

(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2012-32844

(P2012-32844A)

(43) 公開日 平成24年2月16日(2012.2.16)

(51) Int.Cl.

G02F 1/1339 (2006.01)

F I

G02F 1/1339 500

テーマコード (参考)

2H189

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2011-250739 (P2011-250739)
 (22) 出願日 平成23年11月16日(2011.11.16)
 (62) 分割の表示 特願2011-66977 (P2011-66977)
 の分割
 原出願日 平成12年6月29日(2000.6.29)
 (31) 優先権主張番号 特願平11-191102
 (32) 優先日 平成11年7月6日(1999.7.6)
 (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 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
 (72) 発明者 後藤 裕吾
 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 丸山 優子
 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 山崎 舜平
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

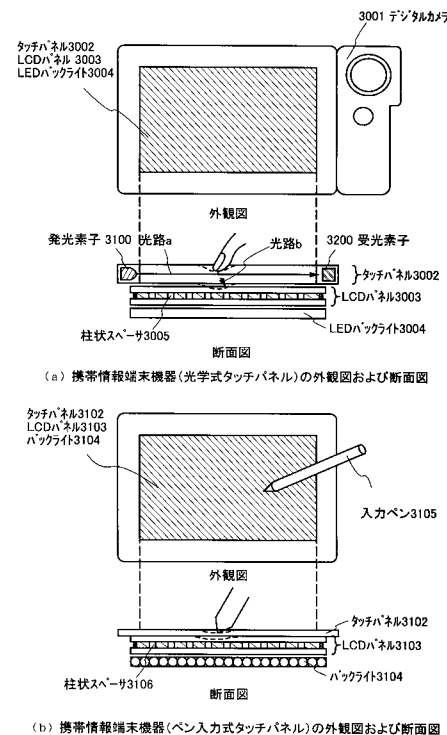
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】粒子状スペーサを用いず、使用する液晶の特性や駆動方法に応じて自由な範囲で設計された厚みを精度よく有する、高品質な表示装置およびタッチパネルを備えた表示装置を提供する。

【解決手段】第1の基板と、第2の基板と、第1の基板と第2の基板との間に配置された柱状スペーサを複数備えた表示装置と、光学式の検出素子を備えたタッチパネルとを有する。柱状スペーサによって、機械的強度が補強され、頑丈なパネルとすることができる。

【選択図】図22



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画素 T F T 及び層間絶縁膜が設けられた第 1 の基板と、
前記第 1 の基板と対向する第 2 の基板と、
前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に設けられた液晶と、
前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に設けられたスペーサと、を有し、
前記スペーサは、第 1 の樹脂材料を用いて形成されており、
前記層間絶縁膜は、第 2 の樹脂材料を用いて形成されており、
前記層間絶縁膜は、前記画素 T F T と前記スペーサとの間に配置されており、
前記スペーサは、高さ方向において、中央部の幅を L_1 とし、下端部の幅を L_2 とし、
上端部の幅を L_3 とした場合、 $L_2 > L_1 > L_3$ を満たし、
前記スペーサの上端は曲率半径を有し、
前記スペーサの下端はテーパ部が設けられた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】

本願発明は薄膜トランジスタ（以下、T F T という）で構成された回路を有する半導体装置およびその作製方法に関する。例えば、液晶表示パネルに代表される電気光学装置およびその様な電気光学装置を部品として搭載した電子機器に関する。

【0002】

なお、本明細書中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し、電気光学装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

【背景技術】

【0003】

近年、絶縁表面を有する基板上に形成された半導体薄膜（厚さ数～数百 nm 程度）を用いて薄膜トランジスタ（T F T）を構成する技術が注目されている。薄膜トランジスタは I C や電気光学装置のような電子デバイスに広く応用され、特に画像表示装置のスイッチング素子として開発が急がれている。

【0004】

上記電気光学装置の代表例としては、液晶表示装置や E L 表示装置や密着型イメージセンサが挙げられる。

【0005】

一般に液晶表示装置は、一定の基板間隔を隔てて対向された一对の基板と、一定の基板間隔を保つための粒子状スペーサと、基板間に封入された液晶材料とを備えている。

【0006】

液晶表示装置の基板間隔は通常 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ に設定され、これを $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 程度の精度で均一に制御する必要がある。基板間隔にばらつきが生じると、色むら、干渉縞などの表示品位の劣化原因となるばかりではなく、外力により基板間隔が狭められた際に電極が接触して回路損傷や表示不能などの不良の発生要因となるためである。このようにスペーサは液晶表示素子の性能保持のための重要な部材である。

【0007】

以下、従来の液晶表示装置（T F T—L C D）の作製方法を簡略に説明する。

【0008】

まず、一对の基板を用意する。一方の基板には、T F T 素子および画素電極をマトリクス状に形成する。もう一方の基板には、電極またはカラーフィルター等を形成する。次いで、一对の基板のそれぞれに配向膜を形成した後、ラビング処理を行う。

【0009】

次に、どちらか一方の基板の配向膜上に粒子状スペーサを均一に散布する。
次に、もう一方の基板とを組み合わせ、周縁部をシール用接着剤でシールして液晶セルを形成する。次いで、この液晶セル内に液晶材料を真空注入法により充填した後、注入口を

封止する。

【 0 0 1 0 】

以上の工程の流れが T F T — L C D の一般的な作製工程である。

【 0 0 1 1 】

上記従来の工程において、粒子状スペーサを均一に散布することは困難であり、スペーサの凝集による透過率の低減やスペーサ直下の素子を破壊してリークやショートが生じていることが問題となっている。

【 0 0 1 2 】

また、液晶材料を真空注入法により注入する工程において、注入時の加圧により基板中央部が両面凹形状となり、この周辺において従来の粒子状スペーサでは圧縮強度が足りず破壊されてしまったり、スペーサが移動させられて、その移動した跡が配向不良の原因となっている。

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 3 】

一般的に使用されている従来の粒子状スペーサ（ガラスビーズ、プラスチックビーズ等）を用いた場合、粒子状スペーサを一方の基板上に散布する方法をとっている。そのため、画素電極上にスペーサが配置され、入射光を遮ったり、液晶分子の配向を乱してしまう。結果的に透過光量や発色を調節することが困難となっていた。また、粒子状スペーサは静電気が帯電しやすく、このためスペーサ同士が集まりやすくなり均一に分布させることが困難であった。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の目的は、粒子状スペーサを用いず、使用する液晶の特性や駆動方法に応じて自由な範囲で設計された厚みを精度よく有する、高品質な液晶パネルおよびその作製方法を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 5 】

本明細書で開示する発明の構成は、第 1 の基板と、第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置され、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間隔を保つ柱状のスペーサを複数備えたことを特徴とする半導体装置である。

30

【 0 0 1 6 】

また、他の発明の構成は、第 1 の基板と、第 2 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に柱状のスペーサを複数備えた半導体装置であって、前記柱状のスペーサの曲率半径 R は、 $2 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする半導体装置である。

【 0 0 1 7 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサの高さ H は、 $0.5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ 、好ましくは $1.2 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ であることを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサの幅 L_1 は、 $20 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $7 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴としている。

40

【 0 0 1 9 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサの側面中央における接平面と基板面との角度 α は、 $65^\circ \sim 115^\circ$ であることを特徴としている。

【 0 0 2 0 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサは、頭頂部に平坦な面を有することを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサにおける径方向の断面形状は、円形、楕円形、三角形、四角形、またはそれ以上の多角形であることを特徴としている。

50

【 0 0 2 2 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサは絶縁性を有する材料であることを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサは、T F Tと画素電極とが接続するコンタクト部の上に形成されていることを特徴としている。

【 0 0 2 4 】

また、前記柱状のスペーサはシール領域のみに形成される構成としてもよいし、シール領域及び駆動回路において素子が存在しない領域の上に形成してもよい。また、前記柱状のスペーサはシール領域及び画素部に形成してもよいし、駆動回路において素子が存在しない領域の上及び画素部に形成してもよい。また、前記柱状のスペーサはシール領域及び駆動回路と画素部との間の領域に形成してもよいし、前記柱状のスペーサは駆動回路と画素部との間の領域及び画素部に形成してもよい。

10

【 0 0 2 5 】

また、前記柱状のスペーサはシール領域、駆動回路において素子が存在しない領域の上及び画素部に形成してもよいし、前記柱状のスペーサは駆動回路において素子が存在しない領域の上及び駆動回路と画素部との間の領域に形成してもよい。また、前記柱状のスペーサはシール領域、駆動回路において素子が存在しない領域の上、駆動回路と画素部との間の領域及び画素部に形成してもよいし、前記柱状のスペーサはシール領域と画素部との間の領域に形成してもよい。また、前記柱状のスペーサはシール領域と駆動回路との間の領域に形成してもよいし、前記柱状のスペーサはシール領域と基板の端部との間の領域に形成してもよい。

20

また、前記柱状のスペーサは基板全域に形成してもよい。

【 0 0 2 6 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサが、配向膜上に接して形成されている場合、プレチルト角は、 $4 \sim 5^\circ$ であることを特徴としている。

【 0 0 2 7 】

また、上記各構成において、前記柱状のスペーサが、配向膜で覆われている場合、プレチルト角は、 $6 \sim 10^\circ$ であることを特徴としている。

【 0 0 2 8 】

また、他の発明の構成は、第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された柱状スペーサを複数備えた表示装置と、光学式の検出素子を備えたタッチパネルとを有することを特徴とする半導体装置である。

30

【 0 0 2 9 】

また、他の発明の構成は、第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された柱状スペーサを複数備えた表示装置と、感圧式の検出素子を備えたタッチパネルとを有することを特徴とする半導体装置である。

【 0 0 3 0 】

また、他の発明の構成は、第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された柱状スペーサを複数備えた表示装置と、静電容量式の検出素子を備えたタッチパネルとを有することを特徴とする半導体装置である。

40

【 0 0 3 1 】

また、上記構造を実現するための発明の構成は、基板上にT F Tを形成する第1工程と、前記T F Tを覆って平坦化膜を形成する第2工程と、前記平坦化膜を開孔して、前記T F Tに接続するとともに画素電極を形成する第3工程と、前記画素電極上に配向膜を形成する第4工程と、前記配向膜にラビング処理を施す第5工程と、前記T F Tと前記画素電極とが接続するコンタクト部の上方に絶縁膜でなる柱状スペーサを形成する第6工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法である。

【 0 0 3 2 】

また、他の発明の構成は、基板上にT F Tを形成する第1工程と、前記T F Tを覆って

50

平坦化膜を形成する第２工程と、前記平坦化膜を開孔して、前記ＴＦＴに接続するとともに画素電極を形成する第３工程と、前記ＴＦＴと前記画素電極とが接続するコンタクト部の上に絶縁膜でなる柱状スペーサを形成する第４工程と、前記画素電極および前記柱状スペーサを覆う配向膜を形成する第５工程と、前記配向膜にラビング処理を施す第６工程と、を有することを特徴とする半導体装置の作製方法である。

【００３３】

上記構成において、前記絶縁膜でなる柱状スペーサを形成する工程は、絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜をパターンニングする工程とによって柱状スペーサを形成することを特徴としている。

【発明の効果】

10

【００３４】

本願発明の柱状スペーサを用いることで、粒子状スペーサを用いず、使用する液晶の特性や駆動方法に応じて自由な範囲で設計された厚みを精度よく有する、高品質な液晶パネルを提供することができる。

【００３５】

また、本願発明の柱状スペーサの形状とすることで、液晶の配向不良を防ぐことができる。

【００３６】

また、本願発明の柱状スペーサを用いることで、素子にかかる負荷を低減し、素子破壊等による歩留まりの低下、信頼性の低下を防ぐことが可能となる。このように液晶表示装置に代表される電気光学装置の動作性能の向上と信頼性の向上とを達成することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【００３７】

【図１】本願発明の柱状スペーサのＳＥＭ観察写真および模式図である。

【図２】柱状スペーサの配置の一例を示した図およびＳＥＭ観察写真である。

【図３】本願発明の作製工程図である。

【図４】本願発明の作製工程のフローチャートを示す図である。

【図５】ＡＭ－ＬＣＤの作製工程を示す図である。

【図６】ＡＭ－ＬＣＤの作製工程を示す図である。

30

【図７】ＡＭ－ＬＣＤの作製工程を示す図である。

【図８】ＡＭ－ＬＣＤの作製工程を示す図である。

【図９】ＴＦＴの断面構造図である。

【図１０】ＡＭ－ＬＣＤの外観を示す図である。

【図１１】画素部と駆動回路の構成を示す図である。

【図１２】画素構造を示す上面図である。

【図１３】外部端子との接続部の一例を示す図である。

【図１４】本願発明の作製工程図である。

【図１５】本願発明の作製工程のフローチャートを示す図である。

【図１６】ＡＭ－ＬＣＤの作製工程を示す図である。

40

【図１７】本願発明の柱状スペーサのＳＥＭ観察写真である。

【図１８】柱状スペーサの配置の一例を示した図である。

【図１９】柱状スペーサの配置の一例を示した図である。

【図２０】アクティブマトリクス型液晶表示装置の断面構造図である。

【図２１】アクティブマトリクス型液晶表示装置の断面構造図である。

【図２２】タッチパネルを備えた表示装置を示す図である。

【図２３】アクティブマトリクス型ＥＬ表示装置の構成を示す図。

【図２４】無しきい値反強誘電性混合液晶の印加電圧に対する光透過率の特性を示す図である。

【図２５】電子機器の一例を示す図である。

50

【図 26】電子機器の一例を示す図である。

【図 27】プレチルト角のラビングロール押し込み量依存性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

本願発明の実施形態について、図 1 ~ 図 4 を用いて以下に説明する。

【0039】

本願発明は、第 1 の基板と第 2 の基板の間隔を一定に保つため柱状スペーサを用いる。本願発明の柱状スペーサの形状は以下に示す条件に適合することが望ましい。

【0040】

図 1 に示すように、柱状スペーサにおいて、中央部の幅（径）を L_1 、上端の幅（径）を L_3 、下端の幅（径）を L_2 とする。図 3 に示した工程（配向膜 301 上に柱状スペーサ 303 を形成する場合）においては、柱状スペーサ自体の幅の値とするが、図 14 に示した工程（柱状スペーサ 1102 上に配向膜 1103 を形成する場合）は、柱状スペーサ自体に配向膜の膜厚分も加えた値を幅 $L_1 \sim L_3$ とする。なお、幅 L_2 は、柱状スペーサ形成以前の平面上から $0.2 \mu\text{m}$ 以上の膜厚の柱状スペーサ材料が存在する領域の幅である。柱状スペーサの中央の幅 L_1 は十分にスペーサとしての役割を果たすことが必要であり、 $20 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10 \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $7 \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0041】

なお、本明細書において、下端とは、柱状スペーサにおける第 1 の基板側の端部を指す。上端とは、柱状スペーサの頭頂部を指す。なお、本発明の柱状スペーサの頭頂部は、外圧がかけられた時、均等な圧力が柱状スペーサにかかる様に、平坦な面を有する。また、樹脂材料でなるスペーサは弾力性に富むため、圧力を適当に吸収することができる。また、本発明の柱状スペーサは、粒子状スペーサと違って面で素子と接するため圧力が分散し、一点に過剰な圧力がかかるようなことがない。本発明においては、柱状スペーサの頭頂部における端部の曲率半径 R を $2 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1 \mu\text{m}$ 以下とすることで均等な圧力が柱状スペーサにかかる様にする。

【0042】

本発明において柱状スペーサの各部位の幅は同一、即ち $L_1 = L_2 = L_3$ とすることが望ましい。また、柱状スペーサの中央部における側面と基板表面とがなす角 α° は $65^\circ \sim 115^\circ$ の範囲とすることが望ましい。

【0043】

しかし、実際に柱状スペーサを形成した場合、柱状スペーサの上端が曲率半径 $2 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $1 \mu\text{m}$ 以下を有する端部となり、柱状スペーサの下端にはテーパ部が形成されるため、 $L_2 > L_1 > L_3$ となる。テーパ部では液晶の配向不良が生じやすく、この周辺では光漏れが発生する。本発明においては、 $0.8 \leq L_2 / L_1 \leq 3$ の範囲内になるようにすることで光漏れを低減する。なお、図 3 に示した工程（配向膜上に柱状スペーサを形成する場合）においては、 $1 \leq L_2 / L_1 \leq 1.1$ とすることが望ましい。また、図 14 に示した工程（柱状スペーサ上に配向膜を形成する場合）においては、 $1 \leq L_2 / L_1 \leq 2.5$ とすることが望ましい。

【0044】

また、第 2 の基板との接触面積が縮小されるので、外圧がかけられた時、大きな圧力が局所的にかかる。このことは、スペーサ強度の劣化の原因となる。本発明においては、 $0.6 \leq L_3 / L_1 \leq 1.2$ とすることでスペーサ強度を強化した。

【0045】

また、柱状スペーサの高さ H は、柱状スペーサの形成工程の条件により自由な範囲で制御できるため、適宜、所望の値に設定すればよい。例えば、液晶表示装置において、その装置に用いられる液晶材料（TN 液晶、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等）に応じて最適な基板間隔（ $0.5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ 、好ましくは $1.2 \mu\text{m} \sim 5 \mu\text{m}$ ）に設定する。

【0046】

10

20

30

40

50

また、柱状スペーサの材料としては、樹脂材料でなる絶縁物（絶縁膜）が望ましい。ポリイミドなどの樹脂材料でなる絶縁膜は溶液を塗布して形成することができるが、溶液塗布系の絶縁膜は微小な孔を充填する上で非常に好適である。もちろん、溶液を塗布して形成する酸化シリコン膜などを用いても構わない。また、樹脂材料でなる絶縁膜を用いる場合、光重合型絶縁膜でも良いし、熱重合型絶縁膜でも良い。特に、ポジ型またはネガ型の感光性樹脂を用いると簡単な工程で柱状スペーサを形成することができるので好ましい。また、光劣化を避けるためにネガ型感光性をもつ樹脂材料を用いることが望ましい。

