

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3875125号

(P3875125)

(45) 発行日 平成19年1月31日(2007.1.31)

(24) 登録日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int. Cl.

F I

GO2F 1/1337 (2006.01)  
 GO2F 1/1333 (2006.01)  
 GO2F 1/1335 (2006.01)  
 GO2F 1/1343 (2006.01)  
 GO2F 1/139 (2006.01)

GO2F 1/1337 505  
 GO2F 1/1337  
 GO2F 1/1333  
 GO2F 1/1335 520  
 GO2F 1/1343

請求項の数 24 (全 44 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-81048 (P2002-81048)  
 (22) 出願日 平成14年3月22日(2002.3.22)  
 (65) 公開番号 特開2003-167253 (P2003-167253A)  
 (43) 公開日 平成15年6月13日(2003.6.13)  
 審査請求日 平成16年7月28日(2004.7.28)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-112705 (P2001-112705)  
 (32) 優先日 平成13年4月11日(2001.4.11)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-285593 (P2001-285593)  
 (32) 優先日 平成13年9月19日(2001.9.19)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(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22番22号  
 (74) 代理人 100101683  
 弁理士 奥田 誠司  
 (72) 発明者 荻島 清志  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
 シャープ株式会社内  
 (72) 発明者 久保 真澄  
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
 シャープ株式会社内

審査官 右田 昌士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1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有し、

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た第2電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、

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、傾斜した側面を有する複数の第1凸部を前記液晶層側に有し、

前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧無印加状態において、実質的に垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態において、前記複数の第1凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる複数の第1液晶ドメインを含み、印加された電圧に応じて前記液晶層の配向状態が変化することによって表示を行う、液晶表示装置であって、

前記複数の絵素領域のそれぞれは、透過モードで表示を行う透過領域と、反射モードで表示を行う反射領域とを有し、前記透過領域の前記液晶層の厚さと前記反射領域の前記液晶層の厚さとは互いに異なっており、

前記第1基板および前記第2基板の少なくとも一方は、前記反射領域と前記透過領域との間に段差部を有し、前記段差部は、前記第1電極または前記第2電極によって覆われており、

前記透過領域に形成される第1液晶ドメインの配向と前記反射領域に形成される第1液晶ドメインの配向とが互いに連続する、液晶表示装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記複数の第 1 凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれ内に形成されている、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 3】

前記第 1 電極は複数の第 1 開口部を有し、前記複数の第 1 凸部は、前記複数の第 1 開口部内に形成されている、請求項 2 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 4】

前記第 2 基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して、傾斜した側面を有する少なくとも 1 つの第 2 凸部を前記液晶層側に有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも 1 つの第 2 凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第 2 液晶ドメインの少なくとも一部を含み、前記第 1 液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記第 2 液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している、請求項 2 または 3 に記載の液晶表示装置。

10

## 【請求項 5】

前記第 2 電極は、少なくとも 1 つの第 2 開口部を有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも 1 つの第 2 開口部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第 2 液晶ドメインを含み、前記第 1 液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記少なくとも 1 つの第 2 開口部を中心にした前記第 2 液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している、請求項 2 または 3 に記載の液晶表示装置。

20

## 【請求項 6】

前記第 2 電極は、少なくとも 1 つの第 2 開口部を有し、前記少なくとも 1 つの第 2 凸部は、前記少なくとも 1 つの第 2 開口部内に形成されている、請求項 4 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの第 2 凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれの外側に形成された複数の第 2 凸部を含む、請求項 4 または 6 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 8】

前記複数の第 1 凸部の前記第 1 基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有している、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の液晶表示装置。

30

## 【請求項 9】

前記複数の第 1 凸部の前記第 1 基板面に沿った断面形状は、略円形である、請求項 8 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 10】

前記複数の第 1 凸部の前記第 1 基板面に沿った断面形状は、互いに略直交する第 1 方向および第 2 方向に沿って延びる略十字形である、請求項 8 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 11】

前記第 1 基板および前記第 2 基板の外側に設けられた一対の偏光板をさらに有し、前記一対の偏光板は、前記一対の偏光板の一方の偏光軸が前記第 1 方向に平行に、かつ、前記一対の偏光板の他方の偏光軸が前記第 2 方向に平行になるように配置されている、請求項 10 に記載の液晶表示装置。

40

## 【請求項 12】

前記複数の第 1 開口部の前記第 1 基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有している、請求項 3 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 13】

前記少なくとも 1 つの第 2 凸部の前記第 2 基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有している、請求項 4、6 および 7 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 14】

前記少なくとも 1 つの第 2 開口部の前記第 2 基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有している、請求項 5 または 6 に記載の液晶表示装置。

50

## 【請求項 15】

前記複数の第1凸部の少なくとも一部の第1凸部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項1から14のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 16】

前記複数の第1開口部の少なくとも一部の第1開口部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項3に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 17】

前記少なくとも1つの第2凸部は複数の第2凸部であって、前記複数の第2凸部の少なくとも一部の第2凸部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項4、6、7および13のいずれかに記載の液晶表示装置。

10

## 【請求項 18】

前記少なくとも1つの第2開口部は複数の第2開口部であって、前記複数の第2開口部の少なくとも一部の第2開口部は、回転対称性を有するように配置されている、請求項5、6および14のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 19】

前記第1凸部および/または前記第2凸部の前記傾斜した側面の前記第1基板および/または前記第2基板の表面に対する角度は、 $5^\circ$ 以上 $85^\circ$ 以下である、請求項1から18のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 20】

前記複数の第1凸部のうちの少なくとも一部の第1凸部は、前記段差部によって囲まれている、請求項1から19のいずれかに記載の液晶表示装置。

20

## 【請求項 21】

前記透過領域の前記液晶層の厚さは、前記反射領域の液晶層の厚さよりも大きい、請求項1から20のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 22】

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アクティブ素子をさらに有し、

前記第1電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ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21のいずれかに記載の液晶表示装置。

30

## 【請求項 23】

前記第2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アクティブ素子をさらに有し、

前記第2電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ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1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21のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 24】

前記第1電極または前記第2電極は、透明電極と反射電極とを有し、前記段差部は、前記反射電極によって覆われている請求項1から23のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

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。

## 【0002】

## 【従来の技術】

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

50

れている。

【0003】

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)方式がある。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。

10

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

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一つではあるものの、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。

【0005】

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。

20

【0006】

一方、ラビング処理を行わずに配向制御を行う方法として、電極にスリット(開口部)を形成することによって、斜め電界を発生させ、その斜め電界によって液晶分子の配向方向を制御する方法も考案されている(例えば、特開平6-301036号公報および特開2000-47217号公報)。しかしながら、本願発明者が検討した結果、上記公報に開示されている方法では、電極の開口部に対応する液晶層の領域の配向状態が規定されておらず、液晶分子の配向の連続性が十分でなく、安定した配向状態を絵素の全体に亘って得ることが困難な結果、ざらついた表示となる。

30

【0007】

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、表示品位の高い液晶表示装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

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有し、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た第2電極とによって、それぞれが規定される複数の絵素領域を有し、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、傾斜した側面を有する少なくとも1つの第1凸部を前記液晶層側に有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧無印加状態において、実質的に垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第1凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第1液晶ドメインの少なくとも一部を含み、印加された電圧に応じて前記液晶層の配向状態が変化することによって表示を行う構成を備え、そのことによって上記目的が達成される。

40

【0009】

前記少なくとも1つの第1凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれ内に形成されている構成であってよい。

【0010】

50

前記少なくとも1つの第1凸部は複数の第1凸部であって、複数の絵素領域のそれぞれ内の液晶層は、電圧印加状態において、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の第1液晶ドメインを含む構成であってもよい。

【0011】

前記第1電極は少なくとも1つの第1開口部を有し、前記少なくとも1つの第1凸部は、前記少なくとも1つの第1開口部内に形成されている構成であってもよい。

【0012】

前記第2基板は、前記複数の絵素領域のそれぞれに対応して、傾斜した側面を有する少なくとも1つの第2凸部を前記液晶層側に有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第2凸部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第2液晶ドメインの少なくとも一部を含み、前記第1液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記第2液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している構成とすることが好ましい。

10

【0013】

前記第2電極は、少なくとも1つの第2開口部を有し、前記複数の絵素領域のそれぞれ内の前記液晶層は、電圧印加状態において、前記少なくとも1つの第2開口部を中心にした放射状傾斜配向状態をとる第2液晶ドメインを含み、前記第1液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向は、前記少なくとも1つの第2開口部を中心にした前記第2液晶ドメインにおける液晶分子の傾斜方向と連続している構成としてもよい。

【0014】

前記第2電極は、少なくとも1つの第2開口部を有し、前記少なくとも1つの第2凸部は、前記少なくとも1つの第2開口部内に形成されている構成であってもよい。

20

【0015】

前記少なくとも1つの第2凸部は、前記複数の絵素領域のそれぞれの外側に形成された複数の第2凸部を含む構成であってもよい。

【0016】

前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

【0017】

前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、略円形である構成であってもよい。

30

【0018】

前記少なくとも1つの第1凸部の前記第1基板面に沿った断面形状は、互いに略直交する第1方向および第2方向に沿って延びる略十字形である構成であってもよい。

【0019】

前記第1基板および前記第2基板の外側に設けられた一对の偏光板をさらに有し、前記一对の偏光板は、前記一对の偏光板の一方の偏光軸が前記第1方向に平行に、かつ、前記一对の偏光板の他方の偏光軸が前記第2方向に平行になるように配置されている構成であってもよい。

【0020】

前記少なくとも1つの第1開口部の前記第1基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

40

【0021】

前記少なくとも1つ第2凸部の前記第2基板面に沿った断面形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

【0022】

前記少なくとも1つの第2開口部の前記第2基板の法線方向から見た形状は、回転対称性を有していることが好ましい。

【0023】

前記少なくとも1つの第1凸部は複数の第1凸部であって、前記複数の第1凸部の少なく

50

とも一部の第1凸部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

【0024】

前記少なくとも1つの第1開口部は複数の第1開口部であって、前記複数の第1開口部の少なくとも一部の第1開口部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

【0025】

前記少なくとも1つ第2凸部は複数の第2凸部であって、前記複数の第2凸部の少なくとも一部の第2凸部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

【0026】

前記少なくとも1つの第2開口部は複数の第2開口部であって、前記複数の第2開口部の少なくとも一部の第2開口部は、回転対称性を有するように配置されていることが好ましい。

10

【0027】

前記第1凸部および/または前記第2凸部の前記傾斜した側面の前記第1基板および/または前記第2基板の表面に対する角度は、5°以上85°以下であることが好ましく、50°以下であることがさらに好ましい。

【0028】

前記複数の絵素領域のそれぞれは、前記液晶層の厚さが互いに異なる複数の領域を有し、前記第1基板および前記第2基板の少なくとも一方は、前記複数の領域間に段差部(境界部)を有し、前記段差部は、前記第1電極または前記第2電極によって覆われている構成としてもよい。このとき、前記少なくとも1つの第1凸部のうちの少なくとも一部の第1凸部は、前記段差部によって囲まれていることが好ましい。

20

【0029】

上記の構成は、前記第1電極は透明電極と反射電極とを有し、前記複数の絵素領域のそれぞれは、透過モードで表示を行う透過領域と、反射モードで表示を行う反射領域とを有し、前記透過領域の前記液晶層の厚さは、前記反射領域の液晶層の厚さよりも大きい構成を備える液晶表示装置において、特に効果的である。

【0030】

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アクティブ素子をさらに有し、前記第1電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ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構成を採用することができる。対向電極は、典型的には、表示領域全体に亘る単一の電極として形成される。

30

【0031】

前記第2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アクティブ素子をさらに有し、前記第2電極は、前記複数の絵素領域毎に設けられ、前記アクティブ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1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構成を採用することもできる。

【0032】

以下、作用を説明する。

40

【0033】

本発明による液晶表示装置は、電圧無印加時に液晶層が実質的に垂直配向状態をとる垂直配向モードの液晶表示装置である。垂直配向型の液晶層は、典型的には、負の誘電異方性を有するネマチック液晶を垂直配向膜で配向させることによって得られる。液晶層を挟持するように配置されている一对の基板の一方(例えばTF-T基板)には、傾斜側面を有する複数の凸部が設けられている。液晶分子は凸部の傾斜側面(典型的には垂直配向膜で覆われている)の表面に対して垂直に配向するので、凸部の周辺に存在する液晶分子は、凸部を中心に放射状に傾斜する。凸部の傾斜側面の近傍の液晶分子以外の大部分の液晶分子は、垂直配向状態にある。

【0034】

50

この液晶層に電圧を印加すると、凸部の傾斜側面の影響（配向規制力、いわゆるアンカリング効果）を受けて傾斜した液晶分子の配向方向と整合する方向に、液晶分子は倒れる。液晶分子が倒れる程度（傾斜角）は電界の強さに依存し、電界が強いほど大きく倒れ、液晶分子の配向方向は水平に近づく。液晶分子が倒れる方向は、凸部の傾斜側面のアンカリング効果によって凸部を中心に放射状に傾斜配向した方向なので、電圧印加時には、液晶層に放射状傾斜配向状態の液晶ドメインが形成される。放射状傾斜配向状態の液晶ドメインにおいて、液晶分子の配向方向は、全方位角方向に分布しているので、液晶表示装置の視野角特性を全方位について改善することができる。

**【0035】**

上述の複数の凸部は、それぞれの絵素領域の液晶層に放射状傾斜配向ドメインを形成するように、絵素領域に対応して設けられる。例えば、それぞれの絵素領域内に少なくとも1つの凸部を形成し、絵素領域内の液晶層に凸部を中心とした放射状傾斜配向ドメインが形成される。あるいは、絵素領域の周辺（例えば、ソース配線やゲート配線等に対応する領域）に複数の凸部を形成し、絵素領域内の液晶層が、それぞれの凸部を中心に形成される複数の放射状傾斜配向ドメインの一部分の集合で構成されるようにしても良い。勿論、上記2つの構成を組み合わせても良い。

10

**【0036】**

本発明の液晶表示装置においては、凸部の傾斜側面の配向規制力を利用して放射状傾斜配向ドメインを形成している。傾斜側面の配向規制力は、電圧無印加時にも作用するので、例えば液晶表示装置に衝撃が加わり液晶層の配向が乱れても、液晶材料に対する外力がなくなれば、凸部を中心に放射状傾斜配向が再構築される。この点において、開口部（スリット）を有する電極によって生成される斜め電界を利用して放射状傾斜配向を形成する構成に比べ、優位性を有している。

20

**【0037】**

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方向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方向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。従って、凸部は、それぞれの絵素領域内の液晶分子が全ての方位角方向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。

30

**【0038】**

凸部の基板面に沿った断面形状を回転対称性を有する形状とすることによって、視野角特性を全方位に亘って均一にすることができる。断面形状は、2回回転対称性以上、さらには4回回転対称性以上の高次の回転対称性（例えば正方形や円形）を有することが好ましい。

**【0039】**

また、凸部の傾斜側面の面積が大きいほど、液晶分子に対する配向規制力が大きくなる。例えば、凸部の断面形状を略十字形とすると、傾斜側面の面積を比較的大きくすることができ、液晶分子に対する配向規制力を比較的大きくすることができる。そのため、放射状傾斜配向をさらに安定化し、応答速度を向上させることができる。さらに、断面形状が略十字形である構成を採用する場合には、クロスニコル状態に配置される一对の偏光板の偏光軸方向と、十字の延びる方向（互いに略直交する2つの方向）とを一致させることによって透過率やコントラスト比を向上させることができる。

40

**【0040】**

また、複数の凸部を設ける構成においては、複数の凸部を回転対称性を有するように（例えば正方格子状に）配置することによって、放射状傾斜配向をとる液晶ドメインを均一に配置することができる。

**【0041】**

凸部の傾斜側面によるアンカリング効果とともに、開口部を備えた電極による斜め電界による配向規制力を利用することによって、液晶分子の配向をさらに安定化することができ

50

る。電極に設けられた開口部内に凸部を形成すると、斜め電界による配向規制方向が傾斜側面による配向規制方向と一致するので、液晶分子を安定に放射状傾斜配向させることができる。開口部の法線方向から見た形状も回転対称性を有していることが好ましく、凸部の断面形成と同じ（互いに相似の関係）であることが好ましい。勿論、凸部と異なる位置に開口部を設けてもよい。但し、複数の開口部を配置する場合には、回転対称性を有するように配置することが好ましい。また、凸部と開口部との配置は相補的に回転対称性を有する1つの配置をとることが好ましい。例えば、開口部を凸部に置き換えた場合に、置換された凸部を含む複数の凸部が回転対称性を有するように配置されることが好ましい。

#### 【0042】

絵素領域内に複数の凸部および/または開口部を設ける場合、これらの全てが絵素領域全体に亘って回転対称性を有するように配置される必要は必ずしも無く、例えば正方格子（4回回転対称性）を最小単位とし、それらの組合せによって絵素領域が構成されれば、絵素領域全体に亘って液晶分子を全ての方位角方向に対して実質的に同等の確率で配向させることができる。すなわち、回転対称性（または軸対称性）を有するように配列された液晶ドメイン（例えば、正方格子状に配列された複数の液晶ドメイン）の集合体として絵素領域の液晶層が形成されればよい。

#### 【0043】

本願発明の液晶表示装置においては、上述の凸部およびまたは開口部が形成された一方の基板に液晶層を介して対向するように配設された他方の基板（例えば対向基板またはカラーフィルタ基板）に、上記と同様に凸部および/または開口部を設けることによって、液晶分子の配向をさらに安定化することができる。他方の基板の液晶層側に設けられる凸部および/または開口部が有する配向規制力によって、電圧印加時に、放射状傾斜配向状態の液晶ドメインが形成される。

#### 【0044】

他方の基板の凸部および/または開口部を中心とした放射状傾斜配向と、一方の基板の凸部および/または開口部を中心とした放射状傾斜配向が互いに連続となるように形成することが好ましい。そのためには、基板に垂直な方向から見たときに、一方の基板の凸部および/または開口部と、他方の基板の凸部および/または開口部とは互いに重ならないように配置されることが好ましい。それぞれは、上述したように回転対称性を有するように配置されることが好ましい。従って、例えば、それぞれが正方格子状に配置されている場合、一方の基板の凸部および/または開口部が形成する複数の正方格子のそれぞれの中心に、他方の基板の凸部および/または開口部が形成する正方格子の格子点が位置するように、それぞれの基板の凸部および/または開口部を配置することが好ましい。勿論、一方の基板と他方の基板は、互いに入れ替わっても良い。

