

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4338511号  
(P4338511)

(45) 発行日 平成21年10月7日(2009.10.7)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>GO2F</b>	<b>1/1343</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2F	1/1343	
<b>GO2F</b>	<b>1/133</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2F	1/133	550
<b>GO2F</b>	<b>1/1333</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2F	1/1333	
<b>GO2F</b>	<b>1/1335</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2F	1/1335	520
<b>GO2F</b>	<b>1/1337</b>	<b>(2006.01)</b>	GO2F	1/1337	

請求項の数 23 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2003-428427 (P2003-428427)  
 (22) 出願日 平成15年12月24日(2003.12.24)  
 (65) 公開番号 特開2005-189351 (P2005-189351A)  
 (43) 公開日 平成17年7月14日(2005.7.14)  
 審査請求日 平成18年1月25日(2006.1.25)

(73) 特許権者 000005049  
 シャープ株式会社  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号  
 (74) 代理人 100101683  
 弁理士 奥田 誠司  
 (72) 発明者 久保 真澄  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号  
 シャープ株式会社内  
 審査官 小濱 健太

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基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを備え、

第1方向に沿った複数の行および前記第1方向に交差する第2方向に沿った複数の列を有するマトリクス状に配列された複数の絵素領域を有し、

前記複数の絵素領域のそれぞれは、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板の前記液晶層側に設けられ前記第1電極に対向する第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に設けられた前記液晶層とを含み、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第1電極は、複数のサブ電極を有し、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されたときに、前記第1電極の前記複数のサブ電極の周辺に生成される斜め電界によって、前記複数のサブ電極上に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の第1液晶ドメインを形成する液晶表示装置であって、

前記複数の絵素領域は、前記第1基板側から入射する光を用いて透過モードの表示を行う透過領域と、前記第2基板側から入射する光を用いて反射モードの表示を行う反射領域とを有し、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ  $d_r$  は、前記透過領域内の前記液晶層の厚さ  $d_t$  よりも小さく、前記第2基板は、前記反射領域内

10

20

に位置する上段面と、前記透過領域内に位置する下段面と、前記上段面と前記下段面とを結ぶ側面と、を有する段差を有し、前記段差の前記側面は、前記反射領域内に位置し、且つ、前記第 2 電極によって覆われており、

前記第 1 電極が有する前記複数のサブ電極は、前記第 2 方向に沿って一列に配置されており、1 フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の第 1 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第 1 絵素領域と同じ行に属し、前記第 1 絵素領域に隣接した列に属する第 2 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なり、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記複数のサブ電極のうち少なくとも 1 つのサブ電極のエッジ部上の液晶層の厚さ  $d_e$  は、当該サブ電極の中央部上の液晶層の厚さ  $d_c$  よりも小さく、

10

前記少なくとも 1 つのサブ電極のエッジ部の表面の高さは当該サブ電極の中央部の表面の高さよりも高く、

前記第 1 基板は、透明基板と、前記透明基板と前記第 1 電極との間に設けられた層間絶縁膜とを有し、

前記層間絶縁膜は、前記液晶層側の表面の高さが連続的に変化する第 1 の領域と、前記液晶層側の表面の高さが一定な第 2 の領域とを有し、

前記少なくとも 1 つのサブ電極のエッジ部は前記第 1 の領域上に位置しており、

前記少なくとも 1 つのサブ電極の中央部は前記第 2 の領域上に位置している、液晶表示装置。

【請求項 2】

20

前記複数の絵素領域は、前記第 2 方向に沿って長手方向が規定され、前記第 1 方向に沿って短手方向が規定される形状を有する請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

1 フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の 1 列に属する複数の絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、 $n$  ( $n$  は 1 以上の整数) 行ごとに反転される請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

1 フレーム内で、前記第 1 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第 1 絵素領域と同じ列に属し、前記第 1 絵素領域に隣接した行に属する第 3 絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なる請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

30

【請求項 5】

前記複数のサブ電極のそれぞれの形状は回転対称性を有する請求項 1 から 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記複数のサブ電極のそれぞれは略円形である請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記複数のサブ電極のそれぞれは略矩形である請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記複数のサブ電極のそれぞれは、角部が略円弧状の略矩形である請求項 5 に記載の液晶表示装置。

40

【請求項 9】

前記複数のサブ電極のそれぞれは、角部が鋭角化された形状を有する請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 10】

前記第 1 基板は、前記第 1 電極が設けられていない複数の無電極領域であって前記第 1 電極の前記複数のサブ電極を包囲する複数の無電極領域を有し、

前記液晶層は、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に電圧が印加されたときに、前記複数のサブ電極の周辺に生成される前記斜め電界によって、前記複数の無電極領域に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の第 2 液晶ドメインを形成する、請求項 1 から 9 の

50

いずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 1 1】

前記複数の第 1 液晶ドメインの配向と前記複数の第 2 液晶ドメインの配向とが互いに連続している請求項 1 0 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 2】

前記複数の無電極領域の少なくとも一部の無電極領域は、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも 1 つの単位格子を形成する請求項 1 0 または 1 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 3】

前記少なくとも一部の無電極領域のそれぞれの形状は、回転対称性を有する請求項 1 2 に記載の液晶表示装置。

10

【請求項 1 4】

前記第 2 基板は、前記複数の第 1 液晶ドメインのうちの少なくとも 1 つの第 1 液晶ドメインに対応する領域に、前記少なくとも 1 つの第 1 液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有する、請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 1 5】

前記配向規制構造は、前記少なくとも 1 つの第 1 液晶ドメインの中央付近に対応する領域に設けられている、請求項 1 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 6】

20

前記配向規制構造は、電圧無印加状態においても、液晶分子を放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する、請求項 1 4 または 1 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 7】

前記配向規制構造は、前記第 2 基板の前記液晶層側に突き出た凸部である、請求項 1 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 8】

前記第 2 基板の前記液晶層側に突き出た前記凸部によって前記液晶層の厚さが規定される、請求項 1 7 に記載の液晶表示装置。

【請求項 1 9】

前記液晶層に入射する光が円偏光であり、前記液晶層が円偏光を変調することによって表示を行う、請求項 1 から 1 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

30

【請求項 2 0】

前記第 1 電極は、前記透過領域を規定する透明電極と、前記反射領域を規定する反射電極とを含む請求項 1 から 1 9 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 2 1】

前記第 2 基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記反射領域に選択的に設けられた透明誘電体層をさらに有する、請求項 1 から 2 0 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 2 2】

前記複数の絵素領域のそれぞれ内に設けられた前記透明誘電体層は、隣接した絵素領域のうちの少なくとも 1 つの絵素領域内に設けられた前記透明誘電体層と連続している請求項 2 1 に記載の液晶表示装置。

40

【請求項 2 3】

前記第 1 基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたスイッチング素子をさらに有し、

前記第 1 電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記スイッチング素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第 2 電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも 1 つの対向電極である請求項 1 から 2 2 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、広視野角特性を有し、高表示品位の表示を行う液晶表示装置に関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

近年、パーソナルコンピュータのディスプレイや携帯情報端末機器の表示部に用いられる表示装置として、薄型軽量の液晶表示装置が利用されている。しかしながら、従来のツイストネマチック型（TN型）、スーパーツイストネマチック型（STN型）液晶表示装置は、視野角が狭いという欠点を有しており、それを解決するために様々な技術開発が行われている。

10

## 【 0 0 0 3 】

TN型やSTN型の液晶表示装置の視野角特性を改善するための代表的な技術として、光学補償板を付加する方式がある。他の方式として、基板の表面に対して水平方向の電界を液晶層に印加する横電界方式がある。この横電界方式の液晶表示装置は、近年量産化され、注目されている。また、他の技術としては、液晶材料として負の誘電率異方性を有するネマチック液晶材料を用い、配向膜として垂直配向膜を用いるDAP（deformation of vertical aligned phase）がある。これは、電圧制御複屈折（ECB:electrically controlled birefringence）方式の一つであり、液晶分子の複屈折性を利用して透過率を制御する。

## 【 0 0 0 4 】

20

しかしながら、横電界方式は広視野角化技術として有効な方式の1つではあるものの、製造プロセスにおいて、通常のTN型に比べて生産マージンが著しく狭いため、安定な生産が困難であるという問題がある。これは、基板間のギャップむらや液晶分子の配向軸に対する偏光板の透過軸（偏光軸）方向のずれが、表示輝度やコントラスト比に大きく影響するためであり、これらを高精度に制御して、安定な生産を行うためには、さらなる技術開発が必要である。

## 【 0 0 0 5 】

また、DAP方式の液晶表示装置で表示ムラの無い均一な表示を行うためには、配向制御を行う必要がある。配向制御の方法としては、配向膜の表面をラビングすることにより配向処理する方法がある。しかしながら、垂直配向膜にラビング処理を施すと、表示画像中にラビング筋が発生しやすく量産には適していない。

30

## 【 0 0 0 6 】

そこで、本願発明者は他の者とともに、ラビング処理を行わずに配向制御を行う方法として、液晶層を介して対向する一対の電極の一方に複数の開口部を設け、これらの開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって液晶分子の配向方向を制御する方法の特許文献1に開示している。この方法によると、液晶分子の配向の連続性が十分な安定した配向状態を絵素の全体に亘って得ることができるので、広視野角化および高品位の表示が実現される。

## 【 0 0 0 7 】

一方、近年、屋外および屋内のいずれにおいても高品位の表示が可能な液晶表示装置が提案されている（例えば特許文献2）。この液晶表示装置は、透過反射両用型液晶表示装置と呼ばれ、絵素内に、反射モードで表示を行う反射領域と、透過モードで表示を行う透過領域とを有している。

40

【特許文献1】特開2003-43525号公報

【特許文献2】特開平11-101992号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 8 】

しかしながら、近年では、液晶表示装置には、広視野角化や高表示品位だけでなく、より明るい表示を行うためのいっそうの高開口率化も要求されており、特許文献1に開示さ

50

れているように斜め電界を用いて配向制御を行う場合に開口率をさらに向上させるための具体的な手法は確立されていない。

【0009】

また、斜め電界を用いた配向制御の方式を、透過反射両用型の液晶表示装置に応用する場合の最適な構成も未だ見出されていない。

【0010】

本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、広視野角特性を有し、表示品位が高く、高開口率で明るい表示が可能な透過反射両用型の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】

【0011】

本発明による液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた液晶層とを備え、第1方向に沿った複数の行および前記第1方向に交差する第2方向に沿った複数の列を有するマトリクス状に配列された複数の絵素領域を有し、前記複数の絵素領域のそれぞれは、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた第1電極と、前記第2基板の前記液晶層側に設けられ前記第1電極に対向する第2電極と、前記第1電極と前記第2電極との間に設けられた前記液晶層とを含み、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第1電極は、複数のサブ電極を有し、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されていないときに垂直配向状態をとり、且つ、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されたときに、前記第1電極の前記複数のサブ電極の周辺に生成される斜め電界によって、前記複数のサブ電極上に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の第1液晶ドメインを形成する液晶表示装置であって、前記複数の絵素領域は、前記第1基板側から入射する光を用いて透過モードの表示を行う透過領域と、前記第2基板側から入射する光を用いて反射モードの表示を行う反射領域とを有し、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ $d_r$ は、前記透過領域内の前記液晶層の厚さ $d_t$ よりも小さく、前記第2基板は、前記反射領域内に位置する上段面と、前記透過領域内に位置する下段面と、前記上段面と前記下段面とを結ぶ側面と、を有する段差を有し、前記段差の前記側面は、前記反射領域内に位置し、且つ、前記第2電極によって覆われており、前記第1電極が有する前記複数のサブ電極は、前記第2方向に沿って一列に配置されており、1フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の第1絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第1絵素領域と同じ行に属し、前記第1絵素領域に隣接した列に属する第2絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なっており、そのことによって上記目的が達成される。

【0012】

ある好適な実施形態において、前記複数の絵素領域は、前記第2方向に沿って長手方向が規定され、前記第1方向に沿って短手方向が規定される形状を有する。

【0013】

ある好適な実施形態において、1フレーム内で、前記複数の絵素領域のうちの任意の1列に属する複数の絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、 $n$  ( $n$ は1以上の整数) 行ごとに反転される。

【0014】

ある好適な実施形態において、1フレーム内で、前記第1絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性が、前記第1絵素領域と同じ列に属し、前記第1絵素領域に隣接した行に属する第3絵素領域において前記液晶層に印加される電圧の極性と異なる。

【0015】

前記複数のサブ電極のそれぞれの形状は回転対称性を有することが好ましい。

【0016】

ある好適な実施形態において、前記複数のサブ電極のそれぞれは略円形である。

【0017】

10

20

30

40

50

ある好適な実施形態において、前記複数のサブ電極のそれぞれは略矩形である。

【0018】

ある好適な実施形態において、前記複数のサブ電極のそれぞれは、角部が略円弧状の略矩形である。

【0019】

ある好適な実施形態において、前記複数のサブ電極のそれぞれは、角部が鋭角化された形状を有する。

【0020】

ある好適な実施形態において、前記第1基板は、前記第1電極が設けられていない複数の無電極領域であって前記第1電極の前記複数のサブ電極を実質的に包囲する複数の無電極領域を有し、前記液晶層は、前記第1電極と前記第2電極との間に電圧が印加されたときに、前記複数のサブ電極の周辺に生成される前記斜め電界によって、前記複数の無電極領域に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の第2液晶ドメインを形成する。

10

【0021】

ある好適な実施形態において、前記複数の第1液晶ドメインの配向と前記複数の第2液晶ドメインの配向とが互いに連続している。

【0022】

前記複数の無電極領域の少なくとも一部の無電極領域は、実質的に等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成することが好ましい。

20

【0023】

前記少なくとも一部の無電極領域のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。

【0024】

ある好適な実施形態において、前記第2基板は、前記複数の第1液晶ドメインのうちの少なくとも1つの第1液晶ドメインに対応する領域に、前記少なくとも1つの第1液晶ドメイン内の液晶分子を少なくとも電圧印加状態において放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する配向規制構造を有する。

【0025】

前記配向規制構造は、前記少なくとも1つの第1液晶ドメインの中央付近に対応する領域に設けられていることが好ましい。

30

【0026】

ある好適な実施形態において、前記配向規制構造は、電圧無印加状態においても、液晶分子を放射状傾斜配向させる配向規制力を発現する。

【0027】

ある好適な実施形態において、前記配向規制構造は、前記第2基板の前記液晶層側に突き出た凸部である。

【0028】

ある好適な実施形態において、前記第2基板の前記液晶層側に突き出た前記凸部によって前記液晶層の厚さが規定される。

40

【0029】

第1基板は、前記複数のサブ電極のうちの少なくとも1つのサブ電極の中央部上に設けられた凸部を有してもよい。

【0030】

ある好適な実施形態において、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記複数のサブ電極のうちの少なくとも1つのサブ電極のエッジ部上の液晶層の厚さ $d_e$ は、当該サブ電極の中央部上の液晶層の厚さ $d_c$ よりも小さい。

【0031】

ある好適な実施形態において、前記少なくとも1つのサブ電極のエッジ部の表面の高さは当該サブ電極の中央部の表面の高さよりも高い。

50

## 【0032】

ある好適な実施形態において、前記第1基板は、透明基板と、前記透明基板と前記第1電極との間に設けられた層間絶縁膜とを有し、前記層間絶縁膜は、前記液晶層側の表面の高さが連続的に変化する第1の領域を有し、前記少なくとも1つのサブ電極のエッジ部は前記第1の領域上に位置している。

## 【0033】

前記層間絶縁膜は、前記液晶層側の表面の高さが実質的に一定な第2の領域を有し、前記少なくとも1つのサブ電極の中央部は前記第2の領域上に位置している。

## 【0034】

ある好適な実施形態において、前記液晶層に入射する光は円偏光であり、本発明による液晶表示装置は、前記液晶層が円偏光を変調することによって表示を行う。

10

## 【0035】

ある好適な実施形態において、前記第1電極は、前記透過領域を規定する透明電極と、前記反射領域を規定する反射電極とを含む。

## 【0036】

ある好適な実施形態において、前記第2基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記反射領域に選択的に設けられた透明誘電体層をさらに有する。

## 【0037】

ある好適な実施形態において、前記複数の絵素領域のそれぞれ内に設けられた前記透明誘電体層は、隣接した絵素領域のうちの少なくとも1つの絵素領域内に設けられた前記透明誘電体層と連続している。

20

## 【0038】

ある好適な実施形態において、前記第1基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して設けられたスイッチング素子をさらに有し、前記第1電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記スイッチング素子によってスイッチングされる絵素電極であり、前記第2電極は、前記複数の絵素電極に対向する少なくとも1つの対向電極である。

## 【発明の効果】

## 【0039】

本発明によると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが安定に、高い連続性を有するように形成されるので、従来の広視野角特性を有する液晶表示装置の表示品位をさらに向上することができる。

30

## 【0040】

また、放射状傾斜配向を形成するための斜め電界を生成する電極が設けられる基板とは異なる基板に段差を設けることによってマルチギャップ構造を実現するので、製造プロセス上の利点が得られる。段差の側面は、反射領域内に位置し、且つ、電極によって覆われているので、段差の側面の傾斜に起因した表示品位の低下を抑制できる。

## 【0041】

さらに、各絵素領域内で、複数のサブ電極は、所定の方向に沿って1列に配列されるので、絵素領域内でのサブ電極の面積比率を高くして開口率を向上することができる。

## 【0042】

そして、1フレーム内で、サブ電極の配列方向と交差する方向に沿って隣接した絵素が反転駆動されるので、その方向に隣接した絵素間に急峻な電位勾配を有する斜め電界を発生させることができる。そのため、電極間距離が短い、開口率が高い構成を採用しても、十分に安定な放射状傾斜配向を形成することができる。

40

## 【0043】

上述したように、本発明によると、広視野角特性を有し、表示品位が高く、高開口率で明るい表示が可能な透過反射両用型の液晶表示装置が提供される。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0044】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。本発明による液晶表示装置

