

(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2011-186453
(P2011-186453A)

(43) 公開日 平成23年9月22日 (2011.9.22)

(51) Int.Cl.
G02F 1/1339 (2006.01)

F I
G O 2 F 1/1339 5 0 0

テーマコード (参考)
2 H 1 8 9

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2011-27107 (P2011-27107)	(71) 出願人	000153878
(22) 出願日	平成23年2月10日 (2011.2.10)		株式会社半導体エネルギー研究所
(31) 優先権主張番号	特願2010-29292 (P2010-29292)		神奈川県厚木市長谷398番地
(32) 優先日	平成22年2月12日 (2010.2.12)	(72) 発明者	山崎 舜平
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	平形 吉晴
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		Fターム(参考)	2H189 AA04 DA07 DA18 DA19 DA31
			DA32 EA03Y EA04Y FA22 FA25
			FA46 FA47 FA52 FA56 HA02
			HA14 JA05 JA10 JA12 JA14
			JA19 JA20 JA31 LA01 LA07
			LA10 LA28 LA30

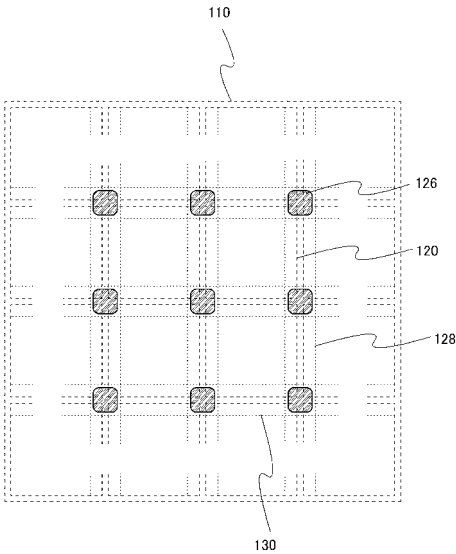
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】液晶表示装置の表示乱れを低減する。または、液晶表示装置の画質を向上する。

【解決手段】対向する第1の基板及び第2の基板において、表示領域に平面形状が対称性を有するスペーサが規則的に配置され、各画素において、少なくとも一つ以上のスペーサが設けられている液晶表示装置である。なお、スペーサは、画素の4隅それぞれの一部に重畳してもよい。または、画素の4辺それぞれの一部に重畳してもよい。液晶表示装置の表示乱れを低減することができる。または、液晶表示装置の画質を向上することができる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の基板と、
前記第 1 の基板に対向する第 2 の基板と、
前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間において、規則的に配置され、且つ平面形状が
対称性を有するスペーサと、
前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間において形成される画素と、
を有し、
前記スペーサは、1 つの前記画素において、1 つ以上設けられることを特徴とする液晶
表示装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、前記スペーサは、一つの前記画素の 4 隅それぞれの一部に重畳する
ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記スペーサは、一つの前記画素の 4 辺それぞれの一部に重畳する
ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】

第 1 の基板と、
前記第 1 の基板に対向する第 2 の基板と、
前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間において、規則的に配置され、且つ平面形状が
対称性を有するスペーサと、
前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間において形成される画素と、
を有し、
前記画素は、走査線、信号線、スイッチング素子、及び画素電極を有し、
前記スペーサの一は、少なくとも前記走査線と重畳して設けられ、
前記スペーサの二は、少なくとも前記信号線と重畳して設けられることを特徴とする液
晶表示装置。

20

【請求項 5】

第 1 の基板と、
前記第 1 の基板に対向する第 2 の基板と、
前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間において、規則的に配置され、且つ平面形状が
対称性を有するスペーサと、
前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間において形成される画素と、
を有し、
前記画素は、走査線、信号線、スイッチング素子、及び画素電極を有し、
前記スペーサは、少なくとも前記走査線及び前記信号線の交差部に重畳して設けられる
ことを特徴とする液晶表示装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、前記スペーサの各々は独立して設けら
れることを特徴とする液晶表示装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項において、一つの前記画素における前記スペーサ
の平面面積は、一つの前記画素の平面面積の 13% 以下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 乃至請求項 7 のいずれか一項において、前記スペーサは、粘着性を有すること
を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一項において、前記スペーサは隣接する前記画素上に
設けられることを特徴とする液晶表示装置。

50

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、前記スペーサは、多角柱または角丸多角柱であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、前記スペーサは、円柱または楕円柱であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、前記スペーサは、多角錐台または角丸多角錐台であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、前記スペーサは、円錐台または楕円錐台であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 14】

請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか一項において、前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板の間に、シール材を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 15】

請求項 1 乃至請求項 14 のいずれか一項において、前記第 1 の基板及び前記第 2 の基板は可撓性を有する基板であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 16】

請求項 1 乃至請求項 15 のいずれか一項において、前記画素はサブ画素であり、前記画素面積は前記サブ画素面積であることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、液晶表示装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

液晶表示装置は、透光性を有する一对の基板と、当該一对の基板を固着するシール材と、一对の基板の間に形成される一对の電極と、一对の基板及びシール材の間に充填される液晶とで構成される。また、一对の基板の間隔を一定に保つために、一对の基板の間に複数のスペーサが配置されている。スペーサとしては、基板上に散布される球状のスペーサや、フォトリソグラフィ工程により所定の場所に形成される柱状のスペーサがある。

【0003】

また、近年、タッチセンサを搭載した液晶表示装置が注目されている。タッチセンサを搭載した液晶表示装置は、タッチパネルまたはタッチスクリーンなどと呼ばれている。タッチセンサには、動作原理の違いにより、抵抗膜方式、静電容量方式、光方式などがある。

【0004】

抵抗膜方式または静電容量方式のタッチパネルは、使用者がタッチパネルの表面に接触することで、センサの電気特性が変化し、データを入力することができる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開 2009 - 116850 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

球状のスペーサは、散布の際に凝集してしまい、散布ムラが生じてしまうと共に、球状であるため、移動しやすい。また、液晶表示装置は、外部からの押圧や曲げによってセルギャップの間隔に変動が生じてしまう。これらの結果、液晶表示装置の表示乱れが生じてしまう。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

以上を鑑み、本発明の一形態は、液晶表示装置の表示乱れを低減することを課題とする。
または、本発明の一形態は、液晶表示装置の画質を向上することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の一形態は、対向する第 1 の基板及び第 2 の基板において、表示領域に平面形状が対称性を有するスペーサが規則的に配置され、各画素において、少なくとも一つ以上のスペーサが設けられている液晶表示装置である。なお、スペーサは、画素の 4 隅それぞれの一部に重畳してもよい。または、画素の 4 辺それぞれの一部に重畳してもよい。

【 0 0 0 9 】

10

また、本発明の一形態は、表示領域に平面形状が対称性を有するスペーサが規則的に配置され、各画素において、スペーサは、走査線、信号線、またはスイッチング素子と重畳して設けられている液晶表示装置である。代表的には、スイッチング素子と重畳する。または、走査線及び信号線の交差部と重畳する。または、スペーサの一は走査線の一部と重畳し、スペーサの二は信号線の一部と重畳する。

【 0 0 1 0 】

なお、一画素におけるスペーサの平面面積は、一画素の平面面積の 1 3 % 以下、好ましくは 1 0 % 以下とすることが好ましい。

【 0 0 1 1 】

各画素において、少なくとも一つ以上のスペーサが設けられ、一画素におけるスペーサの平面面積を、一画素の平面面積の 1 3 % 以下、好ましくは 1 0 % 以下とすることで、液晶表示装置の開口率の低減することなく、液晶表示装置のセルギャップを均一にすることができる。また、外部からの押圧や曲げによっても、各画素におけるセルギャップを均一に保つことができる。

20

【 0 0 1 2 】

また、それぞれのスペーサは独立しており、且つスペーサが平面形状において対称性を有するため、表示領域において均一性高く液晶を分布させることができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明の一形態により、液晶表示装置の表示乱れを低減することができる。または、液晶表示装置の画質を向上することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 2】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 3】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 4】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 5】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 6】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 7】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

40

【図 8】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 9】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する断面図である。

【図 10】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 11】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する上面図である。

【図 12】本発明の一形態に係る液晶表示装置を説明する断面図である。

【図 13】本発明の一形態に係る液晶表示装置の作製方法を説明する断面図である。

【図 14】本発明の一形態に係る液晶表示装置の作製方法を説明する断面図である。

【図 15】本発明の一形態に係る電子書籍を説明する斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

50

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。ただし、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、その態様及び詳細をさまざまに変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。したがって、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。なお、図面を用いて本発明の構成を説明するにあたり、同じものを指す符号は異なる図面間でも共通して用いる。

【0016】

なお、各実施の形態の図面等において示す各構成の、大きさ、層の厚さ、または面積は、明瞭化のために誇張されて表記している場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