【0047】

また、柱状のスペーサにおける径方向の断面形状は、円形であってもよいし、楕円形であってもよい。さらに、三角形や四角形であってもよいし、それ以上の多角形であってもよい。

10

【0048】

また、柱状スペーサは、図2に示したように、規則的に配置する。図2においては、6画素（6行×1列）あたりに1個の柱状スペーサ202を配置する構成としているが特に限定されず、10～200個/mm²の密度で配置すればよい。図2中の201は画素電極、203は柱状スペーサの形成されていないコンタクト部である。また、図2においては、TFTと画素電極とが接続するコンタクト部上の位置に形成しているが、特に限定されない。例えば、配線（ソース配線、ゲート配線、容量配線等）の上方、または遮光膜の上方に形成すれば透過率に影響しないため好ましい。また、柱状スペーサを画素部以外、例えば、駆動回路において素子が存在しない領域、シール領域、画素部と駆動回路との間の領域、画素部とシール領域との間の領域、駆動回路とシール領域の間の領域、シール領域と基板端部との間の領域に形成してもよい。なお、シール領域と基板端部との間の領域に形成すると、貼り合わせ工程及び基板分断工程において圧力が均等に基板にかかるため、歩留まりが向上する。また、FPCを接続する端子部から駆動回路につながる配線に柱状スペーサを形成すれば、FPCと接続する部分の機械強度を補強することができる。

20

【0049】

上記形状を有する本願発明の柱状スペーサの作製方法を用いて以下に簡略に説明する。なお、図3は本願発明の工程断面図を示し、図4は工程順序を示したフローチャート図である。

【0050】

まず、スイッチング素子および画素電極をマトリクス状に形成した第1の基板300を形成する。また、電極を形成した第2の基板304を形成する。なお、図3には簡略化のためスイッチング素子および画素電極等は図示していない。次いで、第1の基板300と第2の基板304のそれぞれに配向膜301、305を形成した後、ラビング処理を行う。（図3（a））

30

【0051】

次いで、第1の基板の配向膜301上にスペーサ材料層302を形成する。（図3（b））なお、ここでは、第1の基板に柱状スペーサを形成した例を示したが、第2の基板に柱状スペーサを形成する工程としてもよい。

【0052】

こうして形成されたスペーサ材料層302に露光用マスクを介して柱状スペーサのパターンを露光した後、現像処理を行い、柱状スペーサ303を形成する。

40

（図3（c））

【0053】

そして、電極および配向膜305を形成した第2の基板304にシール材パターン306を形成する。シール材パターンは液晶注入口を形成した矩形で、且つ同じ幅のパターン枠を形成する。なお、ここでは、第2の基板にシール領域を形成した例を示したが、第1の基板にシール領域を形成する工程としてもよい。そして、第1の基板300と第2の基板304を貼り合わせる。貼り合わせ工程は、アライメントマークを利用して精度よく貼り合わせた後、加圧焼成してシール材を硬化させる工程である。（図3（d））

50

【 0 0 5 4 】

その後、適当なサイズに第 1 の基板および第 2 の基板を分断し、液晶注入口から液晶材料 3 0 7 を注入した後、注入口を封止する。こうして液晶パネルを完成させる。

【 0 0 5 5 】

また、上記工程では、第 1 の基板上に配向膜を形成した後、その上に柱状スペーサを形成した例を示したが、図 1 4 に示したように第 1 の基板 1 1 0 0 上に柱状スペーサ 1 1 0 2 を形成した後、その上に配向膜 1 1 0 3 を形成する工程としてもよい。

【 0 0 5 6 】

また、第 1 の基板または第 2 の基板にカラーフィルターや遮蔽膜を形成する工程としてもよい。

10

【 0 0 5 7 】

また、ここではアクティブマトリクス型の液晶表示装置の例を示したが、特に限定されない。例えば、単純マトリクス型の液晶表示装置にも適用でき、表示方式が T N 型でも S T N 型でもよく、透過型でも反射型でもよい。

【 0 0 5 8 】

以上の構成でなる本願発明について、以下に示す実施例でもってさらに詳細な説明を行うこととする。

【 実施例 1 】

【 0 0 5 9 】

本発明の実施例について図 5 ～ 図 8 を用いて説明する。ここでは、画素部とその周辺に設けられる駆動回路を同時に作製する方法について説明する。但し、説明を簡単にするために、駆動回路に関しては、シフトレジスタ回路、バッファ回路等の基本回路である C M O S 回路と、サンプリング回路を形成する n チャンネル型 T F T とを図示することとする。

20

【 0 0 6 0 】

図 5 (A) において、基板 5 0 1 には、ガラス基板や石英基板を使用することが望ましい。その他にもシリコン基板、金属基板またはステンレス基板の表面に絶縁膜を形成したものを基板としても良い。耐熱性が許せばプラスチック基板を用いることも可能である。

【 0 0 6 1 】

そして、基板 5 0 1 の T F T が形成される表面には、珪素 (シリコン) を含む絶縁膜 (本明細書中では酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、または窒化酸化シリコン膜の総称を指す) からなる下地膜 5 0 2 をプラズマ C V D 法やスパッタ法で 1 0 0 ～ 4 0 0 n m の厚さに形成する。

30

【 0 0 6 2 】

なお、本明細書中において窒化酸化シリコン膜とは S i O x N y で表される絶縁膜であり、珪素、酸素、窒素を所定の割合で含む絶縁膜を指す。本実施例では、下地膜 5 0 2 として、窒素を 2 0 ～ 5 0 a t o m i c % (典型的には 2 0 ～ 3 0 a t o m i c %) で含む 1 0 0 n m 厚の窒化酸化シリコン膜と、窒素を 1 ～ 2 0 a t o m i c % (典型的には 5 ～ 1 0 a t o m i c %) で含む 2 0 0 n m 厚の窒化酸化シリコン膜との積層膜を用いる。なお、厚さはこの値に限定する必要はない。また、窒化酸化シリコン膜に含まれる窒素と酸素の含有比 (a t o m i c % 比) は 3 : 1 ～ 1 : 3 (典型的には 1 : 1) とすればよい。また、窒化酸化シリコン膜は、 S i H 4 と N 2 O と N H 3 を原料ガスとして作製すればよい。

40

【 0 0 6 3 】

なお、この下地膜 5 0 2 は基板からの不純物汚染を防ぐために設けられるものであり、石英基板を用いた場合には必ずしも設けなくても良い。

【 0 0 6 4 】

次に下地膜 5 0 2 の上に 3 0 ～ 1 2 0 n m (好ましくは 5 0 ～ 7 0 n m) の厚さの、非晶質構造を含む半導体膜 (本実施例では非晶質シリコン膜 (図示せず)) を公知の成膜法で形成する。なお、非晶質構造を含む半導体膜としては、非晶質半導体膜、微結晶半導体膜があり、さらに非晶質シリコンゲルマニウム膜などの非晶質構造を含む化合物半導体膜も含まれる。また、上記膜厚で形成しておけば、最終的に T F T が完成

50

した時点の活性層の膜厚は 10 ~ 100 nm (好ましくは 30 ~ 50 nm) となる。

【0065】

そして、特開平 7 - 130652 号公報 (USP 5,643,826 号に対応) に記載された技術に従って、結晶構造を含む半導体膜 (本実施例では結晶質シリコン膜) 503 を形成する。同公報記載の技術は、非晶質シリコン膜の結晶化に際して、結晶化を助長する触媒元素 (ニッケル、コバルト、ゲルマニウム、錫、鉛、パラジウム、鉄、銅から選ばれた一種または複数種の元素、代表的にはニッケル) を用いる結晶化手段である。

【0066】

具体的には、非晶質シリコン膜表面に触媒元素を保持させた状態で加熱処理を行い、非晶質シリコン膜を結晶質シリコン膜に変化させるものである。本実施例では同公報の実施例 1 に記載された技術を用いるが、実施例 2 に記載された技術を用いても良い。なお、結晶質シリコン膜には、いわゆる単結晶シリコン膜も多結晶シリコン膜も含まれるが、本実施例で形成される結晶質シリコン膜は結晶粒界を有するシリコン膜である。(図 5 (A))

【0067】

非晶質シリコン膜は含有水素量にもよるが、好ましくは 400 ~ 550 で数時間加熱して脱水素処理を行い、含有水素量を 5 atom% 以下として、結晶化の工程を行うことが望ましい。また、非晶質シリコン膜をスパッタ法や蒸着法などの他の作製方法で形成しても良いが、膜中に含まれる酸素、窒素などの不純物元素を十分低減させておくことが望ましい。

【0068】

ここでは、下地膜と非晶質シリコン膜とは、同じ成膜法で形成することが可能であるので両者を連続形成しても良い。下地膜を形成後、一旦大気雰囲気さらされないようにすることで表面の汚染を防ぐことが可能となり、作製される TFT の特性バラツキを低減させることができる。

【0069】

次に、結晶質シリコン膜 503 に対してレーザー光源から発する光 (レーザー光) を照射 (以下、レーザーアニールという) して結晶性の改善された結晶質シリコン膜 504 を形成する。レーザー光としては、パルス発振型または連続発振型のエキシマレーザー光が望ましいが、連続発振型のアルゴンレーザー光でも良い。また、レーザー光のビーム形状は線状であっても矩形状であっても構わない。(図 5 (B))

【0070】

また、レーザー光の代わりにランプから発する光 (以下、ランプ光という) を照射 (以下、ランプアニールという) しても良い。ランプ光としては、ハロゲンランプ、赤外ランプ等から発するランプ光を用いることができる。

【0071】

なお、このようにレーザー光またはランプ光により熱処理 (アニール) を施す工程を光アニール工程という。光アニール工程は短時間で高温熱処理が行えるため、ガラス基板等の耐熱性の低い基板を用いる場合にも効果的な熱処理工程を高いスループットで行うことができる。勿論、目的はアニールであるので電熱炉を用いたファーネスアニール (熱アニールともいう) で代用することもできる。

【0072】

本実施例では、パルス発振型エキシマレーザー光を線状に加工してレーザーアニール工程を行う。レーザーアニール条件は、励起ガスとして XeCl ガスを用い、処理温度を室温、パルス発振周波数を 30 Hz とし、レーザーエネルギー密度を 250 ~ 500 mJ/cm² (代表的には 350 ~ 400 mJ/cm²) とする。

【0073】

上記条件で行われたレーザーアニール工程は、熱結晶化後に残存した非晶質領域を完全に結晶化すると共に、既に結晶化された結晶質領域の欠陥等を低減する効果を有する。そのため、本工程は光アニールにより半導体膜の結晶性を改善する工程、または半導体膜の

10

20

30

40

50

結晶化を助長する工程と呼ぶこともできる。このような効果はランブアニールの条件を最適化することによっても得ることが可能である。本明細書中ではこのような条件を第1アニール条件と呼ぶことにする。

【0074】

次に、結晶質シリコン膜504をパターニングして島状の半導体膜（以下、活性層という）505～508を形成する。なお、このとき同時に、今後のパターニング時の位置合わせに用いるアライメントマーカを、結晶質シリコン膜を用いて形成する。本実施例の場合、活性層の形成と同時にアライメントマーカを形成することができるため、アライメントマーカを別途形成する手間（マスク数の増加）を防ぐことができる。

【0075】

次に、活性層505～508上に後の不純物添加時のために保護膜509を形成する。保護膜509は100～200nm（好ましくは130～170nm）の厚さの窒化酸化シリコン膜または酸化シリコン膜を用いる。この保護膜509は不純物添加時に結晶質シリコン膜が直接プラズマに曝されないようにするためと、微妙な濃度制御を可能にするための意味がある。（図5（C））

【0076】

そして、その上にレジストマスク510を形成し、保護膜509を介してp型を付与する不純物元素（以下、p型不純物元素という）を添加する。p型不純物元素としては、代表的には13族に属する元素、典型的にはボロンまたはガリウムを用いることができる。この工程（チャネルドープ工程という）はTF Tのしきい値電圧を制御するための工程である。なお、ここではジボラン（ B_2H_6 ）を質量分離しないでプラズマ励起したイオンドープ法でボロンを添加する。勿論、質量分離を行うイオンインプランテーション法を用いても良い。

【0077】

こうして $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ （代表的には $5 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ ）の濃度でp型不純物元素（本実施例ではボロン）が添加された活性層511～513が形成される。この活性層511～513は後のnチャネル型TF Tの活性層となる。但し、本明細書中で記載する濃度は全てSIMS（質量二次イオン分析）による測定値である。

【0078】

なお、本明細書中では少なくとも上記濃度範囲でp型不純物元素を含む不純物領域（但し、 $1 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度でn型を付与する不純物元素、典型的にはリン又は砒素が添加された領域を除く）をp型不純物領域（b）と定義する。（図5（D））

【0079】

次に、レジストマスク510を除去し、新たにレジストマスク514a～514dを形成する。そして、n型を付与する不純物元素（以下、n型不純物元素という）を添加してn型を呈する不純物領域515～517を形成する。なお、n型不純物元素としては、代表的には15族に属する元素、典型的にはリンまたは砒素を用いることができる。（図5（E））

【0080】

この低濃度不純物領域515～517は、後にCMOS回路およびサンプリング回路のnチャネル型TF Tにおいて、LDD領域として機能させるための不純物領域である。なお、ここで形成された不純物領域にはn型不純物元素が $2 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ （代表的には $5 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ ）の濃度で含まれている。本明細書中では上記濃度範囲でn型不純物元素を含む不純物領域をn型不純物領域（b）と定義する。

【0081】

なお、ここではフォスフィン（ PH_3 ）を質量分離しないでプラズマ励起したイオンドープ法でリンを $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度で添加する。勿論、質量分離を行うイオンインプランテーション法を用いても良い。この工程では、保護膜509を介して結晶質シリコン膜にリンを添加する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

次に、レジストマスク 5 1 4 a ~ 5 1 4 d 及び保護膜 5 0 9 を除去し、再びレーザー光の照射工程を行う。ここでもレーザー光としては、パルス発振型または連続発振型のエキシマレーザー光が望ましいが、連続発振型のアルゴンレーザー光でも良い。また、レーザー光のビーム形状は線状であっても矩形状であっても構わない。但し、添加された不純物元素の活性化が目的であるので、結晶質シリコン膜が溶融しない程度のエネルギーで照射することが好ましい。また、保護膜 5 0 9 をつけたままレーザーアニール工程を行うことも可能である。(図 5 (F))

【 0 0 8 3 】

本実施例では、パルス発振型エキシマレーザー光を線状に加工してレーザーアニール工程を行う。レーザーアニール条件は、励起ガスとして Kr F ガスを用い、処理温度を室温、パルス発振周波数を 3 0 H z とし、レーザーエネルギー密度を 1 0 0 ~ 3 0 0 mJ/cm² (代表的には 1 5 0 ~ 2 5 0 mJ/cm²) とする。

【 0 0 8 4 】

上記条件で行われた光アニール工程は、添加された n 型または p 型を付与する不純物元素を活性化すると共に、不純物元素の添加時に非晶質化した半導体膜を再結晶化する効果を有する。なお、上記条件は半導体膜を溶融させることなく原子配列の整合性をとり、且つ、不純物元素を活性化することが好ましい。また、本工程は光アニールにより n 型または p 型を付与する不純物元素を活性化する工程、半導体膜を再結晶化する工程、またはそれらを同時に行う工程と呼ぶこともできる。このような効果はランプアニールの条件を最適化することによっても得ることが可能である。本明細書中ではこのような条件を第 2 アニール条件と呼ぶことにする。

【 0 0 8 5 】

この工程により n 型不純物領域 (b) 5 1 5 ~ 5 1 7 の境界部、即ち、n 型不純物領域 (b) の周囲に存在する真性な領域 (p 型不純物領域 (b) も実質的に真性とみなす) との接合部が明確になる。このことは、後に T F T が完成した時点において、L D D 領域とチャネル形成領域とが非常に良好な接合部を形成しうることを意味する。

【 0 0 8 6 】

なお、このレーザー光による不純物元素の活性化に際して、電熱炉を用いた熱処理による活性化を併用しても構わない。熱処理による活性化を行う場合は、基板の耐熱性を考慮して 4 5 0 ~ 6 5 0 (好ましくは 5 0 0 ~ 5 5 0) の熱処理を行えば良い。

【 0 0 8 7 】

次に、活性層 5 0 5、5 1 1 ~ 5 1 3 を覆ってゲート絶縁膜 5 1 8 を形成する。ゲート絶縁膜 5 1 8 は、1 0 ~ 2 0 0 n m、好ましくは 5 0 ~ 1 5 0 n m の厚さに形成すれば良い。本実施例では、プラズマ C V D 法で N₂ O と S i H₄ を原料とした窒化酸化シリコン膜を 1 1 5 n m の厚さに形成する。(図 6 (A))

【 0 0 8 8 】

次に、ゲート配線となる導電膜を形成する。なお、ゲート配線は単層の導電膜で形成しても良いが、必要に応じて二層、三層といった積層膜とすることが好ましい。本実施例では、第 1 導電膜 5 1 9 と第 2 導電膜 5 2 0 とでなる積層膜を形成する。(図 6 (B))

【 0 0 8 9 】

ここで第 1 導電膜 5 1 9、第 2 導電膜 5 2 0 としては、タンタル (T a)、チタン (T i)、モリブデン (M o)、タングステン (W)、クロム (C r)、ニオブ (N b)、シリコン (S i) から選ばれた元素を含む金属膜、または前記元素を主成分とする金属化合物膜 (代表的には窒化タンタル膜、窒化タングステン膜、窒化チタン膜)、または前記元素を組み合わせた合金膜 (代表的には M o - W 合金膜、M o - T a 合金膜、タングステンシリサイド膜)、若しくはそれらの薄膜を積層した積層膜を用いることができる。

