

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5336397号  
(P5336397)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G02F 1/1343 (2006.01)  
G02F 1/137 (2006.01)G02F 1/1343  
G02F 1/137

請求項の数 4 (全 46 頁)

(21) 出願番号 特願2010-15200 (P2010-15200)  
 (22) 出願日 平成22年1月27日 (2010.1.27)  
 (65) 公開番号 特開2010-198007 (P2010-198007A)  
 (43) 公開日 平成22年9月9日 (2010.9.9)  
 審査請求日 平成25年1月22日 (2013.1.22)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-18995 (P2009-18995)  
 (32) 優先日 平成21年1月30日 (2009.1.30)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

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

審査官 山口 裕之

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の基板及び第2の基板と、前記第1の基板と前記第2の基板との間の液晶層と、前記第1の基板と前記液晶層との間の構造体と、前記液晶層と前記構造体との間の第1の電極と、前記第2の基板と前記液晶層との間の第2の電極と、前記第1の基板と前記液晶層との間の第3の電極と、を有し、前記液晶層は、ブルー相を示す液晶材料を含み、

10

前記構造体は、前記液晶層中に突出して設けられた部分を有し、前記第1の電極は、屈曲した部分又は枝分かれした部分を有し、前記第2の電極には、第1の開口部が設けられ、前記第3の電極には、第2の開口部が設けられ、前記第3の電極は、前記第2の電極と重なる領域を有し、前記構造体は、前記第2の開口部と重なる領域を有し、前記第1の電極は、前記第2の電極と前記第3の電極との間に配置されていることを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 2】

請求項 1において、

20

前記第1の電極と前記第2の電極との距離と、前記第1の電極と前記第3の電極との距離とは等しい部分を有することを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項3】**

請求項1又は請求項2において、

前記第1の電極と前記第3の電極との間は、前記第2の電極と前記第3の電極との間より短い部分を有することを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項4】**

請求項1乃至3のいずれか一項において、

前記第1の電極は、前記液晶層と接する部分を有し、

前記第2の電極は、前記液晶層と接する部分を有し、

前記第3の電極は、前記液晶層と接する部分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】**

**【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ഷ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。

**【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】**

**【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】**

ブルー相を示す液晶層を含む液晶表示装置において、ブルー相を示す液晶層を開口パターンを有する画素電極層（第1の電極層）と開口パターン（スリット）を有する一対の共通電極層（第1の共通電極層（第2の電極層）及び第2の共通電極層（第3の電極層））とで挟持する。共通電極層は第1の基板上、及び第2の基板上にそれぞれ形成され、液晶層を介して対向するように配置される。

10

20

30

40

50

## 【0009】

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）から液晶層中に突出して設けられた構造体の上部に形成され、液晶層の膜厚方向において画素電極層は第1の共通電極層と第2の共通電極層との間に配置される。画素電極層が第1の共通電極層と第2の共通電極層との間に配置されるのであれば、第1の共通電極層及び第2の共通電極層も構造体の上部に形成してもよい。この場合、同じ第1の基板上に形成される画素電極層及び第2の共通電極層において、下に形成される構造体の高さ（厚さ）は、画素電極層下の構造体（第1の構造体）の方が、第2の共通電極層下の構造体（第3の構造体）より高い。

## 【0010】

10

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第2の共通電極層と、第2の基板（対向基板ともいう）に形成された第1の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。画素電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は平板状でなく、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形状である。また、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は少なくとも画素領域において同形状であり液晶層を介して重畠するように配置される。

## 【0011】

開口パターンを有し、かつ液晶を挟持するように設けられた画素電極層と、第1の共通電極層及び第2の共通電極層の間に電界を加えることで、液晶には斜め方向（基板に対して斜めの方向）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。また画素電極層は液晶層の膜厚方向において、第1の共通電極層と第2の共通電極層との間に配置されているため、液晶には画素電極層と第1の共通電極層との電界、及び画素電極層と第2の共通電極層との電界を加えることができ、液晶層全体に電界を形成することができる。

20

## 【0012】

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。

## 【0013】

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。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。

30

## 【0014】

本明細書において、画素電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層が有する開口パターン（スリット）とは、閉空間に開口されたパターンの他、一部開かれた櫛歯状のようなパターンも含まれるものとする。

40

## 【0015】

本明細書では、薄膜トランジスタ、画素電極層、第2の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第1の共通電極層が形成されている基板を対向基板（第2の基板）という。

## 【0016】

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1msec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。

## 【0017】

50

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。

#### 【0018】

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。

#### 【0019】

カイラル剤は、液晶に対する相溶性が良く、かつ捩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。

10

#### 【0020】

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。

#### 【0021】

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。

20

#### 【0022】

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1ms以下と短く高速応答が可能である。

30

#### 【0023】

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2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2の電極層と、第2の電極層と重畠し第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3の電極層と、第3の電極層の開口パターンの間に設けられ、第1の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する構造体と、構造体の上部に設けられ液晶層中において第2の電極層と第3の電極層との間に配置される開口パターンを有する第1の電極層とを有する。

40

50

## 【0024】

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2の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する第2の構造体と、第2の構造体の上部に設けられた開口パターンを有する第2の電極層と、第2の電極層と重畳し第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3の電極層と、第3の電極層の開口パターンの間に設けられ、第1の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する第1の構造体と、第1の構造体の上部に設けられ液晶層中において第2の電極層と第3の電極層との間に配置される開口パターンを有する第1の電極層とを有する。

## 【0025】

10

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2の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する第2の構造体と、第2の構造体の上部に設けられた開口パターンを有する第2の電極層と、第1の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する第3の構造体と、第2の電極層と重畳し第3の構造体の上部に設けられた開口パターンを有する第3の電極層と、第3の電極層の開口パターンの間に設けられ、第1の基板の液晶層側の面から液晶層中に突出する第1の構造体と、第1の構造体の上部に設けられ液晶層中において第2の電極層と第3の電極層との間に配置される開口パターンを有する第1の電極層とを有する。

## 【0026】

20

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（第1の共通電極層）及び第3の電極層（第2の共通電極層）と液晶層とも接する構成となる。

## 【0027】

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。

## 【0028】

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】

30

## 【0029】

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】

## 【0030】

【図1】液晶表示装置の電界モードを説明する図。

【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。

40

【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】液晶表示装置の電極層を説明する図。

【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。

【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】テレビジョン装置およ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。

50

【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】液晶表示装置を説明する図。

【図19】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図20】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図21】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図22】液晶表示装置の電界モードの計算結果を説明する図。

【図23】液晶表示装置の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。

【発明を実施するための形態】

10

【0031】

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。また、一つの層が断面図において複数の層として示される時、複数の層のそれぞれ、またはいくつかに異なった参照番号を付すことがある。

【0032】

(実施の形態1)

20

液晶表示装置を、図1、図19乃至図23を用いて説明する。

【0033】

図1は液晶表示装置の断面図である。

【0034】

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との間には第1の構造体233a、233b、画素電極層230a、230b、及び第2の共通電極層232a、232b、232cが設けられており、第2の基板201と液晶層208との間には第1の共通電極層231a、231b、231cが形成されている。第1の構造体233a、233bは第1の基板200の液晶層208側の面から液晶層208中に突出して設けられている。

30

【0035】

第2の共通電極層232a、232b、232cは第1の基板200上、第1の共通電極層231a、231b、231cは第2の基板201上にそれぞれ形成され、液晶層208を介して対向するように配置される。第1の共通電極層231a、231b、231c及び第2の共通電極層232a、232b、232cは少なくとも画素領域において同形状であり液晶層を介して重畳するように配置されると、画素の開口率を低下させないために好ましい。

【0036】

画素電極層230a、230bは第1の基板200上に設けられた第1の構造体233a、233b上に形成され、液晶層208の膜厚方向において画素電極層230a、230bは第1の共通電極層231a、231b、231cと第2の共通電極層232a、232b、232cとの間に配置される。また、図1の断面図において、第1の共通電極層231a、231b、231c及び第2の共通電極層232a、232b、232cと、画素電極層とは重畳せず互い違いに設けられている。

40

【0037】

画素電極層230a、230b、第1の共通電極層231a、231b、231c及び第2の共通電極層232a、232b、232cは平板状ではなく、開口パターンを有する形状であるために、断面図においては分断された複数の電極層として示される。

【0038】

50

画素電極層が第1の共通電極層と第2の共通電極層との間に配置されるのであれば、第1の共通電極層及び第2の共通電極層も構造体上に形成してもよい。図1(B)は、第1の共通電極層231a、231b、231c下に第2の構造体234a、234b、234cが設けられる例である。第2の構造体234a、234b、234cは第2の基板201の液晶層208側の面から液晶層208中に突出して設けられている。

#### 【0039】

また、図1(C)は、さらに第2の共通電極層232a、232b、232c下に第3の構造体235a、235b、235cが設けられる例である。第3の構造体235a、235b、235cは第1の基板200の液晶層208側の面から液晶層203中に突出して設けられている。この場合、同じ第1の基板200上に形成される画素電極層230a、230b及び第2の共通電極層232a、232b、232cにおいて、下に形成される構造体の高さは、画素電極層230a、230b下の第1の構造体233a、233bの方が、第2の共通電極層232a、232b、232c下の第3の構造体235a、235b、235cより高い。このように構造体の厚さ(高さ)や、数を制御することによって、第1の共通電極層、第2の共通電極層、及び画素電極層の液晶層中における配置位置を設定することができる。

#### 【0040】

図1(A)(B)(C)の液晶表示装置において、開口パターンを有し、かつ液晶を挟持するように設けられた画素電極層230a、230bと、第1の共通電極層231a、231b、231c及び第2の共通電極層232a、232b、232cとの間に電界を加えることで、液晶層208には斜め方向(基板に対して斜めの方向)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。また画素電極層230a、230bは液晶層208の膜厚方向において、第1の共通電極層231a、231b、231cと第2の共通電極層232a、232b、232cとの間に配置されているため、液晶には画素電極層230a、230bと第1の共通電極層231a、231b、231cとの電界、及び画素電極層230a、230bと第2の共通電極層232a、232b、232cとの電界を加えることができ、液晶層全体に電界を形成することができる。

