は、乾式法や湿式法で形成される無機絶縁膜、有機絶縁膜を用いることができる。例えば、C V D 法やスパッタリング法などを用いて得られる窒化シリコン膜、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、酸化タンタル膜などを用いることができる。また、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン系樹脂、ポリアミド、エポキシ等の有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料 (l o w - k 材料) 、シロキサン系樹脂、P S G (リンケイ酸ガラス) 、B P S G (ボロンリンケイ酸ガラス) 等を用いることができる。また、絶縁膜 4 0 7 として酸化ガリウム膜を用いてもよい。

40

【0164】

なおシロキサン系樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成された S i - O - S i 結合を含む樹脂に相当する。シロキサン系樹脂は置換基としては有機基 (例えばアルキル基やアリール基) やフルオロ基を用いてもよい。また、有機基はフルオロ基を有してい

50

てもよい。シロキサン系樹脂は塗布法により成膜し、焼成することによって絶縁膜 407 として用いることができる。

【0165】

なお、これらの材料で形成される絶縁膜を複数積層させることで、絶縁膜 407、層間膜 413 を形成してもよい。例えば、無機絶縁膜上に有機樹脂膜を積層する構造としてもよい。

【0166】

また、多階調マスクにより形成した複数（代表的には二種類）の厚さの領域を有するレジストマスクを用いると、フォトリソグラフィ工程の数を減らすことができるため、工程簡略化、低コスト化が図れる。

【0167】

以上のように、物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することができる。

【0168】

高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することができる。

【0169】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【0170】

（実施の形態 3）

トランジスタを作製し、該トランジスタを画素部、さらには駆動回路に用いて表示機能を有する液晶表示装置を作製することができる。また、トランジスタを用いて駆動回路の一部又は全体を、画素部と同じ基板上に一体形成し、システムオンパネルを形成することができる。

【0171】

液晶表示装置は表示素子として液晶素子（液晶表示素子ともいう）を含む。

【0172】

また、液晶表示装置は、表示素子が封止された状態にあるパネルと、該パネルにコントローラを含む IC 等を実装した状態にあるモジュールとを含む。さらに、該液晶表示装置を作製する過程における、表示素子が完成する前の一形態に相当する素子基板に関し、該素子基板は、電流を表示素子に供給するための手段を複数の各画素に備える。素子基板は、具体的には、表示素子の画素電極のみが形成された状態であってもよいし、画素電極となる導電膜を成膜した後であって、エッチングして画素電極を形成する前の状態であってもよいし、あらゆる形態があてはまる。

【0173】

なお、本明細書中における液晶表示装置とは、画像表示デバイス、表示デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、コネクタ、例えば FPC（Flexible printed circuit）もしくは TAB（Tape Automated Bonding）テープもしくは TCP（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、TAB テープや TCP の先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は表示素子に COG（Chip On Glass）方式により IC（集積回路）が直接実装されたモジュールも全て液晶表示装置に含むものとする。

【0174】

液晶表示装置の一形態に相当する液晶表示パネルの外観及び断面について、図 4 を用いて説明する。図 4（A1）（A2）は、第 1 の基板 4001 上に形成されたトランジスタ 4010、4011、及び液晶素子 4013 を、第 2 の基板 4006 との間にシール材 4005 によって封止した、パネルの上面図であり、図 4（B）は、図 4（A1）（A2）の M-N における断面図に相当する。

【0175】

第 1 の基板 4001 上に設けられた画素部 4002 と、走査線駆動回路 4004 とを囲む

10

20

30

40

50

ようにして、シール材 4 0 0 5 が設けられている。また画素部 4 0 0 2 と、走査線駆動回路 4 0 0 4 の上に第 2 の基板 4 0 0 6 が設けられている。よって画素部 4 0 0 2 と、走査線駆動回路 4 0 0 4 とは、第 1 の基板 4 0 0 1 とシール材 4 0 0 5 と第 2 の基板 4 0 0 6 とによって、液晶組成物 4 0 0 8 と共に封止されている。