50

は、優れた表示特性を有するので、アクティブマトリクス型液晶表示装置に好適に利用される。以下では、薄膜トランジスタ（TFT）を用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置について、本発明の実施形態を説明する。本発明はこれに限られず、MIMを用いたアクティブマトリクス型液晶表示装置にも適用することができる。

【0045】

なお、本願明細書においては、表示の最小単位である「絵素」に対応する液晶表示装置の領域を「絵素領域」と呼ぶ。カラー液晶表示装置においては、R、G、Bの「絵素」を含む複数の「絵素」が1つの「画素」に対応する。アクティブマトリクス型液晶表示装置においては、絵素電極と絵素電極に対向する対向電極とが絵素領域を規定する。また、単純マトリクス型液晶表示装置においては、ストライプ状に設けられる列電極と列電極に直交するように設けられる行電極とが互いに交差するそれぞれの領域が絵素領域を規定する。なお、ブラックマトリクスが設けられる構成においては、厳密には、表示すべき状態に応じて電圧が印加される領域のうち、ブラックマトリクスの開口部に対応する領域が絵素領域に対応することになる。

【0046】

（実施形態1）

図1(a)および(b)を参照しながら、本実施形態における液晶表示装置100の構造を説明する。以下では、説明の簡単さのためにカラーフィルタやブラックマトリクスを省略する。また、以下の図面においては、液晶表示装置100の構成要素と実質的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号で示し、その説明を省略する。図1(a)は、液晶表示装置100の3つの絵素領域P1、P2、P3を基板法線方向から見た上面図であり、図1(b)は図1(a)中の1B-1B'線に沿った断面図に相当する。図1(b)は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

【0047】

液晶表示装置100は、アクティブマトリクス基板（以下「TFT基板」と呼ぶ。）100aと、対向基板（「カラーフィルタ基板」とも呼ぶ）100bと、TFT基板100aと対向基板100bとの間に設けられた液晶層30とを有している。液晶層30の液晶分子30aは、負の誘電率異方性を有し、TFT基板100aおよび対向基板100bの液晶層30側の表面に設けられた垂直配向層としての垂直配向膜（不図示）によって、液晶層30に電圧が印加されていないとき、図1(b)に示したように、垂直配向膜の表面に対して垂直に配向する。このとき、液晶層30は垂直配向状態にあるという。但し、垂直配向状態にある液晶層30の液晶分子30aは、垂直配向膜の種類や液晶材料の種類によって、垂直配向膜の表面（基板の表面）の法線から若干傾斜することがある。一般に、垂直配向膜の表面に対して、液晶分子軸（「軸方位」とも言う。）が約85°以上の角度で配向した状態が垂直配向状態と呼ばれる。

【0048】

液晶表示装置100のTFT基板100aは、透明基板（例えばガラス基板）11とその表面に形成された絵素電極14とを有している。対向基板100bは、透明基板（例えばガラス基板）21とその表面に形成された対向電極22とを有している。液晶層30を介して互に対向するように配置された絵素電極14と対向電極22とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層30の配向状態が変化する。液晶層30の配向状態の変化に伴い、液晶層30を透過する光の偏光状態や量が変化する現象を利用して表示が行われる。

【0049】

複数の絵素領域は、行方向D1およびそれに交差する列方向D2に沿って周期的に（すなわちマトリクス状に）配列されている。図1(a)には、行方向D1に沿って隣接した3つの絵素領域P1、P2およびP3を示している。行方向D1および列方向D2を絵素（絵素領域）の「周期方向」とよぶ。典型的には、行方向D1と列方向D2とは互いに直交する。また、本実施形態では、それぞれの絵素領域（絵素）は、長辺と短辺とを有する略長方形の形状を有しているため、行方向D1と列方向D2とでそれぞれの周期（「絵素

10

20

30

40

50

ピッチ」という)が異なる。

【0050】

各絵素領域は、TFT基板100a側から入射する光(典型的にはバックライトからの光)を用いて透過モードの表示を行う透過領域Tと、対向基板100b側から入射する光(典型的には外光)を用いて反射モードの表示を行う反射領域Rとを有している。本実施形態では、絵素電極14が、透明導電材料から形成された透明電極と、光反射性を有する導電材料から形成された反射電極とを有しており、透明電極によって透過領域Tが規定され、反射電極によって反射領域Rが規定される。なお、反射電極の表面に微小な凹凸形状を付与すると、反射電極によって光を拡散反射することが可能になるので、ペーパーホワイトに近い白表示を実現することができる。

10

【0051】

透過モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層30を1回通過するだけであるのに対して、反射モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層30を2回通過する。図1(b)に示すように、反射領域R内の液晶層30の厚さ $d_r$ を、透過領域T内の液晶層30の厚さ $d_t$ よりも小さくすることによって、反射モードに用いられる光に対して液晶層30が与えるリタデーションを、透過モードに用いられる光に対して液晶層30が与えるリタデーションに近くすることができる。反射領域R内の液晶層30の厚さ $d_r$ を、透過領域T内の液晶層30の厚さ $d_t$ の略 $1/2$ とすると、両表示モードに用いられる光に対して液晶層30が与えるリタデーションを略等しくすることができる。

【0052】

本実施形態では、対向基板100bは、反射領域R内に位置する上段面100b1と、透過領域T内に位置する下段面100b2と、上段面100b1と下段面100b2とを結ぶ側面100b3とを有する段差を有しており、そのことによって、反射領域R内の液晶層30の厚さ $d_r$ が透過領域T内の液晶層30の厚さ $d_t$ よりも小さくなっている。対向基板100bの段差は、具体的には、対向基板100bの反射領域Rに選択的に透明誘電体層29を設けることによって形成されている。段差の側面100b3は、反射領域R内に位置しており、対向電極22によって覆われている。

20

【0053】

次に、本発明の液晶表示装置100が有する絵素電極14の構造とその作用とを説明する。

30

【0054】

絵素電極14は、図1(a)および(b)に示すように、列方向D2に沿って一列に配列された複数のサブ電極14aを有している。複数のサブ電極14aは、典型的には、各絵素領域内で相互に電氣的に接続されている。本実施形態では、絵素電極は3つのサブ電極14aを有しており、そのうち1つのサブ電極14aが透明電極であり、2つのサブ電極14aが反射電極である。

【0055】

また、TFT基板100aは、導電膜(例えばITO膜)から形成される絵素電極14が設けられていない(絵素電極14に重ならない)複数の無電極領域15を有している。複数の無電極領域15は、実質的に同じ形状で同じ大きさを有しており、その中心が正方格子を形成するように配置されている。絵素電極14の各サブ電極14aは、1つの単位格子を形成する4つの格子点上に中心が位置する4つの無電極領域15によって実質的に囲まれており、これらのサブ電極14aは、実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。ここでは、サブ電極14aは、略円形の形状を有している。また、複数の無電極領域15のそれぞれは、4つの4分の1円弧状の辺(エッジ)を有し、且つ、その中心に4回回転軸を有する略星形である。

40

【0056】

上述したような構成を有する絵素電極14と対向電極22との間に電圧を印加すると、サブ電極14aの周辺(外周近傍)、すなわち、無電極領域15のエッジ部に生成される斜め電界によって、それぞれが放射状傾斜配向を有する複数の液晶ドメインが形成される

50

。液晶ドメインは、それぞれの無電極領域 1 5 に対応する領域と、サブ電極 1 4 a に対応する領域とに、それぞれ 1 つずつ形成される。

【 0 0 5 7 】

なお、本発明による液晶表示装置 1 0 0 では、図 2 に示すように、すべての絵素に書き込みが行われる期間（1 フレーム）内で、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素が反転駆動される。図 2 中の + が付された絵素領域 P 1 および P 3 の液晶層 3 0 には、- が付された絵素領域 P 2 の液晶層に印加される電圧とは異なる（逆の）極性の電圧が印加される。つまり、1 フレーム内で、ある絵素領域の液晶層 3 0 に印加される電圧の極性が、サブ電極 1 4 a の配列方向（列方向 D 2 ）に交差する方向（行方向 D 1 ）に沿ってこの絵素領域と隣接した絵素領域において液晶層 3 0 に印加される電圧の極性と異なっている。

10

【 0 0 5 8 】

上述した斜め電界によって液晶ドメインが形成されるメカニズムを図 3（a）および（b）を参照しながら説明する。図 3（a）および（b）は、液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示しており、図 3（a）は、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じて、液晶分子 3 0 a の配向が変化し始めた状態（ON 初期状態）を模式的に示しており、図 3（b）は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 3 0 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 3（a）および（b）中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。なお、図 3（a）および（b）は、図 1（a）中の 3 - 3' 線に沿った断面図に相当するが、説明の簡単さのために、対向基板 1 0 0 b の段差を省略して示している。

【 0 0 5 9 】

絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 とが同電位するとき（液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態）には、図 1（a）に示したように、絵素領域内の液晶分子 3 0 a は、両基板 1 1 および 2 1 の表面に対して垂直に配向している。

20

【 0 0 6 0 】

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 3（a）に示した等電位線 E Q（電気力線と直交する）E Q で表される電位勾配が形成される。この等電位線 E Q は、絵素電極 1 4 のサブ電極 1 4 a と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、サブ電極 1 4 a および対向電極 2 2 の表面に対して平行であり、絵素領域の無電極領域 1 5 に対応する領域で落ち込み、無電極領域 1 5 のエッジ部（無電極領域 1 5 の境界（外縁）を含む無電極領域 1 5 の内側周辺）E G 上の液晶層 3 0 内には、傾斜した等電位線 E Q で表される斜め電界が形成される。なお、本実施形態では、行方向 D 1 に沿って隣接した 2 つの絵素が反転駆動されるので、これらの絵素間に位置する無電極領域 1 5 において等電位線 E Q は急激に落ち込み、これらの絵素に形成される等電位線 E Q は互いに連続しない。

30

【 0 0 6 1 】

負の誘電異方性を有する液晶分子 3 0 a には、液晶分子 3 0 a の軸方位を等電位線 E Q に対して平行（電気力線に対して垂直）に配向させようとするトルクが作用する。従って、エッジ部 E G 上の液晶分子 3 0 a は、図 3（a）中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 E Q に平行に配向する。

【 0 0 6 2 】

ここで、図 4（a）～（d）を参照しながら、液晶分子 3 0 a の配向の変化を詳細に説明する。

40

【 0 0 6 3 】

液晶層 3 0 に電界が生成されると、負の誘電率異方性を有する液晶分子 3 0 a には、その軸方位を等電位線 E Q に対して平行に配向させようとするトルクが作用する。図 4（a）に示したように、液晶分子 3 0 a の軸方位に対して垂直な等電位線 E Q で表される電界が発生すると、液晶分子 3 0 a には時計回りまたは反時計回り方向に傾斜させるトルクが等しい確率で作用する。従って、互いに対向する平行平板型配置の電極間にある液晶層 3 0 内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子 3 0 a と、反時計回りに方向のトルクを受ける液晶分子 3 0 a とが混在する。その結果、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じた

50

配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

【0064】

図3(a)に示したように、本発明による液晶表示装置100の無電極領域15のエッジ部EGにおいて、液晶分子30aの軸方位に対して傾斜した等電位線EQで表される電界(斜め電界)が発生すると、図4(b)に示したように、液晶分子30aは、等電位線EQと平行になるための傾斜量が少ない方向(図示の例では反時計回り)に傾斜する。また、液晶分子30aの軸方位に対して垂直方向の等電位線EQで表される電界が発生する領域に位置する液晶分子30aは、図4(c)に示したように、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aと配向が連続となるように(整合するように)、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aと同じ方向に傾斜する。図4(d)に示したように、等電位線EQが凹凸形状を形成する電界が印加されると、それぞれの傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aによって規制される配向方向と整合するように、平坦な等電位線EQ上に位置する液晶分子30aが配向する。なお、「等電位線EQ上に位置する」とは、「等電位線EQで表される電界内に位置する」ことを意味する。

10

【0065】

上述したように、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aから始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図3(b)に模式的に示した配向状態となる。無電極領域15の中央付近に位置する液晶分子30aは、無電極領域15の互いに対向する両側のエッジ部EGの液晶分子30aの配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線EQに対して垂直な配向状態を保ち、無電極領域15の中央から離れた領域の液晶分子30aは、それぞれ近い方のエッジ部EGの液晶分子30aの配向の影響を受けて傾斜し、無電極領域15の中心SAに関して対称な傾斜配向を形成する。この配向状態は、液晶表示装置100の表示面に垂直な方向(基板11および21の表面に垂直な方向)からみると、液晶分子30aの軸方位が無電極領域15の中心に関して放射状に配向した状態にある(不図示)。そこで、本願明細書においては、このような配向状態を「放射状傾斜配向」と呼ぶことにする。また、1つの中心に関して放射状傾斜配向をとる液晶層30の領域を液晶ドメインと称する。

20

【0066】

無電極領域15によって実質的に包囲されたサブ電極14aに対応する領域においても、液晶分子30aが放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成される。サブ電極14aに対応する領域の液晶分子30aは、無電極領域15のエッジ部EGの液晶分子30aの配向の影響を受け、サブ電極14aの中心SA(無電極領域15が形成する単位格子の中心に対応)に関して対称な放射状傾斜配向をとる。

30

【0067】

サブ電極14a上に形成される液晶ドメインにおける放射状傾斜配向と無電極領域15上に形成される放射状傾斜配向は連続しており、いずれも無電極領域15のエッジ部EGの液晶分子30aの配向と整合するように配向している。無電極領域15上に形成された液晶ドメイン内の液晶分子30aは、上側(基板100b側)が開いたコーン状に配向し、サブ電極14a上に形成された液晶ドメイン内の液晶分子30aは下側(基板100a側)が開いたコーン状に配向する。このように、無電極領域15上に形成される液晶ドメインおよびサブ電極14a上に形成される液晶ドメインに形成される放射状傾斜配向は、互いに連続であるので、これらの境界にディスクリネーションライン(配向欠陥)が形成されることがなく、それによって、ディスクリネーションラインの発生による表示品位の低下は起こらない。

40

【0068】

なお、無電極領域15の中央付近の液晶層30には十分な電圧が印加されず、無電極領域15の中央付近の液晶層30が表示に寄与しない場合がある。すなわち、無電極領域15の中央付近の液晶層30の放射状傾斜配向が多少乱れても(例えば、中心軸が無電極領域15の中心からずれても)、表示品位が低下しないことがある。そのため、少なくともサブ電極14aに対応して液晶ドメインが形成されれば、絵素領域内の液晶分子の連続

50

性が得られ、広視角特性および高表示品位を得ることができる。

【0069】

液晶表示装置の表示品位の視角依存性を全方位において改善するためには、それぞれの絵素領域内において、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率が回転対称性を有することが好ましく、軸対称性を有することがさらに好ましい。そのため、絵素領域内で液晶ドメインを高い対称性を有するように配置することが好ましい。本実施形態では、複数のサブ電極14aは所定の方向(列方向D2)に沿って一列に配列されており、回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置されている。従って、サブ電極14aに対応して形成される液晶ドメインも、回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置される。

10

【0070】

図3(a)および(b)を参照しながら説明したように、本発明による液晶表示装置100の絵素電極14は、複数の無電極領域15で囲まれた複数のサブ電極14aを有しており、絵素領域内の液晶層30内に、傾斜した領域を有する等電位線EQで表される電界を形成する。電圧無印加時に垂直配向状態にある液晶層30内の負の誘電異方性を有する液晶分子30aは、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aの配向変化をトリガーとして配向方向を変化し、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが無電極領域15およびサブ電極14aに形成される。液晶層に印加される電圧に応じて、この液晶ドメインの液晶分子の配向が変化することによって、表示が行われる。

【0071】

20

ここで、絵素電極14が有するサブ電極14aの形状(基板法線方向から見た形状)およびその配置と、TFT基板100aが有する無電極領域15の形状およびその配置について説明する。

【0072】

液晶表示装置の表示特性は、液晶分子の配向状態(光学的異方性)に起因して、方位角依存性を示す。表示特性の方位角依存性を低減するためには、液晶分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることが好ましい。また、それぞれの絵素領域内の液晶分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることがさらに好ましい。

【0073】

従って、サブ電極14aは、サブ電極14aに対応して形成される液晶ドメインの液晶分子30aがすべての方位角に対して同等の確率で配向するように、液晶ドメインを形成するような形状を有していることが好ましい。具体的には、サブ電極14aの形状は、それぞれの中心(法線方向)を対称軸とする回転対称性(好ましくは2回回転対称性以上の対称性)を有することが好ましい。

30

【0074】

また、無電極領域15に対応して形成される液晶ドメインは、一部のみが絵素領域内に含まれ、表示に寄与するので、液晶ドメインの絵素領域内に含まれる部分(切片)を足し合わせたときに、切片の集合に含まれる液晶分子が全ての方位角に対して同等の確率で配向していることが好ましい。すなわち、液晶ドメインの切片が相補的に液晶ドメインを形成するように、無電極領域15の形状および配置を設定することが好ましい。具体的には、無電極領域15の形状は、回転対称性を有することが好ましく、無電極領域15は回転対称性を有するように配置されることが好ましい。なお、無電極領域15に形成される液晶ドメインは、絵素領域外に位置する部分も有しているため、厳密には、液晶ドメインの切片が相補的に液晶ドメインを形成するように無電極領域15を配置することが困難なこともあるが、液晶ドメインの切片の集合において、全ての方位角のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率が回転対称性(さらには軸対称性)を有していれば、表示特性の方位角依存性を十分に低減することができる。

40

【0075】

図1(a)に示したように、略円形のサブ電極14aを囲む略星形の無電極領域15が正方格子状に配列された場合の液晶分子30aの配向状態を図5(a)~(c)を参照し

50

ながら説明する。

【0076】

図5(a)～(c)は、それぞれ、基板法線方向から見た液晶分子30aの配向状態を模式的に示している。図5(b)および(c)など、基板法線方向から見た液晶分子30aの配向状態を示す図において、楕円状に描かれた液晶分子30aの先が黒く示されている端は、その端が他端よりも、絵素電極14が設けられている基板側に近いように、液晶分子30aが傾斜していることを示している。以下の図面においても同様である。ここでは、図1(a)に示した絵素領域の内の1つの単位格子(4つの無電極領域15によって形成される)について説明する。図5(a)～(c)中の対角線に沿った断面は、図1(b)、図3(a)および(b)にそれぞれ対応し、これらの図を合わせて参照しながら説明する。