#### 【0041】

例えば、図1(A)(B)(C)においては画素電極層230aと第1の共通電極層231aとの間に矢印202aに示す斜め方向の電界が、画素電極層230aと第1の共通電極層231bとの間に矢印202bに示す斜め方向の電界が、画素電極層230aと第2の共通電極層232aとの間に矢印202cに示す斜め方向の電界が、画素電極層230aと第2の共通電極層232bとの間に矢印202dに示す斜め方向の電界がそれぞれ加わる。

#### 【0042】

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19乃至図23(B)に示す。図19乃至図23(A)は計算した液晶表示装置の構成を示す図である。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)としては誘電率4の絶縁体を用いた。また、断面における画素電極層230a、802、第1の共通電極層231a、231b、及び第2の共通電極層232a、232b、共通電極層803a、803bの幅は4μm、厚さは0.5μm、基板と水平方向の画素電極層230aと第1の共通電極層231a、231b及び第2の共通電極層232a、232bとの間の距離及び基板と水平方向の画素電極層802と共通電極層803a、803bとの間の距離は6μm、液晶層の厚さは10μmである。なお、共通電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は0V、画素電極層は10Vの設定とする。

#### 【0043】

図19は図1(A)に、図20は図1(B)に、図21及び図22は図1(C)に、それぞれ対応した計算結果である。第1の構造体233a、第2の構造体234a、234bの厚さ(高さ)は3.75μmである。図21は第3の構造体235a、235bと第2

10

20

30

40

50

の構造体 234a、234b の厚さが同じ 3.75 μm の例であるが、図 22 は図 1 (C) において第 3 の構造体 235a、235b の厚さが 1.75 μm であり、第 2 の構造体 234a、234b の厚さ (3.75 μm) より薄い例である。また図 23 は比較例であり、第 1 の基板 800 と液晶層 808 との間に互い違いに共通電極層 803a、803b と画素電極層 802 が設けられ、第 2 の基板 801 によって封止される例である。図 19 乃至図 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画素電極層又は共通電極層 (第 1 の共通電極層、第 2 の共通電極層) が配置されている。

#### 【0044】

電界は等電位線と垂直に発現するので、図 19 乃至図 22 (B) に示すように、画素電極層と第 1 の共通電極層、画素電極層と第 2 の共通電極層との間にそれぞれ斜め方向の電界が加わっていることが確認できる。また、図 21 乃至図 22 (B) のように、第 1 の共通電極層 231a、231b、第 2 の共通電極層 232a、232b 下に第 2 の構造体 234a、234b、第 3 の構造体 235a、235b を設ける構成であっても、電位線は円状に回り込むため、液晶層全体に電界が形成されている。

#### 【0045】

一方、図 23 (B) においては、第 1 の基板上に互い違いに画素電極層 802、共通電極層 803a、803b が形成された第 1 の基板 800 近くの液晶層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できないことが確認できる。

#### 【0046】

構造体上に設けられ、液晶層中において、第 1 の共通電極層及び第 2 の共通電極層の間に配置された画素電極層と、第 2 の基板に設けられた第 1 の共通電極層及び第 1 の基板に設けられた第 2 の共通電極層それぞれと斜め電界を形成することによって、液晶層全体に斜め電界を形成することが可能となる。

#### 【0047】

液晶表示装置において白透過率は、電圧を印加した際に発生する液晶の複屈折と液晶層の厚さの積で決定するため、液晶層の厚さを厚くした場合であっても液晶層全体における液晶分子を応答させることができる。

#### 【0048】

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。

#### 【0049】

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。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。

#### 【0050】

なお、構造体上に形成される画素電極層、第 1 の共通電極層及び第 2 の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の形状例を図 24 (A) (B) に示す。なお、図 24 では第 1 の構造体と画素電極層を例として示すが、第 2 の構造体及び第 1 の共通電極層と、第 3 の構造体及び第 2 の共通電極層も同様に様々な形状を適用することができる。

10

20

30

40

50

## 【0051】

図24(A)は、第1の構造体241a、241b上に画素電極層240a、240bがそれぞれ形成される例であり、図24(B)は、第1の構造体243a、243b上に画素電極層242a、242bがそれぞれ形成される例である。第1の構造体241a、241b、243a、243bは錐形の先端が丸いドーム形状の構造体である。第1の構造体241a、241b上に設けられた画素電極層240a、240bは、第1の構造体241a、241b側面を覆うように形成され、部分的に第1の基板200に接している例である。一方、第1の構造体243a、243b上に設けられた画素電極層242a、242bは第1の構造体243a、243bの側面上方部分にのみ形成されている例である。このように画素電極層が構造体側面(全部、又は部分的に)を覆う形状であってもよいし、画素電極層が均一の膜厚でなく、膜厚分布を有していてもよい。この場合でも、液晶層において画素電極層は第1の共通電極層と第2の共通電極層の間に存在する領域を有するため、第1の共通電極層及び第2の共通電極層と斜め電界を液晶層全体にわたって形成する効果を奏する。よって、画素電極層は少なくとも液晶の厚さ方向の該画素電極層の最も高い位置(画素電極層の上面)において、第1の共通電極層及び第2の共通電極層の間に配置されるものとする。

10

## 【0052】

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を用いて液晶を注入する注入法を用いることができる。

20

## 【0053】

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1msec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。

## 【0054】

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。

## 【0055】

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

## 【0056】

カイラル剤は、液晶に対する相溶性が良く、かつ捩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。

## 【0057】

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、スマクチック相、スマクチックブルー相、キューピック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

40

## 【0058】

ブルー相であるコレステリックブルー相及びスマ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マ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。

## 【0059】

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

50

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

#### 【 0 0 6 0 】

光硬化樹脂は、アクリレート、メタクリレートなどの单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。20

#### 【 0 0 6 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。

#### 【 0 0 6 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、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 - エチルヘキシリーアクリレート、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。30

#### 【 0 0 6 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。

#### 【 0 0 6 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。40

#### 【 0 0 6 5 】

画素電極層、第1の共通電極層及び第2の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。

#### 【 0 0 6 6 】

画素電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は、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珪素 (SiO<sub>2</sub>) を混合した導電材料、有機インジウ50

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。

【0067】

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。

10

【0068】

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。

【0069】

(実施の形態2)

本明細書に開示する発明は、パッシブマトリクス型の液晶表示装置でもアクティブマトリクス型の液晶表示装置にも適用することができる。アクティブマトリクス型の液晶表示装置の例を、図2、図8及び図18を用いて説明する。

【0070】

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。

20

【0071】

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、第1の共通電極層及び第2の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。

30

【0072】

図2の液晶表示装置において、薄膜トランジスタ420に電気的に接続する第1の電極層447が画素電極層として機能し、第2の電極層446が第1の共通電極層、第3の電極層448が第2の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。第1の共通電極層及び第2の共通電極層とはフローティング状態(電気的に孤立した状態)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。なお、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は等電位が好ましい。

40

【0073】

画素電極層である第1の電極層447は第1の基板441(素子基板ともいう)上の層間膜413の液晶層444側の面から液晶層444に突出して設けられた第1の構造体449上に形成され、液晶層444の膜厚方向において画素電極層である第1の電極層447は第1の共通電極層である第2の電極層446と第2の共通電極層である第3の電極層448との間に配置される。また、図2の断面図において、第1の電極層447と、第2の電極層446及び第3の電極層448とは重畳せず互い違いに設けられている。第2の電極層446及び第3の電極層448は少なくとも画素領域において同形状であり液晶層4

50

4 4 を介して重畳するように配置されると、画素の開口率を低下させないために好ましい。

【 0 0 7 4 】

第1の電極層 4 4 7、第2の電極層 4 4 6 及び第3の電極層 4 4 8 は平板状ではなく、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形状である。

【 0 0 7 5 】

第1の電極層 4 4 7 が第2の電極層 4 4 6 と第3の電極層 4 4 8 との間に配置されるのであれば、実施の形態1で示したように第2の電極層 4 4 6 及び第3の電極層 4 4 8 とも液晶層中に突出して設けられた構造体上に形成してもよい。

【 0 0 7 6 】

開口パターンを有し、かつ液晶を挟持するように設けられた第1の電極層 4 4 7 と、第2の電極層 4 4 6 及び第3の電極層 4 4 8 との間に電界を加えることで、液晶層 4 4 4 には斜め方向（基板に対して斜めの方向）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。また第1の電極層 4 4 7 は液晶層 4 4 4 の膜厚方向において、第2の電極層 4 4 6 と第3の電極層 4 4 8 との間に配置されているため、液晶には第1の電極層 4 4 7 と第2の電極層 4 4 6 との電界、及び第1の電極層 4 4 7 と第3の電極層 4 4 8 との電界を加えることができ、液晶層 4 4 4 全体に電界を形成することができる。

【 0 0 7 7 】

従って、液晶層 4 4 4 全体に形成された斜め電界によって、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 8 】

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。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。

【 0 0 7 9 】

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、スパッタ法、CVD法などの乾式法、又はスピンドルコート、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。

【 0 0 8 0 】

図2（B）のように、第1の電極層 4 4 7 が形成される構造体 4 4 9 は、端部に曲率を有するテープ状であると第1の電極層 4 4 7 の被膜性が向上するために好ましい。本実施の形態では、第1の電極層 4 4 7 は薄膜トランジスタ 4 2 0 の配線層 4 0 5 b と接し、構造体 4 4 9 上にまで連続的に成膜される例であるが、配線層 4 0 5 b 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 4 4 7 を形成してもよい。

【 0 0 8 1 】

また、薄膜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、層間膜に薄膜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2は、層間膜及び構造体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。

