

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-266778

(P2005-266778A)

(43) 公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO2F 1/1343	GO2F 1/1343	2H090
GO2F 1/1333	GO2F 1/1333 505	2H091
GO2F 1/1335	GO2F 1/1335 510	2H092
GO2F 1/13363	GO2F 1/13363	
GO2F 1/1337	GO2F 1/1337 500	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2005-28649 (P2005-28649)  
 (22) 出願日 平成17年2月4日(2005.2.4)  
 (31) 優先権主張番号 特願2004-43537 (P2004-43537)  
 (32) 優先日 平成16年2月19日(2004.2.19)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 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 鬼頭 綱範  
 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 川原 武士  
 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 玉井 和彦  
 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

最終頁に続く

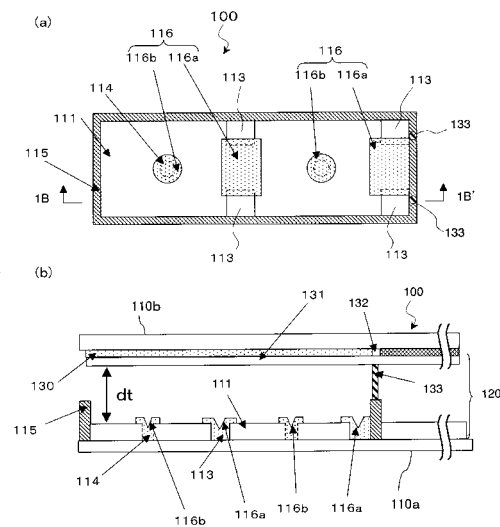
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 画素内の電極に開口部または切欠き部を設けた場合における電極の分断に起因する表示欠陥の発生を防止、あるいは、画素内に設けた配向規制構造による光漏れに起因するコントラスト比の低下を抑制する。

【解決手段】 第1電極111と、第2電極131と、第1電極と第2電極との間に設けられた垂直配向型液晶層120を含む複数の画素を備え、第1電極は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも1つの開口部114または切欠き部113を有し、少なくとも1つの開口部または切欠き部の少なくとも近傍に設けられ、且つ第1電極に電氣的に接続された少なくとも1つの遮光性導電層116を有する。複数の画素のそれぞれにおいて、液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、液晶分子が傾斜する方位が互いに異なる複数の領域が形成される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向するように設けられた第 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垂直配向型の液晶層とを有し、

それぞれが、前記第 1 基板上に形成された第 1 電極と、前記第 2 基板上に形成された第 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む複数の画素を備え、

前記第 1 電極は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも 1 つの開口部または切欠き部を有し、

前記少なくとも 1 つの開口部または切欠き部の少なくとも近傍に設けられ、前記第 1 電極に電氣的に接続された少なくとも 1 つの遮光性導電層を有し、 10

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、液晶分子が傾斜する方位が互いに異なる複数の領域が形成される、液晶表示装置。

## 【請求項 2】

前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、軸対称配向を呈する少なくとも 1 つの液晶ドメインが形成される、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの遮光性導電層は、前記少なくとも 1 つの開口部または切欠き部の少なくとも一部を覆う遮光性導電層を含む、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。 20

## 【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの開口部または切欠き部は、互に対向するように形成された 2 つの切欠き部を含み、前記少なくとも 1 つの遮光性導電層は、前記 2 つの切欠き部の対向する 2 つの辺を含む領域を覆うように形成された第 1 遮光性導電層を含む、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの開口部または切欠き部は、少なくとも 2 つの開口部を含み、前記少なくとも 1 つの遮光性導電層は、前記少なくとも 2 つの開口部のそれぞれを覆う少なくとも 2 つの第 2 遮光性導電層を含む、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】

前記液晶層は、少なくとも所定の電圧を印加した時に、それぞれが軸対称配向を呈する少なくとも 2 つの液晶ドメインを形成し、前記少なくとも 2 つの液晶ドメインのそれぞれの軸対称配向の中心軸は、前記少なくとも 2 つの開口部内またはその近傍に形成される、請求項 5 に記載の液晶表示装置。 30

## 【請求項 7】

前記遮光性導電層は、金属膜から形成されている、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 8】

前記金属膜は、Al、Ag、Ti、Ta、Mo および W からなる群から選択される少なくとも 1 種の金属元素を含む、請求項 7 に記載の液晶表示装置。 40

## 【請求項 9】

前記複数の画素の間隙に遮光領域を有し、前記遮光領域の前記第 1 基板上の前記液晶層側に、規則的に配列された壁構造体を有する、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 10】

前記第 2 電極は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも 1 つのさらなる開口部を有し、

前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に形成される前記少なくとも 1 つの液晶ドメインの軸対称配向の中心軸が、前記少なくとも 1 つのさらなる開口部内あるいはその近傍に形成される、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の液晶表示装置。 50

## 【請求項 1 1】

前記少なくとも 1 つのさらなる開口部を覆い、前記第 2 電極に電氣的に接続された少なくとも 1 つのさらなる遮光性導電層を有する、請求項 1 0 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 1 2】

前記第 1 電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記透過領域内の前記液晶層の厚さ  $d_t$  と、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ  $d_r$  とが、 $0.3 d_t < d_r < 0.7 d_t$  の関係を満足する、請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 1 3】

前記第 1 電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記少なくとも 1 つの液晶ドメインは、前記透過領域に形成された液晶ドメインを含み、前記少なくとも 1 つの開口部または切欠き部は、前記透過領域に形成された前記液晶ドメインの中心軸に対応する開口部と、前記開口部を中心に点対称に配置された複数の切欠き部を含む、請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載の液晶表示装置。

10

## 【請求項 1 4】

前記反射電極および前記少なくとも 1 つの遮光性導電層は、同じ金属膜から形成されている、請求項 1 2 または 1 3 に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 1 5】

前記第 2 基板の前記反射領域に選択的に透明誘電体層が設けられている請求項 1 2 から 1 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

20

## 【請求項 1 6】

前記第 1 基板および前記第 2 基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板を有し、前記第 1 基板および / または前記第 2 基板と前記一对の偏光板との間に少なくとも 1 つの 2 軸性光学異方性媒体層をさらに有する、請求項 1 から 1 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

## 【請求項 1 7】

前記第 1 基板および前記第 2 基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板をさらに有し、前記第 1 基板および / または前記第 2 基板と前記一对の偏光板との間に少なくとも 1 つの 1 軸性光学異方性媒体層をさらに有する、請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載の液晶表示装置。

30

## 【請求項 1 8】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向するように設けられた第 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垂直配向型の液晶層とを有し、

それぞれが、前記第 1 基板上に形成された第 1 電極と、前記第 2 基板上に形成された第 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む複数の画素を備え、

第 1 電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極と、前記透明電極と前記反射電極との間に形成された切欠き部を有し、

第 2 基板は、前記反射領域に透明誘電体層をさらに有し、

前記透過領域内の前記液晶層の厚さ  $d_t$  と、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ  $d_r$  とが、 $0.3 d_t < d_r < 0.7 d_t$  の関係を満足しており、

40

前記透明誘電体層は、前記切欠き部の幅方向の中心または前記中心よりも反射電極側に位置する端面を有し、

前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、液晶層は、前記透過領域および前記反射領域のそれぞれに、軸対称配向を呈する少なくとも 1 つの液晶ドメインを形成する、液晶表示装置。

## 【請求項 1 9】

前記液晶層に白電圧を印加したとき、前記切欠き部の前記中心の電位は前記液晶層のしきい値電圧よりも低い、請求項 1 8 に記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、携帯情報端末（例えばPDA）、携帯電話、車載用液晶ディスプレイ、デジタルカメラ、パソコン、アミューズメント機器、テレビなどに好適に用いられる液晶表示装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

