

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5744366号
(P5744366)

(45) 発行日 平成27年7月8日 (2015.7.8)

(24) 登録日 平成27年5月15日 (2015.5.15)

(51) Int.Cl.

F I

GO2F 1/1343 (2006.01)

GO2F 1/1368 (2006.01)

GO2F 1/137 (2006.01)

GO2F 1/1343

GO2F 1/1368

GO2F 1/137

請求項の数 1 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2011-85057 (P2011-85057)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成23年4月7日 (2011.4.7)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2011-237779 (P2011-237779A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成23年11月24日 (2011.11.24)	(72) 発明者	久保田 大介
審査請求日	平成26年3月14日 (2014.3.14)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2010-91711 (P2010-91711)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成22年4月12日 (2010.4.12)	(72) 発明者	山下 晃央
(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	石谷 哲二
			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	田村 智宏
			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) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ブルー相を示す液晶材料を含む液晶層を挟持する、第1の基板と第2の基板とを有し、
前記第1の基板は、前記液晶層側に、第1の構造体と、前記第1の構造体の表面を覆う
第1の電極とを有し、

前記第2の基板は、前記液晶層側に、第2の構造体と、前記第2の構造体の表面を覆う
第2の電極とを有し、

前記第1の構造体及び前記第2の構造体は、厚さ方向における断面がドーム形状であり、

前記第1の構造体及び前記第2の構造体は、前記液晶層の厚さ方向において、前記液晶層に突出しており、

前記液晶層の厚さ方向において、前記第1の電極層及び前記第2の電極層は前記液晶層に突出しており、

前記第1の電極層と前記第2の電極層の間には前記液晶層があり、
前記第1の構造体及び前記第2の構造体は、それぞれ、一画素内に複数あり、
前記第1の構造体は、前記第2の構造体とは重ならず、

一画素において、前記第1の電極は、前記第2の構造体と重なる部分を有し、
一画素において、前記第2の電極は、前記第1の構造体と重なる部分を有し、
前記第1の構造体の膜厚と前記第1の電極層の膜厚と前記第2の構造体の膜厚と前記第2の電極層の膜厚の合計は、前記液晶層の膜厚よりも大きいことを特徴とする液晶表示装

10

20

置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

液晶表示装置及びその作製方法に関する。

【背景技術】

【0002】

薄型、軽量化を図った表示装置（所謂フラットパネルディスプレイ）には液晶素子を有する液晶表示装置、自発光素子を有する発光装置、フィールドエミッションディスプレイ（FED）などが競合し、開発されている。

10

【0003】

液晶表示装置においては、液晶分子の応答速度の高速化が求められている。液晶の表示モードは種々あるが、中でも高速応答可能な液晶モードとしてFLC（Ferroelectric Liquid Crystal）モード、OCB（Optical Compensated Birefringence）モード、ブルー相を示す液晶を用いるモードがあげられる。

【0004】

特にブルー相を示す液晶を使用するモードは配向膜が不要であり、かつ広視野角化が得られるので、実用化に向けてより研究が行われている（例えば特許文献1参照。）。特許文献1は、ブルー相の出現する温度範囲を広げるために、液晶に高分子安定化処理を行う報告である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2005-090520号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

液晶表示装置における問題として高いコントラストを実現するためには、白透過率（白表示時の光の透過率）が大きいことが必要である。

30

【0007】

従って、より高コントラスト化に向けて、ブルー相を示す液晶を用いた液晶表示モードに適した液晶表示装置を提供することを目的の一とする。

【0008】

また、ブルー相を示す液晶を用いた液晶表示装置において、より低消費電力化を達成することを目的の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

画素電極層（第1の電極層ともいう）が設けられた第1の基板と、共通電極層（第2の電極層ともいう）が設けられた第2の基板とでブルー相を示す液晶層を挟持する液晶表示装置において、画素電極層及び共通電極層が、液晶層に突出し、かつ隣接するもの同士が液晶層を介在して間隔をもって噛み合うように配置される。

40

【0010】

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

【0011】

画素電極層及び共通電極層の液晶層における位置は、画素電極層及び共通電極層の下にそれぞれ構造体を設けることで制御することができる。

【0012】

50

第1の基板と第2の基板とでブルー相を示す液晶層を挟持する液晶表示装置において、画素電極層は第1の基板の液晶層側の面（液晶層に面している方の面）から液晶層に突出して設けられたリブ状の第1の構造体の上面側面を覆って形成され、共通電極層（第2の電極層ともいう）は第2の基板の液晶層側の面から液晶層に突出して設けられたリブ状の第2の構造体の上面側面を覆って形成される。

【0013】

面内方向においては、画素電極層、共通電極層、リブ状の第1の構造体及び第2の構造体は平板状でなく、様々な開口パターン（スリット）を有する屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む形状であり、第1の基板と第2の基板とを対向配置した場合に重ならないように形成されている。

10

【0014】

一方厚さ（膜厚）方向においては、第1の構造体と第2の構造体とは、それぞれ第1の構造体又は第2の構造体が設けられた面を内包するように第1の基板と第2の基板とを対向配置した場合に、該リブ状の凸部同士が液晶層を間に挟んで噛みあうようにシール材によって固持されている。

【0015】

画素電極層と共通電極層とはその側面が隣接するように液晶層に突出して配置されることによって、画素電極層及び共通電極層の形成面積を液晶層の膜厚方向に（3次元的に）も拡大できる。従って、画素電極層及び共通電極層間に電圧を印加した時、画素電極層と、共通電極層との間に広く電界を形成することができる。

20

【0016】

画素電極層（又は画素電極層及び第1の構造体）及び共通電極層（又は共通電極層及び第2の構造体）を、該側面同士が横に並列するように配置するため、画素電極層（又は画素電極層及び第1の構造体）の膜厚の最大値及び共通電極層（又は共通電極層及び第2の構造体）の膜厚の最大値の厚さ（膜厚）の合計が液晶層の厚さの最大値（液晶表示装置のセルギャップともいう）より大きくなるように設定する。

【0017】

しかし、第1の構造体又は第2の構造体上に形成される画素電極層又は共通電極層が、対向する第1の基板又は第2の基板（又は画素電極層又は共通電極層）と接しないように、構造体（第1の構造体又は第2の構造体）と電極層（画素電極層又は共通電極層）との厚さ（膜厚）の合計が、液晶層の厚さの最大値より小さくなるように設定する。

30

【0018】

また、画素電極層又は／及び共通電極層が第1の構造体又は第2の構造体上に形成される場合、画素電極層又は／及び共通電極層は少なくともリブ状の第1の構造体又は第2の構造体の上面及び側面に形成されるが、画素において他の第1の構造体又は第2の構造体の表面以外の平坦な領域にも形成してもよい。例えば、各画素別に電圧が制御される画素電極層の場合は一画素毎に連続した平板状の導電膜として形成してもよく、全画素に共通の電圧が供給される共通電極層の場合は複数の画素を含む画素領域に連続する平板状の導電膜として形成してもよい。

【0019】

画素電極層及び共通電極層の形成領域を拡大することによって、さらに液晶層において電界の形成領域も拡大されるため、より効率よく液晶分子を制御できる。

40

【0020】

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

【0021】

構造体は絶縁性材料（有機材料及び無機材料）を用いた絶縁体、及び導電性材料（有機材料及び無機材料）を用いた導電体で形成することができる。代表的には可視光硬化性、紫

50

外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。また、導電性樹脂や金属材料で形成してもよい。なお、構造体は複数の薄膜の積層構造であってもよい。

【0022】

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

10

【0023】

また、構造体は基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する部分であればよいので、層間膜を加工して液晶層側の表面を凹凸形状とし、突出する構造体としてもよい。よって、構造体は複数の突出した凸部を有する連続膜であってもよい。

【0024】

本明細書では、半導体素子（例えばトランジスタ）、第1の構造体、画素電極層が形成されている基板を素子基板（第1の基板）といい、該素子基板と液晶層を介して対向する基板を対向基板（第2の基板）という。なお、対向基板（第2の基板）と液晶層との間に第2の構造体及び共通電極層が形成されている。

【0025】

液晶層には、ブルー相を示す液晶材料を用いる。なお、液晶材料とは、液晶層に用いる液晶を含む混合物をさす。ブルー相を示す液晶材料は、応答速度が1 m s e c 以下と短く高速応答が可能であるため、液晶表示装置の高性能化が可能になる。

20

【0026】

ブルー相を示す液晶材料として液晶及びカイラル剤を含む。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。例えば、数重量%以上のカイラル剤を混合させた液晶材料を液晶層に用いればよい。

【0027】

液晶は、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、強誘電液晶、反強誘電液晶等を用いる。

30

【0028】

カイラル剤は、液晶に対する相溶性が良く、かつ擦れ力の強い材料を用いる。また、R体、S体のどちらか片方の材料が良く、R体とS体の割合が50：50のラセミ体は使用しない。

【0029】

上記液晶材料は、条件により、コレステリック相、コレステリックブルー相、スメクチック相、スメクチックブルー相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

【0030】

ブルー相であるコレステリックブルー相及びスメクチックブルー相は、螺旋ピッチが500 nm以下とピッチの比較的短いコレステリック相またはスメクチック相を有する液晶材料にみられる。液晶材料の配向は二重ねじれ構造を有する。可視光の波長以下の秩序を有しているため、透明であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的変調作用が生じる。ブルー相は光学的に等方であるため視野角依存性がなく、配向膜を形成しなくとも良いため、表示画像の質の向上及びコスト削減が可能である。

40

【0031】

また、ブルー相は狭い温度範囲でしか発現が難しく、温度範囲を広く改善するために液晶材料に、光硬化樹脂及び光重合開始剤を添加し、高分子安定化処理を行うことが好ましい。高分子安定化処理は、液晶、カイラル剤、光硬化樹脂、及び光重合開始剤を含む液晶材料に、光硬化樹脂、及び光重合開始剤が反応する波長の光を照射して行う。この高分子安

50

定化处理は、温度制御を行い、等方相を示した状態で光照射して行っても良いし、ブルー相を示した状態で光照射して行ってもよい。

【 0 0 3 2 】

例えば、液晶層の温度を制御し、ブルー相を発現した状態で液晶層に光を照射することにより高分子安定化处理を行う。但し、これに限定されず、ブルー相と等方相間の相転移温度から + 1 0 以内、好ましくは + 5 以内の等方相を発現した状態で液晶層に光を照射することにより高分子安定化处理を行ってもよい。ブルー相と等方相間の相転移温度とは、昇温時にブルー相から等方相に転移する温度又は降温時に等方相からブルー相に相転移する温度をいう。高分子安定化处理の一例としては、液晶層を等方相まで加熱した後、徐々に降温させてブルー相にまで相転移させ、ブルー相が発現する温度を保持した状態で光を照射することができる。他にも、液晶層を徐々に加熱して等方相に相転移させた後、ブルー相と等方相間の相転移温度から + 1 0 以内、好ましくは + 5 以内の状態（等方相を発現した状態）で光を照射することができる。また、液晶材料に含まれる光硬化樹脂として、紫外線硬化樹脂（UV硬化樹脂）を用いる場合、液晶層に紫外線を照射すればよい。なお、ブルー相を発現させなくとも、ブルー相と等方相間の相転移温度から + 1 0 以内、好ましくは + 5 以内の状態（等方相を発現した状態）で光を照射して高分子安定化处理を行えば、応答速度が 1 m s e c 以下と短く高速応答が可能である。

10

【 0 0 3 3 】

本明細書で開示する発明の構成の一形態は、ブルー相を示す液晶材料を含む液晶層を挟持する、第 1 の電極層が設けられた第 1 の基板と、第 2 の電極層が設けられた第 2 の基板と、第 1 の電極層及び第 2 の電極層が液晶層に突出し、かつ隣接する第 1 の電極層及び第 2 の電極層同士が液晶層を介在して間隔をもって噛み合うように配置される液晶表示装置である。

20

【 0 0 3 4 】

本明細書で開示する発明の構成の他の一形態は、ブルー相を示す液晶材料を含む液晶層を挟持する、第 1 の電極層が設けられた第 1 の基板と、第 2 の電極層が設けられた第 2 の基板と、第 1 の電極層及び第 2 の電極層が液晶層に突出し、かつ隣接する第 1 の電極層及び第 2 の電極層同士が液晶層を介在して間隔をもって噛み合うように配置され、第 1 の電極層及び第 2 の電極層の間隔は、第 1 の電極層及び第 2 の電極層にそれぞれ所定の電圧を印加した時、第 1 の電極層及び第 2 の電極層間に介在する液晶層の液晶が応答する距離とする液晶表示装置である。

30

【 0 0 3 5 】

本明細書で開示する発明の構成の他の一形態は、ブルー相を示す液晶材料を含む液晶層を挟持する第 1 の基板及び第 2 の基板と、第 1 の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出するリブ状の第 1 の構造体と、第 2 の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出するリブ状の第 2 の構造体と、リブ状の第 1 の構造体の上面及び側面を覆う第 1 の電極層と、リブ状の第 2 の構造体の上面及び側面を覆う第 2 の電極層とを有し、液晶層において第 1 の電極層と第 2 の電極層とは液晶層を介在して間隔をもって噛み合うように配置される液晶表示装置である。

40

【 0 0 3 6 】

本明細書で開示する発明の構成の他の一形態は、ブルー相を示す液晶材料を含む液晶層を挟持する第 1 の基板及び第 2 の基板と、第 1 の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出するリブ状の第 1 の構造体と、第 2 の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出するリブ状の第 2 の構造体と、リブ状の第 1 の構造体の上面及び側面を覆う第 1 の電極層と、リブ状の第 2 の構造体の上面及び側面を覆う第 2 の電極層とを有し、液晶層において第 1 の電極層と第 2 の電極層とは液晶層を介在して間隔をもって噛み合うように配置され、第 1 の電極層及び第 2 の電極層の間隔は、第 1 の電極層及び第 2 の電極層にそれぞれ所定の電圧を印加した時、第 1 の電極層及び第 2 の電極層間に介在する液晶層の液晶が応答する距離とする液晶表示装置である。

【 0 0 3 7 】

50

ブルー相を示す液晶層を用いることにより、配向膜を形成する必要がないため、第1の電極層（画素電極層）と液晶層、及び第2の電極層（共通電極層）と液晶層とは接する構成とすることができる。

【0038】

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

【0039】

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。

10

【発明の効果】

【0040】

画素電極層が設けられた第1の基板と、共通電極層が設けられた第2の基板とでブルー相を示す液晶層を挟持する液晶表示装置において、画素電極層及び共通電極層が、液晶層に突出し、かつ隣接するもの同士が液晶層を介在して間隔をもって噛み合うように配置する。

【0041】

よって、画素電極層及び共通電極層間に電圧を印加した時、画素電極層と、共通電極層との間に広く電界を形成することができ、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

【0042】

20

従って、膜厚方向も含め液晶層全体における液晶分子を応答させることができ、白透過率が向上し、ブルー相を示す液晶層を用いた液晶表示装置において、コントラスト比を高めることができる。

【0043】

また、粘度の高いブルー相を示す液晶層であっても、効果的に電界を形成することができるため、液晶表示装置の低消費電力化も達成できる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】液晶表示装置を説明する図。

【図2】液晶表示装置を説明する図。

30

【図3】液晶表示装置を説明する図。

【図4】液晶表示装置を説明する図。

【図5】液晶表示モジュールを説明する図。

【図6】液晶表示モジュールを説明する図。

【図7】液晶表示装置に適用できるトランジスタを説明する図。

【図8】液晶表示装置に適用できるトランジスタ及びトランジスタの作製方法を説明する図。

【図9】電子機器を説明する図。

【図10】電子機器を説明する図。

【図11】液晶表示装置を説明する図。

40

【図12】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図13】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図14】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図15】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図16】液晶表示装置を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0045】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、以下の説明に限定されず、趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈さ

50

れるものではない。なお、以下に説明する構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

【 0 0 4 6 】

(実施の形態 1)

本明細書で開示する発明の構成の一形態である液晶表示装置を、図 1 を用いて説明する。図 1 は液晶表示装置の断面図である。

【 0 0 4 7 】

ブルー相を示す液晶層を含む液晶表示装置において、基板に概略平行（すなわち水平な方向）な電界を生じさせて、基板と平行な面内で液晶分子を動かして、階調を制御する方式を用いることができる。

10

【 0 0 4 8 】

図 1 6 は、第 1 の基板 2 0 0 と第 2 の基板 2 0 1 とが、ブルー相を示す液晶材料を用いた液晶層 2 0 8 を間に挟持して対向するように配置された液晶表示装置である。第 1 の基板 2 0 0 と液晶層 2 0 8 との間には画素電極層 2 3 0、第 2 の基板 2 0 1 と液晶層 2 0 8 との間には共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b が設けられている。画素電極層 2 3 0 は第 1 の基板 2 0 0 の液晶層 2 0 8 側の面から、共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b は第 2 の基板 2 0 1 の液晶層 2 0 8 側の面から、それぞれ液晶層 2 0 8 中に突出して設けられている。

【 0 0 4 9 】

厚さ（膜厚）方向においては、画素電極層 2 3 0 及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b は、ブルー相を示す液晶層 2 0 8 に突出し、かつ隣接するもの同士が液晶層 2 0 8 を介在して間隔をもって噛み合うように配置されている。

20

【 0 0 5 0 】

液晶層 2 0 8 を介して隣接する画素電極層 2 3 0 と、共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b とは、画素電極層 2 3 0 及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b にそれぞれ所定の電圧を印加した時、画素電極層 2 3 0 及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b 間に介在する液晶層 2 0 8 の液晶が応答する距離とする。該距離に応じて印加する電圧を適宜制御する。

【 0 0 5 1 】

また、画素電極層 2 3 0 及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b の液晶層 2 0 8 における位置は、画素電極層 2 3 0 及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b の下にそれぞれ構造体を設けることで制御することができる。