【 0 0 8 2 】

第1の電極層 4 4 7、第2の電極層 4 4 6、及び第3の電極層 4 4 8 の他の例を図8に示

10

20

30

40

50

す。図中では省略しているが第1の電極層447と第2の電極層446とは液晶層444を間に挟持しており、第2の共通電極層である第3の電極層448は第1の共通電極層である第2の電極層446と対向して配置されている。図8(A)乃至(D)の上面図に示すように、第1の電極層447a乃至447d及び第2の電極層446a乃至446dが互い違いとなるように形成されており、図8(A)では第1の電極層447a及び第2の電極層446aはうねりを有する波状形状であり、図8(B)では第1の電極層447b及び第2の電極層446bは同心円状の開口部を有する形状であり、図8(C)では第1の電極層447c及び第2の電極層446cは櫛歯状であり一部重なっている形状であり、図8(D)では第1の電極層447d及び第2の電極層446dは櫛歯状であり電極同士がかみ合うような形状である。

10

#### 【0083】

なお、図8(A)乃至(C)のように、第1の電極層447a、447b、447c、と第3の電極層448a、448b、448cとが重なる場合は、第1の電極層447と第3の電極層448との間には絶縁膜を形成し、異なる膜上に第1の電極層447と第3の電極層448とを形成する。

#### 【0084】

図18の液晶表示装置は、図18(B)の断面図に示すように、画素電極層である第1の電極層447と、第2の共通電極層である第3の電極層448とが別の膜上(別レイヤー上)にそれぞれ設けられている。

20

#### 【0085】

図18においては、第2の共通電極層である第3の電極層448が層間膜413上に形成されており、第3の電極層448上には絶縁膜416が積層され、絶縁膜416上に画素電極層である第1の電極層447が形成されている。なお、図18においては、第1の電極層と共通配線層とによって容量が形成されている。

30

#### 【0086】

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<sup>+</sup>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<sup>+</sup>層404a、404bは、半導体層403より低抵抗な半導体層である。

30

#### 【0087】

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446が形成されている。

#### 【0088】

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。

#### 【0089】

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。

40

#### 【0090】

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。

#### 【0091】

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

50

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。

【0092】

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。

10

【0093】

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。

【0094】

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、含まれ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。

20

【0095】

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画素電極層や第2の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。

【0096】

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、スピンドルコート、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、ロールコーティング、カーテンコーティング、ナイフコーティング等を用いることができる。

30

【0097】

第1の電極層447及び第3の電極層448上には液晶層444が設けられ、第2の電極層446が形成された対向基板である第2の基板442で封止されている。

【0098】

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。

【0099】

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）では含まれる画素電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は省略している。画素電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は図2の構造を用いることができ、液晶層において構造体上の画素電極層が第1の共通電極層及び第2の共通電極層間に配置されて生じる斜め電界モードを適用することができる。

40

【0100】

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。

【0101】

50

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、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。なお、図7(A)乃至(D)では含まれる画素電極層、第1の共通電極層及び第2の電極層は省略している。

【0102】

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。

10

【0103】

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。

【0104】

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。

【0105】

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、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。

20

【0106】

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。

【0107】

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。

30

【0108】

図7(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、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。

40

【0109】

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。

【0110】

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。

【0111】

第1の電極層447、第2の電極層446、及び第3の電極層448は、酸化タンゲステ

50

ンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲ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。

【0112】

また、第1の電極層447、第2の電極層446、及び第3の電極層448はタンゲステン(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。  
10

【0113】

また、第1の電極層447、第2の電極層446、及び第3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 /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 · cm以下であることが好ましい。

【0114】

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。  
20

【0115】

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、タンゲステン、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。  
30

【0116】

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、タンゲステン層または窒化タンゲステン層と、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。

【0117】

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Si(OCH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>)、テトラメチルシラン(TMS:化学式Si(CH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>)、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(SiH(OCH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>)、トリスジメチルアミノシラン(SiH(N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)<sub>3</sub>)等のシリコン含有化合物を用いることができる。  
40

【0118】

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ェットエッチングを用いることができる。

【0119】

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。

10

【0120】

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。

【0121】

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。

20

【0122】

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できが好ましい。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)、タンゲステン(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、または上述した元素を成分とする窒化物で形成する。

30

【0123】

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。

【0124】

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。

【0125】

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(リングガラス)、BPSG(リングボロンガラス)等を用いることができる。

40

【0126】

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

50

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。

【0127】

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。

【0128】

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。

10

【0129】

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。

【0130】

(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。

【0131】

20

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。

【0132】

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第2の共通電極層と、第1の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。

30

【0133】

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上に構造体449を形成する際、構造体449をエッティング加工によって形成した後、層間膜413に、後に形成される第1電極447を薄膜トランジスタ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構造体449を覆って連続的に形成されている。

40

【0134】

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。

【0135】

図4の液晶表示装置の作製工程を図17(A)乃至(D)に示す。

【0136】

なお、図17(A)乃至(D)では含まれる画素電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層は省略している。例えば、画素電極層、第1の共通電極層及び第2の共通電極層

50

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、液晶層において突出して設けられた構造体上の画素電極層が第 1 の共通電極層及び第 2 の共通電極層間に配置されて生じる斜め電界モードを適用することができる。

【 0 1 3 7 】

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。

【 0 1 3 8 】

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。

【 0 1 3 9 】

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。

【 0 1 4 0 】

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 4 1 】

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、一対の基板 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。

【 0 1 4 2 】

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。

【 0 1 4 3 】

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 4 4 】

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。

【 0 1 4 5 】

液晶層中に突出して形成された構造体上に設けられ、液晶層中において、第 1 の共通電極層及び第 2 の共通電極層の間に配置された画素電極層と、第 2 の基板に設けられた第 1 の共通電極層及び第 1 の基板に設けられた第 2 の共通電極層それぞれと斜め電界を形成することによって、液晶層全体に斜め電界を形成することが可能となる。

【 0 1 4 6 】

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

10

20

30

40

50

きる。

【0147】

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。

【0148】

(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。

【0149】

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。

10

【0150】

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。

【0151】

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。

20

【0152】

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、タンクスチン、又はアルミニウムなどを用いればよい。

30

【0153】

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。

【0154】

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。

【0155】

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。

40

【0156】

液晶層中に突出して形成された構造体上に設けられ、液晶層中において、第1の共通電極層及び第2の共通電極層の間に配置された画素電極層と、第2の基板に設けられた第1の共通電極層及び第1の基板に設けられた第2の共通電極層それぞれと斜め電界を形成する

50

ことによって、液晶層全体に斜め電界を形成することが可能となる。

【0157】

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。

【0158】

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。

【0159】

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。

10

【0160】

(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。

【0161】

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441側に層間膜413の一部として遮光層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。

20

【0162】

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X1-X2の断面図である。

【0163】

層間膜413は遮光層414及び有彩色の透光性樹脂層417を含む。遮光層414は、素子基板である第1の基板441側に設けられており、薄膜トランジスタ420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407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417は、第1の電極層447、第2の電極層446及び第3の電極層448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。図6(B)の液晶表示装置において、第3の電極層448の一部は、遮光層414上に形成され、その上に液晶層444が設けられている。

30

【0164】

遮光層414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414の形成方法は材料に応じて、スピンドルコート、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(ドライエッティング又はウェットエッティング)により所望のパターンに加工すればよい。

【0165】

このように遮光層414を設けると、遮光層414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420の半導体層403への光の入射を遮断することができ、薄膜トランジスタ420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。

40

【0166】

また、有彩色の透光性樹脂層417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417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

50

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。

【0167】

液晶層中に突出して形成された構造体上に設けられ、液晶層中において、第1の共通電極層及び第2の共通電極層の間に配置された画素電極層と、第2の基板に設けられた第1の共通電極層及び第1の基板に設けられた第2の共通電極層それぞれと斜め電界を形成することによって、液晶層全体に斜め電界を形成することが可能となる。

【0168】

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。

10

【0169】

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。

【0170】

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。

【0171】

(実施の形態6)

実施の形態1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。

20

【0172】

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。

【0173】

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。

【0174】

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、第1の共通電極層及び第2の共通電極層が配置されている。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。

30

【0175】

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、及び第1の電極層447が設けられた第1の基板441と、第2の電極層446が設けられた第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。

40

【0176】

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。

【0177】

液晶層中に突出して形成された構造体上に設けられ、液晶層中において、第1の共通電極層及び第2の共通電極層の間に配置された画素電極層と、第2の基板に設けられた第1の

50

共通電極層及び第1の基板に設けられた第2の共通電極層それぞれと斜め電界を形成することによって、液晶層全体に斜め電界を形成することが可能となる。

【0178】

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。

【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】

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。

10

【0181】

(実施の形態7)

実施の形態1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。

【0182】

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。

【0183】

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、第1の共通電極層及び第2の共通電極層が配置されている。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。

20

【0184】

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、及び第1の電極層447が設けられた第1の基板441と、第2の電極層446が設けられた第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

【0185】

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<sup>+</sup>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。

40

【0186】

なお、n<sup>+</sup>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<sup>+</sup>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。

【0187】

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<sup>+</sup>層404a、404bが設けられている。そして、ゲート絶縁層4

50

02、配線層405a、405b、及び $n^+$ 層404a、404b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。

【0188】

液晶層中に突出して形成された構造体上に設けられ、液晶層中において、第1の共通電極層及び第2の共通電極層の間に配置された画素電極層と、第2の基板に設けられた第1の共通電極層及び第1の基板に設けられた第2の共通電極層それぞれと斜め電界を形成することによって、液晶層全体に斜め電界を形成することが可能となる。

【0189】

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。

10

【0190】

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。

【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】

20

(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。

【0193】

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。

【0194】

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。

30

【0195】

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、第1の共通電極層及び第2の共通電極層が配置されている。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。

40

【0196】

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、及び第1の電極層447が設けられた第1の基板441と、第2の電極層446が設けられた第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。