10

【0077】

絵素電極14および対向電極22が同電位のと看、すなわち液晶層30に電圧が印加されていない状態においては、TFT基板100aおよび対向基板100bの液晶層30側表面に設けられた垂直配向層(不図示)によって配向方向が規制されている液晶分子30aは、図5(a)に示したように、垂直配向状態を取る。

【0078】

液晶層30に電界を印加し、図3(a)に示した等電位線EQで表される電界が発生すると、負の誘電率異方性を有する液晶分子30aには、軸方位が等電位線EQに平行になるようなトルクが発生する。図4(a)および(b)を参照しながら説明したように、液晶分子30aの分子軸に対して垂直な等電位線EQで表される電場下の液晶分子30aは、液晶分子30aが傾斜(回転)する方向が一義的に定まっていなため(図4(a))、配向の変化(傾斜または回転)が容易に起こらないのに対し、液晶分子30aの分子軸に対して傾斜した等電位線EQ下に置かれた液晶分子30aは、傾斜(回転)方向が一義的に決まるので、配向の変化が容易に起こる。従って、図5(b)に示したように、等電位線EQに対して液晶分子30aの分子軸が傾いている無電極領域15のエッジ部から液晶分子30aが傾斜し始める。そして、図4(c)を参照しながら説明したように、無電極領域15のエッジ部の傾斜した液晶分子30aの配向と整合性をとるように周囲の液晶分子30aも傾斜し、図5(c)に示したような状態で液晶分子30aの軸方位は安定する(放射状傾斜配向)。

20

30

【0079】

このように、無電極領域15が回転対称性を有する形状であると、絵素領域内の液晶分子30aは、電圧印加時に、無電極領域15のエッジ部から無電極領域15の中心に向かって液晶分子30aが傾斜するので、エッジ部からの液晶分子30aの配向規制力が釣り合う無電極領域15の中心付近の液晶分子30aは基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子30aが無電極領域15の中心付近の液晶分子30aを中心に放射状に液晶分子30aが連続的に傾斜した状態が得られる。

【0080】

また、正方格子状に配列された4つの略星形の無電極領域15に包圍された略円形のサブ電極14aに対応する領域の液晶分子30aも、無電極領域15のエッジ部に生成される斜め電界で傾斜した液晶分子30aの配向と整合するように傾斜する。エッジ部からの液晶分子30aの配向規制力が釣り合うサブ電極14aの中心付近の液晶分子30aは基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子30aがサブ電極14aの中心付近の液晶分子30aを中心に放射状に液晶分子30aが連続的に傾斜した状態が得られる。

40

【0081】

このように、液晶分子30aが放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが正方格子状に配列されると、それぞれの軸方位の液晶分子30aの存在確率が回転対称性を有することになり、あらゆる視角方向に対して、ざらつきのない高品位の表示を実現することができる。放射状傾斜配向を有する液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、液晶ドメインが

50

高い回転対称性（2回回転対称性以上が好ましく、4回回転対称性以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。

【0082】

なお、液晶分子30aの放射状傾斜配向は、図6(a)に示したような単純な放射状傾斜配向よりも、図6(b)および(c)に示したような、左回りまたは右回りの渦巻き状の放射状傾斜配向の方が安定である。この渦巻き状配向は、通常のツイスト配向のように液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向方向が螺旋状に変化するのではなく、液晶分子30aの配向方向は微小領域でみると、液晶層30の厚さ方向に沿ってほとんど変化していない。すなわち、液晶層30の厚さ方向のどこの位置の断面（層面に平行な面内での断面）においても、図6(b)または(c)と同じ配向状態にあり、液晶層30の厚さ方向に沿ったツイスト変形をほとんど生じていない。但し、液晶ドメインの全体でみると、ある程度のツイスト変形が発生している。

10

【0083】

負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料にカイラル剤を添加した材料を用いると、電圧印加時に、液晶分子30aは、無電極領域15およびサブ電極14aを中心に、図6(b)および(c)に示した、左回りまたは右回りの渦巻き状放射状傾斜配向をとる。右回りか左回りかは用いるカイラル剤の種類によって決まる。従って、電圧印加時に無電極領域15内の液晶層30を渦巻き状放射状傾斜配向させることによって、放射状傾斜している液晶分子30aの、基板面に垂直に立っている液晶分子30aの周りを巻いている方向を全ての液晶ドメイン内で一定にすることができるので、ざらつきの無い均一な表示が可能になる。さらに、基板面に垂直に立っている液晶分子30aの周りを巻いている方向が定まっているので、液晶層30に電圧を印加した際の応答速度も向上する。

20

【0084】

また、多くのカイラル剤を添加すると、通常のツイスト配向のように、液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向が螺旋状に変化ようになる。液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向が螺旋状に変化しない配向状態では、偏光板の偏光軸に対して垂直方向または平行方向に配向している液晶分子30aは、入射光に対して位相差を与えないための、この様な配向状態の領域を通過する入射光は透過率に寄与しない。これに対し、液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子30aの配向が螺旋状に変化する配向状態においては、偏光板の偏光軸に垂直方向または平行方向に配向している液晶分子30aも、入射光に対して位相差を与えるとともに、光の旋光性を利用することもできる。従って、この様な配向状態の領域を通過する入射光も透過率に寄与するので、明るい表示が可能な液晶表示装置を得ることができる。

30

【0085】

図1(a)では、サブ電極14aが略円形であり、略星形の無電極領域15が正方格子状に配列された例を示したが、サブ電極14aの形状や無電極領域15の形状および配置は、上記の例に限られない。

【0086】

図7(a)および(b)に、無電極領域15およびサブ電極14aの形状が異なる液晶表示装置100Aおよび100Bの上面図をそれぞれ示す。

40

【0087】

図7(a)および(b)にそれぞれ示した液晶表示装置100Aおよび100Bの無電極領域15およびサブ電極14aは、図1(a)に示した液晶表示装置100の無電極領域15およびサブ電極14aが若干ひずんだ形を有している。液晶表示装置100Aおよび100Bの無電極領域15およびサブ電極14aは、2回回転軸を有し（4回回転軸は有しない）、長方形の単位格子を形成するように規則的に配列されている。無電極領域15は、いずれも歪んだ星形を有し、サブ電極14aは、いずれも略楕円形（歪んだ円形）を有している。図7(a)および(b)に示した液晶表示装置100Aおよび100Bも、表示品位が高く、視角特性に優れている。

【0088】

50

さらに、図8(a)および(b)にそれぞれ示すような液晶表示装置100Cおよび100Dも、表示品位が高く、視角特性に優れている。

【0089】

液晶表示装置100Cおよび100Dにおいては、サブ電極14aが略正方形となるように、略十字の無電極領域15が正方格子状に配置されている。勿論、これらを歪ませて、長方形の単位格子を形成するように配置してもよい。このように、略矩形(矩形は正方形と長方形を含むとする。)のサブ電極14aを規則正しく配列しても、表示品位が高い、視角特性に優れた液晶表示装置を得ることができる。

【0090】

但し、無電極領域15および/またはサブ電極14aの形状は、矩形よりも円形または楕円形の方が放射状傾斜配向を安定化できるので好ましい。これは、無電極領域15の辺が連続的に(滑らかに)変化するので、液晶分子30aの配向方向も連続的に(滑らかに)変化するためと考えられる。

【0091】

上述した液晶分子30aの配向方向の連続性の観点から、図9に示す液晶表示装置100Eも考えられる。図9に示した液晶表示装置100Eは、図8(b)に示した液晶表示装置100Dの変形例で、無電極領域15のサブ電極14a側が円弧で形成されている。液晶表示装置100Eが有する無電極領域15ならびにサブ電極14aは、いずれも4回回転軸を有しており、且つ、正方格子状(4回回転軸を有する)に配列されているが、図7(a)および(b)に示したように、無電極領域15のサブ電極14aの形状を歪ませて2回回転軸を有する形状とし、長方形の格子(2回回転軸を有する)を形成するように配置してもよい。

【0092】

無電極領域15に形成される液晶ドメインに印加される電圧は、サブ電極14aに形成される液晶ドメインに印加される電圧よりも低くなるので、例えば、ノーマリブラックモードの表示を行うと、無電極領域15に形成された液晶ドメインは暗くなる。そのため、絵素領域内で、無電極領域15の面積比率を低くして、サブ電極14aの面積比率を高くすることが好ましい。

【0093】

本発明による液晶表示装置においては、絵素電極14は、複数のサブ電極14aを有しているので、絵素領域の形状や大きさなどに応じて絵素領域内に複数のサブ電極14aを適宜配置することによって、絵素領域の形状や大きさなどによる制約を受けることなく、絵素領域内に安定な放射状傾斜配向状態を実現することができる。これに対して、絵素電極を単一の電極のみから構成すると、絵素領域の形状や大きさなどによっては、安定な放射状傾斜配向が実現できないことがある。絵素電極を単一の電極のみから構成すると、絵素領域が円形状や正方形である場合には問題ないが、例えば、カラー表示が可能な液晶表示装置のように絵素領域が縦横比の大きい長形状である場合には、電極の形状を縦横比の大きな形状としなくてはならず、安定な放射状傾斜配向が実現できないことがある。また、例えば、絵素領域のサイズが大きい場合には、電極のサイズを大きくしなくてはならず、電極の周辺に形成される斜め電界のみでは安定な配向が得られないことがある。

【0094】

また、本発明による液晶表示装置では、図1(a)などに示したように、1つの絵素領域内で、複数のサブ電極14aが所定の方向に沿って一列に配列されているので、2列以上に配列されている場合に比べて、サブ電極14aの面積比率を高くし、絵素領域内での表示に寄与する領域の割合(実効開口率)を高くすることができる。この理由を図10を参照しながら説明する。

【0095】

図10に示すように、液晶表示装置100Eは、行方向D1に沿って平行に延びるゲートバスライン(走査配線)41と、列方向D2に沿って平行に延びるソースバスライン(信号配線)42とを有している。ゲートバスライン(走査配線)41は、絵素領域ごとに

10

20

30

40

50

設けられたTFT（不図示）のゲート電極に電氣的に接続されており、ソースバスライン（信号配線）42はTFTのソース電極に電氣的に接続されている。また、TFTのドレイン電極と、絵素電極14とが電氣的に接続されている。液晶表示装置100Eは、さらに、補助容量配線43を有している。

【0096】

液晶表示装置100Eにおいては、複数のサブ電極14aが絵素領域内で1列に配列されているので、サブ電極14aを包囲する無電極領域15の一部はゲートバスライン41やソースバスライン42に重なり、絵素領域外に位置している。つまり、複数の無電極領域15のそれぞれは、いずれも少なくとも一部が絵素領域外に位置している。

【0097】

一方、複数のサブ電極14aが2列以上に配列されていると、絵素領域内に、サブ電極14aに包囲された無電極領域15が存在し、この無電極領域15は、その全部が絵素領域内に位置することになる。例えば、図11に示すような、サブ電極14aが2列に配列された比較例の液晶表示装置1000では、絵素領域内にサブ電極14aに包囲された無電極領域15が存在し、この無電極領域15は、その全部が絵素領域内に位置している。従って、絵素領域内での無電極領域15の面積比率が高くなり、サブ電極14aの面積比率が低くなってしまふ。

【0098】

これに対して、図10に示したように、複数のサブ電極14aが絵素領域内で1列に配列されていると、複数の無電極領域15のそれぞれは、いずれも少なくとも一部が絵素領域外に位置しているため、絵素領域内での無電極領域15の面積比率を低くして、サブ電極14aの面積比率を大きくすることができ、その結果、開口率を向上することができる。

【0099】

ここで、ある仕様の液晶表示装置を例に開口率の向上をより具体的に説明する。表示領域が対角15インチサイズ、サブ電極14aが角部が略円弧状の略正形状（図9および図10に示した形状）、ゲートバスラインの幅およびソースバスライン上の遮光層の幅が $12\mu\text{m}$ 、サブ電極14aの間隔が $8.5\mu\text{m}$ の液晶表示装置において、サブ電極14aを一列に配列したときと、サブ電極14aを2列に配列したときとで、透過率を比較した。サブ電極14aを一列に配列すると、サブ電極14aを2列に配列したときに比べて、SXGA（ $1280 \times 1024$ 画素）においては6%、UXGA（ $1600 \times 1200$ 画素）においては9%、QXGA（ $2048 \times 1536$ 画素）においては11%透過率を向上することができた。このように、絵素領域内で複数のサブ電極14aを一列に配列することによって得られる、開口率を向上する効果は、高精細型の液晶表示装置において特に高い。

【0100】

なお、図10に示したように、絵素電極14がゲートバスライン41やソースバスライン42に一部重畳する構成においては、これらのバスラインからの影響を少なくするために、バスライン上に絶縁膜（例えば有機絶縁膜）をなるべく厚く形成し、その上に絵素電極14を形成することが好ましい。

【0101】

図12に示すように、無電極領域15によって形成される正方単位格子とサブ電極14aとの間隙の長さ（片側のスペース）を $s$ とすると、安定な放射状傾斜配向を得るのに必要な斜め電界を生成するためには、片側スペース $s$ が所定の長さ以上である必要がある。

【0102】

片側スペース $s$ は、行方向D1に沿っても規定されるし、列方向D2に沿っても規定されるが、本実施形態では、図2に示したように、1フレーム内で、行方向D1に沿って隣接した絵素が反転駆動されるので、行方向D1に沿って隣接した絵素が反転駆動されない場合に比べて、行方向D1の片側スペース $s$ を短くしても十分な配向規制力が得られる。これは、行方向D1に沿って隣接した絵素が反転駆動されると、反転駆動されない場合に

10

20

30

40

50

比べて強い斜め電界を発生させることができるからである。この理由を図 1 3 A および図 1 3 B を参照しながら説明する。

【 0 1 0 3 】

図 1 3 A は、行方向 D 1 に沿って隣接した 2 つの絵素領域の両方の液晶層に + 5 V の電圧を印加したときの等電位線 E Q を模式的に示し、図 1 3 B は、行方向 D 1 に沿って隣接した 2 つの絵素領域の一方の液晶層に + 5 V、他方の液晶層に - 5 V の電圧を印加したときの等電位線 E Q を模式的に示している。

【 0 1 0 4 】

図 1 3 A に示したように、隣接した 2 つの絵素領域の液晶層に同じ極性の電圧を印加すると、等電位線 E Q が連続した凹凸形状を形成する電界が発生する。

10

【 0 1 0 5 】

これに対して、図 1 3 B に示したように、隣接した 2 つの絵素領域のそれぞれの液晶層に異なる極性の電圧を印加すると、2 つの絵素領域のそれぞれに発生した電界を表す等電位線 E Q が連続することはなく、これらは無電極領域 1 5 上で急激に落ち込む。従って、無電極領域 1 5 のエッジ部、すなわち、サブ電極 1 4 a の周辺には、急峻な電位勾配が形成され、図 1 3 A に示した場合よりも強い斜め電界が発生する。

【 0 1 0 6 】

上述したように、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素を反転駆動すると、行方向 D 1 の片側スペース  $s$  を短くしても、十分な配向規制力が得られる。従って、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素電極 1 4 間の距離を短くし、開口率が高くなるような構成を採用しても、十分に安定な放射状傾斜配向を形成することができる。

20

【 0 1 0 7 】

既に例示した仕様の液晶表示装置（表示領域が対角 1 5 インチサイズ、サブ電極 1 4 a が角部が略円弧状の略正方形状、ゲートバスラインの幅およびソースバスライン上の遮光層の幅が  $1.2 \mu\text{m}$ 、サブ電極 1 4 a の間隔が  $8.5 \mu\text{m}$  の液晶表示装置）において、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素を反転駆動する場合と、反転駆動しない場合について検討した。行方向 D 1 に沿って隣接した絵素を反転駆動しない場合には、安定な放射状傾斜配向状態を実現するのに必要な絵素電極 1 4 間距離は、絵素領域内でのサブ電極 1 4 a 間距離と同じ  $8.5 \mu\text{m}$  であった。これに対して、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素を反転駆動する場合には、行方向 D 1 に沿って隣接する絵素電極 1 4 間距離を  $3 \mu\text{m}$  まで短くしても、安定な放射状傾斜配向状態が得られた。

30

【 0 1 0 8 】

本実施形態では、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素を反転駆動すれば、図 1 4 ( a ) に示すように、列方向 D 2 に沿っては絵素を反転駆動しない（いわゆるソースライン反転駆動）場合でも、開口率を十分に向上することができるが、フリッカの抑制等の観点からは、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素を反転駆動するとともに、列方向 D 2 に沿って絵素を  $n$  (  $n$  は 1 以上の整数 ) 行ごとに反転駆動することが好ましい。つまり、1 フレーム内で、同じ列に属する絵素領域の液晶層に印加される電圧の極性を  $n$  行ごとに反転することが好ましい。

【 0 1 0 9 】

例えば、図 1 4 ( b ) に示すように、列方向 D 2 に沿って絵素を 2 行ごとに反転駆動（いわゆる 2 H ドット反転駆動）してもよいし、図 1 4 ( c ) に示すように、列方向 D 2 に沿って絵素を 1 行ごとに反転駆動（いわゆるドット反転駆動）してもよい。図 1 4 ( c ) に示したように、行方向 D 1 に沿って隣接した絵素を反転駆動するとともに列方向 D 2 に沿って絵素を 1 行ごとに反転駆動すると、列方向 D 2 に沿って隣接した絵素が反転駆動されるので、列方向 D 2 に沿って隣接した絵素電極 1 4 の間隔を短くすることができ、さらなる開口率の向上を図ることが可能になる。