【 0 0 9 0 】

なお、第 1 導電膜 5 1 9 は 1 0 ~ 5 0 n m (好ましくは 2 0 ~ 3 0 n m) とし、第 2 導

10

20

30

40

50

電膜 520 は 200 ~ 400 nm (好ましくは 250 ~ 350 nm) とすれば良い。本実施例では、第 1 導電膜 519 として、50 nm 厚の窒化タンタル (Ta₂N₅) 膜を、第 2 導電膜 520 として、350 nm 厚のタンタル (Ta) 膜を用いる。

【0091】

このほか、窒化タンゲステン膜とタンゲステン膜との積層膜、窒化タンタル膜のみの単層膜、タンゲステンシリサイド膜も好適である。また、第 1 導電膜 519 の下にシリコン膜を 2 ~ 20 nm 程度の厚さで形成する構造 (ポリサイド構造) とすると、シリコン膜上に形成された導電膜の密着性を向上させると同時に、導電膜の酸化を抑制することができる。

10

【0092】

また、本実施例のように第 2 導電膜 520 として金属膜を用いた場合、その表面をアンモニアガスまたは窒素ガスを用いたプラズマ雰囲気に曝すことで窒化することも有効である。こうすることで、金属膜表面の酸化を抑制することが可能である。

【0093】

次に、第 1 導電膜 519 と第 2 導電膜 520 とを一括でエッチングして 400 nm 厚のゲート配線 (ゲート電極とも言える) 521 ~ 524a、524b を形成する。この時、駆動回路に形成されるゲート配線 522、523 は n 型不純物領域 (b) 515 ~ 517 の一部とゲート絶縁膜を介して重なるように形成する。

なお、ゲート配線 524a、524b は断面では二つに見えるが、実際は連続的に繋がった一つのパターンから形成されている。(図 6 (C))

20

【0094】

次に、ゲート配線 521 ~ 524 をマスクとして自己整合的に n 型不純物元素 (本実施例ではリン) を添加する。こうして形成された不純物領域 525 ~ 530 には前記 n 型不純物領域 (b) の 1/2 ~ 1/10 (代表的には 1/3 ~ 1/4) の濃度 (但し、前述のチャネルドープ工程で添加されたボロン濃度よりも 5 ~ 10 倍高い濃度、代表的には $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 、典型的には $3 \times 10^{17} \sim 3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 、) でリンが添加されるように調節する。なお、本明細書中では上記濃度範囲で n 型不純物元素を含む不純物領域を n 型不純物領域 (c) と定義する。(図 6 (D))

30

【0095】

なお、n 型不純物領域 (c) 527 ~ 530 には既にチャネルドープ工程で $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度のボロンが添加されているが、この工程では p 型不純物領域 (b) に含まれるボロンの 5 ~ 10 倍の濃度でリンが添加されるので、ボロンの影響は無視して良い。

【0096】

但し、厳密には n 型不純物領域 (b) 515 ~ 517 のうちゲート配線に重なった部分のリン濃度が $2 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ のままであるのに対し、ゲート配線に重ならない部分はそれに $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度のリンが加わっており、若干高い濃度でリンを含むことになる。

40

【0097】

次に、ゲート配線 521 ~ 524 をマスクとして自己整合的にゲート絶縁膜 518 をエッチングする。エッチングはドライエッチング法を用い、エッチングガスとしては C₂F₆ ガスを用いれば良い。但し、エッチングガスはこれに限定する必要はない。こうしてゲート配線下にゲート絶縁膜 531 ~ 534a、534b が形成される。(図 6 (E))

【0098】

このように活性層を露呈させることによって、次に不純物元素の添加工程を行う際に加速電圧を低くすることができる。そのため、また必要なドーズ量が少なくて済むのでスループットが向上する。勿論、ゲート絶縁膜をエッチングしないで残し、スルードーピングによって不純物領域を形成しても良い。

【0099】

50

次に、ゲート配線を覆う形でレジストマスク 5 3 5 a ~ 5 3 5 d を形成し、n 型不純物元素（本実施例ではリン）を添加して高濃度にリンを含む不純物領域 5 3 6 ~ 5 4 4 を形成する。ここでも、フォスフィン（ PH_3 ）を用いたイオンドープ法（勿論、イオンインプランテーション法でも良い）で行い、この領域のリンの濃度は $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ （代表的には $2 \times 10^{20} \sim 5 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ）とする。（図 6（F））

【0100】

なお、本明細書中では上記濃度範囲で n 型不純物元素を含む不純物領域を n 型不純物領域（a）と定義する。また、不純物領域 5 3 6 ~ 5 4 4 が形成された領域には既に前工程で添加されたリンまたはボロンが含まれるが、十分に高い濃度でリンが添加されることになるので、前工程で添加されたリンまたはボロンの影響は考えなくて良い。従って、本明細書中では不純物領域 5 3 6 ~ 5 4 4 は n 型不純物領域（a）と言い換えても構わない。

10

【0101】

次に、レジストマスク 5 3 5 a ~ 5 3 5 d を除去し、新たにレジストマスク 5 4 5 を形成する。そして、p 型不純物元素（本実施例ではボロン）を添加し、高濃度にボロンを含む不純物領域 5 4 6、5 4 7 を形成する。ここではジボラン（ B_2H_6 ）を用いたイオンドープ法（勿論、イオンインプランテーション法でも良い）により $3 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ （代表的には $5 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ ）濃度でボロンを添加する。なお、本明細書中では上記濃度範囲で p 型不純物元素を含む不純物領域を p 型不純物領域（a）と定義する。（図 7（A））

【0102】

20

なお、不純物領域 5 4 6、5 4 7 の一部（前述の n 型不純物領域（a）5 3 6、5 3 7）には既に $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度でリンが添加されているが、ここで添加されるボロンはその少なくとも 3 倍以上の濃度で添加される。そのため、予め形成されていた n 型の不純物領域は完全に P 型に反転し、P 型の不純物領域として機能する。従って、本明細書中では不純物領域 5 4 6、5 4 7 を p 型不純物領域（a）と言い換えても構わない。

【0103】

次に、レジストマスク 5 4 5 を除去した後、第 1 層間絶縁膜 5 4 8 を形成する。第 1 層間絶縁膜 5 4 8 としては、珪素を含む絶縁膜、具体的には窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜またはそれらを組み合わせた積層膜で形成すれば良い。また、膜厚は $50 \sim 400 \text{ nm}$ （好ましくは $100 \sim 200 \text{ nm}$ ）とすれば良い。

30

【0104】

本実施例では、プラズマ CVD 法で SiH_4 、 N_2O 、 NH_3 を原料ガスとし、 200 nm 厚の窒化酸化シリコン膜（但し窒素濃度が $25 \sim 50 \text{ atomic\%}$ ）を用いる。この第 1 層間絶縁膜 5 4 8 は次に行われる熱処理工程（活性化工程）において、ゲート配線 5 2 1 ~ 5 2 4 a、5 2 4 b が酸化されて抵抗値が増加するのを防ぐ効果を有する。

【0105】

その後、それぞれの濃度で添加された n 型または p 型不純物元素を活性化するために熱処理工程を行う。この工程はファーネスアニール法、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法（RTA 法）で行うことができる。ここではファーネスアニール法で活性化工程を行う。この熱処理工程は、窒素雰囲気中において $300 \sim 650$ 、好ましくは $400 \sim 550$ 、ここでは 550 、4 時間の熱処理を行う。（図 7（B））

40

【0106】

この時、本実施例において非晶質シリコン膜の結晶化に用いた触媒元素（本実施例ではニッケル）が、矢印で示す方向に移動して、前述の図 6（F）の工程で形成された高濃度にリンを含む領域に捕獲（ゲッタリング）される。これはリンによる金属元素のゲッタリング効果に起因する現象であり、この結果、後のチャネル形成領域 5 4 9 ~ 5 5 3 は前記触媒元素の濃度が $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下となる。但し、ニッケルの場合、 $1 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下は SIMS の測定下限となるため、現状の技術では測定不能である。

【0107】

50

また、逆に触媒元素のゲッタリングサイトとなった領域（図 6（F）の工程で不純物領域 5 3 6 ~ 5 4 4 が形成された領域）は高濃度に触媒元素が偏析して 5×10^{18} atoms/cm³ 以上（代表的には $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{20}$ atoms/cm³）濃度で存在するようになる。しかし、このゲッタリングサイトとなった領域はソース領域またはドレイン領域として機能すれば良いので、ニッケルの有無は問題とはならないと考えられる。

【0108】

次に、3 ~ 100 % の水素を含む雰囲気中で、300 ~ 450 で 1 ~ 12 時間の熱処理を行い、活性層を水素化する工程を行う。この工程は熱的に励起された水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。

10

【0109】

活性化工程を終えたら、第 1 層間絶縁膜 5 4 8 の上に 500 nm ~ 1.5 μm 厚の第 2 層間絶縁膜 5 5 4 を形成する。本実施例では第 2 層間絶縁膜 5 5 4 として 800 nm 厚の酸化シリコン膜をプラズマ CVD 法により形成する。こうして第 1 層間絶縁膜（窒化酸化シリコン膜）5 4 8 と第 2 層間絶縁膜（酸化シリコン膜）5 5 4 との積層膜でなる 1 μm 厚の層間絶縁膜を形成する。

【0110】

なお、第 2 層間絶縁膜 5 5 4 として、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB（ベンゾシクロブテン）等の有機樹脂絶縁膜を用いることも可能である。

【0111】

その後、それぞれの TFT のソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールが形成され、ソース配線 5 5 5 ~ 5 5 8 と、ドレイン配線 5 5 9 ~ 5 6 2 を形成する。なお、図示されていないが CMOS 回路を形成するためにドレイン配線 5 5 9、5 6 0 は同一配線で形成されている。また、本実施例ではこの電極を、Ti 膜を 100 nm、Ti を含むアルミニウム膜 300 nm、Ti 膜 150 nm をスパッタ法で連続して形成した 3 層構造の積層膜とする。

20

【0112】

次に、パッシベーション膜 5 6 3 として、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、または窒化酸化シリコン膜で 50 ~ 500 nm（代表的には 200 ~ 300 nm）の厚さで形成する。（図 7（C））

30

【0113】

この時、膜の形成に先立って H₂、NH₃ 等水素を含むガスを用いてプラズマ処理を行い、成膜後に熱処理を行うことは有効である。この前処理により励起された水素が第 1、第 2 層間絶縁膜中に供給される。この状態で熱処理を行うことで、パッシベーション膜 5 6 3 の膜質を改善するとともに、第 1、第 2 層間絶縁膜中に添加された水素が下層側に拡散するため、効果的に活性層を水素化することができる。

【0114】

また、パッシベーション膜 5 6 3 を形成した後に、さらに水素化工程を行っても良い。例えば、3 ~ 100 % の水素を含む雰囲気中で、300 ~ 450 で 1 ~ 12 時間の熱処理を行うと良く、あるいはプラズマ水素化法を用いても同様の効果が得られた。

40

【0115】

なお、ここで後に画素電極とドレイン配線を接続するためのコンタクトホールを形成する位置において、パッシベーション膜 5 6 3 に開口部を形成しておいても良い。

【0116】

その後、図 7（D）に示すように、樹脂材料（又は有機材料ともいう）でなる絶縁膜（以下、樹脂絶縁膜という）でなる第 3 層間絶縁膜（本明細書中では平坦化膜と呼ぶ場合もある）5 6 4 を約 1 ~ 3 μm（典型的には 1.5 ~ 2 μm）の厚さに形成する。

【0117】

樹脂材料としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB（ベンゾシクロブテン）、シクロテン等を使用することができる。樹脂絶縁膜を用いること

50

の利点は、極めて平坦性に優れる点、比誘電率が低い点などが上げられる。なお上述した以外の樹脂絶縁膜や有機系SiO化合物などを用いることもできる。また、平坦性さえ高ければ無機材料でなる絶縁膜を用いることも可能である。

【0118】

なお、ここでは、基板に塗布後、熱で重合するタイプのアクリル膜を用いるが、光照射により重合するタイプを用いても良い。勿論、ポジ型またはネガ型の感光性材料であっても良い。

【0119】

また、第3層間絶縁膜564の一部の層として、顔料等で着色した樹脂膜を設け、カラーフィルターとして用いることも可能である。

10

【0120】

次に、画素部において、樹脂材料でなる第3層間絶縁膜（平坦化膜）564上に遮蔽膜565を形成する。なお、本明細書中において遮蔽膜とは、光若しくは電磁波を遮断する性質を有する導電膜を指す。

【0121】

遮蔽膜565はアルミニウム（Al）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）から選ばれた元素でなる金属膜または前記いずれかの元素を主成分（本明細書中では50重量%以上で含む場合に主成分とみなす）とする金属膜で100～300nmの厚さに形成する。本実施例では1wt%のチタンを含有させたアルミニウム膜を125nmの厚さに形成する。なお、本明細書中ではこの遮蔽膜を第「1導電膜」と呼ぶ場合がある。

20

【0122】

なお、本実施例では遮蔽膜565を形成する前に酸化シリコン膜を5～50nm（典型的には20～30nm）の厚さに形成している。そして、その上に遮蔽膜565を形成し、遮蔽膜565をマスクとして上記絶縁膜のエッチング処理を行い、566で示される酸化シリコン膜が形成される。

【0123】

この酸化シリコン膜566は第3層間絶縁膜564と遮蔽膜565の密着性を高めるために設けるが、遮蔽膜が存在する以外の領域では、後に第3層間絶縁膜にコンタクトホールを形成する際の障害になるため除去することが望ましい。なお、第3層間絶縁膜564の表面にCF₄ガスを用いたプラズマ処理を施すことによって、表面改質により膜上に形成する遮蔽膜の密着性を向上させることができる。

30

【0124】

また、このチタンを含有させたアルミニウム膜を用いて、遮蔽膜だけでなく他の接続配線を形成することも可能である。例えば、駆動回路内で回路間をつなぐ接続配線を形成できる。但し、その場合は遮蔽膜または接続配線を形成する材料を成膜する前に、予め第3層間絶縁膜にコンタクトホールを形成しておく必要がある。

【0125】

次に、遮蔽膜565の表面に公知の陽極酸化法又はプラズマ酸化法（本実施例では陽極酸化法）により20～100nm（好ましくは30～50nm）の厚さの酸化物を形成する。本実施例では遮蔽膜565としてアルミニウムを主成分とする膜を用い、陽極酸化法を用いるため、陽極酸化物567として酸化アルミニウム膜（アルミナ膜）が形成される。この陽極酸化物567が本実施例の保持容量の誘電体となる。

40

【0126】

また、ここでは陽極酸化法を用いて遮蔽膜表面のみに絶縁物を設ける構成としたが、他の絶縁物（絶縁膜）をプラズマCVD法、熱CVD法またはスパッタ法などの気相法によって形成しても良い。その場合も膜厚は20～100nm（好ましくは30～50nm）とすることが好ましい。

【0127】

次に、第3層間絶縁膜564、パッシベーション膜563にドレイン配線562に達するコンタクトホールを形成し、画素電極569を形成する。なお、画素電極570、57

50

1はそれぞれ隣接する別の画素の画素電極である。本実施例では画素電極569~571として透明導電膜を用い、具体的には酸化インジウム・スズ(ITO)膜を110nmの厚さにスパッタ法で形成する。なお、本明細書中では画素電極を「第2導電膜」と呼ぶ場合がある。

【0128】

なお、反射型の液晶表示装置とする場合には画素電極の材料として金属膜を用いれば良い。

【0129】

また、この時、画素電極569と遮蔽膜565とが陽極酸化物567を介して重なり、保持容量(キャパシタンス・ストレージ)又はコンデンサ)572を形成する。なお、保持容量572しか符号を付していないが、遮蔽膜と画素電極とが重なる領域は全て保持容量として機能する。

10

【0130】

また、保持容量の誘電体として比誘電率が7~9と高いアルミナ膜を用いたため、必要な容量を形成するための面積を少なくすることを可能としている。さらに、本実施例のように画素TFT上に形成される遮蔽膜を保持容量の一方の電極とすることで、アクティブマトリクス型液晶表示装置の画像表示部の開口率を向上させることができる。

【0131】

また、この場合、遮蔽膜565をフローティング状態(電氣的に孤立した状態)か固定電位、好ましくはコモン電位(データとして送られる画像信号の中間電位)に設定しておくことが望ましい。

20

【0132】

上記工程を経て、画素TFTおよび画素電極を形成したアクティブマトリクス基板(第1の基板)を形成した。

【0133】

次に、アクティブマトリクス基板(第1の基板)から、アクティブマトリクス型液晶表示装置を作製する工程を説明する。まず、画素TFTおよび画素電極を形成した第1の基板上に配向膜573を成膜した。また、対向基板(第2の基板)574には、透明導電膜575と、配向膜576とを形成する。なお、第2の基板には必要に応じてカラーフィルタや遮蔽膜を形成しても良い。本実施例では配向膜としてポリイミド膜を用いる。配向膜573をロールコーターにより塗布した後、200℃で90分加熱した。なお、配向膜573を形成する前に第1の基板を洗浄することが好ましい。その後、布を装着したローラーで配向膜表面を擦り、液晶分子がある一定のプレチルト角(6°~10°、好ましくは7°~8°)を持って配向するようにラビング配向処理を行った。

30

【0134】

次いで、配向膜573上にスペーサ材料層として感光性アクリル樹脂(NN700:JSR製)を900rpmでスピコートし4.7μmの膜厚とした。その後、ホットプレートを用いて80℃、3分間加熱した。加熱後の感光性アクリル樹脂膜の厚さは、4.0μmとした。

【0135】

こうして形成されたスペーサ材料層に露光用マスクを介して柱状スペーサのパターン(サイズ:6μm四方)を露光した後、現像した。現像条件は、現像液として、CD-700(TMAH 0.14%)を用い、液温を18±1℃、現像時間は60秒とした。次いで、クリーンオープンを用いて180℃、1分間加熱した。