情報インフラは日々進歩し、携帯電話、PDA、デジタルカメラ、ビデオカメラ、車載用ナビゲーション等の機器は人々の生活に深く浸透し、この大部分に液晶表示装置が採用されている。これらの液晶表示装置は本体の扱う情報量の増加に伴い、より多くの情報を表示することが望まれ、高コントラスト、広視野角、高輝度、多色、高精細化への市場の要求が高まっている。

10

## 【0003】

高コントラスト化および広視野角化を実現できる表示モードとして、垂直配向型液晶層を利用した垂直配向モードが注目されている。垂直配向型液晶層は、一般に、垂直配向膜と誘電異方性が負の液晶材料とを用いて形成される。

## 【0004】

例えば、特許文献1には、画素電極に液晶層を介して対向する対向電極に設けた開口部の周辺に斜め電界を発生させ、開口部内で垂直配向状態にある液晶分子を中心に周りの液晶分子を傾斜配向させることによって、視角特性が改善された液晶表示装置が開示されている。

20

## 【0005】

しかしながら、特許文献1に記載されている構成では、画素内の全領域に斜め電界を形成することが難しく、その結果、電圧に対する液晶分子の応答が遅れる領域が画素内に発生し、残像現象が現れるという問題が生じる。

## 【0006】

特許文献2には、この問題を解決するために、画素電極または対向電極に規則的に配列した複数の開口部を設けることによって、軸対称配向を呈する複数の液晶ドメインを画素内に有する液晶表示装置を開示している。

## 【0007】

さらに、特許文献3には、画素内に規則的に複数の凸部を設けることによって、凸部を中心に出現する傾斜状放射配向の液晶ドメインの配向状態を安定化する技術が開示されている。また、この特許文献には、凸部による配向規制力とともに、電極に設けた開口部による斜め電界を利用して液晶分子の配向を規制することによって、表示特性を改善できることを開示している。

30

## 【0008】

また、特許文献4は、画素の電極に平行に延びる複数のスリット（開口部または切欠き部）や、突起（凸部）または窪み（凹部）を設けた垂直配向型液晶表示装置（MVA型液晶表示装置）を開示している。

## 【0009】

一方、近年、屋外または屋内のいずれにおいても高品位な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5および特許文献6）。この液晶表示装置は、半透過型液晶表示装置と呼ばれ、画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

## 【0010】

現在市販されている半透過型液晶表示装置は、ECBモードやTNモードなどが利用されているが、上記特許文献3には、透過型液晶表示装置だけでなく、半透過型液晶表示装置に適用した構成も開示されている。また、特許文献7には、垂直配向型液晶層の半透過型液晶表示装置において、透過領域の液晶層の厚さを反射領域の液晶層の厚さの2倍にするために設ける絶縁層に形成した凹部によって液晶の配向（多軸配向）を制御する技術が

50

開示されている。凹部は例えば正八角形に形成され、液晶層を介して凹部に対向する位置に突起（凸部）またはスリット（電極開口部）が形成された構成が開示されている（例えば、特許文献7の図4および図16参照）。

【特許文献1】特開平6-301036号公報

【特許文献2】特開2000-47217号公報

【特許文献3】特開2003-167253号公報

【特許文献4】特開平11-242225号公報

【特許文献5】特許第2955277号公報

【特許文献6】米国特許第6195140号明細書

【特許文献7】特開2002-350853号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1から4に記載されているように、画素内の電極に開口部および/または切欠き部を設ける構成を採用すると、開口部および切欠き部をエッチングによって形成する際に、オーバーエッチングや電極を構成する導電膜の剥離などが生じ、その結果、電極が分断され、電圧が供給されない領域が形成されることがある。このように、画素内に所定の電圧が供給されない領域が形成されると、表示欠陥（ノーマリーブラックモードの表示においては黒点）となる。

【0012】

20

さらに、上記特許文献1から7に記載されているように、配向規制構造として、画素内の電極に開口部または切欠き部（電氣的配向規制構造）を設けたり、凸部や凹部（物理的配向規制構造）を設けると、これら配向規制構造の近傍の液晶分子は他の領域の液晶分子よりも大きく傾く（より水平に近づく）ので、ノーマリーブラック表示においては、他の領域よりも明るく観察される。特に、凸部や凹部などの形状効果を利用する物理的配向規制構造は電圧無印加時においても配向規制力を発揮するので、黒表示状態においても光漏れを生じ、コントラスト比を低下させる原因となる。

【0013】

本発明は、上記の諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、画素内の電極に開口部または切欠き部を設けた場合における電極の分断に起因する表示欠陥の発生を防止することにある。また、本発明の他の目的は、画素内に設けた配向規制構造による光漏れに起因するコントラスト比の低下を抑制することにある。

30

【0014】

さらに、本発明の他の目的は、反射領域に透明誘電体層を備える半透過型液晶表示装置の表示品位を向上することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の第1の局面の液晶表示装置は、第1基板と、前記第1基板に対向するように設けられた第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垂直配向型の液晶層とを有し、それぞれが、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第2基板上に形成された第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む複数の画素を備え、前記第1電極は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも1つの開口部または切欠き部を有し、前記少なくとも1つの開口部または切欠き部の少なくとも近傍に設けられ、前記第1電極に電氣的に接続された少なくとも1つの遮光性導電層を有し、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、液晶分子が傾斜する方位が互いに異なる複数の領域が形成される。

40

【0016】

ある実施形態において、前記複数の画素のそれぞれにおいて、前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、軸対称配向を呈する少なくとも1つの液晶ドメインが形成される。

50

## 【0017】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの遮光性導電層は、前記少なくとも1つの開口部または切欠き部の少なくとも一部を覆う遮光性導電層を含む。

## 【0018】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの開口部または切欠き部は、互いに対向するように形成された2つの切欠き部を含み、前記少なくとも1つの遮光性導電層は、前記2つの切欠き部の対向する2つの辺を含む領域を覆うように形成された第1遮光性導電層を含む。なお、前記少なくとも1つの遮光性導電層は、前記2つの切欠き部の対向する2つの辺を含む領域を覆うように形成される必要は必ずしも無く、対向する2つの辺の間に設けられても良い。

10

## 【0019】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの開口部または切欠き部は、少なくとも2つの開口部を含み、前記少なくとも1つの遮光性導電層は、前記少なくとも2つの開口部のそれぞれを覆う少なくとも2つの第2遮光性導電層を含む。

## 【0020】

ある実施形態において、前記液晶層は、少なくとも所定の電圧を印加した時に、それぞれが軸対称配向を呈する少なくとも2つの液晶ドメインを形成し、前記少なくとも2つの液晶ドメインのそれぞれの軸対称配向の中心軸は、前記少なくとも2つの開口部内またはその近傍に形成される。

## 【0021】

ある実施形態において、前記遮光性導電層は金属膜から形成されている。

20

## 【0022】

ある実施形態において、前記金属膜は、Al、Ag、Ti、Ta、MoおよびWからなる群から選択される少なくとも1種の金属元素を含む。

## 【0023】

ある実施形態において、前記複数の画素の間隙に遮光領域を有し、前記遮光領域の前記第1基板上の前記液晶層側に、規則的に配列された壁構造体を有する。

## 【0024】

ある実施形態において、前記第2電極は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも1つのさらなる開口部を有し、前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に形成される前記少なくとも1つの液晶ドメインの軸対称配向の中心軸が、前記少なくとも1つのさらなる開口部内あるいはその近傍に形成される。