40

【 0 1 1 0 】

ここで、サブ電極 1 4 a の形状と、放射状傾斜配向の安定性および透過率の値との関係について説明する。

50

## 【0111】

本願発明者が検討したところ、サブ電極14aの間隔(片側スペースs)を一定とした場合には、サブ電極14aの形状が円形や楕円に近いほど、配向安定性が高いことがわかった。これは、サブ電極14aの形状が円形や楕円に近いほど、放射状傾斜配向状態における液晶分子30aの配向方向の連続性が高いためである。

## 【0112】

また、サブ電極14aの形状が正方形や長方形などの矩形に近いほど、透過率が高いことがわかった。これは、片側スペースsの値が同じである場合には、サブ電極14aの形状が矩形に近いほど、サブ電極14aの面積比率が高いため、電極によって生成される電界の影響を直接的に受ける液晶層の面積(基板法線方向から見たときの平面内に規定される)が大きくなり、実効開口率が高くなるためである。

10

## 【0113】

従って、所望する配向安定性と、透過率とを考慮して、サブ電極14aの形状を決定すればよい。

## 【0114】

図9や図10などに示したように、サブ電極14aが、角部が略円弧状の略正方形であると、配向安定性および透過率の両方を比較的高くすることができる。勿論、サブ電極14aが、角部が略円弧状の略矩形であっても同様の効果が得られる。なお、導電膜から形成されるサブ電極14aの角部は、製造工程上の制約から、厳密には、円弧状ではなく、鈍角化された多角形状(90°を超える複数の角で構成された形状)となることもあり、4分の1円弧状や規則的な多角形状(例えば正多角形の一部)だけでなく、若干ひずんだ円弧状(楕円の一部など)やいびつな多角形状となることもある。また、曲線と鈍角との組み合わせによって構成された形状となることもある。本願明細書においては、上述した形状も含めて略円弧状と称する。なお、同様の製造工程上の理由から、図1(a)に示したような略円形のサブ電極14aの場合にも、厳密な円ではなく、多角形状や若干ひずんだ形状となることもある。

20

## 【0115】

また、応答速度の観点から、サブ電極14aの形状を、図15に示す液晶表示装置100Fのようにしてもよい。図15に示した液晶表示装置100Fにおいては、絵素電極14のサブ電極14aの形状は、角部が鋭角化された歪んだ正方形である。なお、角部を鋭角化するとは、90°未満の角または曲線で角部を構成することをいう。

30

## 【0116】

図15に示したように、サブ電極14aが、角部が鋭角化された形状を有していると、斜め電界を生成するエッジ部がより多く形成されるので、より多くの液晶分子30aに斜め電界を作用させることができる。従って、電界に应答して最初に傾斜し始める液晶分子30aの数がより多くなり、絵素領域全域にわたって放射状傾斜配向が形成されるのに要する時間が短くなるので、液晶層30に電圧を印加した際の応答速度が向上する。

## 【0117】

また、サブ電極14aの形状を角部が鋭角化された形状とすると、サブ電極14aの形状が略円形や略矩形である場合に比べて、特定の方位角方向に沿って配向する液晶分子30aの存在確率を高く(あるいは低く)することができる。すなわち、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子30aの存在確率により高い指向性をもたせることができる。そのため、偏光板を備え、直線偏光を液晶層30に入射させるモードの液晶表示装置において、サブ電極14aの角部を鋭角化すると、偏光板の偏光軸に対して垂直方向または平行方向に配向している液晶分子30a、すなわち、入射光に対して位相差を与えない液晶分子30aの存在確率をより低くすることができる。従って、光の透過率を向上させ、より明るい表示を実現することができる。

40

## 【0118】

なお、ペーパーホワイトに近い白表示を行うために反射電極の表面に微小な凹凸形状を付与してもよいことを既に述べたが、反射電極の表面にそのような微小な凹凸形状を付与

50

しても、電圧印加時にはその表面に平行な（凹凸形状に沿った）等電位線が形成されるので、微小な凹凸形状が付与された反射電極の表面は、電圧印加時に液晶分子の配向方向を制御する配向規制力を発現せず、放射状傾斜配向の形成に悪影響を与えることはない。

#### 【0119】

ここまでは、主にTFT基板100aの電極構造とその作用について説明したが、以下、図1(b)と図16とを参照しながら対向基板100bの構造とその作用について説明する。図16は、比較例の液晶表示装置1100を模式的に示す図である。比較例の液晶表示装置1100は、TFT基板1100aの絵素電極14が複数のサブ電極14aを有しており、電圧印加時に放射状傾斜配向をとる液晶ドメインを形成する点においては液晶表示装置100と共通するが、対向基板1100bには段差を設けず、TFT基板1100aの反射電極の下に絶縁膜19を設けることによってTFT基板1100aに段差を設けている点が異なっている。

10

#### 【0120】

本発明による液晶表示装置100では、図1(b)に示すように、対向基板100bは、反射領域R内に位置する上段面100b1と、透過領域T内に位置する下段面100b2と、上段面100b1と下段面100b2とを結ぶ側面100b3とを有する段差を有しており、そのことによって、反射領域R内の液晶層30の厚さ $d_r$ が透過領域T内の液晶層30の厚さ $d_t$ よりも小さくなっている。つまり、TFT基板100a側ではなく、対向基板100b側に段差を設けることによって、透過モードおよび反射モードの両方の表示に好適なマルチギャップ構造を実現している。従って、図16に示す比較例の液晶表示装置1100のように、反射電極の下に絶縁膜19などを用いて段差を設ける必要がなく、TFT基板100aの製造を簡略化することができる。

20

#### 【0121】

マルチギャップ構造を採用した場合、段差の側面は基板面に対して傾斜しているため、その側面に対して垂直に配向する液晶分子が黒表示時の光漏れの原因となり、コントラスト比を低下させるが、液晶表示装置100では、図1(b)に示すように、段差の側面100b3が反射領域R内に位置しているため、透過領域T内ではコントラスト比の低下が発生せず、表示品位の低下を抑制できる。反射領域Rは、透過領域Tに比べてもともとコントラスト比が低い領域であり、要求される表示特性も低いので、反射領域Rにおいて多少の光漏れが発生しても表示への悪影響は少ない。これに対して、図16に示す比較例の液晶表示装置1100では、段差の側面1100a3が反射領域R内に位置していないため、透過光（透過モードの表示に用いる光）の光漏れが発生し、表示品位の低下が顕著となる。

30

#### 【0122】

また、図16に示す比較例の液晶表示装置1100では、段差の側面1100a3は電極に覆われていない無電極領域であり、図17(a)に示すように、この側面1100a3に発生する斜め電界を用いて配向規制を行うが、側面1100a3が基板面に対して傾斜しているため、印加電圧の大きさや側面1100a3の傾斜角度などによっては、配向制御が困難になってしまう。例えば、図17(b)に示すように、側面1100a3の傾斜角度が大きいと、等電位線EQと液晶分子30aとのなす角が $90^\circ$ に近くなり、配向規制力が著しく弱くなってしまふ。

40

#### 【0123】

これに対して、液晶表示装置100では、対向基板100bに段差を設けるので、段差の側面100b3を電極22で覆うことができる。電極22で覆われた側面100b3では、図18に示すように、等電位線EQは、側面100b3に平行で液晶分子30aと直交し、配向規制力を発現しない。

#### 【0124】

上述したように、本発明による液晶表示装置100では、放射状傾斜配向を形成するための斜め電界を生成する電極が設けられる基板とは異なる基板に段差を設けることによってマルチギャップ構造が実現されているとともに、段差の側面100b3が反射領域R内

50

に位置し、且つ、電極 2 2 によって覆われているので、製造プロセス上の利点が得られるとともに、段差の側面 1 0 0 b 3 の傾斜に起因した表示品位の低下を抑制できる。

【 0 1 2 5 】

本実施形態における液晶表示装置 1 0 0 の構成は、絵素電極 1 4 が絵素の周期方向の一方に沿って一列に配列された複数のサブ電極 1 4 a を有していること、絵素の周期方向の他方に沿って隣接した絵素を反転駆動すること、および対向基板 1 0 0 b が段差を有していること以外は、公知の垂直配向型液晶表示装置と同じ構成を採用することができ、公知の製造方法で製造することができる。

【 0 1 2 6 】

なお、本実施形態では、対向基板 1 0 0 b に段差を設けるために、反射領域 R 内に選択的に透明誘電体層（例えば透明樹脂層）2 9 を形成する例を示したが、カラーフィルタ層を反射領域 R と透過領域 T とで異なる材料から形成し、反射領域 R 内のカラーフィルタ層を透過領域 T 内のカラーフィルタ層よりも厚くすることによって段差を形成してもよい。透過モードの表示に用いる光がカラーフィルタ層を 1 回通過するのに対して、反射モードの表示に用いる光はカラーフィルタ層を 2 回通過するので、透過領域 T 内のカラーフィルタ層と反射領域 R 内のカラーフィルタ層の光学濃度が同じであると、反射領域 R の色純度および/または輝度が低下するが、上述したように、カラーフィルタ層を反射領域 R と透過領域 T とで異なる材料から形成する場合には、反射領域 R 内のカラーフィルタ層の光学濃度を透過領域 T 内のカラーフィルタ層の光学濃度よりも薄くすることによって、反射領域 R の色純度および/または輝度を向上することができる。

【 0 1 2 7 】

典型的には、負の誘電異方性を有する液晶分子を垂直配向させるために、絵素電極 1 4 および対向電極 2 2 の液晶層 3 0 側表面には垂直配向層としての垂直配向膜（不図示）が形成されている。

【 0 1 2 8 】

液晶材料としては、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料が用いられる。また、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料に 2 色性色素添加することによって、ゲスト - ホストモードの液晶表示装置を得ることもできる。ゲスト - ホストモードの液晶表示装置は、偏光板を必要としない。

【 0 1 2 9 】

負の誘電率異方性を有する液晶分子が電圧無印加時に垂直配向する液晶層を備える、いわゆる垂直配向型液晶表示装置は、種々の表示モードで表示を行うことができる。例えば、液晶層の複屈折率を電界によって制御することによって表示する複屈折モードの他に、旋光モードや旋光モードと複屈折モードとを組み合わせることで表示モードに適用される。上述した全ての液晶表示装置の一对の基板（例えば、T F T 基板と対向基板）の外側（液晶層 3 0 と反対側）に一对の偏光板を設けることによって、複屈折モードの液晶表示装置を得ることができる。また、必要に応じて、位相差補償素子（典型的には位相差板）を設けてもよい。更に、略円偏光を用いても明るい液晶表示装置を得ることができる。

【 0 1 3 0 】

（実施形態 2）

本実施形態における液晶表示装置は、対向基板が配向規制構造を有している点において、実施形態 1 において説明した液晶表示装置 1 0 0 と異なっている。

【 0 1 3 1 】

図 1 9 ( a ) ~ ( e ) に、配向規制構造 2 8 を有する対向基板 2 0 0 b を模式的に示す。液晶表示装置 1 0 0 と実質的に同じ構成要素には共通の参照符号を付して、その説明をここでは省略する。

【 0 1 3 2 】

図 1 9 ( a ) ~ ( e ) に示した配向規制構造 2 8 は、液晶層 3 0 の液晶分子 3 0 a を放射状傾斜配向させるように作用する。但し、図 1 9 ( a ) ~ ( d ) に示した配向規制構造 2 8 と図 1 9 ( e ) に示した配向規制構造 2 8 とでは、液晶分子 3 0 a を傾斜させる方向

10

20

30

40

50

が異なっている。

【0133】

図19(a)~(d)に示した配向規制構造28による液晶分子の傾斜方向は、絵素電極14のサブ電極14a(例えば図1参照)に対応する領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の配向方向と整合する。これに対し、図19(e)に示した配向規制構造28による液晶分子の傾斜方向は、無電極領域15(例えば図1参照)に対応する領域に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の配向方向と整合する。

【0134】

図19(a)に示した配向規制構造28は、対向電極22の開口部22aと、開口部22aに対向する絵素電極(ここでは不図示、例えば図1(a)参照)14のサブ電極14aによって構成されている。なお、対向基板200bの液晶層30側の表面には垂直配向膜(不図示)が設けられている。

10

【0135】

この配向規制構造28は、電圧印加時にのみ配向規制力を発現する。配向規制構造28は、TFT基板100aの電極構造によって形成される放射状傾斜配向をとる液晶ドメイン内の液晶分子に対して配向規制力を作用すればよいので、開口部22aの大きさは、TFT基板100aに設けられる無電極領域15よりも小さく、また、無電極領域15によって包囲されるサブ電極14a(例えば図1(a)参照)よりも小さい。例えば、無電極領域15やサブ電極14aの面積の半分以下で十分な効果を得ることができる。対向電極22の開口部22aを絵素電極14のサブ電極14aの中央部に対向する位置に設けること  
によって、液晶分子の配向の連続性が高くなり、且つ、放射状傾斜配向の中心軸の位置を固定することができる。

20

【0136】

このように、配向規制構造として、電圧印加時にのみ配向規制力を発現する構造を採用すると、電圧無印加状態において液晶層30のほとんど全ての液晶分子30aが垂直配向状態をとるので、ノーマリブラックモードを採用した場合に、黒表示状態において光漏れがほとんど発生せず、良好なコントラスト比の表示を実現できる。

【0137】

但し、電圧無印加状態に配向規制力が発生しないので放射状傾斜配向が形成されず、また、印加電圧が低いときには配向規制力が小さいので、あまり大きな応力が液晶パネルに印加されると、残像が視認されることがある。

30

【0138】

図19(b)~(d)に示した配向規制構造28は、電圧の印加無印加に関わらず、配向規制力を発現するので、全ての表示階調において安定した放射状傾斜配向が得られ、応力に対する耐性にも優れている。

【0139】

図19(b)に示した配向規制構造28は、対向電極22上に液晶層30側に突き出た凸部(リブ)22bである。凸部22bを形成する材料に特に制限はないが、樹脂などの誘電体材料を用いて容易に形成することができる。なお、対向基板200bの液晶層30側の表面には垂直配向膜(不図示)が設けられている。凸部22bは、その表面(垂直配向性を有する)の形状効果によって、液晶分子30aを放射状に傾斜配向させる。また、熱によって変形する樹脂材料を用いると、パターンングの後の熱処理によって、図19(b)に示したような、なだらかな丘上の断面形状を有する凸部22bを容易に形成できるので好ましい。図示したように、頂点を有するなだらかな断面形状(例えば球の一部)を有する凸部22bや円錐状の形状を有する凸部は、放射状傾斜配向の中心位置を固定する効果に優れている。

40

【0140】

図19(c)に示した配向規制構造28は、対向電極22の下(基板21側)に形成された誘電体層23に設けられた開口部(凹部でもよい)23a内の液晶層30側の水平配向性表面によって構成されている。ここでは、対向基板200bの液晶層30側に形成さ

50

れる垂直配向膜 24 を、開口部 23 a 内にだけ形成しないことで、開口部 23 a 内の表面を水平配向性表面としている。これに代えて、図 19 (d) に示したように、開口部 23 a 内にだけ、水平配向膜 25 を形成してもよい。

【0141】

図 19 (d) に示した水平配向膜は、例えば、一旦対向基板 200 b の全面に垂直配向膜 24 を形成し、開口部 23 a 内に存在する垂直配向膜 24 に選択的に紫外線を照射するなどして、垂直配向性を低下させることによって形成してもよい。配向規制構造 28 を構成するために必要な水平配向性は、TN型液晶表示装置に用いられている配向膜のようにプレチルト角が小さい必要はなく、例えば、プレチルト角が 45° 以下であればよい。

【0142】

図 19 (c) および (d) に示したように、開口部 23 a 内の水平配向性表面上では、液晶分子 30 a が基板面に対して水平に配向しようとするので、周囲の垂直配向膜 24 上の垂直配向している液晶分子 30 a の配向と連続性を保つような配向が形成され、図示したような放射状傾斜配向が得られる。

【0143】

対向電極 22 の表面に凹部（誘電体層 23 の開口部によって形成される）を設けずに、対向電極 22 の平坦な表面上に、水平配向性表面（電極の表面または水平配向膜など）を選択的に設けるだけでも放射状傾斜配向が得られるが、凹部の形状効果によって、放射状傾斜配向をさらに安定化することができる。

【0144】

対向基板 200 b の液晶層 30 側の表面に凹部を形成するために、例えば、誘電体層 23 として、カラーフィルタ層やカラーフィルタ層のオーバーコート層を用いると、プロセスが増加することが無いので好ましい。また、図 19 (c) および (d) に示した構造は、図 19 (a) に示した構造のように、凸部 22 b を介して液晶層 30 に電圧が印加される領域が存在しないので、光の利用効率の低下が少ない。

【0145】

図 19 (e) に示した配向規制構造 28 は、図 19 (d) に示した配向規制構造 28 と同様に、誘電体層 23 の開口部 23 a を用いて、対向基板 200 b の液晶層 30 側に凹部を形成し、その凹部の底部にのみ、水平配向膜 26 を形成している。水平配向膜 26 を形成する代わりに、図 19 (c) に示したように、対向電極 22 の表面を露出させてもよい。

【0146】

上述した配向規制構造を備える液晶表示装置 200 を図 20 (a) および (b) に示す。図 20 (a) は上面図であり、図 20 (b) は、図 20 (a) 中の 20 B - 20 B' 線に沿った断面図に相当する。

【0147】

液晶表示装置 200 は、サブ電極 14 a を有する絵素電極 14 および無電極領域 15 を有する TFT 基板 100 a と、配向規制構造 28 を有する対向基板 200 b とを有している。なお、TFT 基板 100 a の構成は、ここで例示する構成に限られず、前述した種々の構成を適宜用いることができる。また、配向規制構造 28 として、電圧無印加時にも配向規制力を発現するもの（図 19 (b) ~ (d) および図 19 (e)）を例示するが、図 19 (b) ~ (d) に示した配向規制構造 28 に代えて、図 19 (a) に示したものをを用いることもできる。