#### 【0045】

なお、凸部に対応する領域は光漏れを生じることがあるので、絵素領域の周辺部（例えば、走査配線や信号配線に対応する領域）に設けたり、あるいは、絵素領域内の光を通さない補助容量配線等に対応する領域に設けることが好ましい。このような場所に凸部を設けると、表示品位の低下を抑制することができる。

#### 【0046】

本発明による液晶表示装置は、少なくとも一方の基板（例えばTFT基板またはカラーフィルタ基板）に凸部を有しているので、電圧印加時に放射状傾斜配向状態をとる安定な液晶ドメインを垂直配向型の液晶層に形成することができる。

#### 【0047】

特に、それぞれの絵素領域に透過領域と反射領域とを有する透過反射両用型液晶表示装置（例えば、特開平11-101992号公報参照）のように、1つの絵素領域内に厚さの異なる液晶層を有する、いわゆるマルチギャップ方式の液晶表示装置においては、液晶分子の配向が段差の影響を受けて乱れやすいので、斜め電界の配向規制力だけでは十分に安定な放射状傾斜配向の液晶ドメインを形成することが難しい。しかしながら、本発明によると、段差を覆うように電極を形成し、段差による液晶分子の配向の不連続性を電界の効

10

20

30

40

50



果によって抑制しつつ、且つ、適当な傾斜側面を有する凸部を設け、その表面の配向規制力によって、放射状傾斜配向の中心を形成すると、安定な放射状傾斜配向を実現することができる。特に、電極で覆われた段差部によって凸部が囲まれていると、段差による液晶分子の配向の不連続性が効果的に抑制される。

【0048】

本発明によると液晶表示装置の視野角特性が改善されるので、特に、アクティブマトリクス型液晶表示装置に適用することによって、非常に高品位の表示が実現される。

【0049】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

10

【0050】

(実施形態1)

本発明による液晶表示装置は、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や単純マトリクス型液晶表示装置に適用することができる。また、以下では、透過型液晶表示装置を例に本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれに限られず、透過反射両用型液晶表示装置や反射型液晶表示装置に適用することができる。

【0051】

20

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」が1つの「画素」に対応する。絵素領域は、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と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、列電極と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。

【0052】

30

図1(a)および(b)を参照しながら、本発明による実施形態1の液晶表示装置100の1つの絵素領域の構造を説明する。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。図1(a)は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。

【0053】

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。)10と、対向基板(「カラーフィルタ基板」とも呼ぶ)20と、TFT基板10と対向基板20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31は、負の誘電率異方性を有し、TFT基板10および対向基板20の液晶層30側の表面に設けられた垂直配向膜(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31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。

40

【0054】

液晶表示装置100のTFT基板10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12とを有している。対向基板20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を介して互い

50

に対向するように配置された絵素電極 1 2 と対向電極 2 2 とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層 3 0 の配向状態が変化する。液晶層 3 0 の配向状態の変化に伴い、液晶層 3 0 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。

【 0 0 5 5 】

液晶表示装置 1 0 0 が有する絵素電極 1 2 の中央に凸部 1 6 が形成されている。凸部 1 6 は、傾斜側面 1 6 s と頂面 1 6 t とを有する円錐台である。傾斜側面 1 6 s は、絵素電極 1 2 の表面（基板 1 1 の表面に平行）に対して、角度  $\theta$  で傾斜している。頂面 1 6 t はなくてもよく、凸部 1 6 は、円錐であってもよい。

【 0 0 5 6 】

この凸部 1 6 の表面は垂直配向性を有しており（典型的には、凸部 1 6 を覆うように垂直配向膜（不図示）が形成されている。）、図 1（b）に示したように、液晶分子 3 1 は、傾斜側面 1 6 s および頂面 1 6 t のアンカリング効果によって、これらに対してほぼ垂直に配向する。凸部 1 6 の基板 1 1 の面に沿った断面形状は、円形であるので（図 1（a）参照）、凸部 1 6 の周辺の液晶分子は、凸部 1 6 を中心に放射状に傾斜配向する。他の大部分の液晶分子 3 1 は、垂直配向状態にある。

10

【 0 0 5 7 】

このような状態の液晶層 3 0 に電圧を印加すると、凸部 1 6 の傾斜側面 1 6 s のアンカリング効果によって形成された放射状傾斜配向と整合するように、他の液晶分子 3 1 が傾斜するので、放射状傾斜配向状態の液晶ドメインが形成される。この様子を図 2（a）および（b）を参照しながら説明する。ここで、液晶分子 3 1 は、電圧印加状態においては、放射状に且つ傾斜して配向している。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の領域を液晶ドメインと称することにする。

20

【 0 0 5 8 】

図 2 は、1つの絵素領域に複数の凸部 1 6 を有する液晶表示装置 1 1 0 の部分断面図である。図 2（a）は電圧無印加時、図 2（b）は電圧印加時（中間調電圧）の液晶分子 3 1 の配向状態を模式的に示している。

【 0 0 5 9 】

図 2（a）に示したように、電圧無印加時においては、液晶分子 3 1 は、凸部 1 6 の近傍の液晶分子 3 1 だけが、凸部 1 6 の中心を対称軸 S A として放射状に傾斜配向している。この液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 2（b）に示したように、絵素領域内の他の液晶分子が、凸部 1 6 を中心として放射状傾斜配向に整合するように配向し、液晶ドメインを形成する。図 2（b）には、2つの凸部 1 6 の中心をそれぞれ対称軸 S A とする2つの液晶ドメインと、2つの凸部 1 6 の中央に対称軸 S B を有する1つの液晶ドメインが形成されている。隣接する凸部 1 6 の中央に対称軸 S B を有する液晶ドメインを安定に形成するためには、複数の凸部 1 6 を回転対称性を有するように配置することが好ましい。例えば、4つの凸部 1 6 が正方格子を形成するように配置することによって、4つの凸部 1 6 の中心に対称軸 S B を有する放射状傾斜配向状態の液晶ドメインを安定に形成することができる。このように、本発明の液晶表示装置の液晶層に形成される放射状傾斜配向をとる液晶ドメイン間の液晶分子 3 1 の配向は連続であり、その結果、非常に安定な放射状傾斜配向を実現することができる。

30

40

【 0 0 6 0 】

なお、円錐台形の凸部 1 6 を例示したが、凸部 1 6 の基板 1 1 の面に沿った断面形状は円形に限られないが、安定な放射状傾斜配向の液晶ドメインを形成するためには、回転対称性を有する断面形状を有することが好ましく、2回回転対称性以上、さらには4回回転対称性以上の高次の回転対称性を有することが好ましい。

【 0 0 6 1 】

また、凸部 1 6 の傾斜側面 1 6 s の傾斜角  $\theta$  は、液晶分子 3 1 を安定に傾斜配向させるために、 $5^\circ$  以上  $85^\circ$  以下の範囲内にあることが好ましい。なお、電圧無印加時において、傾斜側面 1 6 s のアンカリング効果によって傾斜配向した液晶分子 3 1 の複屈折効果に

50

より光漏れが生じ、コントラスト比の低下の原因となることがあるため、凸部 16 の傾斜側面 16 s の傾斜角は、50°以下であることが好ましい。

【0062】

なお、傾斜した側面を有する凸部 16 は透明性の高い誘電体を用いて形成してもよいが、不透明な誘電体を用いて形成すると、凸部 16 の傾斜側面 16 s のアンカリング効果によって配向している液晶分子 31 のリタレーションに起因する光漏れを防止できるという利点を得られる。いずれを採用するかは、液晶表示装置の用途などの応じて決めればよい。いずれの場合にも、感光性樹脂を用いると、開口部 12 a に対応してパターンニングする工程を簡略化できる利点がある。十分な配向規制力を得るためには、傾斜した側面を有する凸部 16 の高さは、液晶層 30 の厚さが約 3 μm の場合、約 0.5 μm ~ 約 3 μm の範囲  
10

【0063】

次に、図 3 (a) および (b) を参照しながら、実施形態 1 の他の液晶表示装置 120 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。図 3 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図 3 (b) は、図 3 (a) の 3 B - 3 B' 線に沿った断面図である。

【0064】

液晶表示装置 120 は、TFT 基板 10 の液晶層 30 側に形成された複数の第 1 凸部 16 に加え、対向基板 20 の液晶層 30 側に形成された複数の第 2 凸部 26 を有している。第 1 凸部 16 は、液晶表示装置 100 の凸部 16 と実質的に同じであり、第 2 凸部 26 は第 1 凸部 16 と実質的に同じである。  
20

【0065】

図 3 (a) に示したように、9 つの第 1 凸部 16 は、4 つの正方格子を形成するように配置されており、4 つの正方格子のそれぞれの中心に第 2 凸部 26 が位置している。4 つの第 2 凸部 26 も正方格子を形成している。このように、第 1 凸部 16 と第 2 凸部 26 とを配置することによって、電圧印加時に液晶層 30 に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向状態がさらに安定化される。

【0066】

なお、ここでは、第 2 凸部 26 を第 1 凸部 16 と実質的に同じ高さで、同じ形状のものを形成した例を示したが、適宜変更することもできる。但し、第 2 凸部 26 も、第 1 凸部 16 について上述した傾斜角範囲、断面形状、高さおよび配置に関する条件を満足することが好ましい。  
30

【0067】

次に、図 4 (a) および (b) を参照しながら、実施形態 1 の他の液晶表示装置 130 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。図 4 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図 4 (b) は、図 4 (a) の 4 B - 4 B' 線に沿った断面図である。

【0068】

液晶表示装置 130 は、TFT 基板 10 の液晶層 30 側に形成された複数の第 1 凸部 16 に加え、対向基板 20 の対向電極 22 に形成された複数の開口部 22 a を有している。開口部 22 a は、導電膜 (例えばITO膜) から形成された対向電極 22 の内の導電膜が除去された部分を指す。第 1 凸部 16 は、液晶表示装置 100 の凸部 16 と実質的に同じである。開口部 22 a は、液晶表示装置 120 の第 2 凸部 26 と同様に放射状傾斜配向を安定化するように作用するが、第 2 凸部 26 とは異なり、電圧印加時にしか作用しない。開口部 22 a の形状および配置は、第 2 凸部 26 と同様の条件を満足することが好ましい。開口部 22 a の大きさには特に制限はない。また、第 2 凸部 26 と開口部 22 a とを混在して用いることもできる。  
40

【0069】

次に、図 5 (a) および (b) を参照しながら、実施形態 1 の他の液晶表示装置 150 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。図 5 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図 5 (b) は、図 5 (a) の 5 B - 5 B' 線に沿った断面図である。  
50

## 【 0 0 7 0 】

この液晶表示装置 1 5 0 は、液晶表示装置 1 0 0 および 2 0 0 と同様に、対向基板 2 0 側には放射状傾斜配向を形成するような配向規制力を有する構成を備えていないが、T F T 基板 1 0 側には、凸部 1 6 だけでなく絵素電極 1 2 に形成された開口部 1 2 a を有する。

## 【 0 0 7 1 】

図 5 ( a ) に示したように、9 つの開口部 1 2 a が 4 つの正方格子を形成するように配置されており、それぞれの開口部 1 2 a 内に凸部 1 6 が 1 つずつ形成されている。開口部 1 2 a の基板法線からみた形状は円形であり、凸部 1 6 の基板面に平行な断面形状も円形である。また、開口部 1 2 a の中心と凸部 1 6 の中心とは一致している。

## 【 0 0 7 2 】

液晶層 3 0 に電界が印加されていない場合、液晶分子は、図 5 ( b ) に示したように、凸部 1 6 の周辺の液晶分子だけが放射状傾斜配向している ( アンカリング層 )。この状態は、図 1 ( b ) に示した開口部 1 2 a を有しない絵素電極 1 2 上に凸部 1 6 を形成した場合と同様である。絵素電極 1 2 と対向電極 2 2 との間に電圧を印加すると、開口部 1 2 a のエッジ周辺に斜め電界が生成され、それによって、液晶分子 3 1 の放射状傾斜配向が安定される。この斜め電界の作用を図 6 ~ 図 8 を参照しながら説明する。

## 【 0 0 7 3 】

図 6 は、図 5 ( b ) に示した液晶層 3 0 に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線 E Q を用いて示している。等電位線 E Q は、絵素電極 1 2 と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、絵素電極 1 2 及び対向電極 2 2 の表面に対して平行となる。また、絵素電極 1 2 の開口部 1 2 a に対応する領域では落ち込み、開口部 1 2 a のエッジ部 ( 開口部 1 2 a の境界 ( 外延 ) を含む開口部 1 2 a の内側周辺 ) 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。負の誘電異方性を有する液晶分子 3 1 には、液晶分子 3 1 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、開口部 1 2 a のエッジ部上の液晶分子 3 1 は、開口部 1 2 a 右側エッジ部では時計回り方向に、開口部左側エッジ部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 7 4 】

ここで、図 7 を参照しながら、液晶分子 3 1 の配向の変化を詳細に説明する。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 1 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 7 ( a ) に示したように、液晶分子 3 1 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 1 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 1 と、反時計回り方向のトルクを受ける液晶分子 3 1 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配向状態への変化がスムーズに起こらないことがある。

## 【 0 0 7 5 】

図 6 に示したように、液晶表示装置 1 5 0 の開口部 1 2 a のエッジ部において、液晶分子 3 1 の軸方位に対して傾斜した等電位線 E Q で表される電界 ( 斜め電界 ) が発生すると、図 7 ( b ) に示したように、液晶分子 3 1 は、等電位線 E Q 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 3 1 の軸方位に対して垂直方向の等電位線 E Q で表される電界が発生する領域に位置する液晶分子 3 1 は、図 7 ( c ) に示したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 3 1 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 E Q 上に位置する液晶分子 3 1 と同じ方向に傾斜する。

## 【 0 0 7 6 】

図 3 ( d ) に示したように、等電位線 E Q が連続した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 E Q 上に位置する液晶分子 3 1 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 E Q 上に位置する液晶分子 3 1 が配向する。な

10

20

30

40

50

お、「等電位線 E Q 上に位置する」とは、「等電位線 E Q で表される電界内に位置する」ことを意味する。

【0077】

液晶表示装置 150 は、開口部 12 a 内に凸部 16 が形成されているので、電圧無印加時において、図 8 ( a ) に示したように、傾斜した側面に対して垂直に配向している液晶分子 31 と、水平な表面に対して垂直に配向している液晶分子 31 が存在する。

【0078】

液晶層 30 に電圧を印加すると、図 6 に示した等電位線 E Q で表される電界が液晶層 30 に生成されるので、絵素電極 12 の開口部 12 a のエッジ部に存在する液晶分子 31 が斜め電界の影響を受けて傾斜する。凸部 16 の傾斜側面のアンカリング効果を受けて傾斜配向する液晶分子 31 はごく僅かであるのに対し、斜め電界の及ぶ範囲は比較的広く、電圧無印加時にほとんど垂直配向していた液晶分子 31 にまで斜め電界が作用し、傾斜させる。この開口部 12 a のエッジ部に生成される斜め電界による液晶分子 31 の傾斜方向は、開口部 12 a 内に形成された凸部 16 の傾斜側面のアンカリング効果による液晶分子 31 の傾斜方向と整合している。従って、図 8 ( b ) に示された放射状傾斜配向は、図 2 ( b ) に示された放射状傾斜配向よりも安定している（尚、図 2 ( b ) および図 8 ( b ) は模式図であり、この違いは図示されていない）。

10

【0079】

図 8 ( a ) および ( b ) に示した液晶分子 31 の配向状態を対向基板 20 側から基板法線方向に沿って観察した様子を図 9 ( a ) および ( b ) に示す。

20

【0080】

図 9 ( a ) に示した電圧無印加状態においては、凸部 16 の周辺近傍の極僅かな液晶分子だけが傾斜配向しており、他の領域の液晶分子は実質的に紙面に垂直に配向している。図 9 ( a ) では簡単のために、液晶分子を図示していない。

【0081】

電圧印加状態においては、図 9 ( b ) に示したように、液晶分子 31 が凸部 16 を中心に放射状に配向する。楕円状に描かれた液晶分子 31 の先が黒く示されている端は、その端が他端よりも、開口部 12 a を有する絵素電極 12 が設けられている基板 10 側に近いように、液晶分子 31 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。

【0082】

図 9 ( b ) から明らかなように、液晶表示装置 150 の 1 つの絵素領域には、電圧印加時に、9 つの凸部 16 をそれぞれの対称軸とする 9 つの液晶ドメインと、9 つの凸部 16 が形成する 4 つの正方格子の中心をそれぞれの対称軸とする 4 つの液晶ドメインが形成されている。これら 13 の液晶ドメイン間の境界において、液晶分子 31 の配向は連続（整合）している。

30

【0083】

なお、斜め電界による配向規制力は、当然のことながら、電圧印加時にしか作用せず、その強さは電界の強さ（印加電圧の大きさ）に依存する。従って、電界強度が弱い（すなわち、印加電圧が低い）と、斜め電界による配向規制力は弱く、液晶パネルに外力が加わると、液晶材料の流動によって放射状傾斜配向が崩れることがある。一旦、放射状傾斜配向が崩れると、十分に強い配向規制力を発揮する斜め電界を生成するだけの電圧が印加されないと、放射状傾斜配向は復元されない。これに対し、傾斜した側面を有する凸部 16 の傾斜側面による配向規制力は、印加電圧に関係なく作用し、配向膜のアンカリング効果として知られているように、非常に強い。従って、液晶材料の流動が生じて、一旦放射状傾斜配向が崩れても、傾斜した側面を有する凸部の傾斜部近傍の液晶分子 31 は放射状傾斜配向のときと同じ配向方向を維持している。従って、液晶材料の流動が止まりさえすれば、放射状傾斜配向が容易に復元される。

40

【0084】

実施形態 1 の液晶表示装置 150 では、開口部 12 a が形成されている絵素電極 12 によって生成される斜め電界の作用によって、凸部 16 だけが形成されている場合（例えば図

50

2の液晶表示装置120)よりも放射状傾斜配向が安定化される。

【0085】

なお、これまで、正方形の絵素電極12を例示しているが、絵素電極12の形状はこれに限られない。絵素電極12の一般的な形状は、矩形(正方形と長方形を含む)に近似されるので、開口部12aを正方格子状に規則正しく配列することができる。絵素電極12が矩形以外の形状を有していても、絵素領域内の全ての領域に液晶ドメインが形成されるように、規則正しく(例えば例示したように正方格子状に)開口部12aを配置すれば、本発明の効果を得ることができる。