30

## 【0025】

ある実施形態において、前記少なくとも1つのさらなる開口部を覆い、前記第2電極に電氣的に接続された少なくとも1つのさらなる遮光性導電層を有する。

## 【0026】

ある実施形態において、前記第1電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記透過領域内の前記液晶層の厚さ $d_t$ と、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ $d_r$ とが、 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ の関係を満足する。

## 【0027】

ある実施形態において、前記第1電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記少なくとも1つの液晶ドメインは、前記透過領域に形成された液晶ドメインを含み、前記少なくとも1つの開口部または切欠き部は、前記透過領域に形成された前記液晶ドメインの中心軸に対応する開口部と、前記開口部を中心に点対称に配置された複数の切欠き部を含む。

40

## 【0028】

ある実施形態において、前記反射電極および前記少なくとも1つの遮光性導電層は、同じ金属膜から形成されている。

## 【0029】

ある実施形態において、前記第2基板の前記反射領域に選択的に透明誘電体層が設けら

50

れている。

【0030】

ある実施形態において、前記第1基板および前記第2基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板を有し、前記第1基板および/または前記第2基板と前記一对の偏光板との間に少なくとも1つの2軸性光学異方性媒体層をさらに有する。

【0031】

ある実施形態において、前記第1基板および前記第2基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板をさらに有し、前記第1基板および/または前記第2基板と前記一对の偏光板との間に少なくとも1つの1軸性光学異方性媒体層をさらに有する。

【0032】

本発明の第2の局面の液晶表示装置は、第1基板と、前記第1基板に対向するように設けられた第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垂直配向型の液晶層とを有し、それぞれが、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第2基板上に形成された第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む複数の画素を備え、第1電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極と、前記透明電極と前記反射電極との間に形成された切欠き部を有し、第2基板は、前記反射領域に透明誘電体層をさらに有し、前記透過領域内の前記液晶層の厚さ $d_t$ と、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ $d_r$ とが、 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ の関係を満足しており、前記透明誘電体層は、前記切欠き部の幅方向の中心または前記中心よりも反射電極側に位置する端面を有し、前記液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、液晶層は、前記透過領域および前記反射領域のそれぞれに、軸対称配向を呈する少なくとも1つの液晶ドメインを形成することを特徴とする。

10

20

【0033】

ある実施形態において、前記液晶層に白電圧を印加したとき、前記切欠き部の前記中心の電位は前記液晶層のしきい値電圧よりも低いことが好ましい。

【0034】

本発明の第2の局面の液晶表示装置は、上記の第1の局面の液晶表示装置と組合せられる。

【発明の効果】

【0035】

本発明の第1の局面の液晶表示装置は、液晶層に少なくとも所定の電圧を印加した時に、液晶分子が傾斜する方位が互いに異なる複数の領域を画素内に形成するために、画素内の電極に少なくとも一つの開口部または切欠き部を有し、この開口部または切欠き部の少なくとも一部は遮光性導電層（例えば金属層）で覆われており、遮光性導電層は当該電極に電氣的に接続されている。従って、開口部および切欠き部をエッチングによって形成する際に、オーバーエッチングや電極を構成する導電膜の剥離などが生じ、画素内で電極の分断が発生しても、遮光性導電層によって電氣的な接続が形成されるので、画素内に所定の電圧が供給されない領域が形成されない。その結果、表示欠陥の発生が抑制・防止される。また、軸対称配向の中心軸を固定するように設けた開口部を遮光性導電層で覆うことによって、開口部の近傍における光漏れを抑制防止することができる。

30

40

【0036】

本発明の第2の局面の液晶表示装置は、反射領域に透明誘電体層を備える半透過型液晶表示装置であって、透明誘電体層は、切欠き部の幅方向の中心または中心よりも反射電極側に位置する端面を有するように配置されているので、透過領域および反射領域に形成される軸対称配向が安定化され、表示品位が向上する。もちろん、第1の局面と第2局面の液晶表示装置の両方の構成を備える液晶表示装置は、両方の効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

以下に、図面を参照しながら本発明による実施形態の液晶表示装置の構成を具体的に説明する。

50

## 【0038】

(透過型液晶表示装置)

まず、本発明の第1の局面による実施形態の透過型液晶表示装置100の構成を図1を参照しながら説明する。図1は、透過型液晶表示装置100の1つの画素の構成を模式的に示す図であり、図1(a)は平面図であり、図1(b)は図1(a)中の1B-1B'線に沿った断面図である。

## 【0039】

ここでは、1画素を2分割( $N=2$ )した例を示すが、画素ピッチに応じて分割数( $=N$ )は3以上に設定でき、この場合には第2基板側の分割領域の略中心部に設ける開口部の数( $=n$ )も画素分割数( $=N$ )と同一にすることが好ましい。なお、分割数( $=N$ )が多くなると、実効開口率は低下する傾向にあるので、高精細な表示パネルに適用する場合は、分割数( $=N$ )を小さくすることが好ましい。また、画素を分割しない( $N=1$ と表現することもある。)場合にも本発明を適用することができる。また分割された領域を「サブ画素」ということもある。サブ画素には典型的には1つの液晶ドメインが形成される。

10

## 【0040】

液晶表示装置100は、透明基板(例えばガラス基板)110aと、透明基板110aに対向するように設けられた透明基板110bと、透明基板110aと110bとの間に設けられた垂直配向型の液晶層120とを有する。基板110aおよび110b上の液晶層120に接する面には垂直配向膜(不図示)が設けられており、電圧無印加時には、液晶層120の液晶分子は、垂直配向膜の表面に対して略垂直に配向している。液晶層120は、誘電異方性が負のネマティック液晶材料を含み、必要に応じて、カイラル剤を更に含む。

20

## 【0041】

液晶表示装置100は、透明基板110a上に形成された画素電極111と、透明基板110aに対向するように設けられた透明基板110b上に形成された対向電極131とを有し、画素電極111と対向電極131との間に設けられた液晶層120とが画素を規定する。ここでは、画素電極111および対向電極131のいずれも透明導電層(例えばITO層)で形成されている。なお、典型的には、透明基板110bの液晶層120側には、画素に対応して設けられるカラーフィルタ130(複数のカラーフィルタをまとめて全体をカラーフィルタ層130ということもある。)と、隣接するカラーフィルタ130の間に設けられるブラックマトリクス(遮光層)132とが形成され、これらの上に対向電極131が形成されるが、対向電極131上(液晶層120側)にカラーフィルタ層130やブラックマトリクス132を形成しても良い。

30

## 【0042】

分割数( $=N$ )が2の図1に示した液晶表示装置100においては、透明基板110a上の画素電極111の周囲の遮光領域上に後述する壁構造体115が形成されている。画素電極111は、画素内の所定の位置に分割数に応じた数(図1では、 $n=2$ )の開口部114と所定の位置に4つの切欠き部113を有している。さらに、液晶表示装置100は、画素内の所定の位置に設けられた遮光性導電層116を有している。ここで例示する遮光性導電層116は、画素電極111の開口部114を覆うように設けられた遮光性導電層116bと、切欠き部113の一部を覆うように設けられた遮光性導電層116aとを含んでいる。切欠き部113の一部を覆う遮光性導電層116aは、互いに対向するように形成された2つの切欠き部113の対向する2つの辺を含む領域を覆うように形成されている。

40

## 【0043】

この液晶層120に所定の電圧を印加すると、それぞれが軸対称配向を呈する2つ(分割数 $N$ と同数)の液晶ドメインが形成され、これら液晶ドメインのそれぞれの軸対称配向の中心軸は、開口部114内(すなわち、開口部114に対応して遮光性導電層116bの表面に形成される凹部内)またはこれらの近傍に形成される。後に詳細に説明するよう