30

【 0 0 5 2 】

図 1 は、第 1 の基板 2 0 0 と第 2 の基板 2 0 1 とが、ブルー相を示す液晶材料を用いた液晶層 2 0 8 を間に挟持して対向するように配置された液晶表示装置である。第 1 の基板 2 0 0 と液晶層 2 0 8 との間には第 1 の構造体 2 3 3、画素電極層 2 3 0、第 2 の基板 2 0 1 と液晶層 2 0 8 との間には第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b、及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b が設けられている。第 1 の構造体 2 3 3 は第 1 の基板 2 0 0 の液晶層 2 0 8 側の面から、第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b は第 2 の基板 2 0 1 の液晶層 2 0 8 側の面から、それぞれ液晶層 2 0 8 中に突出して設けられている。

【 0 0 5 3 】

画素電極層 2 3 0 は第 1 の基板 2 0 0 の液晶層 2 0 8 側の面（液晶層 2 0 8 に面している方の面）から液晶層 2 0 8 に突出して設けられた第 1 の構造体 2 3 3 の上面側面を覆って形成され、共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b は第 2 の基板 2 0 1 の液晶層 2 0 8 側の面から液晶層 2 0 8 に突出して設けられた第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b の上面側面を覆って形成される。

40

【 0 0 5 4 】

面内方向（液晶表示装置における平面図）においては、画素電極層 2 3 0 及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b は開口パターンを有する屈曲部や枝分かかれした櫛歯状を含む形状であり、第 1 の基板 2 0 0 と第 2 の基板 2 0 1 とを対向配置した場合に重ならないように形成されている。

【 0 0 5 5 】

50

よって、面内方向（液晶表示装置における平面図）においては、リブ状の第１の構造体２３３及び第２の構造体２３５ａ、２３５ｂも、画素電極層２３０及び共通電極層２３２ａ、２３２ｂの形状を反映し、開口パターンを有する屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む形状である。

【００５６】

厚さ（膜厚）方向においては、図１の断面図に示すように、第１の構造体２３３と第２の構造体２３５ａ、２３５ｂとは、それぞれ第１の構造体２３３又は第２の構造体２３５ａ、２３５ｂが設けられた面を内包するように第１の基板２００と第２の基板２０１とを対向配置した場合に、該リブ状の凸部同士が液晶層２０８を間に挟んで噛みあうようにシール材によって固持されている。

10

【００５７】

画素電極層２３０（又は画素電極層２３０及び第１の構造体２３３）及び共通電極層２３２ａ、２３２ｂ（又は共通電極層２３２ａ、２３２ｂ及び第２の構造体２３５ａ、２３５ｂ）を、該側面同士が横に並列するように配置するため、画素電極層２３０（又は画素電極層２３０及び第１の構造体２３３）の膜厚の最大値及び共通電極層２３２ａ、２３２ｂ（又は共通電極層２３２ａ、２３２ｂ及び第２の構造体２３５ａ、２３５ｂ）の膜厚の最大値の厚さ（膜厚）の合計が液晶層２０８の厚さの最大値（液晶表示装置のセルギャップともいう）より大きくなるように設定する。

【００５８】

液晶層２０８の厚さ（膜厚）の最大値は１μｍ以上２０μｍ以下とすることが好ましい。

20

【００５９】

しかし、第１の構造体２３３又は第２の構造体２３５ａ、２３５ｂ上に形成される画素電極層２３０又は共通電極層２３２ａ、２３２ｂが、対向する第１の基板２００又は第２の基板２０１まで達しない程度とし、第１の構造体２３３と画素電極層２３０との厚さの合計、及び第２の構造体２３５ａ、２３５ｂと共通電極層２３２ａ、２３２ｂとの厚さ（膜厚）の合計が、形成領域における液晶層２０８の厚さより小さくなるように設定する。

【００６０】

また、液晶層２０８を介して隣接する画素電極層２３０と、共通電極層２３２ａ、又は共通電極層２３２ｂとは画素電極層２３０、共通電極層２３２ａ及び共通電極層２３２ｂにそれぞれ電圧を印加した時、電極層間に介在する液晶層２０８の液晶が応答する距離とする。液晶層２０８を介して隣接する画素電極層２３０と、共通電極層２３２ａ、又は共通電極層２３２ｂとの側面同士の最短距離は０．５μｍ以上３０μｍ以下、好ましくは１μｍ以上１０μｍ以下とするとよく、該距離に応じて印加する電圧を適宜制御する。

30

【００６１】

なお、本明細書において、隣接する画素電極層と共通電極層との間隔とは、画素電極層及び共通電極層において液晶層に突出している部分（図１の断面図における側面）同士の最短距離とする。隣接する画素電極層の側面と共通電極層の側面の間で形成される電界によって、液晶を応答させることができる。

【００６２】

従って、液晶層２０８を介して隣接する第１の構造体２３３と、第２の構造体２３５ａ又は第２の構造体２３５ｂとの側面同士の最短距離も０．５μｍ以上３０μｍ以下、好ましくは１μｍ以上１０μｍ以下とするとよく、該距離に応じて画素電極層２３０、共通電極層２３２ａ、及び共通電極層２３２ｂに印加する電圧を適宜制御する。

40

【００６３】

図１６に示す画素電極層２３０、共通電極層２３２ａ、２３２ｂは構造体を用いず、柱状の形状とする例である。

【００６４】

第１の構造体２３３、第２の構造体２３５ａ、２３５ｂは断面が半円に近い先端が丸いドーム形状の構造体である。このように構造体表面が曲面を有していると上に積層する画素電極層２３０、共通電極層２３２ａ、２３２ｂが被覆性よく良好な形状で形成することが

50

できる。

【0065】

なお、共通電極層232a、232b、第2の構造体235a、235bは、開口パターンを有する形状であるために、図1、図16の断面図においては分断された複数の電極層、又は構造体として示されている。

【0066】

第1の基板200上に設けられたリブ状の第1の構造体233の上面及び側面を覆うように画素電極層230を形成し、第2の基板201上に設けられたリブ状の第2の構造体235a、235bの上面及び側面を覆うように共通電極層232a、232bを形成することで、画素電極層230及び共通電極層232a、232bの形成面積を液晶層208の膜厚方向に(3次元的に)も拡大できる。さらに、リブ状の第1の構造体233、又は第2の構造体235a、235bを覆うことにより画素電極層230及び共通電極層232a、232b表面に形成された凸部が交互に噛みあうように、第1の基板200と第2の基板201とを対向配置する。よって、図1に示すように、画素電極層230と共通電極層232aとの間に矢印202aに示す電界(第1の基板200と第2の基板201に概略平行な電界)が、画素電極層230と共通電極層232bとの間に矢印202bに示す電界(第1の基板200と第2の基板201に概略平行な電界)がそれぞれ液晶層の膜厚方向にわたって広範囲に加わる。なお、図示しないが、電界は画素電極層230と共通電極層232a、232bとの間に、円状に回り込むようにも形成される。

【0067】

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

【0068】

また、構造体は基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する部分であればよいので、層間膜を加工して液晶層側の表面を凹凸形状とし、突出する構造体としてもよい。よって、構造体は複数の突出した凸部を有する連続膜であってもよい。

【0069】

なお、構造体上に形成される画素電極層、共通電極層の形状は、該構造体の形状が反映され、またエッチング加工方法にも影響をうける。構造体及び該構造体上に形成される画素電極層、共通電極層の形状例を図11(A)(B)(C)に示す。

【0070】

図11(A)は、第1の構造体243上に画素電極層240が、第2の構造体245a、245b上に共通電極層242a、242bがそれぞれ形成される例である。第1の構造体243、第2の構造体245a、245bは錐形の先端が平面である断面が台形の形状であり、覆って形成されている画素電極層240、共通電極層242a、242bも該形状を反映している。また、画素電極層240、共通電極層242a、242bは第1の基板200又は第2の基板201に接するように形成されている。

【0071】

このように、画素電極層又は/及び共通電極層は、少なくともリブ状の第1の構造体又は第2の構造体の上面及び側面に形成されるが、画素において他の第1の構造体又は第2の構造体の表面以外の平坦な領域にも形成してもよい。

【0072】

図11(B)は、第1の構造体248上に画素電極層246が、第2の構造体249a、249b上に共通電極層247a、247bがそれぞれ形成される例である。第1の構造体248、第2の構造体249a、249bは錐形の先端が丸い形状であり、覆って形成されている画素電極層246、共通電極層247a、247bも該形状を反映している。

このように錐形の形状の場合、錐形の頂点付近で画素電極層 2 4 6、共通電極層 2 4 7 a、2 4 7 b が一部不連続になる場合（例えば膜に開口（穴）が形成されるなど）もありうるが、画素電極層 2 4 6、共通電極層 2 4 7 a、2 4 7 b として電圧が印加できれば問題ない。

【 0 0 7 3 】

図 1 1 (C) は、凹凸形状を有する第 1 の構造体 2 6 0 の凸部に画素電極層 2 3 0、凹凸形状を有する第 2 の構造体 2 6 5 の凸部に共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b がそれぞれ形成される例である。凹凸形状を有する第 1 の構造体 2 6 0 及び凹凸形状を有する第 2 の構造体 2 6 5 は絶縁層を加工して液晶層側の表面を凹凸形状とし、それぞれ複数の突出した凸部を有する連続膜からなる構造体とした例である。よって、画素電極層 2 3 0、共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b は第 1 の構造体 2 6 0、第 2 の構造体 2 6 5 において突出した凸部にそれぞれ形成される。

10

【 0 0 7 4 】

液晶表示装置における電界の印加状態を計算した結果を、図 1 2 (B) 及び図 1 3 (B) に示す。計算は、シンテック社製、LCD Master、2 s Bench を用いて行った。

【 0 0 7 5 】

図 1 2 (A) 及び図 1 3 (A) は計算した液晶表示装置の構成を示す図である。図 1 2 (A) は構造体の上面及び側面のみに電極層を形成する例であり、図 1 3 (A) は、図 1 1 (A) (B) のように電極層が構造体の上面及び側面を覆い構造体の周囲の基板上にも一部形成される例である。構造体（第 1 の構造体 2 3 3、第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b）としては誘電率 4 の絶縁体を用い、基板と接する部分の断面の幅は $2.5 \mu\text{m}$ とした。第 1 の構造体 2 3 3、第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b の膜厚（高さ）は $3 \mu\text{m}$ である。なお、ここでいう第 1 の構造体 2 3 3、第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b の膜厚（高さ）は底面（第 1 の基板 2 0 0 又は第 2 の基板 2 0 1）からの最大値である。

20

【 0 0 7 6 】

図 1 2 (A) (B) 及び図 1 3 (A) (B) において、画素電極層 2 3 0 は第 1 の構造体 2 3 3 の上面及び側面を覆うように形成され、同様に共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b もそれぞれ第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b の上面及び側面を覆うように形成されている。画素電極層 2 3 0、共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b の膜厚は $0.1 \mu\text{m}$ 、同一平面に配置すると仮定した場合の第 1 の構造体 2 3 3 と第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b との間の距離は $2.5 \mu\text{m}$ である。セルギャップ（液晶層の最大膜厚）に相当する第 1 の基板 2 0 0 から第 2 の基板 2 0 1 までの距離は $4 \mu\text{m}$ である。

30

【 0 0 7 7 】

図 1 2 (A) 及び図 1 3 (A) の構造に対して、共通電極層を 0 V、画素電極層は 1 0 V の設定として計算した計算結果を図 1 2 (B) 及び図 1 3 (B) に示す。

【 0 0 7 8 】

図 1 2 (B) 及び図 1 3 (B) において、実線は等電位線を示しており、リブ状の構造体の周囲を覆う画素電極層又は共通電極層を中心にその周囲に等電位線が広がって形成されている。

40

【 0 0 7 9 】

電界は等電位線と垂直に発現するので、図 1 2 (B) 及び図 1 3 (B) に示すように、第 1 の構造体 2 3 3 表面を覆うように設けられた画素電極層 2 3 0 と、第 2 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b 表面を覆うように設けられた共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b との間にそれぞれ横方向の電界が加わっていることが確認できる。

【 0 0 8 0 】

よって、画素電極層 2 3 0 及び共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b 間に電圧を印加した時、画素電極層 2 3 0 と、共通電極層 2 3 2 a、2 3 2 b との間に広く電界を形成することができ、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

【 0 0 8 1 】

50

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

【0082】

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

10

【0083】

また、第1の構造体及び第2の構造体は同様な材料及び形状であってもよいし、作製条件（例えば、膜厚など）はそれぞれ異なってもよい。

【0084】

構造体の形成方法は特に限定されず、材料に応じて、蒸着法、スパッタリング法、CVD法などの乾式法、又はスピンコート、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法（インクジェット法）、ナノインプリント、各種印刷法（スクリーン印刷、オフセット印刷）等などの湿式法を用い、必要に応じてエッチング法（ドライエッチング又はウエットエッチング）により所望のパターンに加工すればよい。

20

【0085】

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

【0086】

液晶層 208 には、ブルー相を示す液晶材料を用いる。ブルー相を示す液晶材料は、応答速度が 1 msec 以下と短く高速応答が可能であるため、液晶表示装置の高性能化が可能になる。

【0087】

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

30

【0088】

ブルー相を示す液晶材料として液晶及びカイラル剤を含む。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。例えば、5 重量% 以上のカイラル剤を混合させた液晶材料を液晶層に用いればよい。

【0089】

液晶は、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、強誘電液晶、反強誘電液晶等を用いる。

40

【0090】

カイラル剤は、液晶に対する相溶性が良く、かつ擦れ力の強い材料を用いる。また、R 体、S 体のどちらか片方の材料が良く、R 体と S 体の割合が 50 : 50 のラセミ体は使用しない。

【0091】

上記液晶材料は、条件により、コレステリック相、コレステリックブルー相、スメクチック相、スメクチックブルー相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

【0092】

50

ブルー相であるコレステリックブルー相及びスメクチックブルー相は、螺旋ピッチが500nm以下とピッチの比較的短いコレステリック相またはスメクチック相を有する液晶材料にみられる。液晶材料の配向は二重ねじれ構造を有する。可視光の波長以下の秩序を有しているため、透明であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的変調作用が生じる。ブルー相は光学的に等方であるため視野角依存性がなく、配向膜を形成しなくとも良いため、表示画像の質の向上及びコスト削減が可能である。

【0093】

また、ブルー相は狭い温度範囲でしか発現が難しく、温度範囲を広く改善するために液晶材料に、光硬化樹脂及び光重合開始剤を添加し、高分子安定化処理を行うことが好ましい。高分子安定化処理は、液晶、カイラル剤、光硬化樹脂、及び光重合開始剤を含む液晶材料に、光硬化樹脂、及び光重合開始剤が反応する波長の光を照射して行う。この高分子安定化処理は、温度制御を行い、等方相を示した状態で光照射して行っても良いし、ブルー相を示した状態で光照射して行ってもよい。

【0094】

例えば、液晶層の温度を制御し、ブルー相を発現した状態で液晶層に光を照射することにより高分子安定化処理を行う。但し、これに限定されず、ブルー相と等方相間の相転移温度から+10℃以内、好ましくは+5℃以内の等方相を発現した状態で液晶層に光を照射することにより高分子安定化処理を行ってもよい。ブルー相と等方相間の相転移温度とは、昇温時にブルー相から等方相に転移する温度又は降温時に等方相からブルー相に相転移する温度をいう。高分子安定化処理の一例としては、液晶層を等方相まで加熱した後、徐々に降温させてブルー相にまで相転移させ、ブルー相が発現する温度を保持した状態で光を照射することができる。他にも、液晶層を徐々に加熱して等方相に相転移させた後、ブルー相と等方相間の相転移温度から+10℃以内、好ましくは+5℃以内の状態（等方相を発現した状態）で光を照射することができる。また、液晶材料に含まれる光硬化樹脂として、紫外線硬化樹脂（UV硬化樹脂）を用いる場合、液晶層に紫外線を照射すればよい。なお、ブルー相を発現させなくとも、ブルー相と等方相間の相転移温度から+10℃以内、好ましくは+5℃以内の状態（等方相を発現した状態）で光を照射して高分子安定化処理を行えば、応答速度が1msec以下と短く高速応答が可能である。

【0095】

光硬化樹脂は、アクリレート、メタクリレートなどの単官能モノマーでもよく、ジアクリレート、トリアクリレート、ジメタクリレート、トリメタクリレートなどの多官能モノマーでもよく、これらを混合させたものでもよい。また、液晶性のもので非液晶性のもでもよく、両者を混合させてもよい。光硬化樹脂は、用いる光重合開始剤の反応する波長の光で硬化する樹脂を選択すれば良く、代表的には紫外線硬化樹脂を用いることができる。

【0096】

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

【0097】

具体的には、液晶材料として、JC-1041XX（チッソ株式会社製）と4-シアノ-4'-ペンチルビフェニルの混合物を用いることができ、カイラル剤としては、ZLI-4572（メルク株式会社製）を用いることができ、光硬化樹脂は、2-エチルヘキシルアクリレート、RM257（メルク株式会社製）、トリメチロールプロパントリアクリレートを用いることができ、光重合開始剤としては2,2-ジメトキシ-2-フェニルアセトフェノンを用いることができる。

【0098】

また、図1では図示しないが、偏光板、位相差板、反射防止膜などの光学フィルムなどは適宜設ける。例えば、偏光板及び位相差板による円偏光を用いてもよい。また、光源としてバックライトなどを用いることができる。

【0099】

本明細書において、液晶表示装置は光源の光を透過することによって表示を行う透過型の液晶表示装置である（又は半透過型の液晶表示装置）場合、少なくとも画素領域において光を透過させる必要がある。よって光が透過する画素領域に存在する第1の基板、第2の基板、その他の絶縁膜、導電膜などの薄膜はすべて可視光の波長領域の光に対して透光性とする。