【0086】

傾斜側面を有する凸部16は図10(a)に示すように、開口部12a内に形成されることが好ましいが、図10(b)に示すように、凸部16の周辺部が開口部12aのエッジを覆うように形成されてもよい。但し、図10(c)に示すように、凸部16の傾斜側面上に、開口部12aの周辺の絵素電極12の端部12eが形成されることは好ましくない。凸部16の傾斜側面上に絵素電極12の端部12eが形成されると、その領域で生成される電界による配向規制力は、凸部16の傾斜側面の配向規制力とは逆方向に作用するので、液晶分子の放射状傾斜配向が乱れる。

10

【0087】

なお、液晶分子31の放射状傾斜配向は、図9(b)に示したような単純な放射状傾斜配向よりも、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。なお、ここでいう渦巻き状配向は、液晶層面内(基板面内)における液晶分子の配向状態を表す。液晶材料に少量のカイラル剤を添加したときに見られる渦巻き状配向は、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31の配向方向が螺旋状にほとんど変化することがなく、液晶分子31の配向方向を微小領域で見ると、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、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、1つの液晶ドメイン全体で見ると、ある程度のツイスト変形が発生している。

20

【0088】

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31は、開口部12aを中心に左回りまたは右回りの渦巻き状放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが形成される。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、渦巻き状放射状傾斜配向をとる液晶ドメインを形成することによって、放射状傾斜している液晶分子31の、基板面に垂直に立っている液晶分子31の周りを巻いている方向を全ての液晶ドメインについて同じ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31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。

30

【0089】

更に、多くのカイラル剤を添加すると、渦巻き配向状態の液晶層においても、その微小領域に着目すると、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31の配向が螺旋状に変化ようになる。

40

【0090】

液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子31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31は、入射光に対して位相差を与えないため、このよう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。例えば、偏光板がクロスニコル状態に配置された液晶表示装置の白表示状態の絵素領域を観察すると、放射状傾斜配向した液晶ドメインの中央部に十字の消光模様が明確に観察される。

【0091】

これに対し、液晶層30の厚さ方向に沿って液晶分子31の配向が螺旋状に変化する配向

50

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 3 1 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、このよう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。例えば、偏光板がクロスニコル状態に配置された液晶表示装置の白表示状態の絵素領域を観察すると、放射状傾斜配向した液晶ドメインの中央部の十字の消光模様は不明確になり、全体に明るくなる。旋光性による光の利用効率を効率良く向上するために、液晶層のツイスト角は、約 90 度であることが好ましい。

【0092】

なお、渦巻き状の放射状傾斜配向の方が好ましいのは、開口部 1 2 a を形成した場合に限られず、開口部 1 2 a を形成せずに凸部 1 6 および / または凸部 2 6 だけを用いて放射状傾斜配向を形成する場合についても同様である。

10

【0093】

次に、図 1 1 ( a ) および ( b ) を参照しながら、実施形態 1 の他の液晶表示装置 1 6 0 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。図 1 1 ( a ) は基板法線方向から見た上面図であり、図 1 1 ( b ) は、図 1 1 ( a ) の 1 1 B - 1 1 B ' 線に沿った断面図である。

【0094】

液晶表示装置 1 6 0 は、上述した液晶表示装置 1 2 0 の T F T 基板 1 0 を液晶表示装置 1 5 0 の T F T 基板 1 0 で置換したものに相当し、上述の液晶表示装置 1 5 0 の T F T 基板 1 0 と実質的に同じ構造の T F T 基板 1 0 と、液晶表示装置 1 2 0 の対向基板 2 0 と実質的に同じ構造の対向基板 1 0 を有している。

20

【0095】

T F T 基板 1 0 の絵素電極 1 2 には複数の開口部 1 2 a が正方格子状に配列されており、それぞれの開口部 1 2 a 内に第 1 凸部 1 6 が 1 つずつ形成されている。対向基板 2 0 の液晶層 3 0 には複数の第 2 凸部 2 6 が形成されており、T F T 基板 1 0 の第 1 凸部 1 6 ( および開口部 1 2 a ) が形成する正方格子のそれぞれの中央に位置するように配置されている。

【0096】

電圧印加状態の液晶表示装置 1 6 0 を対向基板 2 0 側から基板法線方向に沿って観察したときの液晶分子 3 1 の配向状態を図 1 2 に示す。図 1 2 から明らかなように、液晶表示装置 1 6 0 の 1 つの絵素領域には、電圧印加時に、9 つの第 1 凸部 1 6 ( および開口部 1 2 a ) をそれぞれの対称軸とする 9 つの液晶ドメインと、9 つの第 1 凸部 1 6 が形成する 4 つの正方格子の中心に配置された第 2 凸部 2 6 の中心をそれぞれの対称軸とする 4 つの液晶ドメインが形成されている。これら 1 3 の液晶ドメイン間の境界において、液晶分子 3 1 の配向は連続 ( 整合 ) している。

30

【0097】

液晶表示装置 1 6 0 の T F T 基板 1 0 には、第 1 凸部 1 6 だけでなく、開口部 1 2 a が設けられているので、図 3 に示した液晶表示装置 1 2 0 よりも更に放射状傾斜配向が安定するとともに、応答速度も改善される。

【0098】

次に、図 1 3 ( a ) および ( b ) を参照しながら、実施形態 1 の他の液晶表示装置 1 7 0 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。図 1 3 ( a ) は基板法線方向から見た上面図であり、図 1 3 ( b ) は、図 1 3 ( a ) の 1 3 B - 1 3 B ' 線に沿った断面図である。

40

【0099】

液晶表示装置 1 7 0 は、液晶表示装置 1 6 0 の第 2 凸部 2 6 に代えて、対向電極 2 2 に形成された開口部 2 2 a を有している。開口部 2 2 a は、図 4 を参照しながら説明したように、液晶表示装置 1 6 0 の第 2 凸部 2 6 と同様に放射状傾斜配向を安定化するように作用する。この様子を図 1 4 を参照しながら説明する。

【0100】

図 1 4 は、図 1 3 ( b ) に示した液晶層 3 0 に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線 E Q を用いて示している。図 1 4 から明らかなように、開口部 1 2 a および開口部 2

50

2 aのエッジ部にも斜め電界が生成される。開口部 2 2 aのエッジ部に生成される電界による配向規制方向は、凸部 2 6の傾斜側面による配向規制方向と同じであり、凸部 2 6と同様に放射状傾斜配向を安定化するように作用する。但し、第 2 凸部 2 6とは異なり、電圧印加時にしか作用しない。開口部 2 2 aの形状、大きさおよび配置は、上述した第 2 凸部 2 6と同様の条件を満足することが好ましい。また、第 2 凸部 2 6と開口部 2 2 aとを混在して用いることもできる。

#### 【 0 1 0 1 】

電圧印加状態の液晶表示装置 1 7 0を対向基板 2 0側から基板法線方向に沿って観察したときの液晶分子 3 1の配向状態を図 1 5に示す。図 1 5から明らかなように、液晶表示装置 1 7 0の 1つの絵素領域には、電圧印加時に、9つの第 1 凸部 1 6（および開口部 1 2 a）をそれぞれの対称軸とする9つの液晶ドメインと、9つの第 1 凸部 1 6が形成する4つの正方格子の中心に配置された開口部 2 2 aの中心をそれぞれの対称軸とする4つの液晶ドメインが形成されている。これら 1 3の液晶ドメイン間の境界において、液晶分子 3 1の配向は連続（整合）している。

10

#### 【 0 1 0 2 】

さらに、対向基板 2 0側の配向規制力を強めるために、図 1 6の液晶表示装置 1 8 0に示すように、対向電極 2 2に開口部 2 2 aを形成し、開口部 2 2 a内に第 2 凸部 2 6を設ける構成を採用してもよい。

#### 【 0 1 0 3 】

（実施形態 2）

本発明によると液晶分子の放射状傾斜配向の安定性が向上するので、液晶分子の配向が不安定になりやすい構造の液晶表示装置へ適用することによって、その利点が顕著になる。例えば、それぞれの絵素領域に透過領域と反射領域とを有する透過反射両用型液晶表示装置のように、1つの絵素領域内に厚さの異なる液晶層を有する、いわゆるマルチギャップ方式の液晶表示装置においては、液晶分子の配向が段差の影響を受けて乱れやすいので、安定な放射状傾斜配向を得ることが難しい。例えば、本願発明者が検討した結果、電極に開口部を設けて斜め電界を生成しても、十分に安定な放射状傾斜配向を得ることが難しいことが分かった。

20

#### 【 0 1 0 4 】

実施形態 2では透過反射両用型（以下「両用型」という。）液晶表示装置に本発明を適用した実施形態を説明する。

30

#### 【 0 1 0 5 】

図 1 7（a）、（b）および（c）を参照しながら、実施形態 2の両用型液晶表示装置の構造を説明する。

#### 【 0 1 0 6 】

図 1 7（a）は両用型液晶表示装置 2 0 0の上面図、図 1 7（b）は両用型液晶表示装置 2 0 0'の上面図、図 1 7（c）は、図 1 7（a）および（b）の 1 7 C - 1 7 C'線に沿った断面図である。なお、これらの図では、簡単のために、カラーフィルタ、ブラックマトリクス、TFT等を省略する。

#### 【 0 1 0 7 】

両用型液晶表示装置 2 0 0および 2 0 0'の絵素電極 2 1 2は、透明電極 2 1 2 tと反射電極 2 1 2 rとを有している。透明電極 2 1 2が透過モードで表示を行う透過領域 Tを規定し、反射電極 2 1 2 rが反射モードで表示を行う反射領域 Rを規定する。透明電極 2 1 2 tは例えばITO層から形成され、反射電極 2 1 2 rは例えばアルミ層で形成される。なお、反射電極 2 1 2に代えて、透明導電層と反射層とを組み合わせることもできる。

40

#### 【 0 1 0 8 】

透過領域 Tの液晶層 3 0の厚さは、反射領域 Rの液晶層 3 0の厚さよりも大きくなるように形成されている。これは、透過領域 Tの液晶層 3 0を通過した透過光のリタデーションと反射領域 Rの液晶層 3 0を通過した反射光のリタデーションを調整するためであり、透

50



過領域 T の液晶層 30 の厚さを反射領域 R の液晶層 30 の厚さの約 2 倍にすることが好ましい。

【0109】

この液晶層 30 の厚さの違いは、例えば、反射電極 212r を絶縁層 213 上に形成し、透明電極 212t を絶縁層 213 に形成された開口部 213a に形成することによって与えられる。透明電極 212t は T F T (不図示) のドレイン電極に電氣的に接続されており、反射電極 212r は絶縁層 213 の開口部 213a 内で透明電極 212t に接続されている。反射電極 212r は、開口部 213a によって形成される段差を覆うように形成されている。もちろん、開口部 213a は凹部であってもよい。

【0110】

両用型液晶表示装置 200 と 200' とでは、図 17 (a) と (b) との比較から分かるように、反射領域 R と透過領域 T との相互配置が異なる。これらの配置は、図示した例に限られず種々の配置を採用することができる。但し、配線 (走査配線および信号配線) や T F T など光を透過しない要素が形成されている領域は透過領域 T として利用することができないので、反射領域 R を光を透過しない要素が形成されている領域に形成することによって、表示に利用できる実質的な絵素領域の面積を拡大できる利点がある。

【0111】

両用型液晶表示装置 200 および 200' は、反射電極 212r に形成された開口部 212a と、透明電極 212t 上に形成された第 1 凸部 216 とを T F T 基板側に有するとともに、対向電極 222 の液晶層 230 側に形成された第 2 凸部 226 を有している。実施形態 1 について詳述したように、これらの配向規制力によって、液晶層 230 の液晶分子の放射状傾斜配向が安定化される。勿論、例示した構成に限られず、実施形態 1 で説明したように、凸部と電極に形成された開口部とを種々に組み合わせることができる。

【0112】

但し、透明電極 213 上に凸部 216 を設けた構成を採用すると、透明電極 213 上に絶縁層 213 となる透明な樹脂層 (感光性のあるものが好ましい) を形成し、開口部 213 を形成するためのパターンニングの工程において、凸部 216 を形成することができるので、製造プロセスを簡略化できる利点がある。

【0113】

また、反射電極 212r は、段差を覆うように形成することが好ましい。段差を覆うことによって、反射電極 212r に平行な等電位線を形成するような電界が生成されるので、段差部が反射電極 212r で覆われていないときよりも、安定な放射状傾斜配向が得られる。

【0114】

このように、本発明によると、段差を覆うように電極を形成し、段差による液晶分子の配向の不連続性を電界の効果によって抑制しつつ、且つ、適当な傾斜側面を有する凸部 16 を設け、その表面の配向規制力によって、放射状傾斜配向の中心を形成するので、安定な放射状傾斜配向を実現することができる。

【0115】

反射領域 R に設けられる開口部 212a や第 2 凸部 226 の作用は、図 4 に示した実施形態 1 の液晶表示装置 130 と同様なので、ここではその説明を省略する。

【0116】

次に、図 18 (a) および (b) を参照しながら、実施形態 2 の他の両用型液晶表示装置 210 の 1 つの絵素領域の構造を説明する。図 18 (a) は基板法線方向から見た上面図であり、図 18 (b) は、図 18 (a) の 18B - 18B' 線に沿った断面図である。

【0117】

透過領域 T が絵素領域の中央部に設けてあり、その周辺部に反射領域 R が設けられている。両用型液晶表示装置 200 および 200' と異なり、反射電極 212r に開口部 212a は形成されていない。反射領域 R の対向電極 222 に 6 つの第 2 凸部 226 が形成されている。6 つの第 2 凸部 222 は 2 つの正方格子を形成するように配置されており、それ

10

20

30

40

50

ぞれの中心に第1凸部216が配置されている。このように第1凸部216および第2凸部226を配置することによって、それぞれを中心とした8個の放射状傾斜配向の液晶ドメインが安定に形成される。

【0118】

次に、図19(a)および(b)を参照しながら、実施形態2の他の両用型液晶表示装置220の1つの絵素領域の構造を説明する。図19(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図19(b)は、図19(a)の19B-19B'線に沿った断面図である。

【0119】

両用型液晶表示装置220は、対向電極222上の第2凸部226が絵素領域外に設けられている点で、図18に示した両用型液晶表示装置210と異なっている。

10

【0120】

凸部226を中心に形成される液晶ドメインは、その一部だけが絵素領域内に位置し、表示に寄与するが、他の部分は表示に寄与しない。しかしながら、凸部226は正方格子を形成するように配置されているので、絵素領域内に含まれる部分を足し合わせると、2つの液晶ドメインが液晶ドメインが含まれているのと同等になる。すなわち、長方形の絵素領域の各角の近傍に形成される液晶ドメインの約4分の1が絵素領域に含まれ( $(1/4) \times 4$ )、絵素領域の長辺の中央付近に形成される液晶ドメインの約2分の1が絵素領域に含まれる( $(1/2) \times 2$ )。従って、両用型液晶表示装置220の視野角特性は、両用型液晶表示装置210と同等であり、非常に優れている。

【0121】

20

但し、両用型液晶表示装置220のように、絵素領域外(隣接する絵素領域の間)に凸部226を形成すると、凸部226の近傍の液晶分子に起因する光漏れが生じる場合でも、表示品位の低下を抑制することができる。

【0122】

また、図20(a)に示した両用型液晶表示装置210と図20(b)に示した両用型液晶表示装置220とを比較すれば明らかなように、両用型液晶表示装置220では、絵素領域内に凸部226が存在しないので、表示に利用させる実効面積が広く、より明るい表示を実現することができる。

【0123】

勿論、凸部226の配置は、上記の例に限られず、絵素領域の形状や大きさに応じて種々変更できる。例えば、図21(a)、(b)、(c)および(d)にそれぞれ示す、両用型液晶表示装置240、250、260および270のように配置することができる。

30

【0124】

図21(a)および(b)に示したように、絵素領域が正方形の場合には、正方形の透過領域(透明電極212tが露出されている部分)を絵素領域の中央部に形成し、その周辺に反射領域(反射電極212r)を設け、対向基板に形成する第2凸部226を絵素領域内に正方格子を形成するように配置してもよいし(図21(a))、あるいは、絵素領域外に正方格子を形成するように配置してもよい(図21(b))。もちろん、透過領域の大きさ(反射領域の大きさとの割合)にも依存して、適宜変更しても良い。

【0125】

40

特に、絵素領域が大きな場合、図21(c)および(d)に示した両用型液晶表示装置260および270のように、複数の透過領域(透明電極212が露出された領域)を設け、それらの周辺に反射領域(反射電極22r)を設けることが好ましい。すなわち、絵素領域が大きくなると放射状傾斜配向を安定に形成するためには、液晶ドメインの数を増やすことが必要になる。このとき、図21(c)に示したように、全ての第2凸部226を絵素領域内に配置してもよいし、図22(d)に示したように、最外周に配置される凸部226bを絵素領域外に形成してもよい。但し、絵素領域外に形成される凸部226も絵素領域内に形成される凸部226と正方格子を形成するように配置することが、配向の安定性の観点から好ましい。なお、第2凸部に代えて、対向電極222(例えば図19(b)参照)に開口部を設けてもよい。

50

## 【0126】

なお、絵素領域が小さい場合には、図21(a)または(b)中の第2凸部226を省略しても、絵素電極212のエッジに発生する斜め電界を利用して放射状傾斜配向を安定に形成することができる。

## 【0127】

また、TFT基板上の第1凸部216を省略し、図22(a)および(b)に示す液晶表示装置280のように、対向基板の透過領域Tに対応する位置に形成された第2凸部26によって放射状傾斜配向が実現される構成としてもよい。

## 【0128】

次に、図23、図24および図25を参照しながら、両用型液晶表示装置300および310の他の具体的な構造を説明する。 10

## 【0129】

両用型液晶表示装置300および310は、TFT342と、TFT342のソース電極と一体に形成された信号配線343と、TFT342のゲート電極と一体に形成された走査配線344とを有している。透明電極312tはTFT342のドレイン電極に接続されており、反射電極312rは絶縁層(図24の313参照)に設けられた開口部312aにおいて透明電極312tに接続されている。また、反射電極312rは、TFT342を覆い、且つ、信号配線343および走査配線344と周辺部で重なるように形成されている。更に、両用型液晶表示装置300および310は、補助容量配線345を有し、補助容量配線345は絶縁層に設けられたコンタクトホール347内で反射電極312r 20と接続されている。