50



に、開口部 114 (遮光性導電層 116b の凹部) は軸対称配向ドメインの中心軸の位置を固定するように作用する。

【0044】

画素電極 111 に設けられる切欠き部 113 は、軸対称配向ドメインの境界付近に設けられ、液晶分子が電界によって倒れる方向を規定し、軸対称配向ドメインを形成するように作用する。切欠き部 113 の周辺には、画素電極 111 と対向電極 131 との間に印加される電圧によって、斜め電界が形成され、この斜め電界が液晶分子の倒れる方向を規定する。さらに、壁構造体 115 はその傾斜面効果で液晶分子が電圧印加時(電界発生時)に傾斜する方向を規定するように作用する。壁構造体 115 の傾斜した側面による配向規制力は、電圧無印加時にも作用し、液晶分子を傾斜させる。電界印加時には、切欠き部 113 による斜め電界と壁構造体 115 によって歪んで形成される壁面での電界の作用で液晶分子が傾斜する方向が規定される結果、上述のように軸対称配向が形成される。また、ここでは、切欠き部 113 は、画素(ここでは全体が透過領域)に形成される液晶ドメインの中心軸に対応する開口部(ここでは図 1 中の右側の開口部) 114 を中心に点対称に配置された 4 つの切欠き部 113 を含んでいる。このような切欠き部 113 を設けることによって、電圧印加時に液晶分子が倒れる方向が規定され、2 つの液晶ドメインが形成される。軸対称配向ドメイン内の液晶分子が電界によって倒れる方向を規定するように作用する切欠き部 113 の形状は、隣接する軸対称配向に対してほぼ等しい配向規制力を発揮するように設定され、例えば 4 角形が好ましい。

10

【0045】

なお、図 1 中、画素電極 111 の左側に切欠き部を設けていない理由は、図示した画素電極 111 の左側に位置する画素電極(不図示)の右端に設けた切欠き部によって同様の作用が得られるので、画素の実効開口率を低下する切欠き部を画素電極 111 の左端では省略している。ここでは、後述する壁構造体 115 による配向規制力も得られるので、画素電極 111 の左端に切欠き部を設けなくとも、切欠き部を設けた場合と同様に安定した液晶ドメインが形成されるのに加え、実効開口率が向上するという効果が得られる。

20

【0046】

ここでは、4 つの切欠き部 113 を形成したが、切欠き部は、隣接する液晶ドメインの間に少なくとも 1 つ設ければよく、例えば、ここでは、画素の中央部に細長い切欠き部を設けて、他を省略しても良い。

30

【0047】

遮光導電層 116a は、互いに対向するように形成された 2 つの切欠き部 113 の対向する 2 つの辺を含む領域を覆うように形成されており、切欠き部 113 をエッチングによって形成する際に、オーバーエッチングや画素電極 111 を構成する導電層(ここではITO層)の剥離などが生じ、画素電極 111 を構成する導電膜の分断が発生しても、遮光性導電層 116a によって電氣的な接続が形成されるので、画素内に所定の電圧が供給されない領域が形成されない。従って、画素電極 111 の分断(断線)に起因する表示欠陥の発生が防止・抑制される。

【0048】

なお、遮光性導電層 116a は、2 つの切欠き部 113 の対向する 2 つの辺を含む領域を覆うように形成される必要は必ずしも無く、対向する 2 つの辺の間に設けられても良い。例えば、エッチング工程において、上記 2 つの切欠き部 113 を連結するようなクラック(ひび)が導電膜に形成され、その結果、画素電極 111 を構成する導電膜が分断され、画素電極内で断線不良が発生することがある。このようなクラックによる画素電極内断線を防止するためには、遮光性導電層 116a は切欠き部 113 の一部と重なる必要は無く、クラックが発生しやすい箇所(ここでは 2 つの切欠き部 113 の対向する 2 つの辺の間)に設ければよい。すなわち、クラックが発生しやすい切欠き部 113 (または開口部)の少なくとも近傍に遮光性導電層を設けることによって、上述のような断線不良を防止することができる。

40

【0049】

50

開口部 114 は、軸対称配向ドメインの中心軸を固定するために設けられる。画素電極 111 に設けられた開口部 114 は、それを覆うように形成された遮光性導電層 116b の表面に凹部を形成する。この凹部の形状効果によって、液晶分子が傾斜する方向が規制され、軸対称配向の中心軸が固定・安定化される。軸対称配向ドメインの中心軸を固定するための凹部を形成するための開口部 114 の形状は、例示したように円形であることが好ましいがこれに限られない。ただし、全方位的にほぼ等しい配向規制力を発揮させるためには、4 角形以上の多角形であることが好ましく、正多角形であることが好ましい。

#### 【0050】

開口部 114 を覆う遮光性導電層 116b は、液晶ドメインの中央付近に形成される軸対称配向の中心軸の近傍からの光漏れを抑制するように作用する。上述したように、配向規制構造の近傍の液晶分子は他の領域の液晶分子よりも大きく傾く（より水平に近づく）ので、ノーマリーブラック表示においては、他の領域よりも明るく観察される。特に、物理的配向規制構造は電圧無印加時においても配向規制力を発揮するので、黒表示状態においても光漏れを生じ、コントラスト比を低下させる原因となる。開口部 114 によって形成される遮光性導電膜 116b の表面の凹部は、その形状効果によって液晶分子が傾斜する方向を規定する。しかも、開口部 114 は、液晶ドメインの軸対称配向の中心軸を固定するために設けられるので、サブ画素の中央付近に配置される。従って、開口部 114 の近傍で光漏れが生じるとコントラスト比の低下が顕著となる。開口部 114 を覆うように遮光性導電層 116b を設けることによって、コントラスト比の低下を抑制することができる。勿論、切欠き部 113 の一部を覆うように設けられた遮光性導電層 116b も同様に切欠き部 113 の近傍における光漏れを抑制するように作用する。但し、切欠き部 113 による斜め電界の効果を十分に発揮させるためには、切欠き部 113 の広い領域を覆うことは好ましくなく、上述したように画素電極 111 の断線を防止するように、切欠き部 113 の一部の領域だけを選択的に覆うように遮光性導電層 116a を設けることが好ましい。遮光性導電層 116a および 116b は、同一の膜（例えば金属膜）から形成され得る。

#### 【0051】

開口部 114 の好適な大きさは、サブ画素（液晶ドメイン）の大きさにも依存するが、円形の場合は直径（多角形の場合は最も長い辺の長さ）が  $10\ \mu\text{m}$  以下であることが好ましい。また、開口部 114 を覆う遮光性導電層 116b の直径（多角形の場合は最も長い辺の長さ）は、位置合わせ精度を考慮すると、開口部 114 の直径よりも 20% 程度大きいことが好ましい。開口部 114 がこの値よりも大きくなると、遮光性導電層 116b の面積が増大し、実効開口率が低下するので好ましくない。また、開口部 114 に対応する表面に形成される凹部の段差は、軸対称配向の中心軸を固定・安定化する効果を十分に得るためには  $0.1\ \mu\text{m}$  以上あることが好ましく、 $0.15\ \mu\text{m}$  以上あることが好ましい。

#### 【0052】

液晶表示装置 100 は、隣接する画素の間に遮光領域を有し、この遮光領域内の透明基板 110a 上に壁構造体 115 を有している。ここで、遮光領域とは、透明基板 110a 上の画素電極 111 の周辺領域に形成される、例えば TFT やゲート信号配線、ソース信号配線、または、透明基板 110b 上に形成されるブラックマトリクスによって遮光される領域であり、この領域は表示に寄与しない。従って、遮光領域に形成された壁構造体 115 は表示に悪影響を及ぼすことが無い。