【0100】

画素電極層、共通電極層においては透光性が好ましいが、開口パターンを有する場合は形状によっては金属膜などの非透光性材料を用いてもよい。

【0101】

画素電極層、共通電極層は、インジウム錫酸化物（ITO）、酸化インジウムに酸化亜鉛（ZnO）を混合したIZO（indium zinc oxide）、酸化インジウムに酸化シリコン（SiO₂）を混合した導電材料、有機インジウム、有機スズ、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、またはタングステン（W）、モリブデン（Mo）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、バナジウム（V）、ニオブ（Nb）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、チタン（Ti）、白金（Pt）、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、銀（Ag）等の金属、又はその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、又は複数種を用いて形成することができる。

【0102】

第1の基板200、第2の基板201にはバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、プラスチック基板などを用いることができる。

【0103】

以上のように、ブルー相を示す液晶層を用いた液晶表示装置において、コントラスト比を高めることができる。

【0104】

また、より低電圧で高い白透過率を得ることができるため、液晶表示装置の低消費電力化も達成できる。

【0105】

（実施の形態2）

本明細書で開示する発明の構成の他の一形態である液晶表示装置を、図2及び図3を用いて説明する。図2及び図3は液晶表示装置の断面図であり、実施の形態1で示す液晶表示装置において、画素電極層及び共通電極層の構成が異なる例である。なお、実施の形態1と同様なものに関しては同様の材料及び作製方法を適用することができ、同一部分又は同様な機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

【0106】

リブ状の第1の構造体又は第2の構造体上に設けられる画素電極層又はノ及び共通電極層の場合は、少なくともリブ状の第1の構造体又は第2の構造体の上面及び側面に形成されるが、画素において他の第1の構造体又は第2の構造体の表面以外の平坦な領域にも形成してもよい。本実施の形態は画素電極層又はノ及び共通電極層を画素において他の第1の構造体又は第2の構造体の表面以外の平坦な領域にも形成する例を示す。

【0107】

図2及び図3は、第1の基板200と第2の基板201とが、ブルー相を示す液晶材料を用いた液晶層208を間に挟持して対向するように配置された液晶表示装置である。第1の基板200と液晶層208との間には第1の構造体233、画素電極層230、第2の基板201と液晶層208との間には第2の構造体235a、235b、及び共通電極層232a、232bが設けられている。第1の構造体233は第1の基板200の液晶層208側の面から、第2の構造体235a、235bは第2の基板201の液晶層208側の面から、それぞれ液晶層208中に突出して設けられている。

【0108】

図2では、画素において画素電極層230は第1の基板200の液晶層208側の面（液晶層208に面している方の面）から液晶層208に突出して設けられた第1の構造体233の上面側面、及び第1の基板200上を覆って形成され、共通電極層232a、232bは第2の基板201の液晶層208側の面から液晶層208に突出して設けられた第2の構造体235a、235bの上面側面を覆って形成される。

【0109】

図2のように、画素電極層230を第1の構造体233の側面及び上面のみに選択的に形成するのではなく、一画素の領域を覆う連続した導電膜として形成することもできる。

【0110】

画素電極層230を連続膜として第1の構造体233以外の領域に設けた場合でも、液晶層208中に凸部として突出するのは第1の構造体233の表面に設けられた画素電極層230の一部の導電膜である。よって、図2の断面図に示すように、リブ状の第1の構造体233又は第2の構造体235a、235bを覆うことにより画素電極層230及び共通電極層232a、232b表面に形成された凸部が交互に噛みあうように、第1の基板200と第2の基板201とを対向配置することができる。

【0111】

同様に、共通電極層232a、232bも第2の構造体235a、235bの側面及び上面のみに選択的に形成するのではなく、平板状の連続した導電膜として設けてもよい。全画素に共通の電圧が供給される共通電極層の場合は複数の画素を含む画素領域を覆う平板状の連続した導電膜として形成することができる。

【0112】

図3は、画素電極層230及び共通電極層232を少なくとも一画素において、開口パターンを含まない平板状の連続した導電膜とした例である。画素電極層230及び共通電極層232は平板状の導電膜であっても第1の構造体233、又は第2の構造体235a、235bを覆って形成されるため、該表面には対向配置した場合に交互に噛みあうような凸部を有している。

【0113】

また、共通電極層を平板状の連続した導電膜とし、画素電極層を第1の構造体の側面及び上面のみに選択的に形成する構成としてもよい。

【0114】

また、液晶層208を介して隣接する画素電極層230と、共通電極層232a、又は共通電極層232bとは画素電極層230、共通電極層232a及び共通電極層232bにそれぞれ電圧を印加した時、電極層間に介在する液晶層208の液晶が応答する距離とする。液晶層208を介して隣接する画素電極層230と、共通電極層232a、又は共通電極層232bとの側面同士の最短距離は0.5μm以上30μm以下、好ましくは1μm以上10μm以下とするとよく、該距離に応じて印加する電圧を適宜制御する。

【0115】

なお、本明細書において、隣接する画素電極層と共通電極層との間隔とは、画素電極層及び共通電極層において液晶層に突出している部分（図2及び図3の断面図における側面）同士の最短距離とする。隣接する画素電極層の側面と共通電極層の側面の間で形成される電界によって、液晶を応答させることができる。

【0116】

従って、液晶層208を介して隣接する第1の構造体233と、第2の構造体235a又は第2の構造体235bとの側面同士の最短距離も0.5μm以上30μm以下、好ましくは1μm以上10μm以下とするとよく、該距離に応じて画素電極層230、共通電極層232a、及び共通電極層232bに印加する電圧を適宜制御する。

【0117】

このように、画素において、画素電極層又は/及び共通電極層を平板状の連続した導電膜とする構成とすることができる。平板状の連続した導電膜を用いる構成であると、工程において電極層の微細なエッチング加工を省略することができる。

10

20

30

40

50

【0118】

本実施の形態の場合、画素電極層230と、共通電極層232(232a、232b)とが接しないように、第1の構造体233、及び第2の構造体235a、235bの膜厚や形状、画素電極層230、共通電極層232(232a、232b)及び液晶層208の膜厚などを制御する。

【0119】

液晶表示装置における電界の印加状態を計算した結果を、図14(B)及び図15(B)に示す。計算は、シンテック社製、LCD Master、2s Benchを用いて行った。

【0120】

図14(A)及び図15(A)は計算した液晶表示装置の構成を示す図である。図14(A)は図2のように画素電極層230を平板状の連続した導電膜として形成し、共通電極層232a、232bを第2の構造体235a、235bの上面及び側面のみを選択的に形成する例であり、図15(A)は、図3のように画素電極層230及び共通電極層232を平板状の連続した導電膜として形成する例である。第1の構造体233、第2の構造体235a、235bとしては誘電率4の絶縁体を用い、基板と接する部分の断面の幅は $2.5\mu\text{m}$ とした。第1の構造体233、第2の構造体235a、235bの膜厚(高さ)は $3\mu\text{m}$ である。なお、ここでいう第1の構造体233、第2の構造体235a、235bの膜厚(高さ)は底面(第1の基板200又は第2の基板201)からの最大値である。

【0121】

図14(A)(B)及び図15(A)(B)において、画素電極層230、共通電極層232(232a、232b)の膜厚は $0.1\mu\text{m}$ 、同一平面に配置すると仮定した場合の第1の構造体233と第2の構造体235a、235bとの間の距離は $2.5\mu\text{m}$ である。セルギャップ(液晶層の最大膜厚)に相当する第1の基板200から第2の基板201までの距離は $4\mu\text{m}$ である。

【0122】

図14(A)及び図15(A)の構造に対して、共通電極層を0V、画素電極層は10Vの設定として計算した計算結果を図14(B)及び図15(B)に示す。

【0123】

図14(B)及び図15(B)において、実線は等電位線を示しており、リブ状の構造体の周囲を覆う画素電極層又は共通電極層を中心にその周囲に等電位線が広がって形成されている。

【0124】

電界は等電位線と垂直に発現するので、図14(B)及び図15(B)に示すように、第1の構造体233表面を覆うように設けられた画素電極層230と、第2の構造体235a、235b表面を覆うように設けられた共通電極層232(232a、232b)との間にそれぞれ横方向の電界が加わっていることが確認できる。

【0125】

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

【0126】

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

【0127】

以上のように、ブルー相を示す液晶層を用いた液晶表示装置において、コントラスト比を

10

20

30

40

50

高めることができる。

【 0 1 2 8 】

また、より低電圧で高い白透過率を得ることができるため、液晶表示装置の低消費電力化も達成できる。

【 0 1 2 9 】

(実施の形態 3)

本明細書に開示する発明を適用したアクティブマトリクス型の液晶表示装置の例を、図 4 を用いて説明する。

【 0 1 3 0 】

図 4 (A) は液晶表示装置の平面図であり 1 画素を示している。図 4 (B) は図 4 (A) の線 X 1 - X 2 における断面図である。

10

【 0 1 3 1 】

図 4 (A) において、複数のソース配線層 (ソース電極層 4 0 5 a を含む) が互いに平行 (図中上下方向に延伸) かつ互いに離間した状態で配置されている。複数のゲート配線層 (ゲート電極層 4 0 1 を含む) は、ソース配線層に略直交する方向 (図中左右方向) に延伸し、かつ互いに離間するように配置されている。容量配線層 4 0 8 は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向 (図中左右方向) に延伸している。ソース配線層と、容量配線層 4 0 8 及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層、共通電極層が液晶層 4 4 4 を介して配置されている。画素電極層を駆動するトランジスタ 4 2 0 は、図中左上の角に配置されている。画素電極層及びトランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

20

【 0 1 3 2 】

図 4 の液晶表示装置において、トランジスタ 4 2 0 に電氣的に接続する第 1 の電極層 4 4 7 が画素電極層として機能し、第 2 の電極層 4 4 8 が共通電極層として機能する。なお、第 1 の電極層 4 4 7 と容量配線層 4 0 8 によって容量が形成されている。共通電極層はフローティング状態 (電氣的に孤立した状態) として動作させることも可能だが、固定電位、好ましくはコモン電位 (データとして送られる画像信号の中間電位) 近傍でフリッカーの生じないレベルに設定してもよい。

【 0 1 3 3 】

画素電極層である第 1 の電極層 4 4 7 及び共通電極層である第 2 の電極層 4 4 8 は、ブルー相を示す液晶層 4 4 4 に突出し、かつ隣接するもの同士が液晶層 4 4 4 を介在して間隔をもって噛み合うように配置されている。

30

【 0 1 3 4 】

液晶層 4 4 4 を介して隣接する第 1 の電極層 4 4 7 と、第 2 の電極層 4 4 8 とは、第 1 の電極層 4 4 7 及び第 2 の電極層 4 4 8 にそれぞれ所定の電圧を印加した時、第 1 の電極層 4 4 7 及び第 2 の電極層 4 4 8 間に介在する液晶層 4 4 4 の液晶が応答する距離とする。該距離に応じて印加する電圧を適宜制御する。

【 0 1 3 5 】

また、第 1 の電極層 4 4 7 及び第 2 の電極層 4 4 8 の液晶層 4 4 4 における位置は、第 1 の電極層 4 4 7 及び第 2 の電極層 4 4 8 の下にそれぞれ構造体を設けることで制御することができる。

40

【 0 1 3 6 】

第 1 の電極層 4 4 7 は第 1 の基板 4 4 1 (素子基板ともいう) 上の層間膜 4 1 3 の液晶層 4 4 4 側の面から液晶層 4 4 4 に突出して設けられた第 1 の構造体 4 4 9 の上面側面を覆って形成され、第 2 の電極層 4 4 8 は第 2 の基板 4 4 2 の液晶層 4 4 4 側の面から液晶層 4 4 4 に突出して設けられた第 2 の構造体 4 4 5 の上面側面を覆って形成される。

【 0 1 3 7 】

また、図 4 の断面図において、第 1 の構造体 4 4 9 及び第 1 の電極層 4 4 7 と、第 2 の構造体 4 4 5 及び第 2 の電極層 4 4 8 とは重畳せず互い違いに設けられている。

50

【0138】

面内方向においては、図4(A)の平面図に示すように、第1電極層447又は第2電極層448と概略同様の形状を有するリブ状の第1の構造体449及び第2の構造体445は、開口パターンを有する屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む形状であり、第1の基板441と第2の基板442とを対向配置した場合に重ならないように形成されている。

【0139】

厚さ(膜厚)方向においては、図4(B)の断面図に示すように、第1の構造体449と第2の構造体445とは、それぞれ第1の構造体449又は第2の構造体445が設けられた面を内包するように第1の基板441と第2の基板442とを対向配置した場合に、該リブ状の凸部同士が液晶層444を間に挟んで噛みあうようにシール材によって固持されている。

10

【0140】

本実施の形態では、第1の電極層447及び第2の電極層448を、下に設けられる第1の構造体449又は第2の構造体445の形状を反映し、同様な開口パターンを有する屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む形状とする例である。

【0141】

第1の構造体449、第2の構造体445は断面が半円に近い先端が丸いドーム形状の構造体である。このように構造体表面が曲面を有していると上に積層する第1の電極層447、第2の電極層448が被覆性よく良好な形状で形成することができる。

【0142】

なお、第1の電極層447、第1の構造体449、第2の電極層448、第2の構造体445は、開口パターンを有する形状であるために、図4(B)の断面図においては分断された複数の電極層、又は構造体として示されている。

20

【0143】

第1の基板441上に設けられたリブ状の第1の構造体449の上面及び側面を覆うように第1の電極層447を形成し、第2の基板442上に設けられたリブ状の第2の構造体445の上面及び側面を覆うように第2の電極層448を形成することで、第1の電極層447及び第2の電極層448の形成面積を液晶層444の膜厚方向に(3次元的に)も拡大できる。さらに、リブ状の第1の構造体449、又は第2の構造体445を覆うことにより第1の電極層447及び第2の電極層448表面に形成された凸部が交互に噛みあうように、第1の基板441と第2の基板442とを対向配置する。

30

【0144】

よって、第1の電極層447及び第2の電極層448に電圧を印加した時、第1の電極層447と、第2の電極層448との間に広く電界を形成することができ、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

【0145】

なお、実施の形態2のように、第1の電極層447又は/及び第2の電極層448を平板状の連続した導電膜としてもよい。

【0146】

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

40

【0147】

第1の構造体449及び第2の構造体445は実施の形態1で示した第1の構造体233、及び第2の構造体235a、235bと同様な材料及び方法により形成することができる。

【0148】

図4(B)のように、第1の電極層447が形成される第1の構造体449、第2の電極層448が形成される第2の構造体445は、端部に曲率を有するテーパ形状であると第1の電極層447、第2の電極層448の被膜性が向上するために好ましい。本実施の

50

形態では、第1の電極層447はトランジスタ420のドレイン電極層405bと接し、第1の構造体449上にまで連続的に成膜される例であるが、ドレイン電極層405bと接する電極層を形成し、その電極層を介して第1の電極層447を形成してもよい。

【0149】

また、トランジスタを覆って層間膜を形成し、層間膜上に構造体を形成する場合、構造体をエッチング加工によって形成した後、層間膜にトランジスタに接続するためのコンタクトホールを開口してもよい。なお図4は、層間膜となる絶縁膜にコンタクトホールを形成した後、絶縁膜をエッチング加工して構造体を形成する例である。

【0150】

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

【0151】

トランジスタ420を覆い、半導体層403に接する絶縁膜407、絶縁膜409が設けられ、絶縁膜409上に層間膜413が積層されている。

【0152】

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

【0153】

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

【0154】

液晶層444には、ブルー相を示す液晶材料を用いることができる。液晶層444は、液晶、カイラル剤、光硬化樹脂、及び光重合開始剤を含む液晶材料を用いて形成する。

【0155】

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

【0156】

液晶材料を第1の基板441と第2の基板442の間隙に充填後、光を照射して高分子安定化処理を行い、液晶層444を形成する。光は、液晶層に含まれる光硬化樹脂、及び光重合開始剤が反応する波長の光とする。この光照射による高分子安定化処理により、液晶層444がブルー相を示す温度範囲を広く改善することができる。

【0157】

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

【0158】

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

【0159】

また、大型の基板を用いて複数の液晶表示装置を作製する場合（所謂多面取り）、その分断工程は、高分子安定化処理の前か、偏光板を設ける前に行うことができる。分断工程による液晶層への影響（分断工程時にかかる力などによる配向乱れなど）を考慮すると、第

10

20

30

40

50

1の基板と第2の基板とを貼り合わせた後、高分子安定化処理の前が好ましい。

【0160】

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

【0161】

第1の電極層447、及び第2の電極層448は、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物（以下、ITOと示す。）、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの透光性を有する導電性材料を用いることができる。

10

【0162】

また、第1の電極層447、及び第2の電極層448はタングステン(W)、モリブデン(Mo)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)、バナジウム(V)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、クロム(Cr)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)、白金(Pt)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、銀(Ag)等の金属、又はその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、又は複数種を用いて形成することができる。

【0163】

また、第1の電極層447、及び第2の電極層448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。

20

【0164】

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。

【0165】

下地膜となる絶縁膜を第1の基板441とゲート電極層401の間に設けてもよい。下地膜は、第1の基板441からの不純物元素の拡散を防止する機能があり、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、又は酸化窒化シリコン膜から選ばれた一又は複数の膜による単層、又は積層構造により形成することができる。ゲート電極層401の材料は、モリブデン、チタン、クロム、タンタル、タングステン、アルミニウム、銅、ネオジム、スカンジウム等の金属材料又はこれらを主成分とする合金材料を用いて、単層で又は積層して形成することができる。ゲート電極層401に遮光性を有する導電膜を用いると、バックライトからの光（第1の基板441から入射する光）が、半導体層403へ入射することを防止することができる。