40

【0136】

このようにして、第1の基板上に柱状のスペーサ568を形成した。(図8(A))また、柱状のスペーサ568は、その形成位置を自由に設計することができるので、画像表示領域を有効に活用することができる。なお、現像液によりプレチルト角は、4°~5°に変化した。

【0137】

50

本実施例の画素構造を上面から見た図を図 1 2 に示す。図 1 2 に示すように本実施例では、画素 T F T と画素電極 6 2 とが電氣的に接続するコンタクト部 6 5 の上に柱状スペーサ 6 3 を設ける。また、図 1 2 において、5 6 5 は遮蔽膜であり、その上には図示されていない酸化物 5 6 7 を介して画素電極 6 2 が設けられている。このとき、遮蔽膜 5 6 5、酸化物 5 6 7 及び画素電極 6 2 で保持容量 6 4 a ~ 6 4 c が形成される。本実施例の構造とすることで、コンタクト部に形成される段差（層間絶縁膜 5 6 4 の膜厚分）を埋め込むことが可能となり、段差に起因する液晶分子の配向不良を防止することができる。

【0138】

このように、本実施例では、T F T と画素電極とのコンタクト部に柱状スペーサを形成した例を示したが、柱状のスペーサ 5 6 8 は、遮蔽膜やソース配線上など画像表示領域として用いない領域に形成すれば特に限定されない。本実施例においては、 1 mm^2 あたり約 100 個の割合で規則正しく画素部に配置した。本実施例の柱状スペーサの断面における S E M 観察写真図が、図 1 7 (A) である。また、外観を示す S E M 観察写真図が、図 1 (A) である。図 2 (A) には配置された模式図を示し、図 2 (B) および図 2 (C) には、図 1 (A) に相当する倍率の異なる S E M 観察写真を示した。

【0139】

この柱状スペーサの形状は、テーパ部がほとんどなく、頭頂部に平坦な面を有し、高さ $H = 4\text{ }\mu\text{m}$ 、幅 $L_1 = 6\text{ }\mu\text{m}$ 、曲率半径は $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であった。また、柱状スペーサの側面中央における接平面と基板面との角度 α は、 $85^\circ \sim 95^\circ$ となっており、ほぼ垂直であった。このような形状とすることで、光漏れを低減することができる。

【0140】

そして、画素部と、駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とを、公知のセル組み工程によってシール材 5 7 9 を介して貼りあわせる。本実施例では、フィラー 5 8 0 を含むシール材を用いて基板間隔を一定に保った。また、本実施例では弾力性に富んだ樹脂材料でなる柱状スペーサ 5 6 8 を用いているため、貼り合わせ工程でかかる圧力を吸収（緩和）することができる。また、本実施例のスペーサは素子に対する接触面積がビーズ状スペーサのそれより大きいため、特定部分に過剰な圧力がかかるようなことがない。

【0141】

その後、両基板の間に液晶 5 7 8 を注入し、封止剤（図示せず）によって完全に封止する。液晶には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして図 8 (B) に示すアクティブマトリクス型液晶表示装置が完成する。

【0142】

なお、図 8 (B) においては、駆動回路には p チャネル型 T F T 7 0 1、n チャネル型 T F T 7 0 2、7 0 3 が形成され、画素部には n チャネル型 T F T でなる画素 T F T 7 0 4 が形成される。

【0143】

なお、本実施例の工程順序は適宜変更しても構わない。どのような順序としても、最終的に形成される T F T の構造が図 8 (B) のような構造であればアクティブマトリクス基板の基本的な機能は変化せず、本発明の効果を損なうものではない。

【0144】

駆動回路の p チャネル型 T F T 7 0 1 には、チャネル形成領域 6 0 1、ソース領域 6 0 2、ドレイン領域 6 0 3 がそれぞれ p 型不純物領域 (a) で形成される。但し、実際にはソース領域またはドレイン領域の一部に $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21}\text{ atoms/cm}^3$ の濃度でリンを含む領域が存在する。また、その領域には図 7 (B) の工程でゲッターリングされた触媒元素が $5 \times 10^{18}\text{ atoms/cm}^3$ 以上（代表的には $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{20}\text{ atoms/cm}^3$ ）濃度で存在する。

【0145】

また、n チャネル型 T F T 7 0 2 には、チャネル形成領域 6 0 4、ソース領域 6 0 5、ドレイン領域 6 0 6、そしてチャネル形成領域の片側（ドレイン領域側）に、ゲート絶縁

10

20

30

40

50

膜を介してゲート配線と重なったLDD領域（本明細書中ではこのような領域をLov領域という。なお、ovはoverlapの意味で付した。）607が形成される。この時、Lov領域607は $2 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ の濃度でリンを含み、且つ、ゲート配線と全部重なるように形成される。

【0146】

また、nチャネル型TF703には、チャネル形成領域608、ソース領域609、ドレイン領域610、そしてチャネル形成領域の両側にLDD領域611、612が形成された。なお、この構造ではLDD領域611、612の一部がゲート配線と重なるように配置されたために、ゲート絶縁膜を介してゲート配線と重なったLDD領域（Lov領域）とゲート絶縁膜を介してゲート配線と重ならないLDD領域（本明細書中ではこのような領域をLoff領域という。なお、offはoffsetの意味で付した。）が形成されている。

10

【0147】

ここで図9に示す断面図は図8（B）に示したnチャネル型TF703を図7（B）の工程まで作製した状態を示す拡大図である。ここに示すように、LDD領域611はさらにLov領域611a、Loff領域611bに、LDD領域612はさらにLov領域612a、Loff領域612bに区別できる。また、前述のLov領域611a、612aには $2 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{19} \text{atoms/cm}^3$ の濃度でリンが含まれるが、Loff領域611b、612bはその1～2倍（代表的には1.2～1.5倍）の濃度でリンが含まれる。

【0148】

また、画素TF704には、チャネル形成領域613、614、ソース領域615、ドレイン領域616、Loff領域617～620、Loff領域618、619に接したn型不純物領域（a）621が形成される。この時、ソース領域615、ドレイン領域616はそれぞれn型不純物領域（a）で形成され、Loff領域617～620はn型不純物領域（c）で形成される。

20

【0149】

本実施例によれば、画素部および駆動回路が求める性能に応じて回路または素子を形成するTF703の構造を最適化し、半導体装置の動作性能および信頼性を向上させることができる。具体的には、nチャネル型TF703は回路仕様にに応じてLDD領域の配置を異ならせ、Lov領域またはLoff領域を使い分けることによって、同一基板上に高速動作またはホットキャリア対策を重視したTF703構造と低オフ電流動作を重視したTF703構造とを実現しうる。

30

【0150】

例えば、アクティブマトリクス型液晶表示装置の場合、nチャネル型TF702は高速動作を重視するシフトレジスタ回路、信号分割回路、レベルシフタ回路、バッファ回路などの駆動回路に適している。即ち、チャネル形成領域の片側（ドレイン領域側）のみにLov領域を配置することで、できるだけ抵抗成分を低減させつつホットキャリア注入による劣化に強い動作を達成しうる。これは上記回路の場合、ソース領域とドレイン領域の機能が変わらず、キャリア（電子）の移動する方向が一定だからである。但し、必要に応じてチャネル形成領域の両側にLov領域を配置することもできる。

【0151】

また、nチャネル型TF703はホットキャリア対策と低オフ電流動作の双方を重視するサンプリング回路（サンプル及びホールド回路）に適している。即ち、Lov領域を配置することでホットキャリア対策とし、さらにLoff領域を配置することで低オフ電流動作を達成しうる。また、サンプリング回路はソース領域とドレイン領域の機能が反転してキャリアの移動方向が180°変わるため、ゲート配線を中心に線対称となるような構造としなければならない。なお、場合によってはLov領域のみとすることもありうる。

40

【0152】

また、nチャネル型TF704は低オフ電流動作を重視した画素部、サンプリング回路（サンプルホールド回路）に適している。即ち、オフ電流値を増加させる要因となりうるLov領域を配置せず、Loff領域のみを配置することで低オフ電流動作を達成しうる。

50

また、駆動回路のLDD領域よりも低い濃度のLDD領域をLoff領域として用いることで、多少オン電流値が低下するが徹底的にオフ電流値を低減することができる。さらに、n型不純物領域(a)621はオフ電流値を低減する上で非常に有効である。

【0153】

また、nチャネル型TFT702のLov領域607の長さ(幅)は0.1~3.0 μ m、代表的には0.2~1.5 μ mとすれば良い。また、nチャネル型TFT703のLov領域611a、612aの長さ(幅)は0.1~3.0 μ m、代表的には0.2~1.5 μ m、Loff領域611b、612bの長さ(幅)は1.0~3.5 μ m、代表的には1.5~2.0 μ mとすれば良い。また、画素TFT704に設けられるLoff領域617~620の長さ(幅)は0.5~3.5 μ m、代表的には2.0~2.5 μ mとすれば良い。

10

【0154】

また、上記アクティブマトリクス型液晶表示装置の構成を、図10の斜視図を用いて説明する。アクティブマトリクス基板(第1の基板)は、ガラス基板801上に形成された、画素部802と、ゲート側駆動回路803と、ソース側駆動回路804で構成される。画素部の画素TFT805(図8(B)の画素TFT704に相当する)はnチャネル型TFTであり、画素電極806及び保持容量807(図8(A)の保持容量572に相当する)に接続される。

【0155】

また、周辺に設けられる駆動回路はCMOS回路を基本として構成されている。ゲート側駆動回路803と、ソース側駆動回路804はそれぞれゲート配線808とソース配線809で画素部802に接続されている。また、FPC810が接続された外部入出力端子811には駆動回路まで信号を伝達するための入出力配線(接続配線)812、813が設けられている。また、814は対向基板(第2の基板)である。

20

【0156】

なお、本明細書中では図10に示した半導体装置をアクティブマトリクス型液晶表示装置と呼んでいるが、図10に示すようにFPCまで取り付けられた液晶パネルのことを一般的には液晶モジュールという。従って、本実施例でいうアクティブマトリクス型液晶表示装置を液晶モジュールと呼んでも差し支えない。

【0157】

また、上記液晶表示装置の回路構成の一例を図11に示す。本実施例の液晶表示装置は、ソース側駆動回路901、ゲート側駆動回路(A)907、ゲート側駆動回路(B)911、プリチャージ回路912、画素部906を有している。なお、本明細書中において、駆動回路とはソース側駆動回路およびゲート側駆動回路を含めた総称である。

30

【0158】

ソース側駆動回路901は、シフトレジスタ回路902、レベルシフタ回路903、バッファ回路904、サンプリング回路905を備えている。また、ゲート側駆動回路(A)907は、シフトレジスタ回路908、レベルシフタ回路909、バッファ回路910を備えている。ゲート側駆動回路(B)911も同様な構成である。

【0159】

ここでシフトレジスタ回路902、908は駆動電圧が5~16V(代表的には10V)であり、回路を形成するCMOS回路に使われるnチャネル型TFTは図8(B)の702で示される構造が適している。

40

【0160】

また、レベルシフタ回路903、909、バッファ回路904、910は、駆動電圧は14~16Vと高くなるが、シフトレジスタ回路と同様に、図8(B)のnチャネル型TFT702を含むCMOS回路が適している。なお、ゲート配線をダブルゲート構造、トリプルゲート構造といったマルチゲート構造とすることは、各回路の信頼性を向上させる上で有効である。

【0161】

50

また、サンプリング回路 905 は駆動電圧が 14 ~ 16 V であるが、ソース領域とドレイン領域が反転する上、オフ電流値を低減する必要があるので、図 8 (B) の n チャネル型 TFT 703 を含む CMOS 回路が適している。なお、図 8 (B) では n チャネル型 TFT しか図示されていないが、実際にサンプリング回路を形成する時は n チャネル型 TFT と p チャネル型 TFT とを組み合わせることで形成することになる。

【0162】

また、画素部 906 は駆動電圧が 14 ~ 16 V であり、サンプリング回路 905 よりもさらにオフ電流値が低いことを要求するので、オフ電流の増加を招く Lov 領域を配置しない構造とすることが望ましく、図 8 (B) の n チャネル型 TFT 704 を画素 TFT として用いることが望ましい。

10

【実施例 2】

【0163】

本実施例では、柱状スペーサをシール領域以外の箇所に設け、機械的強度を補強する例を図 13 (a) および図 13 (b) に示す。本実施例は、図 8 (B) に示されていなかった領域 (外部端子接続部) を示している。従って、実施例 1 の図 8 (B) に対応しており、同じ符号を一部用いている。なお、シール材 1000 にフィラーを示していない点だけが実施例 1 と異なっている。

【0164】

図 13 (a) に外部端子接続部の上面図を示し、図 13 (b) に外部端子接続部の断面構造図を示す。また、上面図における d - d' 断面での断面構造も示している。

20

【0165】

図 13 (a) および図 13 (b) 中において、1001 は柱状スペーサ、1002 は外部端子接続部、1003 は ITO 膜、1004 は導電性スペーサ、1005 は接着剤、1006 は FPC である。

【0166】

FPC 1006 と接続する外部端子接続部 1002 は、p チャネル型 TFT 701 のソース電極 (配線) から延在している。

【0167】

本実施例では、シール材 1000 が存在するシール領域と対向基板 574 の端部の間に柱状スペーサ 1001 を形成する。この柱状スペーサ 1001 は、引き出し配線間に設けられ、機械的強度を補強している。また、この柱状スペーサ 1001 は、対向基板の分断工程においても分断不良を防止する効果を有している。なお、ここでは p チャネル型 TFT 701 のソース電極と外部端子接続部との間の配線を引き出し配線と呼んでいる。

30

【0168】

また、この柱状スペーサは実施例 1 中のコンタクト部に形成されるものと同一工程によって形成することができる。

【0169】

また、外部端子接続部 1002 上には、画素電極と同一工程により ITO 膜 1003 を形成し、FPC と良好なコンタクトを形成する。なお、接着剤 1005 中には金ペースト等の導電性スペーサが混入しており、圧着することによって FPC 1006 と ITO 膜 1003 とを接続している。

40

【実施例 3】

【0170】

本実施例では、実施例 1 とは異なる以下のような方法 (図 14 に簡略化した工程図を示し、図 15 にそのフローチャート図を示した) により、柱状スペーサを形成する例に示す。また、本実施例では、実施例 1 とは工程順序が異なっており、配向膜の形成前に柱状スペーサを形成する。

【0171】

図 14 を用いて手順を簡単に説明する。まず、第 1 の基板 1100 上にスペーサ材料層 1101 を形成する。(図 14 (a)) 次いで、実施例 1 と同様にして露光および現像を行

50

って、柱状スペーサ 1102 を形成する。(図 14 (b)) 次いで、柱状スペーサ 1102 を覆う配向膜 1103 を形成し、ラビング処理を行う。(図 14 (c)) 次いで、配向膜 1105 とシール 1106 とが設けられた第 2 の基板 1104 を第 1 の基板 1100 と貼り合わせる。(図 14 (d)) 次いで、第 1 の基板および第 2 の基板を適当な形状に分断し、液晶材料 1107 を注入、封止して液晶パネルが完成する。(図 14 (e))

【0172】

以下に詳細を示す。

【0173】

まず、実施例 1 と同様にしてアクティブマトリクス基板 (第 1 の基板) を形成する。画素電極 569、570 を形成する工程までは全く同一の工程を用いた。

次いで、第 1 の基板上に実施例 1 と同じスペーサ材料を用い、同じ条件 (成膜条件、露光条件、現像条件、バーク条件等) で柱状スペーサ 1201 を形成した。

【0174】

次いで、柱状スペーサを覆って配向膜 1202 を形成した。(図 16 (A)) その後、ラビング処理を行った。以後、これらの工程以外は実施例 1 と全く同様にして図 16 (B) に示す液晶表示装置を作製した。

【0175】

本実施例の柱状スペーサの断面における SEM 観察写真図が、図 17 (B) である。

【0176】

この柱状スペーサの形状は、テーパ部が存在しているものの、頭頂部に平坦な面を有し、幅 $L1 = 7 \sim 8 \mu m$ 、曲率半径は $2 \mu m$ であった。また、柱状スペーサの側面中央における接平面と基板面との角度 α は、 68° であった。本実施例において、幅 $L1$ は配向膜の厚さを含めた値としている。なお、本実施例においては、 $1 \quad L2 / L1 \quad 2.5$ とするとテーパ部による光漏れを低減できるため望ましい。

【0177】

また、実施例 1 では、現像液の影響により最終的なプレチルト角が $4^\circ \sim 5^\circ$ 程度となっていたが、本実施例では、柱状スペーサを形成した後に配向膜を形成してラビング処理を行うため、プレチルト角を $6^\circ \sim 10^\circ$ 、好ましくは $7^\circ \sim 8^\circ$ とすることができ、液晶の配向を良好なものとすることができた。

【0178】

図 27 にプレチルト角のラビングロール押し込み量依存性を示した。ラビングロール押し込み量とは、配向膜に施すラビング処理の際、ロールを押し込む量を指している。

【0179】

本実施例では、ラビングロール押し込み量を $0.3 mm$ 、 $0.4 mm$ 、 $0.5 mm$ と条件をふってラビング処理を行い、それぞれのプレチルト角を測定する実験を行った。実験結果は、 $0.3 mm$ とした場合、平均のプレチルト角は、 8.23° となり、 $0.4 mm$ とした場合、平均のプレチルト角は、 7.42° となり、 $0.5 mm$ とした場合、平均のプレチルト角は、 6.95° となった。ラビングロール押し込み量を調節することによって、プレチルト角を $6^\circ \sim 10^\circ$ 、好ましくは $7^\circ \sim 8^\circ$ とすることができる。このように、本実施例は、配向膜上に球状スペーサを散布した従来例と比較しても、大差なく良好な値を示している。