#### 【0053】

ここで例示した壁構造体 115 は、画素を包囲するように連続した壁として設けられているが、これに限らず複数の壁に分断されていても良い。この壁構造体 115 は液晶ドメインの画素の外延近傍に形成される境界を規定するように作用するので、ある程度の長さを有することが好ましい。例えば、壁構造体を複数の壁で構成した場合、個々の壁の長さは、隣接する壁の間の長さよりも長いことが好ましい。

#### 【0054】

液晶層 120 の厚さ（セルギャップともいう。）を規定するための支持体 133 を遮光

10

20

30

40

50

領域（ここではブラックマトリクス 1 3 2 によって規定される領域）に形成すれば、表示品位を低下させることが無いので好ましい。支持体 1 3 3 は、透明基板 1 1 0 a および 1 1 0 b のどちらに形成しても良く、例示したように、遮光領域に設けられた壁構造体 1 1 5 上に設ける場合に限られない。壁構造体 1 1 5 上に支持体 1 3 3 を形成する場合は、壁構造体 1 1 5 の高さ と 支持体 1 3 3 の高さ との和が液晶層 1 2 0 の厚さとなるように設定される。壁構造体 1 1 5 が形成されていない領域に支持体 1 3 3 を設ける場合には、支持体 1 3 3 の高さが液晶層 1 2 0 の厚さとなるように設定される。支持体 1 3 3 は、例えば、感光性樹脂を用いてフォトリソグラフィ工程で形成することができる。

#### 【0055】

この液晶表示装置 1 0 0 においては、画素電極 1 1 1 および対向電極 1 3 1 に所定の電圧（閾値電圧以上の電圧）を印加すると、2つの開口部 1 1 4 内（遮光性導電層 1 1 6 b の凹部内）またはその近傍にそれぞれの中心軸が安定化された2つの軸対称配向が形成され、画素電極 1 1 1 の長手方向の中央部に設けた一对の切欠き部 1 1 3 が隣接する2つの液晶ドメイン内の液晶分子が電界で倒れる方向を規定し、壁構造体 1 1 5 および画素電極 1 1 1 のコーナ部に設けられた切欠き部 1 1 3 が液晶ドメインの画素の外延近傍の液晶分子が電界で倒れる方向を規定する。開口部 1 1 4 および切欠き部 1 1 3、さらには壁構造体 1 1 5 による配向規制力が協同的に作用し、液晶ドメインの配向を安定化すると考えられる。

#### 【0056】

なお、透明基板 1 1 0 a の液晶層 1 2 0 側には、例えば T F T などのアクティブ素子および T F T に接続されたゲート配線およびソース配線などの回路要素（いずれも不図示）が設けられる。また、透明基板 1 1 0 a と、透明基板 1 1 0 a 上に形成された回路要素および上述した画素電極 1 1 1、壁構造体 1 1 5、支持体 1 3 3 および配向膜などをまとめてアクティブマトリクス基板ということがある。一方、透明基板 1 1 0 b と透明基板 1 1 0 b 上に形成されたカラーフィルタ層 1 3 0、ブラックマトリクス 1 3 2、対向電極 1 3 1 および配向膜などをまとめて対向基板またはカラーフィルタ基板ということがある。

#### 【0057】

また、図 1 に示した液晶表示装置 1 0 0 においては、切欠き部 1 1 3、開口部 1 1 4 および壁構造体 1 1 5 などの配向規制構造を透明基板 1 1 0 a 上にのみ設けた例を示したが、透明基板 1 1 0 b 上に配向規制構造を設けても良いし、両方の透明基板に配向規制構造を設けてもよい。勿論、いずれか一方の基板に配向規制構造を設ける構成を採用すると、製造プロセスを簡略化できるという利点を得られる。一方、例えば、両方の基板に中心固定用の開口部を設けると、軸対称配向の中心軸がさらに効果的に固定・安定化されるので、表示ざらつきの低減や中間調での応答時間を短くすることができる。

#### 【0058】

なお、壁構造体 1 1 5 は、無印加時にも配向規制力を発揮するので中間調表示状態においても軸対称配向を安定化する効果が高いという利点を有するが、液晶表示装置の用途等によっては、省略してもよい。また、開口部 1 1 4 を設けることによって、軸対称配向の中心軸を固定・安定化することによって、表示の均一性が向上するという効果が得られるが、液晶表示装置の用途等によっては、省略してもよい。

#### 【0059】

上記の説明では省略したが、液晶表示装置 1 0 0 は、透明基板 1 1 0 a および 1 1 0 b を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板をさらに有する。一对の偏光板は典型的には透過軸が互いに直交するように配置される。さらに、後述するように、2軸性光学異方性媒体層または1軸性光学異方性媒体層を設けても良い。

#### 【0060】

（半透過型液晶表示装置）

次に、図 2 を参照しながら、本発明の第 1 の局面による実施形態の半透過型液晶表示装置 2 0 0 の構成を説明する。

#### 【0061】

10

20

30

40

50

図2は、本発明による実施形態の半透過型液晶表示装置200の1つの画素の構成を模式的に示す図であり、図2(a)は、平面図であり、図2(b)は図2(a)中の2B-2B'線に沿った断面図である。

【0062】

ここでは、1画素を3分割( $N=3$ 、透過領域が2分割、反射領域が1分割)した例を示すが、画素ピッチに応じて分割数( $=N$ )は少なくとも2つ以上(透過領域が最低1分割、反射領域が最低1分割)に設定できる。なお、分割数( $=N$ )が多くなると、実効開口率は低下する傾向にあるので、高精細な表示パネルに適用する場合は、分割数( $=N$ )を小さくすることが好ましい。

【0063】

液晶表示装置200は、透明基板(例えばガラス基板)210aと、透明基板210aに対向するように設けられた透明基板210bと、透明基板210aと210bとの間に設けられた垂直配向型の液晶層220とを有する。両方の基板210aおよび210b上の液晶層220に接する面には垂直配向膜(不図示)が設けられており、電圧無印加時には、液晶層220の液晶分子は、垂直配向膜の表面に対して略垂直に配向している。液晶層220は、誘電異方性が負のネマティック液晶材料を含み、必要に応じて、カイラル剤を更に含む。

【0064】

液晶表示装置200は、透明基板210a上に形成された画素電極211と、透明基板210b上に形成された対向電極231とを有し、画素電極211と対向電極231との間に設けられた液晶層220とが画素を規定する。透明基板210a上には、後述するようにTFTなどの回路要素が形成されている。透明基板210aおよびこの上に形成された構成要素をまとめてアクティブマトリクス基板210aということがある。

【0065】

また、典型的には、透明基板210bの液晶層220側には、画素に対応して設けられるカラーフィルタ230(複数のカラーフィルタをまとめて全体をカラーフィルタ層230ということもある。)と、隣接するカラーフィルタ230の間に設けられるブラックマトリクス(遮光層)232とが形成され、これらの上に対向電極231が形成されるが、対向電極231上(液晶層220側)にカラーフィルタ層230やブラックマトリクス232を形成しても良い。透明基板210bおよびこの上に形成された構成要素をまとめて対向基板(カラーフィルタ基板)基板210bということがある。

【0066】

画素電極211は、透明導電層(例えばITO層)から形成された透明電極211aと、金属層(例えば、Al層)から形成された反射電極211bとを有する。その結果、画素は、透明電極211aによって規定される透過領域Aと、反射電極211bによって規定される反射領域Bとを含む。透過領域Aは透過モードで表示を行い、反射領域Bは反射モードで表示を行う。

