

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5444121号  
(P5444121)

(45) 発行日 平成26年3月19日 (2014. 3. 19)

(24) 登録日 平成25年12月27日 (2013. 12. 27)

(51) Int. Cl.	F I
<b>GO2F 1/1333 (2006.01)</b>	GO2F 1/1333
<b>GO2F 1/139 (2006.01)</b>	GO2F 1/139
<b>GO2F 1/1343 (2006.01)</b>	GO2F 1/1343

請求項の数 2 (全 51 頁)

(21) 出願番号	特願2010-120078 (P2010-120078)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成22年5月26日 (2010. 5. 26)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2011-8241 (P2011-8241A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成23年1月13日 (2011. 1. 13)	(72) 発明者	久保田 大介
審査請求日	平成25年4月18日 (2013. 4. 18)		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2009-130030 (P2009-130030)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成21年5月29日 (2009. 5. 29)	(72) 発明者	石谷 哲二
(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	深井 修次
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
			半導体エネルギー研究所内
		審査官	右田 昌士

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】

第1の基板と、第2の基板と、液晶層と、第1の構造体と、第2の構造体と、第1の電極層と、第2の電極層と、を有し、

前記液晶層は、ブルー相を呈することができる液晶材料を有し、

前記液晶層は、前記第1の基板と前記第2の基板の間に設けられ、

前記第1の電極層、前記第2の電極層、前記第1の構造体、及び前記第2の構造体は、前記第1の基板に設けられ、

前記第1の構造体は、前記第1の電極層上に設けられ、

前記第2の構造体は、前記第2の電極層上に設けられ、

前記第1の構造体は、前記液晶層中に突出した領域を有し、

前記第2の構造体は、前記液晶層中に突出した領域を有し、

前記第1の構造体の誘電率は、前記液晶層の誘電率より高く、

前記第2の構造体の誘電率は、前記液晶層の誘電率より高く、

前記第1の電極層と前記第2の電極層との間に電界を加えることで、前記液晶層の配向を制御することができる機能を有し、

前記第1の構造体は、柱状の形状、錐形の先端が平面である断面が台形の形状、又は錐形の先端が丸いドーム状の形状を有し、

前記第2の構造体は、柱状の形状、錐形の先端が平面である断面が台形の形状、又は錐形の先端が丸いドーム状の形状を有することを特徴とする液晶表示装置。

10

20

**【請求項 2】**

請求項 1 において、

前記第 1 の構造体は、前記第 2 の基板と接する領域を有し、

前記第 2 の構造体は、前記第 2 の基板と接する領域を有することを特徴とする液晶表示装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

液晶表示装置及びその作製方法に関する。

**【背景技術】**

10

**【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。

**【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。

20

**【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。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】国際公開第 05 / 090520 号パンフレット

**【発明の概要】**

30

**【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。

**【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とする。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

第 1 の基板（素子基板ともいう）に形成された画素電極層及び共通電極層と、第 2 の基板（対向基板ともいう）に形成された共通電極層は液晶層を間に挟んでシール材によって固持されている。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。このような方式として、IPS（In-Plane-Switching）モードで用いる電極構成が適用できる。

40

**【0009】**

IPS モードなどに示される横電界モードは、液晶層の下方に開口パターンを有する第 1 の電極層（例えば各画素別に電圧が制御される画素電極層）及び第 2 の電極層（例えば全画素に共通の電圧が供給される共通電極層）を配置する。第 1 の電極層及び第 2 の電極層は、平面形状でなく、様々な開口パターンを有し、屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む。

50

第1の電極層及び第2の電極層はその電極間に電界を発生させるため、同形状で重ならない配置とする。

【0010】

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

【0011】

本明細書に開示する液晶表示装置は、第1の電極層及び第2の電極層が設けられた第1の基板（素子基板）と、第2の基板（対向基板）とが液晶層を間に挟んでシール材によって固持されており、第1の電極層（画素電極層）上に第1の構造体、同様に第2の電極層（共通電極層）上に第2の構造体を設ける構成とする。第1の構造体及び第2の構造体は、液晶層に用いられる液晶材料の誘電率より高い誘電率を有する絶縁体であり、液晶層に突出するように設けられる。

10

【0012】

液晶層中に高誘電率の第1の構造体及び第2の構造体を設けることで、第1の電極層及び第2の電極層間に電圧を印加した時、第1の電極層及び第1の構造体と、第2の電極層及び第2の構造体との間に広く電界を形成することができる。

【0013】

第1の構造体及び第2の構造体を対向する第2の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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。なお、第2の基板と液晶層との間にカラーフィルタとして機能する着色層やブラックマトリクスとして機能する遮光層、また絶縁層などを形成する場合、第2の基板において液晶層と接する膜と第1の構造体及び第2の構造体は接する構造となる。

20

【0014】

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。

【0015】

構造体は絶縁性材料（有機材料及び無機材料）を用いた絶縁体で形成することができる。構造体は用いる液晶材料の誘電率より高い誘電率を有する材料を用いるため、誘電率が高い材料が適しており、誘電率が12以上の材料が好ましい。代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性、熱硬化性、又は熱可塑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、プルラン誘導体などを用いることができる。また、無機材料と有機材料との有機無機コンポジット材料を用いてよく、例えば、チタン酸バリウムと前記有機樹脂等の有機無機コンポジット材料を用いることができる。

30

【0016】

なお、構造体は複数の薄膜の積層構造であってもよい。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。また、構造体は第1の電極層又は第2の電極層の形状を反映して同形状に設けられてもよいが、液晶層を充填させるために画素領域において閉空間を形成しないような形状とする。なお第1の電極層と第2の電極層との間隔は $0.2\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ （より好ましくは $0.2\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ ）が好ましく、代表的には $0.8\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ が望ましい。

40

【0017】

第1の構造体及び第2の構造体を第2の基板に接するように設ける場合、スペーサとして機能させることができる。またその場合、第1の構造体及び第2の構造体の高さ（膜厚）はほぼ液晶層の厚さ（いわゆるセル厚）と同等の高さとなる。第1の構造体及び第2の構造体の高さが高い場合、積層構造としてもよい。第2の基板と接するように第1の構造体及び第2の構造体を設ける場合、第1の基板及び第2の基板それぞれに構造体を形成し、第1の基板及び第2の基板を貼り合わせる時に、該構造体同士が接するようにして積層構

50

造の第1の構造体及び第2の構造体を形成してもよい。なお、第2の基板と液晶層との間にカラーフィルタとして機能する着色層やブラックマトリクスとして機能する遮光層、また絶縁層などを形成する場合、第2の基板において液晶層と接する膜と第1の構造体及び第2の構造体は接する構造となる。

【0018】

第1の構造体及び第2の構造体は第1の電極層及び第2の電極層上に選択的に設けられてもよい。例えば、第1の電極層及び第2の電極層の形状が複雑な場合、第1の構造体及び第2の構造体を選択的に設けることで、液晶材料の注入、充填工程が容易になり工程時間も短くてすむ。

【0019】

第1の構造体及び第2の構造体は、第1の電極層及び第2の電極層上を覆うように絶縁膜を形成し、絶縁膜を選択的にエッチングして形成することができる。このエッチング工程において、第1の電極層及び第2の電極層の間の絶縁膜は完全に除去されず部分的に残存してもよい(残存部分を第3の構造体ともいう)。

【0020】

本明細書において、第1の電極層(画素電極層)及び第2の電極層(共通電極層)が有する形状としては、閉空間を形成せず開かれた櫛歯状のようなパターンを用いる。第1の電極層と第2の電極層とは接せず、互いの櫛歯状のパターンがかみ合うように同一の絶縁表面(例えば同一基板や同一絶縁膜)に設けられる。

【0021】

本明細書では、薄膜トランジスタ、第1の電極層(画素電極層)、第2の電極層(共通電極層)及び層間膜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。

【0022】

液晶層には、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。

【0023】

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。

【0024】

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。

【0025】

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。

【0026】

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。

【0027】

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。

【0028】

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、等方相を示す液晶材料に光照射して行っても良いし、温度制御してブルー相を発現した液晶材料に光照射して行ってもよい。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1 m s e c以下と短く高速応答が可能である。

10

20

**【0029】**

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の基板及び第2の基板と、第1の基板と液晶層との間に設けられた開口パターンを有する第1の電極層及び第2の電極層と、第1の電極層上に設けられた液晶層中に突出する第1の構造体と、第2の電極層上に設けられた液晶層中に突出する第2の構造体とを有し、第1の構造体及び第2の構造体の誘電率は液晶層の誘電率より高い。

**【0030】**

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の基板と液晶層との間に設けられた開口パターンを有する第1の電極層及び第2の電極層と、第1の電極層上に設けられた液晶層中に突出し、かつ第2の基板と接する第1の構造体と、第2の電極層上に設けられた液晶層中に突出し、かつ第2の基板と接する第2の構造体とを有し、第1の構造体及び第2の構造体の誘電率は液晶層の誘電率より高い。

30

**【0031】**

ブルー相を示す液晶層を用いるため、配向膜を形成する必要がないため、画素電極層（第1の電極層）と液晶層とは接し、かつ第2の電極層（共通電極層）と液晶層とも接する構成となる。

**【0032】**

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。

40

**【0033】**

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。

**【発明の効果】****【0034】**

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。

**【図面の簡単な説明】****【0035】**

50

- 【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。
- 【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】液晶表示装置を説明する図。
- 【図 6】液晶表示装置を説明する図。
- 【図 7】液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図 8】液晶表示装置を説明する図。
- 【図 9】液晶表示装置を説明する図。
- 【図 10】液晶表示装置を説明する図。 10
- 【図 11】液晶表示装置を説明する図。
- 【図 12】液晶表示装置を説明する図。
- 【図 13】テレビジョン装置及びデジタルフォトフレームの例を示す外観図。
- 【図 14】遊技機の例を示す外観図。
- 【図 15】携帯電話機の一例を示す外観図。
- 【図 16】液晶表示モジュールを説明する図。
- 【図 17】液晶表示装置の作製方法を説明する図。
- 【図 18】液晶表示装置における電界モードの計算結果を説明する図。
- 【図 19】液晶表示装置における電界モードの計算結果を説明する図。
- 【図 20】液晶表示装置における電界モードの計算結果を説明する図。 20
- 【図 21】液晶表示装置における電界モードの計算結果を説明する図。
- 【図 22】液晶表示装置における電界モードの計算結果を説明する図。
- 【図 23】液晶表示装置における電界モードの計算結果を説明する図。
- 【図 24】液晶表示装置を説明する図。
- 【図 25】液晶表示装置を説明するブロック図。
- 【図 26】液晶表示装置を説明するタイミングチャート。
- 【図 27】液晶表示装置に適用できる薄膜トランジスタの一例を示す図。
- 【図 28】液晶表示装置に適用できる薄膜トランジスタの一例を示す図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0036】 30
- 実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、開示する発明は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。
- 【0037】
- (実施の形態 1)
- 液晶表示装置を、図 1、図 3、図 18 乃至図 24 を用いて説明する。
- 【0038】 40
- 図 1、図 3、図 18 乃至図 24 は液晶表示装置の断面図である。
- 【0039】
- 図 1 (A) 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 との間には各画素別に電圧が制御される画素電極層である第 1 の電極層 230 a、230 b、第 1 の構造体 233 a、233 b、全画素に共通の電圧が供給される共通電極層である第 2 の電極層 232 a、232 b、232 c、第 2 の構造体 234 a、234 b、234 c が設けられている。第 1 の構造体 233 a、233 b は、第 1 の電極層 230 a、230 b 上に形成され、液晶層 208 中に突出して設けられている。同様に、第 2 の構造体 234 a、234 b、234 c は、第 2 の電極層 232 a、2
- 50

3 2 b、2 3 2 c 上に形成され、液晶層 2 0 8 中に突出して設けられている。

【 0 0 4 0 】

なお、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b、及び第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c は平板状ではなく、開口パターンを有する形状であるために、図 1 の断面図においては分断された複数の電極層として示される。

【 0 0 4 1 】

ブルー相を示す液晶層 2 0 8 を含む液晶表示装置において、I P S モードで用いる電極構成が適用できる。

【 0 0 4 2 】

I P S モードなどに示される横電界モードは、液晶層 2 0 8 の下方に開口パターンを有する第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b 及び第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c を配置する。第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b 及び第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c は、平板状でなく、様々な開口パターンを有し、屈曲部や枝分かれした櫛歯状を含む。第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b 及び第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c はその電極間に電界を発生させるため、同形状で重ならない配置とする。

10

【 0 0 4 3 】

第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b 及び第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c が有する形状としては、閉空間を形成せず開かれた櫛歯状のようなパターンを用いる。第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b と第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c とは接せず、互いの櫛歯状のパターンがかみ合うように同一の絶縁表面（例えば同一基板や同一絶縁膜）に設けられる。

20

【 0 0 4 4 】

第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b と第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c との間に電界を加えることで、液晶を制御する。液晶には水平方向の電界が加わるため、その電界を用いて液晶分子を制御できる。つまり、電界印加時は液晶分子が基板と平行に配向しており、第 1 の基板 2 0 0 及び第 2 の基板 2 0 1 と平行な方向で制御できるため、視野角が広がる。

【 0 0 4 5 】

第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b 及び第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c は、液晶層 2 0 8 に用いられる液晶材料の誘電率より高い誘電率を有する絶縁体である。

30

【 0 0 4 6 】

液晶層 2 0 8 中に高誘電率の第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b 及び第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c を設けることで、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b 及び第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c 間に電圧を印加した時、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b 及び第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b と、第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c 及び第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c との間に広く電界を形成することができる。

【 0 0 4 7 】

図 1 ( B ) に示すように、電極層上に形成される構造体は対向する基板に接するように設けられてもよい。図 1 ( B ) の液晶表示装置のように、第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b 及び第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c を対向する第 2 の基板 2 0 1 に接するように設けると、液晶層 2 0 8 全体に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。また、第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b 及び第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c に、より高い誘電率を有する材料（好ましくは誘電率 1 2 以上）を用いると、液晶層 2 0 8 中に均一な電界を広く形成することができる。

40

【 0 0 4 8 】

従って、膜厚方向も含め液晶層 2 0 8 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。

【 0 0 4 9 】

50

第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cは絶縁性材料（有機材料及び無機材料）を用いた絶縁体で形成することができる。第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cは用いる液晶材料の誘電率より高い誘電率を有する材料を用いるため、誘電率が高い材料が適しており、誘電率が12以上の材料が好ましい。代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性、熱硬化性、又は熱可塑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、プルラン誘導体などを用いることができる。また、無機材料と有機材料との有機無機コンポジット材料を用いてよく、例えば、チタン酸バリウムと前記有機樹脂等の有機無機コンポジット材料を用いることができる。

#### 【0050】

なお、第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cは複数の薄膜の積層構造であってもよい。第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234c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。また、第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cは第1の電極層230a、230b又は第2の電極層232a、232b、232cの形状を反映して同形状に設けられてもよいが、液晶層208を充填させるために画素領域において閉空間を形成しないような形状とする。なお第1の電極層230a、230bと第2の電極層232a、232b、232cとの間隔は0.2μm～10μm（より好ましくは0.2μm～2μm）が好ましく、代表的には0.8μm～2μmが望ましい。

#### 【0051】

図1(B)のように、第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cを第2の基板201に接するように設ける場合、スペーサとして機能させることができる。またその場合、第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cの高さ（膜厚）はほぼ液晶層の厚さ（いわゆるセル厚）と同等の高さとなる。第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cの高さが高い場合、積層構造としてもよい。