## 【0130】

図23に示した両用型液晶表示装置300は、2つの透過領域T(図25参照)を有し、それぞれの中央に第1凸部316が形成されている。対向基板側に形成されている第2凸部326は、絵素領域外に設けられ、信号配線343および走査配線344に対応する領域に設けられている。

## 【0131】

図24および図25に示した両用型液晶表示装置310は、多くの透過領域Tが形成されている点で、両用型液晶表示装置300と異なっている。さらに、コンタクトホール347に対応する領域にも第2凸部326が形成されている。この位置にも第2凸部326を 30形成することによって、液晶ドメインの配置の規則性が高まり、放射状傾斜配向の安定性が向上する。このように、液晶ドメインを正方格子状などの回転対称性が高いように配置することが困難な場合でも、液晶ドメインの相互配置がなるべく規則的になるように、第2凸部326(あるいは第1凸部316または開口部)を配置すればよい。また、補助容量配線345は光を通さない材料で形成されるので、この第2凸部326の近傍で光漏れが発生しても表示品位が低下することがない。また、図25に示したように、信号配線343に対向する領域に形成された第2凸部326の近傍で光漏れが発生しても、信号配線343で遮光されるので、表示品位が低下することがない。

## 【0132】

また、TFT基板に形成される第1凸部316を省略し、図26に示す液晶表示装置320のように、対向基板の透過領域Tに対応する位置に形成された第2凸部326によって放射状傾斜配向が実現される構成としてもよい。 40

## 【0133】

1つの絵素領域内に液晶層の厚さが異なる複数の領域を有するマルチギャップ方式の液晶表示装置において、複数の領域間に存在する段差部(境界部)を電極で覆うことが好ましいのは既に述べた通りである。電極で覆われた段差部を境界としてその両側に凸部が配置される場合、両方の基板に交互に凸部を配置してもよいし、一方の基板のみに凸部を配置してもよい。

## 【0134】

図27および図28に、両方の基板に凸部が配置された両用型液晶表示装置300Aおよ 50

び300Bを模式的に示す。

【0135】

両用型液晶表示装置300Aは、図27(a)および(b)に示したように、TFT基板側に形成された第1凸部316と、対向基板側に形成された第2凸部326とを有している。第1凸部316は透過領域Tに設けられており、第2凸部326は反射領域Rに設けられている。つまり、反射電極312rで覆われた段差部306を介して互いに隣接する凸部がそれぞれ異なる基板に形成されている。

【0136】

透過領域Tに設けられた第1凸部316による配向規制力と、反射領域Rに設けられた第2凸部326による配向規制力とは互いに整合する。また、透過領域Tと反射領域Rとの間の段差部306は反射電極312rによって覆われているので、段差部306を覆う電極により生成される段差部306の表面に平行な電界によって、段差に起因した液晶分子の配向の不連続性が抑制される。そのため、透過領域Tの液晶層330に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向と、反射領域Rの液晶層330に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向とはなめらかに連続するので、安定な放射状傾斜配向が実現される。

10

【0137】

図28(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Bは、TFT基板側に形成された第1凸部316が反射領域Rに設けられ、対向基板側に形成された第2凸部326が透過領域Tに設けられている点において両用型液晶表示装置300Aと異なるが、同様に安定な放射状傾斜配向が実現される。

20

【0138】

図29および図30に、一方の基板のみに凸部が配置された両用型液晶表示装置300Cおよび300Dを模式的に示す。

【0139】

図29(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Cは、TFT基板側に形成された第1凸部316を透過領域Tおよび反射領域Rの両方に有しており、図30(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Dは、対向基板側に形成された第2凸部326を透過領域Tおよび反射領域Rの両方に有している。つまり、両用型液晶表示装置300Cおよび300Dにおいては、反射電極312rで覆われた段差部306を介して互いに隣接する凸部が同じ基板に形成されている。

30

【0140】

透過領域Tに形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向と、反射領域Rに形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向とは、段差部306上の液晶分子の配向状態を考慮しない場合には、整合しないかのようにも思える。しかしながら、両用型液晶表示装置300Cおよび300Dでは、段差部306が電極(ここでは反射電極312r)によって覆われているので、段差部306が変局点となり、透過領域Tに形成される液晶ドメインと反射領域Rに形成される液晶ドメインはそれぞれ安定な放射状傾斜配向をとる。

【0141】

これは、段差という特殊な形状に起因した微妙なアンバランスが発生することと、段差部306を覆う電極によって段差部306の表面に平行な電界(等電位面)が発生することによって、図31に示すように、段差部306上の液晶分子31が、基板面に平行で、且つ、第1凸部316同士を結ぶ直線に直交する方向(図31では紙面に垂直な方向)に確実に倒れるからである。透過領域Tの液晶ドメインと反射領域Rの液晶ドメインは、段差部306上の倒れた液晶分子31を境界として3次元的に整合するように配向している。

40

【0142】

上述したように、1つの絵素領域内に液晶層の厚さが異なる複数の領域を有するマルチギャップ方式の液晶表示装置においては、複数の領域間に存在する段差部(境界部)を電極で覆うことによって安定な放射状傾斜配向が得られる。段差部に起因する配向の不連続性をより効果的に抑制する観点からは、凸部が、段差部によって囲まれている(基板面法線

50

方向から見て囲まれている)ことが好ましい。

【0143】

ここでは、透過領域Tと反射領域Rとを備える両用型液晶表示装置を例示したが、勿論これに限定されず、マルチギャップ方式の透過型液晶表示装置や反射型液晶表示装置においても、段差部を電極で覆うことによって安定な放射状傾斜配向が実現される。段差部を覆う電極も、例示した反射電極に限定されない。透過電極で段差部を覆ってもよいし、透過電極と反射電極とが段差部に積層されてもよい。

【0144】

また、本実施形態では、垂直配向膜にラビング処理が施されていないので、表示画像中にラビング筋が発生することがなく、コントラスト比の高い良好な表示が得られる。これに対して、垂直配向膜にラビング処理を施すことによって配向規制を行う場合、基板表面近傍の液晶分子に90°に近い角度(例えば88°~89°)のプレチルト角を発現させるので、微妙なプレチルト角むらによって黒レベルがばらつくことがある。そのため、コントラスト比が局所的にばらつき、ラビング筋が発生することがある。黒レベルのばらつきは、白レベルのばらつきよりもコントラスト比に大きな影響を与えるからである。

10

【0145】

図32および図33に、他の両用型液晶表示装置300Eおよび300Fを模式的に示す。図32および図33に示した両用型液晶表示装置300Eおよび300Fのように、反射領域Rの凸部を省略すると、反射領域R内の表示に利用できる領域の面積が増加し、反射領域Rにおける光の反射率を向上できる。

20

【0146】

図32(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Eが、対向基板側に形成された第2凸部326を透過領域Tに有しているのに対して、図33(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Fは、TF T基板側に形成された第1凸部316を透過領域Tに有している。

【0147】

図33(a)および(b)に示した両用型液晶表示装置300Fでは、段差が設けられている基板の高さの低い領域(具体的には段差部306を有するTF T基板の透過領域Tに対応する領域)に凸部(第1凸部316)が設けられているので、絶縁層313となる透明な樹脂層(感光性のあるものが好ましい)を形成し、開口部313aを形成するための

30

【0148】

パターンニングの工程において、凸部を形成することができ、製造プロセスを簡略化できる利点が得られる。

また、液晶分子を放射状傾斜配向させる凸部が、基板間の間隔(液晶層の厚さ)を保持するスペーサを兼ねてもよい。例えば、図34、図35および図36に示す両用型液晶表示装置300G、300Hおよび300Iのように、反射領域Rに設けられる凸部として、液晶層330の厚さを規定するスペーサとしても機能する第2凸部326'が形成されてもよい。図34、図35および図36に示したように、第2凸部326'は、TF T基板と対向基板との間(より具体的には反射電極312rと対向電極322との間)にこれらの間隔を保持するように設けられており、液晶層330の厚さを規定するスペーサとして

40

【0149】

機能する。

このような構成を採用すると、液晶層330の厚さを規定するスペーサを別個に設ける必要がないので、製造プロセスを簡略化し、製造コストを低減することができる利点がある。また、凸部に加えて別個にスペーサを設ける場合には、スペーサが設けられる領域が実質的に表示に寄与しない領域となるが、両用型液晶表示装置300G、300Hおよび300Iのように、第2凸部326'がスペーサを兼ねていると、表示に利用できる領域の面積が増加して開口率が向上する。

【0150】

なお、図34(a)および(b)に示したように、透過領域Tに形成する第2凸部326

50

を、スペーサとして機能する反射領域 R の第 2 凸部 3 2 6 ' と同じ材料を用いて同じ工程で形成すると、製造コストのさらなる低減を図ることができる。また、図 3 5 ( a ) および ( b ) に示したように、透過領域 T に形成する第 2 凸部 3 2 6 を、スペーサとして機能する反射領域 R の第 2 凸部 3 2 6 ' よりも低く形成すると、凸部の傾斜側面の面積が小さくなって光漏れの原因になる液晶分子の存在確率が低くなるので、コントラスト比が向上する。図 3 6 ( a ) および ( b ) に示したように、T F T 基板側に形成された第 1 凸部 3 1 6 を透過領域 T に配置すると、既に述べたように絶縁膜 3 1 3 に開口部 3 1 3 a を形成する工程において第 1 凸部 3 1 6 を形成できるので、製造コストのさらなる低減を図ることができる。

【 0 1 5 1 】

図 2 7 ~ 図 3 6 では、各絵素領域内で透過領域 T の面積が反射領域 R の面積よりも大きい場合を示したが、勿論、図 3 7 および図 3 8 に示す両用型液晶表示装置 3 0 0 J および 3 0 0 K のように、反射領域 R の面積が透過領域 T の面積よりも大きくてもよいことはいうまでもない。図 3 7 ( a ) および ( b ) に示したように、透過領域 T を挟むように 2 つの反射領域 R を配置してもよいし、図 3 8 ( a ) および ( b ) に示したように、絵素領域の端に透過領域 T を配置してもよい。配線 ( 走査配線、信号配線、補助容量配線など ) や T F T などの光を透過しない要素の配置に応じて反射領域 R の配置を決定すればよい。光を透過しない要素が形成されている領域は、透過領域 T として利用できないので、反射領域 R を光を透過しない要素が形成されている領域に形成することによって、表示に利用できる実質的な絵素領域の面積を拡大できる。

【 0 1 5 2 】

図 3 9 および図 4 0 に、透過領域 T を挟むように配置された 2 つの反射領域 R を絵素領域内に備えた他の両用型液晶表示装置 3 0 0 L および 3 0 0 M を模式的に示す。

【 0 1 5 3 】

図 3 9 ( a ) および ( b ) に示した両用型液晶表示装置 3 0 0 L は、透過領域 T および 2 つの反射領域 R のそれぞれに、対向基板側に形成された第 2 凸部 3 2 6 、 3 2 6 ' を有しており、一方の反射領域 R に形成された第 2 凸部 3 2 6 ' は、スペーサとしても機能する。

【 0 1 5 4 】

図 4 0 ( a ) および ( b ) に示した両用型液晶表示装置 3 0 0 L は、T F T 基板側に形成された第 1 凸部 3 1 6 を透過領域 T に有するとともに、対向基板側に形成された第 2 凸部 3 2 6 ' を一方の反射領域 R のみに有している。一方の反射領域 R のみに形成された第 2 凸部 3 2 6 ' は、スペーサとしても機能する。このように、他方の反射領域 R の凸部を省略し、T F T 基板側に形成された第 1 凸部 3 1 6 を透過領域 T に配置すると、開口率の向上と製造コストの低減を図ることができる。

【 0 1 5 5 】

なお、上述した実施形態の説明においては、基板上に形成される凸部として、円錐台状の凸部を例示したが、凸部の形状はこれに限定されない。図 4 1 ( a ) 、 ( b ) および ( c ) に示すような、基板面に沿った断面形状が略十字形である凸部 1 6 ' を用いてもよい。

【 0 1 5 6 】

図 4 1 ( a ) 、 ( b ) および ( c ) に示した凸部 1 6 ' は、傾斜側面 1 6 s と頂面 1 6 t とを有し、傾斜側面 1 6 s は、絵素電極 1 2 の表面 ( 基板 1 1 の表面に平行 ) に対して角度  $\theta$  で傾斜している。勿論、頂面 1 6 t はなくてもよい。

【 0 1 5 7 】

断面形状が略十字形である凸部 1 6 ' は、断面形状が略円形で同程度の面積を占める凸部に比べ、液晶層 3 0 の液晶分子 3 1 に対して配向規制力を及ぼす傾斜側面 1 6 s の面積が大きいので、液晶分子 3 1 に対してより大きな配向規制力を発現する。そのため、図 4 1 ( a ) 、 ( b ) および ( c ) に示した断面形状が略十字形の凸部 1 6 ' を用いると、放射状傾斜配向がより安定化され、電圧を印加した際の応答速度が向上する。

【 0 1 5 8 】

10

20

30

40

50

図42に、断面形状が略円形である凸部を備えた液晶表示装置および断面形状が略十字形である凸部16'を備えた液晶表示装置の応答速度を示す。図42は、横軸にセル厚(μm)を示し、縦軸に応答速度(ms ec)を示すグラフである。図42中の○は断面形状が略円形である場合を示し、+は断面形状が略十字形である場合を示している。図42に示したように、断面形状が略円形である場合よりも、断面形状が略十字形である場合の方が応答速度が速い。

【0159】

勿論、凸部のサイズを大きくすると、傾斜側面の面積も大きくなるので、凸部のサイズを大きくすることによっても配向規制力を大きくすることができるが、凸部のサイズを大きくすると絵素領域において凸部が占める面積も大きくなるので、絵素領域の表示に利用される領域の面積が小さくなり、開口率が低下する。これに対して、断面形状を略十字形とすると、断面形状が略円形である場合に比べて凸部が占める面積を大きくすることなく傾斜側面の面積を大きくすることができるので、開口率を低下させることなく液晶分子31に対する配向規制力を大きくすることができる。

10

【0160】

また、断面形状が略十字形の凸部16'を用いる場合には、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に指向性をもたせることができる。そのため、断面形状が略十字形の凸部16'を、偏光板を備えた液晶表示装置に用いる場合には、偏光板の偏光軸方向と十字の延びる方向との配置関係を最適化することによって、透過率が向上し、より明るい表示が実現されるとともに、コントラスト比が向上する。以下、さらに詳しく説明する。

20

【0161】

図43に、凸部の断面形状が略円形である場合および凸部の断面形状が略十字形である場合の印加電圧(V)に対する透過強度指向性を示す。図43中の破線は、断面形状が略円形である場合の透過強度指向性を示し、実線は、断面形状が略十字形である場合の透過強度指向性を示している。透過強度指向性は、クロスニコル状態に設けられた一対の偏光板のある配置における透過強度を $I_+$ とし、その配置から偏光軸を45°回転させたときの透過強度を $I_x$ とすると、 $I_+ / (I_+ + I_x)$ で表される。凸部の断面形状が略十字形である場合には、偏光板の偏光軸方向が十字の延びる方向に一致している場合の透過強度を $I_+$ としている。液晶分子が全ての方位角方向に対して同等の確率で配向している場合には、透過強度指向性は0.5となり、完全な分割配向がなされている場合には、透過強度指向性は0または1となる。

30

【0162】

凸部の断面形状が略円形である場合、透過強度指向性は、図43に示したように、印加電圧に関係なく約0.5である。これは、断面形状が略円形である場合には、電圧無印加時にも電圧印加時にも液晶分子が全ての方位角方向に対して同等の確率で配向するからである。

【0163】

これに対して、凸部の断面形状が略十字形である場合、透過強度指向性は、図43に示したように、電圧無印加時には0.5よりも小さく、十分大きな電圧が印加されたときには0.5よりも大きい。これは、クロスニコル状態に配置された偏光板の偏光軸方向を十字の延びる方向と一致させると、より暗い黒表示およびより明るい白表示を実現でき、コントラスト比を向上できることを意味する。この理由を以下に説明する。

40

【0164】

まず、より暗い黒表示が実現される理由を図44(a)、(b)および(c)を参照しながら説明する。図44(a)、(b)および(c)は、電圧無印加時の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図である。図44(a)は断面形状が略十字形の凸部16'が設けられている場合を示す上面図であり、図44(b)は断面形状が略円形の凸部16'が設けられている場合を示す上面図であり、図44(c)は、図44(a)および(b)の44C-44C'線に沿った断面図に相当する。

50

## 【 0 1 6 5 】

図 4 4 ( c ) に示すように、電圧無印加時には、傾斜側面 1 6 s のアンカリング効果によって傾斜配向した液晶分子 3 1 が存在するので、このような傾斜配向している液晶分子 3 1 の複屈折効果によって光漏れが起こることがある。

## 【 0 1 6 6 】

断面形状が略十字形である場合、図 4 4 ( a ) に示すように、電圧無印加時に傾斜配向する液晶分子 3 1 の配向方向の方位角方向は、十字が延びる方向（互いに略直交する第 1 方向 F D および第 2 方向 S D ）に対して平行または垂直である。そのため、偏光板の偏光軸の方向を十字の延びる方向と一致させると、電圧無印加時に傾斜配向する液晶分子 3 1 の配向方向の方位角方向は、偏光板の偏光軸に平行または垂直となるので、電圧無印加時に傾斜配向している液晶分子 3 1 は入射光に対して位相差を与えず、光漏れの発生が抑制される。

10

## 【 0 1 6 7 】

これに対して、断面形状が略円形である場合には、図 4 4 ( b ) に示すように、傾斜側面 1 6 s の影響を受けて傾斜配向する液晶分子 3 1 は、全ての方位角方向に対して同等の確率で配向しているため、偏光板の偏光軸方向をどのように設定しても、偏光軸に対して傾斜した方向に配向している液晶分子が存在する。そのため、光漏れが発生することがある。

## 【 0 1 6 8 】

上述したように、断面形状が略十字形であると、偏光板の偏光軸方向を最適化することによって、電圧無印加時の光漏れの発生を抑制することができ、より暗い黒表示を実現することができる。