【 0 1 7 6 】

また、図 4 (A 1) は第 1 の基板 4 0 0 1 上のシール材 4 0 0 5 によって囲まれている領域とは異なる領域に、別途用意された基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜で形成された信号線駆動回路 4 0 0 3 が実装されている。なお、図 4 (A 2) は信号線駆動回路の一部を第 1 の基板 4 0 0 1 上に設けられたトランジスタで形成する例であり、第 1 の基板 4 0 0 1 上に信号線駆動回路 4 0 0 3 b が形成され、かつ別途用意された基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜で形成された信号線駆動回路 4 0 0 3 a が実装されている。

10

【 0 1 7 7 】

なお、別途形成した駆動回路の接続方法は、特に限定されるものではなく、COG 方法、ワイヤボンディング方法、或いはTAB 方法などを用いることができる。図 4 (A 1) は、COG 方法により信号線駆動回路 4 0 0 3 を実装する例であり、図 4 (A 2) は、TAB 方法により信号線駆動回路 4 0 0 3 a を実装する例である。

【 0 1 7 8 】

また第 1 の基板 4 0 0 1 上に設けられた画素部 4 0 0 2 と、走査線駆動回路 4 0 0 4 は、トランジスタを複数有しており、図 4 (B) では、画素部 4 0 0 2 に含まれるトランジスタ 4 0 1 0 と、走査線駆動回路 4 0 0 4 に含まれるトランジスタ 4 0 1 1 とを例示している。トランジスタ 4 0 1 0、4 0 1 1 上には絶縁層 4 0 2 0、層間膜 4 0 2 1 が設けられている。

20

【 0 1 7 9 】

トランジスタ 4 0 1 0、4 0 1 1 は、実施の形態 2 に示すトランジスタを適用することができる。

【 0 1 8 0 】

また、層間膜 4 0 2 1、又は絶縁層 4 0 2 0 上において、駆動回路用のトランジスタ 4 0 1 1 の半導体層のチャネル形成領域と重なる位置に導電層を設けてもよい。導電層は、電位がトランジスタ 4 0 1 1 のゲート電極層と同じでもよいし、異なっても良く、第 2 のゲート電極層として機能させることもできる。また、導電層の電位がGND、或いは導電層はフローティング状態であってもよい。

30

【 0 1 8 1 】

また、層間膜 4 0 2 1 上に液晶組成物 4 0 0 8 中に突出して設けられた第 1 の構造体 4 0 3 7 上に画素電極層 4 0 3 0 が形成され、画素電極層 4 0 3 0 は、トランジスタ 4 0 1 0 と電氣的に接続されている。層間膜 4 0 2 1 上には共通電極層 4 0 3 1 が液晶組成物 4 0 0 8 中に突出して設けられた第 2 の構造体 4 0 3 8 上に設けられている。液晶素子 4 0 1 3 は、画素電極層 4 0 3 0、共通電極層 4 0 3 1 及び液晶組成物 4 0 0 8 を含む。なお、第 1 の基板 4 0 0 1、第 2 の基板 4 0 0 6 の外側にはそれぞれ偏光板 4 0 3 2 a、4 0 3 2 b が設けられている。

40

【 0 1 8 2 】

本実施の形態では、液晶組成物 4 0 0 8 はネマティック液晶、カイラル剤、重合性モノマー、及び重合開始剤を含み、ブルー相を発現する液晶組成物を用い、高分子安定化処理によって、ブルー相を発現している状態（ブルー相を呈す状態、又はブルー相を示す状態ともいう）で液晶表示装置に設けられる。また、液晶組成物 4 0 0 8 には、有機化合物が含まれる。

【 0 1 8 3 】

また、画素電極層 4 0 3 0 及び共通電極層 4 0 3 1 には、実施の形態 2 で示したような画素電極層及び共通電極層の構成を適用することができる。画素電極層 4 0 3 0 及び共通電極層 4 0 3 1 は開口パターンを有する形状である。

50

【0184】

第1の構造体4037の上面及び側面を覆うように設けられた画素電極層4030と、第2の構造体4038の上面及び側面を覆うように設けられた共通電極層4031とを有することによって、液晶組成物4008において、画素電極層4030と、共通電極層4031との間に広く電界を形成することができる。

【0185】

従って、膜厚方向も含め液晶組成物全体における液晶分子を応答させることができ、白透過率が向上する。よって白透過率と黒透過率との比であるコントラスト比も高くすることができる。