#### 【0052】

例えば、第2の基板201と接するように第1の構造体233a、233b及び第2の構造体234a、234b、234cを設ける場合、図3(A)乃至(C)に示すように第1の基板200上において、第1の電極層230a、230b上に第1の構造体233a1、233b1を形成し、第2の電極層232a、232b、232c上に第2の構造体234a1、234b1、234c1を形成する（図3(A)参照。）。

#### 【0053】

一方、第2の基板201上において第1の構造体233a1、233b1と対応する（第1の基板200と第2の基板201とを対向させた時に重畳する）位置に第1の構造体233a2、233b2を形成し、同様に第2の構造体234a1、234b1、234c1と対応する（第1の基板200と第2の基板201とを対向させた時に重畳する）位置に第2の構造体234a2、234b2、234c2を形成する（図3(B)参照。）。

#### 【0054】

第1の基板200と第2の基板201とを対応する構造体同士が接するように、対向させ、第1の構造体233a1及び第1の構造体233a2の積層、第1の構造体233b1及び第1の構造体233b2の積層、第2の構造体234a1と第2の構造体234a2の積層、第2の構造体234b1と第2の構造体234b2の積層、第2の構造体234c1と第2の構造体234c2の積層をそれぞれ形成することができる（図3(C)参照。）。

#### 【0055】

図8(A)乃至(C)に示すように、第1の構造体及び第2の構造体は第1の電極層及び第2の電極層上に選択的に設けられてもよい。図8(A)は第1の電極層230と第2の電極層232の平面図である。第1の電極層230と第2の電極層232は櫛歯形状の電

10

20

30

40

50



極層であり、櫛歯が互いにかみ合うように設けられている。図 8 ( B ) は、図 8 ( A ) の第 1 の電極層 2 3 0 上に第 1 の構造体 2 3 3、第 2 の電極層 2 3 2 上に第 2 の構造体 2 3 4 を形成した平面図であり、図 8 ( B ) の線 W 1 - W 2 の断面図が図 8 ( C ) である。図 8 ( B ) 及び図 8 ( C ) に示すように、第 1 の構造体 2 3 3 は第 1 の電極層 2 3 0 上に選択的に設けられ、同様に第 2 の構造体 2 3 4 も第 2 の電極層 2 3 2 上に選択的に設けられている。第 1 の電極層 2 3 0 及び第 2 の電極層 2 3 2 の形状が複雑な場合、第 1 の構造体 2 3 3 及び第 2 の構造体 2 3 4 を選択的に設けることで、液晶材料の注入、充填工程が容易になり工程時間も短くてすむ。

#### 【 0 0 5 6 】

液晶層 2 0 8 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 2 0 0 と第 2 の基板 2 0 1 とを貼り合わせてから毛細管現象を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。

10

#### 【 0 0 5 7 】

第 1 の構造体及び第 2 の構造体は、第 1 の電極層及び第 2 の電極層上を覆うように絶縁膜を形成し、絶縁膜を選択的にエッチングして形成することができる。このエッチング工程において、図 1 ( C ) の液晶表示装置のように、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b、及び第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c の間の絶縁膜を完全に除去せず部分的に第 3 の構造体 2 3 5 a、2 3 5 b、2 3 5 c、2 3 5 d として残存させてもよい。

#### 【 0 0 5 8 】

なお、第 1 の電極層又は第 2 の電極層上に形成される第 1 の構造体又は第 2 の構造体の形状は、該第 1 の電極層又は第 2 の電極層の形状が反映され、またエッチング加工方法にも影響をうける。第 1 の構造体又は第 2 の構造体の形状例を図 2 4 ( A ) ( B ) ( C ) に示す。

20

#### 【 0 0 5 9 】

図 2 4 ( A ) は、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b が積層する第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b より、第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c が積層する第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c より面積が大きい場合であり、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b の端部より第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b の方が内側になるように、同様に第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c の端部より第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c の端部の方が内側になるようにそれぞれ設けられている。

30

#### 【 0 0 6 0 】

逆に、図 2 4 ( B ) は、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b が積層する第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b より、第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c が積層する第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c より面積が小さい場合であり、第 1 の電極層 2 3 0 a、2 3 0 b の端部より第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b の方が外側になるように、同様に第 2 の電極層 2 3 2 a、2 3 2 b、2 3 2 c の端部より第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c の端部の方が外側になるようにそれぞれ設けられている。

#### 【 0 0 6 1 】

図 2 4 ( C ) は、第 1 の構造体 2 3 3 a、2 3 3 b、第 2 の構造体 2 3 4 a、2 3 4 b、2 3 4 c が錐形の先端が丸いドーム形状の構造体である例である。

40

#### 【 0 0 6 2 】

図 1 8 ( A ) 乃至 ( C ) の構造を有する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 9 乃至図 2 2 ( A ) 乃至 ( C ) 及び図 2 3 ( B ) に示す。図 1 9 ( A ) 乃至 ( C ) は、計算した液晶表示装置の構成を示す図であり、図 1 9 ( A ) は図 1 ( A )、図 1 9 ( B ) は図 1 ( B )、図 1 9 ( C ) は図 1 ( C ) の液晶表示装置の構成にそれぞれ対応している。また図 2 3 ( A ) ( B ) は比較例であり、図 2 3 ( A ) は液晶表示装置の構成を示し、該液晶表示装置の電界の印加状態を計算した結果を図 2 3 ( B ) に示している。図 2 3 ( A ) ( B ) は、構造体を設けず、第 1 の基板 8 0 0 と液晶層 8 0 8 との間に互い違いに第 2 の電極層 8 0 3 a、8 0 3 b と第 1 の電極層 8 0 2 が設けられ、第 2 の基板 8 0 1 によって封止されている液晶表示装置である。

50

## 【0063】

計算は、シンテック社製、LCD Master、2s Benchを用いて行い、構造体（第1の構造体233a、第2の構造体234a、234b、第3の構造体）として、図19（A）乃至（C）においては比誘電率12の絶縁体、図20（A）乃至（C）においては比誘電率18の絶縁体、図21（A）乃至（C）においては比誘電率24の絶縁体、図22（A）乃至（C）においては比誘電率130の絶縁体、をそれぞれ用いた。また、断面における第1の電極層230、802、第2の電極層232a、232b、803a、803bの幅は4 $\mu$ m、厚さは0.5 $\mu$ m、基板と水平方向の第1の電極層230、802と第2の電極層232a、232b、803a、803bとの間の距離は6 $\mu$ m、液晶層の厚さは10 $\mu$ mである。なお、第2の電極層232a、232b、803a、803bは0V、第1の電極層230、802は10Vの設定とする。また、液晶層の比誘電率は、液晶分子の長軸と平行方向の比誘電率 $\epsilon_{\parallel}$ は8.3、液晶分子の長軸と垂直方向の比誘電率 $\epsilon_{\perp}$ は3.1である。

10

## 【0064】

なお、図18（A）乃至図22（A）において、第1の構造体233、第2の構造体234a、234bの厚さ（高さ）は3.25 $\mu$ mである。また、図18（B）乃至図22（B）において、第1の構造体233、第2の構造体234a、234bの厚さ（高さ）は9.5 $\mu$ mである。また、図18（C）乃至図22（C）において、第1の構造体233、第2の構造体234a、234bの厚さ（高さ）は3.25 $\mu$ mであり、第3の構造体235a、235bの厚さ（高さ）は1 $\mu$ mである。

20

## 【0065】

図19乃至図22（A）乃至（C）及び図23（B）において、実線は等電位線を示しており、円状に広がる等電位線の中心に第1の電極層又は第2の電極層が配置されている。

## 【0066】

電界は等電位線と垂直に発現するので、図19乃至図22（A）乃至（C）に示すように、第1の電極層230及び第1の構造体233と、第2の電極層232a、232b及び第2の構造体234a、234b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。

## 【0067】

特に、第2の基板201と接するよう第1の構造体233、及び第2の構造体234a、234bが設けられた図19乃至図22（B）においては、より広く液晶層に電界が形成されており、液晶層全体に電界を形成することができる。

30

## 【0068】

また、第1の構造体233、及び第2の構造体234a、234bの誘電率が高くなるほど、より広く強い電界が液晶層に形成されることが確認できる。

## 【0069】

一方、図23（B）においては、第1の基板上に互い違いに第1の電極層802、第2の電極層803a、803bが形成された第1の基板800近くの液晶層808には等電位線が見られ電界が形成されているが、第2の基板801に近づくにつれ電位線は分布せず電位差も生じていない。よって第2の基板801近くの液晶層808には電界が形成されず、図23の構成では、液晶層の全ての液晶分子を応答させることが難しいことが確認できる。

40

## 【0070】

よって、液晶層中に高誘電率の第1の構造体及び第2の構造体を設けることで、第1の電極層及び第2の電極層間に電圧を印加した時、第1の電極層及び第1の構造体と、第2の電極層及び第2の構造体との間に広く電界を形成することができる。

## 【0071】

第1の構造体及び第2の構造体を対向する第2の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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。

50

## 【 0 0 7 2 】

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。

## 【 0 0 7 3 】

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 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。

## 【 0 0 7 4 】

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。

10

## 【 0 0 7 5 】

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。

## 【 0 0 7 6 】

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 5 0 : 5 0 のラセミ体は使用しない。

## 【 0 0 7 7 】

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。

20

## 【 0 0 7 8 】

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 5 0 0 n m 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。

30

## 【 0 0 7 9 】

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、等方相を示す液晶材料に光照射して行っても良いし、温度制御してブルー相を発現した液晶材料に光照射して行ってもよい。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 + 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 + 1 0 以内、好ましくは + 5 以内状態（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 1 m s e c 以下と

40

50

短く高速応答が可能である。

【 0 0 8 0 】

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、液晶性のものでも非液晶性のものでもよく、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。

【 0 0 8 1 】

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。

10

【 0 0 8 2 】

具体的には、液晶材料として、J C - 1 0 4 1 X X ( チッソ株式会社製 ) と 4 - シアノ - 4 ' - ペンチルピ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、Z L I - 4 5 7 2 ( 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、R M 2 5 7 ( 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。

【 0 0 8 3 】

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。

20

【 0 0 8 4 】

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、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。

【 0 0 8 5 】

第 1 の電極層 ( 画素電極層 ) 及び第 2 の電極層 ( 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ために金属膜などの非透光性材料を用いてもよい。

30

【 0 0 8 6 】

第 1 の電極層 ( 画素電極層 ) 及び第 2 の電極層 ( 共通電極層 ) は、インジウム錫酸化物 ( I T O )、酸化インジウムに酸化亜鉛 ( Z n O ) を混合した I Z O ( i n d i u m z i n c o x i d e )、酸化インジウムに酸化珪素 ( S i O <sub>2</sub> ) 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 ( M o )、ジルコニウム ( Z r )、ハフニウム ( H f )、バナジウム ( V )、ニオブ ( N b )、タンタル ( T a )、クロム ( C r )、コバルト ( C o )、ニッケル ( N i )、チタン ( T i )、白金 ( P t )、アルミニウム ( A l )、銅 ( C u )、銀 ( A g ) 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。

40

【 0 0 8 7 】

第 1 の基板 2 0 0、第 2 の基板 2 0 1 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。

【 0 0 8 8 】

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。

【 0 0 8 9 】

( 実施の形態 2 )

本明細書に開示する発明の一形態として、本実施の形態では、アクティブマトリクス型の

50

液晶表示装置の例を、図 2 及び図 17 を用いて説明する。

【0090】

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

【0091】

図 2 (A) において、複数のソース配線層 (配線層 405a を含む) が互いに平行 (図中上下方向に延伸) 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 401 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 408 は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向 (図中左右方向) に延伸している。ソース配線層と、容量配線層 408 及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層、共通電極層が液晶層 444 を介して配置されている。画素電極層を駆動する薄膜トランジスタ 420 は、図中左上の角に配置されている。画素電極層及び薄膜トランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

10

【0092】

図 2 の液晶表示装置において、薄膜トランジスタ 420 に電氣的に接続する第 1 の電極層 447 が画素電極層として機能し、第 2 の電極層 448 が共通電極層として機能する。なお、第 1 の電極層 447 と容量配線層 408 によって容量が形成されている。共通電極層と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。

20

【0093】

この空間に液晶表示装置の画素電極層及び共通電極層が配置されている。画素電極層である第 1 の電極層 447 上には第 1 の構造体 446 が、共通電極層である第 2 の電極層 448 上には第 2 の構造体 449 が液晶層 444 に突出するように設けられている。

【0094】

液晶層 444 の下方に開口パターンを有する画素電極層である第 1 の電極層 447、及び共通電極層である第 2 の電極層 448 を配置する。第 1 の電極層 447 及び第 2 の電極層 448 が有する形状としては、閉空間を形成せず開かれた櫛歯状のようなパターンを用いる。その電極間に電界を発生させるため第 1 の電極層 447 と第 2 の電極層 448 とは接せず、互いの櫛歯状のパターンがかみ合うように同一の絶縁表面 (図 2 においては透光性樹脂層 417) に設けられる。

30

【0095】

第 1 の構造体 446 及び第 2 の構造体 449 は、液晶層 444 に用いられる液晶材料の誘電率より高い誘電率を有する絶縁体である。

【0096】

液晶層 444 中に高誘電率の第 1 の構造体 446 及び第 2 の構造体 449 を設けることで、第 1 の電極層 447 及び第 2 の電極層 448 間に電圧を印加した時、第 1 の電極層 447 及び第 1 の構造体 446 と、第 2 の電極層 448 及び第 2 の構造体 449 との間に広く電界を形成することができる。

40

【0097】

本実施の形態の図 2 に示す液晶表示装置のように、電極層上に形成される構造体は対向する基板に接するように設けられてもよい。本実施の形態のように、第 1 の構造体 446 及び第 2 の構造体 449 を対向する第 2 の基板 442 に接するように設けると、液晶層 444 全体に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。また、第 1 の構造体 446 及び第 2 の構造体 449 に、より高い誘電率を有する材料 (好ましくは誘電率 12 以上) を用いると、液晶層 444 中に強く均一な電界を広く形成することができる。

【0098】

50

なお、第2の基板442と液晶層444との間にカラーフィルタとして機能する着色層、ブラックマトリクスとして機能する遮光層、また絶縁層などを形成する場合、第2の基板442において液晶層444と接する膜と第1の構造体446及び第2の構造体449は接する構造となる。

【0099】

従って、膜厚方向も含め液晶層444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。

【0100】

第1の構造体446及び第2の構造体449は絶縁性材料（有機材料及び無機材料）を用いた絶縁体で形成することができる。第1の構造体446及び第2の構造体449は用いる液晶材料の誘電率より高い誘電率を有する材料を用いるため、誘電率が高い材料が適しており、誘電率が12以上の材料が好ましい。代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性、熱硬化性、又は熱可塑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、プルラン誘導体などを用いることができる。また、無機材料と有機材料との有機無機コンポジット材料を用いてよく、例えば、チタン酸バリウムと前記有機樹脂等の有機無機コンポジット材料を用いることができる。

10

【0101】

第1の構造体446及び第2の構造体449の形成方法は特に限定されず、材料に応じて、蒸着法、スパッタ法、CVD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）、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ェットエッチング）により所望のパターンに加工すればよい。

20

【0102】

なお、第1の構造体446及び第2の構造体449は複数の薄膜の積層構造であってもよい。第1の構造体446及び第2の構造体449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。また、第1の構造体446及び第2の構造体449は第1の電極層447又は第2の電極層448の形状を反映して同形状に設けられてもよいが、液晶層444を充填させるために画素領域において閉空間を形成しないような形状とする。なお第1の電極層447と第2の電極層448との間隔は $0.2\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ （より好ましくは $0.2\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ ）が好ましく、代表的には $0.8\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ が望ましい。