30

【0166】

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

40

【0167】

ゲート絶縁層402は、プラズマCVD法又はスパッタリング法等を用いて、酸化シリコン層、窒化シリコン層、酸化窒化シリコン層又は窒化酸化シリコン層を単層で又は積層して形成することができる。また、ゲート絶縁層402として、有機シランガスを用いたC

50

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

【0168】

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

10

【0169】

ドライエッチングに用いるエッチング装置としては、反応性イオンエッチング法（RIE法）を用いたエッチング装置や、ECR（Electron Cyclotron Resonance）やICP（Inductively Coupled Plasma）などの高密度プラズマ源を用いたドライエッチング装置を用いることができる。また、ICPエッチング装置と比べて広い面積に渡って一様な放電が得られやすいドライエッチング装置としては、上部電極を接地させ、下部電極に13.56MHzの高周波電源を接続し、さらに下部電極に3.2MHzの低周波電源を接続したECCP（Enhanced Capacitively Coupled Plasma）モードのエッチング装置がある。このECCPモードのエッチング装置であれば、例えば基板として、第10世代の3mを超えるサイズの基板を用いる場合にも対応することができる。

20

【0170】

ドライエッチングでは所望の加工形状にエッチングできるように、エッチング条件（コイル型の電極に印加される電力量、基板側の電極に印加される電力量、基板側の電極温度等）を適宜調節する。

【0171】

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

【0172】

ソース電極層405a、ドレイン電極層405bの材料としては、Al、Cr、Ta、Ti、Mo、Wから選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金か、上述した元素を組み合わせた合金膜等が挙げられる。また、熱処理を行う場合には、この熱処理に耐える耐熱性を導電膜に持たせることが好ましい。例えば、Al単体では耐熱性が劣り、また腐蝕しやすい等の問題点があるので耐熱性導電性材料と組み合わせて形成する。Alと組み合わせる耐熱性導電性材料としては、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、ネオジム（Nd）、スカンジウム（Sc）から選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金か、上述した元素を組み合わせた合金膜、または上述した元素を成分とする窒化物で形成する。

30

【0173】

ゲート絶縁層402、半導体層403、ソース電極層405a、ドレイン電極層405b（それらを形成する膜）を大気に触れさせることなく連続的に形成してもよい。大気に触れさせることなく連続成膜することで、大気成分や大気中に浮遊する汚染不純物元素に汚染されることなく各種層界面を形成することができるので、トランジスタ特性のばらつきを低減することができる。

40

【0174】

なお、半導体層403は一部のみがエッチングされ、溝部（凹部）を有する半導体層である。

【0175】

トランジスタ420を覆う絶縁膜407、絶縁膜409は、乾式法や湿式法で形成される無機絶縁膜、有機絶縁膜を用いることができる。例えば、CVD法やスパッタリング法な

50

どを用いて得られる窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜などを用いることができる。また、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン、ポリアミド、エポキシ等の有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料（low-k材料）、シロキサン系樹脂、PSG（リンガラス）、BPSG（リンボロンガラス）等を用いることができる。また、絶縁膜407として酸化ガリウム膜を用いてもよい。

【0176】

なおシロキサン系樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサン系樹脂は置換基としては有機基（例えばアルキル基やアリール基）やフルオロ基を用いても良い。また、有機基はフルオロ基を有していても良い。シロキサン系樹脂は塗布法により成膜し、焼成することによって絶縁膜407として用いることができる。

10

【0177】

なお、これらの材料で形成される絶縁膜を複数積層させることで、絶縁膜407、絶縁膜409を形成してもよい。例えば、無機絶縁膜上に有機樹脂膜を積層する構造としてもよい。

【0178】

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

20

【0179】

以上のように、ブルー相を示す液晶層を用いた液晶表示装置において、コントラスト比を高めることができる。

【0180】

また、より低電圧で高い白透過率を得ることができるため、液晶表示装置の低消費電力化も達成できる。

【0181】

（実施の形態4）

実施の形態1乃至3のいずれかで示す液晶表示装置に遮光層（ブラックマトリクス）を設ける構成とすることができる。なお、実施の形態1乃至3と同様なものに関しては同様の材料及び作製方法を適用することができ、同一部分又は同様な機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

30

【0182】

遮光層は、液晶層を挟持して固着される一対の基板の内側（液晶層側）に設けてもよいし、基板の外側（液晶層と反対側）に設けてもよい。

【0183】

液晶表示装置において一対の基板の内側に遮光層を設ける場合、遮光層は画素電極層が設けられる素子基板側に形成してもよいし、共通電極層が設けられる対向基板側に形成してもよい。遮光層は別途独立して設けてもよいし、実施の形態3のようなアクティブマトリクス型の液晶表示装置の場合、素子基板上に設けられる層間膜として作り込むこともできる。例えば、実施の形態3の図4の液晶表示装置であれば、層間膜413の一部に、遮光層を用いる構成とすればよい。

40

【0184】

遮光層は、光を反射、又は吸収し、遮光性を有する材料を用いる。例えば、黒色の有機樹脂を用いることができ、感光性又は非感光性のポリイミドなどの樹脂材料に、顔料系の黒色樹脂やカーボンブラック、チタンブラック等を混合させて形成すればよい。また、遮光性の金属膜を用いることもでき、例えばクロム、モリブデン、ニッケル、チタン、コバルト、銅、タングステン、又はアルミニウムなどを用いればよい。

【0185】

遮光層の形成方法は特に限定されず、材料に応じて、蒸着法、スパッタリング法、CVD

50

法などの乾式法、又はスピコート、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法（インクジェット法、スクリーン印刷、オフセット印刷等）などの湿式法を用い、必要に応じてエッチング法（ドライエッチング又はウエットエッチング）により所望のパターンに加工すればよい。

【0186】

遮光層を層間膜413の一部として用いる場合、黒色の有機樹脂を用いることが好ましい。

【0187】

層間膜の一部として遮光層として直接素子基板側に形成する場合、遮光層と画素領域の位置あわせの誤差問題が生じず、より精密な形成領域の制御ができ、微細なパターンの画素にも対応することができる。

10

【0188】

素子基板上に遮光層を作り込む液晶表示装置の構成であると、液晶層への高分子安定化のための光照射時に、遮光層によって対向基板側から照射される光が吸収、遮断されることがないために、液晶層全体に均一に照射することができる。よって、光重合の不均一による液晶の配向乱れやそれに伴う表示ムラなどを防止することができる。

【0189】

遮光層は液晶表示装置において、トランジスタの半導体層や、コンタクトホールと重畳する場所、又は画素間などに設けるとよい。

【0190】

20

このように、遮光層を設けると、遮光層は、トランジスタの半導体層への光の入射を遮断することができるため、光の入射によるトランジスタの電気特性の変動を抑制し、安定化することができる。また、遮光層は隣り合う画素への光漏れの防止や、コンタクトホール上に発生しやすい液晶の配向欠陥による光漏れ等の表示むらを隠すことができる。よって、液晶表示装置の高精細化、高信頼性を図ることができる。

【0191】

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

【0192】

（実施の形態5）

30

本実施の形態では、カラー表示を行う液晶表示装置の例を示す。実施の形態1乃至4のいずれかで示す液晶表示装置にカラーフィルタを設けてカラー表示を行うことができる。なお、実施の形態1乃至4と同様なものに関しては同様の材料及び作製方法を適用することができ、同一部分又は同様な機能を有する部分の詳細な説明は省略する。

【0193】

カラーフィルタは、液晶表示装置をフルカラー表示とする場合、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）を呈する材料から形成すればよく、モノクロ以外のモノカラー表示とする場合、少なくとも一つの色を呈する材料から形成すればよい。

【0194】

具体的には、液晶表示装置にカラーフィルタ層として機能する着色層を設ける。カラーフィルタ層は、液晶層を挟持して固着される一対の基板の内側（液晶層側）に設けてもよいし、基板の外側（液晶層と反対側）に設けてもよい。

40

【0195】

まず、液晶表示装置において一対の基板の内側にカラーフィルタ層を設ける場合を説明する。カラーフィルタ層は画素電極層が設けられる素子基板側に形成してもよいし、共通電極層が設けられる対向基板側に形成してもよい。カラーフィルタ層は別途独立して設けてもよいし、実施の形態3のようなアクティブマトリクス型の液晶表示装置の場合、素子基板上に設けられる層間膜として作り込むこともできる。例えば、実施の形態3の図4の液晶表示装置であれば、層間膜413に、カラーフィルタ層として機能する有彩色の透光性樹脂層を用いる構成とすればよい。

50

【0196】

層間膜をカラーフィルタ層として直接素子基板側に形成する場合、カラーフィルタ層と画素領域の位置あわせの誤差問題が生じず、より精密な形成領域の制御ができ、微細なパターンの画素にも対応することができる。また、層間膜とカラーフィルタ層を同一の絶縁層で兼ねるので、工程簡略化、低コスト化といった利点もある。

【0197】

また、素子基板上にカラーフィルタ層を作り込む液晶表示装置の構成であると、液晶層への高分子安定化のための光照射時に、カラーフィルタ層によって対向基板側から照射される光が吸収されることがないために、液晶層全体に均一に照射することができる。よって、光重合の不均一による液晶の配向乱れやそれに伴う表示ムラなどを防止することができる。

10

【0198】

カラーフィルタ層として用いることのできる有彩色の透光性樹脂としては、感光性、非感光性の有機樹脂を用いることができる。感光性の有機樹脂層を用いるとレジストマスク数を削減することができるため、工程が簡略化し好ましい。

【0199】

有彩色は、黒、灰、白などの無彩色を除く色であり、着色層はカラーフィルタとして機能させるため、その着色された有彩色の光のみを透過する材料で形成される。有彩色としては、赤色、緑色、青色などを用いることができる。また、シアン、マゼンダ、イエロー（黄）などを用いてもよい。着色された有彩色の光のみを透過するとは、着色層において透過する光は、その有彩色の光の波長にピークを有するということである。

20

【0200】

カラーフィルタ層は、含ませる着色材料の濃度と光の透過率の関係に考慮して、最適な膜厚を適宜制御するとよい。

【0201】

有彩色の色によって有彩色の透光性樹脂層の膜厚が異なる場合や、遮光層、トランジスタに起因する凹凸を有する場合は、可視光領域の波長の光を透過する（いわゆる無色透明）絶縁層を積層し、平坦化してもよい。平坦性を高めるとその上に形成される画素電極層などの被覆性もよく、かつ液晶層のギャップ（膜厚）を均一にすることができるため、より液晶表示装置の視認性を向上させ、高画質化が可能になる。

30

【0202】

カラーフィルタを基板の外側に設ける場合は、接着層などによってカラーフィルタを基板に接着して設けることができる。カラーフィルタを対向基板の外側に設ける場合工程順として、光照射によるブルー相の高分子安定化を行った後に対向基板の外側にカラーフィルタを設ける。

【0203】

光源としてバックライト、サイドライトなどを用いればよい。光源はカラーフィルタを通過して視認側へ照射されることによって、カラー表示を行うことができる。光源として、冷陰極管や白色のダイオードを用いることができる。また、反射板、拡散板、偏光板、位相差板などの光学部材を設けてもよい。

40

【0204】

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

【0205】

よって、高コントラストで低消費電力な液晶表示装置において、カラー表示機能を付与することができる。

【0206】

（実施の形態6）

本明細書に開示する液晶表示装置として液晶表示モジュールを構成する一例を示す。本実施の形態ではカラー表示を行う液晶表示モジュールの一例として図6に液晶表示モジュール

50

ル 1 9 0 の構成を示す。

【 0 2 0 7 】

液晶表示モジュール 1 9 0 はバックライト部 1 3 0 と、液晶素子がマトリクス状に設けられた液晶表示パネル 1 2 0 と、液晶表示パネル 1 2 0 を挟む偏光板 1 2 5 a、及び偏光板 1 2 5 b を有する。バックライト部 1 3 0 には発光素子、例えば三原色の L E D (1 3 3 R、1 3 3 G、及び 1 3 3 B) をマトリクス状に配置し、また液晶表示パネル 1 2 0 と発光素子の間に拡散板 1 3 4 を配置したものをバックライト部 1 3 0 として用いることができる。また、外部入力端子となる F P C 4 0 1 8 は液晶表示パネル 1 2 0 に設けた端子部と電氣的に接続されている。

【 0 2 0 8 】

液晶表示パネル 1 2 0 としては実施の形態 1 乃至 4 のいずれかで示した液晶表示装置を適用することができる。

【 0 2 0 9 】

本実施の形態では、発光ダイオード (L E D) を用いて、時分割によりカラー表示する継時加法混色法 (フィールドシーケンシャル法) を採用する。

【 0 2 1 0 】

バックライト部 1 3 0 はバックライト制御回路、及びバックライト 1 3 2 を有する。バックライト 1 3 2 には発光素子 1 3 3 である L E D 1 3 3 R、1 3 3 G、1 3 3 B が配置されている。

【 0 2 1 1 】

本実施の形態では、バックライト 1 3 2 は、複数の異なる発光色の発光素子 1 3 3 である L E D 1 3 3 R、1 3 3 G、1 3 3 B を有する。異なる発光色の組み合わせとしては、例えば、赤 (R)、緑 (G)、及び青 (B) の 3 種類の発光素子を用いることができる。R、G、及び B の三原色を用いることで、フルカラー画像を表示できる。

【 0 2 1 2 】

また、R、G、及び B の発光素子から選んだ複数を同時に光らせて表現する色 (例えば、R と G で表す黄 (Y)、G と B で表すシアン (C)、青と赤で表すマゼンタ (M) など) を発する別の発光素子を、R、G、及び B の発光素子に加えて配置してもよい。

【 0 2 1 3 】

また、液晶表示装置の色再現特性をより豊かにするため、三原色以外の光を発する発光素子を加えてもよい。R、G、及び B の発光素子を用いて表現できる色は、色度図上のそれぞれの発光色に対応する 3 点が描く三角形の内側に示される色に限られる。従って、色度図上の該三角形の外側に配置される発光素子を別途加えることで、表示装置の色再現性を豊かにすることができる。

【 0 2 1 4 】

例えば、色度図の中心から、色度図上の青色の発光素子 B に対応する点に向かって概ね外側に位置する点で表される深い青色 (D e e p B l u e : D B) や、色度図の中心から、赤色の発光素子 R に対応する色度図上の点に向かって概ね外側に位置する点で表されるより深い赤色 (D e e p R e d : D R) を発する発光素子を、バックライト 1 3 2 の R、G、及び B に加えて使用することができる。

【 0 2 1 5 】

図 6 には、3 色の光 1 3 5 が矢印 (R、G、及び B) で模式的に示してある。バックライト部 1 3 0 から逐次発せられるパルス状の異なる色の光が、バックライト部 1 3 0 と同期して動作する液晶表示パネル 1 2 0 の液晶素子により変調され、液晶表示モジュール 1 9 0 から観察者に達する。観察者は逐次的に発せられる光を映像として捉える。

【 0 2 1 6 】

また、本実施の形態で例示される液晶表示装置は、カラーフィルタを用いることなく、フルカラー画像の表示が可能である。カラーフィルタがバックライトの光を吸収しないため光の利用効率が高く、フルカラー画像の表示においても消費電力が抑制されている。

【 0 2 1 7 】

10

20

30

40

50

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

【0218】

よって、高コントラストで低消費電力な液晶表示装置において、カラー表示機能を付与することができる。

【0219】

(実施の形態7)

本実施の形態では、本明細書に開示する液晶表示装置に適用できるトランジスタの例を示す。本明細書に開示する液晶表示装置に適用できるトランジスタの構造は特に限定されず、例えばトップゲート構造、又はボトムゲート構造のスタガ型及びプレーナ型などを用いることができる。また、トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造でも、2つ形成されるダブルゲート構造もしくは3つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。また、チャネル領域の上下にゲート絶縁層を介して配置された2つのゲート電極層を有する、デュアルゲート型でもよい。なお、図7(A)乃至(D)にトランジスタの断面構造の一例を以下に示す。

10

【0220】

図7(A)に示すトランジスタ410は、ボトムゲート構造の薄膜トランジスタの一つであり、逆スタガ型薄膜トランジスタともいう。

【0221】

トランジスタ410は、絶縁表面を有する第1の基板441上に、ゲート電極層401、ゲート絶縁層402、半導体層403、ソース電極層405a、及びドレイン電極層405bを含む。また、トランジスタ410を覆い、半導体層403に積層する絶縁膜407が設けられている。絶縁膜407上にはさらに絶縁膜409が形成されている。

20

【0222】

図7(B)に示すトランジスタ435は、チャネル保護型(チャネルストップ型ともいう)と呼ばれるボトムゲート構造の一つであり逆スタガ型薄膜トランジスタともいう。

【0223】

トランジスタ435は、絶縁表面を有する第1の基板441上に、ゲート電極層401、ゲート絶縁層402、半導体層403、半導体層403のチャネル形成領域を覆うチャネル保護層として機能する絶縁膜427、ソース電極層405a、及びドレイン電極層405bを含む。また、トランジスタ435を覆い、絶縁膜409が形成されている。

30

【0224】

図7(C)に示すトランジスタ430はボトムゲート型の薄膜トランジスタであり、絶縁表面を有する基板である第1の基板441上に、ゲート電極層401、ゲート絶縁層402、ソース電極層405a、ドレイン電極層405b、及び半導体層403を含む。また、トランジスタ430を覆い、半導体層403に接する絶縁膜407が設けられている。絶縁膜407上にはさらに絶縁膜409が形成されている。

【0225】

トランジスタ430においては、ゲート絶縁層402は第1の基板441及びゲート電極層401上に接して設けられ、ゲート絶縁層402上にソース電極層405a、ドレイン電極層405bが接して設けられている。そして、ゲート絶縁層402、及びソース電極層405a、ドレイン電極層405b上に半導体層403が設けられている。