【0180】

なお、本実施例を実施例 2 と組み合わせることは可能である。

【実施例 4】

【0181】

本実施例では、図 18 (A) に示すように第 1 の基板全面に柱状スペーサを一定の間隔で設けた例を示す。

【0182】

図 18 (A) において、1300 は封止材、1301 は第 1 の基板、1302 は画素部

10

20

30

40

50

、 1 3 0 3 はゲート側駆動回路、 1 3 0 4 はソース側駆動回路、 1 3 0 5 は信号分割回路、 1 3 0 6 は外部接続端子部、 1 3 0 8 はシール領域、 1 3 2 1 は第 2 の基板である。

【 0 1 8 3 】

本実施例においては、画素部とソース側駆動回路との間に柱状スペーサ 1 3 0 7、外部接続端子部に柱状スペーサ 1 3 0 9、画素部に柱状スペーサ 1 3 1 0、ゲート側駆動回路に柱状スペーサ 1 3 1 1、シール領域に柱状スペーサ 1 3 1 2 がそれぞれ一定の間隔でフォトリソグラフィ法により設けた。このように一定の間隔で柱状スペーサを設けることにより均一な基板間隔を維持することができる。また、シール領域に柱状スペーサ 1 3 1 2 を設けることによりフィラーを用いなくともよい。また、外部接続端子部に柱状スペーサ 1 3 0 9 を設けることにより接続部における機械強度を補強することができる。なお、上記各柱状スペーサは実施例 1 または実施例 3 に示した作製方法を用いればよい。

10

【 0 1 8 4 】

また、図 1 8 (B) は、図 1 8 (A) 中の点線 1 3 2 2 で囲んだ領域の断面構造を簡略に示した。図 1 8 (A) と同じ符号を用いた。図 1 8 (A) において、 1 3 1 4 は C M O S 回路、 1 3 1 5 は n チャネル型 T F T、 1 3 1 6 は画素 T F T、 1 3 1 7 は層間絶縁膜、 1 3 1 8 a は画素電極、 1 3 1 8 b は I T O 膜である。この I T O 膜 1 3 1 8 b は、 F P C 等の外部端子と接続するために設ける。

また、 1 3 1 9 は液晶材料、 1 3 2 0 は対向電極である。

【 0 1 8 5 】

また、図 1 9 に他のスペーサ配置の形態を示した。図 1 9 (A) は、シール領域 1 4 0 8 内に均一に柱状スペーサ 1 4 0 7 を形成した例である。また、図 1 9 (B) は、画素部には柱状スペーサを設けず、シール領域に柱状スペーサ 1 4 1 0 と、外部接続端子部に 1 4 0 9 とを形成した例である。また、図 1 9 (C) は、シール領域以外の領域に柱状スペーサ 1 4 1 1、 1 4 1 2 を形成した例である。なお、同様に上記各柱状スペーサは実施例 1 または実施例 3 に示した作製方法を用いればよい。

20

【 0 1 8 6 】

なお、本実施例は実施例 1 ~ 3 と自由に組み合わせることが可能である。

【 実施例 5 】

【 0 1 8 7 】

本実施例においては実施例 1 とは異なるアクティブマトリクス基板（第 1 の基板）を作製する。なお、本実施例の T F T 作製工程の詳細は、特願平 1 1 - 1 0 4 6 4 6 号に記載の工程を用いる。

30

【 0 1 8 8 】

まず、基板 1 5 0 1 には低アルカリガラス基板や石英基板を用いることができる。本実施例では低アルカリガラス基板を用いた。この基板 1 5 0 1 の T F T を形成する表面には、基板 1 5 0 1 からの不純物拡散を防ぐために、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの下地膜 1 5 0 2 を形成する。

【 0 1 8 9 】

次に、 2 0 ~ 1 5 0 n m（好ましくは 3 0 ~ 8 0 n m）の厚さで非晶質構造を有する半導体膜を、プラズマ C V D 法やスパッタ法などの公知の方法で形成する。

40

本実施例では、プラズマ C V D 法で非晶質シリコン膜を 5 5 n m の厚さに形成した。そして、公知の結晶化技術を使用して非晶質シリコン膜から結晶質シリコン膜を形成する。例えば、レーザー結晶化法や熱結晶化法（固相成長法）を適用すれば良いが、ここでは、特開平 7 - 1 3 0 6 5 2 号公報で開示された技術に従って、触媒元素を用いる結晶化法で結晶質シリコン膜を形成した。

【 0 1 9 0 】

そして、結晶質シリコン膜を島状に分割して、島状半導体層を形成する。その後、プラズマ C V D 法またはスパッタ法により 5 0 ~ 1 0 0 n m の厚さの酸化シリコン膜によるマスク層を形成する。そしてレジストマスクを設け、 n チャネル型 T F T を形成する島状半導体層の全面にしきい値電圧を制御する目的で $1 \times 10^{16} \sim 5 \times 10^{17} \text{ atoms / cm}^3$ 程度の濃

50

度でp型を付与する不純物元素としてボロン(B)を添加した。次いで、駆動回路のnチャネル型TF TのLDD領域を形成するために、n型を付与する不純物元素を島状半導体層に選択的に添加する。そのため、あらかじめレジストマスクを形成した。次に、マスク層をフッ酸などにより除去して、添加した不純物元素を活性化させる工程を行う。活性化は、窒素雰囲気中で500~600で1~4時間の熱処理や、レーザー活性化の方法により行うことができる。また、両者を併用して行っても良い。本実施例では、レーザー活性化の方法を用いた。

【0191】

そして、ゲート絶縁膜1520をプラズマCVD法またはスパッタ法を用いて10~150nmの厚さでシリコンを含む絶縁膜で形成する。次に、本実施例では、導電性の窒化物金属膜から成る導電層(A)と金属膜から成る導電層(B)

とを積層させた。導電層(B)はタンタル(Ta)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)から選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金か、前記元素を組み合わせた合金膜(代表的にはMo-W合金膜、Mo-Ta合金膜)で形成すれば良く、導電層(A)は窒化タンタル(TaN)、窒化タングステン(WN)、窒化チタン(TiN)膜、窒化モリブデン(MoN)

で形成する。本実施例では、導電層(A)に30nmの厚さの窒化タンタル膜を、導電層(B)には350nmのTa膜を用い、いずれもスパッタ法で形成した。

【0192】

次に、レジストマスクを形成し、導電層(A)と導電層(B)とを一括でエッチングしてゲート電極1528~1531と容量配線132を形成する。

【0193】

次いで、駆動回路のpチャネル型TF Tのソース領域およびドレイン領域を形成するために、p型を付与する不純物元素を添加する工程を行う。ここでは、ゲート電極1528をマスクとして、自己整合的に不純物領域を形成する。このとき、nチャネル型TF Tが形成される領域はレジストマスクで被覆しておく。

【0194】

次に、nチャネル型TF Tにおいて、ソース領域またはドレイン領域として機能する不純物領域の形成を行った。

【0195】

そして、画素マトリクス回路のnチャネル型TF TのLDD領域を形成するためのn型を付与する不純物添加の工程を行った。その後、それぞれの濃度で添加されたn型またはp型を付与する不純物元素を活性化するために窒素雰囲気中でファーンズアニール法で活性化工程を行った。ここで実施される活性化工程の熱処理により、nチャネル型TF Tおよびpチャネル型TF Tのチャネル形成領域から触媒元素をゲッターリングをすることができた。この熱処理において、ゲート電極1528~1531と容量配線1532の表面には窒化金属層が形成される。さらに、島状半導体層を水素化する工程を行った。

【0196】

活性化および水素化の工程が終了したら、ゲート配線1547、1548と容量配線1549を形成した。

【0197】

第1の層間絶縁膜1550は500~1500nmの厚さで酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜で形成され、その後、それぞれの島状半導体層に形成されたソース領域またはドレイン領域に達するコンタクトホールを形成し、ソース配線1551~1554と、ドレイン配線1555~1558を形成する。次に、パッシベーション膜1559として、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、または窒化酸化シリコン膜を50~500nm(代表的には100~300nm)の厚さで形成する。

【0198】

その後、有機樹脂からなる第2の層間絶縁膜1560を1.0~1.5μmの厚さに形成する。そして、第2の層間絶縁膜1560にドレイン配線1558に達するコンタクト

10

20

30

40

50

ホールを形成し、画素電極 1561、1562 を形成する。画素電極は、透過型液晶表示装置とする場合には透明導電膜を用いれば良く、反射型の液晶表示装置とする場合には金属膜を用いれば良い。

【0199】

次いで、柱状スペーサ 1607 を形成する。この柱状スペーサ 1607 は実施例 3 でのスペーサ作製工程と同一であるので省略する。次いで、実施例 3 と同様に柱状スペーサ 1607 を覆う配向膜 1601 を形成する。配向膜を形成した後、ラビング処理を施して液晶分子がある一定のプレチルト角 ($6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 、好ましくは $7^{\circ} \sim 8^{\circ}$) を持って配向するようにした。対向側の対向基板 1602 には、遮光膜 1603、透明導電膜 1604 および配向膜 1605 を形成した。

そして、画素マトリクス回路と、CMOS 回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とを、公知のセル組み工程によって貼りあわせる。その後、両基板の間に液晶材料 1606 を注入し、封止剤 (図示せず) によって完全に封止した。液晶材料には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして図 20 に示すアクティブマトリクス型液晶表示装置が完成した。

【0200】

図 20 において、駆動回路には p チャネル型 TFT 1701、第 1 の n チャネル型 TFT 1702、第 2 の n チャネル型 TFT 1703、表示領域には画素 TFT 1704、保持容量 1705 が形成されている。

【0201】

なお、本実施例は実施例 1 ~ 4 と自由に組み合わせることが可能である。

【実施例 6】

【0202】

本実施例においては、上記実施例とは異なる TFT を用いて表示装置を作製した例を示す。

【0203】

上記実施例においてはトップゲート型 TFT を用いたが、本実施例ではボトムゲート型 TFT を用いて第 1 の基板を作製する。

【0204】

図 21 中において 1814 は CMOS 回路、1815 は n チャネル型 TFT、1816 は画素 TFT、1817 は層間絶縁膜、1818a は画素電極、1818b は ITO 膜である。この ITO 膜 1818b は、FPC 等の外部端子と接続するために設ける。また、1819 は液晶材料、1820 は対向電極である。また、1801 は第 1 の基板、1808 はシール領域、1821 は第 2 の基板である。

【0205】

また、本実施例においては画素部とソース側駆動回路との間に柱状スペーサ 1807、外部接続端子部に柱状スペーサ 1809、画素部に柱状スペーサ 1810、ゲート側駆動回路に柱状スペーサ 1811、シール領域に柱状スペーサ 1812 がそれぞれ一定の間隔でフォトリソグラフィ法により設けた。このように一定の間隔で柱状スペーサを設けることにより均一な基板間隔を維持することができる。また、シール領域に柱状スペーサ 1812 を設けることによりフィラーを用いなくともよい。また、外部接続端子部に柱状スペーサ 1809 を設けることにより接続部における機械強度を補強することができる。なお、上記各柱状スペーサは実施例 1 または実施例 3 に示した作製方法を用いればよい。

【0206】

なお、上記 TFT 構造を得るための作製工程は公知の技術を用いればよく、特に限定されない。

【0207】

なお、本実施例は実施例 1 ~ 4 と自由に組み合わせることが可能である。

【実施例 7】

【0208】

10

20

30

40

50

本実施例では、タッチパネルを備えた液晶表示装置に本発明の柱状スペーサを適用した場合について図 22 (a) および図 22 (b) を用い説明する。

【0209】

図 22 (a) は、光学式タッチパネル 3002 を備えた携帯情報端末機器の外観図および断面図である。

【0210】

図 22 (a) において、3001 はデジタルカメラ、3002 はタッチパネル、3003 は液晶パネル、3004 は LED バックライト、3100 は発光素子、3200 は受光素子である。

【0211】

このタッチパネルを備えた表示装置においては、タッチパネル 3002 の表面に指先やペン先が触ると、パネルの端部に設けられた発光素子 3100 からの光路 a の一部が遮断され光の一部が光路 b に進んでしまう。そして、その光路 a の一部が遮断された発光素子に対応する受光素子 3200 は光を受光しないから、触った箇所の時間的な位置変化を検出することができる。

【0212】

本実施例において、本発明の柱状スペーサ 3005 を液晶パネル 3003 に用いた。この柱状スペーサは、実施例 1 または実施例 3 に記載した作製方法により形成する。こうすることにより、機械的強度が補強され、頑丈なパネルとすることができた。また、本発明の柱状スペーサによって、外部からの圧力（指先やペン先からの）により基板間隔がほとんど変化しないので表示画像が乱れにくい。

【0213】

なお、本実施例では LED バックライトを用いた透過型の LCD パネルを用いたが、バックライトを用いない反射型 LCD パネルを用いてもよい。また、外光の光量に応じて自由に、反射型や透過型に切り替え可能な LCD パネルを用いてもよい。

【0214】

図 22 (b) は、ペン入力式タッチパネル 3102 を備えた携帯情報端末機器の外観図および断面図である。

【0215】

図 22 (b) において、3102 はタッチパネル、3103 は液晶パネル、3104 はバックライト、3105 は入力ペンである。

【0216】

このタッチパネルを備えた表示装置においては、タッチパネル 3102 の表面に感圧式や静電容量式の検出素子が設けられている。入力ペン 3105 で触ると、検出素子により時間的な位置変化を検出することができる。

【0217】

本実施例において、本発明の柱状スペーサ 3106 を液晶パネル 3103 に用いた。この柱状スペーサは、実施例 1 または実施例 3 に記載した作製方法により形成する。こうすることにより、機械的強度が補強され、頑丈なパネルとすることができた。また、本発明の柱状スペーサによって、外部からの圧力（指先やペン先からの）により基板間隔がほとんど変化しないので表示画像が乱れにくい。

なお、このような感圧式や静電容量式の検出素子が設けられたタッチパネル 3102 は LCD パネル 3103 に直接接しているため、LCD パネル 3103 が外部からの圧力を受けやすく効果的である。

【0218】

なお、本実施例の構成は、実施例 1 ~ 6 のいずれの構成とも自由に組み合わせることが可能である。

【実施例 8】

【0219】

本実施例では、本発明をシリコン基板上に作製した反射型液晶表示装置に適用した場合

10

20

30

40

50

について説明する。本実施例は、実施例 1 において、結晶質シリコン膜でなる活性層の代わりに、シリコン基板（シリコンウェハ）に直接的に n 型または p 型を付与する不純物元素を添加し、TFT 構造を実現すれば良い。また、反射型であるので、画素電極として反射率の高い金属膜（例えばアルミニウム、銀、またはこれらの合金（Al - Ag 合金）等）を用いれば良い。

【0220】

なお、本実施例の構成は、実施例 1 ~ 7 のいずれの構成とも自由に組み合わせることが可能である。

【実施例 9】

【0221】

本発明は従来の MOSFET 上に層間絶縁膜を形成し、その上に TFT を形成する際に用いることも可能である。即ち、三次元構造の半導体装置を実現することも可能である。また、基板として SIMOX、Smart - Cut（SOITEC 社の登録商標）、ELTRAN（キャノン株式会社の登録商標）などの SOI 基板を用いることも可能である。

【0222】

なお、本実施例の構成は、実施例 1 ~ 8 のいずれの構成とも自由に組み合わせることが可能である。

【実施例 10】

【0223】

本発明はアクティブマトリクス型 EL（エレクトロルミネッセンス）ディスプレイに適用することも可能である。その例を図 23 に示す。

【0224】

図 23 はアクティブマトリクス型 EL ディスプレイの回路図である。11 は画素部を表しており、その周辺には X 方向駆動回路 12、Y 方向駆動回路 13 が設けられている。また、表示領域 11 の各画素は、スイッチ用 TFT 14、保持容量 15、電流制御用 TFT 16、有機 EL 素子 17 を有し、スイッチ用 TFT 14 に X 方向信号線 18a（または 18b）、Y 方向信号線 19a（または 19b、19c）が接続される。また、電流制御用 TFT 16 には、電源線 20a、20b が接続される。

【0225】

本実施例のアクティブマトリクス型 EL ディスプレイでは、X 方向駆動回路 12、Y 方向駆動回路 13 に用いられる TFT を図 8（B）の p チャネル型 TFT 701、n チャネル型 TFT 702 または 703 を組み合わせて形成する。また、スイッチ用 TFT 14 や電流制御用 TFT 16 の TFT を図 8（B）の n チャネル型 TFT 704 で形成する。

【実施例 11】

【0226】

本発明によって作製された液晶表示装置は様々な液晶材料を用いることが可能である。そのような材料として、TN 液晶、PDL C（ポリマー分散型液晶）、FLC（強誘電性液晶）、AFLC（反強誘電性液晶）、または FLC と AFLC の混合物が挙げられる。

【0227】

例えば、「H.Furue et al.; Characteristics and Drivng Scheme of Polymer-Stabilized Monostable FLC D Exhibiting Fast Response Time and High Contrast Ratio with Gray-Scale Capability, SID, 1998」、「T.Yoshida et al.; A Full-Color Thresholdless Antiferroelectric LCD Exhibiting Wide Viewing Angle with Fast Response Time, 841, SID 97 DIGEST, 1997」、または米国特許第 5,594,569 号に開示された材料を用いることができる。

【0228】

特に、しきい値なし（無しきい値）の反強誘電性液晶（Thresholdless Antiferroelectric LCD：TL - AFLC と略記する）を使うと、液晶の動作電圧を ± 2.5 V 程度に低減しうるため電源電圧として 5 ~ 8 V 程度で済む場合がある。