30

【0103】

第1の構造体446及び第2の構造体449を第2の基板442に接するように設ける場合、スペーサとして機能させることができる。またその場合、第1の構造体446及び第2の構造体449の高さ（膜厚）はほぼ液晶層444の厚さ（いわゆるセル厚）と同等の高さとなる。第1の構造体446及び第2の構造体449の高さが高い場合、積層構造としてもよい。第2の基板442と接するように第1の構造体446及び第2の構造体449を設ける場合、第1の基板441及び第2の基板442それぞれに第1の構造体446の一部及び第2の構造体449の一部を形成し、第1の基板441及び第2の基板442を貼り合わせる時に、該構造体の一部同士が接するようにして積層構造の第1の構造体446及び第2の構造体449を完成させてもよい。

40

【0104】

第1の構造体446及び第2の構造体449は第1の電極層447及び第2の電極層448上に選択的に設けられてもよい。例えば、第1の電極層447及び第2の電極層448の形状が複雑な場合、第1の構造体446及び第2の構造体449を選択的に設けることで、液晶材料の注入、充填工程が容易になり工程時間も短くてすむ。

【0105】

第1の構造体446及び第2の構造体449は、第1の電極層447及び第2の電極層448上を覆うように絶縁膜を形成し、絶縁膜を選択的にエッチングして形成することがで

50

きる。このエッチング工程において、第1の電極層447及び第2の電極層448の間の絶縁膜は完全に除去されず部分的に残存してもよい(残存部分を第3の構造体ともいう)。

#### 【0106】

薄膜トランジスタ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、ゲート電極層401、ゲート絶縁層402、半導体層403、ソース領域又はドレイン領域として機能する $n^+$ 層404a、404b、ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層405a、405bを含む。 $n^+$ 層404a、404bは、半導体層403より低抵抗な半導体層である。

#### 【0107】

薄膜トランジスタ420を覆い、半導体層403に接する絶縁膜407が設けられている。絶縁膜407上に層間膜413が設けられ、層間膜413上に第1の電極層447が形成され、液晶層444を介して第2の電極層448が形成されている。

#### 【0108】

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ことができる。カラーフィルタ層は、第1の基板441及び第2の基板442より外側(液晶層444と反対側)に設けてもよいし、第1の基板441及び第2の基板442より内側に設けてもよい。

#### 【0109】

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、モノカラー表示とする場合、着色層を無くす、もしくは少なくとも一つの色を呈する材料から形成すればよい。なお、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)を採用するときには、カラーフィルタを設けない場合もある。

#### 【0110】

図2の液晶表示装置は、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417を用いる例である。

#### 【0111】

カラーフィルタ層を対向基板側に設ける場合、薄膜トランジスタが形成される素子基板との、正確な画素領域の位置合わせが難しく画質を損なう恐れがあるが、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ので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、工程が簡略化しより低コストで液晶表示装置を作製可能となる。

#### 【0112】

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。また、層間膜に形成するコンタクトホールも曲率を有する開口形状となるために、コンタクトホールに形成される電極層などの膜の被覆性も向上させることができる。

#### 【0113】

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。

#### 【0114】

有彩色の透光性樹脂層417は、着色層(カラーフィルタ)として機能させるため、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。層間膜413を複数の薄膜で積層する場合、少なくとも一層が有彩色の透光性樹脂層であれば、カラーフィルタとして機能させることができる。

10

20

30

40

50

## 【0115】

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、薄膜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、層間膜表面を平坦化してもよい。層間膜の平坦性を高めるとその上に形成される第1の電極層（画素電極層）や第2の電極層（共通電極層）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。

## 【0116】

層間膜413（有彩色の透光性樹脂層417）の形成法は、特に限定されず、その材料に応じて、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）、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコーター等を用いることができる。

10

## 【0117】

第1の電極層447及び第2の電極層448上には液晶層444が設けられ、対向基板である第2の基板442で封止されている。

## 【0118】

第1の基板441及び第2の基板442は透光性基板であり、それぞれ外側（液晶層444と反対側）に偏光板443a、443bが設けられている。

## 【0119】

図7（A）乃至（D）を用いて図2に示す液晶表示装置の作製工程を説明する。図7（A）乃至（D）は液晶表示装置の作製工程の断面図である。なお、図7（A）乃至（D）では含まれる第1の電極層、第2の電極層、第1の構造体、及び第2の構造体は省略している。第1の電極層、第2の電極層、第1の構造体、及び第2の構造体は図2の構造を用いることができ、液晶層において第1の電極層及び第1の構造体と、第2の電極層及び第2の構造体とに生じる横電界モードを適用することができる。

20

## 【0120】

図7（A）において、素子基板である第1の基板441上に素子層451が形成され、素子層451上に層間膜413が形成されている。

## 【0121】

層間膜413は、有彩色の透光性樹脂層454a、454b、454c及び遮光層455a、455b、455c、455dを含み、遮光層455aと遮光層455bとの間、遮光層455bと遮光層455cとの間、遮光層455cと遮光層455dとの間に、有彩色の透光性樹脂層454a、454b、454cがそれぞれ形成される構成である。なお、図7（A）乃至（D）では含まれる第1の電極層、第2の電極層、第1の構造体、及び第2の構造体は省略している。

30

## 【0122】

図7（B）に示すように、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458を間に挟持させてシール材456a、456bで固着する。液晶層458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を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。

40

## 【0123】

液晶層458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458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。

## 【0124】

シール材456a、456b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。

## 【0125】

図7（C）に示すように、液晶層458に、光457を照射して高分子安定化処理を行い

50



、液晶層 4 4 4 を形成する。光 4 5 7 は、液晶層 4 5 8 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 4 4 4 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。

【 0 1 2 6 】

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。

【 0 1 2 7 】

図 7 のように、素子基板上にカラーフィルタ層及び遮光層を作り込む液晶表示装置の構成であると、カラーフィルタ層及び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。また、遮光層によって薄膜トランジスタも遮光でき、光照射における電気特性の不良を防止することができる。

【 0 1 2 8 】

図 7 ( D ) に示すように、第 1 の基板 4 4 1 の外側 ( 液晶層 4 4 4 と反対側 ) に偏光板 4 4 3 a を、第 2 の基板 4 4 2 の外側 ( 液晶層 4 4 4 と反対側 ) に偏光板 4 4 3 b 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。

【 0 1 2 9 】

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 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。

【 0 1 3 0 】

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 4 4 1 側から、視認側である第 2 の基板 4 4 2 へと透過するように照射される。

【 0 1 3 1 】

第 1 の電極層 4 4 7 及び第 2 の電極層 4 4 8 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。

【 0 1 3 2 】

また、第 1 の電極層 4 4 7 及び第 2 の電極層 4 4 8 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antal ( 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。

【 0 1 3 3 】

また、第 1 の電極層 4 4 7 及び第 2 の電極層 4 4 8 として、導電性高分子 ( 導電性ポリマーともいう ) を含む導電性組成物を用いて形成することができる。導電性組成物を用いて形成した画素電極は、シート抵抗が  $10000 \text{ } \Omega / \square$  以下、波長  $550 \text{ nm}$  における透光率が  $70\%$  以上であることが好ましい。また、導電性組成物に含まれる導電性高分子の抵抗率が  $0.1 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$  以下であることが好ましい。

【 0 1 3 4 】

導電性高分子としては、いわゆる 電子共役系導電性高分子が用いることができる。例えば、ポリアニリンまたはその誘導体、ポリピロールまたはその誘導体、ポリチオフェンま

10

20

30

40

50

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。

【0135】

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、窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜、又は酸化窒化珪素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。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ことで、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。

10

【0136】

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層またはアルミニウムとチタンの合金層と、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。

【0137】

20

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CVD法により酸化シリコン層を形成することも可能である。有機シランガスとしては、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。

【0138】

30

半導体層、 $n^+$ 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。

【0139】

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。

40

【0140】

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。

【0141】

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。

50

## 【0142】

配線層405a、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)、Nd(ネオジム)、Sc(スカンジウム)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。

10

## 【0143】

ゲート絶縁層402、半導体層403、 $n^+$ 層404a、404b、配線層405a、405bを大気に触れさせることなく連続的に形成してもよい。大気に触れさせることなく連続成膜することで、大気成分や大気中に浮遊する汚染不純物元素に汚染されることなく各積層界面を形成することができるので、薄膜トランジスタ特性のばらつきを低減することができる。

## 【0144】

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。

## 【0145】

20

薄膜トランジスタ420を覆う絶縁膜407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法やスパッタ法などを用いて得られる窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜などを用いることができる。また、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン、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。

## 【0146】

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。

30

## 【0147】

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。

## 【0148】

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。

40

## 【0149】

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。

## 【0150】

(実施の形態3)

実施の形態2において、カラーフィルタを液晶層を挟持する基板の外側に設ける例を図4に示す。なお、実施の形態1及び実施の形態2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。

## 【0151】

50

図４（Ａ）は液晶表示装置の平面図であり１画素分の画素を示している。図４（Ｂ）は、図４（Ａ）の線Ｘ１－Ｘ２における断面図である。

【０１５２】

図４（Ａ）の平面図においては、実施の形態２と同様に、複数のソース配線層（配線層４０５ａ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４０１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４０８は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向（図中左右方向）に延伸している。ソース配線層と、容量配線層４０８及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層及び共通電極層が配置されている。画素電極層である第１の電極層４４７上には第１の構造体４４６が、共通電極層である第２の電極層４４８上には第２の構造体４４９が液晶層４４４に突出するように設けられている。画素電極層を駆動する薄膜トランジスタ４２０は、図中左上の角に配置されている。画素電極層及び薄膜トランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

10

【０１５３】

図４においては、薄膜トランジスタ４２０を覆って層間膜４１３を形成し、層間膜４１３上に第２の構造体４４９を形成する際、第２の構造体４４９をエッチング加工によって形成した後、層間膜４１３に薄膜トランジスタ４２０に接続するためのコンタクトホールを開口する例である。画素電極層である第１の電極層４４７は、層間膜４１３に形成したコンタクトホール及び第２の構造体４４９を覆って連続的に形成されている。

20

【０１５４】

図４の液晶表示装置は、カラーフィルタ４５０が第２の基板４４２と偏光板４４３ｂの間に設けられている。このように、液晶層４４４を挟持する第１の基板４４１及び第２の基板４４２の外側にカラーフィルタ４５０を設けてもよい。

【０１５５】

図４の液晶表示装置の作製工程を図１７（Ａ）乃至（Ｄ）に示す。

【０１５６】

なお、図１７（Ａ）乃至（Ｄ）では含まれる第１の電極層、第２の電極層、第１の構造体及び第２の構造体は省略している。例えば、第１の電極層、第２の電極層、第１の構造体及び第２の構造体は実施の形態１及び実施の形態２の構造を用いることができ、第１の電極層及び第１の構造体と、第２の電極層及び第２の構造体とに生じる電界モードを適用することができる。

30

【０１５７】

図１７（Ａ）に示すように、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４５８を間に挟持させてシール材４５６ａ、４５６ｂで固着する。液晶層４５８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を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。

【０１５８】

液晶層４５８には、ブルー相を示す液晶材料を用いる。液晶層４５８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。

40

【０１５９】

図１７（Ｂ）に示すように、液晶層４５８に、光４５７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４５７は、液晶層４５８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４５８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。

【０１６０】

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。

50

## 【0161】

次に図17(C)に示すように、視認側である第2の基板442側にカラーフィルタ450を設ける。カラーフィルタ450は、一对の基板459a及び基板459bの間に、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454a、454b、454c及びブラックマトリクス層として機能する遮光層455a、455b、455c、455dを含み、有彩色の透光性樹脂層454a、454b、454cの間に遮光層455a、455b、455c、455dがそれぞれ形成される構成である。

## 【0162】

図17(D)に示すように、第1の基板441の外側(液晶層444と反対側)に偏光板443aを、カラーフィルタ450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。

10

## 【0163】

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、高分子安定化处理の前か、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、高分子安定化处理の前が好ましい。

## 【0164】

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。

20

## 【0165】

液晶層中に高誘電率の第1の構造体及び第2の構造体を設けることで、第1の電極層及び第2の電極層間に電圧を印加した時、第1の電極層及び第1の構造体と、第2の電極層及び第2の構造体との間に広く電界を形成することができる。

## 【0166】

第1の構造体及び第2の構造体を対向する第2の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に電界を形成することができ、その電界を用いて液晶分子を制御できる。

30

## 【0167】

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。

## 【0168】

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。

## 【0169】

(実施の形態4)

遮光層(ブラックマトリクス)を有する液晶表示装置を、図5を用いて説明する。

40

## 【0170】

図5に示す液晶表示装置は、実施の形態2の図2(A)(B)で示す液晶表示装置において、対向基板である第2の基板442側にさらに遮光層414を形成する例である。よって、実施の形態2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。

## 【0171】

図5(A)は液晶表示装置の平面図であり、図5(B)は図5(A)の線X1-X2の断面図である。なお、図5(A)の平面図では素子基板側のみ図示しており、対向基板側の記載は省略している。

## 【0172】

50

第2の基板442の液晶層444側に、遮光層414が形成され、平坦化膜として絶縁層415が形成されている。遮光層414は、液晶層444を介して薄膜トランジスタ420と対応する領域（薄膜トランジスタの半導体層と重畳する領域）に形成することが好ましい。遮光層414が薄膜トランジスタ420の少なくとも半導体層403上方を覆うように配置されるように、第1の基板441及び第2の基板442は液晶層444を挟持して固着される。

【0173】

遮光層414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。

10

【0174】

遮光層414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、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。

【0175】

絶縁層415もアクリルやポリイミドなどの有機樹脂などを用いて、スピンコートや各種印刷法などの塗布法で形成すればよい。

20

【0176】

このようにさらに対向基板側に遮光層414を設けると、よりコントラスト向上や薄膜トランジスタの安定化の効果を高めることができる。遮光層414は薄膜トランジスタ420の半導体層403への光の入射を遮断することができるため、半導体の光感度による薄膜トランジスタ420の電気特性の変動を防止しより安定化させる。また、遮光層414は隣り合う画素への光漏れを防止することもできるため、より高コントラスト及び高精細な表示を行うことが可能になる。よって、液晶表示装置の高精細、高信頼性を達成することができる。

【0177】

液晶層中に高誘電率の第1の構造体及び第2の構造体を設けることで、第1の電極層及び第2の電極層間に電圧を印加した時、第1の電極層及び第1の構造体と、第2の電極層及び第2の構造体との間に広く電界を形成することができる。

30

【0178】

第1の構造体及び第2の構造体を対向する第2の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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。

【0179】

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。

40

【0180】

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。

【0181】

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。

【0182】

（実施の形態5）

遮光層（ブラックマトリクス）を有する液晶表示装置を、図6を用いて説明する。

50

## 【 0 1 8 3 】

図 6 に示す液晶表示装置は、実施の形態 2 の図 2 ( A ) ( B ) で示す液晶表示装置において、素子基板である第 1 の基板 4 4 1 側に層間膜 4 1 3 の一部として遮光層 4 1 4 を形成する例である。よって、実施の形態 2 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。

## 【 0 1 8 4 】

図 6 ( A ) は液晶表示装置の平面図であり、図 6 ( B ) は図 6 ( A ) の線 X 1 - X 2 の断面図である。

## 【 0 1 8 5 】

層間膜 4 1 3 は遮光層 4 1 4 及び有彩色の透光性樹脂層 4 1 7 を含む。遮光層 4 1 4 は、素子基板である第 1 の基板 4 4 1 側に設けられており、薄膜トランジスタ 4 2 0 上（少なくとも薄膜トランジスタの半導体層と覆う領域）に絶縁膜 4 0 7 を介して形成され、半導体層に対する遮光層として機能する。一方、有彩色の透光性樹脂層 4 1 7 は、第 1 の電極層 4 4 7、及び第 2 の電極層 4 4 8 に重なる領域に形成され、カラーフィルタ層として機能する。