40

【0226】

図7(D)に示すトランジスタ440は、トップゲート構造の薄膜トランジスタの一つである。トランジスタ440は、絶縁表面を有する第1の基板441上に、絶縁層437、半導体層403、ソース電極層405a、及びドレイン電極層405b、ゲート絶縁層402、ゲート電極層401を含み、ソース電極層405a、ドレイン電極層405bにそれぞれ配線層436a、配線層436bが接して設けられ電氣的に接続している。

【0227】

また、半導体層とソース電極層及びドレイン電極層との間にソース領域及びドレイン領域

50

(一導電型を有する半導体層、バッファ層ともいう)を設けてもよい。例えば、ソース領域及びドレイン領域として、n型の導電型を示す半導体層を用いる。

【0228】

また、トランジスタのソース領域またはドレイン領域として、半導体層を用いる場合は、チャンネル形成領域として用いる半導体層の膜厚よりも薄く、且つ、より高い導電率(電気伝導度)を有するのが好ましい。

【0229】

ソース電極層405a、ドレイン電極層405bに接続する配線層436a、配線層436bのような導電膜も、ソース電極層405a、ドレイン電極層405bと同様な材料を用いることができる。

10

【0230】

絶縁膜427、437は、絶縁膜407と同様な材料を用いることができ、代表的には酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、または酸化窒化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。

【0231】

また、実施の形態3のように、絶縁膜409上にトランジスタ起因の表面凹凸を低減するために平坦化絶縁膜として層間膜413を形成してもよい。

【0232】

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

20

【0233】

(実施の形態8)

上記実施の形態3乃至7において、トランジスタの半導体層に用いることのできる例として酸化物半導体を説明する。

【0234】

実施の形態7で示した図7(A)乃至(D)のトランジスタ410、430、435、440において、半導体層403として酸化物半導体層を用いることができる。

【0235】

半導体層403に用いる酸化物半導体としては、四元系金属酸化物であるIn-Sn-Ga-Zn-O系や、三元系金属酸化物であるIn-Ga-Zn-O系、In-Sn-Zn-O系、In-Al-Zn-O系、Sn-Ga-Zn-O系、Al-Ga-Zn-O系、Sn-Al-Zn-O系や、二元系金属酸化物であるIn-Zn-O系、Sn-Zn-O系、Al-Zn-O系、Zn-Mg-O系、Sn-Mg-O系、In-Mg-O、In-Ga-O系や、In-O系、Sn-O系、Zn-O系などを用いることができる。また、上記酸化物半導体にSiO₂を含んでもよい。ここで、例えば、In-Ga-Zn-O系酸化物半導体とは、少なくともInとGaとZnを含む酸化物であり、その組成比に特に制限はない。また、InとGaとZn以外の元素を含んでもよい。

30

【0236】

また、酸化物半導体層は、化学式InMO₃(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、Ga、Al、Mnおよび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。

40

【0237】

酸化物半導体層を用いたトランジスタ410、430、435、440は、オフ状態における電流値(オフ電流値)を低くすることができる。よって、酸化物半導体層を用いたトランジスタを用いると、画像信号等の電気信号の保持時間を長くすることができ、電源オン状態では書き込み間隔も長く設定できる。よって、リフレッシュ動作の頻度を少なくすることができるため、消費電力をより抑制する効果を奏する。

【0238】

また、半導体層403として酸化物半導体層を用いたトランジスタ410、430、43

50

5、440は、比較的高い電界効果移動度が得られるため、高速駆動が可能である。よって、液晶表示装置の画素部に該トランジスタを用いることで、高画質な画像を提供することができる。また、該トランジスタを用いて、同一基板上に駆動回路部または画素部を作り分けて作製することができるため、液晶表示装置の部品点数を削減することができる。

【0239】

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

【0240】

(実施の形態9)

本実施の形態は、酸化物半導体層を含むトランジスタ、及び作製方法の他の一例を図8を用いて詳細に説明する。上記実施の形態と同一部分又は同様な機能を有する部分、及び工程は、上記実施の形態と同様に行うことができ、繰り返しの説明は省略する。また同じ箇所の詳細な説明は省略する。

【0241】

図8(A)乃至(E)にトランジスタの断面構造の一例を示す。図8(A)乃至(E)に示すトランジスタ510は、図7(A)に示すトランジスタ410と同様なボトムゲート構造の逆スタガ型薄膜トランジスタである。

【0242】

本実施の形態の半導体層に用いる酸化物半導体は、n型不純物である水素を酸化物半導体から除去し、酸化物半導体の主成分以外の不純物が極力含まれないように高純度化することによりI型(真性)の酸化物半導体、又はI型(真性)に限りなく近い酸化物半導体としたものである。すなわち、不純物を添加してI型化するのでなく、水素や水等の不純物を極力除去したことにより、高純度化されたI型(真性半導体)又はそれに近づけることを特徴としている。そうすることにより、フェルミ準位(E_f)を真性フェルミ準位(E_i)と同じレベルにまですることができ、従って、トランジスタ510が有する酸化物半導体層は、高純度化及び電氣的にI型(真性)化された酸化物半導体層である。

【0243】

また、高純度化された酸化物半導体中にはキャリアが極めて少なく(ゼロに近い)、キャリア濃度は $1 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ 未満、好ましくは $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 未満、さらに好ましくは $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 未満である。

【0244】

酸化物半導体中にキャリアが極めて少ないため、トランジスタのオフ電流を少なくすることができる。オフ電流は少なければ少ないほど好ましい。

【0245】

具体的には、上述の酸化物半導体層を具備するトランジスタ510は、オフ状態における電流値(オフ電流値)を、チャネル幅 $1 \mu\text{m}$ 当たり 10 zA 未満($10 \text{ zA} / \mu\text{m}$ 未満)、85℃にて $100 \text{ zA} / \mu\text{m}$ 未満レベルにまで低くすることができる。

【0246】

オフ状態における電流値(オフ電流値)が極めて小さいトランジスタを画素部におけるトランジスタとして用いることにより、静止画領域におけるリフレッシュ動作を少ない画像データの書き込み回数で行うことができる。

【0247】

また、上述の酸化物半導体層を具備するトランジスタ510はオン電流の温度依存性がほとんど見られず、オフ電流も非常に小さいままである。また、光劣化によるトランジスタ特性の変動も少ない。

【0248】

以下、図8(A)乃至(E)を用い、基板505上にトランジスタ510を作製する工程を説明する。

【0249】

まず、絶縁表面を有する基板505上に導電膜を形成した後、第1のフォトリソグラフィ

10

20

30

40

50

工程によりゲート電極層 5 1 1 を形成する。なお、レジストマスクをインクジェット法で形成してもよい。レジストマスクをインクジェット法で形成するとフォトマスクを使用しないため、製造コストを低減できる。

【 0 2 5 0 】

絶縁表面を有する基板 5 0 5 は、実施の形態 1 に示した第 1 の第 1 の基板 2 0 0 と同様な基板を用いることができる。本実施の形態では基板 5 0 5 としてガラス基板を用いる。

【 0 2 5 1 】

下地膜となる絶縁膜を基板 5 0 5 とゲート電極層 5 1 1 との間に設けてもよい。下地膜は、基板 5 0 5 からの不純物元素の拡散を防止する機能があり、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、又は酸化窒化シリコン膜から選ばれた一又は複数の膜による積層構造により形成することができる。

10

【 0 2 5 2 】

また、ゲート電極層 5 1 1 の材料は、モリブデン、チタン、タンタル、タングステン、アルミニウム、銅、ネオジム、スカンジウム等の金属材料又はこれらを主成分とする合金材料を用いて、単層で又は積層して形成することができる。

【 0 2 5 3 】

次いで、ゲート電極層 5 1 1 上にゲート絶縁層 5 0 7 を形成する。ゲート絶縁層 5 0 7 は、プラズマ C V D 法又はスパッタリング法等を用いて、酸化シリコン層、窒化シリコン層、酸化窒化シリコン層、窒化酸化シリコン層、酸化アルミニウム層、窒化アルミニウム層、酸化窒化アルミニウム層、窒化酸化アルミニウム層、又は酸化ハフニウム層を単層で又は積層して形成することができる。

20

【 0 2 5 4 】

本実施の形態の酸化物半導体は、不純物を除去され、I 型化又は実質的に I 型化された酸化物半導体を用いる。このような高純度化された酸化物半導体は界面準位、界面電荷に対して極めて敏感であるため、酸化物半導体層とゲート絶縁層との界面は重要である。そのため高純度化された酸化物半導体に接するゲート絶縁層は、高品質化が要求される。

【 0 2 5 5 】

例えば、 μ 波（例えば周波数 2 . 4 5 G H z ）を用いた高密度プラズマ C V D は、緻密で絶縁耐圧の高い高品質な絶縁層を形成できるので好ましい。高純度化された酸化物半導体と高品質ゲート絶縁層とが密接することにより、界面準位を低減して界面特性を良好なものとすることができるからである。

30

【 0 2 5 6 】

もちろん、ゲート絶縁層として良質な絶縁層を形成できるものであれば、スパッタリング法やプラズマ C V D 法など他の成膜方法を適用することができる。また、成膜後の熱処理によってゲート絶縁層の膜質、酸化物半導体との界面特性が改質される絶縁層であっても良い。いずれにしても、ゲート絶縁層としての膜質が良好であることは勿論のこと、酸化物半導体との界面準位密度を低減し、良好な界面を形成できるものであれば良い。

【 0 2 5 7 】

また、ゲート絶縁層 5 0 7、酸化物半導体膜 5 3 0 に水素、水酸基及び水分がなるべく含まれないようにするために、酸化物半導体膜 5 3 0 の成膜の前処理として、スパッタリング装置の予備加熱室でゲート電極層 5 1 1 が形成された基板 5 0 5、又はゲート絶縁層 5 0 7 までが形成された基板 5 0 5 を予備加熱し、基板 5 0 5 に吸着した水素、水分などの不純物を脱離し排気することが好ましい。なお、予備加熱室に設ける排気手段はクライオポンプが好ましい。なお、この予備加熱の処理は省略することもできる。またこの予備加熱は、絶縁膜 5 1 6 の成膜前に、ソース電極層 5 1 5 a 及びドレイン電極層 5 1 5 b まで形成した基板 5 0 5 にも同様に行ってもよい。

40

【 0 2 5 8 】

次いで、ゲート絶縁層 5 0 7 上に、膜厚 2 n m 以上 2 0 0 n m 以下、好ましくは 5 n m 以上 3 0 n m 以下の酸化物半導体膜 5 3 0 を形成する（図 8（A）参照。）。

【 0 2 5 9 】

50

なお、酸化物半導体膜 530 をスパッタリング法により成膜する前に、アルゴンガスを導入してプラズマを発生させる逆スパッタを行い、ゲート絶縁層 507 の表面に付着している粉状物質（パーティクル、ごみともいう）を除去することが好ましい。逆スパッタとは、ターゲット側に電圧を印加せず、アルゴン雰囲気下で基板側に RF 電源を用いて電圧を印加して基板近傍にプラズマを形成して表面を改質する方法である。なお、アルゴン雰囲気に代えて窒素、ヘリウム、酸素などを用いてもよい。

【0260】

酸化物半導体膜 530 に用いる酸化物半導体は、実施の形態 8 に示した四元系金属酸化物や、三元系金属酸化物や、二元系金属酸化物や、In-O 系、Sn-O 系、Zn-O 系などの酸化物半導体を用いることができる。また、上記酸化物半導体に SiO₂ を含んでもよい。本実施の形態では、酸化物半導体膜 530 として In-Ga-Zn-O 系酸化物ターゲットを用いてスパッタリング法により成膜する。この段階での断面図が図 8 (A) に相当する。また、酸化物半導体膜 530 は、希ガス（代表的にはアルゴン）雰囲気下、酸素雰囲気下、又は希ガスと酸素の混合雰囲気下においてスパッタリング法により形成することができる。

10

【0261】

酸化物半導体膜 530 をスパッタリング法で作製するためのターゲットとしては、例えば、組成比として、In₂O₃:Ga₂O₃:ZnO=1:1:1 [mol 比]（すなわち、In:Ga:Zn=1:1:0.5 [atom 比]）を用いることができる。また、他にも、In:Ga:Zn=1:1:1 [atom 比]、又は In:Ga:Zn=1:1:2 [atom 比] の組成比を有するターゲットを用いてもよい。酸化物ターゲットの充填率は 90% 以上 100% 以下、好ましくは 95% 以上 99.9% である。充填率の高い金属酸化物ターゲットを用いることにより、成膜した酸化物半導体膜は緻密な膜となる。

20

【0262】

酸化物半導体膜 530 を、成膜する際に用いるスパッタガスは水素、水、水酸基又は水素化物などの不純物が除去された高純度ガスを用いることが好ましい。

【0263】

減圧状態に保持された成膜室内に基板を保持し、基板温度を 100 以上 600 以下好ましくは 200 以上 400 以下とする。基板を加熱しながら成膜することにより、成膜した酸化物半導体膜に含まれる不純物濃度を低減することができる。また、スパッタリングによる損傷が軽減される。そして、成膜室内の残留水分を除去しつつ水素及び水分が除去されたスパッタガスを導入し、上記ターゲットを用いて基板 505 上に酸化物半導体膜 530 を成膜する。成膜室内の残留水分を除去するためには、吸着型の真空ポンプ、例えば、クライオポンプ、イオンポンプ、チタンサブリーメーションポンプを用いることが好ましい。また、排気手段としては、ターボポンプにコールドトラップを加えたものであってもよい。クライオポンプを用いて排気した成膜室は、例えば、水素原子、水（H₂O）など水素原子を含む化合物（より好ましくは炭素原子を含む化合物も）等が排気されるため、当該成膜室で成膜した酸化物半導体膜に含まれる不純物の濃度を低減できる。

30

【0264】

成膜条件の一例としては、基板とターゲットの間との距離を 100 mm、圧力 0.6 Pa、直流（DC）電源 0.5 kW、酸素（酸素流量比率 100%）雰囲気下の条件が適用される。なお、パルス直流電源を用いると、成膜時に発生する粉状物質（パーティクル、ごみともいう）が軽減でき、膜厚分布も均一となるために好ましい。

40

【0265】

次いで、酸化物半導体膜 530 を第 2 のフォトリソグラフィ工程により島状の酸化物半導体層に加工する。また、島状の酸化物半導体層を形成するためのレジストマスクをインクジェット法で形成してもよい。レジストマスクをインクジェット法で形成するとフォトマスクを使用しないため、製造コストを低減できる。

【0266】

また、ゲート絶縁層 507 にコンタクトホールを形成する場合、その工程は酸化物半導体

50

膜 5 3 0 の加工時に同時に行うことができる。

【 0 2 6 7 】

なお、ここでの酸化物半導体膜 5 3 0 のエッチングは、ドライエッチングでもウェットエッチングでもよく、両方を用いてもよい。例えば、酸化物半導体膜 5 3 0 のウェットエッチングに用いるエッチング液としては、リン酸と酢酸と硝酸を混ぜた溶液などを用いることができる。また、I T O 0 7 N (関東化学社製) を用いてもよい。

【 0 2 6 8 】

次いで、酸化物半導体層に第 1 の加熱処理を行う。この第 1 の加熱処理によって酸化物半導体層の脱水化または脱水素化を行うことができる。第 1 の加熱処理の温度は、4 0 0 以上 7 5 0 以下、または 4 0 0 以上基板の歪み点未満とする。ここでは、加熱処理装置の一つである電気炉に基板を導入し、酸化物半導体層に対して窒素雰囲気下 4 5 0 において 1 時間の加熱処理を行った後、大気に触れることなく、酸化物半導体層への水や水素の再混入を防ぎ、酸化物半導体層 5 3 1 を得る (図 8 (B) 参照。) 。

【 0 2 6 9 】

なお、加熱処理装置は電気炉に限られず、抵抗発熱体などの発熱体からの熱伝導または熱輻射によって、被処理物を加熱する装置を用いてもよい。例えば、G R T A (G a s R a p i d T h e r m a l A n n e a l) 装置、L R T A (L a m p R a p i d T h e r m a l A n n e a l) 装置等の R T A (R a p i d T h e r m a l A n n e a l) 装置を用いることができる。L R T A 装置は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどのランプから発する光 (電磁波) の輻射により、被処理物を加熱する装置である。G R T A 装置は、高温のガスを用いて加熱処理を行う装置である。高温のガスには、アルゴンなどの希ガス、または窒素のような、加熱処理によって被処理物と反応しない不活性気体が用いられる。

【 0 2 7 0 】

例えば、第 1 の加熱処理として、6 5 0 ~ 7 0 0 の高温に加熱した不活性ガス中に基板を移動させて入れ、数分間加熱した後、基板を移動させて高温に加熱した不活性ガス中から出す G R T A を行ってもよい。

【 0 2 7 1 】

なお、第 1 の加熱処理においては、窒素、またはヘリウム、ネオン、アルゴン等の希ガスに、水、水素などが含まれないことが好ましい。または、加熱処理装置に導入する窒素、またはヘリウム、ネオン、アルゴン等の希ガスの純度を、6 N (9 9 . 9 9 9 9 %) 以上好ましくは 7 N (9 9 . 9 9 9 9 9 %) 以上 (即ち不純物濃度を 1 p p m 以下、好ましくは 0 . 1 p p m 以下) とすることが好ましい。