【0067】

画素分割数( $=N$ )が3(透過領域が2分割、反射領域が1分割)の図2に示した液晶表示装置200においては、画素電極211の周囲の遮光領域上に後述する壁構造体215が形成されている。また、画素電極211は、画素内の所定の位置に分割数に応じた数(図2では、 $n=3$ )の開口部214と、所定の位置に4つの切欠き部213を有している。さらに、液晶表示装置200は、画素内の所定の位置に設けられた遮光性導電層216を有している。ここで例示する遮光性導電層216は、画素電極211の開口部214を覆うように設けられた遮光性導電層216bと、切欠き部213の一部を覆うように設けられた遮光性導電層216aとを含んでいる。切欠き部213の一部を覆う遮光性導電層216aは、互いに対向するように形成された2つの切欠き部213の対向する2つの辺を含む領域を覆うように形成されている。

【0068】

この液晶層に所定の電圧を印加すると、それぞれが軸対称配向を呈する3つ(分割数 $N$

10

20

30

40

50

と同数)の液晶ドメインが形成され、これら液晶ドメインのそれぞれの軸対称配向の中心軸は、開口部214内(すなわち、開口部214に対応して遮光性導電層216bの表面に形成される凹部内)またはその近傍に形成される。後に説明するように、画素電極211の所定の位置に設けた開口部214(遮光性導電層216bの凹部)が軸対称配向の中心軸の位置を固定するように作用する。

#### 【0069】

画素電極211に設けられる切欠き部213は、軸対称配向ドメインの境界付近に設けられ、液晶分子が電界によって倒れる方向を規定し、軸対称配向ドメインを形成するように作用する。切欠き部213の周辺には、画素電極211と対向電極231との間に印加される電圧によって、斜め電界が形成され、この斜め電界が液晶分子の倒れる方向を規定する。さらに、壁構造体215はその傾斜面効果で液晶分子が電圧印加時(電界発生時)に傾斜する方向を規定するように作用する。壁構造体215の傾斜した側面による配向規制力は、電圧無印加時にも作用し、液晶分子を傾斜させる。電界印加時には、切欠き部213による斜め電界と壁構造体215によって歪んで形成される壁面での電界の作用で液晶分子が傾斜する方向が規定される結果、上述のように軸対称配向が形成される。

10

#### 【0070】

また、ここでは、切欠き部213は、画素の透過領域に形成される液晶ドメインの中心軸に対応する開口部(ここでは図2(a)中の右側の開口部)214aを中心に点对称に配置された4つの切欠き部213を含んでいる。このような切欠き部213を設けることによって、電圧印加時に液晶分子が倒れる方向が規定され、3つの液晶ドメインが形成される。壁構造体215や開口部214や切欠き部213の配置およびこれらの好ましい形状については、上述した透過型液晶表示装置100の場合と同様である。図2には、透過領域Aに2つの液晶ドメインを形成し、反射領域Bに1つの液晶ドメインを形成する例を示したが、これに限定されない。なお、個々の液晶ドメインは略正方形の形状にすることが、視野角特性および配向の安定性の観点から好ましい。

20

#### 【0071】

遮光導電層216aは、互いに対向するように形成された2つの切欠き部213の対向する2つの辺を含む領域を覆うように形成されており、切欠き部213をエッチングによって形成する際に、オーバーエッチングや画素電極211を構成する導電層(ここではITO層)の剥離などが生じ、画素電極211を構成する導電膜の分断が発生しても、遮光性導電層216aによって電気的な接続が形成されるので、画素内に所定の電圧が供給されない領域が形成されない。従って、画素電極211の分断(断線)に起因する表示欠陥の発生が防止・抑制される。また、遮光性導電層216a(および遮光性導電層216b)を、反射電極211bを形成する工程で、同一の層から一括に形成されれば、製造工程が増加することが無いので好ましい。このとき、反射電極211bおよび遮光性導電層216a、216bを形成する材料として、透明電極211aを構成するITO層と電蝕を起こさない材料(例えば、Ag、Ti、Ta、Mo、Wやこれらの合金、またはこれらとAlとの合金)または電蝕を起こさない材料を下層に有する積層構造(例えば、上記金属層上にAl層を積層した構造)、あるいは、IZO(InZnO)やATO(SbSnO)などAlと電蝕を起こし難い透明導電材料で形成された透明電極)を用いることが好ましい。

30

40

#### 【0072】

Al、Ag、Ti、Ta、Mo、Wおよびこれらの合金膜は、半導体や液晶表示装置などの電子デバイスの真空成膜工程で比較的容易に成膜形成できるだけでなく、フォトリソグラフィ工程を用いたパターンニングにも適しており、好適に用いることができる。さらに、半透過型液晶表示装置においては、切欠き部や開口部に設けられる遮光性導電層を反射電極膜と同一の材料でかつ同一の成膜工程を経て形成した後、フォトリソグラフィ工程で所望のパターンニングを行い、所定の位置に形成することができる。この場合には、反射電極の成膜工程と同時に遮光性導電層を形成することができるので、工程の短縮化と歩留りの改善など製造コストの低減化を図ることが可能となる。

50

## 【0073】

開口部214は、軸対称配向ドメインの中心軸を固定するために設けられる。画素電極211に設けられた開口部214は、それを覆うように形成された遮光性導電層216bの表面に凹部を形成する。この凹部の形状効果によって、液晶分子が傾斜する方向が規制され、軸対称配向の中心軸が固定・安定化される。軸対称配向ドメインの中心軸を固定するための凹部を形成するための開口部214の形状は、例示したように楕円形あるいは円形であることが好ましいがこれに限られない。ただし、全方位的にほぼ等しい配向規制力を発揮させるためには、4角形以上の多角形であることが好ましく、正多角形であることが好ましい。

## 【0074】

開口部214を覆う遮光性導電層216bは、液晶ドメインの中央付近に形成される軸対称配向の中心軸の近傍からの光漏れを抑制するように作用する。上述したように、配向規制構造の近傍の液晶分子は他の領域の液晶分子よりも大きく傾く（より水平に近づく）ので、ノーマリーブランク表示においては、他の領域よりも明るく観察される。特に、物理的配向規制構造は電圧無印加時においても配向規制力を発揮するので、黒表示状態においても光漏れを生じ、コントラスト比を低下させる原因となる。開口部214によって形成される遮光性導電膜216bの表面の凹部は、その形状効果によって液晶分子が傾斜する方向を規定する。しかも、開口部214は、液晶ドメインの軸対称配向の中心軸を固定するために設けられるので、サブ画素の中央付近に配置される。従って、開口部214の近傍で光漏れが生じるとコントラスト比の低下が顕著となる。開口部214を覆うように遮光性導電層216bを設けることによって、コントラスト比の低下を抑制することができる。勿論、切欠き部213の一部を覆うように設けられた遮光性導電層216bも同様に切欠き部213の近傍における光漏れを抑制するように作用する。但し、切欠き部213による斜め電界の効果を十分に発揮させるためには、切欠き部213の広い領域を覆うことは好ましくなく、上述したように画素電極211の断線を防止するように、切欠き部213の一部の領域だけを選択的に覆うように遮光性導電層216bを設けることが好ましい。また、遮光性導電層216aは切欠き部213の一部と重なる必要は必ずしも無く、画素電極211内にクラックが発生することによる断線不良を防止するためには、上述したように、クラックが発生しやすい箇所（ここでは2つの切欠き部213の対向する2つの辺の間）に遮光性導電層216aを設ければよい。

## 【0075】

液晶表示装置200は、隣接する画素の間に遮光領域を有し、この遮光領域の透明基板210a上に壁構造体215を有している。遮光領域は表示に寄与しないので、遮光領域に形成された壁構造体215は表示に悪影響を及ぼすことが無い。ここで例示した壁構造体215は、画素を包囲するように連続した壁として設けられているが、これに限らず複数の壁に分断されていても良い。この壁構造体215は液晶ドメインの画素の外延近傍に形成される境界を規定するように作用するので、ある程度の長さを有することが好ましい。例えば、壁構造体215を複数の壁で構成した場合、個々の壁の長さは、隣接する壁の間の長さよりも長いことが好ましい。