20

## 【 0 1 6 9 】

次に、より明るい白表示が可能になる理由を図 4 5 ( a ) および ( b ) を参照しながら説明する。図 4 5 ( a ) および ( b ) は、電圧印加時の液晶分子 3 1 の配向状態を模式的に示す図である。図 4 5 ( a ) は断面形状が略円形の凸部 1 6 が設けられている場合を示す上面図であり、図 4 5 ( b ) は断面形状が略十字形の凸部 1 6 ' が設けられている場合を示す上面図である。

## 【 0 1 7 0 】

断面形状が略円形の凸部 1 6 が設けられている場合、電圧無印加時には、図 4 4 ( b ) に示したように、傾斜側面 1 6 s 近傍の液晶分子 3 1 は、傾斜側面 1 6 s の配向規制力（アンカリング効果）を受けて全ての方位角方向に対して同等の確率で配向している。そのため、液晶層 3 0 に電圧を印加すると、傾斜側面 1 6 s の配向規制力を受けて傾斜した液晶分子 3 1 の配向方向と整合する方向に、周囲の液晶分子 3 1 は倒れ、図 4 5 ( a ) に示すように、液晶層 3 0 の液晶分子 3 1 は全ての方位角方向に対して同等の確率で配向する。

30

## 【 0 1 7 1 】

一方、断面形状が略十字形の凸部 1 6 ' が設けられている場合、電圧無印加時に傾斜配向する液晶分子 3 1 の配向方向の方位角方向は、図 4 4 ( a ) に示したように、十字が延びる方向（互いに略直交する第 1 方向 F D および第 2 方向 S D ）に対して平行または垂直である。それ故、液晶層 3 0 に電圧を印加すると、傾斜側面 1 6 s の配向規制力を受けて傾斜した液晶分子 3 1 の配向方向と整合する方向に周囲の液晶分子 3 1 が倒れ、その結果、図 4 5 ( b ) に示すように、十字が延びる方向に対して約 4 5 ° の角をなす方向に沿って配向する液晶分子 3 1 の存在確率が比較的高くなる。そのため、一对の偏光板の偏光軸方向と十字が延びる方向とが一致するように、すなわち、一对の偏光板の一方の偏光軸が第 1 方向 F D と平行に、かつ、一对の偏光板の他方の偏光軸が第 2 方向 S D と平行になるように、一对の偏光板が配置されていると、偏光板の偏光軸に対して約 4 5 ° の角をなす方向に沿って配向する液晶分子 3 1 の存在確率が比較的高いので、光の透過率が向上する。

40

## 【 0 1 7 2 】

上述したように、断面形状が略十字形であると、偏光板の偏光軸方向を最適化することによって、電圧印加時の光の透過率を向上させることができ、より明るい白表示を実現する

50



ことができる。

【0173】

なお、断面形状が略十字形の凸部16'として、図41(a)および(b)においては、直線状の辺から構成された略十字形の断面形状を有する凸部16'を示したが、勿論、これに限定されず、曲線状の辺を含んで構成された略十字形の断面形状であっても上述の効果が得られる。図46(a)に示すように、4つの4分の1円弧状の辺を含んで構成された略十字形であってもよいし、図46(b)に示すように、4つの4分の1円弧状の辺のみから構成された略十字形であってもよい。開口率を低下させることなく配向規制力を大きくする観点からは、図41(a)および(b)に示したような直線状の辺から構成された略十字形であることが好ましい。

10

【0174】

断面形状が略十字形の凸部の配置例を、両用型液晶表示装置を例に説明する。

なお、以下の説明においては、断面形状が略十字形の凸部を対向基板上に設ける場合について説明するが、勿論、TFT基板上に設けてもよいし、後述するように断面形状が略円形の凸部などと組み合わせて用いてもよい。

【0175】

例えば、図47(a)および(b)に示す両用型液晶表示装置290aおよび290bのように、対向基板上の凸部226'を透過領域(透明電極212t)に対応する領域内に設けてもよいし、図48(a)および(b)に示す両用型液晶表示装置290cおよび290dのように、対向基板上の凸部226'を透過領域(透明電極212t)および反射領域(反射電極212r)の両方に共有されるように設けてもよい。開口率の観点からは、図47(a)および(b)に示した配置が好ましく、配向規制力を大きくし応答速度を向上させる観点からは図48(a)および(b)に示した配置が好ましい。

20

【0176】

また、図47(a)および図48(a)に示したように絵素領域を規定する辺に対して十字の延びる方向が垂直または平行となるように凸部226'を設けてもよいし、図47(b)および図48(b)に示したように絵素領域を規定する辺に対して十字の延びる方向が傾斜するように(例えば約45°の角度をなすように)凸部226'を設けてもよいが、いずれの配置においても、偏光板の偏光軸方向を十字の延びる方向と一致させることによって、透過率やコントラスト比を向上させることができる。逆に言うと、偏光板の配置に制約がある場合においても、凸部226'の配置(十字の延びる方向)を最適化することによって透過率を向上させることができる。

30

【0177】

図49、図50および図51を参照しながら、断面形状が略十字形の凸部326'を対向基板側に備えた両用型液晶表示装置330および340の具体的な構造を説明する。図49は、両用型液晶表示装置330を模式的に示す上面図であり、図50は、図49中の50A-50A'線に沿った断面図に相当し、図51は、両用型液晶表示装置340を模式的に示す上面図である。なお、以下の説明においては、図23、図24および図25に示した両用型液晶表示装置300および310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を用いて示し、その説明を省略する。

40

【0178】

図49、図50および図51に示した両用型液晶表示装置330および340は、絵素領域内に2つの透過領域Tを有し、それぞれの中央に位置するように、対向電極322上に断面形状が略十字形の凸部326'が形成されている。

【0179】

図49および図50に示した両用型液晶表示装置330は、絵素領域を規定する辺に対して十字が延びる方向が垂直または平行となるように設けられた凸部326'を有しているのに対して、図51に示した両用型液晶表示装置340は、絵素領域を規定する辺に対して十字が延びる方向が傾斜するように(例えば約45°の角度をなすように)設けられた凸部326'を有している点において異なる。

50

## 【 0 1 8 0 】

図 4 9、図 5 0 および図 5 1 に示した両用型液晶表示装置 3 3 0 および 3 4 0 では、透過領域 T 内に凸部 3 2 6 ' を設けるが、勿論、反射領域 R 内に凸部 3 2 6 ' を設けてもよく、図 5 2、図 5 3 ( a ) および ( b ) に示す両用型液晶表示装置 3 5 0 のように、透過領域 T および反射領域 R の両方に共有されるように凸部 3 2 6 ' を設けてもよい。

## 【 0 1 8 1 】

また、図 5 2、図 5 3 ( a ) および ( b ) に示した両用型液晶表示装置 3 5 0 のように、それぞれ独立した凸部 3 2 6 ' を設けてもよいし、図 5 4 に示す両用型液晶表示装置 3 6 0 のように、隣接した凸部 3 2 6 ' (他の絵素領域に形成された凸部 3 2 6 ' を含む) 同士が一体に形成された凸部 3 2 6 ' を設けてもよい。

10

## 【 0 1 8 2 】

なお、上述の説明においては、断面形状が略十字形の凸部のみが設けられている場合について説明したが、勿論これに限定されず、断面形状が略十字形の凸部と他の断面形状の凸部と組み合わせて用いてもよい。また、上述の説明においては、一方の基板 (対向基板) 側に断面形状が略十字形の凸部が形成され、他方の基板 (T F T 基板) 側に凸部が形成されていない場合について説明したが、勿論これに限定されず、一方の基板側に形成された断面形状が略十字形の凸部と、他方の基板側に形成された凸部と組み合わせて用いてもよい。

## 【 0 1 8 3 】

図 5 5 ( a ) および ( b ) に、断面形状が略円形の第 1 凸部 1 6 および断面形状が略十字形の第 2 凸部 2 6 ' を備える液晶表示装置 1 9 0 を模式的に示す。図 5 5 ( a ) は、液晶表示装置 1 9 0 を模式的に示す上面図であり、図 5 5 ( b ) は、図 5 5 ( a ) 中の 5 5 B - 5 5 B ' 線に沿った断面図に相当する。

20

## 【 0 1 8 4 】

液晶表示装置 1 9 0 は、T F T 基板 1 0 の液晶層 3 0 側に形成された複数の第 1 凸部 1 6 と、対向基板 2 0 の液晶層 3 0 側に形成された複数の第 2 凸部 2 6 ' とを有している。第 1 凸部 1 6 は、略円形の断面形状を有し、第 2 凸部 2 6 ' は、略十字形の断面形状を有している。

## 【 0 1 8 5 】

図 5 5 ( a ) に示したように、9 つの第 1 凸部 1 6 は、4 つの正方格子を形成するように配置されており、4 つの正方格子のそれぞれの中心に第 2 凸部 2 6 ' が位置している。さらに、4 つの第 2 凸部 2 6 ' も正方格子を形成している。断面形状が略円形の第 1 凸部 1 6 と断面形状が略十字形の第 2 凸部 2 6 ' とを組み合わせて用いる場合にも、このように第 1 凸部 1 6 と第 2 凸部 2 6 ' とを配置することによって、電圧印加時に液晶層 3 0 に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向がさらに安定化される。

30

## 【 0 1 8 6 】

図 5 6 に、断面形状が略円形の第 1 凸部 3 1 6 および断面形状が略十字形の第 2 凸部 3 2 6 ' を備える両用型液晶表示装置 3 7 0 を模式的に示す。

## 【 0 1 8 7 】

図 5 6 に示した両用型液晶表示装置 3 7 0 は、2 つの透過領域 T を有し、それぞれの中央に位置するように対向電極 3 2 2 上に断面形状が略十字形の第 2 凸部 3 2 6 ' が形成されている。T F T 基板側に形成されている第 1 凸部 3 1 6 は、絵素領域外に設けられ、信号配線 3 4 3 および走査配線 3 4 4 に対応する領域に設けられている。図 5 6 に示したように、6 つの第 1 凸部 1 6 は、2 つの正方格子を形成するように配置されているとともに、2 つの正方格子のそれぞれの中心に第 2 凸部 2 6 ' が位置しており、そのことによって、放射状傾斜配向がさらに安定化される。

40

## 【 0 1 8 8 】

( 偏光板、位相差板の配置 )

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、

50

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た表示モードにも適用される。先の実施形態1および2で説明した全ての液晶表示装置の一对の基板（例えば、TFT基板と対向基板）の外側（液晶層30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。

【0189】

【発明の効果】

本発明によると、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインの配向の安定性を高めることにより、従来の広視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。さらに、外力により放射状傾斜配向が崩れても、容易に放射状傾斜配向が復元され得る信頼性の高い液晶表示装置が提供される。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施形態1の液晶表示装置100の1つの絵素領域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】実施形態1の他の液晶表示装置110の部分断面図であり、(a)は電圧無印加時、(b)は電圧印加時（中間調電圧）の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図である。

20

【図3】実施形態1の他の液晶表示装置120の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の3B-3B'線に沿った断面図である。

【図4】実施形態1の他の液晶表示装置130の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の4B-4B'線に沿った断面図である。

【図5】実施形態1の他の液晶表示装置150の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の5B-5B'線に沿った断面図である。

【図6】図5(b)に示した液晶層30に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線EQを用いて示した図である。

【図7】(a)~(d)は、液晶分子31に作用する電界による配向規制力を説明するための模式図である。

30

【図8】液晶表示装置150の部分断面図であり、(a)は電圧無印加時、(b)は電圧印加時（中間調電圧）の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図である。

【図9】液晶表示装置150の基板上面から見た液晶分子31の配向状態を示す模式図であり、(a)は電圧無印加状態、(b)は電圧印加状態を示す。

【図10】(a)~(c)は、本発明の液晶表示装置に用いられる凸部16と開口部12aとの配置関係を説明するための図である。

【図11】実施形態1の他の液晶表示装置160の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の11B-11B'線に沿った断面図である。

【図12】液晶表示装置160の液晶層30に電圧を印加した時の基板上面から見た液晶分子31の配向状態を示す模式図である。

40

【図13】実施形態1の他の液晶表示装置170の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の13B-13B'線に沿った断面図である。

【図14】図13(b)に示した液晶層30に電圧を印加したときに発生する電界を等電位線EQを用いて示した図である。

【図15】液晶表示装置170の液晶層30に電圧を印加した時の基板上面から見た液晶分子31の配向状態を示す模式図である。

【図16】実施形態1の他の液晶表示装置180の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の16B-16B'線に沿った断面図であ

50

る。

【図17】実施形態2の両用型液晶表示装置200および200'の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は両用型液晶表示装置200の上面図、(b)は両用型液晶表示装置200'の上面図、(c)は(a)および(b)中の17C-17C'線に沿った断面図である。

【図18】実施形態2の他の両用型液晶表示装置210の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の18B-18B'線に沿った断面図である。

【図19】実施形態2の他の両用型液晶表示装置220の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の19B-19B'線に沿った断面図である。

10

【図20】(a)は両用型液晶表示装置210の上面図、(b)は両用型液晶表示装置220の上面図である。

【図21】(a)~(d)は、実施形態2の他の両用型液晶表示装置240、250、260および270の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図22】実施形態2の他の両用型液晶表示装置280の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の22B-22B'線に沿った断面図である。

【図23】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

20

【図24】実施形態2の他の両用型液晶表示装置310の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図25】両用型液晶表示装置310の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図23中の24A-24A'線に沿った断面図である。

【図26】実施形態2の他の両用型液晶表示装置320の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図27】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Aの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図28】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Bの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

30

【図29】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Cの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図30】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Dの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図31】両用型液晶表示装置300Dの液晶層330に電圧を印加した時の液晶分子31の配向状態を示す模式図である。

【図32】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Eの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図33】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Fの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

40

【図34】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Gの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図35】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Hの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図36】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Iの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図37】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Jの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図38】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Kの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

50

【図39】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Lの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図40】実施形態2の他の両用型液晶表示装置300Mの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は断面図である。

【図41】本発明による液晶表示装置に用いられる他の凸部16'を模式的に示す図であり、(a)および(b)は上面図、(c)は(a)および(b)中の41C-41C'線に沿った断面図である。

【図42】断面形状が略円形である凸部を備えた液晶表示装置および断面形状が略十字形である凸部を備えた液晶表示装置の応答速度を示すグラフである。

【図43】凸部の断面形状が略円形である場合および凸部の断面形状が略十字形である場合の印加電圧(V)に対する透過強度指向性を示すグラフである。

10

【図44】電圧無印加時の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図であり、(a)は断面形状が略十字形の凸部が設けられている場合を示す上面図、(b)は断面形状が略円形の凸部が設けられている場合を示す上面図、(c)は(a)および(b)の44C-44C'線に沿った断面図である。

【図45】電圧印加時の液晶分子31の配向状態を模式的に示す図であり、(a)は断面形状が略円形の凸部が設けられている場合を示す上面図、(b)は断面形状が略十字形の凸部が設けられている場合を示す上面図である。

【図46】(a)および(b)は、本発明による液晶表示装置に用いられるさらに他の凸部16'を模式的に示す上面図である。

20

【図47】実施形態2の他の両用型液晶表示装置290aおよび290bの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は両用型液晶表示装置290aの上面図、(b)は両用型液晶表示装置290bの上面図である。

【図48】実施形態2の他の両用型液晶表示装置290cおよび290dの1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は両用型液晶表示装置290cの上面図、(b)は両用型液晶表示装置290dの上面図である。

【図49】実施形態2の他の両用型液晶表示装置330の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図50】両用型液晶表示装置330の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図49中の50A-50A'線に沿った断面図である。

30

【図51】実施形態2の他の両用型液晶表示装置340の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図52】実施形態2の他の両用型液晶表示装置350の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図53】両用型液晶表示装置350の1つの絵素領域の構造を模式的に示す断面図であり、(a)は図52中の53A-53A'線に沿った断面図、(b)は図52中の53B-53B'線に沿った断面図である。

【図54】実施形態2の他の両用型液晶表示装置360の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

【図55】本発明による他の実施形態の液晶表示装置190の1つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a)は上面図、(b)は(a)中の55B-55B'線に沿った断面図である。