即ち、ドライバー回路と画素マトリクス回路を同じ電源電圧で動作させることが可能とな

10

20

30

40

50

り、液晶表示装置全体の低消費電力化を図ることができる。

【0229】

また、無しきい値反強誘電性液晶は、V字型の電気光学応答特性を示すものがあり、その駆動電圧が約 ± 2.5 V程度（セル厚約 $1\ \mu\text{m} \sim 2\ \mu\text{m}$ ）のものも見出されている。

【0230】

ここで、V字型の電気光学応答を示す無しきい値反強誘電性混合液晶の印加電圧に対する光透過率の特性を図24に示す。図24に示すグラフの縦軸は透過率（任意単位）、横軸は印加電圧である。なお、液晶パネルにおける入射側の偏光板の透過軸は、液晶パネルのラビング方向にほぼ一致する無しきい値反強誘電性混合液晶のスメクティック層の法線方向とほぼ平行に設定されている。また、出射側の偏光板の透過軸は、入射側の偏光板の透過軸に対してほぼ直角（クロスニコル）に設定されている。

10

【0231】

また、強誘電性液晶や反強誘電性液晶はTN液晶に比べて応答速度が速いという利点をもつ。上記実施例で用いるような結晶質TFEは非常に動作速度の速いTFEを実現するため、強誘電性液晶や反強誘電性液晶の応答速度の速さを十分に生かした画像応答速度の速い液晶表示装置を実現することが可能である。

【0232】

なお、本実施例の液晶表示装置をパーソナルコンピュータ等の電子機器の表示ディスプレイとして用いることが有効であることは言うまでもない。

【0233】

また、本実施例の構成は、実施例1～10のいずれの構成とも自由に組み合わせることが可能である。

20

【実施例12】

【0234】

本発明を実施して形成されたTFEは様々な電気光学装置に用いることができる。即ち、それら電気光学装置を表示部として組み込んだ電子機器全てに本発明を実施できる。

【0235】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、ウェアラブルディスプレイ、カーナビゲーション、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）などが挙げられる。それらの一例を図25に示す。

30

【0236】

図25（A）はパーソナルコンピュータであり、本体2001、画像入力部2002、表示部2003、キーボード2004で構成される。本願発明を画像入力部2002、表示部2003やその他の駆動回路に適用することができる。

【0237】

図25（B）はビデオカメラであり、本体2101、表示部2102、音声入力部2103、操作スイッチ2104、バッテリー2105、受像部2106で構成される。本願発明を表示部2102、音声入力部2103やその他の駆動回路に適用することができる。

40

【0238】

図25（C）はモバイルコンピュータ（モータールコンピュータ）であり、本体2201、カメラ部2202、受像部2203、操作スイッチ2204、表示部2205で構成される。本願発明は表示部2205やその他の駆動回路に適用できる。

【0239】

図25（D）はゴーグル型ディスプレイであり、本体2301、表示部2302、アーム部2303で構成される。本発明は表示部2302やその他の駆動回路に適用することができる。

【0240】

図25（E）はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるブレ

50

ーヤーであり、本体 2401、表示部 2402、スピーカ部 2403、記録媒体 2404、操作スイッチ 2405 で構成される。なお、この装置は記録媒体として DVD (Digital Versatile Disc)、CD 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。本発明は表示部 2402 やその他の駆動回路に適用することができる。

【0241】

図 25 (F) はデジタルカメラであり、本体 2501、表示部 2502、接眼部 2503、操作スイッチ 2504、受像部 (図示しない) で構成される。本願発明を表示部 2502 やその他の駆動回路に適用することができる。

【0242】

以上の様に、本願発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1 ~ 9 および実施例 11 のどのような組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【実施例 13】

【0243】

本発明を実施して形成された TFT は様々な電気光学装置に用いることができる。即ち、それら電気光学装置を表示部として組み込んだ電子機器全てに本発明を実施できる。

【0244】

その様な電子機器としては、プロジェクター (リア型またはフロント型) などが挙げられる。それらの一例を図 26 に示す。

【0245】

図 26 (A) はフロント型プロジェクターであり、投射装置 2601、スクリーン 2602 等を含む。本発明は投射装置 2601 の一部を構成する液晶表示装置 2808 やその他の駆動回路に適用することができる。

【0246】

図 26 (B) はリア型プロジェクターであり、本体 2701、投射装置 2702、ミラー 2703、スクリーン 2704 等を含む。本発明は投射装置 2702 の一部を構成する液晶表示装置 2808 やその他の駆動回路に適用することができる。

【0247】

なお、図 26 (C) は、図 26 (A) 及び図 26 (B) 中における投射装置 2601、2702 の構造の一例を示した図である。投射装置 2601、2702 は、光源光学系 2801、ミラー 2802、2804 ~ 2806、ダイクロイックミラー 2803、プリズム 2807、液晶表示装置 2808、位相差板 2809、投射光学系 2810 で構成される。投射光学系 2810 は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図 26 (C) 中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、IR フィルム等の光学系を設けてもよい。

【0248】

また、図 26 (D) は、図 26 (C) 中における光源光学系 2801 の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系 2801 は、リフレクター 2811、光源 2812、レンズアレイ 2813、2814、偏光変換素子 2815、集光レンズ 2816 で構成される。なお、図 26 (D) に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、IR フィルム等の光学系を設けてもよい。

【0249】

ただし、図 26 に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の電気光学装置及び EL 表示装置での適用例は図示していない。

【0250】

以上の様に、本願発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1 ~ 9 および実施例 11 のどのよう

10

20

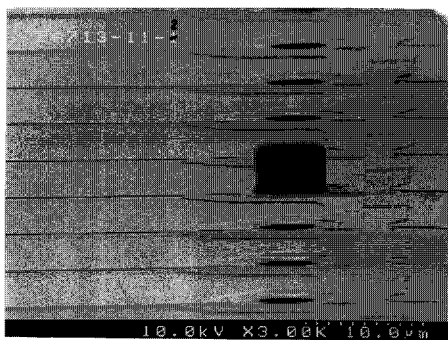
30

40

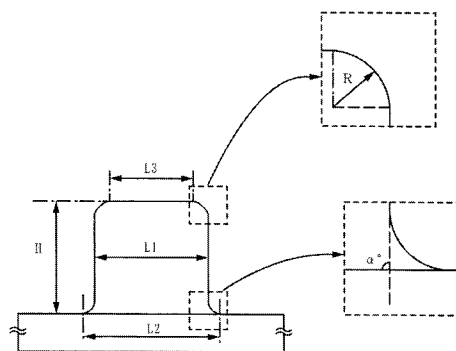
50

な組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【図 1】

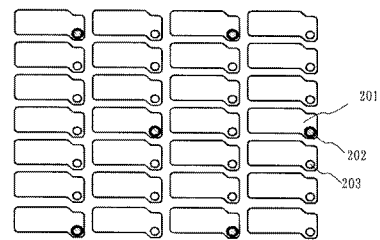


(A) スペースのSEM観察写真

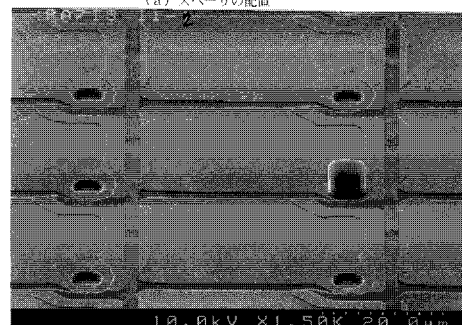


(B) スペースの断面模式図

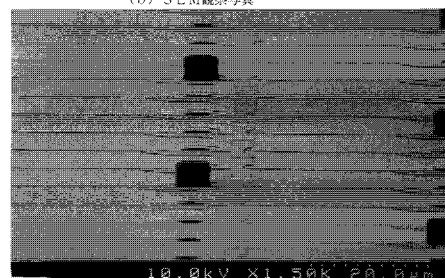
【図 2】



(a) スペースの配置



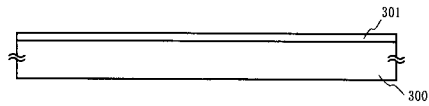
(b) SEM観察写真



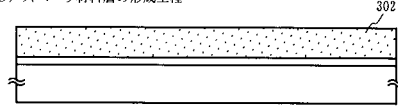
(c) SEM観察写真

【図 3】

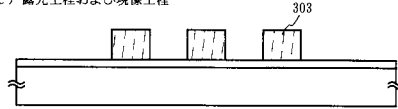
(a) 配向膜の形成工程およびラビング工程



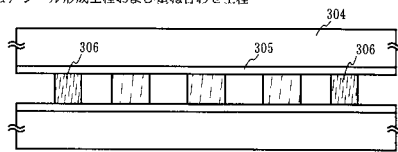
(b) スペース材料層の形成工程



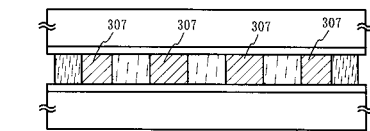
(c) 露光工程および現像工程



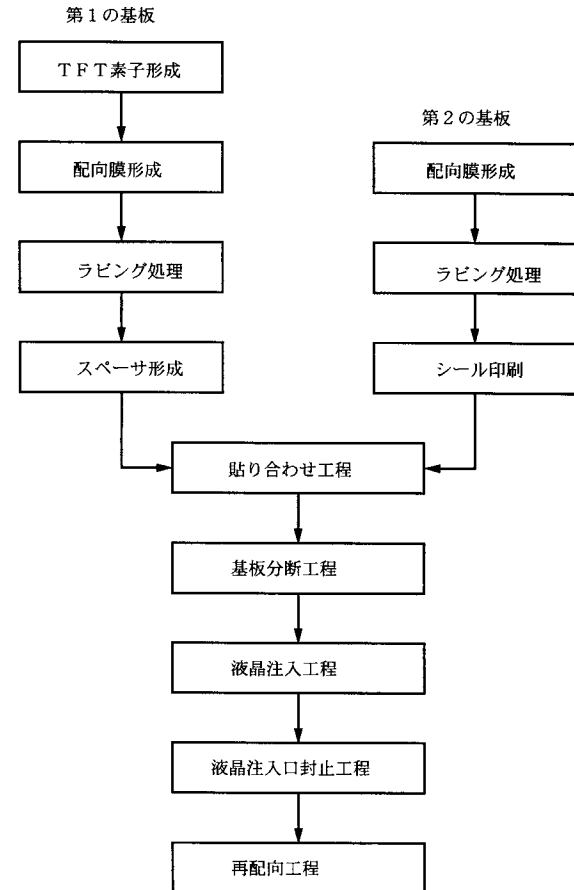
(d) シール形成工程および重ね合わせ工程



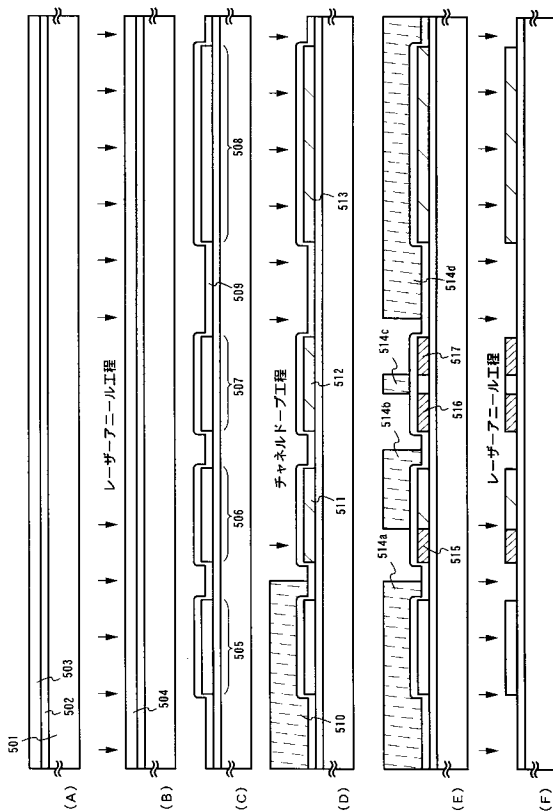
(e) 分断工程および液晶注入工程



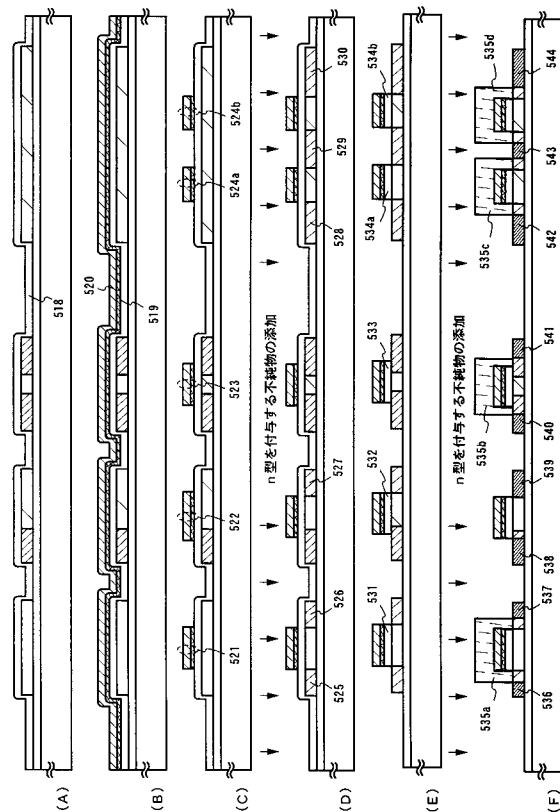
【図 4】



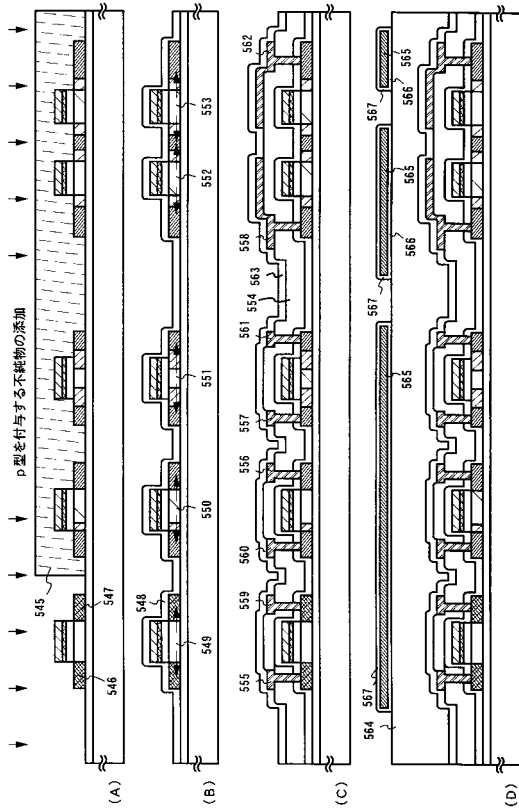
【図 5】



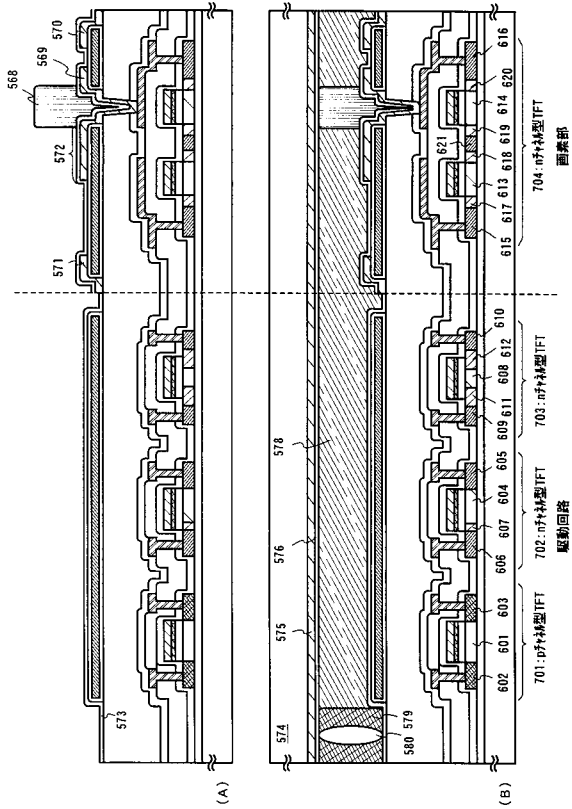
【図 6】



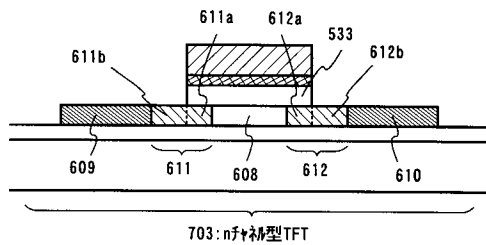
【図 7】



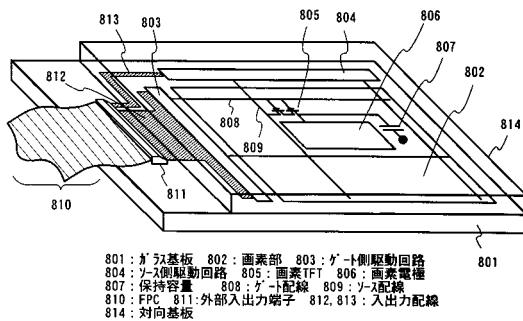
【図 8】



【図 9】

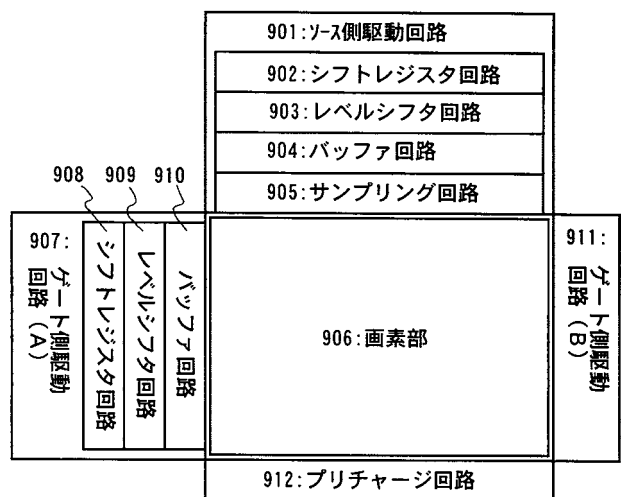


【図 10】

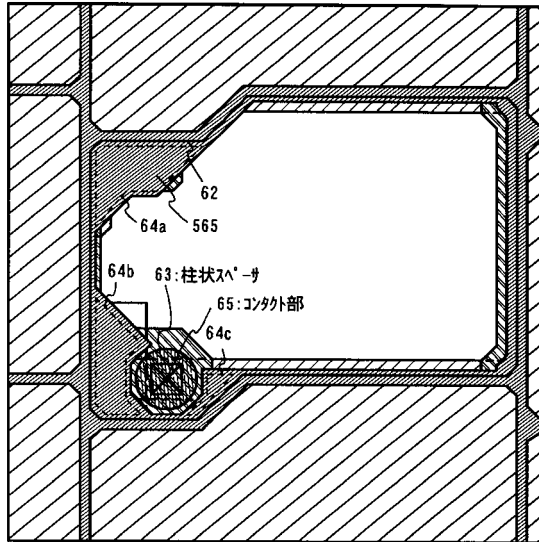


801: ガラス基板 802: 画素部 803: ゲート側駆動回路
804: ソース側駆動回路 805: 画素TFT 806: 画素電極
807: 保持容量 808: ゲート配線 809: ソース配線
810: FPC 811: 外部入出力端子 812, 813: 入出力配線
814: 対向基板