【 0 2 7 2 】

また、第 1 の加熱処理で酸化物半導体層を加熱した後、同じ炉に高純度の酸素ガス、高純度の N_2O ガス、又は超乾燥エア (露点が - 4 0 以下、好ましくは - 6 0 以下) を導入してもよい。酸素ガスまたは N_2O ガスに、水、水素などが含まれないことが好ましい。または、加熱処理装置に導入する酸素ガスまたは N_2O ガスの純度を、6 N 以上好ましくは 7 N 以上 (即ち、酸素ガスまたは N_2O ガス中の不純物濃度を 1 p p m 以下、好ましくは 0 . 1 p p m 以下) とすることが好ましい。酸素ガス又は N_2O ガスの作用により、脱水化または脱水素化処理による不純物の排除工程によって同時に減少してしまった酸化物半導体を構成する主成分材料である酸素を供給することによって、酸化物半導体層を高純度化及び電氣的に I 型 (真性) 化する。

【 0 2 7 3 】

また、酸化物半導体層の第 1 の加熱処理は、島状の酸化物半導体層に加工する前の酸化物半導体膜 5 3 0 に行うこともできる。その場合には、第 1 の加熱処理後に、加熱装置から基板を取り出し、フォトリソグラフィ工程を行う。

【 0 2 7 4 】

なお、第 1 の加熱処理は、上記以外にも、酸化物半導体層成膜後であれば、酸化物半導体

10

20

30

40

50

層上にソース電極層及びドレイン電極層を積層させた後、あるいは、ソース電極層及びドレイン電極層上に絶縁層を形成した後、のいずれで行っても良い。

【0275】

また、ゲート絶縁層507にコンタクトホールを形成する場合、その工程は酸化物半導体膜530に第1の加熱処理を行う前でも行った後に行ってもよい。

【0276】

また、酸化物半導体層を2回に分けて成膜し、2回に分けて加熱処理を行うことで、下地部材の材料が、酸化物、窒化物、金属など材料を問わず、膜厚の厚い結晶領域（単結晶領域）、即ち、膜表面に垂直にc軸配向した結晶領域を有する酸化物半導体層を形成してもよい。例えば、3nm以上15nm以下の第1の酸化物半導体膜を成膜し、窒素、酸素、希ガス、または乾燥空気雰囲気下で450以上850以下、好ましくは550以上750以下の第1の加熱処理を行い、表面を含む領域に結晶領域（板状結晶を含む）を有する第1の酸化物半導体膜を形成する。そして、第1の酸化物半導体膜よりも厚い第2の酸化物半導体膜を形成し、450以上850以下、好ましくは600以上700以下の第2の加熱処理を行い、第1の酸化物半導体膜を結晶成長の種として、上方に結晶成長させ、第2の酸化物半導体膜の全体を結晶化させ、結果として膜厚の厚い結晶領域を有する酸化物半導体層を形成してもよい。

10

【0277】

次いで、ゲート絶縁層507、及び酸化物半導体層531上に、ソース電極層及びドレイン電極層（これと同じ層で形成される配線を含む）となる導電膜を形成する。ソース電極層、及びドレイン電極層に用いる導電膜としては、実施の形態3に示したソース電極層405a、ドレイン電極層405bに用いる材料を用いることができる。

20

【0278】

第3のフォトリソグラフィ工程により導電膜上にレジストマスクを形成し、選択的にエッチングを行ってソース電極層515a、ドレイン電極層515bを形成した後、レジストマスクを除去する（図8（C）参照。）。

【0279】

第3のフォトリソグラフィ工程でのレジストマスク形成時の露光には、紫外線やKrFレーザ光やArFレーザ光を用いるとよい。酸化物半導体層531上で隣り合うソース電極層の下端部とドレイン電極層の下端部との間隔幅によって後に形成されるトランジスタのチャネル長Lが決定される。なお、チャネル長 $L = 25\text{ nm}$ 未満の露光を行う場合には、数nm～数10nmと極めて波長が短い超紫外線（Extreme Ultraviolet）を用いて第3のフォトリソグラフィ工程でのレジストマスク形成時の露光を行うとよい。超紫外線による露光は、解像度が高く焦点深度も大きい。従って、後に形成されるトランジスタのチャネル長Lを10nm以上1000nm以下とすることも可能であり、回路の動作速度を高速化できる。

30

【0280】

また、フォトリソグラフィ工程で用いるフォトマスク数及び工程数を削減するため、透過した光が複数の強度となる露光マスクである多階調マスクによって形成されたレジストマスクを用いてエッチング工程を行ってもよい。多階調マスクを用いて形成したレジストマスクは複数の膜厚を有する形状となり、エッチングを行うことでさらに形状を変形することができるため、異なるパターンに加工する複数のエッチング工程に用いることができる。よって、一枚の多階調マスクによって、少なくとも二種類以上の異なるパターンに対応するレジストマスクを形成することができる。よって露光マスク数を削減することができ、対応するフォトリソグラフィ工程も削減できるため、工程の簡略化が可能となる。

40

【0281】

なお、導電膜のエッチングの際に、酸化物半導体層531がエッチングされ、分断することのないようエッチング条件を最適化することが望まれる。しかしながら、導電膜のみをエッチングし、酸化物半導体層531を全くエッチングしないという条件を得ることは難しく、導電膜のエッチングの際に酸化物半導体層531は一部のみがエッチングされ、溝

50

部（凹部）を有する酸化物半導体層となることもある。

【0282】

本実施の形態では、導電膜としてTi膜を用い、酸化物半導体層531にはIn-Ga-Zn-O系酸化物半導体を用いたので、エッチャントとしてアンモニア過水（アンモニア、水、過酸化水素水の混合液）を用いる。

【0283】

次いで、N₂O、N₂、またはArなどのガスを用いたプラズマ処理を行い、露出している酸化物半導体層の表面に付着した吸着水などを除去してもよい。プラズマ処理を行った場合、大気に触れることなく、酸化物半導体層の一部に接する保護絶縁膜となる絶縁膜516を形成する。

10

【0284】

絶縁膜516は、少なくとも1nm以上の膜厚とし、スパッタリング法など、絶縁膜516に水、水素等の不純物を混入させない方法を適宜用いて形成することができる。絶縁膜516に水素が含まれると、その水素の酸化物半導体層への侵入、又は水素による酸化物半導体層中の酸素の引き抜き、が生じ酸化物半導体層のバックチャネルが低抵抗化（N型化）してしまい、寄生チャネルが形成されるおそれがある。よって、絶縁膜516はできるだけ水素を含まない膜になるように、成膜方法に水素を用いないことが重要である。

【0285】

本実施の形態では、絶縁膜516として膜厚200nmの酸化シリコン膜をスパッタリング法を用いて成膜する。成膜時の基板温度は、室温以上300℃以下とすればよく、本実施の形態では100℃とする。酸化シリコン膜のスパッタリング法による成膜は、希ガス（代表的にはアルゴン）雰囲気下、酸素雰囲気下、または希ガスと酸素の混合雰囲気下において行うことができる。また、ターゲットとして酸化シリコンターゲットまたはシリコンターゲットを用いることができる。例えば、シリコンターゲットを用いて、酸素を含む雰囲気下でスパッタリング法により酸化シリコンを形成することができる。酸化物半導体層に接して形成する絶縁膜516は、水分や、水素イオンや、OH⁻などの不純物を含まず、これらが外部から侵入することをブロックする無機絶縁膜を用い、代表的には酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、又は酸化ガリウム膜などを用いる。

20

【0286】

酸化物半導体膜530の成膜時と同様に、絶縁膜516の成膜室内の残留水分を除去するためには、吸着型の真空ポンプ（クライオポンプなど）を用いることが好ましい。クライオポンプを用いて排気した成膜室で成膜した絶縁膜516に含まれる不純物の濃度を低減できる。また、絶縁膜516の成膜室内の残留水分を除去するための排気手段としては、ターボポンプにコールドトラップを加えたものであってもよい。

30

【0287】

絶縁膜516を、成膜する際に用いるスパッタガスは水素、水、水酸基又は水素化物などの不純物が除去された高純度ガスを用いることが好ましい。

【0288】

次いで、不活性ガス雰囲気下、または酸素ガス雰囲気下で第2の加熱処理（好ましくは200℃以上400℃以下、例えば250℃以上350℃以下）を行う。例えば、酸素雰囲気下で250℃、1時間の第2の加熱処理を行う。第2の加熱処理を行うと、酸化物半導体層の一部（チャネル形成領域）が絶縁膜516と接した状態で加熱される。

40

【0289】

以上の工程を経ることによって、酸化物半導体膜に対して第1の加熱処理を行って水素、水分、水酸基又は水素化物（水素化合物ともいう）などの不純物を酸化物半導体層より意図的に排除し、かつ不純物の排除工程によって同時に減少してしまう酸化物半導体を構成する主成分材料の一つである酸素を供給することができる。よって、酸化物半導体層は高純度化及び電気的にI型（真性）化する。

【0290】

50

以上の工程でトランジスタ 5 1 0 が形成される（図 8（D）参照。）。

【0291】

また、絶縁膜 5 1 6 に欠陥を多く含む酸化シリコン層を用いると、酸化シリコン層形成後の加熱処理によって酸化物半導体層中に含まれる水素、水分、水酸基又は水素化物などの不純物を酸化物絶縁層に拡散させ、酸化物半導体層中に含まれる該不純物をより低減させる効果を奏する。

【0292】

絶縁膜 5 1 6 上にさらに絶縁膜 5 0 6 を形成してもよい。例えば、R F スパッタリング法を用いて窒化シリコン膜を形成する。R F スパッタリング法は、量産性がよいため、保護絶縁層の成膜方法として好ましい。保護絶縁層は、水分などの不純物を含まず、これらが外部から侵入することをブロックする無機絶縁膜を用い、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜などを用いる。本実施の形態では、絶縁膜 5 0 6 を、窒化シリコン膜を用いて形成する（図 8（E）参照。）。

【0293】

本実施の形態では、保護絶縁層として絶縁膜 5 0 6 として、絶縁膜 5 1 6 まで形成された基板 5 0 5 を 1 0 0 ～ 4 0 0 の温度に加熱し、水素及び水分が除去された高純度窒素を含むスパッタガスを導入しシリコン半導体のターゲットを用いて窒化シリコン膜を成膜する。この場合においても、絶縁膜 5 1 6 と同様に、処理室内の残留水分を除去しつつ絶縁膜 5 0 6 を成膜することが好ましい。

【0294】

保護絶縁層の形成後、さらに大気中、1 0 0 以上 2 0 0 以下、1 時間以上 3 0 時間以下での加熱処理を行ってもよい。この加熱処理は一定の加熱温度を保持して加熱してもよいし、室温から、1 0 0 以上 2 0 0 以下の加熱温度への昇温と、加熱温度から室温までの降温を複数回くりかえして行ってもよい。

【0295】

図示しないが、絶縁膜 5 1 6 上に層間膜 4 1 3 を形成する。後工程は、実施の形態 3 と同様に行えばよい。

【0296】

このように、本実施の形態を用いて作製した、高純度化された酸化物半導体層を含むトランジスタを用いることにより、オフ状態における電流値（オフ電流値）をより低くすることができる。よって、駆動方法において、画像信号等の電気信号の保持時間を長くすることができ、書き込み間隔も長く設定できる。よって、リフレッシュ動作の頻度をより少なくすることができるため、消費電力を抑制する効果を高くできる。

【0297】

液晶表示装置に設けられる保持容量の大きさは、画素部に配置されるトランジスタのリーク電流等を考慮して、所定の期間の間電荷を保持できるように設定される。保持容量の大きさは、トランジスタのオフ電流等を考慮して設定すればよい。本実施の形態で示した高純度の酸化物半導体層を有するトランジスタを用いるのであれば、各画素における液晶容量に対して 1 / 3 以下、好ましくは 1 / 5 以下の容量の大きさを有する保持容量を設ければ充分である。

【0298】

また、高純度化された酸化物半導体層を含むトランジスタは、高い電界効果移動度が得られるため、高速駆動が可能である。よって、液晶表示装置の画素部に該トランジスタを用いることで、高画質な画像を提供することができる。また、該トランジスタによって、同一基板上に駆動回路部または画素部を作り分けて作製することができるため、液晶表示装置の部品点数を削減することができる。

【0299】

また、ブルー相の液晶材料を用いると、配向膜へのラビング処理も不要となるため、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中に引き起こされる静電気の影響によるトランジスタの電気的な特性の変動などの液晶表示装置の不良

10

20

30

40

50

や破損を軽減することができる。よって液晶表示装置の生産性を向上させることが可能となる。

【0300】

ブルー相の液晶材料の応答速度が従来液晶材料よりも一桁以上速いため、酸化物半導体層を用いるトランジスタの様な倍速（高速）駆動が可能なデバイスと組み合わせることによって、液晶表示装置の高機能化及び高速応答化が実現できる。

【0301】

以上のことから、本実施の形態のように酸化物半導体層を用いるトランジスタを有する液晶表示装置にブルー相の液晶材料を用いることはより効果的である。

【0302】

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

【0303】

（実施の形態10）

上記実施の形態3乃至7において、トランジスタの半導体層に用いることのできる他の材料の例を説明する。

【0304】

半導体素子が有する半導体層を形成する材料は、シランやゲルマンに代表される半導体材料ガスを用いて気相成長法やスパッタリング法で作製される非晶質（アモルファスともいう。）半導体、該非晶質半導体を光エネルギーや熱エネルギーを利用して結晶化させた多結晶半導体、或いは微結晶半導体などを用いることができる。半導体層はスパッタリング法、LPCVD法、またはプラズマCVD法等により成膜することができる。

【0305】

微結晶半導体膜は、周波数が数十MHz～数百MHzの高周波プラズマCVD法、または周波数が1GHz以上のマイクロ波プラズマCVD装置により形成することができる。代表的には、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 などの水素化珪素を水素で希釈して形成することができる。また、水素化珪素及び水素に加え、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈して微結晶半導体膜を形成することができる。これらのときの水素化珪素に対して水素の流量比を5倍以上200倍以下、好ましくは50倍以上150倍以下、更に好ましくは100倍とする。

【0306】

アモルファス半導体としては、代表的には水素化アモルファスシリコン、結晶性半導体としては代表的にはポリシリコンなどがあげられる。ポリシリコン（多結晶シリコン）には、800以上のプロセス温度を経て形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂高温ポリシリコンや、600以下のプロセス温度で形成されるポリシリコンを主材料として用いた所謂低温ポリシリコン、また結晶化を促進する元素などを用いて、非晶質シリコンを結晶化させたポリシリコンなどを含んでいる。もちろん、前述したように、微結晶半導体又は半導体層の一部に結晶相を含む半導体を用いることもできる。

【0307】

半導体層に、結晶性半導体膜を用いる場合、その結晶性半導体膜の作製方法は、種々の方法（レーザ結晶化法、熱結晶化法、またはニッケルなどの結晶化を助長する元素を用いた熱結晶化法等）を用いれば良い。また、微結晶半導体をレーザ照射して結晶化し、結晶性を高めることもできる。結晶化を助長する元素を導入しない場合は、非晶質シリコン膜にレーザ光を照射する前に、窒素雰囲気下500で1時間加熱することによって非晶質シリコン膜の含有水素濃度を $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にまで放出させる。これは水素を多く含んだ非晶質シリコン膜にレーザ光を照射すると非晶質シリコン膜が破壊されてしまうからである。

【0308】

非晶質半導体層への金属元素の導入の仕方としては、当該金属元素を非晶質半導体膜の表

10

20

30

40

50

面又はその内部に存在させ得る手法であれば特に限定はなく、例えばスパッタリング法、CVD法、プラズマ処理法（プラズマCVD法も含む）、吸着法、金属塩の溶液を塗布する方法を使用することができる。このうち溶液を用いる方法は簡便であり、金属元素の濃度調整が容易であるという点で有用である。また、このとき非晶質半導体膜の表面の濡れ性を改善し、非晶質半導体膜の表面全体に水溶液を行き渡らせるため、酸素雰囲気中でのUV光の照射、熱酸化法、ヒドロキシラジカルを含むオゾン水又は過酸化水素による処理等により、酸化膜を成膜することが望ましい。

【0309】

また、非晶質半導体膜を結晶化し、結晶性半導体膜を形成する結晶化工程で、非晶質半導体膜に結晶化を促進する元素（触媒元素、金属元素とも示す）を添加し、熱処理（550 ~ 750 で3分~24時間）により結晶化を行ってもよい。結晶化を助長（促進）する元素としては、鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）、オスミウム（Os）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）、銅（Cu）及び金（Au）から選ばれた一種又は複数種類を用いることができる。

10

【0310】

結晶化を助長する元素を結晶性半導体膜から除去、又は軽減するため、結晶性半導体膜に接して、不純物元素を含む半導体膜を形成し、ゲッタリングシンクとして機能させる。不純物元素としては、n型を付与する不純物元素、p型を付与する不純物元素や希ガス元素などを用いることができ、例えばリン（P）、窒素（N）、ヒ素（As）、アンチモン（Sb）、ビスマス（Bi）、ボロン（B）、ヘリウム（He）、ネオン（Ne）、アルゴン（Ar）、Kr（クリプトン）、Xe（キセノン）から選ばれた一種または複数種を用いることができる。結晶化を促進する元素を含む結晶性半導体膜に、希ガス元素を含む半導体膜を形成し、熱処理（550 ~ 750 で3分~24時間）を行う。結晶性半導体膜中に含まれる結晶化を促進する元素は、希ガス元素を含む半導体膜中に移動し、結晶性半導体膜中の結晶化を促進する元素は除去、又は軽減される。その後、ゲッタリングシンクとなった希ガス元素を含む半導体膜を除去する。

20

【0311】

非晶質半導体膜の結晶化は、熱処理とレーザ光照射による結晶化を組み合わせてもよく、熱処理やレーザ光照射を単独で、複数回行っても良い。

30

【0312】

また、結晶性半導体膜を、直接基板にプラズマ法により形成しても良い。また、プラズマ法を用いて、結晶性半導体膜を選択的に基板に形成してもよい。

【0313】

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

【0314】

（実施の形態11）

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

40

【0315】

液晶表示装置は表示素子として液晶素子（液晶表示素子ともいう）を含む。

【0316】

また、液晶表示装置は、表示素子が封止された状態にあるパネルと、該パネルにコントローラを含むIC等を実装した状態にあるモジュールとを含む。さらに、該液晶表示装置を作製する過程における、表示素子が完成する前の一形態に相当する素子基板に関し、該素子基板は、電流を表示素子に供給するための手段を複数の各画素に備える。素子基板は、具体的には、表示素子の画素電極のみが形成された状態であっても良いし、画素電極とな