10

【0017】

なお、本明細書にて用いる第1、第2、第3といった序数を用いた用語は、構成要素を識別するために便宜上付したものであり、その数を限定するものではない。

【0018】

また、電圧とは、ある電位と、基準の電位（例えばグラウンド電位）との電位差のことを示す場合が多い。よって、電圧を電位差と言い換えることが可能である。

【0019】

（実施の形態1）

本実施の形態では、外部からの押圧や曲げによる表示の乱れの少ない液晶表示装置について、図1乃至図9を用いて説明する。

20

【0020】

図1(A)に、本実施の形態の液晶表示装置の上面図を示す。画素電極（以下、第1の電極ともいう。）が形成された第1の基板100と対向電極（以下、第2の電極ともいう。）が形成された第2の基板102がシール材104により貼り合わされており、第1の基板100、第2の基板102、及びシール材104の内部に液晶が充填されている。第1の基板100上には、信号線駆動回路106、走査線駆動回路108、及び画素がマトリクス状に形成された表示領域110が形成されている。また、シール材104の隅には、第1の基板100に形成される接続配線114と第2の基板102に形成される対向電極とを導通する導電粒子112が設けられている。また、接続配線114は、FPC116（Flexible printed circuit）と接続される。なお、図示しないが、液晶表示装置には、光源としてバックライト、サイドライトなどが設けられる。また、第1の基板100の外側、及び第2の基板の外側それぞれには、偏光板、位相差板、反射防止板、円偏光板などが適宜設けられる。

30

【0021】

ここで、モノクロ表示の画素について、図2を用いて説明する。本実施の形態に示す画素120は、信号線128の中心線と走査線130の中心線とで囲まれる領域である。画素120は、スイッチング素子124及び画素電極131を含む。また、画素の平面面積は、矢印120aで示すx方向の画素ピッチ（寸法）と、矢印120bで示すy方向の画素ピッチ（寸法）との積で求められる。

40

【0022】

次に、図3に表示領域110の拡大図を示す。表示領域110には、画素120がマトリクス状に配置されている。さらに、各画素において、平面形状が対称性を有するスペーサ122が1つ以上設けられている。スペーサ122は、表示領域において規則的に設けられている。なお、画素120にスペーサ122が設けられる場合は、画素に設けられた画素電極の電位を制御するスイッチング素子124と重畳するように設けることで、液晶表示装置の開口率が低減しない。

【0023】

なお、図4に示すように、表示領域110の画素120の4隅それぞれの一部に重畳するように平面形状が対称性を有するスペーサ126が設けられてもよい。また、スペーサ126は、隣接する画素にまたがって配置される。この場合は、スペーサ126は、少なく

50

とも信号線 128 及び走査線 130 の交差部上に設けることで、液晶表示装置の開口率の低減を妨げることができる。

【0024】

図 3 及び図 4 に示す平面形状が対称性を有するスペーサ 122、126 の形状は、多角柱または多角錐台とすることができる。また、平面形状が対称性を有するスペーサ 122、126 の形状を、円柱、楕円柱、角丸多角柱、角丸多角錐台、円錐台、または楕円錐台とすることで、スペーサ 122、126 の平面形状が点対称であり、且つ側面が湾曲している。スペーサ 122、126 の側面が曲面であると、液晶の流動の妨げにならず、液晶の分布の均一性を高めることができる。なお、スペーサの平面形状における対称性は点対称に限らず、線対称でもよい。

10

【0025】

または、図 5 に示すように、表示領域 110 の画素 120 の 4 隅それぞれの一部に重畳するように平面形状が十字状であるスペーサ 132 が設けられてもよい。なお、図 5 に示す十字状のスペーサ 132 は、縦方向の長さや横方向の長さが異なってもよい。この場合は、スペーサ 132 は、少なくとも信号線 128 及び走査線 130 の交差部上に設けることで、液晶表示装置の開口率が低減しないと共に、セルギャップの均一性を更に高めることができる。

【0026】

または、図 6 に示すように、表示領域 110 の画素 120 の 4 辺それぞれの一部に重畳するように、平面形状が対称性を有するスペーサ 134 が設けられてもよい。図 6 に示すスペーサ 134 は、隣接する画素の境界、即ち、走査線の中心線は信号線の中心線において線対称であることが好ましい。また、スペーサ 134 は、隣接する画素にまたがって配置される。この場合は、スペーサ 134 は、少なくとも信号線 128 または走査線 130 上に設けることで、液晶表示装置の開口率が低減しないと共に、セルギャップの均一性を更に高めることができる。

20

【0027】

本実施の形態に示す液晶表示装置は、表示領域において、スペーサが規則的に配置されており、各画素において、少なくとも一つ以上の平面形状が対称性を有するスペーサを有する。更に、平面形状が対称性を有するスペーサの一画素における平面面積は、一画素の平面面積の 13% 以下、好ましくは 10% 以下とする。また、スペーサは各々が独立しており、隣接するスペーサと隙間を有する。このため、図 3 に示すように、矢印 136 で示す第 1 の方向、及び第 1 の方向と交差する矢印 138 で示す第 2 の方向において、スペーサ 122 が形成されない。このため、本実施の形態に示す液晶表示装置は、液晶注入法により第 1 の基板及び第 2 の基板の間に液晶を注入する際に、液晶が流動する領域を有し、当該領域において液晶が流動できるため、表示領域において均一性高く液晶を分布させることができる。また、液晶滴下法において第 1 の基板に液晶を滴下した後、第 1 の基板に第 2 の基板を封止する際、液晶が表示領域で流動することが可能であるため、表示領域において均一性高く液晶を分布させることができる。

30

【0028】

また、画素に設けられる平面形状が対称性を有するスペーサは、表示領域に規則的に配置されているため、外部からの押圧や曲げによって、第 1 の基板または / 及び第 2 の基板に力が加わっても、各画素におけるセルギャップが保持されるため、液晶表示装置の表示の乱れを低減することができる。

40

【0029】

更に、平面形状が対称性を有するスペーサの一画素における平面面積を、一画素の平面面積の 13% 以下、好ましくは 10% 以下とし、ブラックマトリクス、走査線、信号線、またはスイッチング素子上に設けることで、画素の開口率及び液晶の配向ムラによるコントラストの低減を妨げることが可能であり、液晶表示装置の画質を向上させることができる。

【0030】

50

なお、図 2 には、モノクロ表示の液晶表示装置の画素を示したが、図 7 にカラー表示の液晶表示装置の画素を示す。

【0031】

図 7 (A) に示すように、カラー表示の画素 120 は、複数のサブ画素を有し、着色層の配置にあわせてサブ画素 120c、120d、120e を有する。

【0032】

サブ画素においても、図 2 乃至図 6 に示すようにスペーサの配置とすることができる。例えば、図 7 (B) に示すように、サブ画素一つにおいて、スペーサ 122 を一つ以上配置することができる。また、図 7 (C) に示すように、サブ画素一つにおいて、4 隅のそれぞれ一部にスペーサ 122 を重畳させることができる。

10

【0033】

なお、サブ画素の平面面積は、サブ画素の x 方向におけるサブ画素ピッチと、y 方向におけるサブ画素ピッチの積となる。

【0034】

次に、液晶表示装置の画素の構造について、図 8 及び図 9 を用いて説明する。図 8 及び図 9 においては、TN (Twisted Nematic) モードの液晶表示装置について説明する。

【0035】

図 8 (A) は、表示領域における一つのサブ画素 120c において、第 1 の基板側の上面図である。走査線及び信号線に接続するスイッチング素子 124 と、スイッチング素子 124 に接続する第 1 の電極 164 と、容量配線 155、ゲート絶縁層 (図示しない。)、及び配線 160b で形成される容量素子 125 とを有する。容量素子 125 は、スイッチング素子 124 及び第 1 の電極 164 と電気的に接続する。また、走査線及び信号線の交差部を覆うようにスペーサ 166 が設けられる。なお、図 8 においては、図 5 に示すスペーサと同様の形状のスペーサ 166 を形成するが、図 3、図 4、及び図 6 のいずれのスペーサをも適用することができる。

20

【0036】

図 8 (A) の一点破線 A - B の断面図を図 9 (A) に示す。第 1 の基板 100 上に、第 1 の電極 164 の電位を制御するスイッチング素子 124 が形成される。また、スイッチング素子 124 上に絶縁層 160、絶縁層 162 が形成される。絶縁層 162 上に第 1 の電極 164 が形成される。スイッチング素子 124 と接続する配線 160b と、第 1 の電極 164 とは、絶縁層 160、162 に設けられる開口部において接続される。絶縁層 162 上にスペーサ 166 が形成される。また、絶縁層 162、第 1 の電極 164、及びスペーサ 166 上に、配向膜 168 が形成される。

30

【0037】

第 2 の基板 102 には、スイッチング素子 124 への光の入射を遮断する遮光層 170 と、着色層 172 とが形成される。また、遮光層 170 及び着色層 172 上に平坦化層 174 が形成される。平坦化層 174 上に第 2 の電極 176 が形成され、第 2 の電極 176 上に配向膜 178 が形成される。

【0038】

第 1 の基板 100 及び第 2 の基板 102 は、図 1 に示すシール材 104 により固定され、第 1 の基板 100、第 2 の基板 102、及びシール材の内側に液晶 180 が充填される。

40

【0039】

第 1 の電極 164、液晶 180、及び第 2 の電極 176 が重なり合うことで、液晶素子が形成される。

【0040】

第 1 の基板 100 及び第 2 の基板 102 としては、ガラス基板 (無アルカリガラス基板とも呼ばれる。)、石英基板、セラミック基板、プラスチック基板等を適宜用いることができる。また、第 1 の基板 100 及び第 2 の基板 102 として、可撓性を有するガラス基板または可撓性を有するプラスチック基板を用いることで、可撓性を有する液晶表示装置を

50

作製することができる。プラスチック基板としては、屈折率異方性の小さい基板を用いることが好ましく、代表的には、ポリエーテルサルホン（PES）フィルム、ポリイミドフィルム、ポリエチレンナフタレート（PEN）フィルム、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、ポリカーボネート（PC）フィルム、アクリル樹脂フィルム、または半硬化した有機樹脂中に繊維体を含むプリプレグ等を用いることができる。