【0148】

液晶表示装置 200 の対向基板 200 b に設けられている配向規制構造 28 のうち、絵素電極 14 のサブ電極 14 b に対向する領域の中央付近に設けられている配向規制構造 28 は、図 19 (b) ~ (d) に示したもののいずれかであり、無電極領域 15 に対向する領域の中央付近に設けられている配向規制構造 28 は、図 19 (e) に示したものである。

【0149】

10

20

30

40

50

このように配置することによって、液晶層 30 に電圧を印加した状態、すなわち、絵素電極 14 と対向電極 22 との間に電圧を印加した状態において、絵素電極 14 のサブ電極 14a によって形成される放射状傾斜配向の方向と、配向規制構造 28 によって形成される放射状傾斜配向の方向が整合し、放射状傾斜配向が安定化する。この様子を図 21 (a) ~ (c) に模式的に示している。図 21 (a) は電圧無印加時を示し、図 21 (b) は電圧印加後に配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を示し、図 21 (c) は電圧印加中の定常状態を模式的に示している。

【0150】

配向規制構造 (図 19 (b) ~ (d)) 28 による配向規制力は、図 21 (a) に示したように、電圧無印加状態においても、近傍の液晶分子 30a に作用し、放射状傾斜配向を形成する。

10

【0151】

電圧を印加し始めると、図 21 (b) に示したような等電位線 EQ で示される電界が発生し (TF T 基板 100a の電極構造による)、無電極領域 15 およびサブ電極 14a に対応する領域に液晶分子 30a が放射状傾斜配向した液晶ドメインが形成され、図 21 (c) に示したような定常状態に達する。このとき、それぞれの液晶ドメイン内の液晶分子 30a の傾斜方向は、対応する領域に設けられた配向規制構造 28 の配向規制力による液晶分子 30a の傾斜方向と一致する。

【0152】

定常状態にある液晶表示装置 200 に応力が印加されると、液晶層 30 の放射状傾斜配向は一旦崩れるが、応力が取り除かれると、サブ電極 14a および配向規制構造 28 による配向規制力が液晶分子 30a に作用しているため、放射状傾斜配向状態に復帰する。従って、応力による残像の発生が抑制される。配向規制構造 28 による配向規制力が強すぎると、電圧無印加時にも放射状傾斜配向によるリタデーションが発生し、表示のコントラスト比を低下するおそれがあるが、配向規制構造 28 による配向規制力は、斜め電界によって形成される放射状傾斜配向の安定化および中心軸位置を固定する効果を有せばいいので、強い配向規制力は必要なく、表示品位を低下させるほどのリタデーションを発生させない程度の配向規制力で十分である。

20

【0153】

例えば、図 19 (b) に示した凸部 (リブ) 22b を採用する場合、直径が約 30  $\mu\text{m}$  ~ 約 35  $\mu\text{m}$  のサブ電極 14a に対して、それぞれ直径が約 15  $\mu\text{m}$  で高さ (厚さ) が約 1  $\mu\text{m}$  の凸部 22b を形成すれば、十分な配向規制力が得られ、且つ、リタデーションによるコントラスト比の低下も実用上問題の無いレベルに抑えられる。

30

【0154】

図 22 (a) および (b) に、配向規制構造を備える他の液晶表示装置 200' を示す。

【0155】

液晶表示装置 200' は、TF T 基板 100a の無電極領域 15 に対向する領域には配向規制構造を有していない。無電極領域 15 に対向する領域に形成されるべき図 19 (e) に示した配向規制構造 28 を形成することはプロセス上の困難さを伴うので、生産性の観点からは、図 19 (a) ~ (d) に示した配向規制構造 28 のいずれかだけを用いることが好ましい。特に、図 19 (b) に示した配向規制構造 28 は簡便なプロセスで製造できるので好ましい。

40

【0156】

液晶表示装置 200' のように、無電極領域 15 に対応する領域に配向規制構造を設けなくとも、図 23 (a) ~ (c) に模式的に示したように、液晶表示装置 200 と同様の放射状傾斜配向が得られ、その耐応力性も実用上問題が無い。

【0157】

なお、配向規制構造 28 として、図 19 (b) に示したような凸部 22b を採用する場合には、図 24 (a) に示すように、凸部 22b によって液晶層 30 の厚さが規定される

50

構成、すなわち、凸部 2 2 b がセルギャップ（液晶層 3 0 の厚さ）を制御するスペーサとしても機能する構成としてもよい。このような構成を採用すると、液晶層 3 0 の厚さを規定するスペーサを別途に設ける必要がなく、製造プロセスを簡略化することができる利点がある。

【 0 1 5 8 】

ここでは、凸部 2 2 b は、円錐台状であり、基板 2 1 の基板面に対して 9 0 ° 未満のテーパー角 で傾斜した側面 2 2 b 1 を有している。このように、側面 2 2 b 1 が基板面に対して 9 0 ° 未満の角度で傾斜していると、凸部 2 2 b の側面 2 2 b 1 は、液晶層 3 0 の液晶分子 3 0 a に対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有することになり、放射状傾斜配向を安定させるように作用する。

10

【 0 1 5 9 】

スペーサとしても機能する凸部 2 2 b を用いても、図 2 4 ( a ) ~ ( c ) に模式的に示すように、液晶表示装置 2 0 0 ' と同様の放射状傾斜配向が得られる。

【 0 1 6 0 】

なお、図 2 4 ( a ) ~ ( c ) には、基板面に対して 9 0 ° 未満の角度で傾斜した側面 2 2 b 1 を有する凸部 2 2 b を示したが、基板面に対して 9 0 ° 以上の角度で傾斜した側面 2 2 b 1 を有する凸部 2 2 b であってもよい。放射状傾斜配向を安定化させる観点からは、側面 2 2 b 1 の傾斜角度が 9 0 ° を大きく超えないことが好ましく、9 0 ° 未満であることがさらに好ましい。傾斜角度が 9 0 ° を超える場合であっても、9 0 ° に近ければ（9 0 ° を大きく超えなければ）、凸部 2 2 b の傾斜側面 2 2 b 1 近傍の液晶分子 3 1 は、基板面に対してほぼ水平な方向に傾斜しているので、若干の擦れを発生させるだけで、エッジ部の液晶分子 3 1 の傾斜方向と整合をとりながら放射状傾斜配向する。ただし、図 2 5 に示すように、凸部 2 2 b の側面 2 2 b 1 が 9 0 ° を大きく超えて傾斜していると、凸部 2 2 b の側面 2 2 b 1 は、液晶層 3 0 の液晶分子 3 0 a に対して、斜め電界による配向規制方向と逆方向の配向規制力を有することになるので、放射状傾斜配向が不安定となることがある。

20

【 0 1 6 1 】

また、スペーサとしても機能する凸部 2 2 b としては、図 2 4 ( a ) および ( b ) に示した円錐台状のものに限定されない。例えば、図 2 6 に示すように、基板面に垂直な面内方向の断面形状が楕円の一部であるような（すなわち楕球の一部のような形状を有する）凸部 2 2 b を用いてもよい。図 2 6 に示した凸部 2 2 b においては、側面 2 2 b 1 の基板面に対する傾斜角（テーパー角）が液晶層 3 0 の厚さ方向に沿って変化するが、液晶層 3 0 の厚さ方向のどこの位置においても側面 2 2 b 1 の傾斜角は 9 0 ° 未満であるため、このような凸部 2 2 b も放射状傾斜配向を安定させる凸部として好適に用いることができる。

30

【 0 1 6 2 】

なお、上述したように上下の基板（TFT基板および対向基板）に接し、液晶層 3 0 の厚さを規定するスペーサとしても機能する凸部 2 2 b は、液晶表示装置の製造プロセスにおいて、上下のいずれの基板に形成されてもよい。いずれの基板に形成されていても、上下の基板が貼り合わされると、凸部 2 2 b は両方の基板に接し、スペーサとして機能するとともに、配向規制構造としても機能する。

40

【 0 1 6 3 】

また、サブ電極 1 4 a に対向する領域に設けられる凸部 2 2 b のすべてがスペーサとして機能する必要はない。一部の凸部 2 2 b を、スペーサとして機能する凸部 2 2 b よりも低く形成することによって、光漏れの発生を抑制できる。

【 0 1 6 4 】

続いて、本実施形態における液晶表示装置の種々の改変例を説明する。

【 0 1 6 5 】

図 2 7 ( a )、( b ) および図 2 8 に示す液晶表示装置 2 0 0 A および 2 0 0 B の TFT 基板 1 0 0 a は、3 つのサブ電極 1 4 a を有する絵素電極 1 4 を各絵素領域に備えている。絵素領域内に配置された 3 つのサブ電極 1 4 a のうち、2 つのサブ電極 1 4 a が透明

50

電極であり、残りの1つのサブ電極14aが反射電極である。各サブ電極14aの形状は、正方形である。また、液晶表示装置200Aおよび200Bの対向基板200bは、サブ電極14aに対向する領域に、配向規制構造として凸部(リブ)22を備えている。

【0166】

図27(a)に示す液晶表示装置200Aと、図27(b)に示す液晶表示装置200Bとは、対向基板200bが備える透明誘電体層29の構造が異なっている。具体的には、液晶表示装置200Aでは、図27(a)に示すように、透明誘電体層29が各絵素領域に個別に(独立に)形成されているのに対して、液晶表示装置200Bでは、図27(b)に示すように、透明誘電体層29は行方向D1に沿って隣接した絵素領域の透明誘電体層29と連続するように形成されている。図27(b)に示すように、透明誘電体層29を隣接した絵素領域の透明誘電体層29と連続するように形成すると、連続する方向において透明誘電体層29についてのアライメントマージンを考慮する必要がなくなるので、その方向について画素間隔を短くして開口率を向上することができ、また、生産性が向上する。

10

【0167】

図27(a)および(b)に示した液晶表示装置200Aおよび200Bでは、各絵素領域の反射領域Rは、行方向D1に沿って隣接した絵素領域の反射領域Rと隣接するように配置されている。これに対し、図29(a)、(b)、図30(a)および(b)に示す液晶表示装置200C、200D、200Eおよび200Fでは、各絵素領域の反射領域Rは、行方向D1に沿って隣接した絵素領域の反射領域Rと隣接するだけでなく、列方向D2に沿って隣接した絵素領域の反射領域Rとも隣接するように配置されている。

20

【0168】

図29(a)に示す液晶表示装置200Cでは、透明誘電体層29が各絵素領域の反射領域Rに個別に形成されているのに対して、図29(b)、図30(a)および(b)に示す液晶表示装置200D、200Eおよび200Fでは、透明誘電体層29は行方向D1および/または列方向D2に沿って隣接した絵素領域の透明誘電体層29と連続するように形成されているので、開口率および生産性を向上することができる。特に、図30(b)に示す液晶表示装置200Fでは、透明誘電体層29は、行方向D1に沿って隣接した絵素領域の透明誘電体層29および列方向D2に沿って隣接した絵素領域の透明誘電体層29と連続するように形成されているので、行方向D1および列方向D2の両方において、透明誘電体層29についてのアライメントマージンを考慮しなくてもよく、開口率および生産性を向上する効果が高い。

30

【0169】

図27~図30には、各絵素領域が等分割された構成、すなわち、サブ電極14aによって規定される領域(「サブ絵素領域」と呼ぶ)が同じサイズ・形状を有している構成を示したが、絵素領域を必ずしも等分割する必要はない。1つの絵素領域内の一部のサブ絵素領域のサイズ・形状を他のサブ絵素領域と異ならせてもよいし、透過領域Tと反射領域Rとでサブ絵素領域のサイズ・形状を異ならせてもよい。また、図27~図30には、サブ絵素領域が正方形であり、サブ絵素領域の縦横比が1:1の構成を示したが、サブ絵素領域の縦横比は必ずしも1:1である必要はない。

40

【0170】

図31(a)に示す液晶表示装置200Gは、反射領域R内に配置されたサブ電極14aが長方形であり、反射領域R内のサブ絵素領域が長方形である点において図27(a)に示した液晶表示装置200Aと異なっている。絵素領域の縦横比によっては、絵素領域内のすべてのサブ絵素領域の縦横比を1:1とすることが難しいことがあるが、図31(a)に示すように、一部のサブ絵素領域の形状を他のサブ絵素領域と異ならせる(例えば長方形とする)ことによって、複数のサブ電極14aを絵素領域内に最密に配置することができ、絵素領域内でのサブ電極14aの面積比率を高くして開口率を高くすることができる。なお、絵素領域の縦横比に応じて一部のサブ絵素領域のサイズ・形状を異ならせる場合、反射領域Rのサブ絵素領域のサイズ・形状を異ならせると、表示への影響が小さい

50

。反射領域 R は、セルギャップ（液晶層 30 の厚さ）が小さいのでともと応答特性に優れ、また、要求される表示品位も透過領域 T に比べて低いからである。

【0171】

図 31 (b) に示す液晶表示装置 200 I は、図 27 (a) に示す液晶表示装置 200 A の透過領域 T 内に配置された 2 つの正方形のサブ絵素領域（サブ絵素電極 14 a）を、縦横比の大きい（約 1 : 2）長方形のサブ絵素領域（サブ絵素電極 14 a）に置換したものに相当する。このように、縦横比の大きなサブ絵素領域（サブ電極 14 a）を用いることによって絵素領域内のサブ絵素領域（サブ電極 14 a）の数を減らすと、配向の安定性や応答速度は低下するものの、絵素領域内の無電極領域 15 の面積比率を低くすることができるので、開口率のさらなる向上を図ることができる。本願発明者の検討によると、縦横比が 1 : 2 程度のサブ電極 14 a を用いても実用上十分に安定な放射状傾斜配向が形成されることがわかった。

10

【0172】

また、絵素領域の形状によっては、図 32 (a) および (b) に示す液晶表示装置 200 J および 200 K のように、絵素領域内のすべてのサブ絵素領域（サブ絵素電極 14 a）を長方形とし、そのことによって開口率の向上を図ってもよい。図 32 (a) に示す液晶表示装置 200 J では、透過領域 T 内に配置された 2 つのサブ絵素領域（サブ電極 14 a）と反射領域 R 内に配置された 1 つのサブ絵素領域（サブ電極 14 a）のすべてが長方形である。また、図 32 (b) に示す液晶表示装置 200 K では、透過領域 T 内に配置された 1 つのサブ絵素領域（サブ電極 14 a）と反射領域 R 内に配置された 1 つのサブ絵素領域（サブ電極 14 a）のいずれもが長方形である。

20

【0173】

なお、図 27 ~ 図 32 には、透過領域 T と反射領域 R の面積比が約 2 : 1 である、透過モードの表示を優先した構成を示したが、反射モードの表示を優先する場合には、図 33 (a) および (b) に示す液晶表示装置 200 K および 200 L のように、反射領域 R の面積比率を透過領域 T の面積比率よりも高くしてもよいことは言うまでもない。

【0174】

図 33 (a) に示す液晶表示装置 200 K では、各絵素領域内に配置された 3 つの正方形のサブ電極 14 a のうちの 2 つが反射電極で、残りの 1 つが透明電極であり、透過領域 T と反射領域 R の面積比は約 1 : 2 である。

30

【0175】

図 33 (b) に示す液晶表示装置 200 L は、各絵素領域内に、透明電極である正方形のサブ電極 14 a と、反射電極である長方形（縦横比が約 1 : 2）のサブ電極 14 a とを 1 つずつ有しており、透過領域 T と反射領域 R の面積比は同じく約 1 : 2 である。

【0176】

また、透過領域 T の液晶層 30 の応答特性を向上するために、図 34 (a) に示す液晶表示装置 200 M のように、透過領域 T 内のサブ電極 14 を角部が鋭角化された形状としてもよいし、透過領域 T について配向安定性と透過率の両方を高くするために、図 34 (b) に示す液晶表示装置 200 N のように、透過領域 T 内のサブ電極 14 a を樽型（角部が略円弧状の略正方形）としてもよい。

40

【0177】

なお、本実施形態では、対向基板 200 b 上に配向規制構造を備えた液晶表示装置を説明したが、本願発明者が種々の構成を検討したところ、TF T 基板 100 a のサブ電極 14 a の中央部に凸部（リブ）を設けることによって、安定な放射状傾斜配向を形成されることがわかった。図 35 (a) に示すように、対向基板 200 b 上の、サブ電極 14 a に対向する領域に配向規制構造としての凸部 22 b を設けた場合、凸部 22 b の配向規制力は、無電極領域 15 のエッジ部に生成される斜め電界の配向規制力と整合している。これに対し、図 35 (b) に示すように、TF T 基板 100 a のサブ電極 14 a の中央部に凸部（リブ）18 を設けると、その配向規制力は、無電極領域 15 のエッジ部に生成される斜め電界の配向規制力とは一見整合しない。しかしながら、凸部 18 はその形状効

50

果によって強い配向規制力を発現するので、電圧印加時に、サブ電極 14 a 上の液晶分子 30 a は、無電極領域 15 のエッジ部周辺の液晶分子 30 a と配向が整合するようにねじれた準安定な状態をつくり出し、安定な放射状傾斜配向を形成し得る。

【0178】

(実施形態3)

図36を参照しながら、本実施形態における液晶表示装置300を説明する。液晶表示装置300は、図36に示すように、透過領域T内に配置されたサブ電極14aのエッジ部上の液晶層30の厚さdeが、そのサブ電極14aの中央部上の液晶層30の厚さdcよりも小さい点において、図1(a)および(b)に示した液晶表示装置100と異なっている。

10

【0179】

一般に、液晶分子30aの応答速度は、液晶層30の厚さ(セルギャップ)が小さいほど、電界の効果が強くなるために速くなり、液晶層30の厚さの二乗にほぼ比例する。そのため、本実施形態のように、サブ電極14aのエッジ部(外縁部)上の液晶層30の厚さdeが、サブ電極14aの中央部上の液晶層30の厚さdcよりも小さいと、サブ電極14aのエッジ部上の液晶分子30aの応答速度は、中央部上の液晶分子30aの応答速度よりも速くなる。エッジ部上の液晶分子30aは、放射状傾斜配向を形成するためのトリガーとなる液晶分子であるので、エッジ部上の液晶分子30aの応答速度が速くなると、液晶ドメインが速く形成され、結果として、液晶層30の、液晶ドメインを形成する領域全体の応答速度が速くなる。従って、本実施形態における液晶表示装置300は、優れた応答特性を有している。