50

る導電膜を成膜した後であって、エッチングして画素電極を形成する前の状態であっても良いし、あらゆる形態があてはまる。

【0317】

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

10

【0318】

液晶表示装置の一形態に相当する液晶表示パネルの外観及び断面について、図5を用いて説明する。図5（A1）（A2）は、第1の基板4001上に形成されたトランジスタ4010、4011、及び液晶素子4013を、第2の基板4006との間にシール材4005によって封止した、パネルの上面図であり、図5（B）は、図5（A1）（A2）のM-Nにおける断面図に相当する。

【0319】

第1の基板4001上に設けられた画素部4002と、走査線駆動回路4004とを囲むようにして、シール材4005が設けられている。また画素部4002と、走査線駆動回路4004の上に第2の基板4006が設けられている。よって画素部4002と、走査線駆動回路4004とは、第1の基板4001とシール材4005と第2の基板4006とによって、液晶層4008と共に封止されている。

20

【0320】

また、図5（A1）は第1の基板4001上のシール材4005によって囲まれている領域とは異なる領域に、別途用意された基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜で形成された信号線駆動回路4003が実装されている。なお、図5（A2）は信号線駆動回路の一部を第1の基板4001上に設けられたトランジスタで形成する例であり、第1の基板4001上に信号線駆動回路4003bが形成され、かつ別途用意された基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜で形成された信号線駆動回路4003aが実装されている。

30

【0321】

なお、別途形成した駆動回路の接続方法は、特に限定されるものではなく、COG方法、ワイヤボンディング方法、或いはTAB方法などを用いることができる。図5（A1）は、COG方法により信号線駆動回路4003を実装する例であり、図5（A2）は、TAB方法により信号線駆動回路4003を実装する例である。

【0322】

また第1の基板4001上に設けられた画素部4002と、走査線駆動回路4004は、トランジスタを複数有しており、図5（B）では、画素部4002に含まれるトランジスタ4010と、走査線駆動回路4004に含まれるトランジスタ4011とを例示している。トランジスタ4010、4011上には絶縁層4020、層間膜4021が設けられている。

40

【0323】

トランジスタ4010、4011は、実施の形態3乃至10のいずれかに示すトランジスタを適用することができる。

【0324】

また、層間膜4021、又は絶縁層4020上において、駆動回路用のトランジスタ4011の半導体層のチャネル形成領域と重なる位置に導電層を設けてもよい。導電層は、電位がトランジスタ4011のゲート電極層と同じでもよいし、異なっても良く、第2のゲート電極層として機能させることもできる。また、導電層の電位がGND、0V、或いはフローティング状態であってもよい。

50

【0325】

また、第1の基板4001上、層間膜4021上に液晶層4008中に突出して設けられた第1の構造体4037上に画素電極層4030が形成され、画素電極層4030は、トランジスタ4010と電氣的に接続されている。第2の基板4006上には液晶層4008中に突出して設けられた第2の構造体4038上に共通電極層4031が形成されている。液晶素子4013は、画素電極層4030、共通電極層4031及び液晶層4008を含む。なお、第1の基板4001、第2の基板4006の外側にはそれぞれ偏光板4032a、4032bが設けられている。また、本実施の形態では、実施の形態2において図2で示したような画素電極層4030が平板状の連続した導電膜として設けられる例である。もちろん、図1、図3、図16で示したような画素電極層及び共通電極層の構成も適用することができる。

10

【0326】

第1の基板4001上に設けられたリブ状の第1の構造体4037の上面及び側面を覆うように画素電極層4030を形成し、第2の基板4006上に設けられたリブ状の第2の構造体4038の上面及び側面を覆うように共通電極層4031を形成することで、画素電極層4030及び共通電極層4031の形成面積を液晶層4008の膜厚方向に(3次元的に)も拡大できる。さらに、リブ状の構造体を覆うことにより画素電極層4030及び共通電極層4031表面に形成された凸部が交互に噛みあうように、第1の基板4001と第2の基板4006とを対向配置する。

【0327】

20

よって、画素電極層4030及び共通電極層4031間に電圧を印加した時、画素電極層4030と、共通電極層4031との間に広く電界を形成することができ、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

【0328】

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

【0329】

なお、第1の基板4001、第2の基板4006としては、透光性を有するガラス、プラスチックなどを用いることができる。プラスチックとしては、FRP(Fiber glass-Reinforced Plastics)板、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またはアクリル樹脂フィルムを用いることができる。また、アルミニウムホイルをPVFフィルムやポリエステルフィルムで挟んだ構造のシートを用いることもできる。

30

【0330】

また4035は絶縁膜を選択的にエッチングすることで得られる柱状のスペーサであり、液晶層4008の膜厚(セルギャップ)を制御するために設けられている。なお球状のスペーサを用いても良い。液晶層4008を用いる液晶表示装置において液晶層の厚さであるセルギャップは1 μ m以上20 μ m以下とすることが好ましい。なお、本明細書においてセルギャップの厚さとは、液晶層の厚さ(膜厚)の最大値とする。

40

【0331】

なお図5は透過型液晶表示装置の例であるが、半透過型液晶表示装置でも適用できる。

【0332】

また、図5の液晶表示装置では、基板の外側(視認側)に偏光板を設ける例を示すが、偏光板は基板の内側に設けてもよい。偏光板の材料や作製工程条件によって適宜設定すればよい。また、ブラックマトリクスとして機能する遮光層を設けてもよい。

【0333】

層間膜4021の一部としてカラーフィルタ層や遮光層を形成してもよい。図5においては、トランジスタ4010、4011上方を覆うように遮光層4034が第2の基板4006側に設けられている例である。遮光層4034を設けることにより、さらにコントラ

50

スト向上やトランジスタの安定化の効果を高めることができる。

【0334】

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

【0335】

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

10

【0336】

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

【0337】

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

20

【0338】

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

【0339】

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

30

【0340】

また、画素電極層4030及び共通電極層4031として、導電性高分子（導電性ポリマーともいう）を含む導電性組成物を用いて形成することができる。

【0341】

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

40

【0342】

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

【0343】

図5では、接続端子電極4015が、画素電極層4030と同じ導電膜から形成され、端子電極4016は、トランジスタ4010、4011のソース電極層及びドレイン電極層と同じ導電膜で形成されている。

【0344】

50

接続端子電極 4 0 1 5 は、F P C 4 0 1 8 が有する端子と、異方性導電膜 4 0 1 9 を介して電氣的に接続されている。

【 0 3 4 5 】

また図 5 においては、信号線駆動回路 4 0 0 3 を別途形成し、第 1 の基板 4 0 0 1 に実装している例を示しているが、この構成に限定されない。走査線駆動回路を別途形成して実装しても良いし、信号線駆動回路の一部または走査線駆動回路の一部のみを別途形成して実装しても良い。

【 0 3 4 6 】

以上のように、ブルー相を示す液晶層を用いた液晶表示装置において、コントラスト比を高めることができる。

10

【 0 3 4 7 】

また、より低電圧で高い白透過率を得ることができるため、液晶表示装置の低消費電力化も達成できる。

【 0 3 4 8 】

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

【 0 3 4 9 】

(実施の形態 1 2)

本明細書に開示する液晶表示装置は、さまざまな電子機器（遊技機も含む）に適用することができる。電子機器としては、例えば、テレビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

20

【 0 3 5 0 】

図 9 (A) は電子書籍（ E - b o o k ともいう）であり、筐体 9 6 3 0、表示部 9 6 3 1、操作キー 9 6 3 2、太陽電池 9 6 3 3、充放電制御回路 9 6 3 4 を有することができる。図 9 (A) に示した電子書籍は、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示する機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報を操作又は編集する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、等を有することができる。なお、図 9 (A) では充放電制御回路 9 6 3 4 の一例としてバッテリー 9 6 3 5、D C D C コンバータ（以下、コンバータと略記） 9 6 3 6 を有する構成について示している。実施の形態 1 乃至 1 1 のいずれかで示した液晶表示装置を表示部 9 6 3 1 に適用することにより、高コントラストで視認性がよく、かつ低消費電力な電子書籍とすることができる。

30

【 0 3 5 1 】

図 9 (A) に示す構成とすることにより、表示部 9 6 3 1 として半透過型、又は反射型の液晶表示装置を用いる場合、比較的明るい状況下での使用も予想され、太陽電池 9 6 3 3 による発電、及びバッテリー 9 6 3 5 での充電を効率よく行うことができ、好適である。なお太陽電池 9 6 3 3 は、筐体 9 6 3 0 の空きスペース（表面や裏面）に適宜設けることができるため、効率的なバッテリー 9 6 3 5 の充電を行う構成とすることができるため好適である。なおバッテリー 9 6 3 5 としては、リチウムイオン電池を用いると、小型化を図れる等の利点がある。

40

【 0 3 5 2 】

また図 9 (A) に示す充放電制御回路 9 6 3 4 の構成、及び動作について図 9 (B) にブロック図を示し説明する。図 9 (B) には、太陽電池 9 6 3 3、バッテリー 9 6 3 5、コンバータ 9 6 3 6、コンバータ 9 6 3 7、スイッチ S W 1 乃至 S W 3、表示部 9 6 3 1 について示しており、バッテリー 9 6 3 5、コンバータ 9 6 3 6、コンバータ 9 6 3 7、スイッチ S W 1 乃至 S W 3 が充放電制御回路 9 6 3 4 に対応する箇所となる。

【 0 3 5 3 】

50

まず外光により太陽電池 9 6 3 3 により発電がされる場合の動作の例について説明する。太陽電池で発電した電力は、バッテリー 9 6 3 5 を充電するための電圧となるようコンバータ 9 6 3 6 で昇圧または降圧がなされる。そして、表示部 9 6 3 1 の動作に太陽電池 9 6 3 3 からの電力が用いられる際にはスイッチ S W 1 をオンにし、コンバータ 9 6 3 7 で表示部 9 6 3 1 に必要な電圧に昇圧または降圧をすることとなる。また、表示部 9 6 3 1 での表示を行わない際には、S W 1 をオフにし、S W 2 をオンにしてバッテリー 9 6 3 5 の充電を行う構成とすればよい。

【 0 3 5 4 】

次いで外光により太陽電池 9 6 3 3 により発電がされない場合の動作の例について説明する。バッテリー 9 6 3 5 に蓄電された電力は、スイッチ S W 3 をオンにすることでコンバータ 9 6 3 7 により昇圧または降圧がなされる。そして、表示部 9 6 3 1 の動作にバッテリー 9 6 3 5 からの電力が用いられることとなる。

【 0 3 5 5 】

なお太陽電池 9 6 3 3 については、充電手段の一例として示したが、他の手段によるバッテリー 9 6 3 5 の充電を行う構成であってもよい。また他の充電手段を組み合わせで行う構成としてもよい。

【 0 3 5 6 】

図 1 0 (A) は、ノート型のパーソナルコンピュータであり、本体 3 0 0 1、筐体 3 0 0 2、表示部 3 0 0 3、キーボード 3 0 0 4 などによって構成されている。実施の形態 1 乃至 1 1 のいずれかで示した液晶表示装置を表示部 3 0 0 3 に適用することにより、高コントラストで視認性がよく、かつ低消費電力なノート型のパーソナルコンピュータとすることができる。

【 0 3 5 7 】

図 1 0 (B) は、携帯情報端末 (P D A) であり、本体 3 0 2 1 には表示部 3 0 2 3 と、外部インターフェイス 3 0 2 5 と、操作ボタン 3 0 2 4 等が設けられている。また操作用の付属品としてスタイラス 3 0 2 2 がある。実施の形態 1 乃至 1 1 のいずれかで示した液晶表示装置を表示部 3 0 2 3 に適用することにより、高コントラストで視認性がよく、低消費電力な携帯情報端末 (P D A) とすることができる。

【 0 3 5 8 】

図 1 0 (C) は、電子書籍の一例を示している。例えば、電子書籍 2 7 0 0 は、筐体 2 7 0 1 および筐体 2 7 0 3 の 2 つの筐体で構成されている。筐体 2 7 0 1 および筐体 2 7 0 3 は、軸部 2 7 1 1 により一体とされており、該軸部 2 7 1 1 を軸として開閉動作を行うことができる。このような構成により、紙の書籍のような動作を行うことが可能となる。

【 0 3 5 9 】

筐体 2 7 0 1 には表示部 2 7 0 5 が組み込まれ、筐体 2 7 0 3 には表示部 2 7 0 7 が組み込まれている。表示部 2 7 0 5 および表示部 2 7 0 7 は、続き画面を表示する構成としてもよいし、異なる画面を表示する構成としてもよい。異なる画面を表示する構成とすることで、例えば右側の表示部 (図 1 0 (C) では表示部 2 7 0 5) に文章を表示し、左側の表示部 (図 1 0 (C) では表示部 2 7 0 7) に画像を表示することができる。実施の形態 1 乃至 1 1 のいずれかで示した液晶表示装置を表示部 2 7 0 5、表示部 2 7 0 7 に適用することにより、高コントラストで視認性がよく、かつ低消費電力な電子書籍 2 7 0 0 とすることができる。

【 0 3 6 0 】

また、図 1 0 (C) では、筐体 2 7 0 1 に操作部などを備えた例を示している。例えば、筐体 2 7 0 1 において、電源 2 7 2 1、操作キー 2 7 2 3、スピーカー 2 7 2 5などを備えている。操作キー 2 7 2 3により、頁を送ることができる。なお、筐体の表示部と同一面にキーボードやポインティングデバイスなどを備える構成としてもよい。また、筐体の裏面や側面に、外部接続用端子 (イヤホン端子、U S B 端子など)、記録媒体挿入部などを備える構成としてもよい。さらに、電子書籍 2 7 0 0 は、電子辞書としての機能を持たせた構成としてもよい。

10

20

30

40

50

【0361】

また、電子書籍2700は、無線で情報を送受信できる構成としてもよい。無線により、電子書籍サーバから、所望の書籍データなどを購入し、ダウンロードする構成とすることも可能である。

【0362】

図10(D)は、携帯電話であり、筐体2800及び筐体2801の二つの筐体で構成されている。筐体2801には、表示パネル2802、スピーカー2803、マイクロフォン2804、ポインティングデバイス2806、カメラ用レンズ2807、外部接続端子2808などを備えている。また、筐体2800には、携帯電話の充電を行う太陽電池セル2810、外部メモリスロット2811などを備えている。また、アンテナは筐体2801内部に内蔵されている。実施の形態1乃至11のいずれかで示した液晶表示装置を表示パネル2802に適用することにより、高コントラストで視認性がよく、かつ低消費電力な携帯電話とすることができる。

10

【0363】

また、表示パネル2802はタッチパネルを備えており、図10(D)には映像表示されている複数の操作キー2805を点線で示している。なお、太陽電池セル2810で出力される電圧を各回路に必要な電圧に昇圧するための昇圧回路も実装している。

【0364】

表示パネル2802は、使用形態に応じて表示の方向が適宜変化する。また、表示パネル2802と同一面上にカメラ用レンズ2807を備えているため、テレビ電話が可能である。スピーカー2803及びマイクロフォン2804は音声通話に限らず、テレビ電話、録音、再生などが可能である。さらに、筐体2800と筐体2801は、スライドし、図10(D)のように展開している状態から重なり合った状態とすることができ、携帯に適した小型化が可能である。

20

【0365】

外部接続端子2808はACアダプタ及びUSBケーブルなどの各種ケーブルと接続可能であり、充電及びパーソナルコンピュータなどとのデータ通信が可能である。また、外部メモリスロット2811に記録媒体を挿入し、より大量のデータ保存及び移動に対応できる。

【0366】

また、上記機能に加えて、赤外線通信機能、テレビ受信機能などを備えたものであってもよい。

30

【0367】

図10(E)は、デジタルビデオカメラであり、本体3051、表示部(A)3057、接眼部3053、操作スイッチ3054、表示部(B)3055、バッテリー3056などによって構成されている。実施の形態1乃至11のいずれかで示した液晶表示装置を表示部(A)3057、表示部(B)3055に適用することにより、高コントラストで視認性がよく、かつ低消費電力なデジタルビデオカメラとすることができる。

【0368】

図10(F)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置9600は、筐体9601に表示部9603が組み込まれている。表示部9603により、映像を表示することが可能である。また、ここでは、スタンド9605により筐体9601を支持した構成を示している。実施の形態1乃至11のいずれかで示した液晶表示装置を表示部9603に適用することにより、高コントラストで視認性がよく、かつ低消費電力なテレビジョン装置9600とすることができる。

40

【0369】

テレビジョン装置9600の操作は、筐体9601が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機により行うことができる。また、リモコン操作機に、当該リモコン操作機から出力する情報を表示する表示部を設ける構成としてもよい。