【0186】

また、スペーサ4035は、液晶組成物4008の膜厚（セルギャップ）を制御するために設けられている。液晶組成物4008を用いる液晶表示装置において液晶組成物の厚さであるセルギャップは1 μ m以上20 μ m以下とすることが好ましい。なお、本明細書においてセルギャップの厚さとは、液晶組成物の厚さ（膜厚）の最大値とする。

【0187】

スペーサ4035は第1の構造体及び/又は第2の構造体上に設けることができる。本実施の形態では、スペーサ4035を第2の構造体4038上に設ける例であり、第2の構造体4038上にはスペーサ4035及び共通電極層4031が同じ表面に隣接して形成されている。

【0188】

このように、第2の構造体4038をスペーサ4035が配置される領域にも拡張して設けると、第2の構造体4038は、同一の連続膜であるため、該第2の構造体4038表面はほぼ同じ表面高さが連続する領域となり、スペーサ4035を密着性及び安定性よく設けることができる。

【0189】

また、第2の構造体4038をスペーサ4035の形成領域にまで連続して広く設けることによって、対向基板側に形成されたスペーサ4035を、素子基板側に配置する際、スペーサ4035が安定して配置できる領域を広く設けることができる。なお、スペーサ4035は、第2の構造体4038の上面（もっとも高く突出した面）と同じ高さの面に配置されるため、対向基板に設けられたスペーサ4035が位置合わせのために素子基板側で移動しても、隣接する第1の構造体4037、及び第2の構造体4038を破損する恐れがない。

【0190】

従って、スペーサ4035の配置工程、及び配置位置のずれ等に起因する不良が低減でき、歩留まりを向上させることができる。

【0191】

スペーサ4035を液晶表示装置内における急峻な凹凸や段差の少ない、ほぼ水平な領域に安定して設けることができるため、該スペーサ4035は物理的衝撃による破損や形状不良が低減され、物理的衝撃に対する高い耐性を付与されることが可能となる。

【0192】

従って、物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することができる。また、高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することができる。

【0193】

なお、図4は透過型液晶表示装置の例であるが、本明細書で開示される発明は半透過型液晶表示装置でも、反射型液晶表示装置でも適用できる。

【0194】

第1の基板4001、第2の基板4006としては、透光性を有するガラス、プラスチックなどを用いることができる。プラスチックとしては、PVF（ポリビニルフルオライド）フィルム、ポリエステルフィルム又はアクリル樹脂フィルムを用いることができる。また、アルミニウムホイルをPVFフィルムやポリエステルフィルムで挟んだ構造のシート

10

20

30

40

50

や、FRP (Fiberglass-Reinforced Plastics) 板を用いることもできる。なお、反射型の液晶表示装置の場合、視認側でない第1の基板4001、又は第2の基板4006にはアルミニウム基板やステンレス基板などの金属基板を用いてもよい。

【0195】

また、図4の液晶表示装置では、基板の外側（視認側）に偏光板を設ける例を示すが、偏光板は基板の内側に設けてもよい。偏光板の材料や作製工程条件によって適宜設定すればよい。また、ブラックマトリクスとして機能する遮光層を設けてもよい。

【0196】

図4においては、トランジスタ4010、4011上方を覆うように遮光層4034が第2の基板4006側に設けられている例である。遮光層4034を設けることにより、さらにコントラスト向上やトランジスタの安定化の効果を高めることができる。

10

【0197】

また、層間膜4021の一部としてカラーフィルタ層や遮光層を形成してもよい。

【0198】

トランジスタの保護膜として機能する絶縁層4020で覆う構成としてもよいが、特に限定されない。

【0199】

なお、保護膜は、大気中の有機物や金属物、水蒸気などの汚染不純物の侵入を防ぐためのものであり、緻密な膜が好ましい。保護膜は、スパッタリング法を用いて、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、又は窒化酸化アルミニウム膜の単層、又は積層で形成すればよい。

20

【0200】

また、平坦化絶縁膜として透光性の絶縁層をさらに形成する場合、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン系樹脂、ポリアミド、エポキシ等の、耐熱性を有する有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料（low-k材料）、シロキサン系樹脂、PSG（リンケイ酸ガラス）、BPSG（ボロンリンケイ酸ガラス）等を用いることができる。なお、これらの材料で形成される絶縁膜を複数積層させることで、絶縁層を形成してもよい。