## 【0076】

液晶層220の厚さ（セルギャップともいう。）を規定するための支持体233を遮光領域（ここではブラックマトリクス232によって規定される領域）に形成すれば、表示品位を低下させることが無いので好ましい。支持体233は、透明基板210aおよび210bのどちらに形成しても良く、例示したように、遮光領域に設けられた壁構造体215上に設ける場合に限られない。壁構造体215上に支持体233を形成する場合は、壁構造体215の高さと支持体233の高さとの和が液晶層220の厚さとなるように設定される。壁構造体215が形成されていない領域に支持体233を設ける場合には、支持体233の高さが液晶層220の厚さとなるように設定される。

## 【0077】

この液晶表示装置200においては、画素電極211および対向電極231に所定の電

10

20

30

40

50

圧（閾値電圧以上の電圧）を印加すると、3つの開口部214内またはその近傍にそれぞれの中心軸が安定化された3つの軸対称配向が形成され、画素電極211に設けた4つの切欠き部213が隣接する3つの液晶ドメイン内の液晶分子が電界で倒れる方向を規定し、壁構造体215が液晶ドメインの画素の外延近傍に形成される境界を安定化する。

【0078】

また、図2に示した液晶表示装置200においては、切欠き部213、開口部214および壁構造体215などの配向規制構造を透明基板210a上にのみ設けた例を示したが、透明基板210b上に配向規制構造を設けても良いし、両方の透明基板に配向規制構造を設けてもよい。勿論、いずれか一方の基板に配向規制構造を設ける構成を採用すると、製造プロセスを簡略化できるという利点を得られる。一方、例えば、両方の基板に中心固定用の開口部を設けると、軸対称配向の中心軸がさらに効果的に固定・安定化されるので、表示ざらつきの低減や中間調での応答時間を短くすることができる。

10

【0079】

なお、壁構造体215は、無印加時にも配向規制力を発揮するので中間調表示状態においても軸対称配向を安定化する効果が高いという利点を有するが、液晶表示装置の用途等によっては、省略してもよい。また、開口部214を設けることによって、軸対称配向の中心軸を固定・安定化することによって、表示の均一性が向上するという効果を得られるが、液晶表示装置の用途等によっては、省略してもよい。

【0080】

次に、透過モードの表示と反射モードの表示の両方を行うことができる半透過型液晶表示装置200に特有の好ましい構成を説明する。

20

【0081】

透過モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層220を一回通過するだけであるのに対し、反射モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層220を2回通過する。したがって、図2(b)に模式的に示したように、透過領域Aの液晶層220の厚さ $d_t$ を反射領域Bの液晶層220の厚さ $d_r$ の約2倍に設定することが好ましい。このように設定することによって、両表示モードの光に対して液晶層220が与えるリタデーションを略等しくすることができる。 $d_r = 0.5 d_t$ が最も好ましいが、 $0.3 d_t < d_r < 0.7 d_t$ の範囲内であれば両方の表示モードで良好な表示を実現できる。勿論、用途によっては、 $d_t = d_r$ であってもよい。

30

【0082】

液晶表示装置200においては、反射領域Bの液晶層220の厚さを透過領域Aの液晶層の厚さよりも小さくするために、ガラス基板210bの反射領域Bにのみ透明誘電体層234を設けている。透明誘電体層234は、例示したように、対向電極231の下側（液晶層と反対側）に設けることが好ましい。このような構成を採用すると、反射電極211bの下に絶縁膜などを用いて段差を設ける必要がないので、アクティブマトリクス基板210aの製造を簡略化できるという利点を得られる。さらに、液晶層220の厚さを調整するための段差を設けるための絶縁膜上に反射電極211bを設けると、絶縁膜の斜面（テーパー部）を覆う反射電極によって透過表示に用いられる光が遮られる、あるいは、絶縁膜の斜面に形成された反射電極で反射される光は、内部反射を繰り返すので、反射表示にも有効に利用されない、という問題が発生するが、上記構成を採用するとこれらの問題の発生が抑制され、光の利用効率を改善することができる。

40

【0083】

さらに、この透明誘電体層234に光を散乱する機能（拡散反射機能）を有するものを用いると、反射電極211bに拡散反射機能を付与しなくても、良好なペーパーホワイトに近い白表示を実現できる。透明誘電体層234に光散乱能を付与しなくても、反射電極211bの表面に凹凸形状を付与することによって、ペーパーホワイトに近い白表示を実現することもできるが、凹凸の形状によっては軸対称配向の中心軸の位置が安定しない場合がある。これに対し、光散乱能を有する透明誘電体層234と平坦な表面を有する反射電極211bとを用いれば、反射電極211bに形成する開口部214（遮光性導電層2

50

16bの凹部)によって中心軸の位置をより確実に安定化できるという利点を得られる。なお、反射電極211bに拡散反射機能を付与するために、その表面に凹凸を形成する場合、凹凸形状は干渉色が発生しないように連続した波状とすることが好ましく、軸対称配向の中心軸を安定化できるように設定することが好ましい。

#### 【0084】

また、透過モードでは表示に用いられる光はカラーフィルタ層230を一回通過するだけであるのに対し、反射モードの表示では、表示に用いられる光はカラーフィルタ層230を2回通過する。従って、カラーフィルタ層230として、透過領域Aおよび反射領域Bに同じ光学濃度のカラーフィルタ層を用いると、反射モードにおける色純度および/または輝度が低下することがある。この問題の発生を抑制するために、反射領域のカラーフィルタ層の光学濃度を透過領域のカラーフィルタ層よりも小さくすることが好ましい。なお、ここでいう光学濃度は、カラーフィルタ層を特徴付ける特性値であり、カラーフィルタ層の厚さを小さくすれば、光学濃度を小さくできる。あるいは、カラーフィルタ層の厚さをそのまま、例えば添加する色素の濃度を低下させて、光学濃度を小さくすることもできる。

10

#### 【0085】

次に、図3および図4を参照しながら、半透過型液晶表示装置に好適に用いられるアクティブマトリクス基板の構造の一例を説明する。図3はアクティブマトリクス基板の部分拡大図であり、図4は、図3中のX-X'線に沿った断面図である。図3および図4に示したアクティブマトリクス基板は、透過領域Aに1つの液晶ドメインを形成する構成を有している点(すなわち、開口部214および切欠き部213の数が少ない点)において、図2に示したアクティブマトリクス基板211aと異なるが、他の構成は同じであってよい。

20

#### 【0086】

図3および図4に示すアクティブマトリクス基板は、例えばガラス基板からなる透明基板1を有し、透明基板1上には、ゲート信号線2およびソース信号線3が互いに直交するように設けられている。これらの信号配線2および3の交差部の近傍にTFT4が設けられており、TFT4のドレイン電極5は画素電極6に接続されている。

#### 【0087】

画素電極6は、ITOなどの透明導電層から形成された透明電極7と、A1などから形成された反射電極8とを有し、透明電極7が透過領域Aを規定し、反射電極8が反射領域Bを規定する。画素電極6の所定の領域には、上述したように軸対称配向ドメインの配向を制御するために切欠き部14および開口部15が設けられている。さらに、互いに対向するように形成された2つの切欠き部14の対向する2つの辺を含む領域を覆うように遮光性導電層216aが形成されている。遮光性導電層216aは反射電極8と一体に形成されている。この遮光性導電層216aは、切欠き部14の近傍で透明導電層の剥がれなどに起因した表示欠陥を防止する。また、透明電極7に形成された開口部15aを覆うように遮光性導電層216bが形成されている。遮光性導電層216bは、開口部15aの近傍からの光漏れに起因するコントラスト比の低下を抑制・防止する。なお、ここでは、反射電極8に形成された開口部15bを覆う遮光性導電層は設けていないので、凹の形状効果に加えて、電圧印加時には斜め電界を生成し、液晶分子が傾斜する方向を規定する。従って、遮光性導電層を設ける場合よりも、軸対称配向の中心軸を固定・安定化する効果が高い。なお、開口部15bの近傍では光漏れが発生するが、反射領域においては、透過領域よりもコントラスト比に対する影響が少ないので、遮光性導電層を省略し、より強い配向規制力を得るほうが有利な場合がある。勿論、コントラスト比を重視する場合には、開口部15bを覆うように遮光性導電層を設けても良い。