【0197】

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

50

、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。

【0198】

液晶層中に突出して形成された構造体上に設けられ、液晶層中において、第1の共通電極層及び第2の共通電極層の間に配置された画素電極層と、第2の基板に設けられた第1の共通電極層及び第1の基板に設けられた第2の共通電極層それぞれと斜め電界を形成することによって、液晶層全体に斜め電界を形成することが可能となる。

【0199】

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。

10

【0200】

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。

【0201】

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。

【0202】

20

(実施の形態9)

上記実施の形態1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。

【0203】

半導体素子が有する半導体層を形成する材料は、シリコ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結晶化させた多結晶半導体、或いは微結晶（セミアモルファス若しくはマイクロクリスタルとも呼ばれる。以下「SAS」ともいう。）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。

30

【0204】

微結晶半導体膜は、ギブスの自由エネルギーを考慮すれば非晶質と单結晶の中間的な準安定状態に属するものである。すなわち、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。柱状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。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が单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、单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がある。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いる。さらに、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで、安定性が増し良好な微結晶半導体膜が得られる。

40

【0205】

この微結晶半導体膜は、周波数が数十MHz～数百MHzの高周波プラズマCVD装置、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、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiF}_4$ 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

50

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。

【0206】

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

【0207】

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。

【0208】

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 $1 \times 10^{20}$ atoms/cm<sup>3</sup>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

【0209】

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

【0210】

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

【0211】

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

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。

【0212】

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。

【0213】

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。

【0214】

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 ( $SnO_2$ ) なども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。

10

【0215】

酸化物半導体として  $InMO_3$  ( $ZnO$ )<sub>m</sub> ( $m > 0$ ) 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。

20

【0216】

酸化物半導体層 ( $InMO_3$  ( $ZnO$ )<sub>m</sub> ( $m > 0$ ) 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  $InMO_3$  ( $ZnO$ )<sub>m</sub> ( $m > 0$ ) 膜を用いてもよい。

【0217】

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、作製工程中の液晶表示装置の不良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でき。特に、酸化物半導体層を用いる薄膜トランジスタは、静電気の影響により薄膜トランジスタの電気的な特性が著しく変動して設計範囲を逸脱する恐れがある。よって酸化物半導体層を用いる薄膜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。

30

【0218】

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できる。

【0219】

40

(実施の形態 10)

本明細書に開示する発明は、パッシブマトリクス型の液晶表示装置でもアクティブマトリクス型の液晶表示装置にも適用することができる。パッシブマトリクス型の液晶表示装置の例を、図3を用いて説明する。液晶表示装置の上面図を図3(A)に、図3(A)における線A-Bの断面図を図3(B)に示す。また、図3(A)には、液晶層1703、対向基板である基板1710、偏光板1714a、1714bなどは省略され図示されていないが、図3(B)で示すようにそれぞれ設けられている。

【0220】

図3(A)(B)は、偏光板1714aが設けられた基板1700と偏光板1714bが設けられた基板1710とが、ブルー相を示す液晶材料を用いた液晶層1703を間に挟

50

持して対向するように配置された液晶表示装置である。基板 1700 と液晶層 1703 との間には構造体 1707a、1707b、1707c、画素電極層 1701a、1701b、1701c、及び第2の共通電極層 1706a、1706b、1706c が設けられており、基板 1710 と液晶層 1703 との間には第1の共通電極層 1705a、1705b、1705c が形成されている。構造体 1707a、1707b、1707c は基板 1700 の液晶層 1703 側の面から液晶層 1703 中に突出して設けられている。

【0221】

画素電極層 1701a、1701b、1701c、第1の共通電極層 1705a、1705b、1705c、及び第2の共通電極層 1706a、1706b、1706c は開口パターンを有する形状であり、液晶素子 1713 の画素領域において長方形の開口（スリット）を有している。

10

【0222】

第2の共通電極層 1706a、1706b、1706c は基板 1700 上、第1の共通電極層 1705a、1705b、1705c は基板 1710 上にそれぞれ形成され、液晶層 1703 を介して対向するように配置される。第1の共通電極層 1705a、1705b、1705c 及び第2の共通電極層 1706a、1706b、1706c は少なくとも画素領域において同形状であり液晶層 1703 を介して重畳するように配置されると、画素の開口率を低下させないために好ましい。

【0223】

画素電極層 1701a、1701b、1701c は基板 1700 の液晶層 1703 側の面から液晶層 1703 中に突出して設けられた構造体 1707a、1707b、1707c 上に形成され、液晶層 1703 の膜厚方向において画素電極層 1701a、1701b、1701c は第1の共通電極層 1705a、1705b、1705c と第2の共通電極層 1706a、1706b、1706c との間に配置される。

20

【0224】

画素電極層が第1の共通電極層と第2の共通電極層との間に配置されるのであれば、実施の形態1で示したように第1の共通電極層及び第2の共通電極層も液晶層中に突出して設けられた構造体上に形成してもよい。

【0225】

画素電極層 1701a、1701b、1701c は、液晶層 1703 中に突出して形成された構造体 1707a、1707b、1707c 上に設けられ、液晶層 1703 中において、第1の共通電極層 1705a、1705b、1705c 及び第2の共通電極層 1706a、1706b、1706c の間に配置される。このため、画素電極層 1701a、1701b、1701c と基板 1710 に設けられた第1の共通電極層 1705a、1705b、1705c、及び画素電極層 1701a、1701b、1701c と基板 1700 に設けられた第2の共通電極層 1706a、1706b、1706c それぞれの間で斜め電界を形成することによって、液晶層 1703 全体に斜め電界を形成することが可能となる。

30

【0226】

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

【0227】

また、カラーフィルタとして機能する着色層を設けてもよく、カラーフィルタは基板 1700 及び基板 1710 の液晶層 1703 に対して内側に設けてもよいし、基板 1710 と偏光板 1714b の間、又は基板 1700 と偏光板 1714a の間に設けてもよい。

【0228】

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

50

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。

【0229】

画素電極層1701a、1701b、1701c、第1の共通電極層1705a、1705b、1705c及び第2の共通電極層1706a、1706b、1706c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珪素(SiO<sub>2</sub>)を混合した導電材料、有機インジウム、有機スズ、酸化タンゲステンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲ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、またはタンゲステン(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。

【0230】

以上のように、ブルー相を示す液晶層を用いたパッシブマトリクス型の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。

【0231】

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。

【0232】

(実施の形態11)

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。

【0233】

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。

【0234】

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。

【0235】

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、コネクター、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。

【0236】

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12を用いて説明する。図12(A)(B)は、第1の基板4001上に形成された薄膜トランジスタ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12(B)は、図12(A1)(

10

20

30

40

50

A 2 ) の M - N における断面図に相当する。

【 0 2 3 7 】

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。

【 0 2 3 8 】

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。

10

【 0 2 3 9 】

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 1 2 ( A 1 ) は、COG 方法により信号線駆動回路 4 0 0 3 を実装する例であり、図 1 2 ( A 2 ) は、TAB 方法により信号線駆動回路 4 0 0 3 a を実装する例である。

20

【 0 2 4 0 】

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

【 0 2 4 1 】

薄膜トランジスタ 4 0 1 0 、 4 0 1 1 は、実施の形態 2 乃至 9 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 4 0 1 0 、 4 0 1 1 は n チャネル型薄膜トランジスタである。

30

【 0 2 4 2 】

また、第 1 の基板 4 0 0 1 上、層間膜 4 0 2 1 上に液晶層 4 0 0 8 中に突出して設けられた第 1 の構造体 4 0 3 7 上に画素電極層 4 0 3 0 が形成され、画素電極層 4 0 3 0 は、薄膜トランジスタ 4 0 1 0 と電気的に接続されている。層間膜 4 0 2 1 上には第 2 の共通電極層 4 0 3 6 が形成されている。液晶素子 4 0 1 3 は、画素電極層 4 0 3 0 、第 1 の共通電極層 4 0 3 1 、第 2 の共通電極層 4 0 3 6 及び液晶層 4 0 0 8 を含む。なお、第 1 の基板 4 0 0 1 、第 2 の基板 4 0 0 6 の外側にはそれぞれ偏光板 4 0 3 2 、 4 0 3 3 が設けられている。第 1 の共通電極層 4 0 3 1 は第 2 の基板 4 0 0 6 側、液晶層 4 0 0 8 中に突出して設けられた第 2 の構造体 4 0 3 8 上に設けられ、画素電極層 4 0 3 0 及び第 2 の共通電極層 4 0 3 6 と第 1 の共通電極層 4 0 3 1 とは液晶層 4 0 0 8 を介して積層する構成となっている。

40

【 0 2 4 3 】

なお、第 1 の基板 4 0 0 1 、第 2 の基板 4 0 0 6 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 ( Fiberglass - 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。

【 0 2 4 4 】

また 4 0 3 5 は絶縁膜を選択的にエッティングすることで得られる柱状のスペーサであり、

50

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いても良い。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 μm 以上 20 μm 程度とすることが好ましい。

【0245】

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。

【0246】

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。

【0247】

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 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。

【0248】

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。

【0249】

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。

【0250】

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。

【0251】

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。

【0252】

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、SOG 法、スピンドルコート、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、ロールコーティング、カーテンコーティング、ナイフコーティング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できる。

【0253】

画素電極層 4030、第 1 の共通電極層 4031 及び第 2 の共通電極層 4036 は、酸化タンゲステンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲ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。

【0254】

また、画素電極層 4030、第 1 の共通電極層 4031 及び第 2 の共通電極層 4036 は

10

20

30

40

50

タンゲステン( 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。

【 0 2 5 5 】

また、画素電極層 4030 、第 1 の共通電極層 4031 及び第 2 の共通電極層 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。

【 0 2 5 6 】

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。

【 0 2 5 7 】

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。

【 0 2 5 8 】

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。

【 0 2 5 9 】

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

【 0 2 6 0 】

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。

【 0 2 6 1 】

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。

【 0 2 6 2 】

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こまれている。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。