10

## 【 0 1 8 6 】

遮光層 4 1 4 を層間膜として用いるため、黒色の有機樹脂を用いることが好ましい。例えば、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。遮光層 4 1 4 の形成方法は材料に応じて、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。

20

## 【 0 1 8 7 】

このように遮光層 4 1 4 を設けると、遮光層 4 1 4 は、画素の開口率を低下させることなく薄膜トランジスタ 4 2 0 の半導体層 4 0 3 への光の入射を遮断することができ、薄膜トランジスタ 4 2 0 の電気特性の変動を防止し安定化する効果を得られる。また、遮光層 4 1 4 は隣り合う画素への光漏れを防止することもできるため、より高コントラスト及び高精細な表示を行うことが可能になる。よって、液晶表示装置の高精細、高信頼性を達成することができる。

## 【 0 1 8 8 】

また、有彩色の透光性樹脂層 4 1 7 は、カラーフィルタ層として機能させることができる。カラーフィルタ層を対向基板側に設ける場合、薄膜トランジスタが形成される素子基板との、正確な画素領域の位置合わせが難しく画質を損なう恐れがあるが、層間膜に含まれる有彩色の透光性樹脂層 4 1 7 をカラーフィルタ層として直接素子基板側に形成するので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、工程が簡略化しより低コストで液晶表示装置を作製可能となる。

30

## 【 0 1 8 9 】

液晶層中に高誘電率の第 1 の構造体及び第 2 の構造体を設けることで、第 1 の電極層及び第 2 の電極層間に電圧を印加した時、第 1 の電極層及び第 1 の構造体と、第 2 の電極層及び第 2 の構造体との間に広く電界を形成することができる。

40

## 【 0 1 9 0 】

第 1 の構造体及び第 2 の構造体を対向する第 2 の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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 1 9 1 】

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。

## 【 0 1 9 2 】

50

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。

【0193】

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。

【0194】

(実施の形態6)

実施の形態2乃至5において、液晶表示装置に適用できる薄膜トランジスタの他の例を示す。なお、実施の形態2乃至5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。

【0195】

ソース電極層及びドレイン電極層と半導体層とが $n^+$ 層を介さずに接する構成の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置の例を図10に示す。

【0196】

図10(A)は液晶表示装置の平面図であり1画素分の画素を示している。図10(B)は、図10(A)の線V1-V2における断面図である。

【0197】

図10(A)の平面図においては、実施の形態2と同様に、複数のソース配線層(配線層405a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401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408は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向(図中左右方向)に延伸している。ソース配線層と、容量配線層408及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層及び共通電極層が配置されている。画素電極層である第1の電極層447上には第1の構造体446が、共通電極層である第2の電極層448上には第2の構造体449が液晶層444に突出するように設けられている。画素電極層を駆動する薄膜トランジスタ422は、図中左上の角に配置されている。画素電極層及び薄膜トランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

【0198】

薄膜トランジスタ422、有彩色の透光性樹脂層である層間膜413、第1の電極層447、及び第2の電極層448が設けられた第1の基板441と、第2の基板442とは液晶層444を間に挟持して固着されている。

【0199】

薄膜トランジスタ422は、ソース電極層及びドレイン電極層として機能する配線層405a、405bと半導体層403とが $n^+$ 層を介さずに接する構成である。

【0200】

液晶層中に高誘電率の第1の構造体及び第2の構造体を設けることで、第1の電極層及び第2の電極層間に電圧を印加した時、第1の電極層及び第1の構造体と、第2の電極層及び第2の構造体との間に広く電界を形成することができる。

【0201】

第1の構造体及び第2の構造体を対向する第2の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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。

【0202】

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。

【0203】

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。

【0204】

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。

【0205】

(実施の形態7)

実施の形態2乃至5において、液晶表示装置に適用できる薄膜トランジスタの他の例を示す。なお、実施の形態2乃至5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。

【0206】

ソース電極層及びドレイン電極層と半導体層とが、 $n^+$ 層を介さずに接する構成の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置の例を図11に示す。

10

【0207】

図11(A)は液晶表示装置の平面図であり1画素分の画素を示している。図11(B)は、図11(A)の線Y1-Y2における断面図である。

【0208】

図11(A)の平面図においては、実施の形態2と同様に、複数のソース配線層(配線層405a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401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408は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向(図中左右方向)に延伸している。ソース配線層と、容量配線層408及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層及び共通電極層が配置されている。画素電極層である第1の電極層447上には第1の構造体446が、共通電極層である第2の電極層448上には第2の構造体449が液晶層444に突出するように設けられている。画素電極層を駆動する薄膜トランジスタ423は、図中左上の角に配置されている。画素電極層及び薄膜トランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

20

【0209】

薄膜トランジスタ423、有彩色の透光性樹脂層である層間膜413、第1の電極層447、及び第2の電極層448が設けられた第1の基板441と、第2の基板442とは液晶層444を間に挟持して固着されている。

30

【0210】

薄膜トランジスタ423は、薄膜トランジスタ423を含む領域全てにおいてゲート絶縁層402が存在し、ゲート絶縁層402と絶縁表面を有する基板である第1の基板441の間にゲート電極層401が設けられている。ゲート絶縁層402上には配線層405a、405bが設けられている。そして、ゲート絶縁層402、配線層405a、405b上に半導体層403が設けられている。また、図示しないが、ゲート絶縁層402上には配線層405a、405bに加えて配線層を有し、該配線層は半導体層403の外周部より外側に延在している。

【0211】

液晶層中に高誘電率の第1の構造体及び第2の構造体を設けることで、第1の電極層及び第2の電極層間に電圧を印加した時、第1の電極層及び第1の構造体と、第2の電極層及び第2の構造体との間に広く電界を形成することができる。

40

【0212】

第1の構造体及び第2の構造体を対向する第2の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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。

【0213】

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

50

きる。

【0214】

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。

【0215】

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。

【0216】

(実施の形態8)

実施の形態2乃至5において、液晶表示装置に適用できる薄膜トランジスタの他の例を、図9を用いて説明する。なお、実施の形態2乃至5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。

【0217】

図9(A)は液晶表示装置の平面図であり1画素分の画素を示している。図9(B)は、図9(A)の線Z1-Z2における断面図である。

【0218】

図9(A)の平面図においては、実施の形態2と同様に、複数のソース配線層(配線層405a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401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408は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向(図中左右方向)に延伸している。ソース配線層と、容量配線層408及びゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層及び共通電極層が配置されている。画素電極層である第1の電極層447上には第1の構造体446が、共通電極層である第2の電極層448上には第2の構造体449が液晶層444に突出するように設けられている。画素電極層を駆動する薄膜トランジスタ421は、図中左上の角に配置されている。画素電極層及び薄膜トランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。

【0219】

薄膜トランジスタ421、有彩色の透光性樹脂層である層間膜413、第1の電極層447、及び第2の電極層448が設けられた第1の基板441と、第2の基板442とは液晶層444を間に挟持して固着されている。

【0220】

薄膜トランジスタ421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、ソース電極層又はドレイン電極層として機能する配線層405a、405b、ソース領域又はドレイン領域として機能する $n^+$ 層404a、404b、及び半導体層403を含む。また、薄膜トランジスタ421を覆い、半導体層403に接する絶縁膜407が設けられている。

【0221】

なお、 $n^+$ 層404a、404bを、ゲート絶縁層402と配線層405a、405bの間に設ける構造としてもよい。また、 $n^+$ 層をゲート絶縁層及び配線層の間と、配線層と半導体層の間と両方に設ける構造としてもよい。

【0222】

薄膜トランジスタ421は、薄膜トランジスタ421を含む領域全てにおいてゲート絶縁層402が存在し、ゲート絶縁層402と絶縁表面を有する基板である第1の基板441の間にゲート電極層401が設けられている。ゲート絶縁層402上には配線層405a、405b、及び $n^+$ 層404a、404bが設けられている。そして、ゲート絶縁層402、配線層405a、405b、及び $n^+$ 層404a、404b上に半導体層403が

10

20

30

40

50

設けられている。また、図示しないが、ゲート絶縁層 4 0 2 上には配線層 4 0 5 a、4 0 5 b に加えて配線層を有し、該配線層は半導体層 4 0 3 の外周部より外側に延在している。

#### 【0223】

液晶層中に高誘電率の第 1 の構造体及び第 2 の構造体を設けることで、第 1 の電極層及び第 2 の電極層間に電圧を印加した時、第 1 の電極層及び第 1 の構造体と、第 2 の電極層及び第 2 の構造体との間に広く電界を形成することができる。

#### 【0224】

第 1 の構造体及び第 2 の構造体を対向する第 2 の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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。

#### 【0225】

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。

#### 【0226】

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。

#### 【0227】

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。

#### 【0228】

##### (実施の形態 9)

実施の形態 2 乃至 5 において、液晶表示装置に適用できる薄膜トランジスタの他の例を示す。特に薄膜トランジスタの構造及び半導体層に用いる半導体材料の例であり、他の実施の形態 2 乃至 5 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。

#### 【0229】

図 2 7 に、本実施の形態に示す薄膜トランジスタの一形態の断面図を示す。図 2 7 に示す薄膜トランジスタは、基板 5 0 1 上に、ゲート電極層 5 0 3 と、ゲート絶縁層 5 0 5 上に半導体層 5 1 5 と、半導体層 5 1 5 上に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層 5 2 7 と、不純物半導体層 5 2 7 に接する配線 5 2 5 とを有する。また、半導体層 5 1 5 は、微結晶半導体層 5 1 5 a と、混合領域 5 1 5 b と、非晶質半導体を含む層 5 2 9 c とが、ゲート絶縁層 5 0 5 側から順に積層されている。

#### 【0230】

次に、半導体層 5 1 5 の構造について説明する。ここでは、図 2 7 のゲート絶縁層 5 0 5 と、ソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層 5 2 7 の間の拡大図を図 2 8 に示す。

#### 【0231】

半導体層 5 1 5 の一形態を図 2 8 に示す。半導体層 5 1 5 は、図 2 8 (A) に示すように、微結晶半導体層 5 1 5 a、混合領域 5 1 5 b、非晶質半導体を含む層 5 2 9 c が積層されている。

#### 【0232】

微結晶半導体層 5 1 5 a を構成する微結晶半導体とは、結晶構造(単結晶、多結晶を含む)を有する半導体である。微結晶半導体は、自由エネルギー的に安定な第 3 の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な半導体であり、結晶粒径が 2 nm 以上 200 nm 以下、好ましくは 10 nm 以上 80 nm 以下、より好ましくは、20 nm 以上 50 nm 以下の柱状結晶または針状結晶が基板表面に対して法線方向に成長している。このため、柱状結晶または針状結晶の界面には、結晶粒界が形成される場合もある。

10

20

30

40

50

## 【0233】

微結晶半導体の代表例である微結晶シリコンは、そのラマンスペクトルのピークが単結晶シリコンを示す  $520\text{ cm}^{-1}$  よりも低波数側に、シフトしている。即ち、単結晶シリコンを示す  $520\text{ cm}^{-1}$  とアモルファスシリコンを示す  $480\text{ cm}^{-1}$  の間に微結晶シリコンのラマンスペクトルのピークを示す。また、未結合手（ダングリングボンド）を終端するため水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませてもよい。さらに、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、またはネオンなどの希ガス元素を含ませてもよく、これにより格子歪みをさらに助長させることで、微結晶の構造の安定性が増し良好な微結晶半導体が得られる。このような微結晶半導体に関する記述は、例えば、米国特許4,409,134号で開示されている。

10

## 【0234】

また、微結晶半導体層515aに含まれる酸素及び窒素の二次イオン質量分析法によって計測される濃度を、 $1 \times 10^{18}\text{ atoms/cm}^3$  未満とすることで、微結晶半導体層515aの結晶性を高めることができるため好ましい。

## 【0235】

微結晶半導体層515aの厚さは、3~100nm、または5~50nmであることが好ましい。

## 【0236】

なお、図27及び図28においては、微結晶半導体層515aを層状に示しているが、これの代わりに、微結晶半導体粒子がゲート絶縁層505上で分散していてもよい。この場合、混合領域515bは、微結晶半導体粒子及びゲート絶縁層505に接する。

20

## 【0237】

微結晶半導体粒子の大きさを、1~30nmとし、密度を  $1 \times 10^{13}/\text{cm}^2$  未満、好ましくは  $1 \times 10^{10}/\text{cm}^2$  未満とすると、分離された微結晶半導体粒子を形成することが可能である。

## 【0238】

混合領域515b及び非晶質半導体を含む層529cには、窒素が含まれる。混合領域515bに含まれる窒素の濃度は、 $1 \times 10^{20}\text{ atoms/cm}^3$  以上  $1 \times 10^{21}\text{ atoms/cm}^3$  以下、好ましくは  $2 \times 10^{20}\text{ atoms/cm}^3$  以上  $1 \times 10^{21}\text{ atoms/cm}^3$  以下である。

30

## 【0239】

図28(A)に示すように、混合領域515bは、微結晶半導体領域508a、及び当該微結晶半導体領域508aの間に充填される非晶質半導体領域508bを有する。具体的には、微結晶半導体層515aの表面から凸状に伸びた微結晶半導体領域508aと、非晶質半導体を含む層529cと同様の半導体で形成される非晶質半導体領域508bとで形成される。

## 【0240】

微結晶半導体領域508aは、ゲート絶縁層505から非晶質半導体を含む層529cへ向けて、先端が狭まる凸状、針状、または錐形状の微結晶半導体である。なお、ゲート絶縁層505から非晶質半導体を含む層529cへ向けて幅が広がる凸状、または錐形状の微結晶半導体であってもよい。

40

## 【0241】

また、混合領域515bに含まれる非晶質半導体領域508bに、微結晶半導体領域として、粒径が1nm以上10nm以下、好ましくは1nm以上5nm以下の半導体結晶粒を含む場合もある。

## 【0242】

また、図28(B)に示すように、混合領域515bは、微結晶半導体層515a上に一定の厚さで堆積した微結晶半導体領域508cと、ゲート絶縁層505から非晶質半導体を含む層529cへ向けて、先端が狭まる凸状、針状、または錐形状の微結晶半導体領域508aとが連続的に形成される場合がある。

50

## 【0243】

また、図28(A)及び図28(B)に示す混合領域515bに含まれる非晶質半導体領域508bは非晶質半導体を含む層529cと概略同質の半導体である。

## 【0244】

これらのことから、微結晶半導体で形成される領域と、非晶質半導体で形成される領域の界面が混合領域における微結晶半導体領域508a及び非晶質半導体領域508bの界面ともいえるため、微結晶半導体領域と、非晶質半導体領域との断面における境界が凹凸状またジグザグ状であるともいえる。

## 【0245】

混合領域515bにおいて、微結晶半導体領域508aが、ゲート絶縁層505から非晶質半導体を含む層529cへ向けて、先端が狭まる凸状の半導体結晶粒の場合は、微結晶半導体層515a側のほうが、非晶質半導体を含む層529c側と比較して、微結晶半導体領域の割合が高い。これは、微結晶半導体層515aの表面から、微結晶半導体領域508aが膜厚方向に成長するが、原料ガスに窒素を含むガスを含ませる、または原料ガスに窒素を含むガスを含ませつつ、微結晶半導体層515aの堆積条件よりシランに対する水素の流量を低減すると、微結晶半導体領域508aの半導体結晶粒の成長が抑制され、錐形状の微結晶半導体領域となるとともに、やがて非晶質半導体が堆積するためである。これは、微結晶半導体領域における窒素の固溶度が、非晶質半導体領域に比べて低いためである。