20

【0180】

なお、セルギャップを絵素領域全体にわたって小さくすれば、勿論応答速度を速くすることができるが、その場合、液晶層30を通過する光に対して所定のリタデーションを与えるために液晶材料の屈折率異方性( $n$ )を大きくする必要がある。ところが、一般的な液晶材料では、屈折率異方性を大きくすると、粘性が高くなるので、セルギャップを小さくすることによる応答速度向上の効果が相殺されてしまう。従って、単純に絵素領域全体にわたって液晶層30の厚さを小さくしても、応答速度を向上する効果は十分には得られない。

【0181】

これに対し、本実施形態における液晶表示装置300では、絵素領域の一部(サブ電極14aのエッジ部に対応した領域)のセルギャップのみを小さくするので、液晶材料の屈折率異方性( $n$ )を大きくする必要はなく、応答速度を十分に向上することができる。

30

【0182】

応答速度を十分に向上するためには、サブ電極14aのエッジ部上の液晶層30の厚さdeと中央部上の液晶層30の厚さdcとの差が0.5 $\mu$ m以上であることが好ましく、1 $\mu$ m以上であることがより好ましく、1.5 $\mu$ m以上であることがさらに好ましい。

【0183】

なお、本実施形態では、透過領域Tについて、サブ電極14aのエッジ部上のセルギャップを中央部上のセルギャップよりも小さくしたが、反射領域Rについて、サブ電極14aのエッジ部上のセルギャップを中央部上のセルギャップよりも小さくしてもよいし、透過領域Tと反射領域Rの両方について、サブ電極14aのエッジ部上のセルギャップを中央部上のセルギャップよりも小さくしてもよい。ただし、反射領域Rはもともとセルギャップが小さい領域であるので、少なくとも透過領域Tについてエッジ部上のセルギャップを小さくすると、応答速度を向上する効果が高い。

40

【0184】

本実施形態では、図36に示すように、サブ電極14aのエッジ部の表面の高さを、中央部の表面の高さよりも高くすることによって、エッジ部上の液晶層30の厚さdeを中央部上の液晶層30の厚さdcよりも小さくしている。より具体的には、絵素電極14と透明基板11との間に層間絶縁膜19を設け、この層間絶縁膜19の表面の高さを局所的

50

に異ならせることによって、その上に形成されるサブ電極 14 a のエッジ部の表面の高さを中央部の表面の高さよりも高くしている。

【0185】

本実施形態における層間絶縁膜 19 は、液晶層 30 側の表面の高さが連続的に変化する第 1 の領域 19 a と、液晶層 30 側の表面の高さが実質的に一定な第 2 の領域 19 b を有しており、透過領域 T 内のサブ電極 14 a のエッジ部が第 1 の領域 19 a 上、中央部が第 2 の領域 19 b 上に位置している。

【0186】

層間絶縁膜 19 の第 1 の領域 19 a の傾斜角（基板 11 の表面に対する傾斜角）は、表示品位の観点からは小さいことが好ましい。第 1 の領域 19 a 上に形成された垂直配向膜は、その表面に対して液晶分子 30 a が垂直に配向するような配向規制力を有するので、第 1 の領域 19 a 上の液晶分子 30 a は基板 11 の表面に対して傾斜した方向に配向する。このとき、液晶分子 30 a の傾斜の程度は、第 1 の領域 19 a の傾斜角が大きいほど大きくなる。垂直配向膜による配向規制力は電圧の有無に拘らず作用するので、黒表示状態においては、第 1 の領域 19 a 上の傾斜した液晶分子 30 a に起因した光漏れが発生する。従って、層間絶縁膜 19 の第 1 の領域 19 a の傾斜角が大きすぎるとコントラスト比が低下してしまう。そのため、層間絶縁膜 19 の第 1 の領域 19 a の傾斜角は小さいことが好ましく、層間絶縁膜 19 はなだらかな傾斜を有する形状であることが好ましい。具体的には、層間絶縁膜 19 の第 1 の領域 19 a の基板 11 表面に対する傾斜角は、30°以下であることが好ましく、20°以下であることがさらに好ましい。

【0187】

なお、サブ電極 14 a の表面の高さがサブ電極 14 a の全体にわたって連続的に変化していると、液晶層 30 のリタレーションがサブ電極 14 a 上で一定でなくなるので、表示品位の低下を伴うことがある。また、その場合、位相差補償素子などを用いた位相差補償を好適に行うことも難しい。本実施形態のように、層間絶縁膜 19 が、液晶層 30 側の表面の高さが実質的に一定な第 2 の領域 19 b を有していると、そのような問題の発生を抑制できる。

【0188】

上述したようななだらかな傾斜を有する層間絶縁膜 19 は、例えば、感光性樹脂膜をフォトマスクを用いて露光して現像した後、熱処理により熱だれさせることによって形成することができる。具体的には、図 36 に例示した層間絶縁膜 19 の場合、まず、透明基板 11 の表面に感光性樹脂膜を形成し、次に、反射領域 R に相当する部分が未露光、透過領域 T に相当する部分が所定の露光量となるようにフォトマスクを用いて露光し、その後、現像して所定の温度で熱処理を行うことによって、図示したようななだらかな傾斜を有する形状が得られる。なお、上記の露光は、感光性樹脂膜の透過領域 T に相当する部分が現像時に完全に除去されないで残存するような露光量で行われる。このような露光は「ハーフ露光」とも呼ばれる。

【0189】

なお、本実施形態のように、サブ電極 14 a のエッジ部上のセルギャップが局所的に小さい構成を採用する場合には、円偏光を用いた表示モード、すなわち、液晶層 30 に入射する光が円偏光であり、液晶層 30 が円偏光を変調することによって表示を行う表示モードを用いることが好ましい。以下、図 37 を参照しながらその理由を説明する。図 37 は、電圧印加時のサブ電極 14 a のエッジ部近傍を拡大して示す断面図である。

【0190】

図 37 に示すように、サブ電極 14 a のエッジ部が傾斜した表面上に形成されていると、電圧印加時に、サブ電極 14 a 上のエッジ部上の液晶分子 30 a と、無電極領域 15 上の液晶分子 30 a との配向の連続性が悪くなることがある。そのため、エッジ部上の液晶分子 30 a は、電界効果によって一旦倒れ込んだ後、配向の連続性を保つために、図 37 中に矢印で示すように、配向の方位角をゆっくりと変化させる。従って、エッジ部近傍の液晶分子 30 a は、電圧印加時に 2 段階の応答挙動を示す。配向の方位角をゆっくりと変

10

20

30

40

50

化させる２段階目の応答は、直線偏光を用いる表示モードでは、透過率（輝度）の変化をもたらしてしまうので、サブ電極 14 a のエッジ部上のセルギャップを局所的に小さくすることによる応答速度向上の効果が十分に得られないことがある。これに対し、円偏光を用いる表示モードでは、液晶分子 30 a の方位角方向の変化が透過率にほとんど影響を与えないので、応答速度を向上する効果が高い。

【0191】

円偏光を用いた表示モードを採用するには、例えば、液晶層 30 の両側に円偏光板（例えば直線偏光板と / 4 板との組み合わせ）を設ければよい。

【産業上の利用可能性】

【0192】

本発明によると、広視野角特性を有し、表示品位が高く、高開口率で明るい表示が可能な透過反射両用型の液晶表示装置が提供される。

【0193】

本発明による液晶表示装置は、パーソナルコンピュータやテレビ、携帯情報端末等の種々の製品の表示部として好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0194】

【図1】本発明による液晶表示装置 100 の構造を模式的に示す図であり、(a) は上面図、(b) は (a) 中の 1B - 1B' 線に沿った断面図である。

【図2】行方向に沿って隣接した絵素領域に極性が異なる電圧が印加されている様子を模式的に示す図である。

【図3】液晶表示装置 100 の液晶層 30 に電圧を印加した状態を示す図であり、(a) は、配向が変化し始めた状態（ON初期状態）を模式的に示し、(b) は、定常状態を模式的に示している。

【図4】(a) ~ (d) は、電気力線と液晶分子の配向の関係を模式的に示す図である。

【図5】(a) ~ (c) は、液晶表示装置 100 における、基板法線方向から見た液晶分子の配向状態を模式的に示す図である。

【図6】(a) ~ (c) は、液晶分子の放射状傾斜配向の例を模式的に示す図である。

【図7】(a) および (b) は、本発明による他の液晶表示装置 100A および 100B を模式的に示す上面図である。

【図8】(a) および (b) は、本発明による他の液晶表示装置 100C および 100D を模式的に示す上面図である。

【図9】本発明による他の液晶表示装置 100E を模式的に示す上面図である。

【図10】本発明による他の液晶表示装置 100E を模式的に示す上面図である。

【図11】比較例の液晶表示装置 1000 を模式的に示す上面図である。

【図12】本発明による液晶表示装置が備える絵素電極を模式的に示す上面図である。

【図13A】行方向に沿って隣接した2つの絵素領域に同じ極性の電圧を印加したときの等電位線 E Q を模式的に示す図である。

【図13B】行方向に沿って隣接した2つの絵素領域に異なる極性の電圧を印加したときの等電位線 E Q を模式的に示す図である。

【図14】(a)、(b) および (c) は、本発明による液晶表示装置に用いられる駆動方法を説明するための図である。

【図15】本発明による他の液晶表示装置 100F を模式的に示す上面図である。

【図16】比較例の液晶表示装置 1100 を模式的に示す断面図である。

【図17】(a) および (b) は、比較例の液晶表示装置 1100 の段差の側面上における電気力線と液晶分子の配向の関係を模式的に示す図である。

【図18】本発明による液晶表示装置 100 の段差の側面上における電気力線と液晶分子の配向の関係を模式的に示す図である。

【図19】(a) ~ (e) は、配向規制構造 28 を有する対向基板 200b を模式的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図20】本発明による他の液晶表示装置200を模式的に示す図であり、(a)は上面図であり、(b)は(a)中の20B-20B'線に沿った断面図である。

【図21】液晶表示装置200の断面構造を模式的に示す図であり、(a)は電圧無印加状態を示し、(b)は配向が変化し始めた状態(ON初期状態)を示し、(c)は定常状態を示している。

【図22】本発明による他の液晶表示装置200'を模式的に示す図であり、(a)は上面図であり、(b)は(a)中の22B-22B'線に沿った断面図である。

【図23】液晶表示装置200'の断面構造を模式的に示す図であり、(a)は電圧無印加状態を示し、(b)は配向が変化し始めた状態(ON初期状態)を示し、(c)は定常状態を示している。

10

【図24】スペーサとしても機能する凸部(リブ)を備えた液晶表示装置の断面構造を模式的に示す図であり、(a)は電圧無印加状態を示し、(b)は配向が変化し始めた状態(ON初期状態)を示し、(c)は定常状態を示している。

【図25】基板面に対する傾斜角が90°を大きく超える側面を有する凸部を模式的に示す断面図である。

【図26】スペーサとしても機能する凸部の改変例を模式的に示す断面図である。

【図27】(a)は本発明による他の液晶表示装置200Aを模式的に示す上面図であり、(b)は本発明による他の液晶表示装置200Bを模式的に示す上面図である。

【図28】本発明による他の液晶表示装置200Aおよび200Bの断面構造を模式的に示す図であり、図27(a)および(b)中の28-28'線に沿った断面図に相当する

20

。【図29】(a)は本発明による他の液晶表示装置200Cを模式的に示す上面図であり、(b)は本発明による他の液晶表示装置200Dを模式的に示す上面図である。

【図30】(a)は本発明による他の液晶表示装置200Eを模式的に示す上面図であり、(b)は本発明による他の液晶表示装置200Fを模式的に示す上面図である。

【図31】(a)は本発明による他の液晶表示装置200Gを模式的に示す上面図であり、(b)は本発明による他の液晶表示装置200Hを模式的に示す上面図である。

【図32】(a)は本発明による他の液晶表示装置200Iを模式的に示す上面図であり、(b)は本発明による他の液晶表示装置200Jを模式的に示す上面図である。

【図33】(a)は本発明による他の液晶表示装置200Kを模式的に示す上面図であり、(b)は本発明による他の液晶表示装置200Lを模式的に示す上面図である。

30

【図34】(a)は本発明による他の液晶表示装置200Mを模式的に示す上面図であり、(b)は本発明による他の液晶表示装置200Nを模式的に示す上面図である。

【図35】(a)は対向基板上に凸部を設けた場合の配向状態を模式的に示す断面図であり、(b)はTF基板に凸部を設けた場合の配向状態を模式的に示す断面図である。

【図36】本発明による他の液晶表示装置300の構造を模式的に示す断面図である。

【図37】液晶表示装置300のサブ電極のエッジ部近傍を拡大して示す断面図である。

【符号の説明】

【0195】

11、21 透明基板

40

14 絵素電極

14a サブ電極

15 無電極領域

19 層間絶縁膜

22 対向電極

22b 凸部(リブ)

28 配向規制構造

29 透明誘電体層

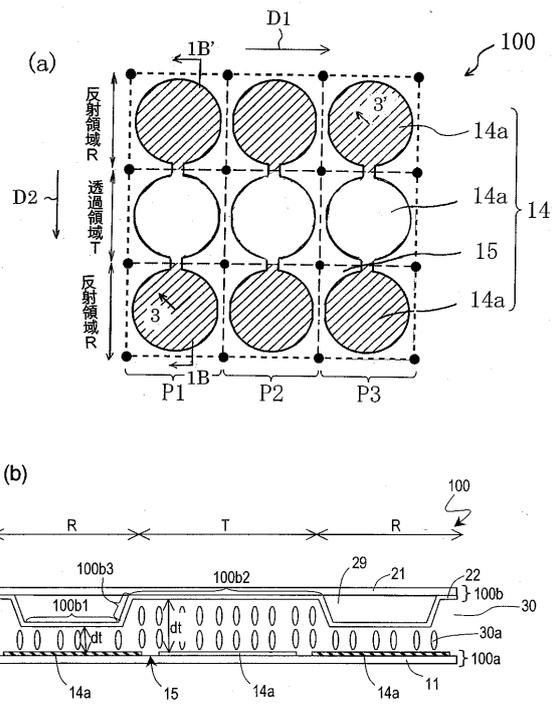
30 液晶層

30a 液晶分子

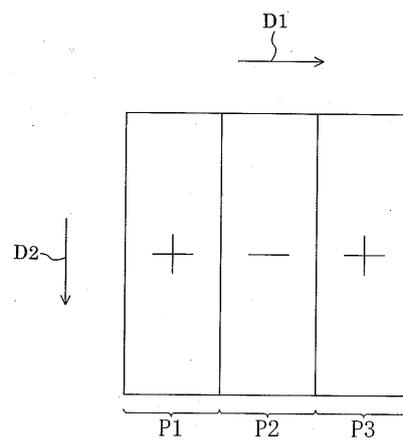
50

- 1 0 0、2 0 0、3 0 0 液晶表示装置
- 1 0 0 a、2 0 0 a T F T 基板
- 1 0 0 b、2 0 0 b 对向基板
- 1 0 0 b 1 上段面
- 1 0 0 b 2 下段面
- 1 0 0 b 3 侧面