【0041】

スイッチング素子124としては、ダイオード、MIM（Metal-Insulator-Metal）、パリスタなどの2端子型の能動素子、または、薄膜トランジスタなどの3端子型の能動素子を用いることができる。

10

【0042】

図9（A）においては、スイッチング素子124としてボトムゲート型の薄膜トランジスタを用いて説明する。薄膜トランジスタは、ゲート電極154と、ゲート電極154上に形成されるゲート絶縁層156と、ゲート絶縁層156上に形成される半導体層158と、ソース電極及びドレイン電極として機能する配線160a、160bとを有する。なお、ゲート電極154は走査線の一部であり、ソース電極及びドレイン電極として機能する配線160aは信号線の一部である。

【0043】

ゲート電極154は、アルミニウム、クロム、銅、タンタル、チタン、モリブデン、タングステンから選ばれた金属元素、または上述した金属元素を成分とする合金か、上述した金属元素を組み合わせた合金などを用いて形成することができる。また、マンガン、マグネシウム、ジルコニウム、ベリリウムのいずれか一または複数から選択された金属元素を用いてもよい。また、ゲート電極154は、単層構造でも、二層以上の積層構造としてもよい。

20

【0044】

ゲート絶縁層156は、窒化シリコン層、窒化酸化シリコン層、窒化アルミニウム層、酸化シリコン層、酸化窒化シリコン層、酸化アルミニウム層で形成する。

【0045】

ゲート電極154及びゲート絶縁層156は公知の手法により適宜作製することができる。

30

【0046】

半導体層158は、プラズマCVD法またはスパッタリング法等により形成したアモルファスシリコン、アモルファスシリコンゲルマニウム、微結晶シリコン、または微結晶シリコンゲルマニウムを用いることができる。また、半導体層158は、アモルファスシリコンまたはアモルファスシリコンゲルマニウムを加熱し、またはレーザービームを照射して結晶化したポリシリコンまたはポリシリコンゲルマニウムを用いることができる。また、半導体層158は、印刷法またはインクジェット法により形成した有機半導体を適宜用いることができる。また、半導体層158は、スパッタリング法、塗布法、印刷法、パルスレーザー蒸着法等により形成した酸化物半導体層を用いることができる。

40

【0047】

半導体層158に形成することが可能な酸化物半導体層は、四元系金属酸化物であるIn-Sn-Ga-Zn-O系金属酸化物や、三元系金属酸化物であるIn-Ga-Zn-O系金属酸化物、In-Sn-Zn-O系金属酸化物、In-Al-Zn-O系金属酸化物、Sn-Ga-Zn-O系金属酸化物、Al-Ga-Zn-O系金属酸化物、Sn-Al-Zn-O系金属酸化物や、二元系金属酸化物であるIn-Zn-O系金属酸化物、Sn-Zn-O系金属酸化物、Al-Zn-O系金属酸化物、Zn-Mg-O系金属酸化物、Sn-Mg-O系金属酸化物、In-Mg-O系金属酸化物などを用いることができる。ここでは、n元系金属酸化物はn種類の金属酸化物で構成される。

【0048】

例えば、In-Ga-Zn-O系酸化物半導体とは、インジウム（In）、ガリウム（G

50

a)、亜鉛(Zn)を有する酸化物半導体、という意味であり、その組成比は問わない。

【0049】

また、酸化物半導体層は、化学式 $InMO_3(ZnO)_m$ ($m > 0$) で表記される薄膜を用いることができる。ここで、Mは、Zn、Ga、Al、Mn及びCoから選ばれた一または複数の金属元素を示す。例えばMとして、Ga、Ga及びAl、Ga及びMn、またはGa及びCoなどがある。

【0050】

また、酸化物半導体としてIn-Zn-O系の材料を用いる場合、用いるターゲットの組成比は、原子数比で、 $In:Zn = 50:1 \sim 1:2$ (モル数比に換算すると $In_2O_3:ZnO = 25:1 \sim 1:4$)、好ましくは $In:Zn = 20:1 \sim 1:1$ (モル数比に換算すると $In_2O_3:ZnO = 10:1 \sim 1:2$)、さらに好ましくは $In:Zn = 15:1 \sim 1.5:1$ (モル数比に換算すると $In_2O_3:ZnO = 15:2 \sim 3:4$) とする。例えば、In-Zn-O系酸化物半導体の形成に用いるターゲットは、原子数比が $In:Zn:O = X:Y:Z$ のとき、 $Z > 1.5X + Y$ とする。

【0051】

なお、酸化物半導体層には、不純物として、主成分とする金属酸化物以外の元素が1%、好ましくは0.1%入ってもよい。半導体層158に形成することが可能な金属酸化物は、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、より好ましくは3eV以上である。

【0052】

さらに、酸化物半導体層は、i型化または実質的にi型化された酸化物半導体層で形成してもよい。i型化または実質的にi型化された酸化物半導体層は、キャリア密度が $5 \times 10^{14} / cm^3$ 未満、好ましくは $1 \times 10^{12} / cm^3$ 未満、より好ましくは $1 \times 10^{11} / cm^3$ 以下である。また、ドナーとして寄与する水素や酸素欠陥は少ないことが好ましく、水素濃度が $1 \times 10^{16} / cm^3$ 以下が好ましい。なお、キャリア密度は、ホール効果測定により得られる。また、より低濃度のキャリア密度の測定は、CV測定(Capacitance-Voltage-Measurement)の測定結果により得られる。また、酸化物半導体層中の水素濃度測定は、二次イオン質量分析法(SIMS: Secondary Ion Mass Spectroscopy)により得られる。

【0053】

i型化または実質的にi型化された酸化物半導体層をチャネル領域に用いた薄膜トランジスタは、オフ電流が $1 \times 10^{-19} A / \mu m$ 以下、さらには $1 \times 10^{-20} A / \mu m$ 以下と低くすることができる。これは、i型化または実質的にi型化された酸化物半導体層は、バンドギャップが広く、電子の励起のために大きな熱エネルギーが必要であるため、直接再結合及び間接再結合が生じにくい。このため、ゲート電極に負の電位が印加された状態(オフ状態)では、少数キャリアであるホールは実質的にゼロであるため、直接再結合及び間接再結合が生じにくく、電流は限りなく低くなる。この結果、薄膜トランジスタのオフ状態において、酸化物半導体層は絶縁体とみなせて回路設計を行うことができる。一方で、i型化または実質的にi型化された酸化物半導体層は、薄膜トランジスタの導通状態(オン状態)においては、非晶質シリコンで形成される半導体層よりも高い電流供給能力を見込むことができる。このため、薄膜トランジスタは、オフ状態では極めてリーク電流の低いノーマリーオフ状態となり、優れたスイッチング特性を有する。

【0054】

なお、図9(A)に示す薄膜トランジスタにおいて、半導体層158上に配線160a、160bを形成したが、ゲート絶縁層156及び半導体層158の間に配線160a、160bを形成してもよい。さらには、薄膜トランジスタをトップゲート型の薄膜トランジスタとすることもできる。この場合は、半導体層158で列挙した材料の他、単結晶シリコン層を用いることができる。なお、単結晶シリコン層をチャネル領域に用いたトランジスタとしては、単結晶シリコン基板をチャネル領域に用いたトランジスタの他、絶縁領域上に単結晶シリコン層が形成される、いわゆるSOI(Silicon on Insul

10

20

30

40

50

a t o r) 基板をチャネル領域に用いたトランジスタを用いることができる。

【 0 0 5 5 】

絶縁層 1 6 0 は、ゲート絶縁層 1 5 6 と同様の材料及び作製方法適宜を用いて形成することができる。

【 0 0 5 6 】

絶縁層 1 6 2 は、有機樹脂層を塗布法または印刷法により用いて形成することができる。有機樹脂層としては、例えばアクリル、エポキシ、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルフェノール、ベンゾシクロブテンなどを用いることができる。また、シロキサンポリマーを用いることができる。

【 0 0 5 7 】

第 1 の電極 1 6 4 は、透過型の液晶表示装置の場合と反射型の液晶表示装置で異なる。透過型液晶表示装置の場合、第 1 の電極 1 6 4 は、透光性を有する材料を用いて形成する。透光性を有する材料とは、酸化インジウムスズ (I T O) 、酸化亜鉛 (Z n O) 、酸化インジウム亜鉛 (I Z O) 、ガリウムを添加した酸化亜鉛 (G Z O) 等がある。

【 0 0 5 8 】

また、第 1 の電極 1 6 4 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 $10000\Omega/\square$ 以下、波長 550nm 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 $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以下であることが好ましい。

【 0 0 5 9 】

導電性高分子としては、いわゆる π 電子共役系導電性高分子が用いることができる。例えば、ポリアニリンまたはその誘導体、ポリピロールまたはその誘導体、ポリチオフェンまたはその誘導体、若しくはこれらの 2 種以上の共重合体などがあげられる。

【 0 0 6 0 】

反射型の液晶表示装置の場合、第 1 の電極 1 6 4 は反射率の高い金属電極を用いて形成する。代表的には、アルミニウム、銀等が用いられる。また、第 1 の電極 1 6 4 の表面を凹凸状にすることで、反射率を高めると共に、写りこみを低減することができる。このため、反射型液晶表示装置の場合は、第 1 の電極 1 6 4 の下地膜である絶縁層 1 6 2 を凹凸とすることが好ましい。