【0370】

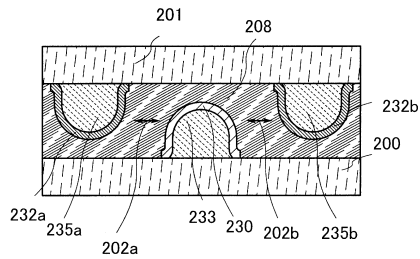
50

なお、テレビジョン装置 9 6 0 0 は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

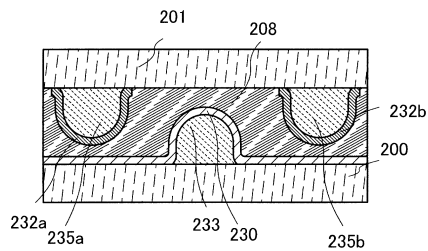
【 0 3 7 1 】

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

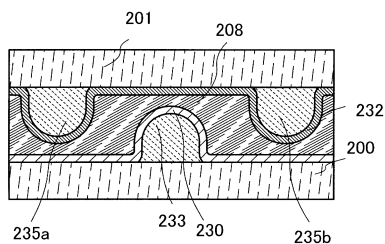
【 図 1 】



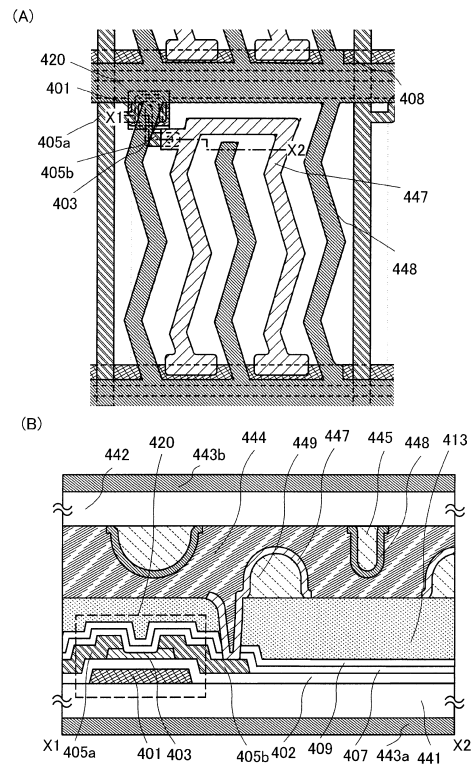
【 図 2 】



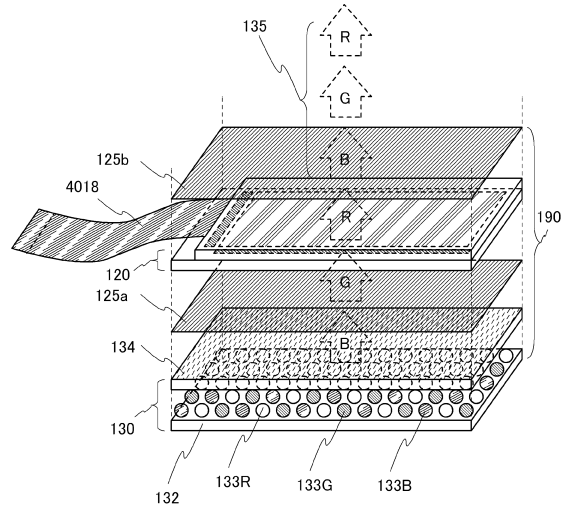
【 図 3 】



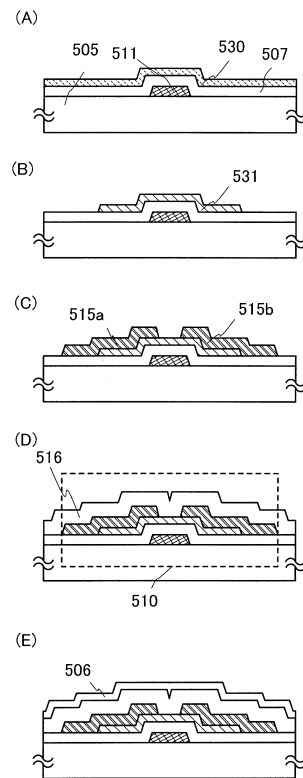
【 図 4 】



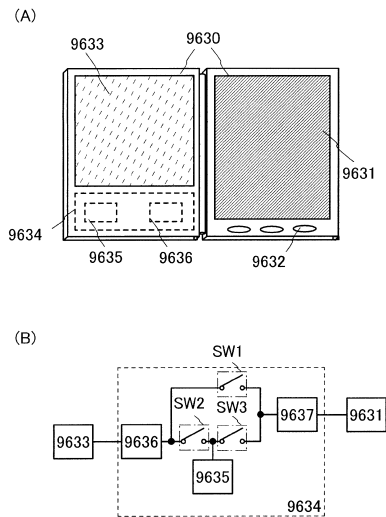
【 図 6 】



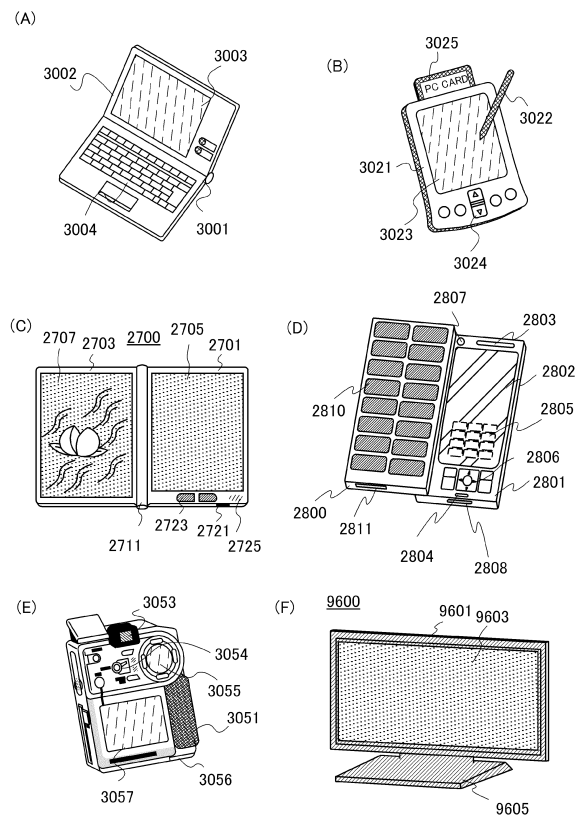
【圖 8】



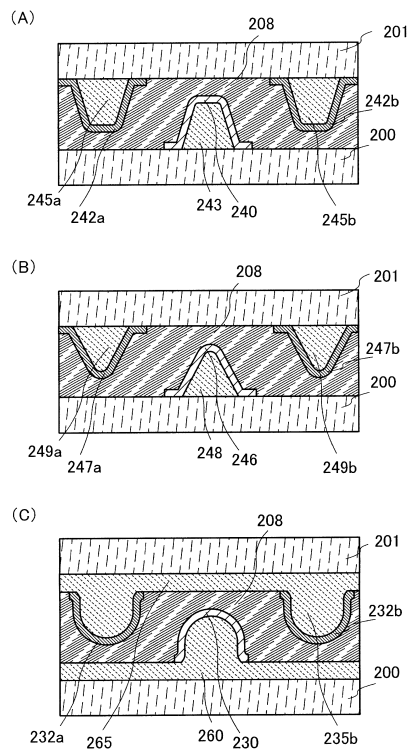
【図 9】



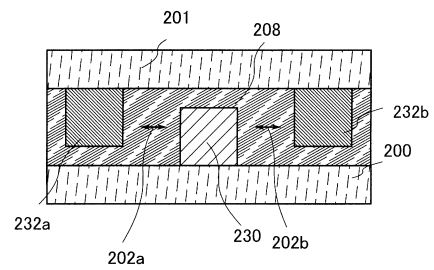
【図 10】



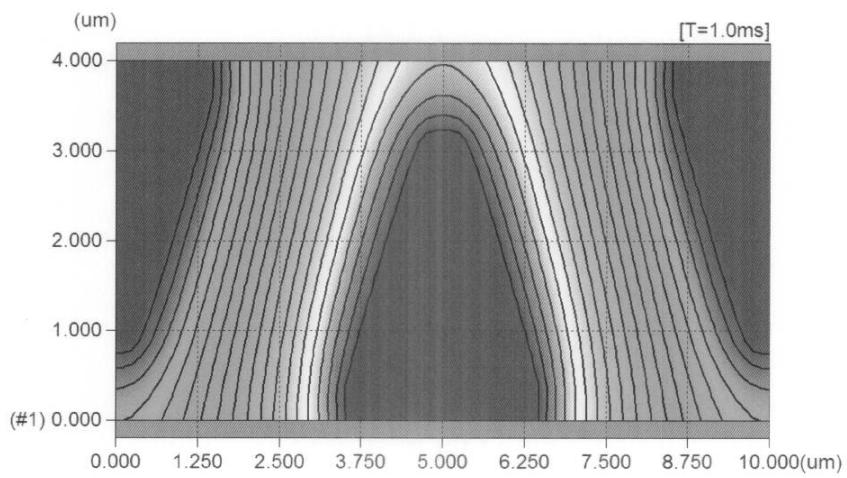
【図 11】



【図 16】

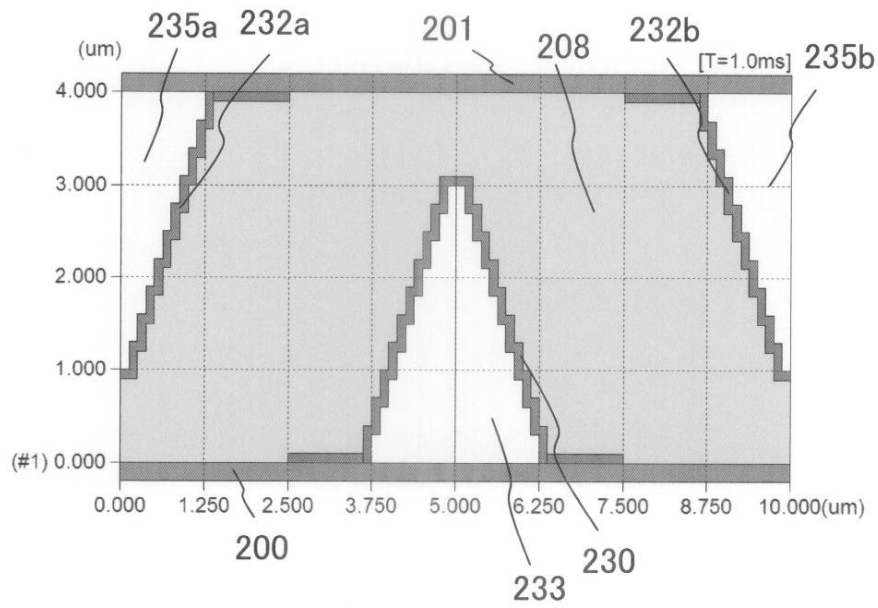


(A)

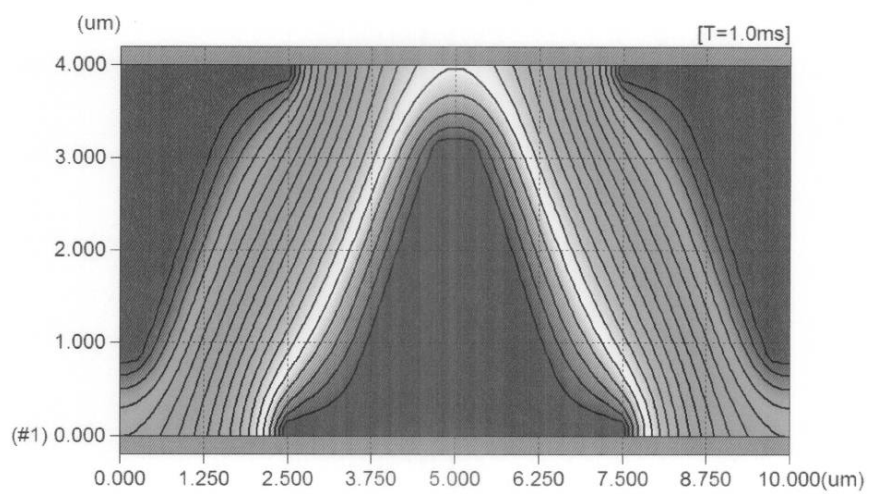


【図13】

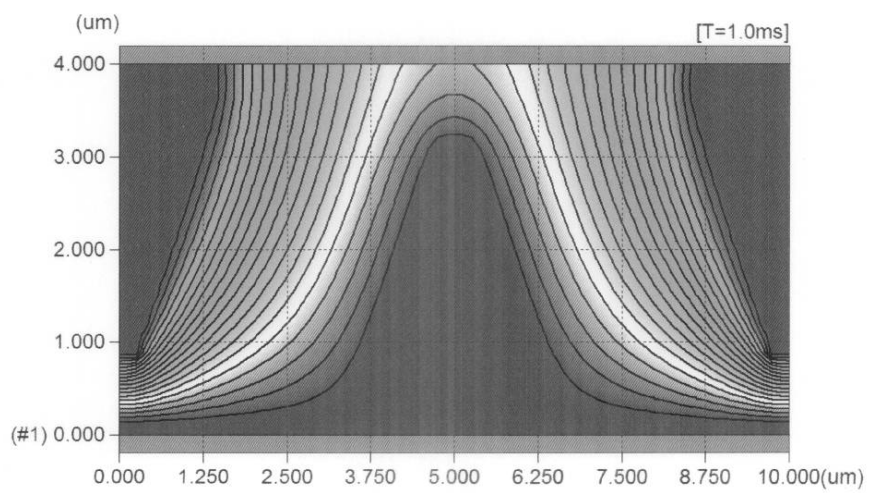
(A)



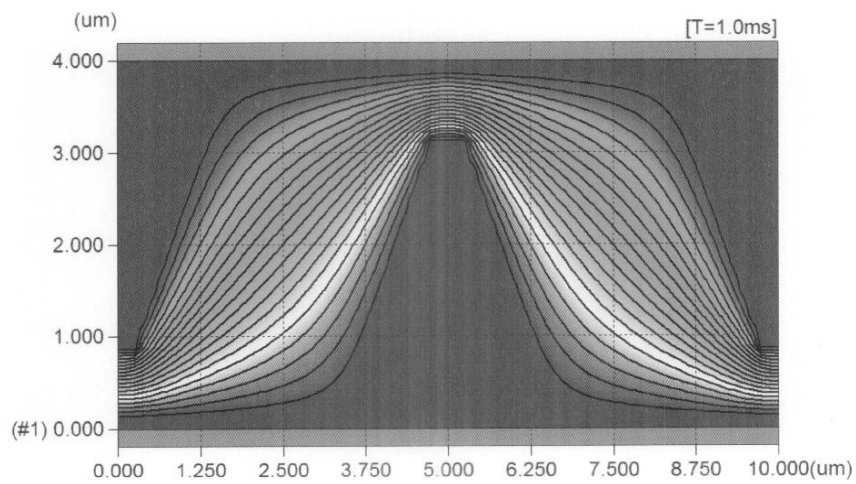
(B)



(A)



(A)



フロントページの続き

審査官 福村 拓

(56)参考文献 特開 2 0 0 7 - 1 7 1 9 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 0 6 9 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 2 7 7 6 0 (J P , A)
特開 2 0 0 9 - 1 4 5 8 6 5 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 3 1 3 4 4 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 8 4 9 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 3 0 8 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 F	1 / 1 3 4 3
G 0 2 F	1 / 1 3 6 8
G 0 2 F	1 / 1 3 7

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP5744366B2	公开(公告)日	2015-07-08
申请号	JP2011085057	申请日	2011-04-07
[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		
当前申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	久保田大介 山下晃央 石谷哲二 田村智宏		
发明人	久保田 大介 山下 晃央 石谷 哲二 田村 智宏		
IPC分类号	G02F1/1343 G02F1/1368 G02F1/137		
CPC分类号	G02F1/134363 G02F1/133707 G02F1/134309 G02F1/1395 G02F2001/133622 G02F2001/134318 G02F2001/13793		
FI分类号	G02F1/1343 G02F1/1368 G02F1/137		
F-TERM分类号	2H088/GA02 2H088/GA03 2H088/GA04 2H088/GA06 2H088/GA11 2H088/GA17 2H088/HA02 2H088/HA08 2H088/JA17 2H088/JA20 2H088/MA02 2H088/MA20 2H092/GA14 2H092/GA51 2H092/GA59 2H092/GA60 2H092/JA25 2H092/JA26 2H092/JA36 2H092/JA40 2H092/JB05 2H092/JB13 2H092/JB52 2H092/KA04 2H092/KA05 2H092/KA07 2H092/KA12 2H092/KA18 2H092/KB13 2H092/KB15 2H092/KB26 2H092/MA04 2H092/MA05 2H092/MA07 2H092/MA08 2H092/MA10 2H092/MA13 2H092/MA18 2H092/MA19 2H092/MA29 2H092/MA30 2H092/NA01 2H092/NA26 2H092/PA08 2H092/PA09 2H192/AA24 2H192/BA02 2H192/BA32 2H192/BB53 2H192/BC31 2H192/CB02 2H192/CB05 2H192/CB06 2H192/CB37 2H192/CB71 2H192/JA28 2H192/JA64		
审查员(译)	福村 拓		
优先权	2010091711 2010-04-12 JP		
其他公开文献	JP2011237779A5 JP2011237779A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种使用液晶材料的液晶显示装置，该液晶材料呈现蓝相以获得更高的对比度，并且使得使用呈现蓝相的液晶的液晶显示装置能够消耗更少的功率。解决方案：在液晶显示装置中，其中呈现蓝相的液晶层位于设置有像素电极层（也称为第一电极层）的第一基板和设置有公共电极层的第二基板之间（也是在每个层的突出部分在液晶层中交替排列的方式中，像素电极层和公共电极层被布置，其中相邻的突出部分之间的空间填充有液晶。

(21) 出願番号	特願2011-85057 (P2011-85057)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成23年4月7日 (2011. 4. 7)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2011-237779 (P2011-237779A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成23年11月24日 (2011. 11. 24)	(72) 発明者	久保田 大介
審査請求日	平成26年3月14日 (2014. 3. 14)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2010-91711 (P2010-91711)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成22年4月12日 (2010. 4. 12)	(72) 発明者	山下 晃央
(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	石谷 哲二
			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	田村 智宏
			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