## 【0246】

微結晶半導体層515a及び混合領域515bの厚さの合計、即ち、ゲート絶縁層505の界面から、混合領域515bの突起(凸部)の先端の距離は、3nm以上410nm以下、好ましくは20nm以上100nm以下とすることで、薄膜トランジスタのオフ電流を低減できる。

## 【0247】

非晶質半導体を含む層529cは、混合領域515bに含まれる非晶質半導体領域508bと概略同質の半導体であり窒素を含む。さらには、粒径が1nm以上10nm以下、好ましくは1nm以上5nm以下の半導体結晶粒を含む場合もある。ここでは、従来の非晶質半導体と比較して、CPM(Constant photocurrent method)やフォトルミネッセンス分光測定で測定されるUrbach端のエネルギーが小さく、欠陥吸収スペクトル量が少ない半導体層を、非晶質半導体を含む層529cという。即ち、従来の非晶質半導体と比較して、欠陥が少なく、価電子帯のバンド端における準位のテール(裾)の傾きが急峻である秩序性の高い半導体を、非晶質半導体を含む層529cという。非晶質半導体を含む層529cは、価電子帯のバンド端における準位のテール(裾)の傾きが急峻であるため、バンドギャップが広くなり、トンネル電流が流れにくくなる。このため、非晶質半導体を含む層529cをバックチャネル側に設けることで、薄膜トランジスタのオフ電流を低減することができる。また、非晶質半導体を含む層529cを設けることで、オン電流及び電界効果移動度を高めることが可能である。

## 【0248】

さらに、非晶質半導体を含む層529cは、低温フォトルミネッセンス分光によるスペクトルのピーク領域は、1.31eV以上1.39eV以下である。なお、微結晶半導体層、代表的には微結晶シリコン層を低温フォトルミネッセンス分光により測定したスペクトルのピーク領域は、0.98eV以上1.02eV以下であり、非晶質半導体を含む層529cは、微結晶半導体層とは異なる。

## 【0249】

なお、非晶質半導体を含む層529cの非晶質半導体とは、代表的にはアモルファスシリコンである。

## 【0250】

また、混合領域515b及び非晶質半導体を含む層529cの厚さは、50~350nm、または120~250nmであることが好ましい。

## 【0251】

混合領域515bにおいて、錐形状の微結晶半導体領域508aを有するため、ソース電極またはドレイン電極に電圧が印加されたときの縦方向（膜厚方向）における抵抗、即ち、微結晶半導体層515a、混合領域515b、及び非晶質半導体を含む層529cの抵抗を下げる事が可能である。

## 【0252】

また、混合領域515bは、NH基またはNH<sub>2</sub>基を有する場合がある。NH基またはNH<sub>2</sub>基は、微結晶半導体領域508aに含まれる異なる微結晶半導体領域の界面、または微結晶半導体領域508aと非晶質半導体領域508bとの界面、微結晶半導体層515a御及び混合領域515bの界面において、シリコン原子のダングリングボンドと結合することで、欠陥が低減するため好ましい。

10

## 【0253】

また、混合領域515bの酸素濃度を窒素濃度より低減することにより、微結晶半導体領域508aと非晶質半導体領域508bとの界面や、半導体結晶粒同士の界面における欠陥における、キャリアの移動を阻害する結合を低減することができる。

## 【0254】

このため、チャネル形成領域を微結晶半導体層515aで形成し、チャネル形成領域とソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層527の間に、欠陥が少なく、価電子帯のバンド端における準位のテール（裾）の傾きが急峻である秩序性の高い半導体層で形成される非晶質半導体を含む層529cとを設けることで、薄膜トランジスタのオフ電流を低減することができる。また、チャネル形成領域とソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層527の間に、錐形状の微結晶半導体領域508aを有する混合領域515bと、欠陥が少なく、価電子帯のバンド端における準位のテール（裾）の傾きが急峻である秩序性の高い半導体層で形成される非晶質半導体を含む層529cとを設けることで、オン電流及び電界効果移動度を高めつつ、オフ電流を低減することが可能である。

20

## 【0255】

図27に示す不純物半導体層527は、リンが添加されたアモルファスシリコン、リンが添加された微結晶シリコン等で形成する。なお、薄膜トランジスタとして、pチャネル型薄膜トランジスタを形成する場合は、不純物半導体層527は、ボロンが添加された微結晶シリコン、ボロンが添加されたアモルファスシリコン等で形成する。なお、混合領域515b、または非晶質半導体を含む層529cと、配線525とがオーミックコンタクトをする場合は、不純物半導体層527を形成しなくともよい。

30

## 【0256】

図27及び図28に示す薄膜トランジスタは、微結晶半導体層をチャネル形成領域とし、バックチャネル側を非晶質半導体を含む層とすることで、オフ電流を低減すると共に、オン電流及び電界効果移動度を高める事が可能である。また、チャネル形成領域を微結晶半導体層で形成するため、劣化が少なく、電気特性の信頼性が高い。

## 【0257】

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事が可能である。

40

## 【0258】

（実施の形態10）

上記実施の形態2乃至8において、薄膜トランジスタの半導体層に用いることのできる材料の例を説明する。本明細書で開示する液晶表示装置が有する薄膜トランジスタの半導体層に用いられる半導体材料は特に限定されない。

## 【0259】

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、以下「AS」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

50

結晶化させた多結晶半導体、或いは実施の形態 9 で示した微結晶半導体などを用いることができる。半導体層はスパッタ法、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。

#### 【0260】

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。

10

#### 【0261】

また、半導体の材料としてはシリコン（Si）、ゲルマニウム（Ge）などの単体のほか GaAs、InP、SiC、ZnSe、GaN、SiGe などのような化合物半導体も用いることができる。

#### 【0262】

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、SAS である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、非晶質珪素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珪素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珪素膜にレーザ光を照射すると非晶質珪素膜が破壊されてしまうからである。

20

#### 【0263】

非晶質半導体膜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。

30

#### 【0264】

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。

40

#### 【0265】

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、ゲッター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

50

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。

【0266】

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、複数回行ってよい。

【0267】

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よい。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。

【0268】

また半導体層に、酸化物半導体を用いてもよい。例えば、酸化亜鉛 ( $ZnO$ )、酸化スズ ( $SnO_2$ ) などを用いることができる。 $ZnO$ を半導体層に用いる場合、ゲート絶縁層を  $Y_2O_3$ 、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、それらの積層などを用い、ゲート電極層、ソース電極層、ドレイン電極層としては、 $ITO$ 、 $Au$ 、 $Ti$  などを用いることができる。また、 $ZnO$ に  $In$  や  $Ga$  などを添加することもできる。

【0269】

酸化物半導体として  $InMO_3 (ZnO)_m (m > 0)$  で表記される薄膜を用いることができる。なお、 $M$ は、ガリウム ( $Ga$ )、鉄 ( $Fe$ )、ニッケル ( $Ni$ )、マンガン ( $Mn$ ) 及びコバルト ( $Co$ ) から選ばれた一の金属元素又は複数の金属元素を示す。例えば  $M$ として、 $Ga$ の場合があることその他、 $Ga$ と  $Ni$  又は  $Ga$ と  $Fe$  など、 $Ga$ 以外の上記金属元素が含まれる場合がある。また、上記酸化物半導体において、 $M$ として含まれる金属元素の他に、不純物元素として  $Fe$ 、 $Ni$  その他の遷移金属元素、又は該遷移金属の酸化物が含まれているものがある。例えば、酸化物半導体層として  $In-Ga-Zn-O$  系非単結晶膜を用いることができる。

【0270】

酸化物半導体層 ( $InMO_3 (ZnO)_m (m > 0)$  膜) として  $In-Ga-Zn-O$  系非単結晶膜のかわりに、 $M$ を他の金属元素とする  $InMO_3 (ZnO)_m (m > 0)$  膜を用いてもよい。また、酸化物半導体層に適用する酸化物半導体として上記の他にも、 $In-Sn-Zn-O$  系、 $In-Al-Zn-O$  系、 $Sn-Ga-Zn-O$  系、 $Al-Ga-Zn-O$  系、 $Sn-Al-Zn-O$  系、 $In-Zn-O$  系、 $Sn-Zn-O$  系、 $Al-Zn-O$  系、 $In-O$  系、 $Sn-O$  系、 $Zn-O$  系の酸化物半導体を適用することができる。上記酸化物半導体に酸化珪素を含ませてもよい。

【0271】

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。

【0272】

(実施の形態 11)

本実施の形態では、液晶表示装置の一形態を図 25 のブロック図及び図 26 のタイミングチャートを用いて説明する。

【0273】

液晶表示装置のブロック図の構成について、図 25 に示す。図 25 (A) には、表示部 1301、及び駆動部 1302 の構成について示している。駆動部 1302 は、信号線駆動回路 1303、走査線駆動回路 1304 などから構成されている。表示部 1301 には、複数の画素 1305 がマトリクス状に配置されている。

【0274】

図 25 (A) において、走査線駆動回路 1304 は、走査線 1306 に走査信号を供給する。また信号線駆動回路 1303 は、信号線 1308 にデータを供給する。この走査線 1306 からの走査信号によって、画素 1305 が走査線 1306 の一行目から順に選択状態となるように走査信号を供給する。

【0275】



なお図25(A)において、走査線駆動回路1304には、 $G_1$ 乃至 $G_n$ の $n$ 本の走査線1306が接続される。また信号線駆動回路1303には、画像の最小単位をRGB(R:赤、G:緑、B:青)の3つの画素で構成する場合を考えたとき、Rに対応する信号線 $S_{R1}$ 乃至 $S_{Rm}$ の $m$ 本と、Gに対応する信号線 $S_{G1}$ 乃至信号線 $S_{Gm}$ の $m$ 本と、Bに対応する $S_{B1}$ 乃至 $S_{Bm}$ の $m$ 本の、計 $3m$ 本の信号線が接続される。すなわち、図25(B)に示すように画素1305は、色要素毎に信号線を配設し、各色要素を対応した画素に信号線よりデータを供給することで所望の色を再現することが可能になる。

#### 【0276】

また、図26に示すタイミングチャートは、1フレーム期間、行選択期間(液晶表示装置の画素1行のスキャン時間)に応じた期間に走査線1306(代表して、 $G_1$ 、 $G_n$ )を

10

#### 【0277】

なお、図25に示す回路図において、各画素が具備するトランジスタとして、 $n$ チャネル型トランジスタである場合について想定している。そして、図26における説明においても $n$ チャネル型トランジスタのオンまたはオフを制御する場合の画素の駆動について説明するものである。なお、図25における回路図において $p$ チャネル型トランジスタを用いて作製した場合には、トランジスタのオンまたはオフが同じ動作となるように走査信号の電位を適宜変更すればよい。

#### 【0278】

20

図26のタイミングチャートにおいて、1画面分の画像を表示する期間に相当する1フレーム期間を、画像を見る人が動画表示時の残像感を感じないように少なくとも $1/120$ 秒( $8.3\text{ms}$ )とし(より好ましくは $1/240$ 秒)、走査線の本数を $n$ 本として考えると、 $1/(120 \times n)$ 秒が行選択期間に相当するものとなる。ここで、走査線の本数を2000本( $4096 \times 2160$ 画素、 $3840 \times 2160$ 画素等のいわゆる4k2k映像を想定)を有する液晶表示装置を考えると、配線に起因する信号の遅延等を考慮しない場合には、 $1/240000$ 秒( $4.2\mu\text{s}$ )が行選択期間に相当する。

#### 【0279】

ブルー相の液晶素子の電圧印加に対する応答時間(液晶分子の配向を変えるのにかかる時間)は、 $1\text{ms}$ 以下である。これに対し、VA方式の液晶素子の電圧印加に対する応答時間は、オーバードライブ駆動を用いても $\text{ms}$ 程度である。そのため、VA方式の液晶素子の動作では、良好な表示の維持を図る上で、応答時間より1フレーム期間の長さが短くならないようにする制約がある。一方、ブルー相の液晶素子を用い、且つCu配線等の低抵抗材料で配線を形成して配線に起因する信号の遅延等を軽減できる本実施の形態の液晶表示装置では、液晶素子の応答時間に十分なマージンが得られると共に、行選択期間で液晶素子に印加した電圧に応じた所望の液晶素子の配向を効率的に得ることができる。

30

#### 【0280】

図25及び図26に示す液晶表示装置においても、液晶層中に高誘電率の第1の構造体及び第2の構造体を設けることで、第1の電極層及び第2の電極層間に電圧を印加した時、

40

#### 【0281】

第1の構造体及び第2の構造体を対向する第2の基板に接するように設け、より高い誘電率を有する材料を用いると、液晶層全体に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。

#### 【0282】

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。

50

## 【 0 2 8 3 】

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。

## 【 0 2 8 4 】

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 2 8 5 】

(実施の形態 1 2 )

薄膜トランジスタを作製し、該薄膜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、薄膜トランジスタを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。

10

## 【 0 2 8 6 】

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。

## 【 0 2 8 7 】

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。

20

## 【 0 2 8 8 】

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。

30

## 【 0 2 8 9 】

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 1 2 を用いて説明する。図 1 2 は、第 1 の基板 4 0 0 1 上に形成された薄膜トランジスタ 4 0 1 0、4 0 1 1、及び液晶素子 4 0 1 3 を、第 2 の基板 4 0 0 6 との間にシール材 4 0 0 5 によって封止した、パネルの上面図であり、図 1 2 ( B ) は、図 1 2 ( A 1 ) ( A 2 ) の M - N における断面図に相当する。

## 【 0 2 9 0 】

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

40

## 【 0 2 9 1 】

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

50

## 【0292】

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12(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12(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。

## 【0293】

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、薄膜トランジスタを複数有しており、図12(B)では、画素部4002に含まれる薄膜トランジスタ4010と、走査線駆動回路4004に含まれる薄膜トランジスタ4011とを例示している。薄膜トランジスタ4010、4011上には絶縁層4020、層間膜4021が設けられている。

10

## 【0294】

薄膜トランジスタ4010、4011は、実施の形態2乃至10に示す薄膜トランジスタを適用することができる。薄膜トランジスタ4010、4011はnチャネル型薄膜トランジスタである。

## 【0295】

また、第1の基板4001上、層間膜4021上に薄膜トランジスタ4010と電氣的に接続されている画素電極層4030が形成され、画素電極層4030上に液晶層4008中に突出して第1の構造体4037a、4037bが形成されている。同様に、層間膜4021上に共通電極層4036も形成され、共通電極層4036上に第2の構造体4038a、4038bが形成されている。第1の構造体4037a、4037b、第2の構造体4038a、4038bはそれぞれ積層構造であり、第2の基板4006に接して設けられている。

20

## 【0296】

第1の構造体4037a、4037b、第2の構造体4038a、4038bはスペーサとしても機能し、液晶層4008の膜厚(セルギャップ)を制御する。また、スペーサを別途設ける場合、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、また球状のスペーサを用いても良い。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、液晶層4008を用いる液晶表示装置は、液晶層4008の膜厚(セルギャップ)を5 $\mu$ m以上20 $\mu$ m程度とすることが好ましい。

30

## 【0297】

液晶素子4013は、画素電極層4030、共通電極層4036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4032、4033が設けられている。

## 【0298】

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。

40

## 【0299】

なお図12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。

## 【0300】

また、図12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。

## 【0301】

層間膜4021は、有彩色の透光性樹脂層であり、カラーフィルタ層として機能する。また、層間膜4021の一部を遮光層としてもよい。図12においては、薄膜トランジスタ

50

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。遮光層4034を設けることにより、さらにコントラスト向上や薄膜トランジスタの安定化の効果を高めることができる。