30

【0201】

積層する絶縁層の形成法は、特に限定されず、その材料に応じて、スパッタリング法、スピンコート、ディップ法、スプレー塗布法、液滴吐出法（インクジェット法）、スクリーン印刷、オフセット印刷等、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等を用いることができる。

【0202】

画素電極層4030及び共通電極層4031は、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物、グラフェンなどの透光性を有する導電性材料を用いることができる。

40

【0203】

また、画素電極層4030及び共通電極層4031はタングステン（W）、モリブデン（Mo）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、バナジウム（V）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、白金（Pt）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）等の金属、又はその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、又は複数種を用いて形成することができる。

【0204】

また、画素電極層4030及び共通電極層4031として、導電性高分子（導電性ポリマ

50

ーともいう)を含む導電性組成物を用いて形成することができる。

【0205】

また別途形成された信号線駆動回路4003と、走査線駆動回路4004又は画素部4002に与えられる各種信号及び電位は、FPC4018から供給されている。

【0206】

また、トランジスタは静電気などにより破壊されやすいため、ゲート線又はソース線に対して、駆動回路保護用の保護回路を同一基板上に設けることが好ましい。保護回路は、非線形素子を用いて構成することが好ましい。

【0207】

図4では、接続端子電極4015が、画素電極層4030と同じ導電膜から形成され、端子電極4016は、トランジスタ4010、4011のソース電極層及びドレイン電極層と同じ導電膜で形成されている。

10

【0208】

接続端子電極4015は、FPC4018が有する端子と、異方性導電膜4019を介して電氣的に接続されている。

【0209】

また図4においては、信号線駆動回路4003を別途形成し、第1の基板4001に実装している例を示しているが、この構成に限定されない。走査線駆動回路を別途形成して実装してもよいし、信号線駆動回路の一部又は走査線駆動回路の一部のみを別途形成して実装してもよい。

20

【0210】

以上のように、物理的衝撃に強く、高品質な表示特性を保持できる液晶表示装置を提供することができる。

【0211】

高信頼性及び高性能な液晶表示装置を提供することができる。

【0212】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【0213】

(実施の形態4)

30

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について説明する。具体的には、上記実施の形態で示す液晶表示装置を適用した電子機器について図6を用いて説明する。

【0214】

液晶表示装置を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置(テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう)、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機(携帯電話、携帯電話装置ともいう)、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を図6に示す。

【0215】

図6(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、上記実施の形態で示す液晶表示装置を表示部7103に用いることができる。上記実施の形態で示す液晶表示装置は物理的強度に強いため、使用時に表示部に物理的衝撃が加わっても、表示不良が生じず、信頼性の高いテレビジョン装置とすることができる。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。

40

【0216】

テレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示され

50

る映像を操作することができる。また、リモコン操作機 7 1 1 0 に、当該リモコン操作機 7 1 1 0 から出力する情報を表示する表示部 7 1 0 7 を設ける構成としてもよい。

【0217】

なお、テレビジョン装置 7 1 0 0 は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【0218】

図 6 (B) はコンピュータであり、本体 7 2 0 1、筐体 7 2 0 2、表示部 7 2 0 3、キーボード 7 2 0 4、外部接続ポート 7 2 0 5、ポインティングデバイス 7 2 0 6 等を含む。10
上記実施の形態で示す液晶表示装置をコンピュータの表示部 7 2 0 3 に用いることができる。上記実施の形態で示す液晶表示装置は物理的強度に強いため、携帯持又は使用時に表示部に物理的衝撃が加わっても、表示不良が生じず、信頼性の高いコンピュータとすることができる。