40

【図56】本発明による他の実施形態の両用型液晶表示装置370の1つの絵素領域の構造を模式的に示す上面図である。

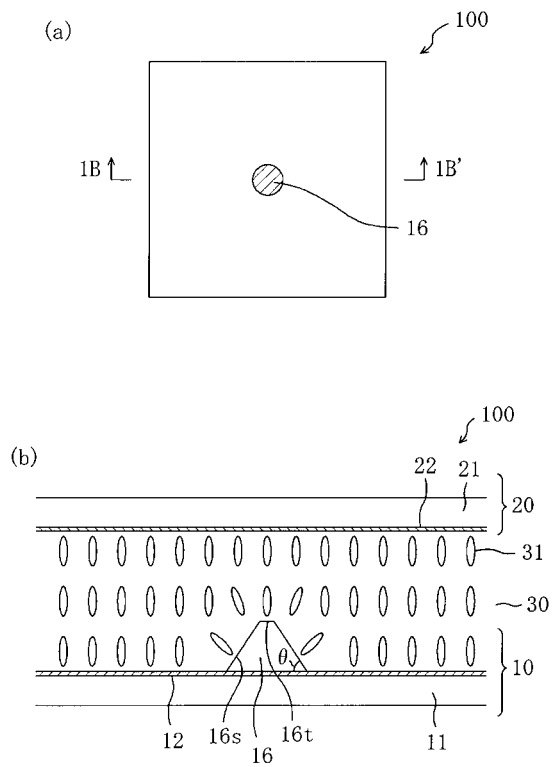
【符号の説明】

- 10 TFT基板
- 11 ガラス基板
- 12 絵素電極
- 16、16' 凸部
- 16s 傾斜側面

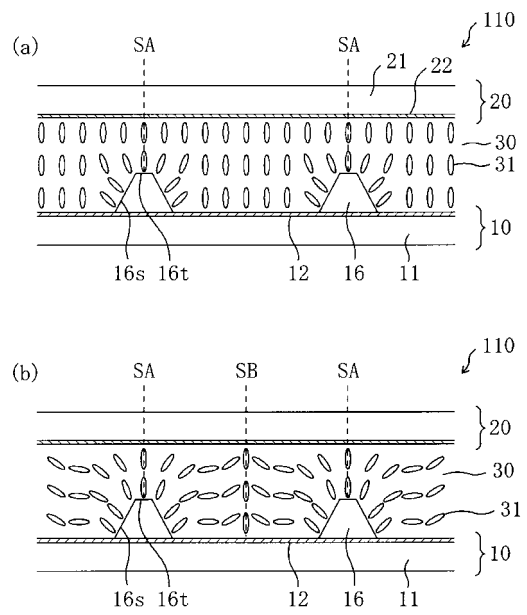
50

- 1 6 t 頂面
- 2 0 対向基板
- 2 1 ガラス基板
- 3 0 液晶層
- 3 1 液晶分子
- 1 0 0 液晶表示装置

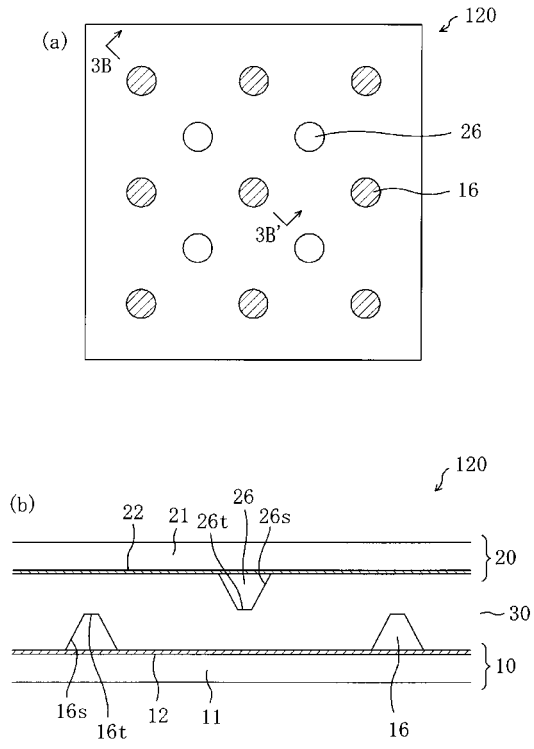
【 図 1 】



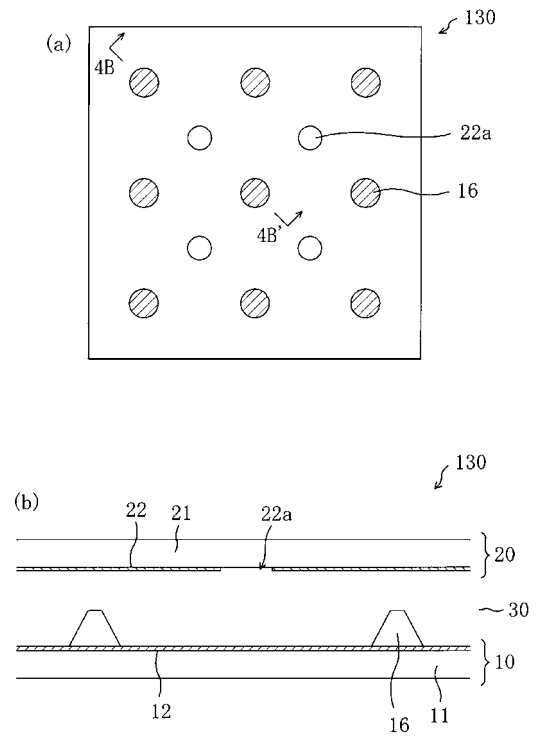
【 図 2 】



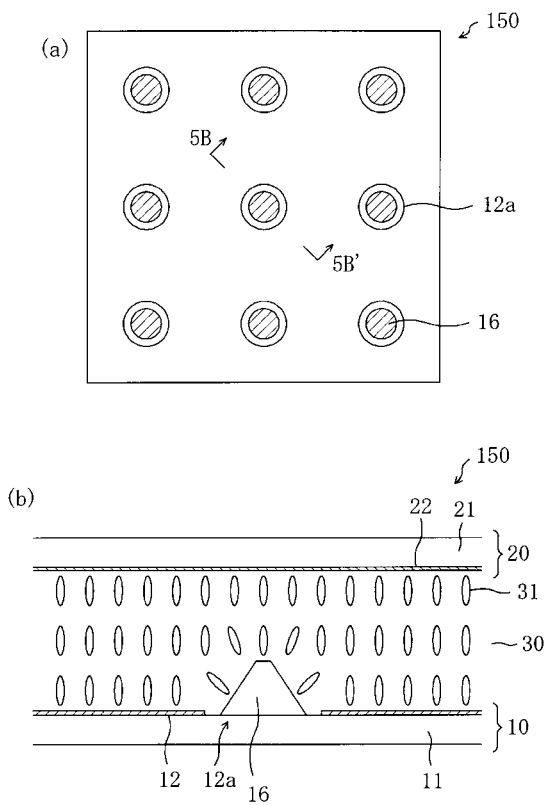
【 図 3 】



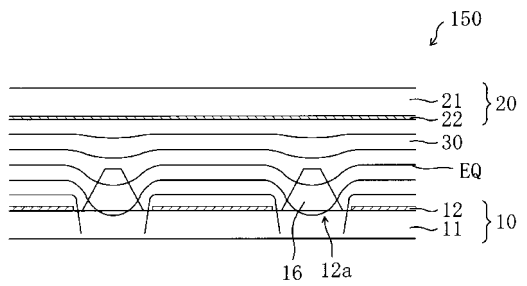
【 図 4 】



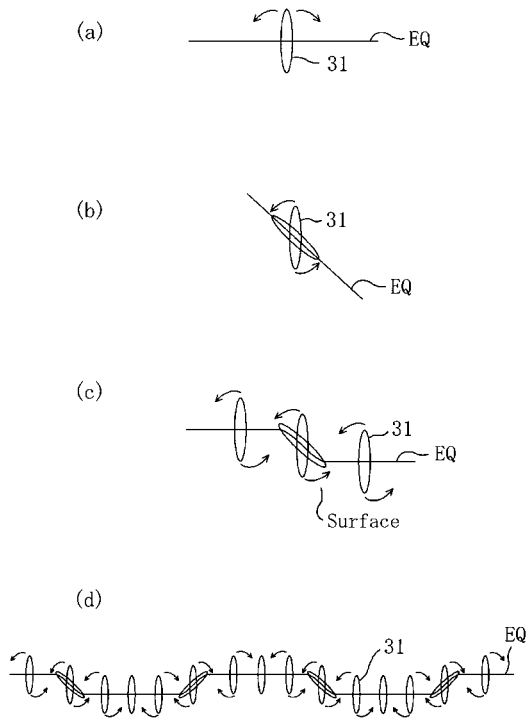
【 図 5 】



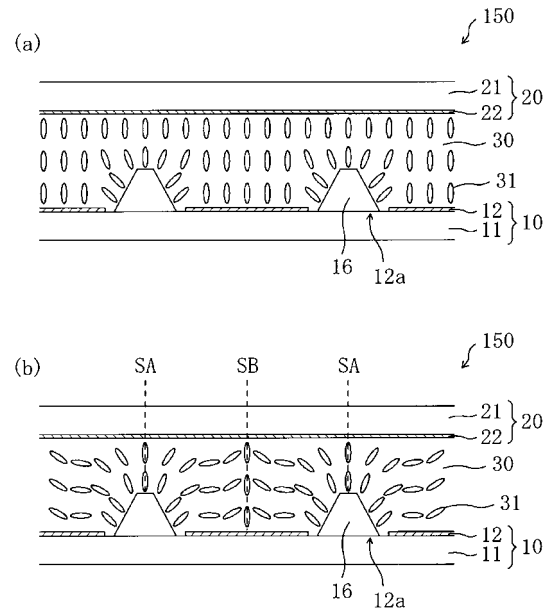
【 図 6 】



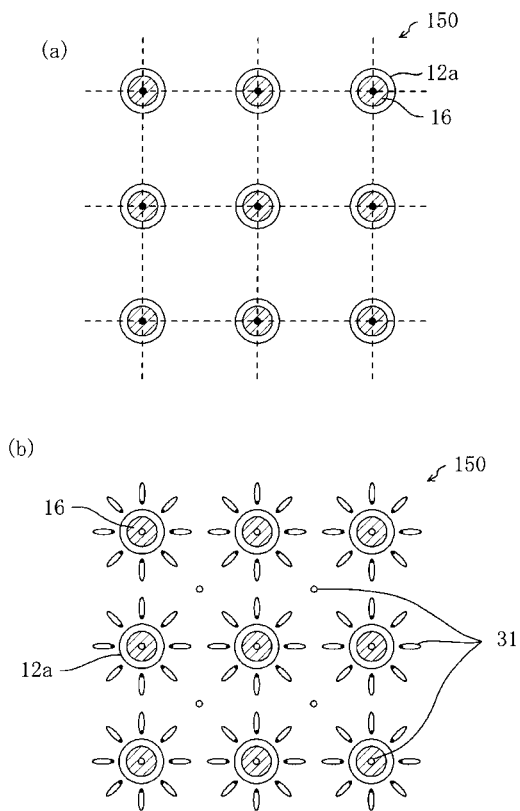
【 図 7 】



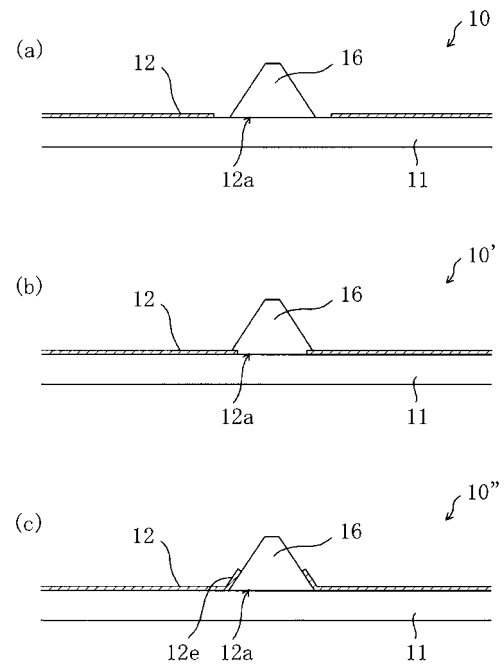
【 図 8 】



【 図 9 】

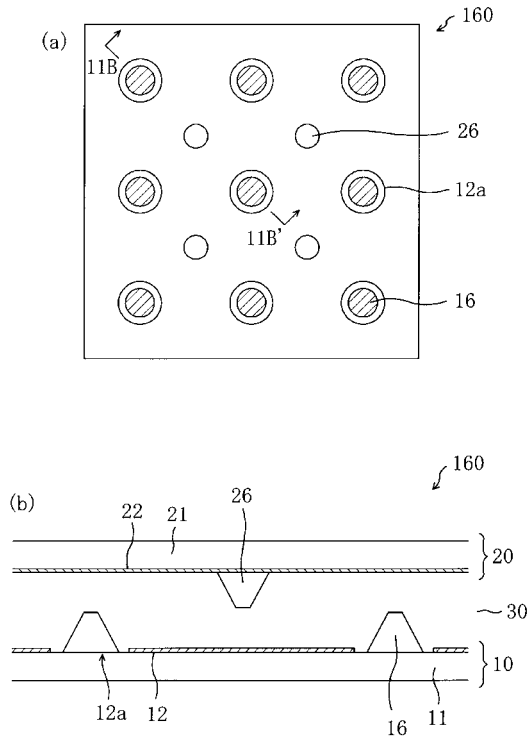


【 図 10 】

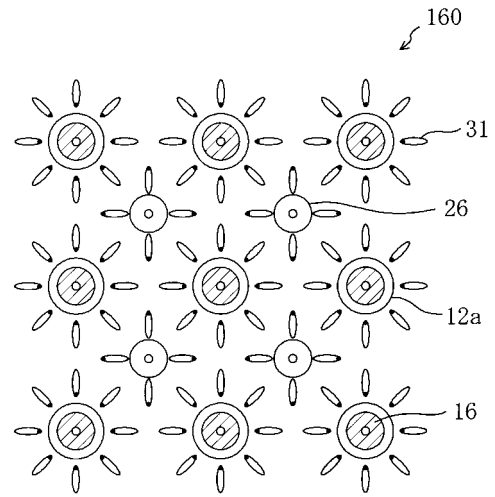




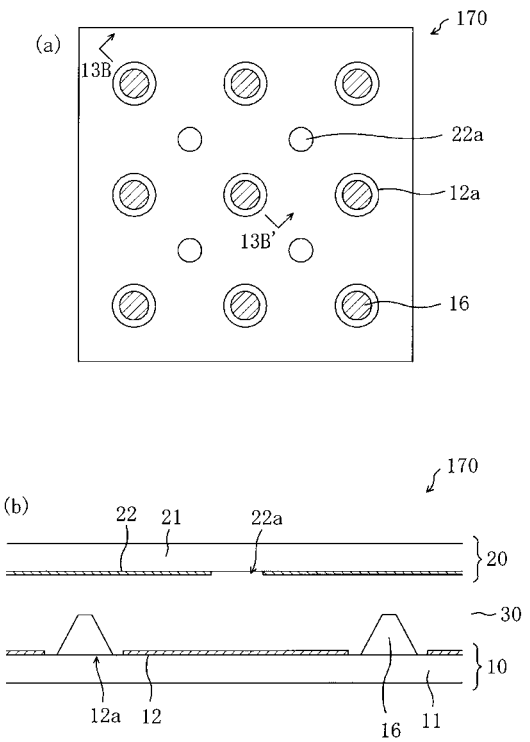
【 図 1 1 】



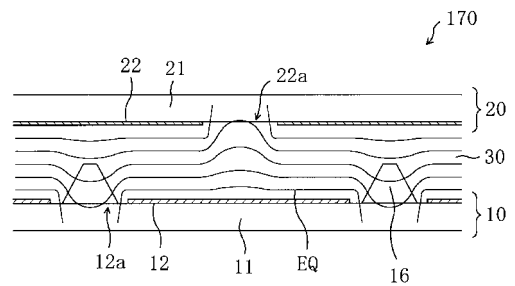
【 図 1 2 】



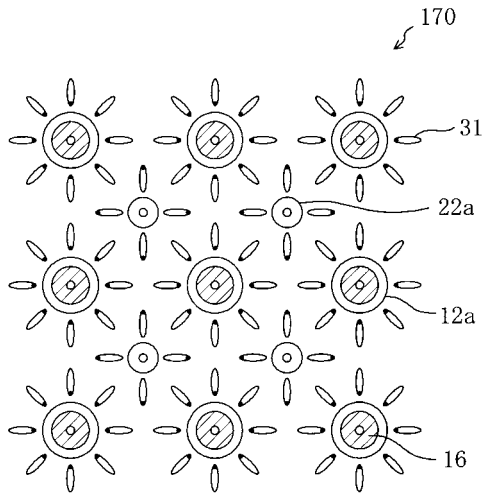
【 図 1 3 】



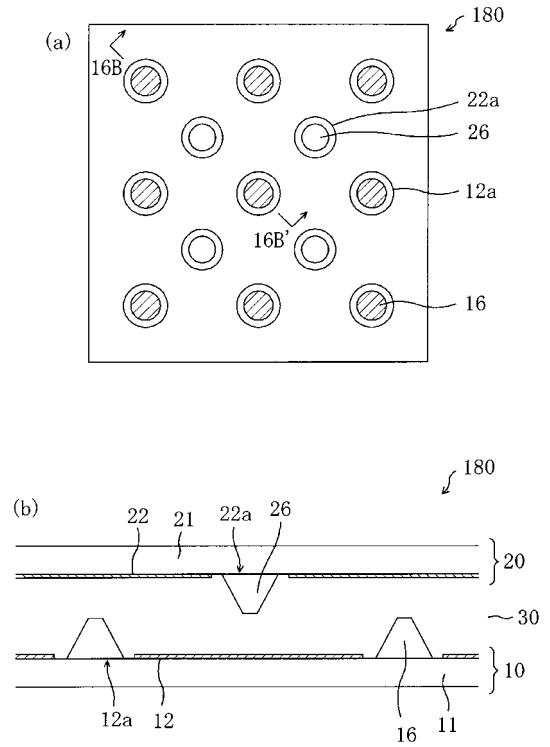
【 図 1 4 】



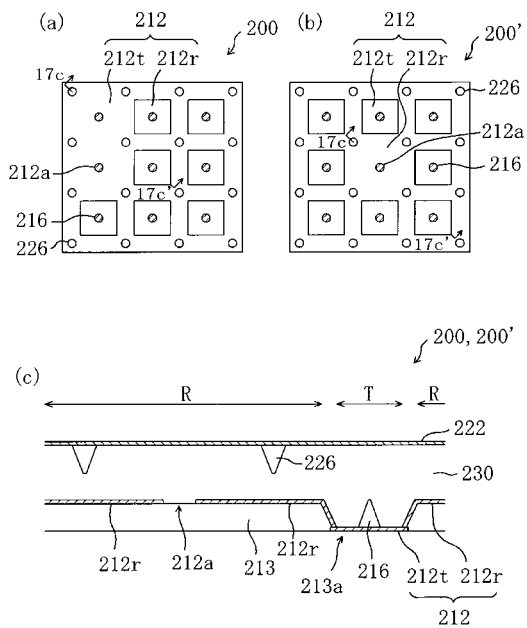
【 図 1 5 】



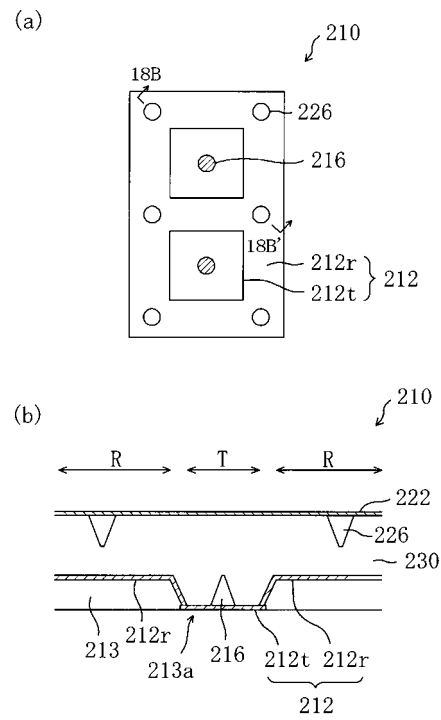
【 図 1 6 】



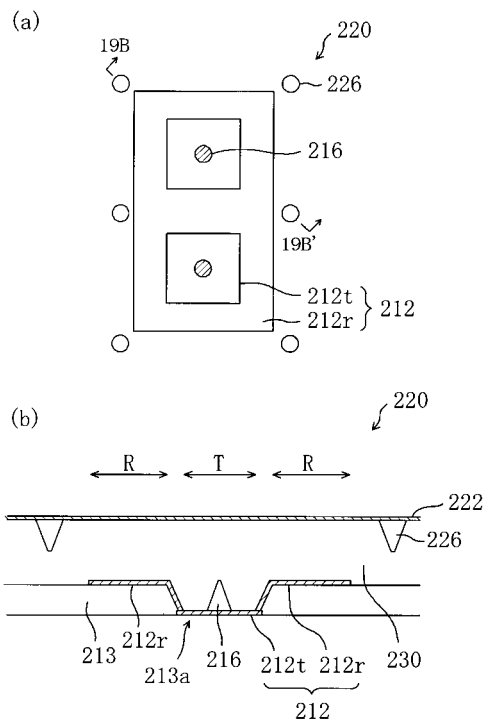
【 図 1 7 】



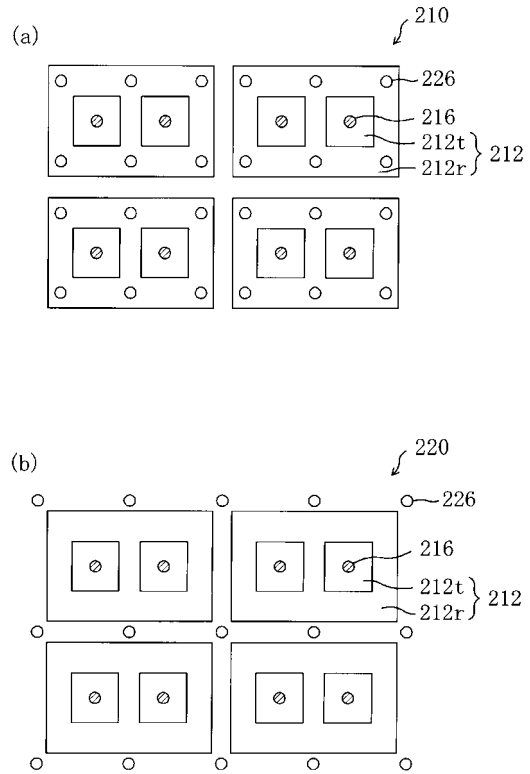
【 図 1 8 】



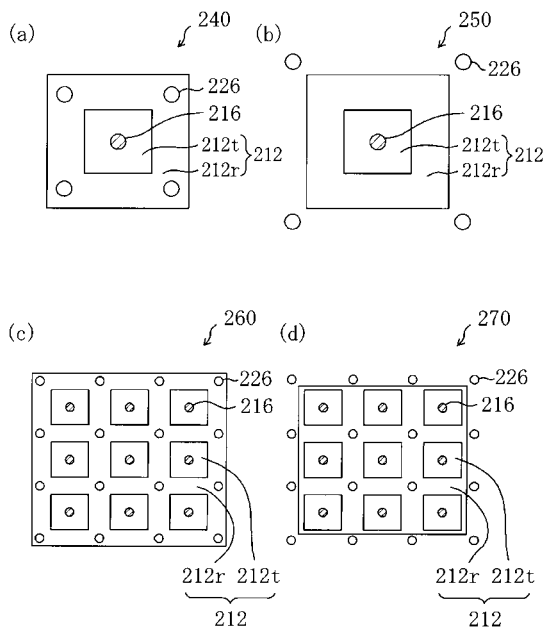