【 0 2 6 3 】

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。

【 0 2 6 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て実施することが可能である。

10

20

30

40

50

## 【0265】

(実施の形態12)

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。

## 【0266】

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。

10

## 【0267】

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9610により行うことができる。リモコン操作機9610が備える操作キー9609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9603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9610に、当該リモコン操作機9610から出力する情報を表示する表示部9607を設ける構成としてもよい。

## 【0268】

20

なお、テレビジョン装置9600は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般的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（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。

## 【0269】

図13(B)は、デジタルフォトフレーム9700の一例を示している。例えば、デジタルフォトフレーム9700は、筐体9701に表示部9703が組み込まれている。表示部9703は、各種画像を表示することができ、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。

30

## 【0270】

なお、デジタルフォトフレーム9700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9703に表示させることができる。

## 【0271】

また、デジタルフォトフレーム9700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。

## 【0272】

40

図14(A)は携帯型遊技機であり、筐体9881と筐体9891の2つの筐体で構成されており、連結部9893により、開閉可能に連結されている。筐体9881には表示部9882が組み込まれ、筐体9891には表示部9883が組み込まれている。また、図14(A)に示す携帯型遊技機は、その他、スピーカ部9884、記録媒体挿入部9886、LEDランプ9890、入力手段（操作キー9885、接続端子9887、センサ9888（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9889）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

50

成とすることができます。図14(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14(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。

【0273】

図14(B)は大型遊技機であるスロットマシン9900の一例を示している。スロットマシン9900は、筐体9901に表示部9903が組み込まれている。また、スロットマシン9900は、その他、スタートレバー、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9900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ます。

10

【0274】

図15(A)は、携帯電話機1000の一例を示している。携帯電話機1000は、筐体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。

【0275】

図15(A)に示す携帯電話機1000は、表示部1002を指などで触ることで、情報を入力することができます。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を指などで触ることにより行うことができます。

【0276】

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。

20

【0277】

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が好ましい。

【0278】

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ます。

30

【0279】

また、画面モードの切り替えは、表示部1002を触ること、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。