【0302】

薄膜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。

【0303】

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、スパッタ法を用いて、酸化珪素膜、窒化珪素膜、酸化窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、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

【0304】

また、保護膜を形成した後に、半導体層のアニール(300 ~ 400)を行ってもよい。

【0305】

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。

20

【0306】

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、スパッタ法、CVD法、SOG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)、ドクターナイフ、ロールコーター、カーテンコーター、ナイフコーター等を用いることができる。絶縁層を材料液を用いて形成する場合、ベークする工程で同時に、半導体層のアニール(200 ~ 400)を行ってもよい。絶縁層の焼成工程と半導体層のアニールを兼ねることで効率よく液晶表示装置を作製することが可能となる。

30

【0307】

画素電極層4030及び共通電極層4036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。

【0308】

また、画素電極層4030及び共通電極層4036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。

40

【0309】

また、画素電極層4030及び共通電極層4036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。

【0310】

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。

【0311】

50

また、薄膜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。

【0312】

図12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、薄膜トランジスタ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。

【0313】

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

10

【0314】

また図12においては、信号線駆動回路4003を別途形成し、第1の基板4001に実装している例を示しているが、この構成に限定されない。走査線駆動回路を別途形成して実装しても良いし、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。

【0315】

図16は、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している。

【0316】

図16は液晶表示モジュールの一例であり、素子基板2600と対向基板2601がシール材2602により固着され、その間にTFT等を含む素子層2603、液晶層を含む表示素子2604、カラーフィルタとして機能する有彩色の透光性樹脂層を含む層間膜2605が設けられ表示領域を形成している。有彩色の透光性樹脂層を含む層間膜2605はカラー表示を行う場合に必要であり、RGB方式の場合は、赤、緑、青の各色に対応した有彩色の透光性樹脂層が各画素に対応して設けられている。素子基板2600と対向基板2601の外側には偏光板2606、偏光板2607、拡散板2613が配設されている。光源は冷陰極管2610と反射板2611により構成され、回路基板2612は、フレキシブル配線基板2609により素子基板2600の配線回路部2608と接続され、コントロール回路や電源回路などの外部回路が組み込まれている。また、光源として、白色のダイオードを用いてもよい。また偏光板と、液晶層との間に位相差板を有した状態で積層してもよい。

20

30

【0317】

以上の工程により、液晶表示装置として信頼性の高い液晶表示パネルを作製することができる。

【0318】

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。

【0319】

(実施の形態13)

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。

40

【0320】

図13(A)は、テレビジョン装置9600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。

50

## 【 0 3 2 1 】

テレビジョン装置 9 6 0 0 の操作は、筐体 9 6 0 1 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機 9 6 1 0 により行うことができる。リモコン操作機 9 6 1 0 が備える操作キー 9 6 0 9 により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部 9 6 0 3 に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機 9 6 1 0 に、当該リモコン操作機 9 6 1 0 から出力する情報を表示する表示部 9 6 0 7 を設ける構成としてもよい。

## 【 0 3 2 2 】

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。

10

## 【 0 3 2 3 】

図 1 3 ( B ) は、デジタルフォトフレーム 9 7 0 0 の一例を示している。例えば、デジタルフォトフレーム 9 7 0 0 は、筐体 9 7 0 1 に表示部 9 7 0 3 が組み込まれている。表示部 9 7 0 3 は、各種画像を表示することが可能であり、例えばデジタルカメラなどで撮影した画像データを表示させることで、通常の写真立てと同様に機能させることができる。

## 【 0 3 2 4 】

なお、デジタルフォトフレーム 9 7 0 0 は、操作部、外部接続用端子（USB 端子、USB ケーブルなどの各種ケーブルと接続可能な端子など）、記録媒体挿入部などを備える構成とする。これらの構成は、表示部と同一面に組み込まれていてもよいが、側面や裏面に備えるとデザイン性が向上するため好ましい。例えば、デジタルフォトフレームの記録媒体挿入部に、デジタルカメラで撮影した画像データを記憶したメモリを挿入して画像データを取り込み、取り込んだ画像データを表示部 9 7 0 3 に表示させることができる。

20

## 【 0 3 2 5 】

また、デジタルフォトフレーム 9 7 0 0 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、所望の画像データを取り込み、表示させる構成とすることもできる。

## 【 0 3 2 6 】

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

30

40

## 【 0 3 2 7 】

図 1 4 ( B ) は大型遊技機であるスロットマシン 9 9 0 0 の一例を示している。スロットマシン 9 9 0 0 は、筐体 9 9 0 1 に表示部 9 9 0 3 が組み込まれている。また、スロットマシン 9 9 0 0 は、その他、スタートレバーやストップスイッチなどの操作手段、コイン投入口、スピーカなどを備えている。もちろん、スロットマシン 9 9 0 0 の構成は上述のものに限定されず、少なくとも本明細書に開示する液晶表示装置を備えた構成であればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。

## 【 0 3 2 8 】

図 1 5 ( A ) は、携帯電話機 1 0 0 0 の一例を示している。携帯電話機 1 0 0 0 は、筐体

50

１００１に組み込まれた表示部１００２の他、操作ボタン１００３、外部接続ポート１００４、スピーカ１００５、マイク１００６などを備えている。

【０３２９】

図１５（Ａ）に示す携帯電話機１０００は、表示部１００２を指などで触れることで、情報を入力ことができる。また、電話を掛ける、或いはメールを打つなどの操作は、表示部１００２を指などで触れることにより行うことができる。

【０３３０】

表示部１００２の画面は主として３つのモードがある。第１は、画像の表示を主とする表示モードであり、第２は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第３は表示モードと入力モードの２つのモードが混合した表示＋入力モードである。

10

【０３３１】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部１００２を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部１００２の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。

【０３３２】

また、携帯電話機１０００内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機１０００の向き（縦か横か）を判断して、表示部１００２の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【０３３３】

20

また、画面モードの切り替えは、表示部１００２を触れること、又は筐体１００１の操作ボタン１００３の操作により行われる。また、表示部１００２に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

【０３３４】

また、入力モードにおいて、表示部１００２の光センサで検出される信号を検知し、表示部１００２のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【０３３５】

表示部１００２は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部１００２に掌や指を触れることで、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

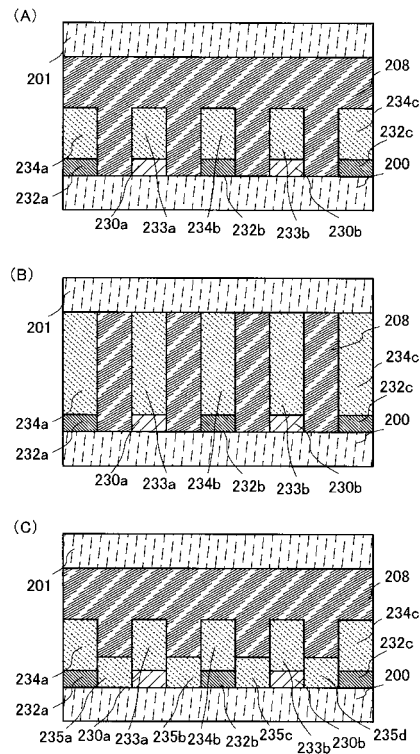
30

【０３３６】

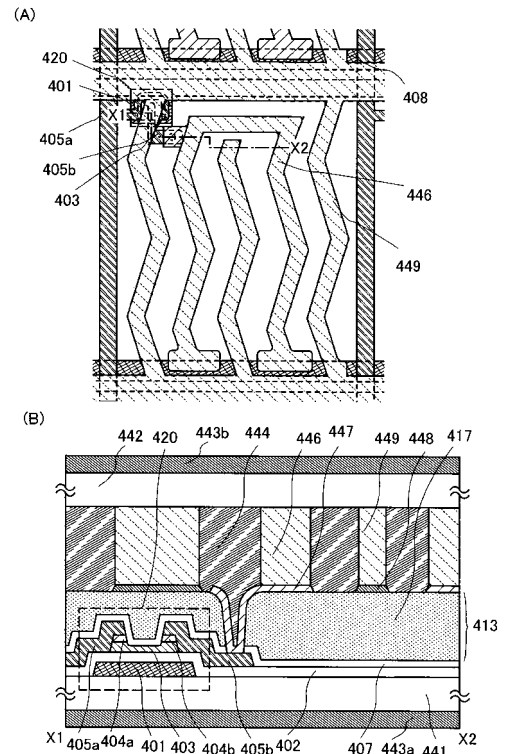
図１５（Ｂ）も携帯電話機の一例である。図１５（Ｂ）の携帯電話機は、筐体９４１１に、表示部９４１２、及び操作ボタン９４１３を含む表示装置９４１０と、筐体９４０１に操作ボタン９４０２、外部入力端子９４０３、マイク９４０４、スピーカ９４０５、及び着信時に発光する発光部９４０６を含む通信装置９４００とを有しており、表示機能を有する表示装置９４１０は電話機能を有する通信装置９４００と矢印の２方向に脱着可能である。よって、表示装置９４１０と通信装置９４００の短軸同士を取り付けることも、表示装置９４１０と通信装置９４００の長軸同士を取り付けることもできる。また、表示機能のみを必要とする場合、通信装置９４００より表示装置９４１０を取り外し、表示装置９４１０を単独で用いることもできる。通信装置９４００と表示装置９４１０とは無線通信又は有線通信により画像又は入力情報を授受することができ、それぞれ充電可能なバッテリーを有する。