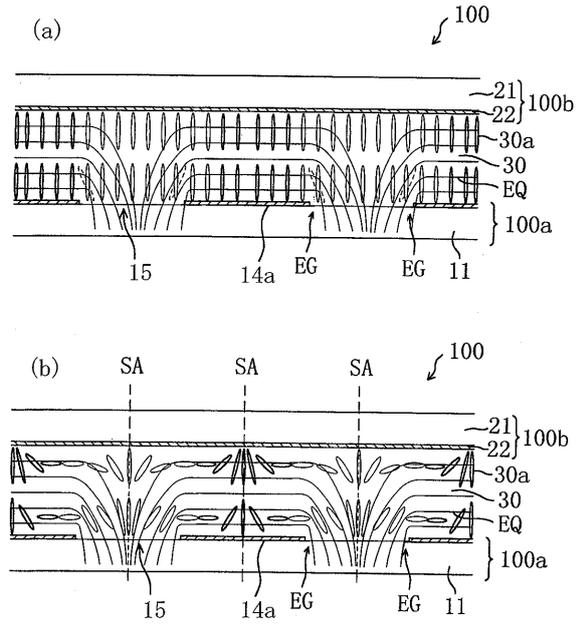
【图 1】



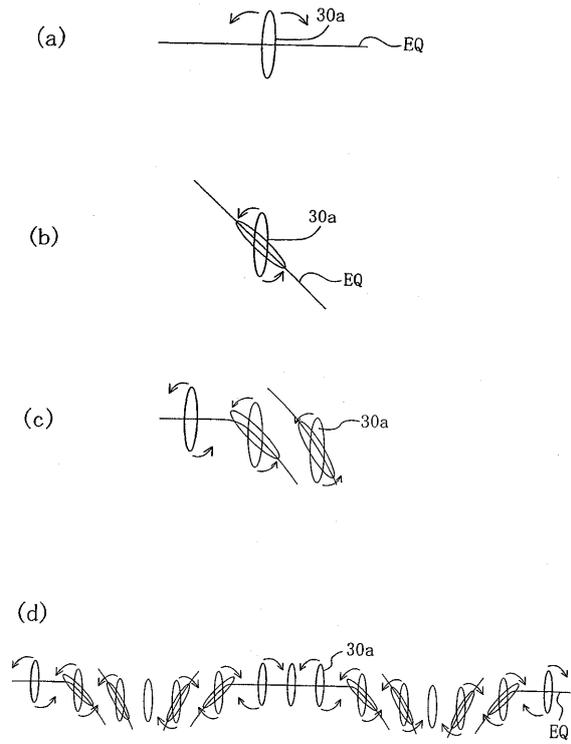
【图 2】



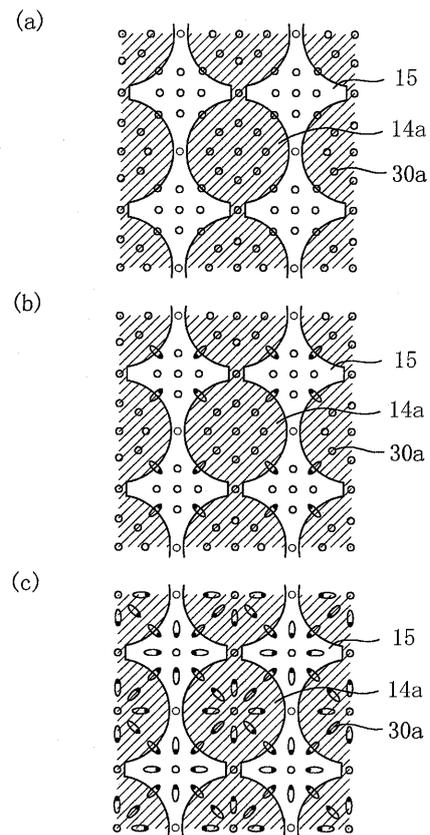
【 図 3 】



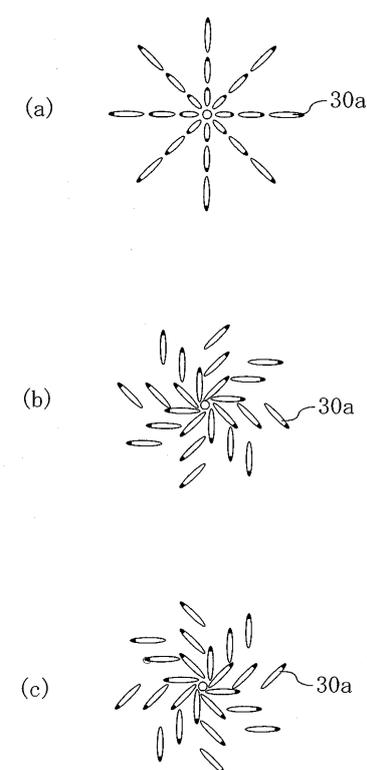
【 図 4 】



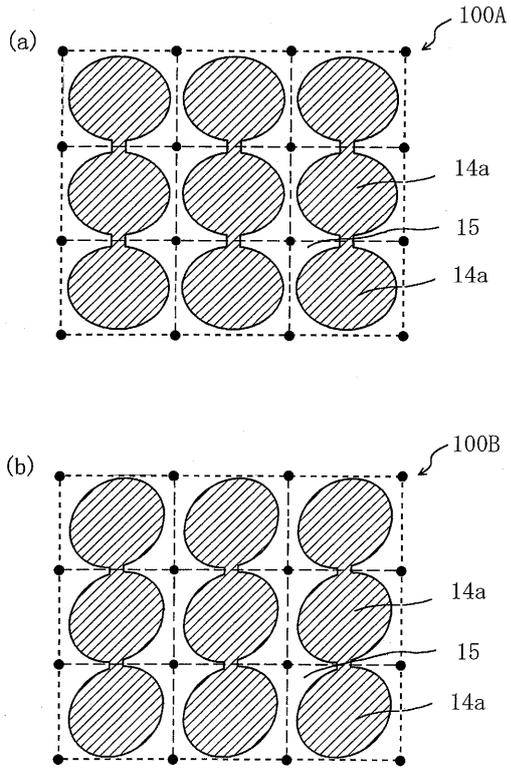
【 図 5 】



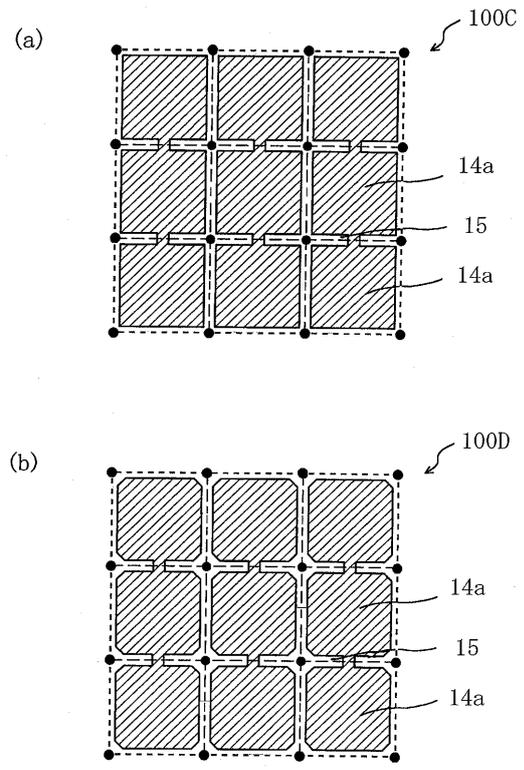
【 図 6 】



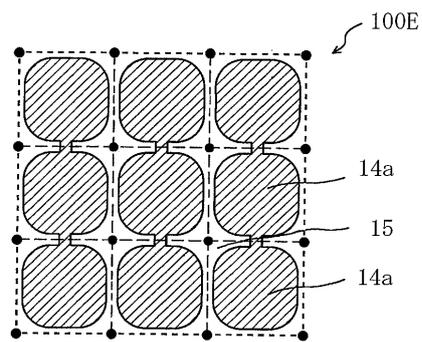
【 図 7 】



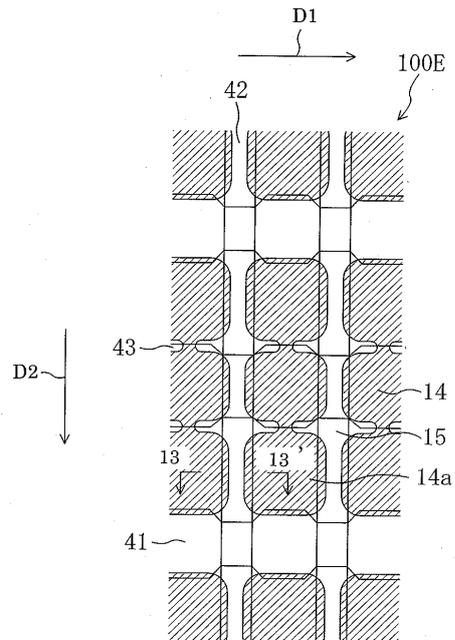
【 図 8 】



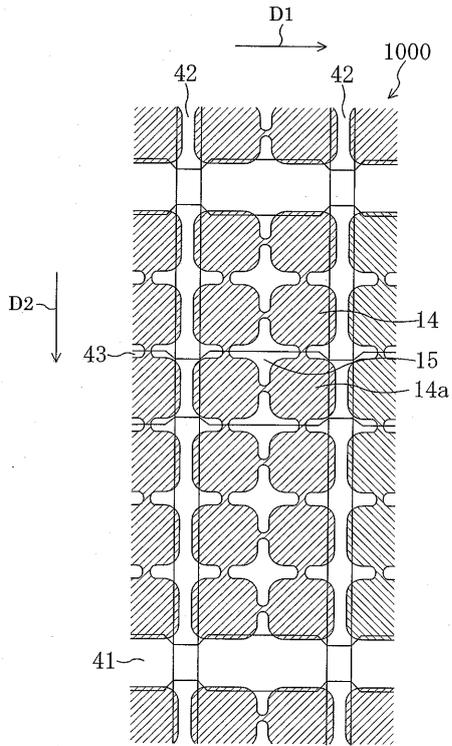
【 図 9 】



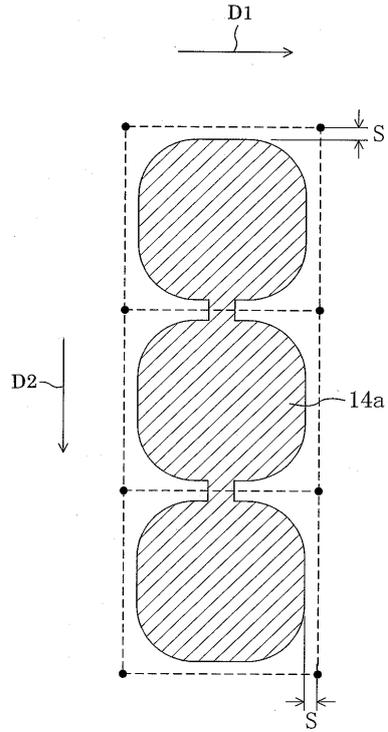
【 図 10 】



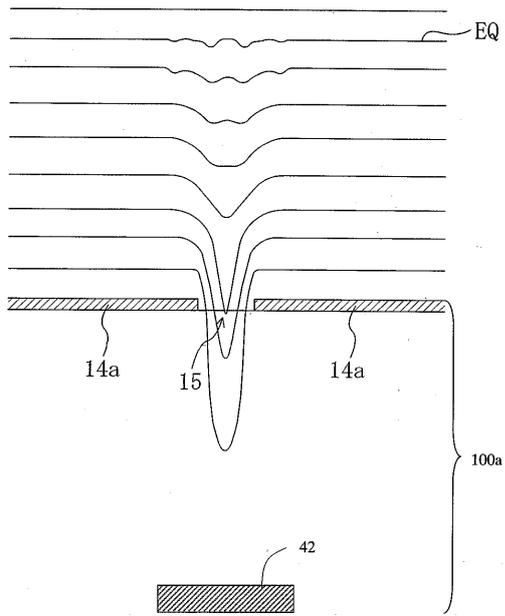
【図 1 1】



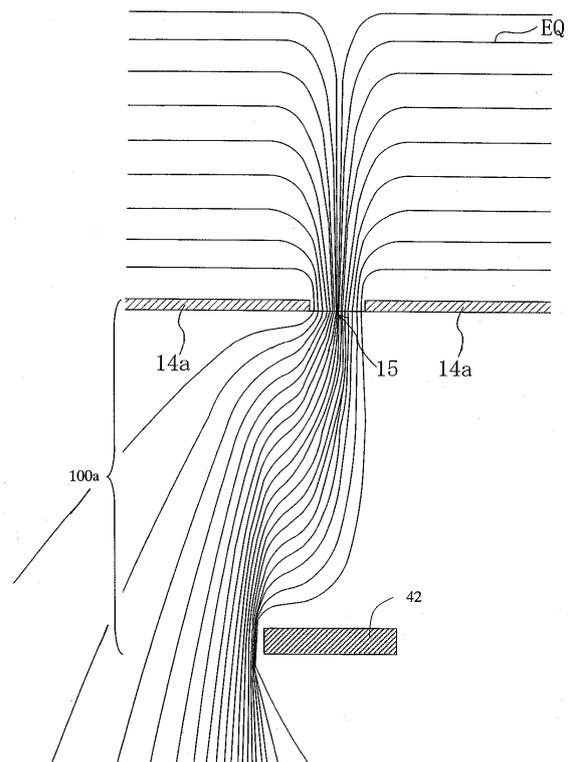
【図 1 2】



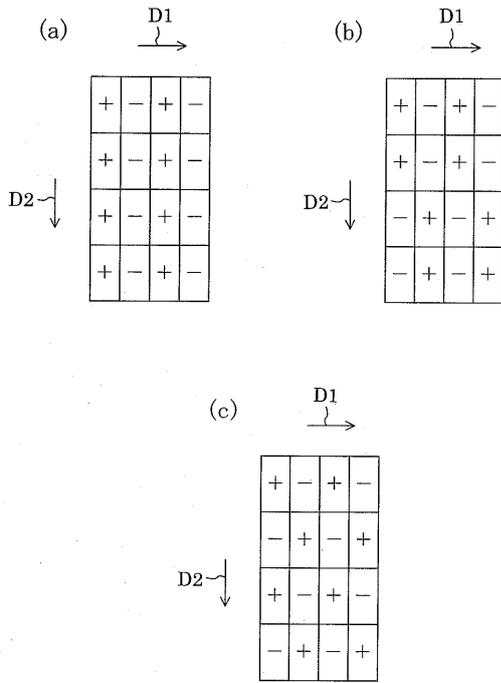
【図 1 3 A】



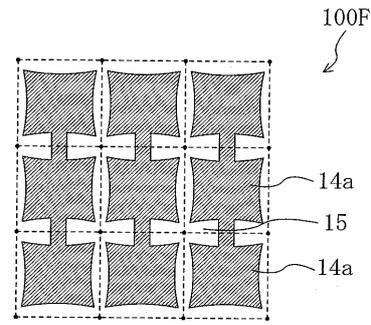
【図 1 3 B】



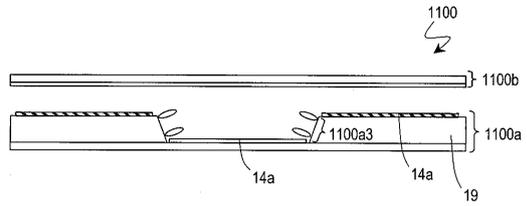
【 図 1 4 】



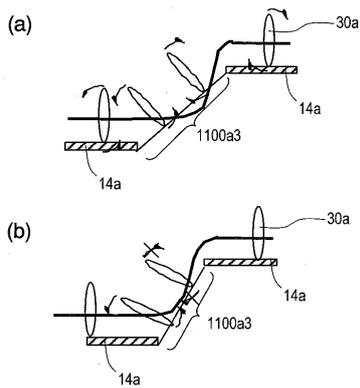
【 図 1 5 】



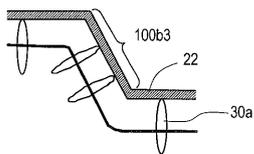
【 図 1 6 】



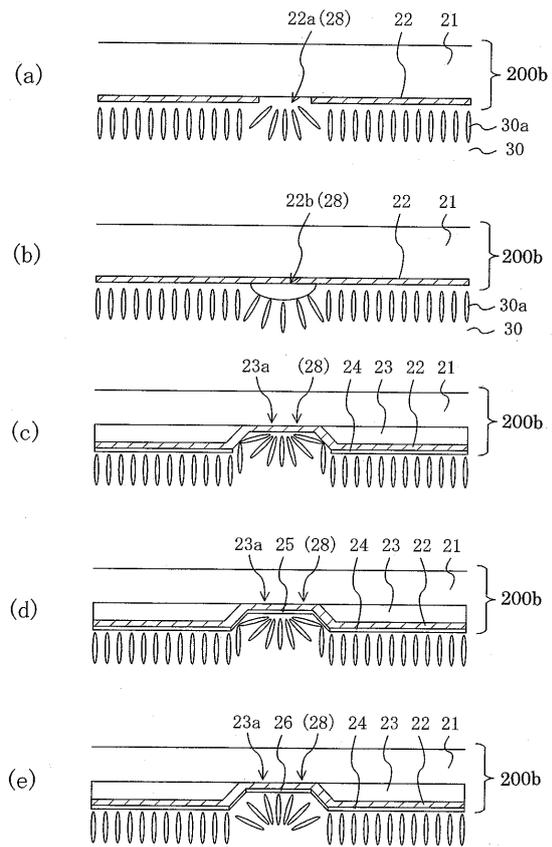
【 図 1 7 】



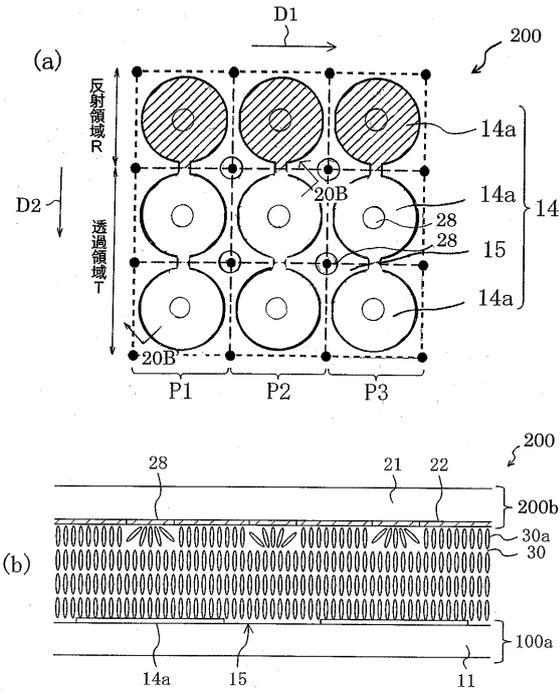
【 図 1 8 】



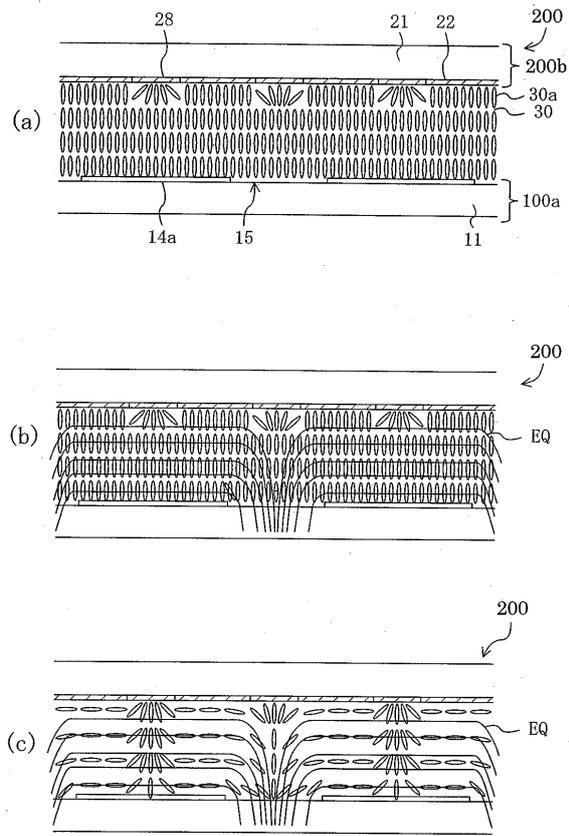
【 図 1 9 】



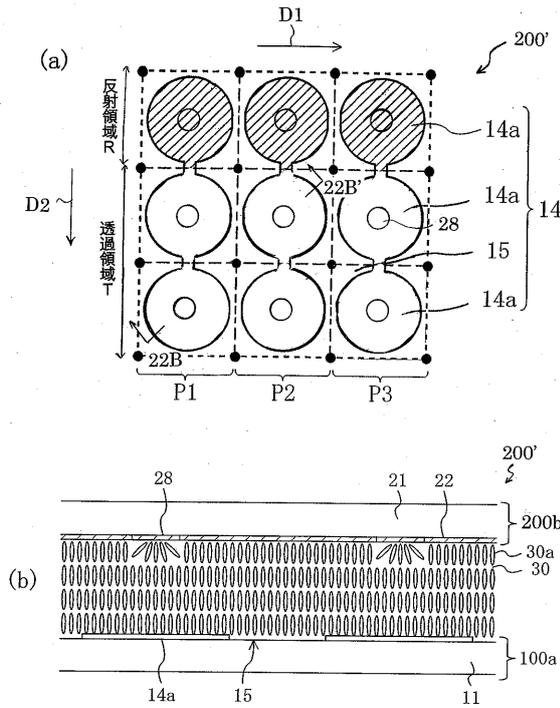
【図20】



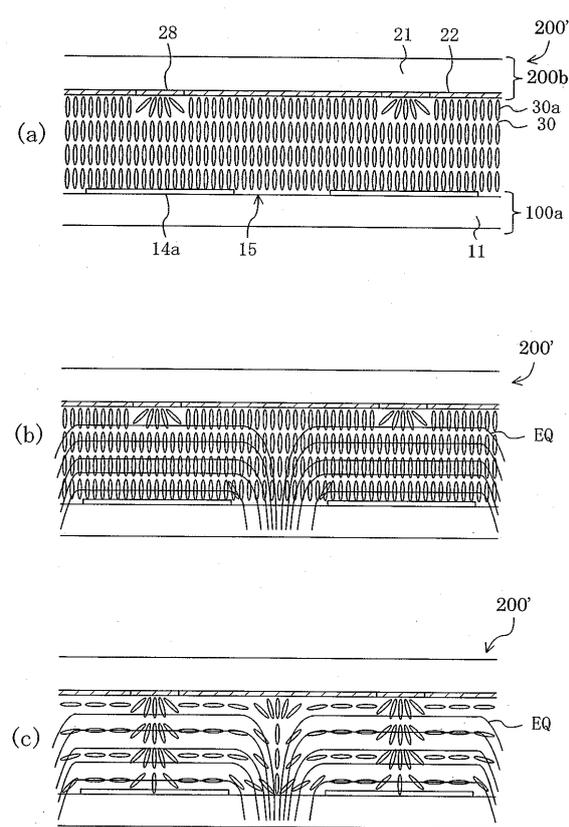