【 0 0 6 1 】

また、半透過型の液晶表示装置の場合には、画素電極は透過型の材料と反射型の材料が用いられる。

【 0 0 6 2 】

第 1 の電極 1 6 4 は、印刷法、インクジェット法、スパッタリング法、CVD法、蒸着法等により形成することができる。

【 0 0 6 3 】

スペーサ 1 6 6 は、第 1 の基板 1 0 0 及び第 2 の基板 1 0 2 の間隔を保持するためのものである。スペーサ 1 6 6 は、本実施の形態では、フォトリソグラフィ工程により所定の場所に形成するものであり、代表的には、フォトリソスペーサー、ポストスペーサー、貝柱スペーサ、カラムスペーサー、柱状スペーサとも呼ばれている。基板の全面に、アクリル、ポリイミドなどの感光性有機樹脂層をスピンコート法または印刷法により形成した後、フォトリソグラフィ工程を行うことにより、基板上に感光性の有機樹脂層を形成することができ、当該感光性の有機樹脂層がスペーサとして機能する。当該方法により、露光時のマスクパターン次第でスペーサの配置したい場所に露光できるため、走査線、信号線、スイッチング素子等と重畳するようにスペーサを配置することが可能であり、第 1 の基板 1 0 0 及び第 2 の基板 1 0 2 の間隔を保持するだけでなく、液晶の光漏れ及び開口率の低減も防ぐことができる。また、スペーサ 1 6 6 は、インクジェット法により有機絶縁材料を含む組成物を吐出し焼成して形成することができる。

【 0 0 6 4 】

配向膜 168 はラビング処理または光配向処理によって形成することができる。なお、ブルーモード液晶表示装置や高分子分散型液晶表示装置等においては、配向膜を形成しない場合もある。また、垂直配向モードの液晶表示装置においては、配向膜を形成する代わりに、第 1 の電極または第 2 の電極にスリットを形成する、または第 1 の電極または第 2 の電極上に誘電体を形成する等の工程により、配向膜を設けずとも、液晶にプレチルト状態に保持することができる。

【0065】

第 2 の基板 102 は、第 1 の基板 100 と同様の基板を適宜用いることができる。

【0066】

着色層 172 は、可視光の波長範囲のうち、任意の波長範囲の光を優先的に透過させる機能を有する。通常は、赤色波長範囲の光、青色波長範囲の光、及び緑色波長範囲の光、それぞれを優先的に透過させる着色層を組み合わせ、カラーフィルタとして機能させることができる。しかしながら、着色層の組み合わせに関しては、これに限られない。赤色波長の範囲の光、青色波長範囲の光、及び緑色波長範囲の光に加えて、白色波長範囲の光を優先的に透過させる着色層を組み合わせることで、液晶表示装置の輝度を高めることができる。または、白色波長範囲の光の代わりに、イエロー、シアン、マゼンタ等の波長範囲の光を優先的に透過させる着色層を一つ以上追加することができる。なお、各色要素ごとにサブ画素の面積が異なってもよい。

10

【0067】

遮光層 170 及び着色層 172 は、顔料が分散された感光性樹脂を用いたエッチング法、カラーレジストを用いたカラーレジスト法、染色法、電着法、ミセル電解法、電着転写法、フィルム分散法、インクジェット法（液滴吐出法）、銀塩発色法など公知の手法を用いての形成することができる。

20

【0068】

本実施の形態では、顔料が分散された感光性樹脂を用いたエッチング法によって、遮光層 170 及び着色層 172 を形成する。はじめに、黒色顔料が分散された感光性アクリル樹脂材料を塗布法により第 2 の基板 102 上に塗布する。次に、アクリル樹脂材料を乾燥し、仮焼きした後、露光及び現像し、加熱してアクリル樹脂材料を硬化し、遮光層 170 を形成する。次に、赤色顔料、緑色顔料、または青色顔料が分散された感光性アクリル樹脂材料をそれぞれ塗布し、遮光層 170 と同様の工程によって、それぞれ赤色着色層、緑色着色層、青色着色層を形成する。この後、有機樹脂材料を塗布し平坦化層 174 を形成する。

30

【0069】

第 2 の電極 176 は、第 1 の電極 164 に示す透光性を有する材料を適宜用いることができる。

【0070】

配向膜 178 は、配向膜 168 と同様に形成することができる。

【0071】

液晶 180 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、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いる。

40

【0072】

また、液晶 180 は、カイラル剤光硬化樹脂が混合されたブルー相を示す液晶を用いることができる。ブルー相を示す液晶としては、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等がある。カイラル剤は、液晶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。一例として、カイラル剤を混合させることで、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、強誘電性液晶、反強誘電性液晶がブルー相を示すことができる。カイラル剤が混合されたブルー相を示す液晶は、応答速度が 1 m s e c 以下と短く、光学的等方性であるため、視野角依存性が小さい。

【0073】

図 9 (B) に、図 9 (A) とは異なる液晶表示装置の断面構造を示す。ここでは、第 2 の

50

基板 102 側に着色層が形成されず、第 1 の基板 100 側に着色層が形成されることを特徴とする。また、スペーサ 167 が、第 2 の基板 102 上に形成されることを特徴とする。

【0074】

第 1 の基板 100 上に、スイッチング素子 124 が形成される。

【0075】

スイッチング素子 124 上に形成される絶縁層 160 上に、着色層 182 が形成される。着色層 182 上に、着色層 182 に含まれる不純物が液晶 180 に混入するのを防ぐために、保護層 184 が形成される。保護層 184 上に、第 1 の電極 164 が形成される。着色層 182 は、画素毎に、任意の波長範囲の光（赤色、青色、または緑色）を優先的に透過させる層で形成すればよい。また、着色層 182 は平坦化層としても機能するため、液晶 180 の配向ムラ、光漏れ、ディスクリネーション等を低減することができる。

10

【0076】

スイッチング素子 124 の配線 160b と、第 1 の電極 164 とは、絶縁層 160、着色層 182、及び保護層 184 に設けられる開口部において接続される。第 1 の電極 164 上には配向膜 169 が形成される。

【0077】

第 2 の基板 102 には、スイッチング素子 124 への光の入射を遮断する遮光層 170 と、遮光層 170 及び第 2 の基板 102 を覆う平坦化層 174 が形成される。平坦化層 174 上に第 2 の電極 176 が形成され、第 2 の電極 176 上にスペーサ 167 が形成される。第 2 の電極 176 およびスペーサ 167 上に配向膜 179 が形成される。

20

【0078】

第 1 の電極 164、液晶 180、及び第 2 の電極 176 が重なり合うことで、液晶素子が形成される。

【0079】

図 9 (B) に示す液晶表示装置は、遮光層 170 と、着色層 182 を同一基板上に形成しない。このため、着色層 182 の形成工程におけるマスクずれを回避するため、遮光層 170 の面積を大きくする必要がなくなり、画素における開口率を向上させることができる。

【0080】

なお、図 9 (A) においては、スペーサ 166 は第 1 の基板 100 上に形成されるが、図 9 (B) に示すように第 2 の基板 102 に形成することができる。また、図 9 (B) においては、スペーサ 167 は第 2 の基板 102 上に形成されるが、図 9 (B) に示すように第 1 の基板 100 に形成することができる。

30

【0081】

また、図 9 においては、液晶表示装置として、TN モードの液晶表示装置を示したが、これに限定されない。すなわち、FFS (Fringe Field Switching) モード、IPS (In-Plane-Switching) モード、OCB (Optical Compensated Birefringence) モード、FLC (Ferroelectric Liquid Crystal) モード、AFLC (Anti Ferroelectric Liquid Crystal) モード、垂直配向 (VA) モード、またはその他の液晶表示装置とすることができる。垂直配向 (VA) モードとしては、例えば、MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) モード、PVA (Patterned Vertical Alignment) モード、ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell) などを用いることができる。具体的には、1 画素を複数のサブ画素に分割し、各サブ画素の中央に位置する対向基板の箇所には凸部を設けることで 1 画素をマルチドメイン化する。なお、凸部は、第 1 の基板または第 2 の基板の一方または両方に設けてもよく、放射状に液晶分子を配向させ、配向規制力を向上させる。なお、IPS 型の液晶表示装置は、横電界で液晶の配向を制御するため、第 2 の電極が第 1 の電極と同様に第 1 の基板

40

50

100上に形成される。

【0082】

図1に示すシール材104は、可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を含む材料を用いることができる。例えば、ビスフェノールA型液状樹脂、ビスフェノールA型固形樹脂、含ブロムエポキシ樹脂、ビスフェノールF型樹脂、ビスフェノールAD型樹脂、フェノール型樹脂、クレゾール型樹脂、ノボラック型樹脂、環状脂肪族エポキシ樹脂、エピビス型エポキシ樹脂、グリジシルエステル樹脂、グリジシルアミン樹脂、複素環式エポキシ樹脂、変性エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂を用いることができる。シール材104は、スクリーン印刷法、インクジェット装置またはディスペンス装置を用いて第1の基板100または第2の基板102上に塗布する。なお、シール材104に、第1の基板100及び第2の基板102の間隔を保つためのフィラー（直径 $1\mu\text{m}\sim 24\mu\text{m}$ ）を含んでもよい。

10

【0083】

導電粒子112は、絶縁性球体に金属層が被覆された導電粒子を用いることができる。絶縁性球体は、シリカガラス、硬質樹脂等で形成される。金属層は、金、銀、パラジウム、ニッケル、ITO、及びIZOの単層または積層構造とすることができる。