40

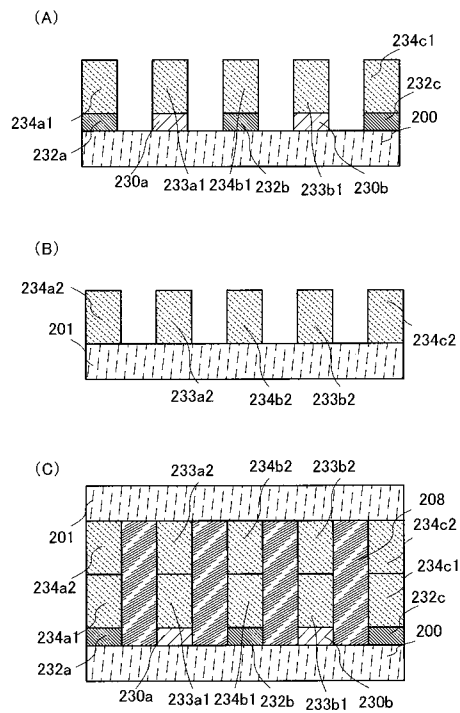
【 図 1 】



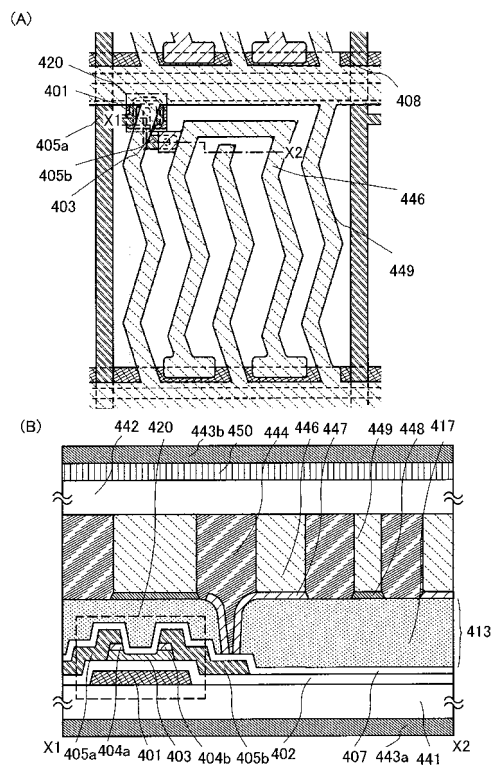
【 図 2 】



【圖 3】

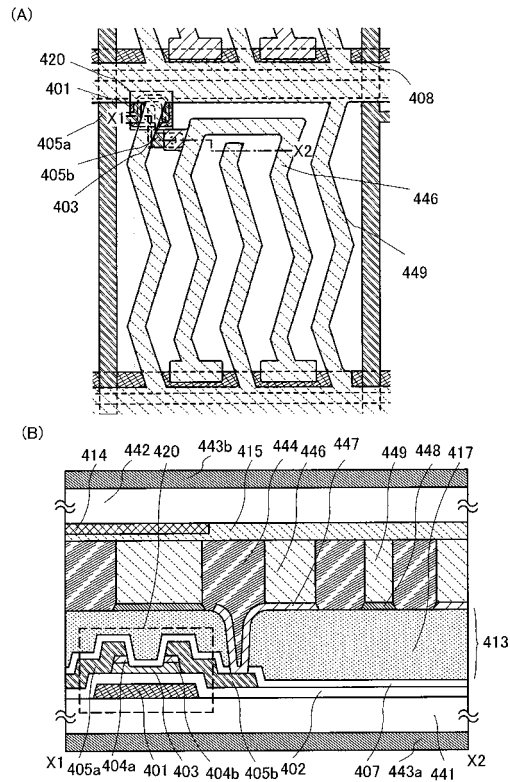


【 図 4 】

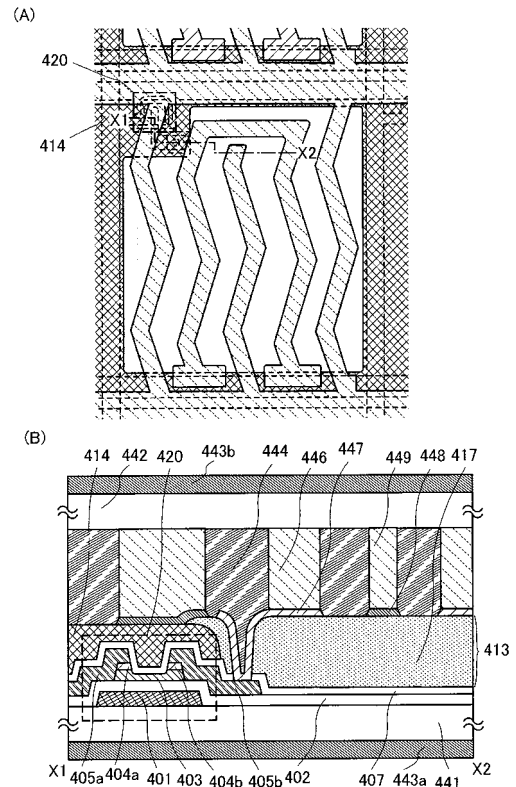




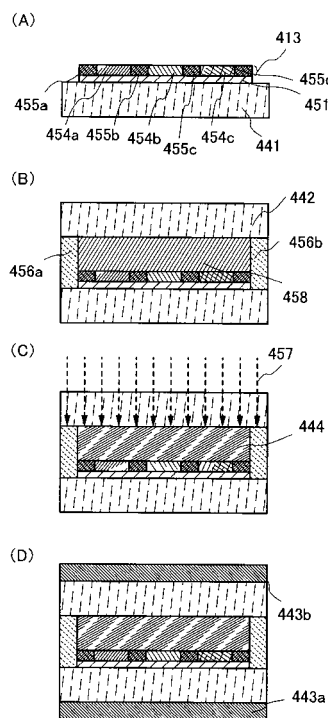
【図 5】



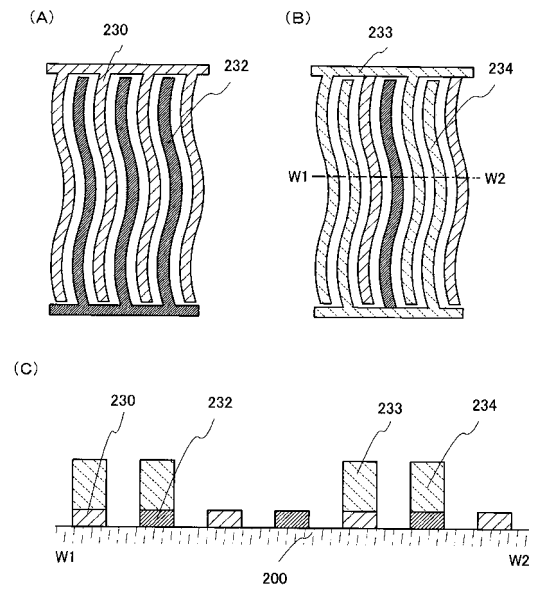
【図 6】



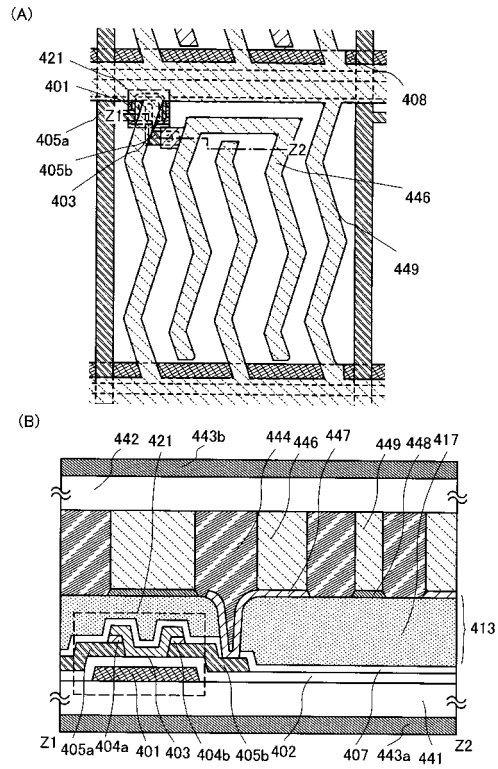
【図 7】



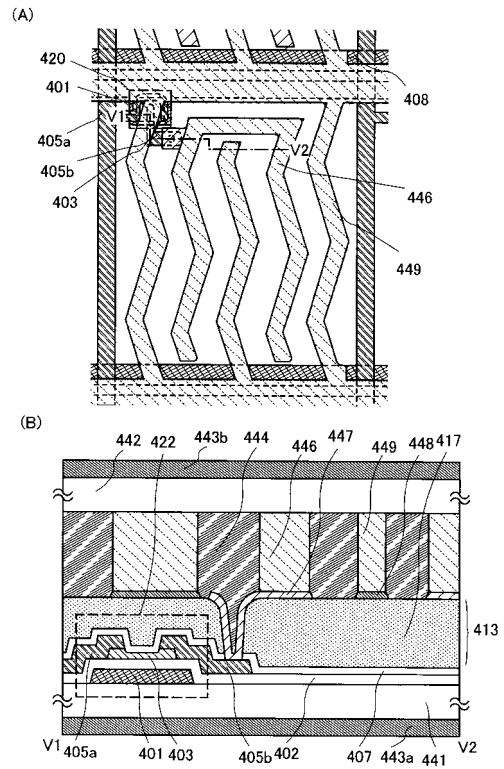
【図 8】



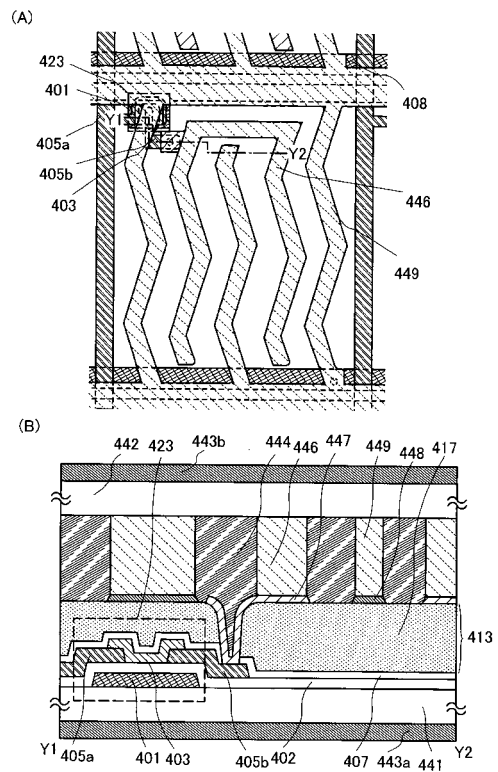
【図 9】



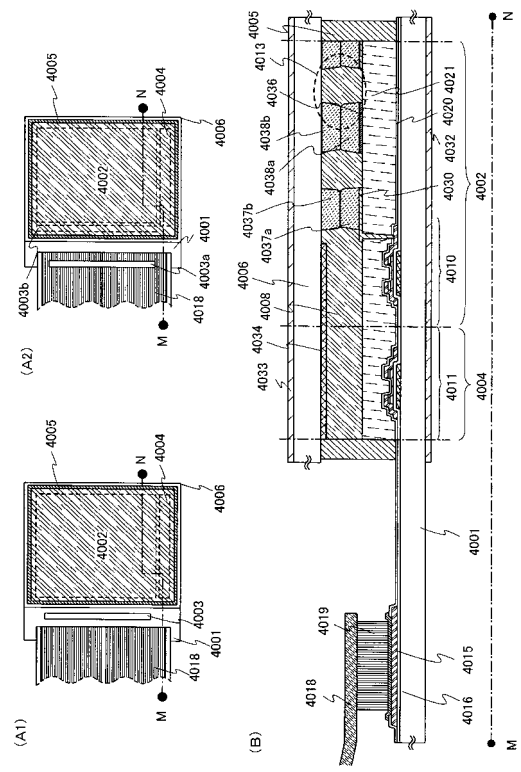
【図 10】



【図 11】

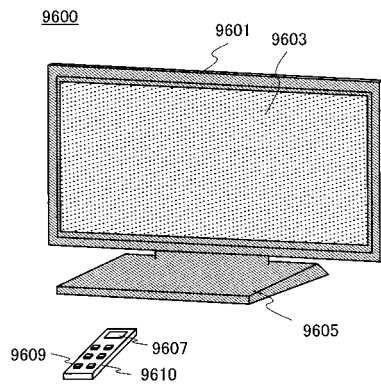


【図 12】

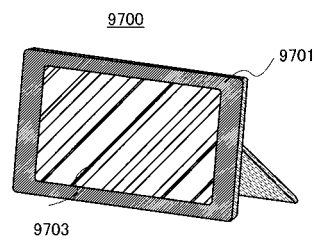


【図 13】

(A)

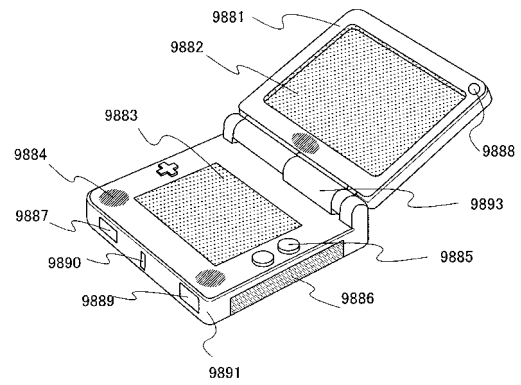


(B)

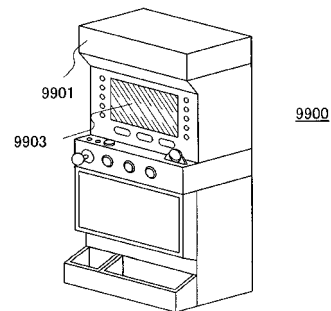


【図 14】

(A)

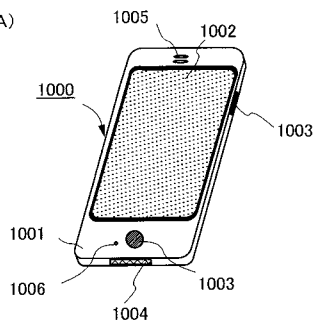


(B)

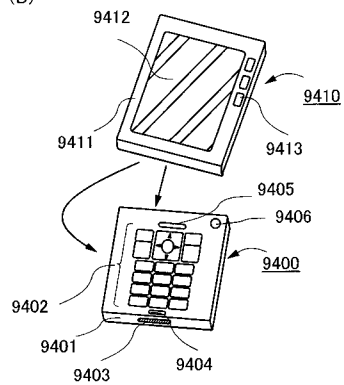


【図 15】

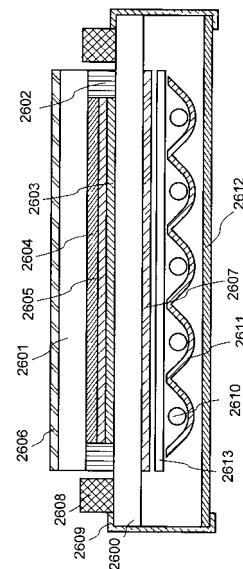
(A)



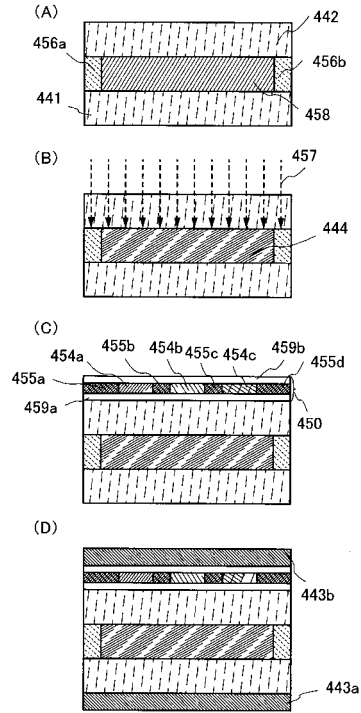
(B)



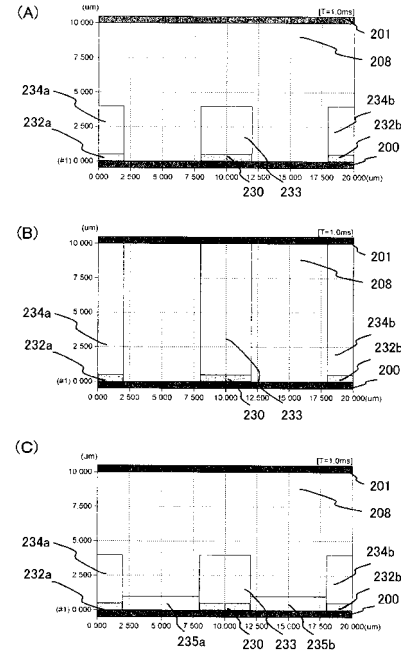
【図 16】



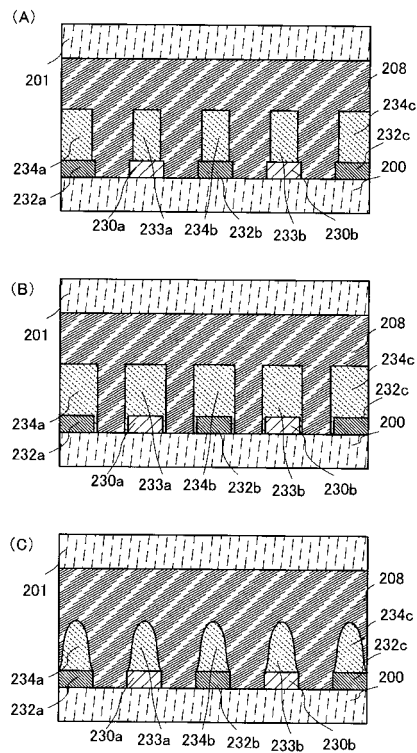
【図 17】



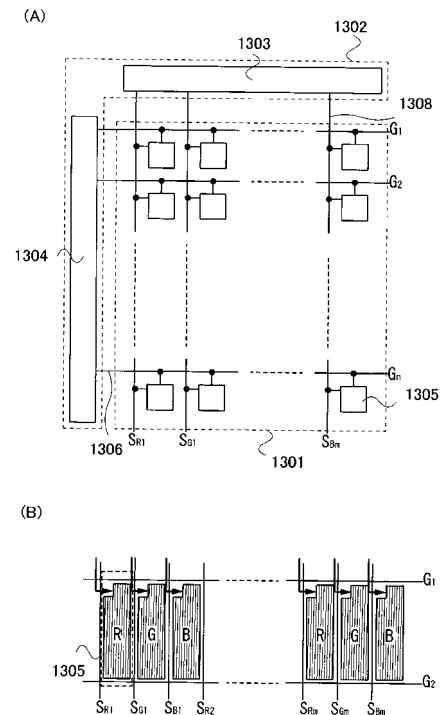
【図 18】



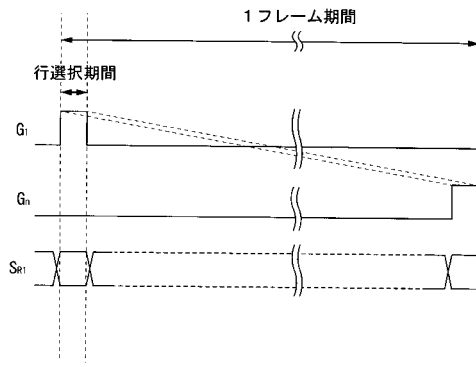
【図 24】



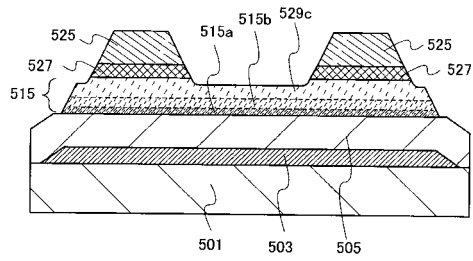
【図 25】



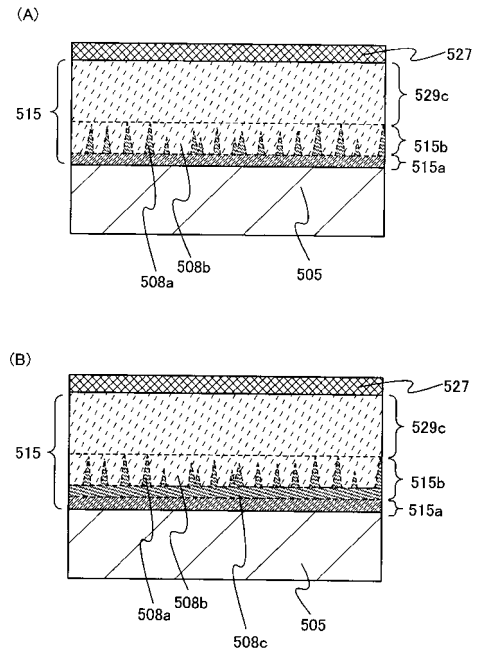
【図 26】



【図 27】

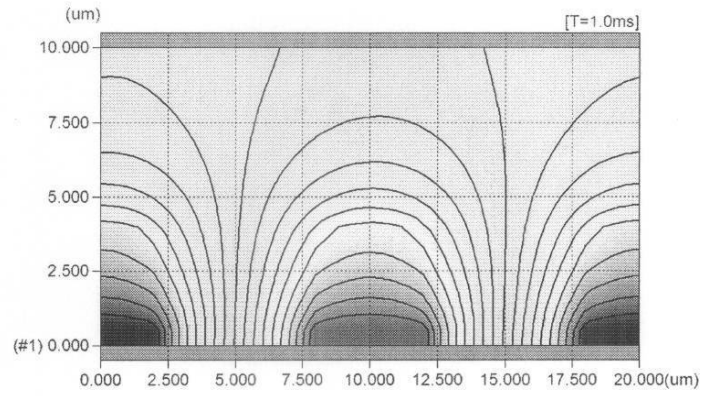


【図 28】

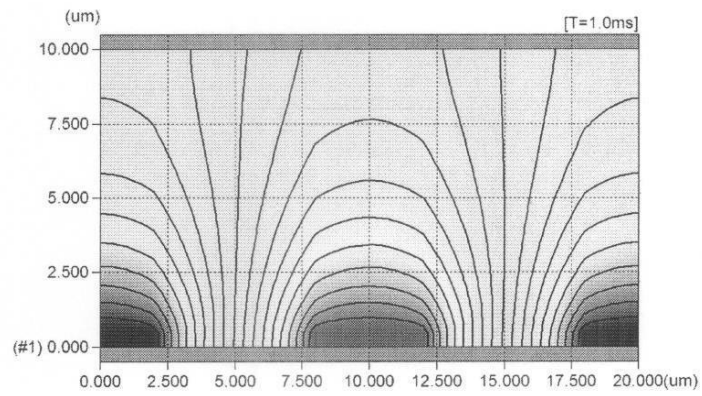


【図 19】

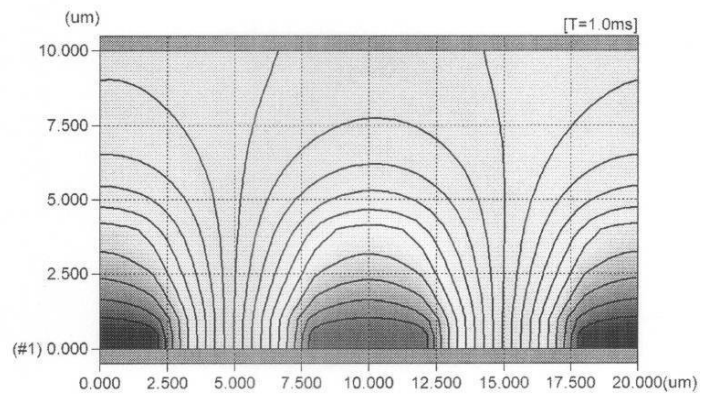
(A)