【図21】



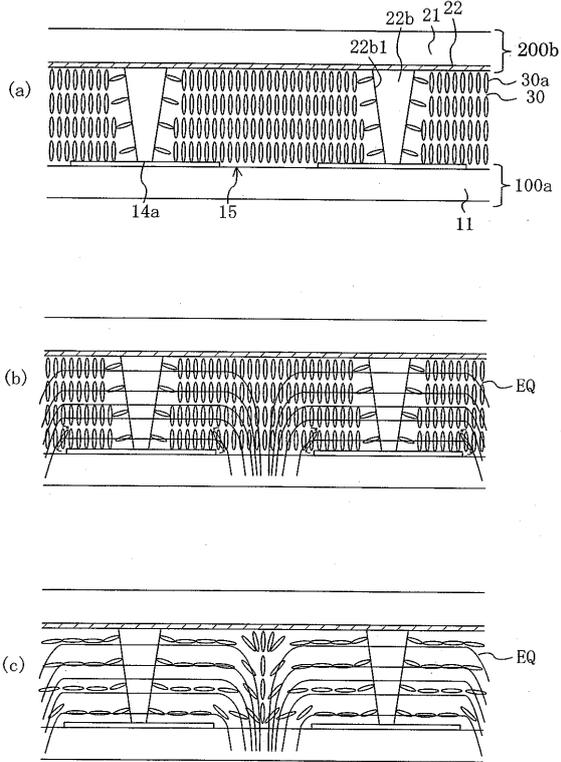
【図22】



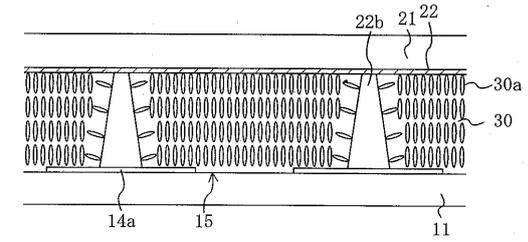
【図23】



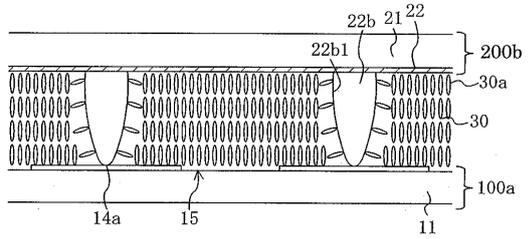
【 図 2 4 】



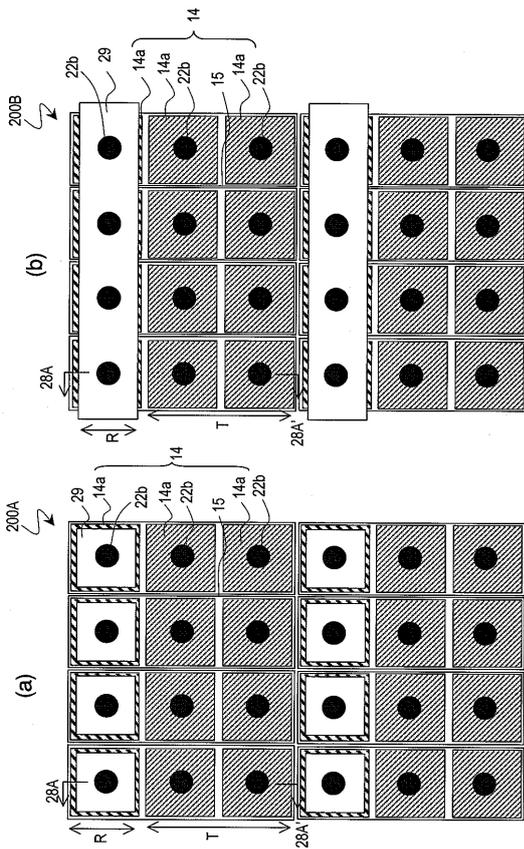
【 図 2 5 】



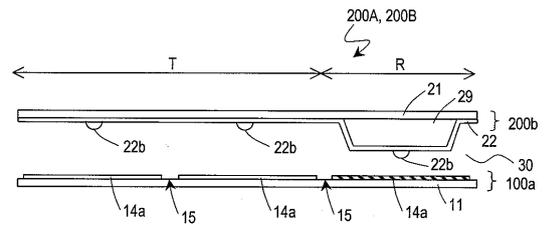
【 図 2 6 】



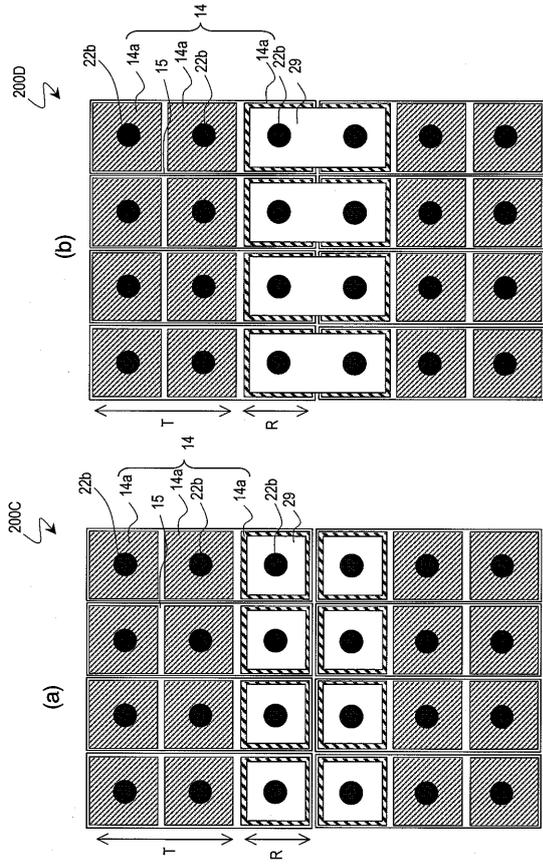
【 図 2 7 】



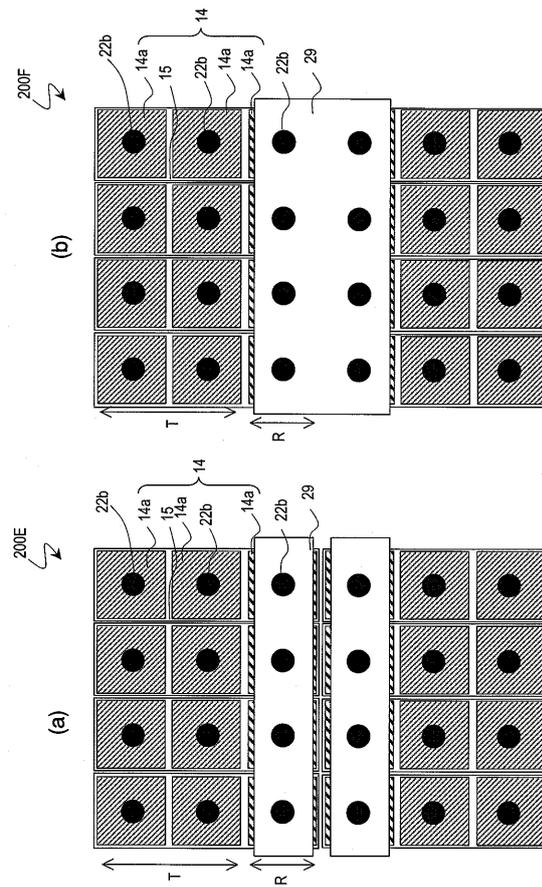
【 図 2 8 】



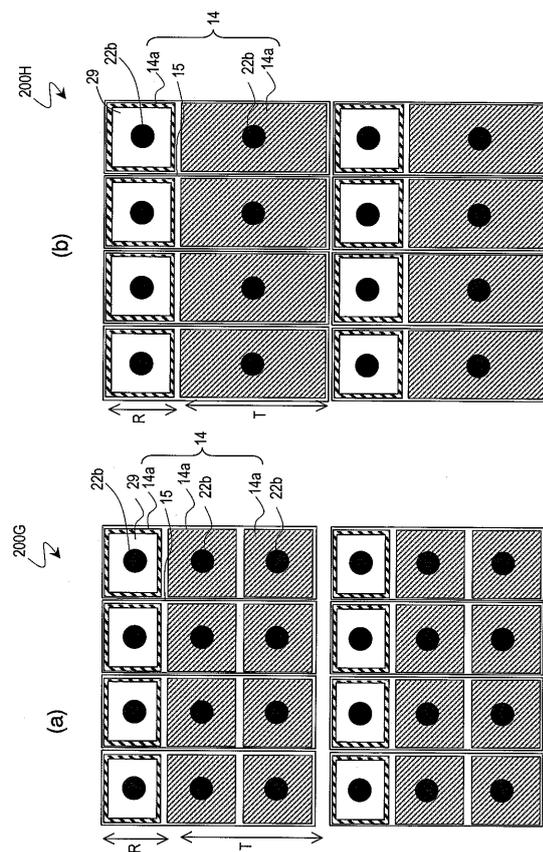
【 図 29 】



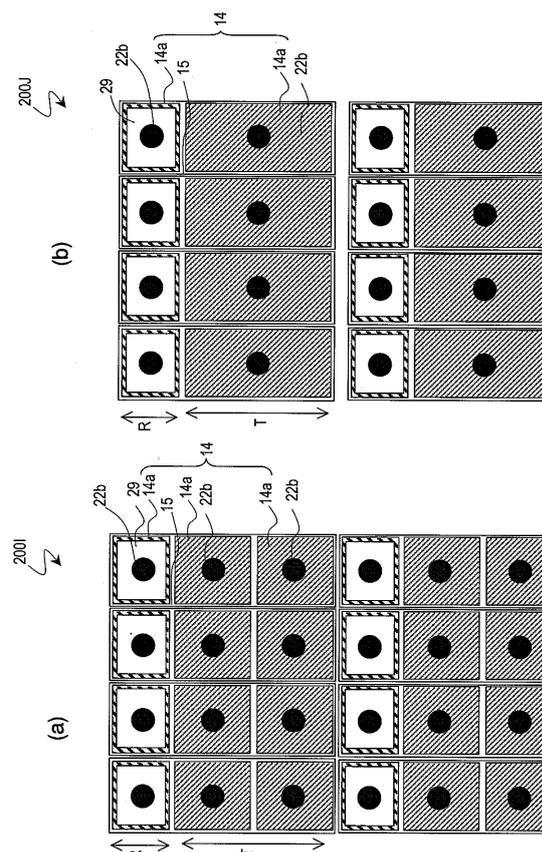
【 図 30 】



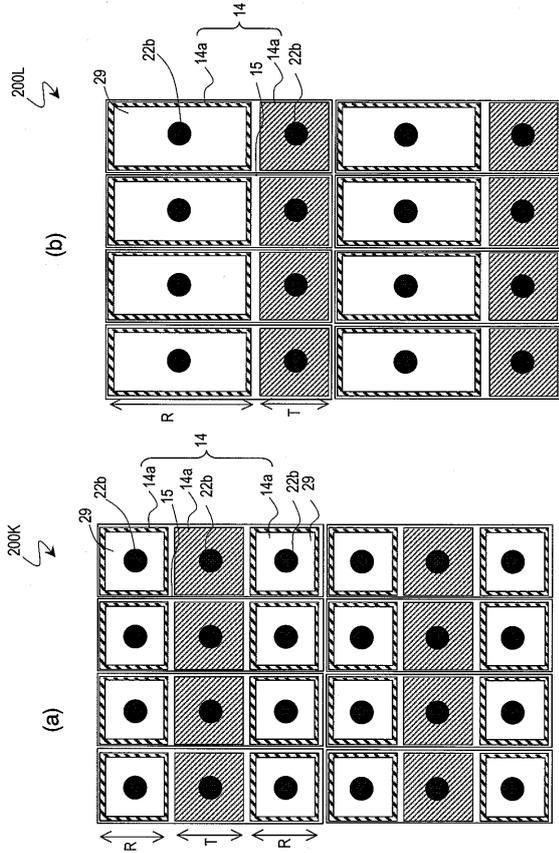
【 図 31 】



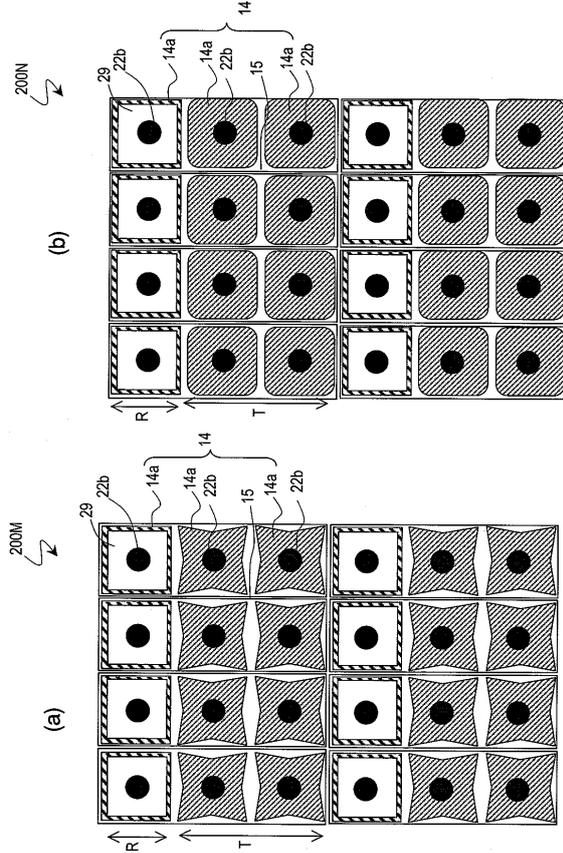
【 図 32 】



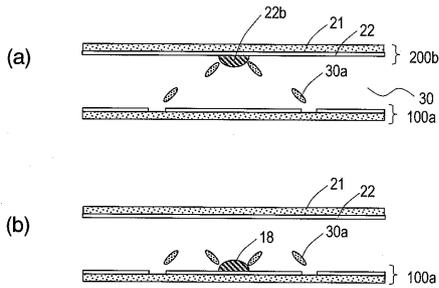
【 図 3 3 】



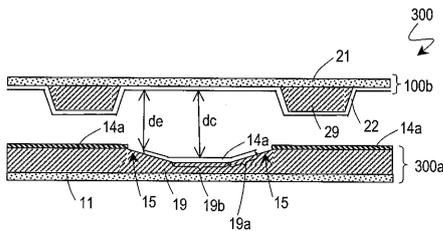
【 図 3 4 】



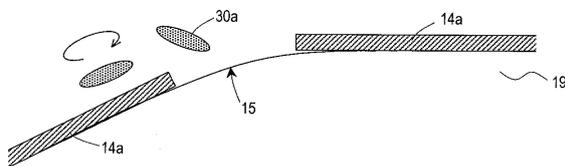
【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



【 図 3 7 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-295697(JP,A)  
特開平10-186330(JP,A)  
特開2002-287158(JP,A)  
特開2003-344836(JP,A)  
特開2003-315766(JP,A)  
特開2003-315803(JP,A)  
特開2001-221995(JP,A)  
特開2003-295177(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1343  
G02F 1/133  
G02F 1/1335  
G02F 1/1333  
G02F 1/1337