【0084】

次に、図9に示す液晶表示装置の作製方法について、説明する。第1の基板100または第2の基板102上にシール材104を設けた後、第1の基板100及び第2の基板102の位置合わせをする。次に、可視光照射、紫外光照射、または加熱処理によりシール材104を硬化して第1の基板100及び第2の基板102を貼り合せる。

20

【0085】

次に、液晶注入法により、第1の基板100、第2の基板102、及びシール材104内に液晶を充填させる。この後、液晶の注入口に封止材を設けることで、液晶表示装置を作製することができる。

【0086】

または、第1の基板100または第2の基板102上にシール材104を設け、第1の基板100または第2の基板102に液晶滴下法により液晶を滴下した後、第1の基板100及び第2の基板102の位置合わせをする。次に、可視光照射、紫外光照射、または加熱処理によりシール材104を硬化して、第1の基板100及び第2の基板102を貼り合せることで、液晶表示装置を作製することができる。

30

【0087】

本実施の形態に示す液晶表示装置は、表示領域においてスペーサが規則的に配置され、各画素において、少なくとも一つ以上の平面形状が対称性を有するスペーサを有する。更に、平面形状が対称性を有するスペーサの一画素における平面面積は、一画素の平面面積の13%以下、好ましくは10%以下とする。また、スペーサは各々が独立しており、隣接するスペーサと隙間を有する。このため、液晶注入法により第1の基板及び第2の基板の間に液晶を注入する際に、液晶の流動領域を形成することが可能であり、当該領域において液晶が流動するため、表示領域において均一性高く液晶を分布させることができる。また、液晶滴下法において第1の基板に液晶を滴下した後、第1の基板に第2の基板を封止する際、液晶が表示領域で流動することが可能であるため、表示領域において均一性高く液晶を分布させることができる。

40

【0088】

また、画素に設けられる平面形状が対称性を有するスペーサは、規則的に表示領域に配置されているため、外部からの押圧や曲げによって、第1の基板または/及び第2の基板に力が加わっても、各画素におけるセルギャップが保持されるため、液晶表示装置の表示の乱れを低減することができる。

【0089】

更に、平面形状が対称性を有するスペーサの一画素における平面面積を、一画素の平面面積の13%以下、好ましくは10%以下とし、遮光層、走査線、信号線、またはスイッチ

50

ング素子上に設けることで、画素の開口率及び液晶の配向ムラによるコントラストの低減を妨げることが可能であり、液晶表示装置の画質を向上させることができる。

【0090】

また、本実施の形態では、液晶表示装置として、走査線駆動回路及び信号線駆動回路が第1の基板上に設けられているが、走査線駆動回路及び信号線駆動回路の一方または両方をFPC上に設けてもよい。

【0091】

また、液晶表示装置は、FPCの代わりに、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も全て液晶表示装置に含むものとする。更には、FPC、TAB、TCP等のコネクターが設けられていないものも液晶表示装置に含むものとする。

10

【0092】

また、カラー表示をフィールドシーケンシャルと言われる色順次方式で表示する場合には着色層を設けなくともよい。

【0093】

また、本実施の形態に示す液晶表示装置のスペーサの配置は、表示領域において規則的であればよく、走査線駆動回路、信号線駆動回路その他の非表示領域においては、スペーサの配置はランダムでも規則的でもよい。

20

【0094】

なお、本実施の形態では、画素にスイッチング素子を有するアクティブマトリクス型の液晶表示装置を示したが、パッシブマトリクス型の液晶表示装置に上記スペーサを設けることができる。パッシブマトリクス型の液晶表示装置は、図10に示すように、第1の方向に一定間隔の隙間をあけて配置される第1の電極192と、一定間隔の隙間をあけて第1の方向と交差する方向に配置される第2の電極194が、少なくとも液晶を介して重畳する。また、画素190は、第1の電極192の隙間の中心線と、第2の電極194の隙間の中心線で囲まれる領域である。画素190の平面面積は、矢印190aで示すx方向の画素ピッチ(寸法)と、矢印190bで示すy方向の画素ピッチ(寸法)との積で求められる。

30

【0095】

パッシブマトリクス型の液晶表示装置においても、図3乃至図6に示すようなスペーサを配置することができる。

【0096】

(実施の形態2)

本実施の形態では、外部からの押圧や曲げによる表示の乱れが少なく、且つ機械強度の高い液晶表示装置について、図1及び図11を用いて説明する。

【0097】

図11は、図1に示す表示領域110の拡大図である。表示領域には、画素120がマトリクス状に配置されている。また、表示領域110においてスペーサが規則的に配置されており、各画素において、平面形状が対称性を有するスペーサが1つ以上設けられている。当該スペーサは、第1の基板及び第2の基板の間隔を保持するスペーサ122と、粘着性を有し、第1の基板及び第2の基板の密着性を高めるスペーサ140の2種類あり、これらが交互に設けられている。図11においては、図4と同様に、画素120の4隅それぞれの一部に重畳するようにスペーサ122、スペーサ140が交互に設けられているが、図3、図5、及び図6のスペーサの配置位置及び形状を適宜適用することができる。

40

【0098】

粘着性を有し、第1の基板及び第2の基板の密着性を高めるスペーサ140は、実施の形態1に示すシール材104の材料を適宜用いて形成することができる。

【0099】

粘着性を有するスペーサ140は、第1の基板または第2の基板上に、第1の基板及び第

50

2の基板の間隔を保持するスペーサ122を形成した後、シール材104を描画すると共に、粘着性を有するスペーサ140を表示領域110に形成すればよい。次に、第1の基板及び第2の基板の位置合わせをした後、可視光照射、紫外光照射、または加熱処理によりシール材104及び粘着性を有するスペーサ140を硬化して、第1の基板及び第2の基板を貼り合わせる。次に、液晶注入法により、第1の基板、第2の基板、及びシール材内に液晶を充填させる。この後、液晶の注入口に封止材を設けることで、液晶表示装置を作製することができる。

【0100】

または、粘着性を有するスペーサ140は、第1の基板または第2の基板上に、第1の基板及び第2の基板の間隔を保持するスペーサ122を形成した後、シール材104を描画すると共に、粘着性を有するスペーサ140を表示領域110に形成すればよい。次に、第1の基板または第2の基板上にシール材を設け、液晶滴下法により液晶を滴下する。次に、第1の基板及び第2の基板の位置合わせをした後、可視光照射、紫外光照射、または加熱処理によりシール材及び粘着性を有するスペーサ140を硬化して、第1の基板及び第2の基板を貼り合わせることで、液晶表示装置を作製することができる。

【0101】

本実施の形態に示す液晶表示装置は、各画素において、少なくとも一つ以上の平面形状が対称性を有するスペーサを有する。当該スペーサは、第1の基板及び第2の基板の間隔を保持するスペーサと、第1の基板及び第2の基板の密着性を高めるスペーサとが、交互に設けられている。更に、一画素におけるスペーサの平面面積は、一画素の平面面積の13%以下、好ましくは10%以下とする。

【0102】

各画素にスペーサが設けられているため、表示領域において均一性高く液晶を分布させることができるため、外部からの押圧や曲げによって、第1の基板または/及び第2の基板に力が加わっても、各画素におけるセルギャップが保持されるため、液晶表示装置の表示の乱れを低減することができる。

【0103】

更に、第1の基板及び第2の基板の間隔を保持するスペーサと、第1の基板及び第2の基板の密着性を高めるスペーサとが、交互に設けられており、第1の基板及び第2の基板の密着性が高められ、且つ、第1の基板及び第2の基板の間隔の分布を高めることが可能であるため、液晶表示装置の機械強度を高めるとともに、表示の乱れを低減することができる。

【0104】

(実施の形態3)

本実施の形態では、外部からの押圧や曲げによる表示の乱れが少ないタッチパネルについて、図12を用いて説明する。

【0105】

図12は、タッチセンサを有する液晶表示装置の表示領域の断面図である。第2の基板102上に、タッチセンサ部270が設けられる。タッチセンサ部270は、抵抗膜方式、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等を適宜用いることができる。本実施の形態では、タッチセンサ部270として、抵抗膜方式のタッチセンサを用いた形態について説明する。

【0106】

タッチセンサ部270は、第3の基板280上に形成された第3の電極282と、第4の基板284上に形成された第4の電極286で構成される。第3の基板280上には、第3の電極282及びスペーサ288が形成される。また、第4の基板284及び第3の基板280がシール材(図示しない。)で封止される。なお、図示しないが、第1の基板100の外側と、第2の基板102及び第3の基板280との間には、それぞれ偏光板、位相差板、反射防止板、円偏光板などが適宜設けられる。

【0107】

第3の基板280及び第4の基板284は、第1の基板100と同様の基板を用いることができる。また、第3の電極282及び第4の電極286は、第1の電極164に示す透光性を有する材料を適宜用いて形成することができる。

【0108】

外部から所定の位置をペンまたは指で押圧すると、少なくとも第4の基板284が変形し、第3の電極282及び第4の電極286が接触することで電気が流れる。当該電気抵抗の変化により、押圧された位置情報を検出することが可能である。また、本実施の形態に示す液晶表示装置は、各画素に一つ以上のスペーサを有するため、外部から所定の位置をペンまたは指で押圧されても、各画素におけるセルギャップを保つことができるため、液晶表示装置の表示乱れを低減することができる。

10

【0109】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0110】

(実施の形態4)