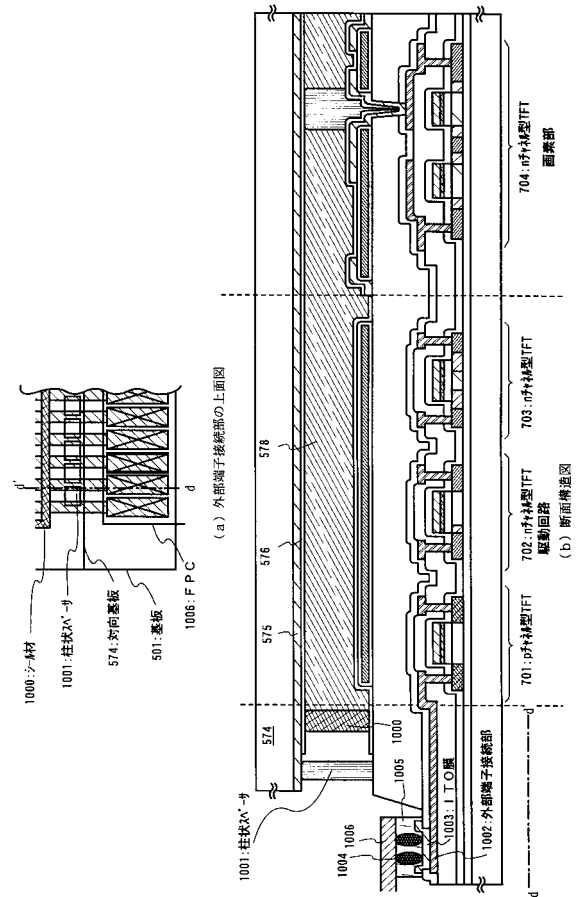
【図 11】



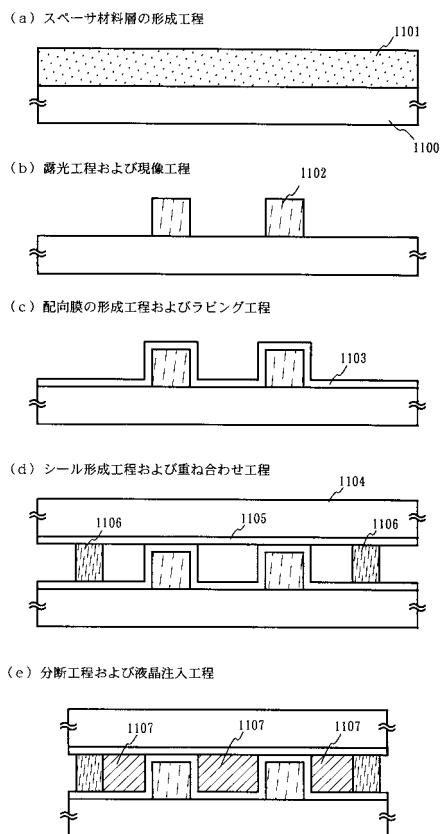
【図 12】



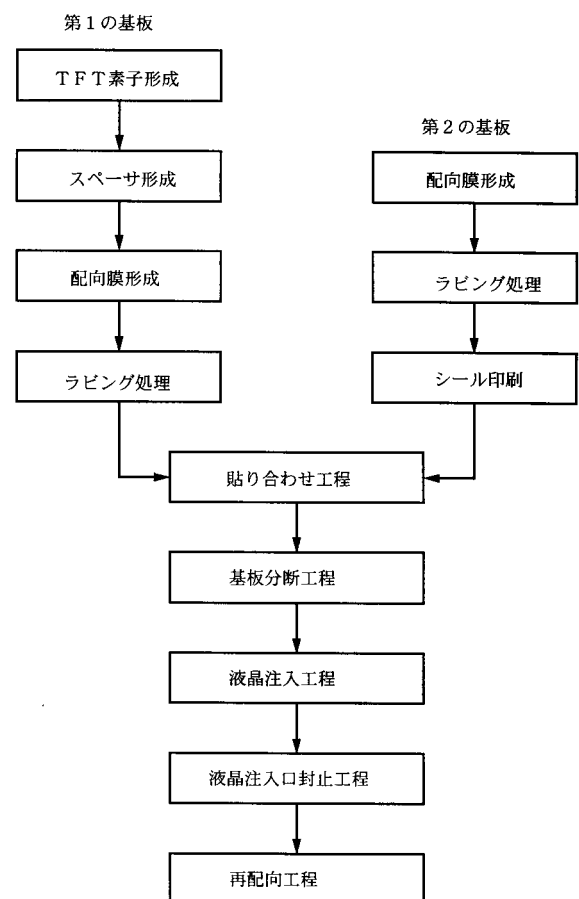
【図 13】



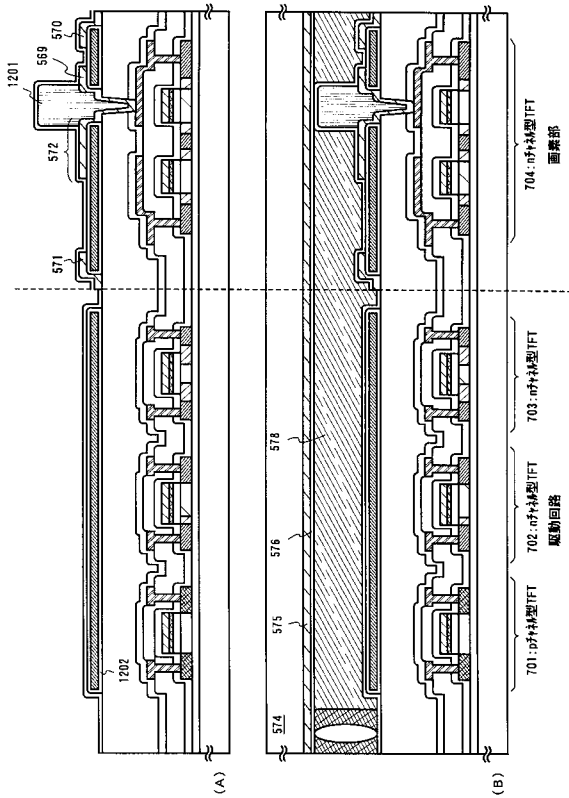
【図 14】



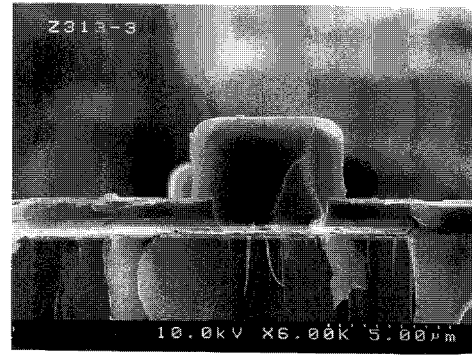
【図 15】



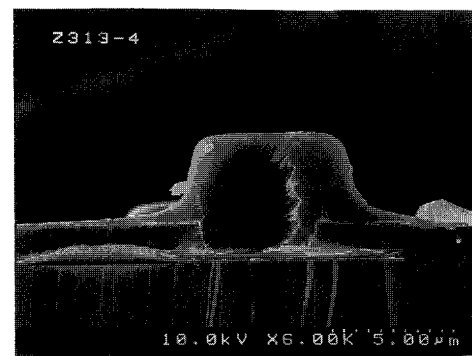
【図 16】



【図 17】

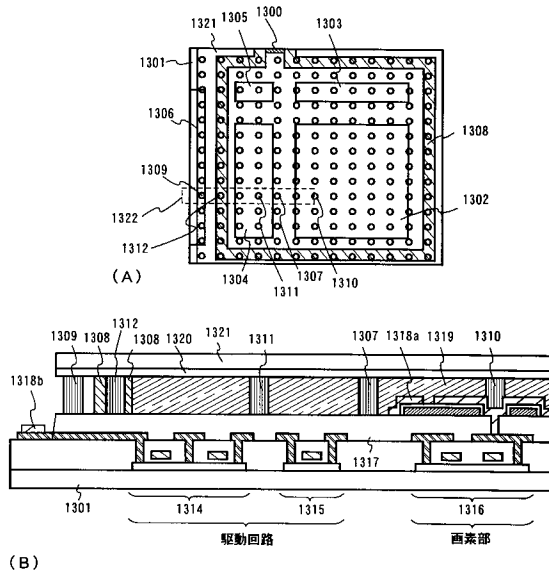


(A) 柱状スペーサの断面におけるSEM観察写真

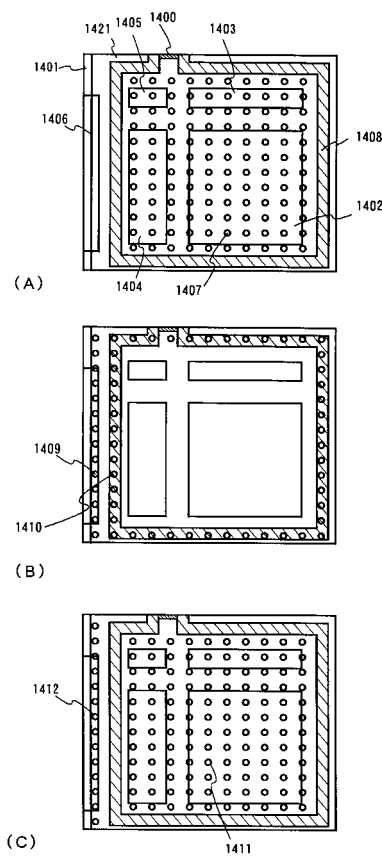


(B) 柱状スペーサの断面におけるSEM観察写真

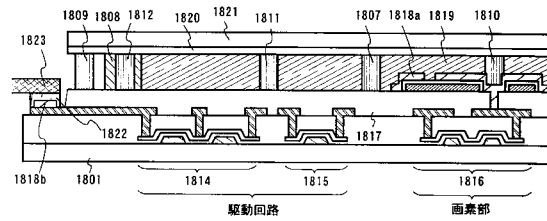
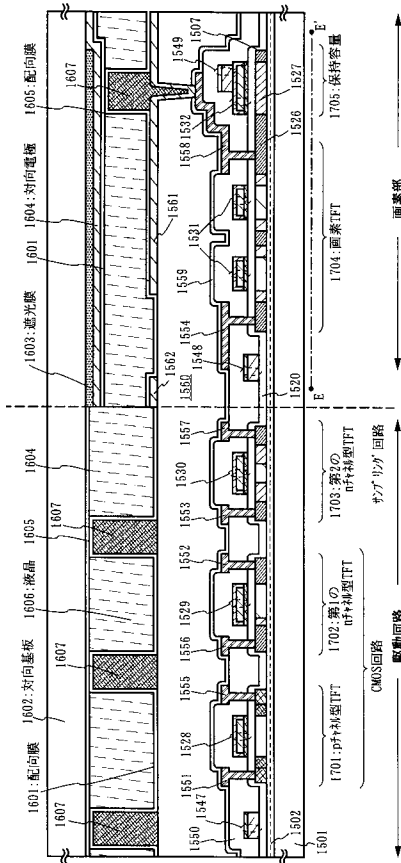
【図 18】



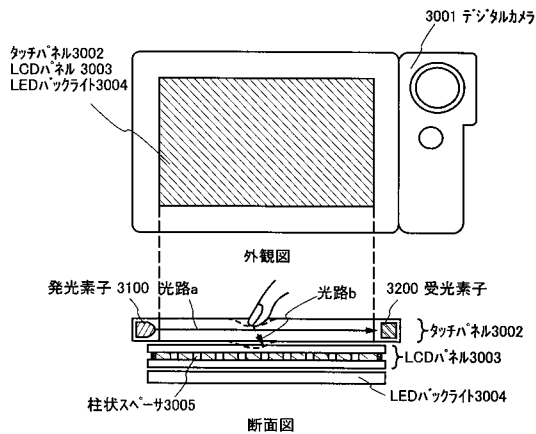
【図 19】



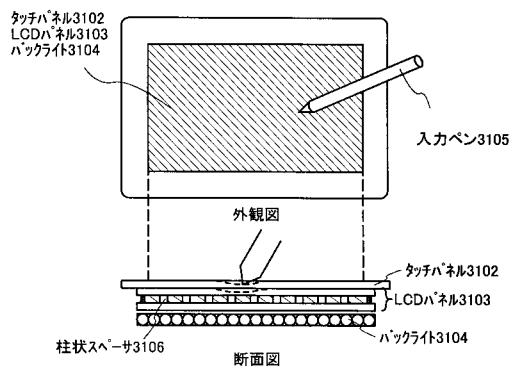
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】

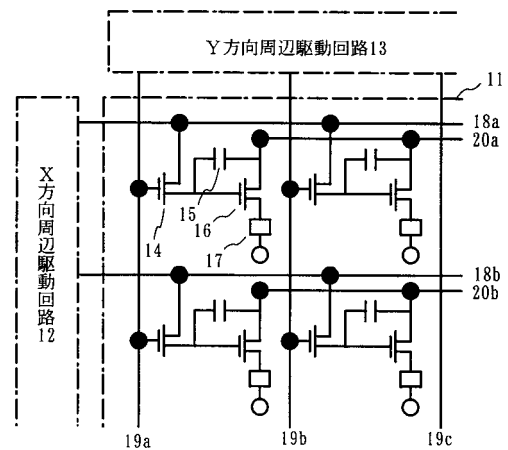


(a) 携帯情報端末機器(光学式タッチパネル)の外観図および断面図



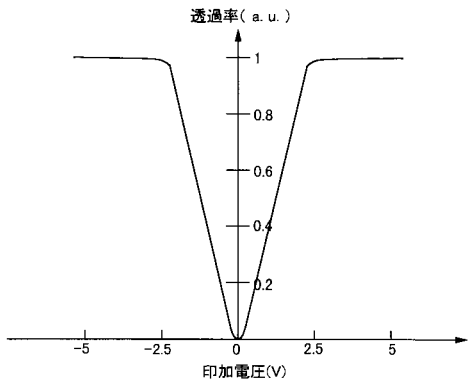
(b) 携帯情報端末機器(ペン入力式タッチパネル)の外観図および断面図

【 ㊦ 2 3 】

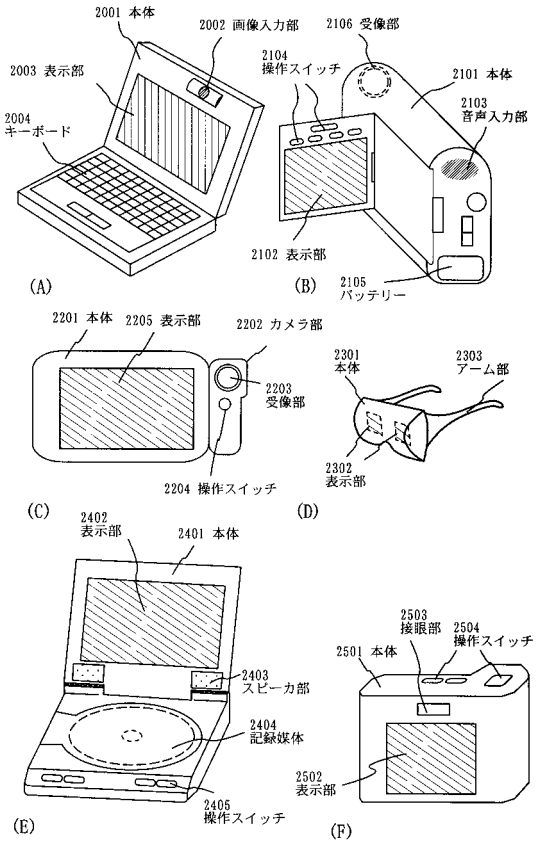


11:画素部 12:X方向周辺駆動回路 13:Y方向周辺駆動回路
14:スイッチ用TFT 15:コンデンサ 16:電流制御用TFT 17:有機EL素子
18a, 88b:X方向信号線 19a~19c:Y方向信号線 20a, 20b:電源線