【0280】

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。

40

【0281】

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。

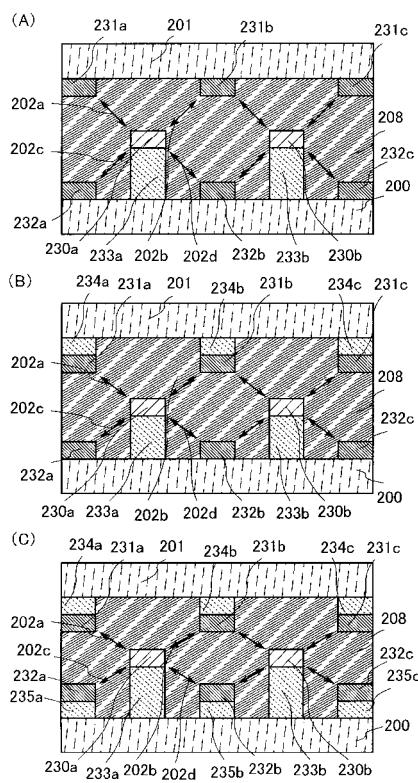
【0282】

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

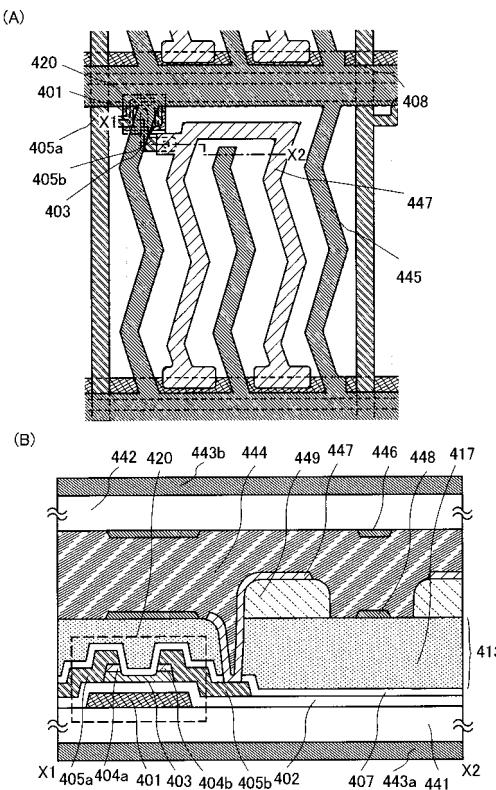
50

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。

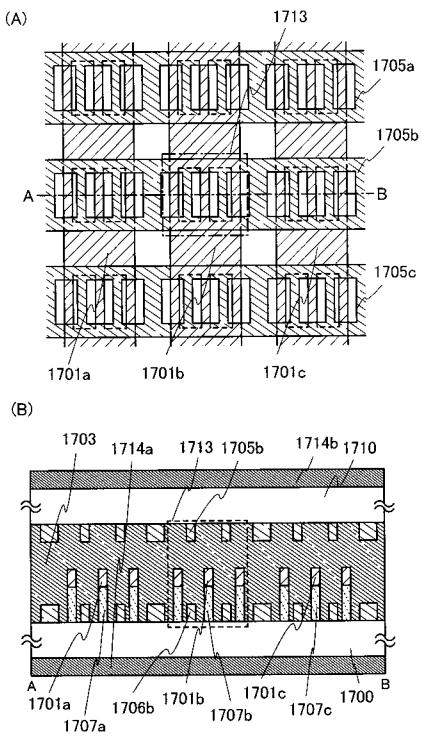
【図1】



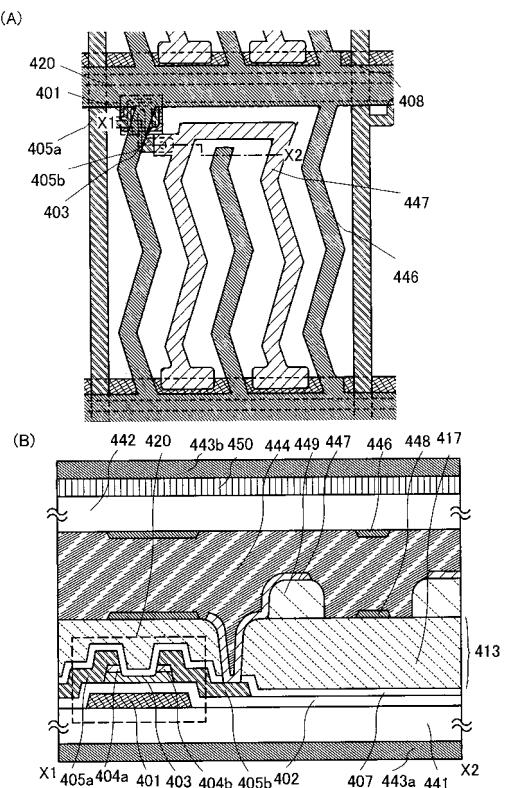
【図2】



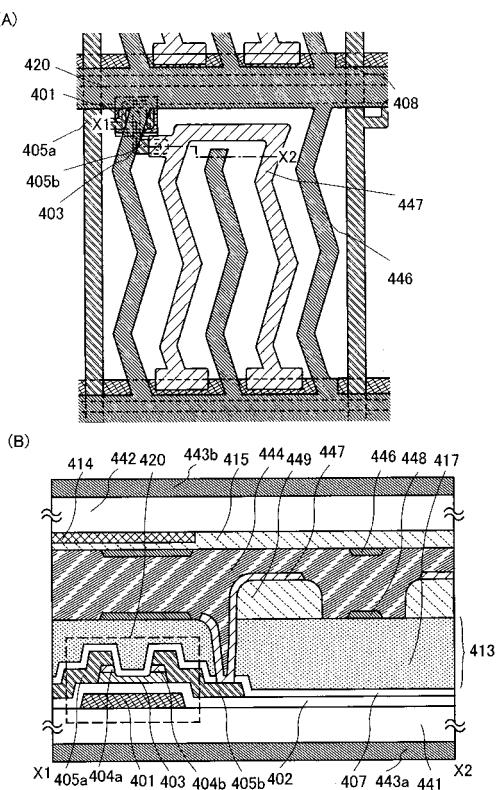
【図3】



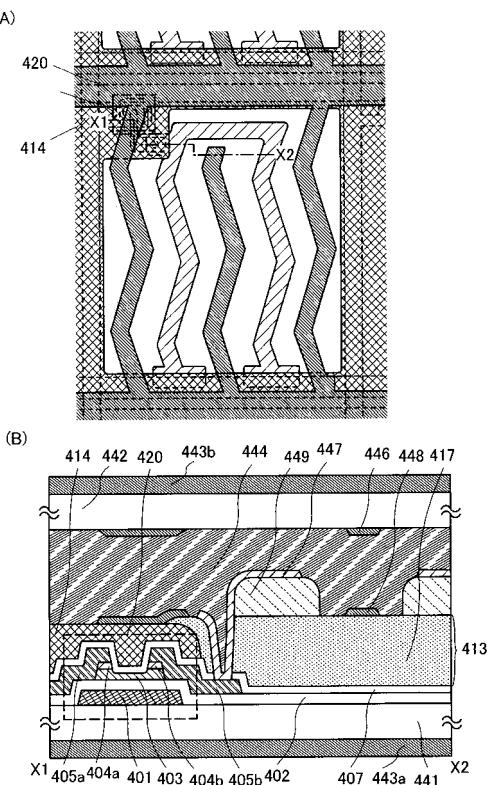
【図4】



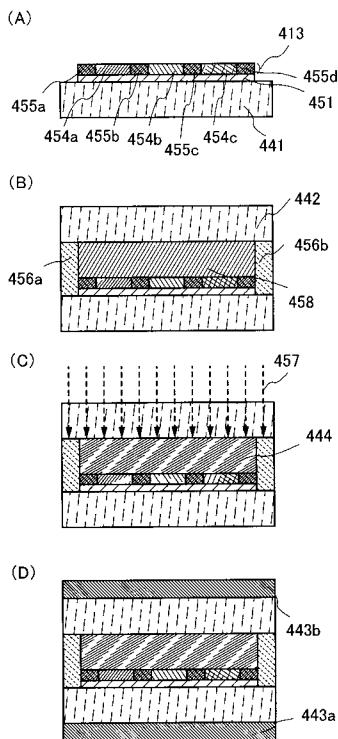
【図5】



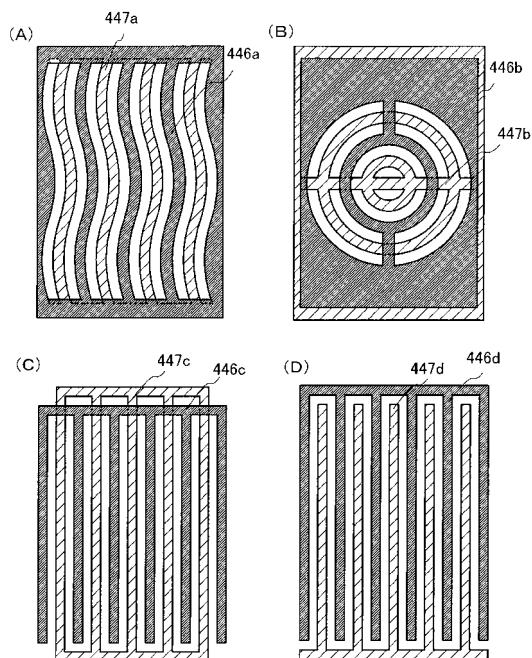
【図6】



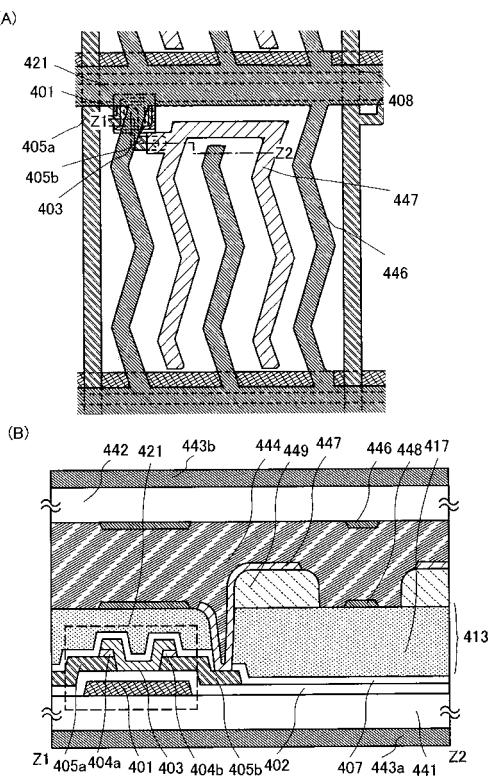
【図7】