本実施の形態では、可撓性を有する液晶表示装置を歩留まり高く作製する方法を提供することを目的とする。

【0111】

図13(A)に示すように、基板400の一表面に剥離層402を形成し、剥離層402上に素子層404を形成する。素子層404は剥離層402に接する絶縁層と、絶縁層上に形成され、画素電極として機能する第1の電極に印加する電圧を制御するスイッチング素子と、スイッチング素子を覆う絶縁層とを少なくとも有する。スイッチング素子は、実施の形態1に示すスイッチング素子124を適宜作製することができる。

20

【0112】

素子層404上に第1の電極406を形成し、第1の電極406上にスペーサ408を形成する。

【0113】

基板400は、ガラス基板、石英基板、金属基板やステンレス基板等を用いるとよい。例えば、1辺が1メートル以上の矩形状のガラス基板を用いることにより、生産性を格段に向上させることができる。

【0114】

なお、本工程では、剥離層402を基板400の全面に設ける場合を示しているが、必要に応じて、基板400の全面に剥離層402を設けた後に当該剥離層402を選択的に除去し、所望の領域にのみ剥離層を設けてもよい。また、基板400に接して剥離層402を形成しているが、必要に応じて、基板400に接するように酸化シリコン層、酸化窒化シリコン層、窒化シリコン層、窒化酸化シリコン層等の絶縁層を形成し、当該絶縁層に接するように剥離層402を形成してもよい。

30

【0115】

剥離層402は、スパッタリング法やプラズマCVD法、塗布法、印刷法等により、厚さ30nm~200nmのタングステン(W)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、ニッケル(Ni)、コバルト(Co)、ジルコニウム(Zr)、亜鉛(Zn)、及びシリコン(Si)の中から選択された元素、または元素を主成分とする合金材料、または元素を主成分とする化合物材料からなる層を、単層または複数の層を積層させて形成する。シリコン層の結晶構造は、非晶質、微結晶、多結晶のいずれの場合でもよい。

40

【0116】

剥離層402が積層構造の場合、好ましくは、1層目として金属層を形成し、2層目として金属酸化物層を形成する。代表的には、1層目の金属層として、タングステン、またはタングステンとモリブデンの混合物を含む層を形成し、2層目として、タングステン、またはタングステンとモリブデンとの混合物の酸化物、タングステン、またはタングステンとモリブデンとの混合物の窒化物、タングステン、またはタングステンとモリブデンとの混合物の酸化窒化物、もしくはタングステン、またはタングステンとモリブデンとの混合

50

物の窒化酸化物を含む層を形成する。なお、2層目として金属酸化物層を形成する場合、1層目の金属層の表面を、熱酸化処理、酸素プラズマ処理、オゾン水等の酸化力の強い溶液での処理等を行って金属酸化物層を形成してもよい。

【0117】

第1の電極406は、実施の形態1に示す第1の電極164と同様に形成することができる。

【0118】

スペーサ408は、実施の形態1に示すスペーサ166と同様に形成することができる。

【0119】

次に、素子層404を基板400から容易に剥離するために、素子層404にレーザービームを照射して、剥離層402が露出する凹部を形成することが好ましい。ここでは、素子層404の端部にレーザービームを照射することにより凹部を形成する(図示しない)。

10

【0120】

次に、素子層404、第1の電極406、及びスペーサ408上に、剥離可能な有機樹脂層412を形成した後、有機樹脂層412上に粘着層を有するフィルム414を形成する。剥離可能な有機樹脂層412は、紫外線により剥離する紫外線剥離型有機樹脂、熱により剥離する熱剥離型有機樹脂、水溶性有機樹脂等がある。粘着層を有するフィルム414としては、紫外線硬化型粘着フィルム(UVフィルム、UVテープ、UVシートともいう。)、圧力が加わることにより粘着力が変化する感圧フィルム(感圧フィルム、感圧テープ、感圧シートともいう。)、熱硬化型粘着フィルム(熱硬化型粘着テープ、熱硬化型粘着シートともいう。)等がある。

20

【0121】

粘着層を有するフィルム414を貼り合わせることにより、剥離が容易に行えと共に剥離の前後において素子層404に加わる応力を低減し、素子層404に含まれるスイッチング素子の破損を抑制することが可能となる。

【0122】

次に、図13(B)に示すように、剥離層402及び素子層404の界面において、素子層404を基板400から剥離する。剥離方法としては、例えば、機械的な力を加えること(人間の手、把持具等で引き剥がす処理や、ローラーを回転させながら分離する処理等)を用いて行えばよい。

30

【0123】

なお、粘着層を有するフィルム414側を吸着ステージで吸着しながら、機械的な力を剥離層402及び素子層404の界面に加えることで、素子層404へのダメージを低減しつつ、剥離することが可能である。また、当該剥離工程の前に、剥離層402及び素子層404界面に液体(代表的には水)を供給することで、毛細管現象により剥離工程を容易に行うことができる。

【0124】

または、上記剥離工程の代わりに、 NF_3 、 BrF_3 、 ClF_3 等のフッ化ガスにより剥離層をエッチングし除去して、基板400から素子層404を剥離する方法を用いることができる。または、上記剥離工程の代わりに、基板400として透光性を有する基板を用い、剥離層402として水素を含む非晶質シリコン層を用い、基板400から剥離層402にレーザービームを照射して、非晶質シリコン層に含まれる水素を気化させて、基板400と剥離層402との間で剥離する方法を用いることができる。

40

【0125】

または、上記剥離工程の代わりに、基板400を機械的に研磨し除去する方法や、基板400をHF等の溶液を用いて溶解し除去する方法を用いることができる。この場合、剥離層402を形成しなくともよい。

【0126】

次に、図13(C)に示すように、剥離した素子層404の剥離面(剥離により露出した

50

絶縁層表面)に、接着材420を用いて第1の可撓性を有する基板422を設ける。接着材420としては、紫外線により硬化する紫外線硬化型有機樹脂、熱により硬化する熱硬化型有機樹脂等がある。第1の可撓性を有する基板422としては、実施の形態1に示す第1の基板100及び第2の基板102に示すプラスチック基板を適宜用いることができる。または、可撓性を有するガラス基板を用いることができる。なお、第1の可撓性を有する基板422に剥離可能な有機樹脂層424を介してガラス基板426を設けることが好ましい。剥離可能な有機樹脂層424は、剥離可能な有機樹脂層412に列挙する有機樹脂材料であって、剥離可能な有機樹脂層412に用いていない有機樹脂材料を用いる。これは、後の剥離可能な有機樹脂層412を除去する工程において、剥離可能な有機樹脂層424も同時に除去されるのを回避するためである。

10

【0127】

次に、図13(D)に示すように、素子層404、第1の電極406、及びスペーサ408から剥離可能な有機樹脂層412及び粘着層を有するフィルム414を除去した後、素子層404、第1の電極406、及びスペーサ408上に、配向膜430を形成する。

【0128】

また、図13(E)に示すように、第2の可撓性を有する基板440上に着色層及び遮光層を有する素子層442を形成し、素子層442上に第2の電極444を形成し、素子層442及び第2の電極444上に配向膜446を形成する。着色層及び遮光層を有する素子層442は、実施の形態1に示す遮光層170及び着色層172と同様に形成することができる。第2の電極444は、実施の形態1に示す第2の電極176と同様に形成することができる。配向膜446は実施の形態1に示す配向膜178と同様に形成することができる。

20

【0129】

次に、図13(F)に示すように、第2の可撓性を有する基板440上に、剥離可能な有機樹脂層450を介してガラス基板452を設けることが好ましい。剥離可能な有機樹脂層450は、剥離可能な有機樹脂層412に列挙する有機樹脂材料を適宜用いる。

【0130】

次に、図14(A)に示すように、配向膜430上にシール材460を形成する。シール材460は、実施の形態1に示すシール材104と同様に形成することができる。

【0131】

次に、図14(B)に示すように、シール材460の内側に液晶470を吐出する。この後、第1の可撓性を有する基板422及び第2の可撓性を有する基板440の位置合わせをし、減圧雰囲気中でUV光を照射してシール材460を硬化して、第1の可撓性を有する基板422及び第2の可撓性を有する基板440を固着する。また、当該固着工程により、第1の可撓性を有する基板422及び第2の可撓性を有する基板440、及びシール材460に液晶470を充填することができる(図14(f)参照。)。

30

【0132】

次に、剥離可能な有機樹脂層424を除去して、第1の可撓性を有する基板422から第1のガラス基板426を除き、剥離可能な有機樹脂層450を除去して、第2の可撓性を有する基板440から第2のガラス基板452を除く。以上の工程により、可撓性を有する液晶表示装置を作製することができる。

40

【0133】

なお、本実施の形態では、液晶滴下法により、第1の可撓性を有する基板422、第2の可撓性を有する基板440、及びシール材460の間に液晶を充填したが、適宜液晶注入法を用いてもよい。

【0134】

本実施の形態に示す液晶表示装置は、表示領域の各画素には、少なくとも一つのスペーサが設けられており、当該スペーサは表示領域で規則的に配置されているため、外部からの押圧や曲げによって、第1の基板または/及び第2の基板に力が加わっても、各画素におけるセルギャップが保持されるため、液晶表示装置の表示の乱れを低減することができる

50

。

【 0 1 3 5 】

また、スペーサの平面形状が対称性を有するため、液晶が表示領域で流動することが可能であるため、表示領域において均一性高く液晶を分布させることができる。

【 0 1 3 6 】

以上の工程により、外部からの押圧や曲げによる表示の乱れが低減された可撓性を有する液晶表示装置を歩留まり高く作製することができる。

【 0 1 3 7 】

(実施の形態 5)