(B)

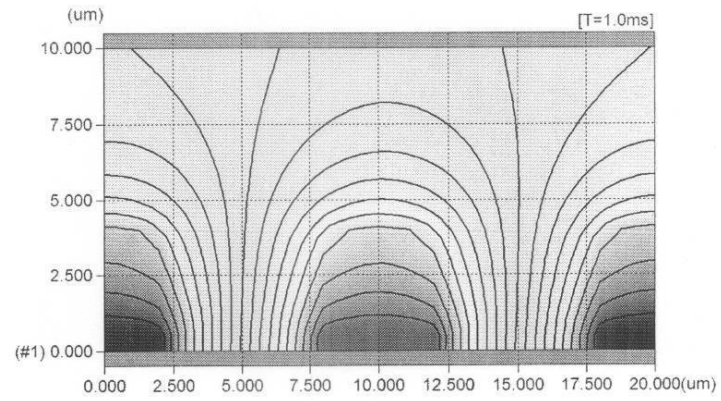


(C)

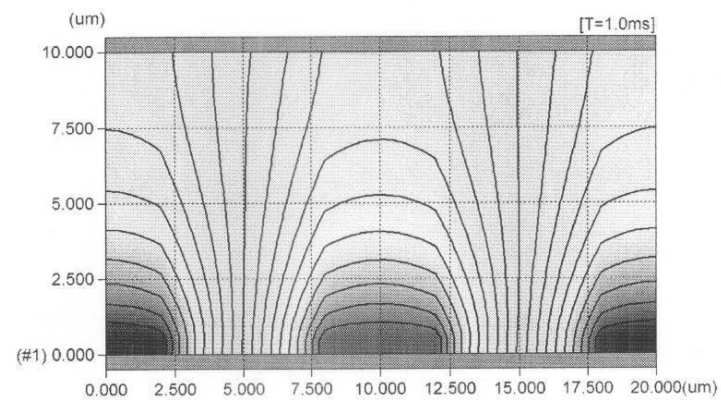


【図 20】

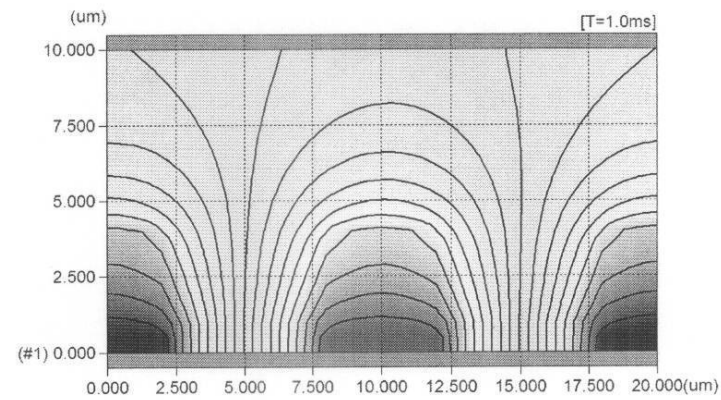
(A)



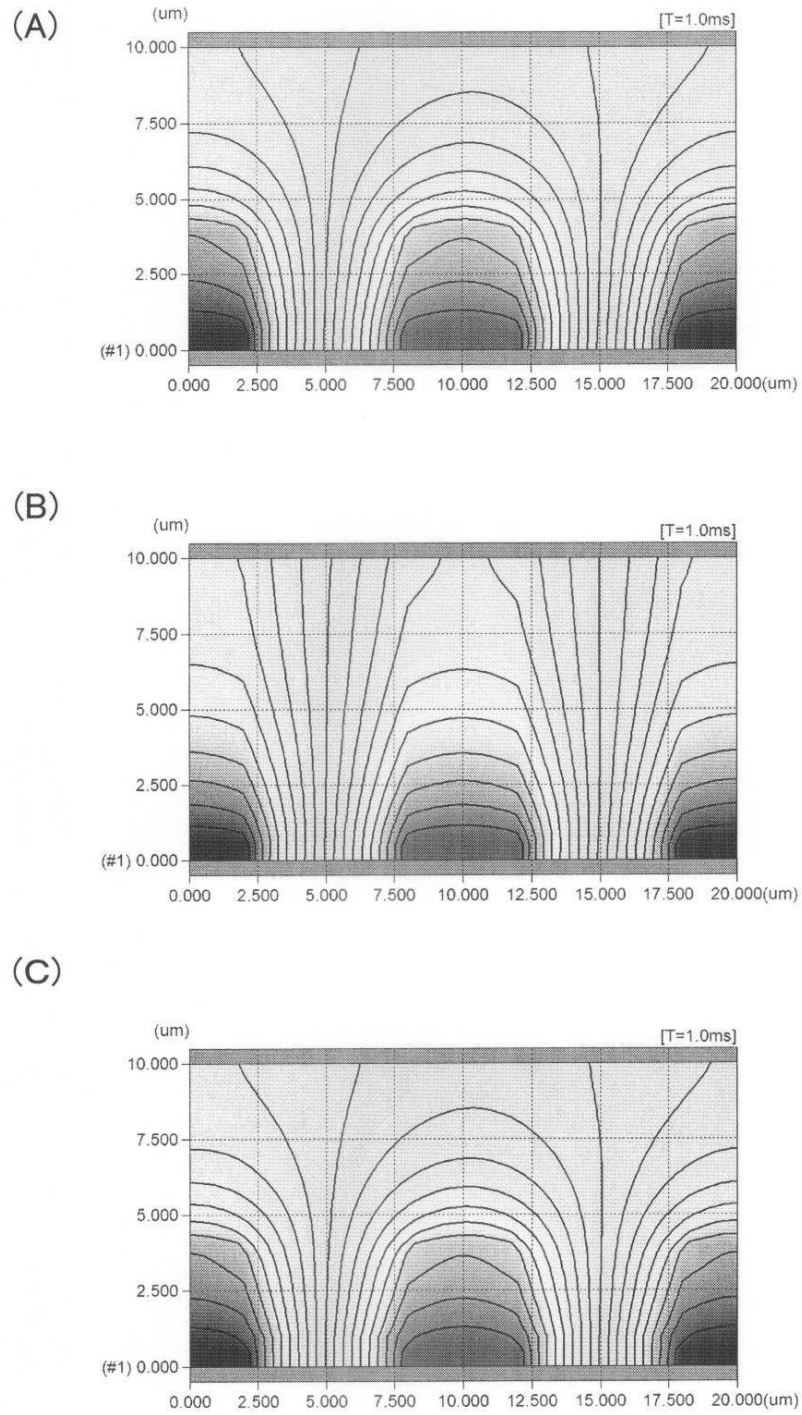
(B)



(C)

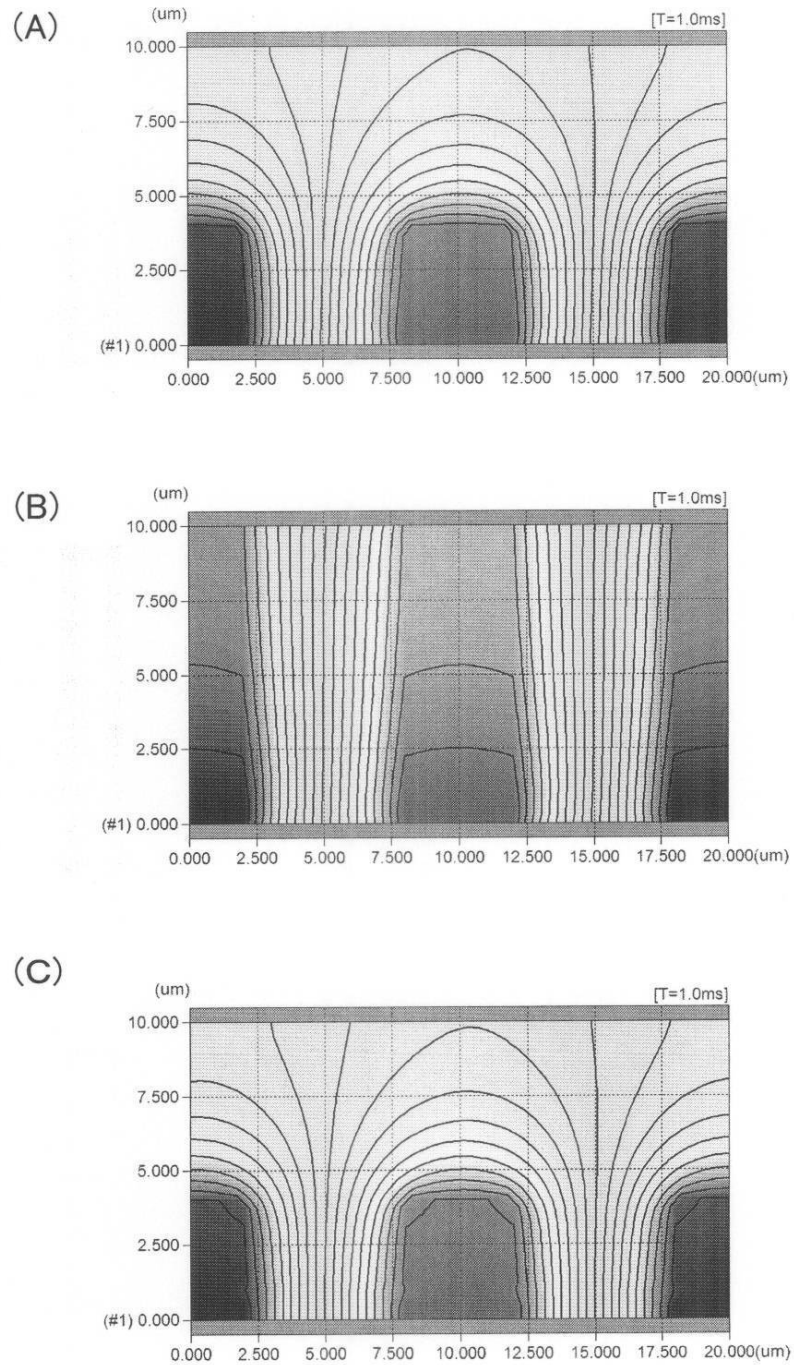


【図 21】



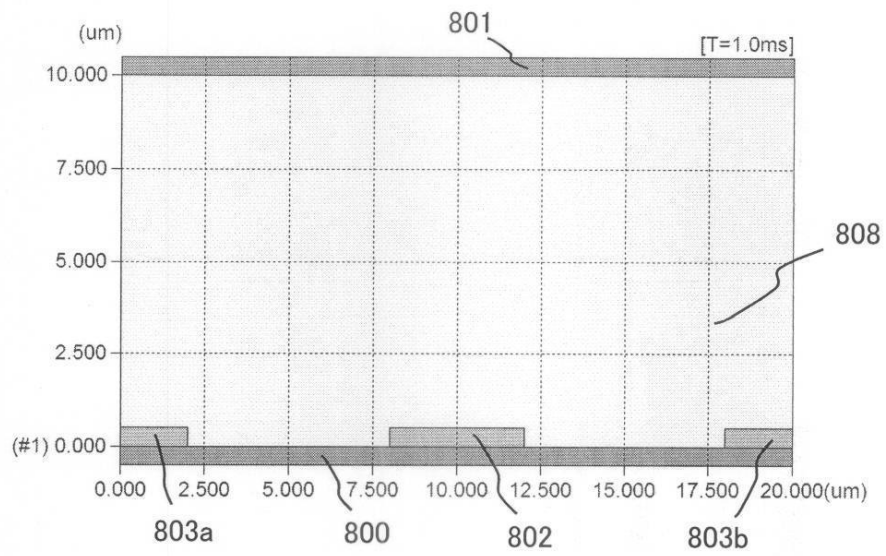


【図 22】

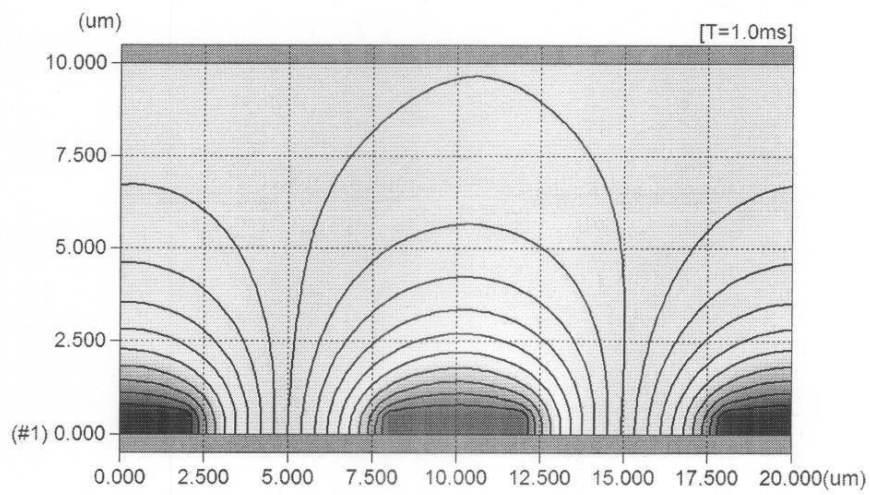


【図 23】

(A)



(B)



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 0 5 2 6 6 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 1 8 3 9 3 1 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 5 / 0 5 2 6 7 4 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 2 - 1 0 7 7 4 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 0 5 0 0 7 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 F	1 / 1 3 3 3
G 0 2 F	1 / 1 3 3 9
G 0 2 F	1 / 1 3 4 3
G 0 2 F	1 / 1 3 6 8