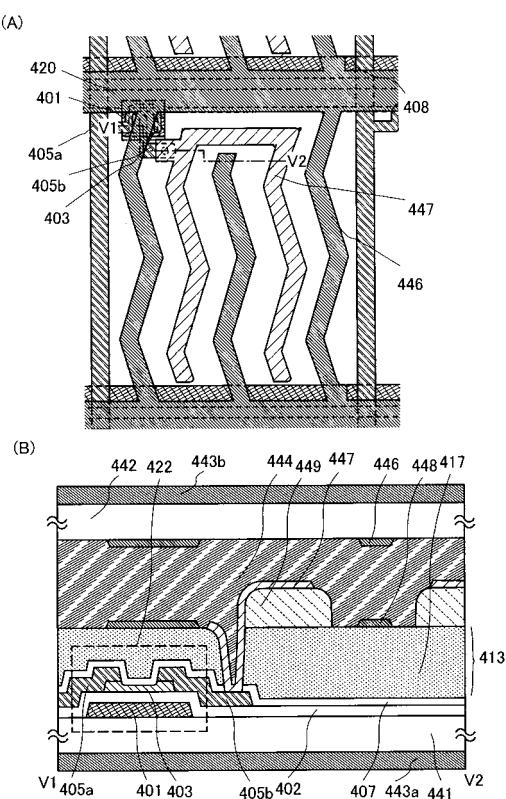
【図8】



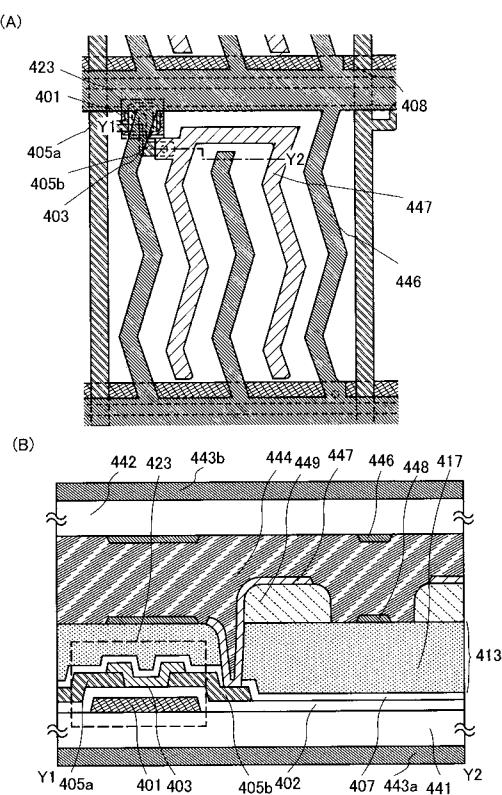
【図9】



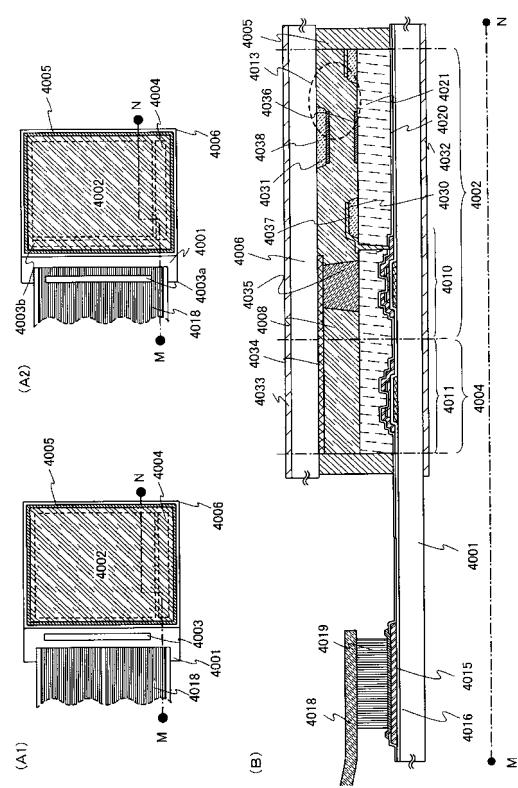
【図10】



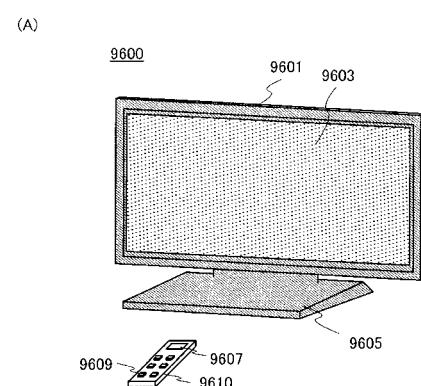
【図11】



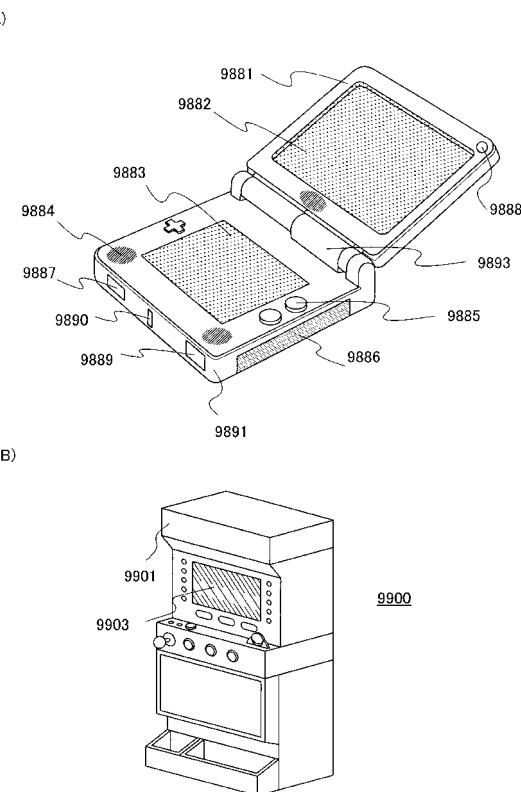
【図12】



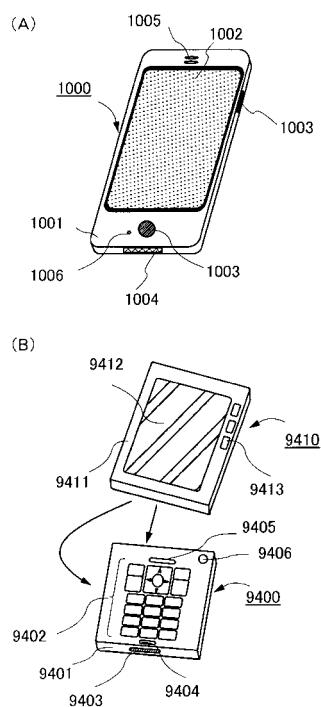
【図13】



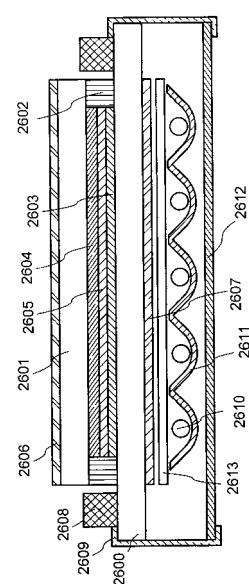
【図14】



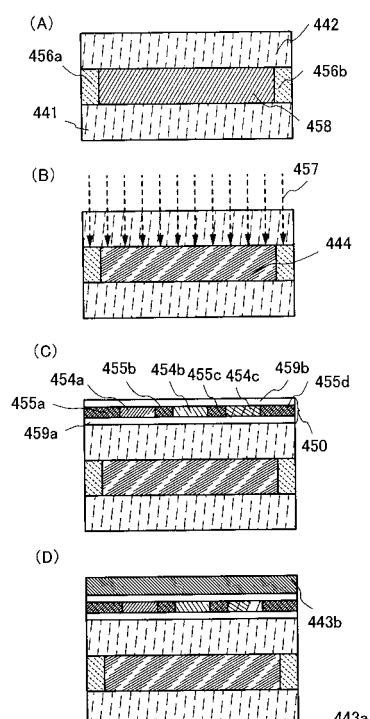
【図15】



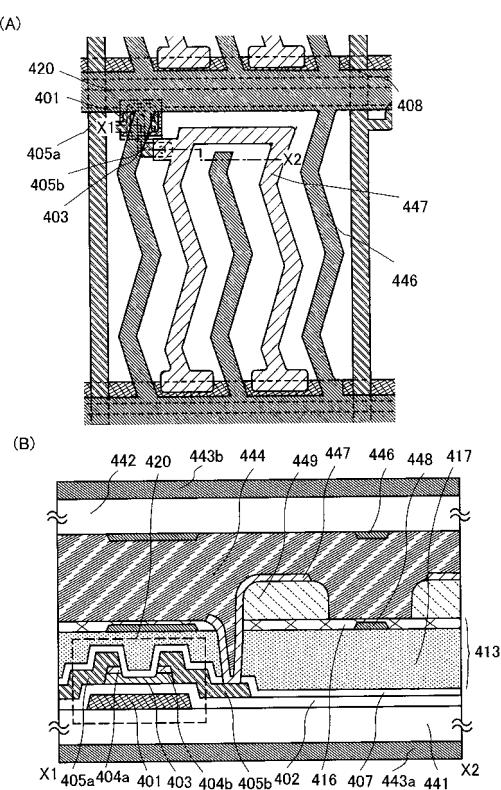
【図16】



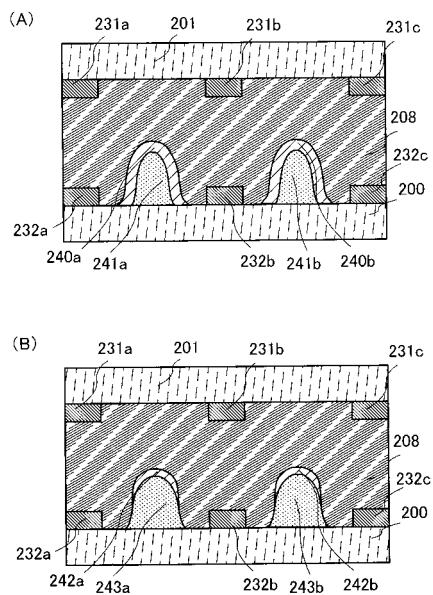
【図17】



【図18】

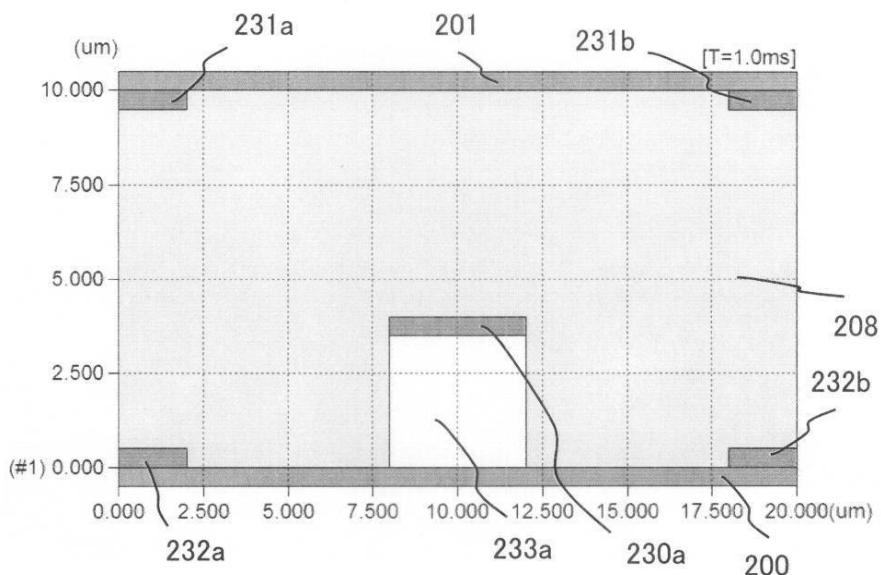


【図24】

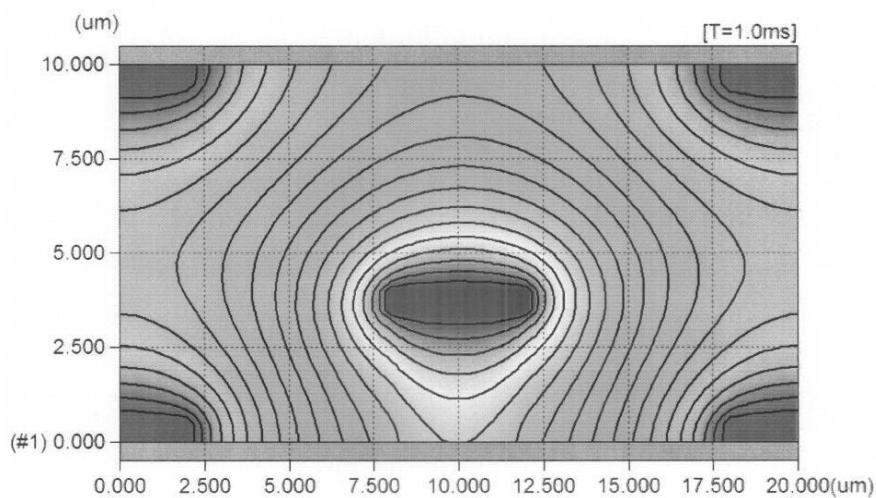


【図19】

(A)

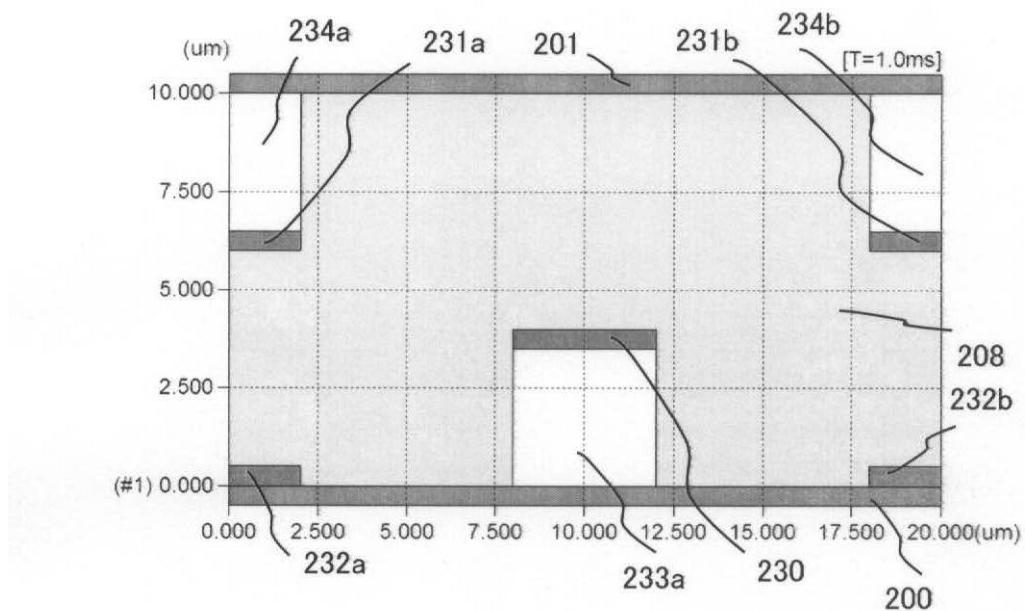


(B)

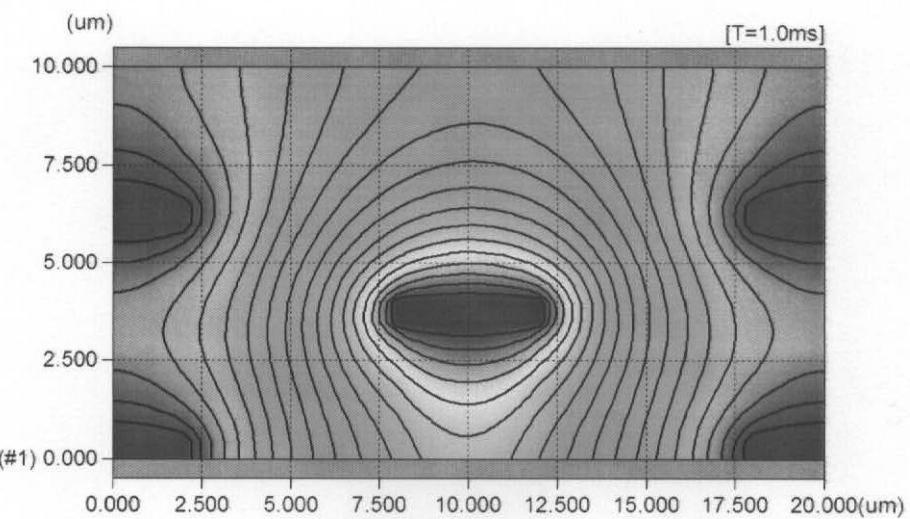


【図20】

(A)