本実施の形態では、外部からの押圧や曲げによる表示の乱れの少ない可撓性を有する液晶表示装置を有する電子書籍の形態について、図 1 5 を用いて説明する。

10

【 0 1 3 8 】

図 1 5 は、可撓性を有する液晶表示装置を 2 枚有する電子書籍 3 0 1 の斜視図である。電子書籍 3 0 1 は、綴じ部 3 0 3 に挟持された可撓性を有する液晶表示装置 3 0 5、3 0 7 を有する。また、液晶表示装置 3 0 5 は表示部 3 0 9 を有する。なお、図示しないが、液晶表示装置 3 0 7 の裏面、即ち表示部 3 0 9 と向かい合う面において、表示部を有する。

【 0 1 3 9 】

可撓性を有する液晶表示装置 3 0 5、3 0 7 は、実施の形態 4 に示す可撓性を有する液晶表示装置を用いることができる。または、第 1 の基板及び第 2 の基板に、プリプレグを用いることで、可撓性を有する液晶表示装置の機械強度を高めることができる。

20

【 0 1 4 0 】

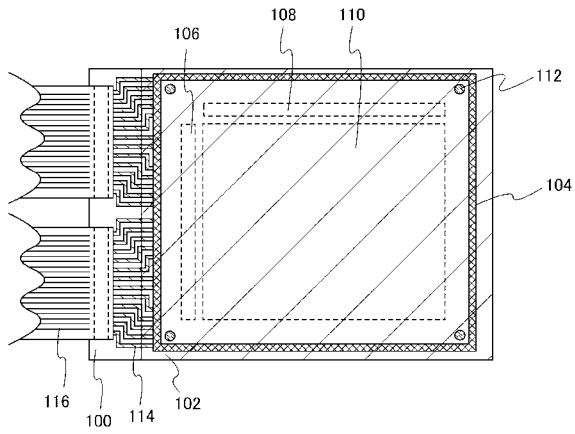
綴じ部 3 0 3 は中空を有する柱状または円柱状の筐体で形成されている。綴じ部 3 0 3 の中空には、液晶表示装置に F P C 等のコネクタで接続された配線基板が内蔵される。また、配線基板上には、液晶表示装置 3 0 5、3 0 7 の表示を制御する半導体装置が実装される。また、配線基板に蓄電装置が電氣的に接続される。また、綴じ部 3 0 3 に操作キーが設けられる。

【 0 1 4 1 】

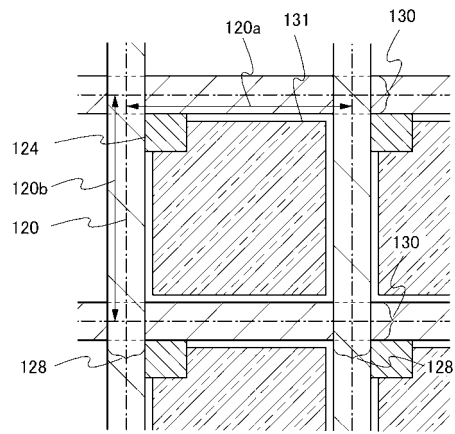
本実施の形態により、可撓性を有する液晶表示装置が湾曲しても、各画素におけるセルギャップが保持されるため、液晶表示装置の表示の乱れを低減することができる。このため、電子書籍の画質を向上させることができる。