【0219】

図 6 (C) は携帯型遊技機であり、筐体 7 3 0 1 と筐体 7 3 0 2 の 2 つの筐体で構成されており、連結部 7 3 0 3 により、開閉可能に連結されている。筐体 7 3 0 1 には表示部 7 3 0 4 が組み込まれ、筐体 7 3 0 2 には表示部 7 3 0 5 が組み込まれている。また、図 6 (C) に示す携帯型遊技機は、その他、スピーカ部 7 3 0 6、記録媒体挿入部 7 3 0 7、LED ランプ 7 3 0 8、入力手段（操作キー 7 3 0 9、接続端子 7 3 1 0、センサ 7 3 1 1（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、20
においまたは赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン 7 3 1 2）等を備えている。もちろん、携帯型遊技機の構成は上述のものに限定されず、少なくとも表示部 7 3 0 4 および表示部 7 3 0 5 の両方、または一方に上記実施の形態で示す液晶表示装置を用いることができる。また、表示部 7 3 0 4 および表示部 7 3 0 5 は、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。図 6 (C) に示す携帯型遊技機は、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して表示部に表示する機能や、他の携帯型遊技機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、図 6 (C) に示す携帯型遊技機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。30

【0220】

図 6 (D) は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機 7 4 0 0 は、筐体 7 4 0 1 に組み込まれた表示部 7 4 0 2 の他、操作ボタン 7 4 0 3、外部接続ポート 7 4 0 4、スピーカ 7 4 0 5、マイク 7 4 0 6 などを備えている。上記実施の形態で示す液晶表示装置を携帯電話機 7 4 0 0 の表示部 7 4 0 2 に用いることができる。上記実施の形態で示す液晶表示装置は物理的強度に強いため、携帯持又は使用時に表示部に物理的衝撃が加わっても、表示不良が生じず、信頼性の高い携帯電話機とすることができる。

【0221】

図 6 (D) に示す携帯電話機 7 4 0 0 は、表示部 7 4 0 2 を指などで触れることで、情報を入力することができる。また、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、40
表示部 7 4 0 2 を指などで触れることにより行うことができる。

【0222】

表示部 7 4 0 2 の画面は主として 3 つのモードがある。第 1 は、画像の表示を主とする表示モードであり、第 2 は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第 3 は表示モードと入力モードの 2 つのモードが混合した表示 + 入力モードである。

【0223】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部 7 4 0 2 を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部 7 4 0 2 の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。50

【 0 2 2 4 】

また、携帯電話機 7 4 0 0 内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機 7 4 0 0 の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7 4 0 2 の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【 0 2 2 5 】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7 4 0 2 を触れること、または筐体 7 4 0 1 の操作ボタン 7 4 0 3 の操作により行われる。また、表示部 7 4 0 2 に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

【 0 2 2 6 】

また、入力モードにおいて、表示部 7 4 0 2 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7 4 0 2 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【 0 2 2 7 】

表示部 7 4 0 2 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7 4 0 2 に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

【 0 2 2 8 】

図 6 (E) は、平板状のコンピュータの一例を示している。平板状のコンピュータ 7 4 5 0 は、ヒンジ 7 4 5 4 で接続された筐体 7 4 5 1 L と筐体 7 4 5 1 R を備えている。また、操作ボタン 7 4 5 3、左側スピーカ 7 4 5 5 L および右側スピーカ 7 4 5 5 R の他、コンピュータ 7 4 5 0 の側面には図示されていない外部接続ポート 7 4 5 6 を備える。なお、筐体 7 4 5 1 L に設けられた表示部 7 4 5 2 L と、筐体 7 4 5 1 R に設けられた表示部 7 4 5 2 R が互いに対峙するようにヒンジ 7 4 5 4 を折り畳むと、表示部を筐体で保護することができる。

【 0 2 2 9 】

表示部 7 4 5 2 L と表示部 7 4 5 2 R は、画像を表示する他、指などで触れると情報を入力できる。例えば、インストール済みのプログラムを示すアイコンを指でふれて選択し、プログラムを起動できる。または、表示された画像の二箇所に触れた指の間隔を変えて、画像を拡大または縮小できる。または、表示された画像の一箇所に触れた指を移動して画像を移動できる。また、キーボードの画像を表示して、表示された文字や記号を指で触れて選択し、情報を入力することもできる。上記実施の形態で示す液晶表示装置を、平板状のコンピュータ 7 4 5 0 の表示部 7 4 5 2 L、表示部 7 4 5 2 R に用いることができる。上記実施の形態で示す液晶表示装置は物理的強度に強いいため、表示部に触れる構成であっても、表示不良が生じず、信頼性の高いコンピュータとすることができる。