【 図 19 】



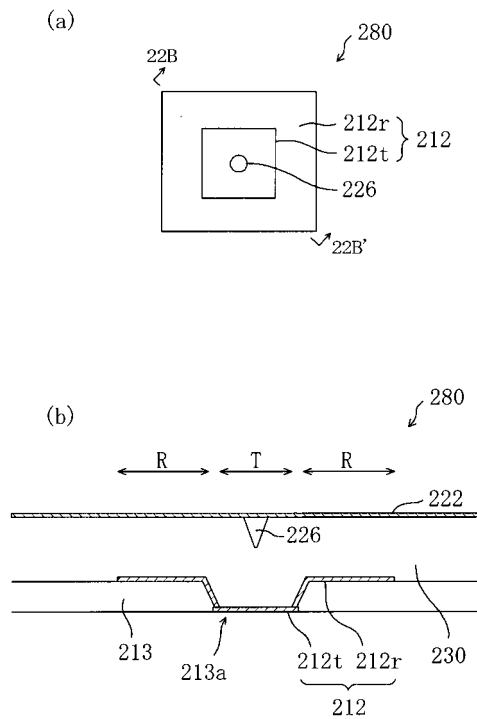
【 図 20 】



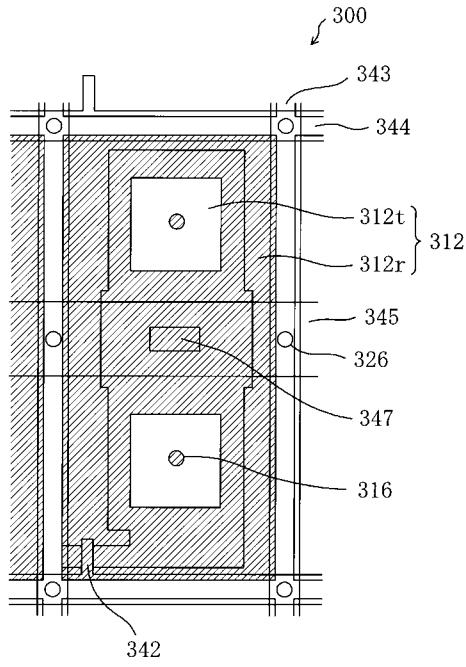
【 図 21 】



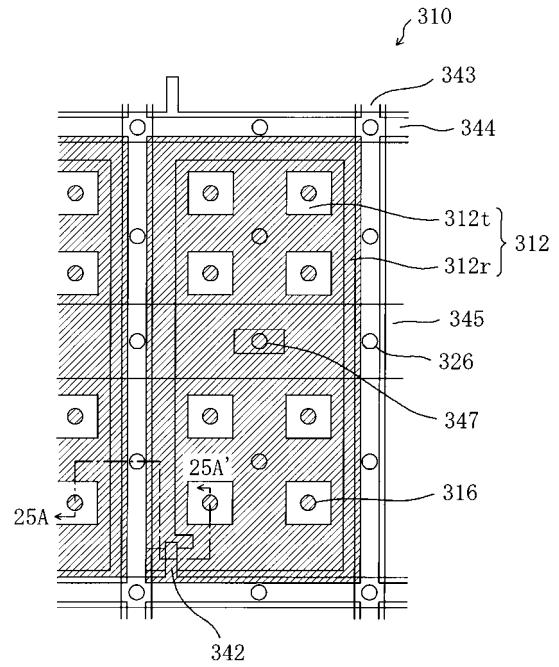
【 図 22 】



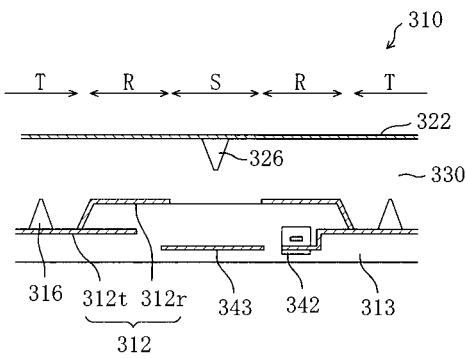
【 図 2 3 】



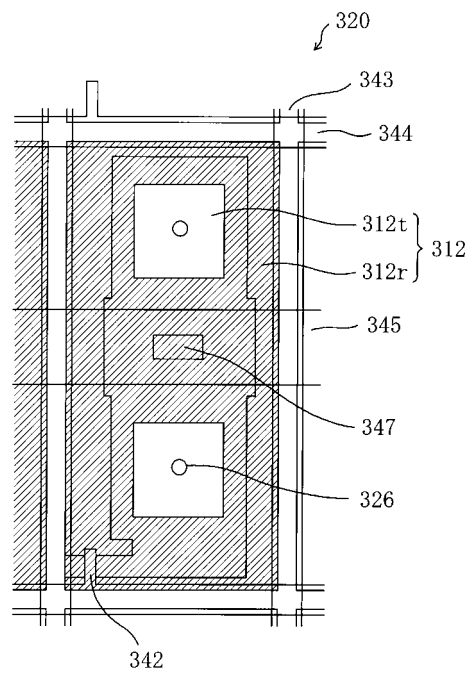
【 図 2 4 】



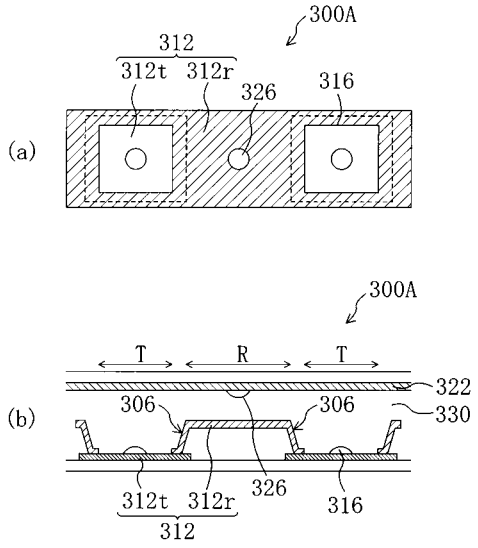
【 図 2 5 】



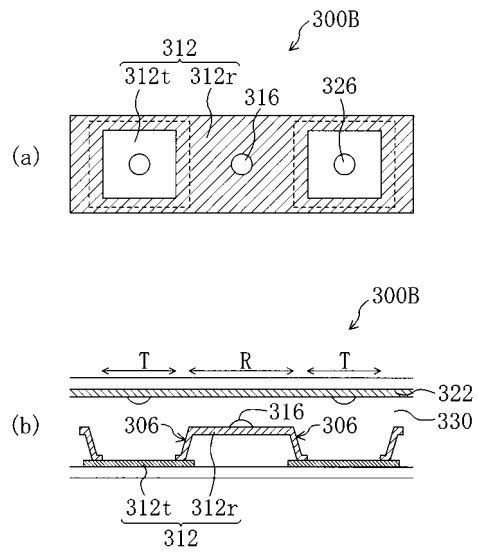
【 図 2 6 】



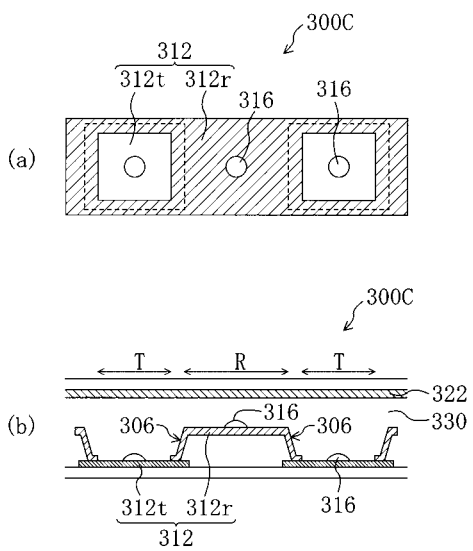
【 図 2 7 】



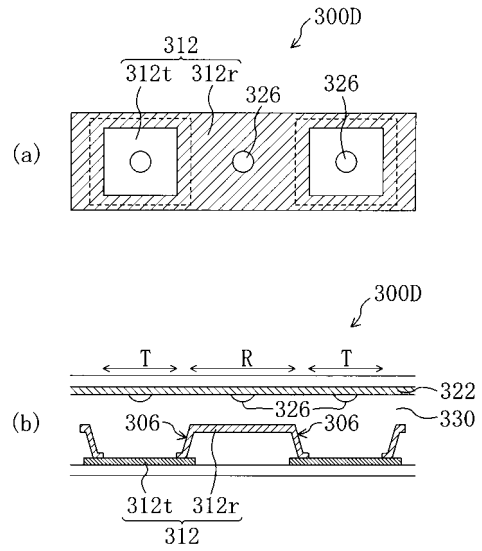
【 図 2 8 】



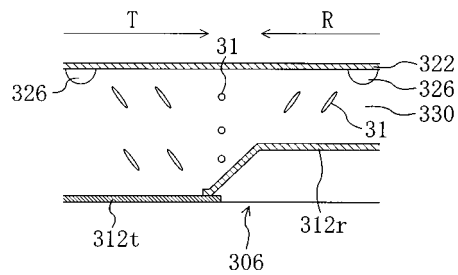
【 図 2 9 】



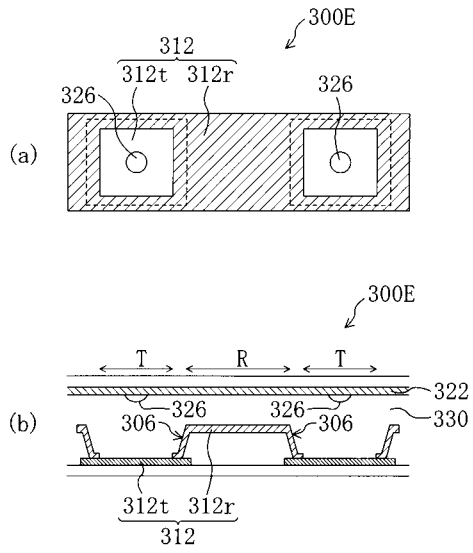
【 図 3 0 】



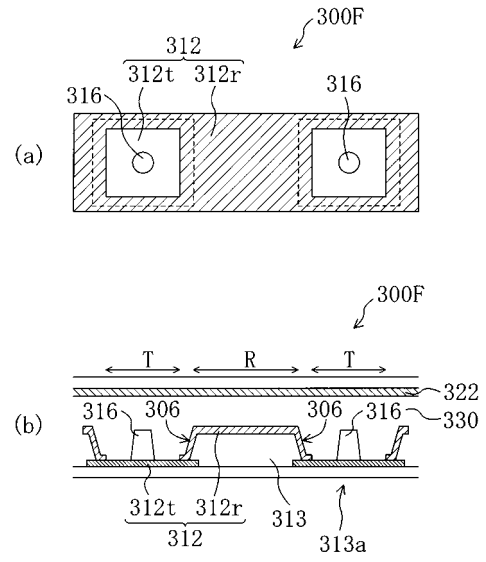
【 図 3 1 】



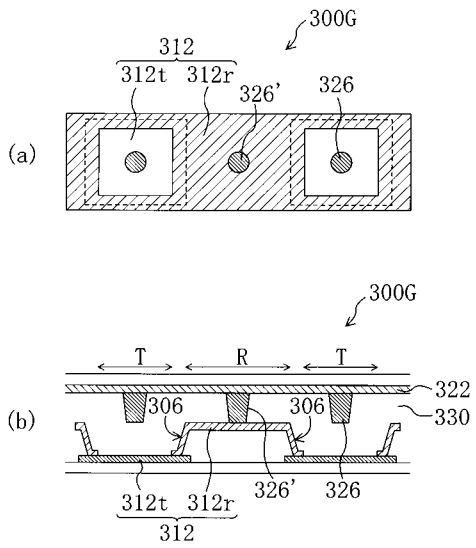
【 図 3 2 】



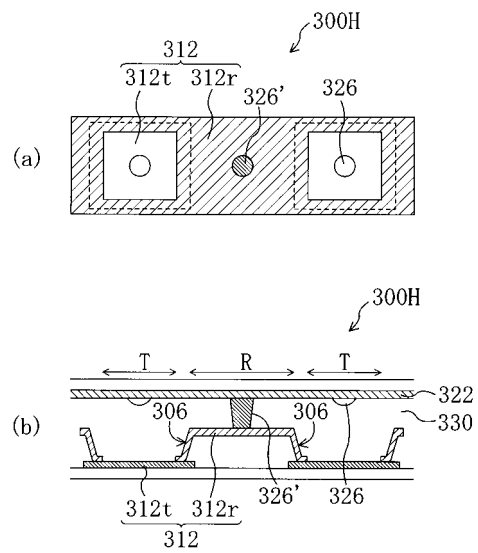
【 図 3 3 】



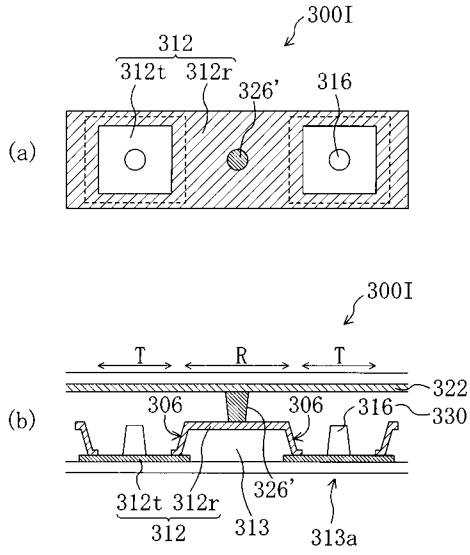
【 図 3 4 】



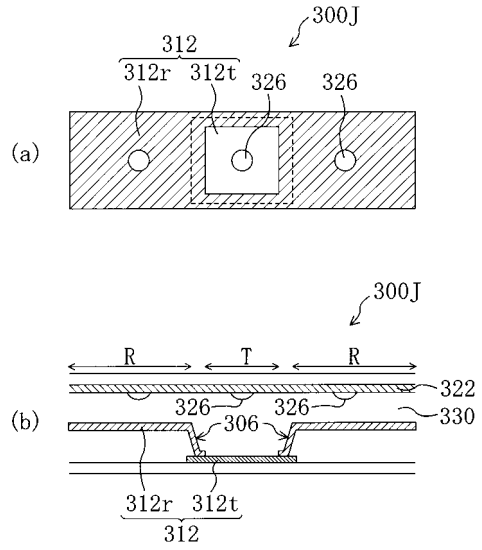
【 図 3 5 】



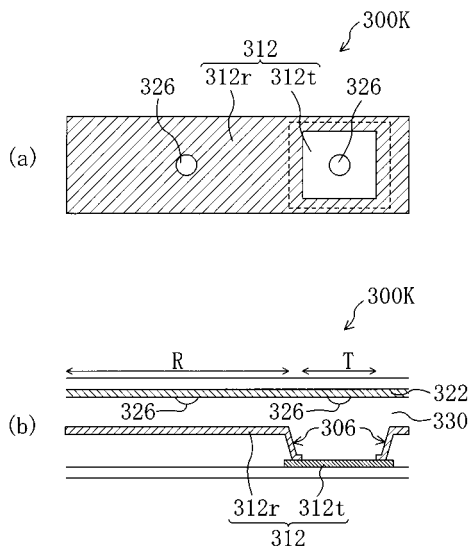
【 図 3 6 】



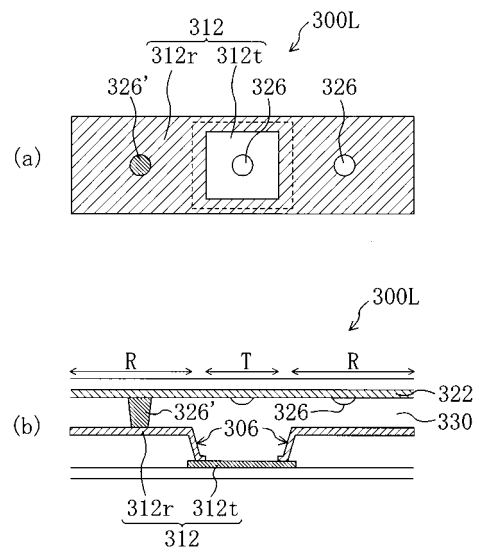
【 図 3 7 】



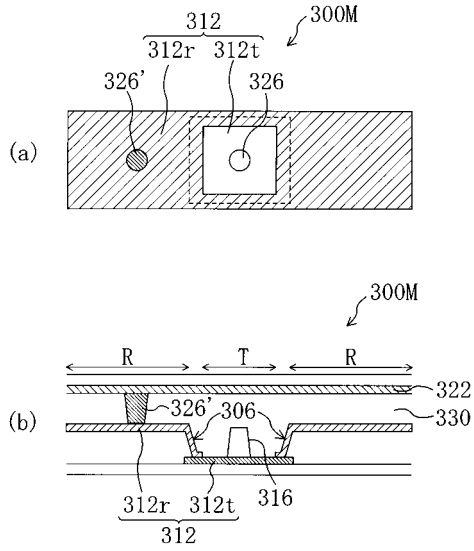
【 図 3 8 】



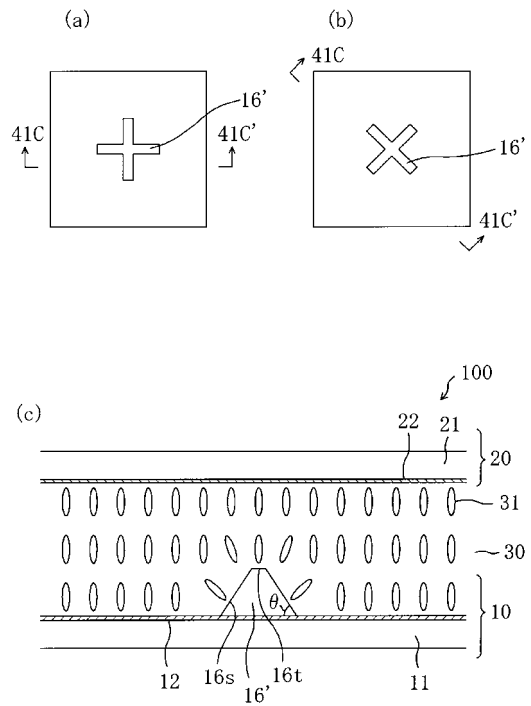
【 図 3 9 】



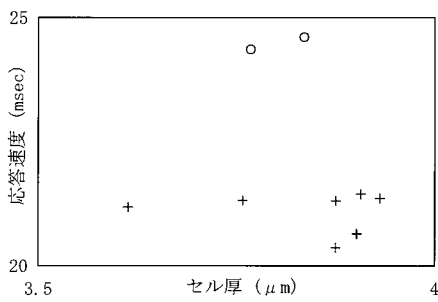
【図40】



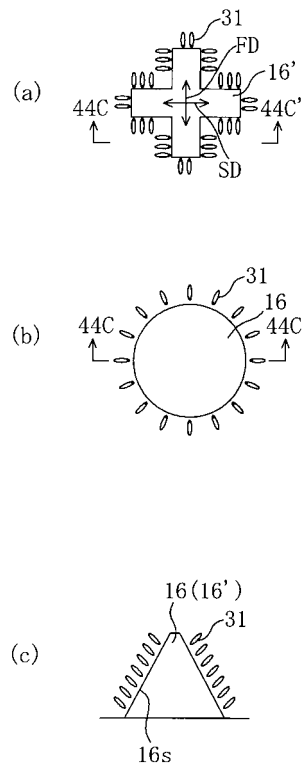
【図41】



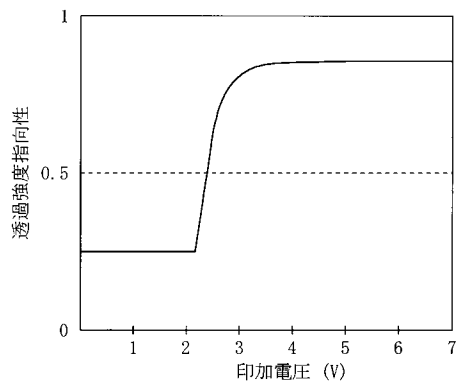
【図42】