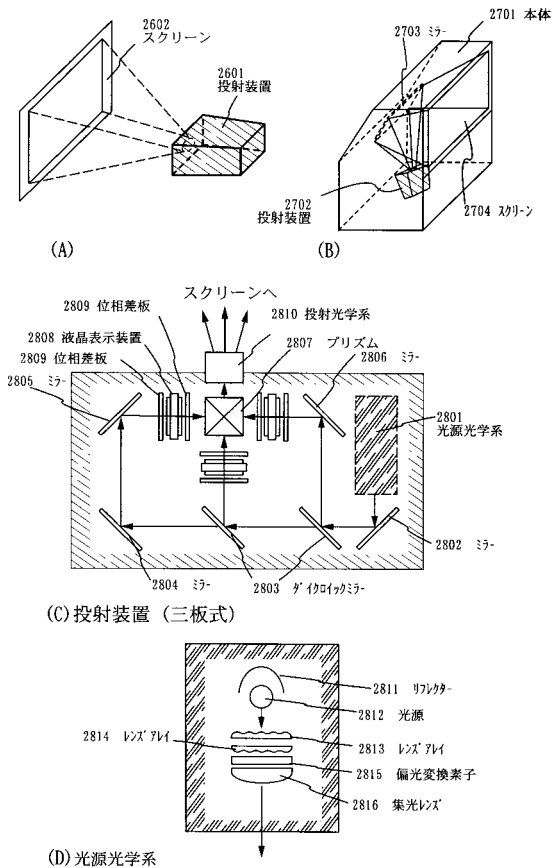
【図 24】



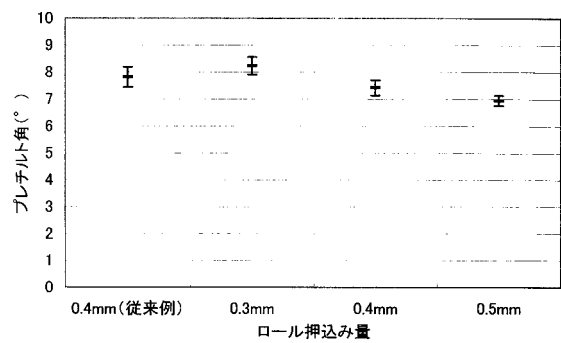
【図 25】



【図 26】



【図 27】



ブレチルト角のラビングロール押し込み量依存性

【手続補正書】

【提出日】平成23年11月29日(2011.11.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜と前記第1の基板との間に配置された保持容量と、前記層間絶縁膜と前記第2の基板との間に配置された柱状スペーサ及び液晶材料と、前記柱状スペーサと前記層間絶縁膜との間に配置された画素電極と、前記柱状スペーサと前記第2の基板との間に配置された対向電極と、を有し、前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第1の基板との間に配置された島状半導体層と、前記絶縁膜と前記層間絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、前記柱状スペーサは、第1の樹脂材料を用いて形成されたものであり、前記層間絶縁膜は、第2の樹脂材料を用いて形成されたものであり、前記柱状スペーサは、前記層間絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜と前記第1の基板との間に配置された保持容量及び配線と、前記層間絶縁膜と前記第2の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及びシール材と、前記柱状スペーサと前記層間絶縁膜との間に配置された画素電極と、前記柱状スペーサと前記第2の基板との間に配置された対向電極と、を有し、前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第1の基板との間に配置された島状半導体層と、前記絶縁膜と前記層間絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、前記柱状スペーサは、第1の樹脂材料を用いて形成されたものであり、前記層間絶縁膜は、第2の樹脂材料を用いて形成されたものであり、前記シール材には、フィラーが含まれており、前記柱状スペーサは、前記層間絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されており、前記シール材は、前記層間絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】

第1の基板と、第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間に配置された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜と前記第1の基板との間に配置された保持容量及び画素TFTと、前記層間絶縁膜と前記第2の基板との間に配置された柱状スペーサ及び液晶材料と、前記柱状スペーサと前記層間絶縁膜との間に配置された画素電極と、前記柱状スペーサと前記第2の基板との間に配置された対向電極と、を有し、前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第1の基板との間に配置された島状半導体層と、前記絶縁膜と前記層間絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、

前記保持容量は、前記島状半導体層の第１の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素ＴＦＴは、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第２の領域を用いて形成されたものであり、
前記柱状スペーサは、第１の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記層間絶縁膜は、第２の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記柱状スペーサは、前記層間絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されてい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、
第２の基板と、
前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された層間絶縁膜と、
前記層間絶縁膜と前記第１の基板との間に配置された保持容量、配線、及び画素ＴＦＴと、
前記層間絶縁膜と前記第２の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及びシール材と、
前記柱状スペーサと前記層間絶縁膜との間に配置された画素電極と、
前記柱状スペーサと前記第２の基板との間に配置された対向電極と、を有し、
前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第１の基板との間に配置された島状半導体層と、前記絶縁膜と前記層間絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、
前記保持容量は、前記島状半導体層の第１の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素ＴＦＴは、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第２の領域を用いて形成されたものであり、
前記柱状スペーサは、第１の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記層間絶縁膜は、第２の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記シール材には、フィラーが含まれており、
前記柱状スペーサは、前記層間絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されており、
前記シール材は、前記層間絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項５】

F P Cと、
第１の基板と、
第２の基板と、
前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された第１の絶縁膜と、
前記第１の絶縁膜と前記第２の基板との間に配置された第２の絶縁膜と、
前記第１の絶縁膜と前記第１の基板との間に配置された保持容量及び画素ＴＦＴと、
前記第１の絶縁膜と前記第２の絶縁膜との間に配置された第１の導電層及び配線と、
前記第２の絶縁膜と前記第２の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及びシール材と、
前記柱状スペーサと前記第２の絶縁膜との間に配置された画素電極と、
前記柱状スペーサと前記第２の基板との間に配置された対向電極と、を有し、
前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第１の基板との間に配置された島状半導体層と、前記絶縁膜と前記第１の絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、
前記保持容量は、前記島状半導体層の第１の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素ＴＦＴは、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第２の領域を用いて形成されたものであり、
前記第１の導電層は、前記第１の絶縁膜に設けられた第１のコンタクトホールを介して前記島状半導体層と電氣的に接続されており、
前記画素電極は、前記第２の絶縁膜に設けられた第２のコンタクトホールを介して前記第１の導電層と電氣的に接続されており、

前記配線は、第２の導電層を介して前記ＦＰＣと電氣的に接続されており、
前記柱状スペーサは、第１の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記第２の絶縁膜は、第２の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記シール材には、フィラーが含まれており、
前記柱状スペーサは、前記第２の絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されて
おり、

前記シール材は、前記第２の絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されており、
前記第２の導電層は、前記配線と重なって配置されていることを特徴とする液晶表示装
置。

【請求項６】

ＦＰＣと、
第１の基板と、
第２の基板と、
前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された第１の絶縁膜と、
前記第１の絶縁膜と前記第２の基板との間に配置された第２の絶縁膜と、
前記第１の絶縁膜と前記第１の基板との間に配置された保持容量及び画素ＴＦＴと、
前記第１の絶縁膜と前記第２の絶縁膜との間に配置された第１の導電層及び配線と、
前記第２の絶縁膜と前記第２の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及び
シール材と、

前記柱状スペーサと前記第２の絶縁膜との間に配置された画素電極と、
前記柱状スペーサと前記第２の基板との間に配置された対向電極と、を有し、
前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第１の基板との間に配置された島状半導
体層と、前記絶縁膜と前記第１の絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、
前記保持容量は、前記島状半導体層の第１の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素ＴＦＴは、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第２の領域を
用いて形成されたものであり、

前記第１の導電層は、前記第１の絶縁膜に設けられた第１のコンタクトホールを介して
前記島状半導体層と電氣的に接続されており、

前記画素電極は、前記第２の絶縁膜に設けられた第２のコンタクトホールを介して前記
第１の導電層と電氣的に接続されており、

前記配線は、第２の導電層を介して前記ＦＰＣと電氣的に接続されており、
前記画素電極及び前記第２の導電層は、ＩＴＯ膜を用いて形成されたものであり、
前記柱状スペーサは、第１の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記第２の絶縁膜は、第２の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記シール材には、フィラーが含まれており、
前記柱状スペーサは、前記第２の絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されて
おり、

前記シール材は、前記第２の絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されており、
前記第２の導電層は、前記配線と重なって配置されていることを特徴とする液晶表示装
置。

【請求項７】

ＦＰＣと、
第１の基板と、
第２の基板と、
前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された第１の絶縁膜と、
前記第１の絶縁膜と前記第２の基板との間に配置された第２の絶縁膜と、
前記第１の絶縁膜と前記第１の基板との間に配置された保持容量及び画素ＴＦＴと、
前記第１の絶縁膜と前記第２の絶縁膜との間に配置された第１の導電層及び配線と、
前記第２の絶縁膜と前記第２の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及び
シール材と、

前記柱状スペーサと前記第 2 の絶縁膜との間に配置された画素電極と、
前記柱状スペーサと前記第 2 の基板との間に配置された対向電極と、を有し、
前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第 1 の基板との間に配置された島状半導体層と、前記絶縁膜と前記第 1 の絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、
前記保持容量は、前記島状半導体層の第 1 の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素 T F T は、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第 2 の領域を用いて形成されたものであり、
前記第 1 の導電層は、前記第 1 の絶縁膜に設けられた第 1 のコンタクトホールを介して前記島状半導体層と電氣的に接続されており、
前記画素電極は、前記第 2 の絶縁膜に設けられた第 2 のコンタクトホールを介して前記第 1 の導電層と電氣的に接続されており、
前記配線は、第 2 の導電層を介して前記 F P C と電氣的に接続されており、
前記第 1 の導電層及び前記配線は、第 1 のチタン膜と第 2 のチタン膜との間にアルミニウム膜が配置された積層膜を用いて形成されたものであり、
前記画素電極及び前記第 2 の導電層は、I T O 膜を用いて形成されたものであり、
前記柱状スペーサは、第 1 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記第 2 の絶縁膜は、第 2 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記シール材には、フィラーが含まれており、
前記柱状スペーサは、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されており、
前記シール材は、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されており、
前記第 2 の導電層は、前記配線と重なって配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 8】

F P C と、
第 1 の基板と、
第 2 の基板と、
前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置された第 1 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 2 の基板との間に配置された第 2 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 1 の基板との間に配置された保持容量及び画素 T F T と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 2 の絶縁膜との間に配置された第 1 の導電層及び配線と、
前記第 2 の絶縁膜と前記第 2 の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及びシール材と、
前記柱状スペーサと前記第 2 の絶縁膜との間に配置された画素電極と、
前記柱状スペーサと前記第 2 の基板との間に配置された対向電極と、を有し、
前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第 1 の基板との間に配置された島状半導体層と、前記絶縁膜と前記第 1 の絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、
前記保持容量は、前記島状半導体層の第 1 の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素 T F T は、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第 2 の領域を用いて形成されたものであり、
前記第 1 の導電層は、前記第 1 の絶縁膜に設けられた第 1 のコンタクトホールを介して前記島状半導体層と電氣的に接続されており、
前記画素電極は、前記第 2 の絶縁膜に設けられた第 2 のコンタクトホールを介して前記第 1 の導電層と電氣的に接続されており、
前記配線は、第 2 の導電層を介して前記 F P C と電氣的に接続されており、
前記柱状スペーサは、第 1 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記第 2 の絶縁膜は、第 2 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記シール材には、フィラーが含まれており、
前記柱状スペーサは、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されており、

前記シール材は、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されており、
前記第 2 の導電層は、前記第 2 の絶縁膜を介さずに、前記配線と重なって配置されてい
ることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 9】

F P C と、
第 1 の基板と、
第 2 の基板と、
前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置された第 1 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 2 の基板との間に配置された第 2 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 1 の基板との間に配置された保持容量及び画素 T F T と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 2 の絶縁膜との間に配置された第 1 の導電層及び配線と、
前記第 2 の絶縁膜と前記第 2 の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及び
シール材と、
前記柱状スペーサと前記第 2 の絶縁膜との間に配置された画素電極と、
前記柱状スペーサと前記第 2 の基板との間に配置された対向電極と、を有し、
前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第 1 の基板との間に配置された島状半導
体層と、前記絶縁膜と前記第 1 の絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、
前記保持容量は、前記島状半導体層の第 1 の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素 T F T は、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第 2 の領域を
用いて形成されたものであり、
前記第 1 の導電層は、前記第 1 の絶縁膜に設けられた第 1 のコンタクトホールを介して
前記島状半導体層と電気的に接続されており、
前記画素電極は、前記第 2 の絶縁膜に設けられた第 2 のコンタクトホールを介して前記
第 1 の導電層と電気的に接続されており、
前記配線は、第 2 の導電層を介して前記 F P C と電気的に接続されており、
前記画素電極及び前記第 2 の導電層は、I T O 膜を用いて形成されたものであり、
前記柱状スペーサは、第 1 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記第 2 の絶縁膜は、第 2 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、
前記シール材には、フィラーが含まれており、
前記柱状スペーサは、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されて
おり、
前記シール材は、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されており、
前記第 2 の導電層は、前記第 2 の絶縁膜を介さずに、前記配線と重なって配置されてい
ることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 10】

F P C と、
第 1 の基板と、
第 2 の基板と、
前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に配置された第 1 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 2 の基板との間に配置された第 2 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 1 の基板との間に配置された保持容量及び画素 T F T と、
前記第 1 の絶縁膜と前記第 2 の絶縁膜との間に配置された第 1 の導電層及び配線と、
前記第 2 の絶縁膜と前記第 2 の基板との間に配置された柱状スペーサ、液晶材料、及び
シール材と、
前記柱状スペーサと前記第 2 の絶縁膜との間に配置された画素電極と、
前記柱状スペーサと前記第 2 の基板との間に配置された対向電極と、を有し、
前記保持容量は、絶縁膜と、前記絶縁膜と前記第 1 の基板との間に配置された島状半導
体層と、前記絶縁膜と前記第 1 の絶縁膜の間に配置された容量配線と、を有し、
前記保持容量は、前記島状半導体層の第 1 の領域を用いて形成されたものであり、
前記画素 T F T は、マルチゲート構造であり、且つ、前記島状半導体層の第 2 の領域を

用いて形成されたものであり、

前記第 1 の導電層は、前記第 1 の絶縁膜に設けられた第 1 のコンタクトホールを介して前記島状半導体層と電氣的に接続されており、

前記画素電極は、前記第 2 の絶縁膜に設けられた第 2 のコンタクトホールを介して前記第 1 の導電層と電氣的に接続されており、

前記配線は、第 2 の導電層を介して前記 F P C と電氣的に接続されており、

前記第 1 の導電層及び前記配線は、第 1 のチタン膜と第 2 のチタン膜との間にアルミニウム膜が配置された積層膜を用いて形成されたものであり、

前記画素電極及び前記第 2 の導電層は、ITO 膜を用いて形成されたものであり、

前記柱状スペーサは、第 1 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、

前記第 2 の絶縁膜は、第 2 の樹脂材料を用いて形成されたものであり、

前記シール材には、フィラーが含まれており、

前記柱状スペーサは、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記保持容量と重なって配置されており、

前記シール材は、前記第 2 の絶縁膜を介して、前記配線と重なって配置されており、

前記第 2 の導電層は、前記第 2 の絶縁膜を介さずに、前記配線と重なって配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

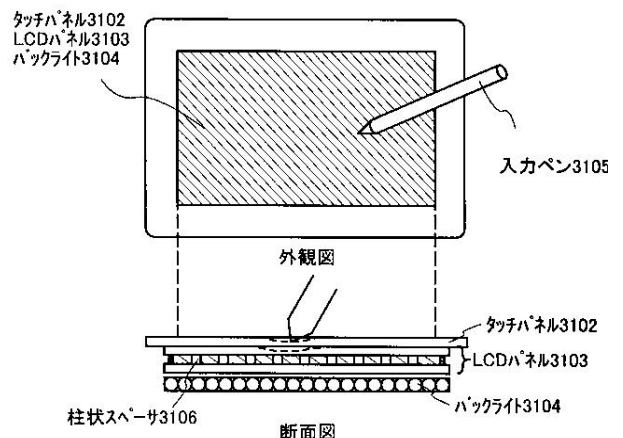
フロントページの続き

F ターム(参考) 2H189 DA07 DA19 DA32 FA16 HA04 HA14 LA06 LA10 LA27 LA30
MA07

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2012032844A	公开(公告)日	2012-02-16
申请号	JP2011250739	申请日	2011-11-16
[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	平形吉晴 後藤裕吾 丸山優子 山崎舜平		
发明人	平形 吉晴 後藤 裕吾 丸山 優子 山崎 舜平		
IPC分类号	G02F1/1339 G02F1/1333 G02F1/136 G02F1/1368 G09F9/00 G09F9/30 H01L21/77 H01L21/84 H01L27/12 H01L29/786 H04N5/66		
CPC分类号	G02F1/13394 G02F1/13306 G02F1/133345 G02F1/13338 G02F1/133512 G02F1/1341 G02F1/134309 G02F1/13454 G02F1/1368 G02F2001/133302 H01L27/12 H01L27/1214 H01L27/1222 H01L27/124 H01L27/1288 H01L29/167 H01L29/78621 H01L29/78627 H01L29/78669 H01L2029/7863 H01L2924/0002 Y10S438/924 Y10S438/98		
FI分类号	G02F1/1339.500		
F-TERM分类号	2H189/DA07 2H189/DA19 2H189/DA32 2H189/FA16 2H189/HA04 2H189/HA14 2H189/LA06 2H189/LA10 2H189/LA27 2H189/LA30 2H189/MA07		
优先权	1999191102 1999-07-06 JP		
其他公开文献	JP5073093B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有高质量显示装置和触摸板的显示装置，其具有根据所使用的液晶的特性在自由范围内设计的精确厚度或不使用微粒间隔物的驱动方法。解决方案：显示装置包括显示装置，该显示装置包括第一基板，第二基板和布置在第一基板和第二基板之间的多个柱状间隔物，以及包括光学检测元件的触摸板。柱状垫片增加了机械强度，以提供坚固的面板。



(b) 携帯情報端末機器(ペン入力式タッチパネル)の外観図および断面図