【 0 2 3 0 】

また、コンピュータ 7 4 5 0 に、ジャイロ、加速度センサ、GPS (Global Positioning System) 受信機、指紋センサ、ビデオカメラを搭載することもできる。例えば、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、コンピュータ 7 4 5 0 の向き（縦か横か）を判断して、表示する画面の向きを自動的に切り替えるようにすることができる。

【 0 2 3 1 】

また、コンピュータ 7 4 5 0 はネットワークに接続できる。コンピュータ 7 4 5 0 はインターネット上の情報を表示できる他、ネットワークに接続された他の機器を遠隔から操作する端末として用いることができる。

【 0 2 3 2 】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

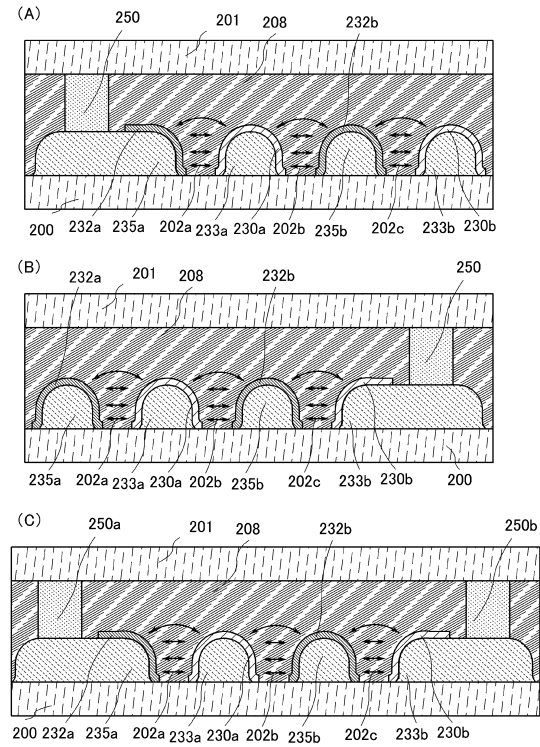
10

20

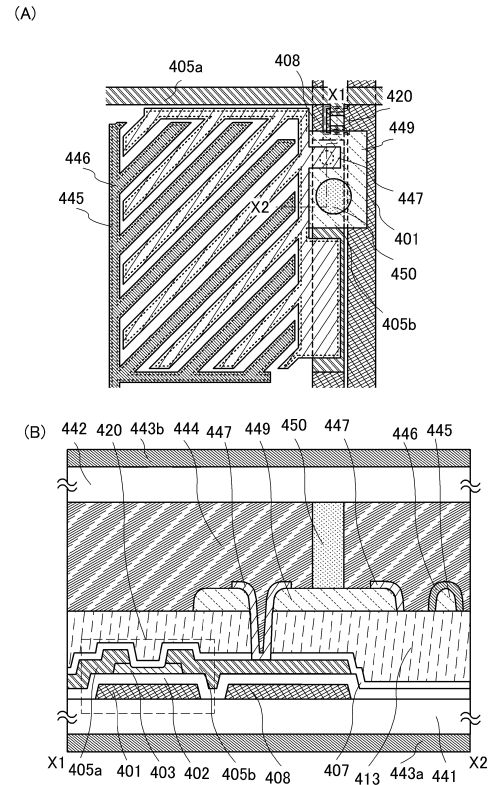
30

40

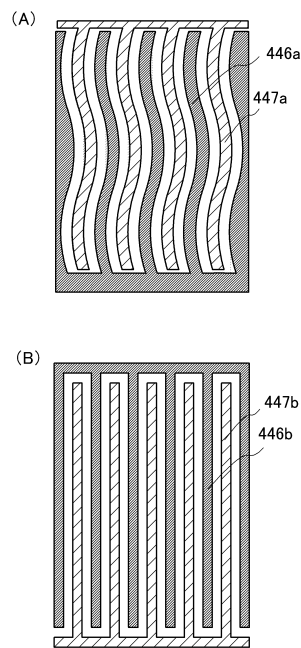