【図44】

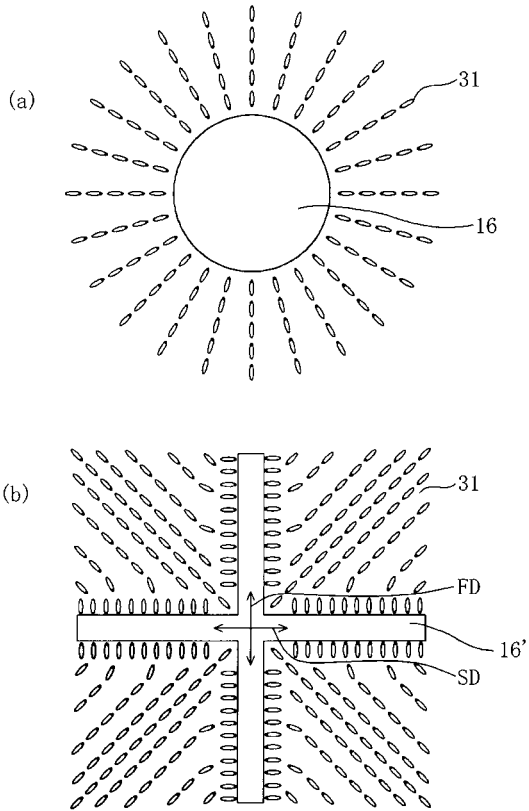


【図43】

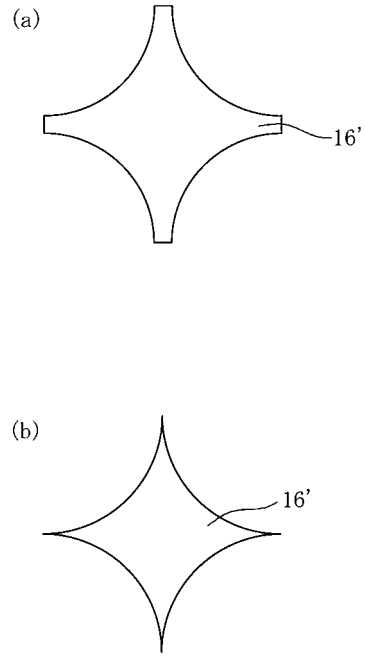




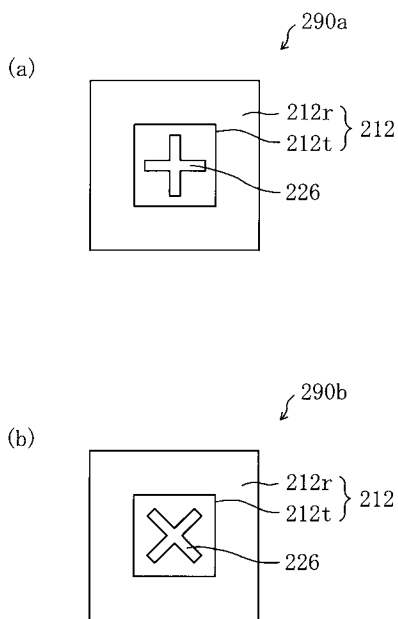
【 図 4 5 】



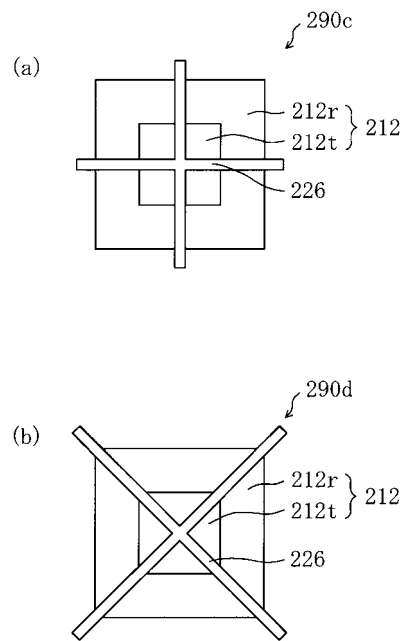
【 図 4 6 】



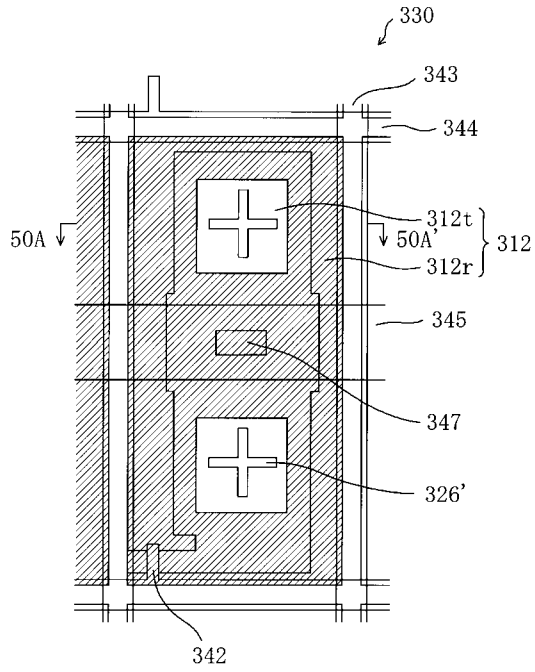
【 図 4 7 】



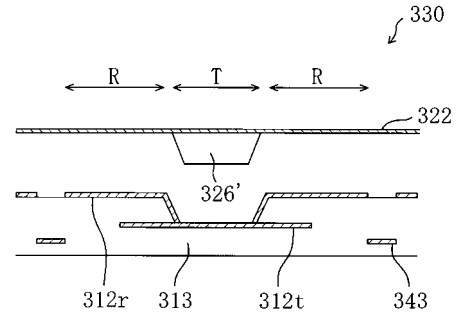
【 図 4 8 】



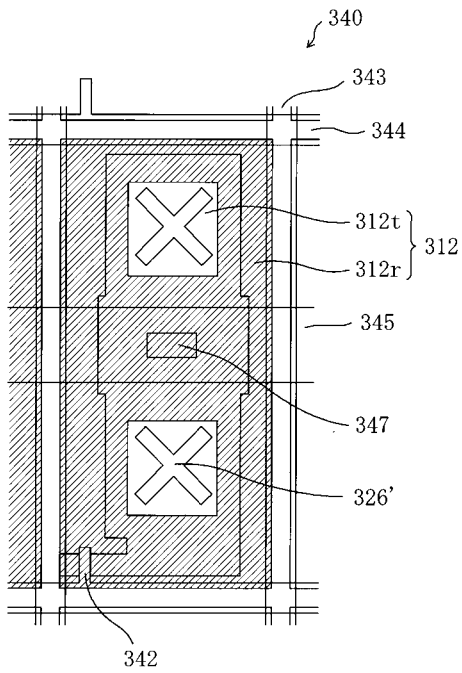
【 図 4 9 】



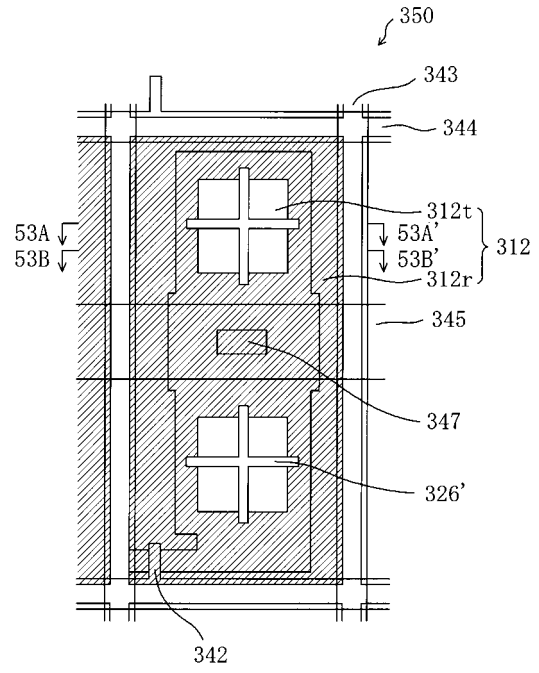
【 図 5 0 】



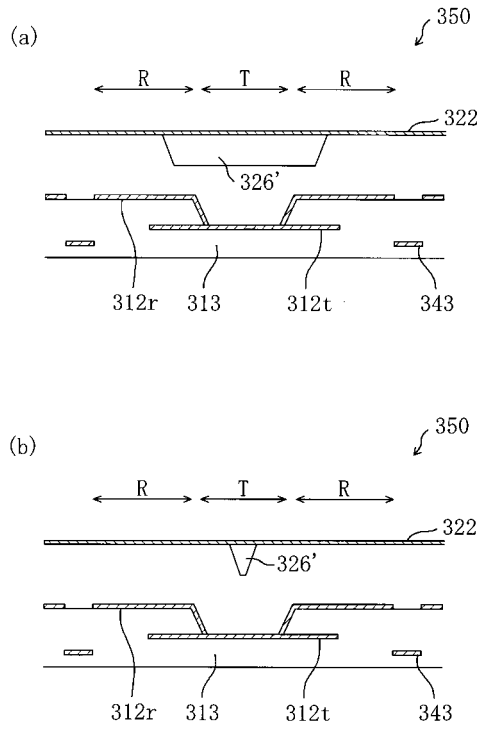
【 図 5 1 】



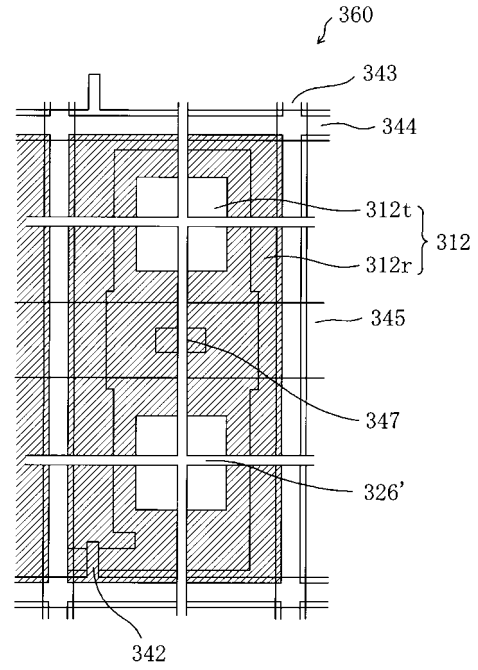
【 図 5 2 】



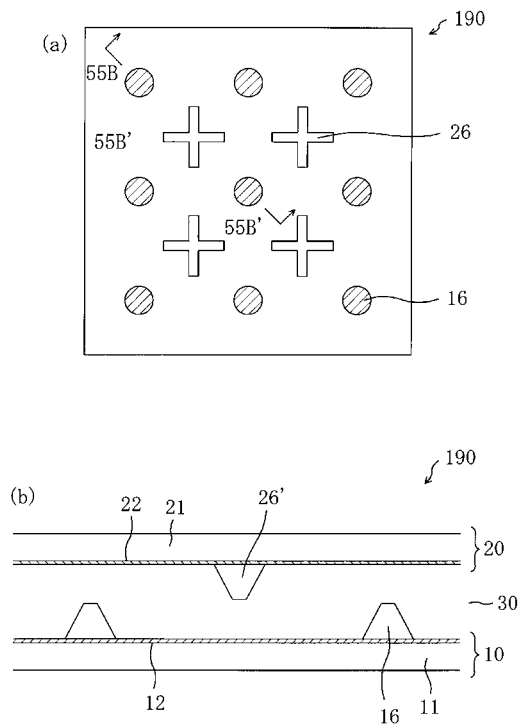
【 図 5 3 】



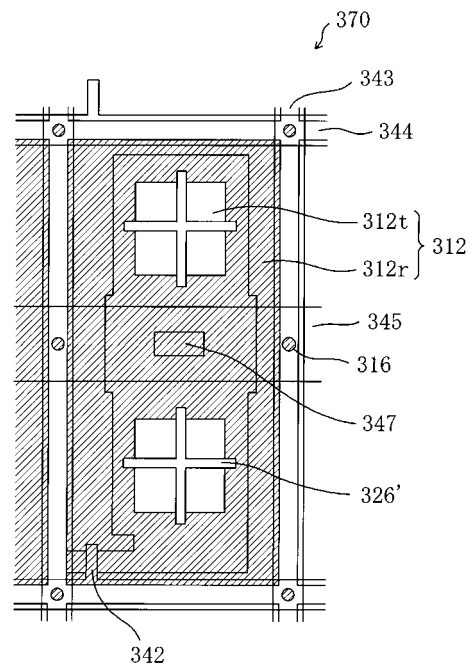
【 図 5 4 】



【 図 5 5 】



【 図 5 6 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

G 0 2 F 1/139

- (56) 参考文献 特開平 08 - 292423 (JP, A)  
特開 2000 - 314886 (JP, A)  
特開 2000 - 056296 (JP, A)  
特開平 11 - 174481 (JP, A)  
特開平 06 - 043461 (JP, A)  
特開 2000 - 284290 (JP, A)  
特開 2000 - 029030 (JP, A)  
特開 2001 - 249340 (JP, A)  
特開平 11 - 305236 (JP, A)  
特開平 11 - 258605 (JP, A)  
特開 2000 - 321578 (JP, A)  
特開 2000 - 214475 (JP, A)  
特開平 07 - 043719 (JP, A)  
特開 2001 - 215516 (JP, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

- G02F 1/1337  
G02F 1/1333  
G02F 1/1335  
G02F 1/1343  
G02F 1/1362  
G02F 1/13 101  
G02F 1/139