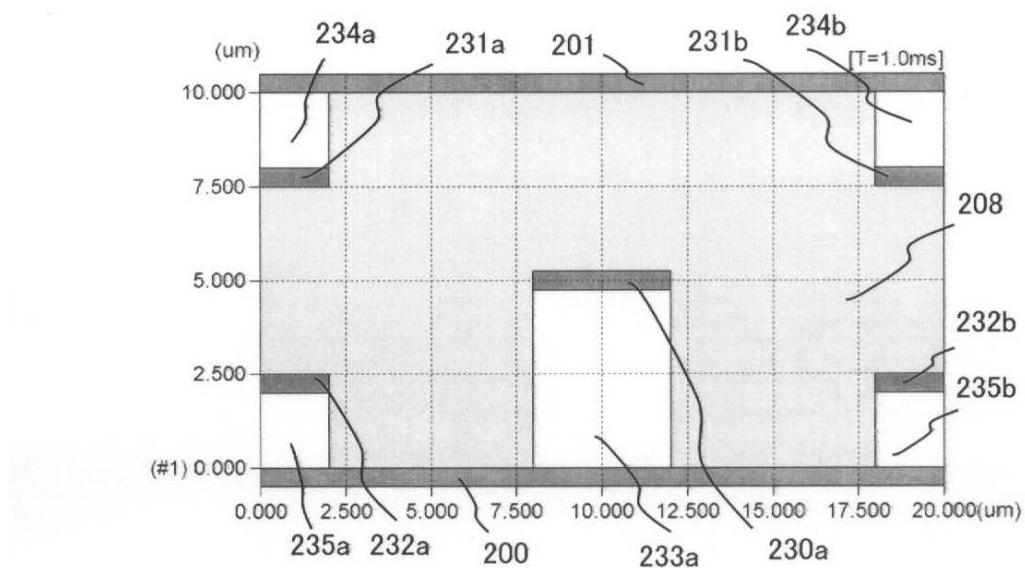


(B)

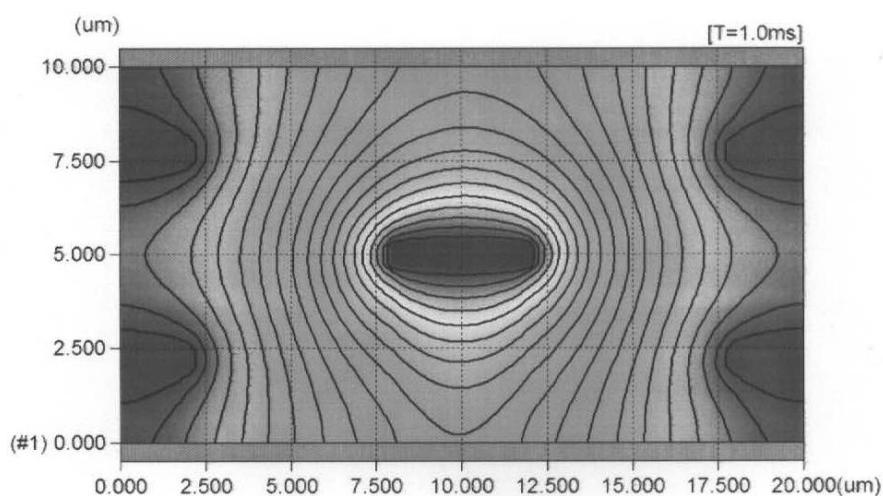


【図 21】

(A)

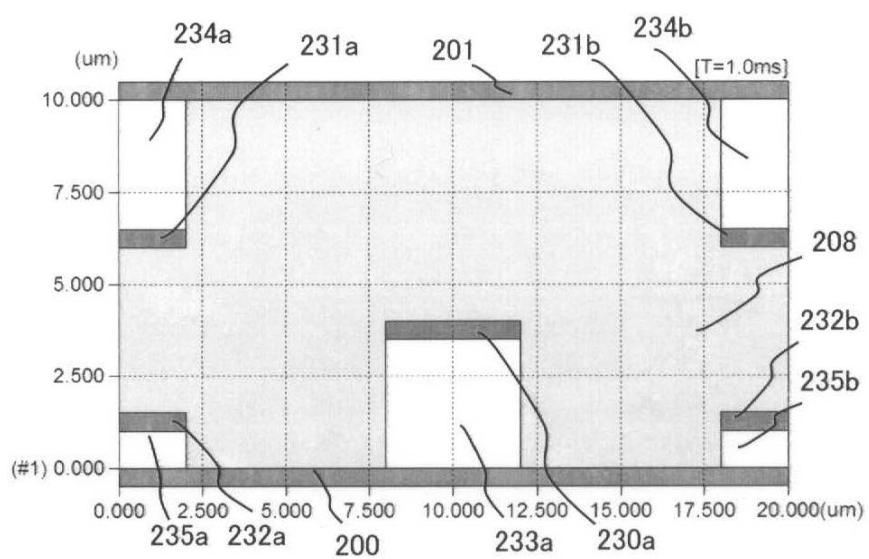


(B)

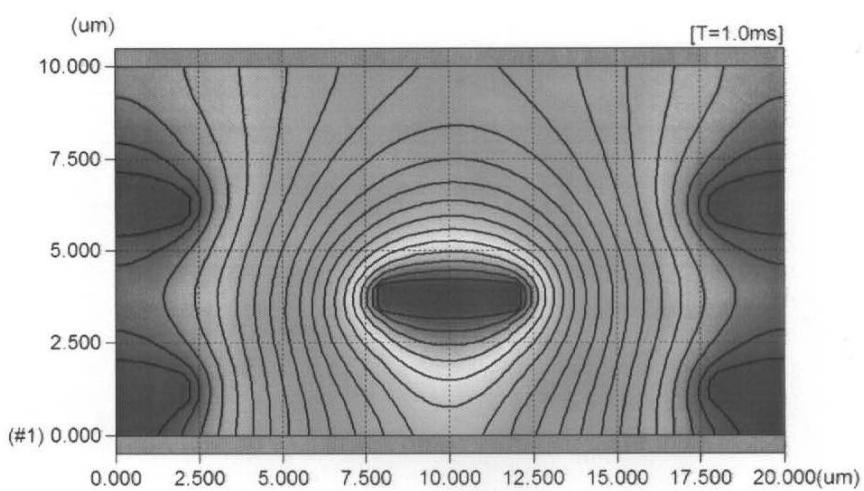


【図22】

(A)

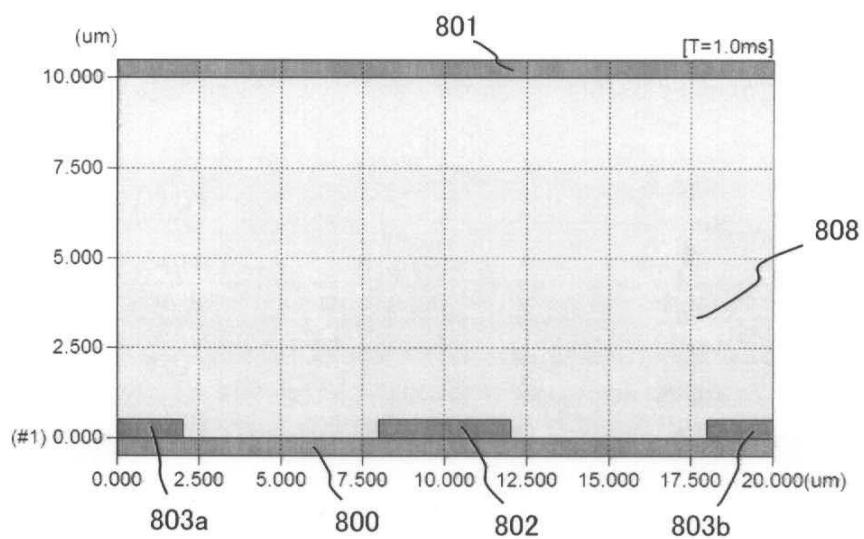


(B)

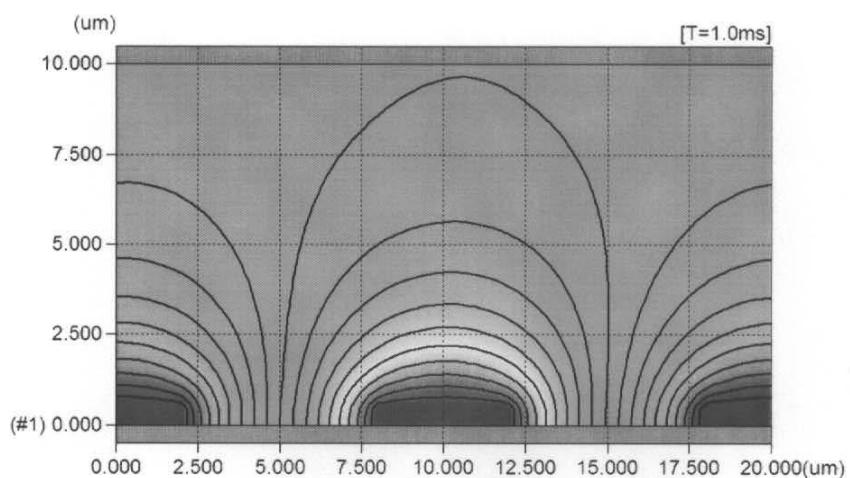


【図 2 3】

(A)



(B)



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2005-234547(JP,A)  
特開2007-171938(JP,A)  
特開2005-227760(JP,A)  
特開平11-231344(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 F 1 / 1343  
G 02 F 1 / 137