30

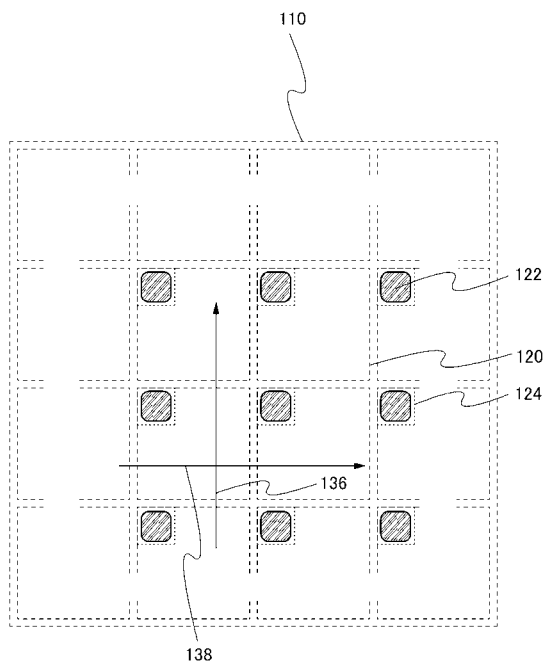
【図 1】



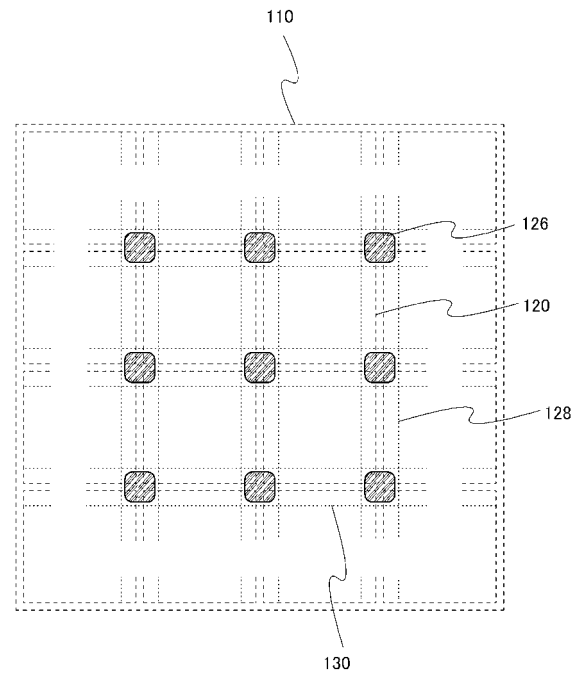
【図 2】



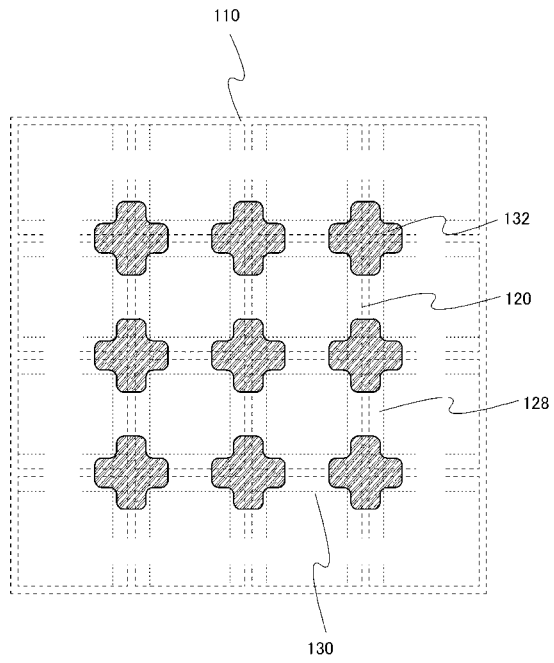
【図 3】



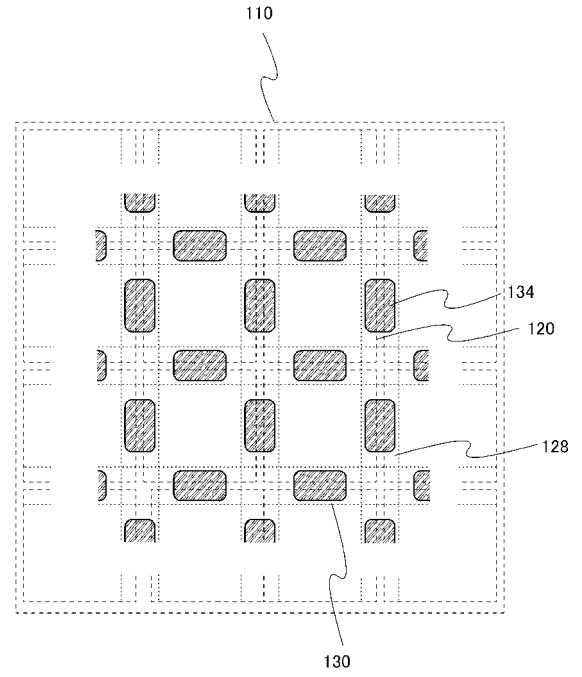
【図 4】



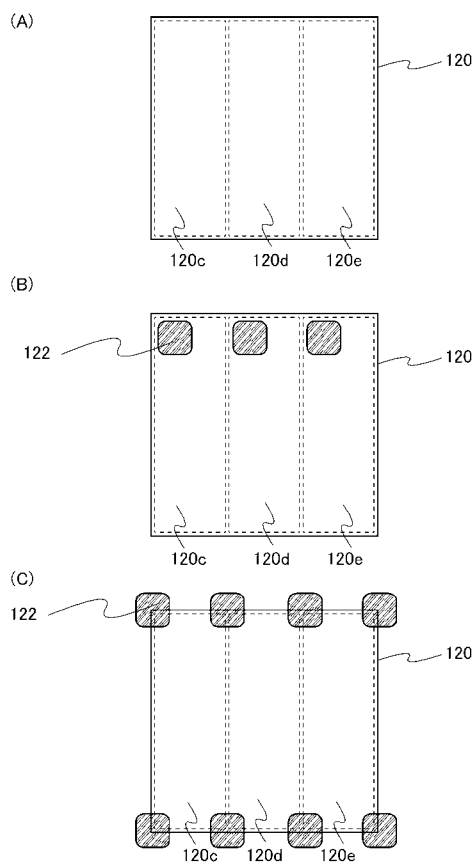
【図 5】



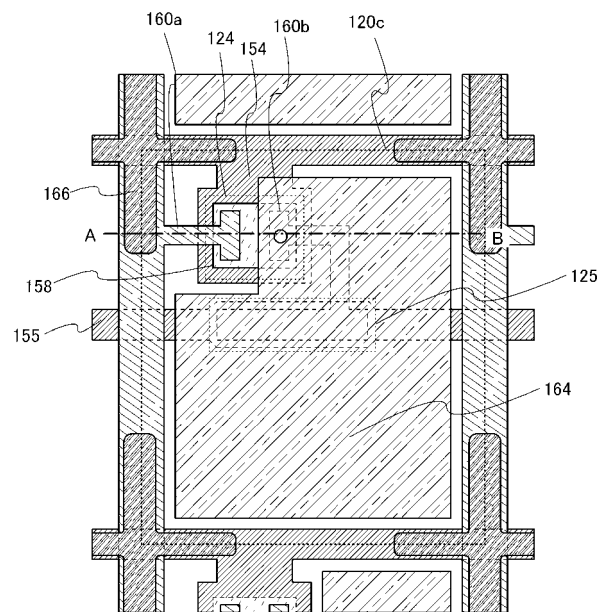
【図 6】



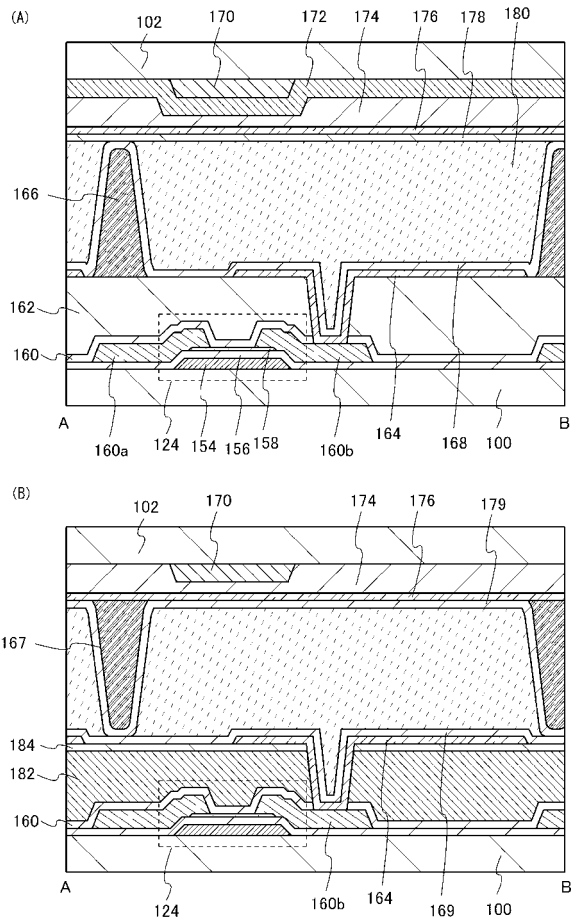
【図 7】



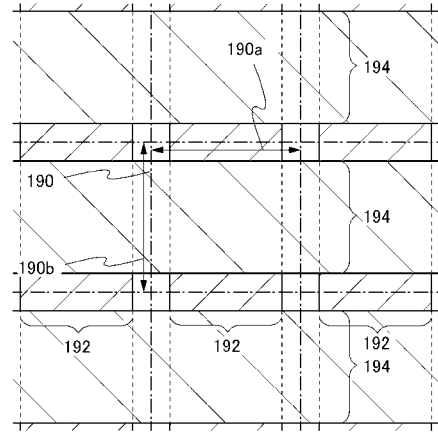
【図 8】



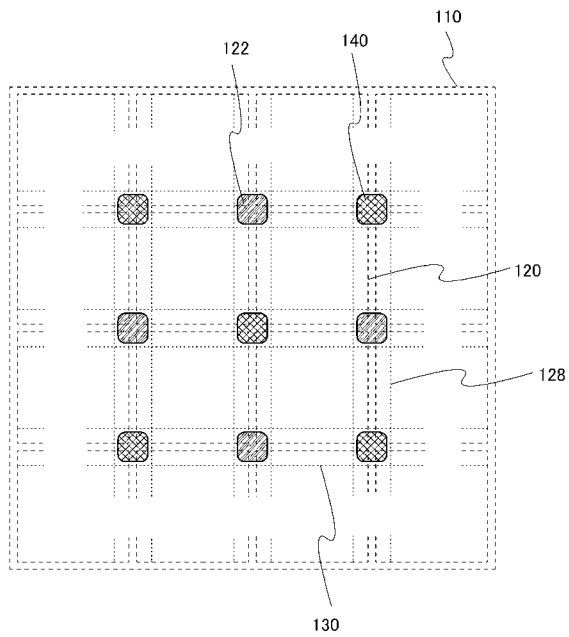
【図 9】



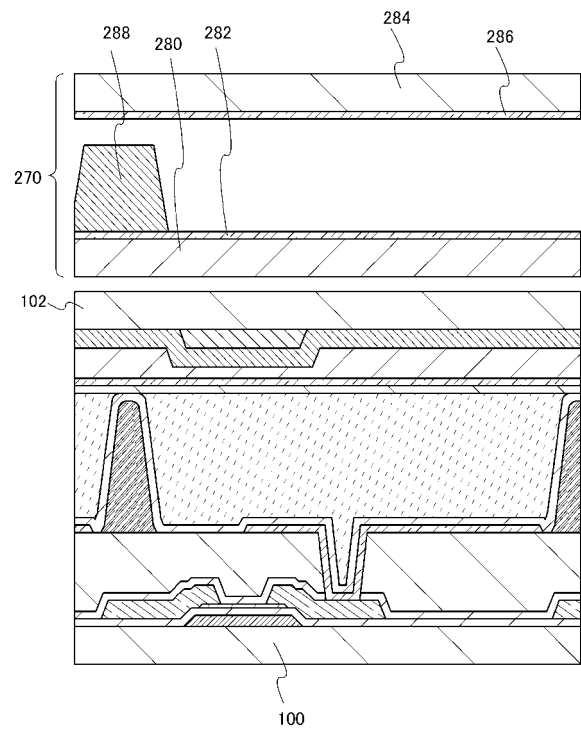
【図 10】



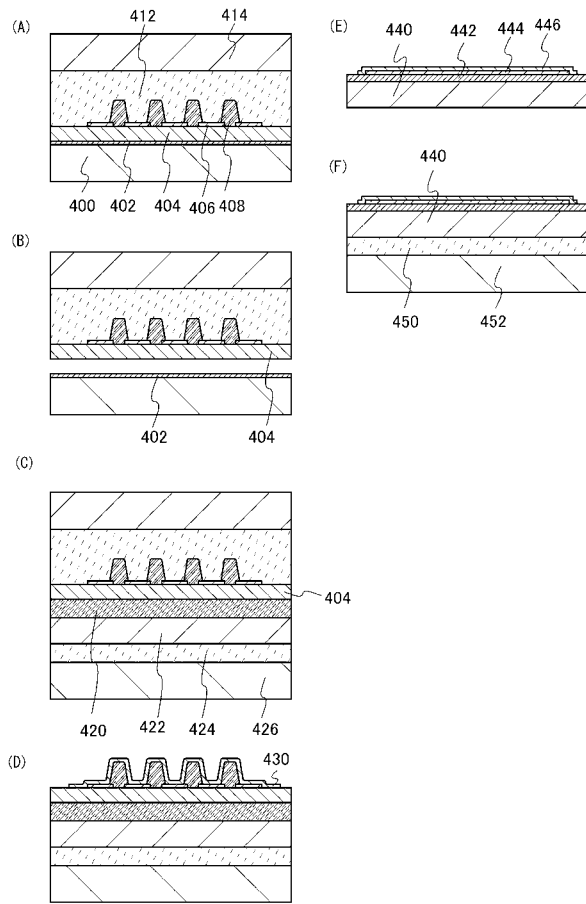
【図 11】



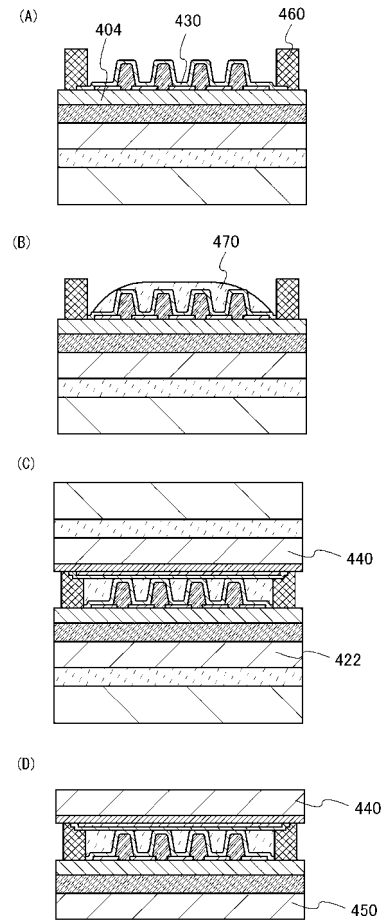
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【図 15】