【図 1】



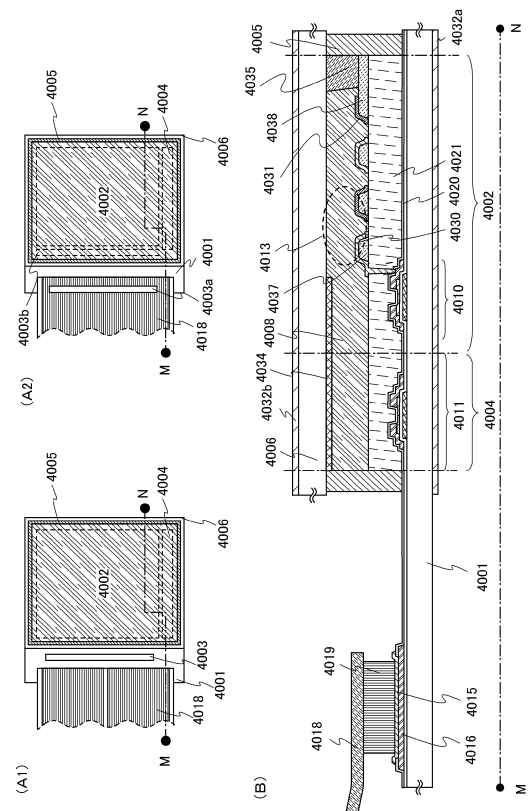
【図 2】



【図 3】

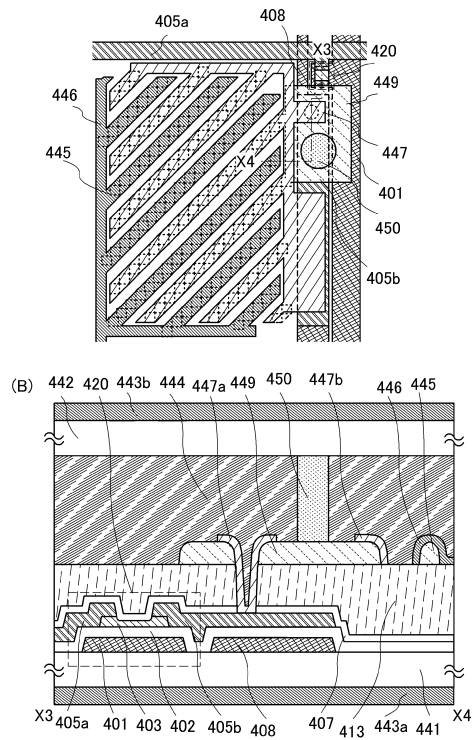


【図 4】



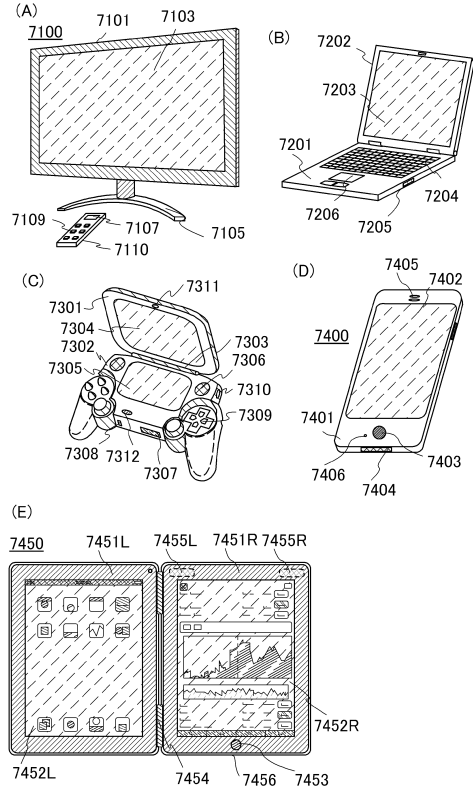
【 図 5 】

(A)



【 図 6 】

(A)



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 F 9/30 3 4 9 Z
G 0 9 F 9/30 3 3 8

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 2 4 9 2 2 8 (U S , A 1)
特開 2 0 1 1 - 0 0 8 2 3 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 1 9 4 7 8 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 F 1 / 1 3 3 9
G 0 2 F 1 / 1 3 4 3
G 0 2 F 1 / 1 3 6 8