30

40

#### 【0088】

液晶表示装置200においても、画素外の非表示領域の信号線(遮光領域)の部分には画素を囲む壁構造体(不図示)が形成されており、これによって軸対称配向ドメインがさらに安定化される。

50



## 【0089】

画素電極 6 は次段のゲート信号線上にゲート絶縁膜 9 を介して重畳させており、補助容量が形成されている。また、TFT 4 はゲート信号線 2 から分岐したゲート電極 10 の上部にゲート絶縁膜 9、半導体層 12、チャンネル保護層 13 および  $n^+$ -Si 層 11 (ソース・ドレイン電極) が積層された構造を有している。

## 【0090】

なお、ここではボトムゲート型の TFT の構成例を示したが、これに限られず、トップゲート型の TFT を用いることもできる。

## 【0091】

〔動作原理〕

図 5 および図 6 を参照しながら、垂直配向型液晶層を有する本発明の第 1 の局面の実施形態の液晶表示装置が優れた広視野角特性を有する理由を説明する。

## 【0092】

図 5 は、画素電極 6 に設けた切欠き部 13 (または遮光性導電層で覆われていない開口部 (例えば、図 3 中の開口部 15b)) による配向規制力の作用を説明するための図であり、(a) は電圧無印加時、(b) は電圧印加時の液晶分子の配向状態を模式的に示している。図 5 (b) に示した状態は中間調を表示している状態である。

## 【0093】

図 5 に示した液晶表示装置は、透明基板 1 上に、絶縁膜層 16、切欠き部 13 を有する画素電極 6、配向膜 22 をこの順に有している。他方の透明基板 17 上には、カラーフィルタ層 18、対向電極 19 および配向膜 32 がこの順で形成されている。両基板間に設けられた液晶層 20 は、負の誘電異方性を有する液晶分子 21 を含む。

## 【0094】

図 5 (a) に示すように、電圧無印加時には、液晶分子 21 は垂直配向膜 22 および 32 の配向規制力により基板表面に対して略垂直に配向し、切欠き部 13 によって形成される凹部の形状効果によって、切欠き部 13 内またはその近傍において、凹部を中心に軸対称状に配向する。

## 【0095】

一方、電圧印加時には、図 5 (b) に示すように、誘電異方性が負の液晶分子 21 は分子長軸が電気力線に対して垂直になるうとするので、切欠き部 13 の周辺に形成される斜め電界によって、液晶分子 21 が倒れる方向が規定されることになる。従って、切欠き部 13 を中心とする軸対称状に配向することになる。この軸対称配向ドメイン内では液晶ダイレクタは全方位 (基板面内の方位) に配向しているため、視野角特性が優れる。また、中心軸の周りにおいては、液晶分子の配向は連続である。

## 【0096】

切欠き部 13 および / または開口部に加えて壁構造体を設けると、壁構造体はその側面 (壁面) の配向規制力によって液晶分子 21 が倒れる方向を規定する。典型的には、壁構造体を覆うように垂直配向膜を形成するので、液晶分子は壁面に対して垂直に配向するような規制力を受ける。

## 【0097】

図 6 は、画素電極 6 の開口部 15 を覆う遮光性導電層 26 を設けた構成による配向規制力の作用を説明するための図であり、(a) は上記の実施形態で例示した構成であり、(b) は開口部 15 の下の絶縁層 16 に凹部 16a を設けた構成を示す。いずれも電圧無印加時の液晶分子の配向状態を模式的に示している。

## 【0098】

図 6 (a) に示した液晶分子の配向状態は、図 5 (a) に示した液晶分子の配向状態と実質的に同じである。すなわち、開口部 15 によって形成される凹部の形状効果によって液晶分子の配向方向が規定される。但し、図 6 (a) の構成において電圧を印加しても、開口部 15 の周辺に斜め電界は生成されないため、凹部によって規制された初期配向によって規定された液晶分子が電界によって傾くに連れて、その周辺の液晶分子が、凹部の近

10

20

30

40

50

傍の液晶分子の配向と整合するように配向し、軸対称配向が形成される。開口部 15 が遮光性導電層 26 で覆われているため、斜め電界が形成されないため、配向規制力は弱い。開口部 15 の近傍における光漏れが抑制される。

【0099】

開口部 15 によって得られる凹部（段差）が小さく、十分な配向規制力が得られない場合には、図 6（b）に示すように、開口部 15 の下の絶縁層 16 に凹部 16 a を設け、その表面に形成される凹部の段差を大きくしてもよい。上述したように、表面に軸対称配向の中心軸を固定・安定化する効果を十分に得るために、液晶層に接する表面に、好ましくは  $0.1 \mu\text{m}$  以上、さらに好ましくは  $0.15 \mu\text{m}$  以上の段差が形成されるように、絶縁層 16 の凹部 16 b の深さを決めればよい。絶縁層（例えば厚さ  $3 \mu\text{m}$  の樹脂層）16 上に、画素電極（例えば厚さ  $150 \text{nm}$  の ITO）6、遮光性導電層（例えば厚さ  $200 \text{nm}$  の Al 層）26 および配向膜（例えば厚さ  $80 \text{nm}$  の垂直配向膜）12 が形成されるので、凹部 16 a の深さは  $0.5 \mu\text{m}$  以上あることが好ましい。なお、液晶層に接する表面に深さが  $2 \mu\text{m}$  を超える凹部が形成されると、この凹部の段差側面部において液晶分子が傾くことによる光漏れが大きくなるので好ましくない。

10

【0100】

次に、図 7 を参照しながら、本発明による実施形態の液晶表示装置のさらに具体的な構成例を説明する。

【0101】

図 7 に示す液晶表示装置は、バックライトと、半透過型液晶パネル 50 と、半透過型液晶パネル 50 を介して互いに対向するように設けられた一対の偏光板 40 および 43 と、偏光板 40 および 43 と液晶パネル 50 との間に設けられた  $1/4$  波長板 41 および 44 と、 $1/4$  波長板 41 および 44 と液晶パネル 50 との間に設けられた光学異方性が負の位相差板 42 および 45 とを有している。液晶パネル 50 は、透明基板（アクティブマトリクス基板）1 と透明基板（対向基板）17 との間に垂直配向型液晶層 20 とを有している。液晶パネル 50 として、ここでは、図 2 に示した液晶表示装置 200 と同様の構成を有するものを用いる。

20

【0102】

図 7 に示した液晶表示装置の表示動作を以下に簡単に説明する。

【0103】

反射モード表示については、上側からの入射光は偏光板 43 を通り、直線偏光となる。この直線偏光は、偏光板 43 の透過軸と  $1/4$  波長板 44 の遅相軸とがなす角が  $45^\circ$  になるように配置された  $1/4$  波長板 44 に入射すると円偏光となり、基板 17 上に形成したカラーフィルタ層（不図示）を透過する。なお、ここでは法線方向から入射する光に対して位相差を与えない位相差板 45 を用いている。

30

【0104】

電圧無印加時には、液晶層 20 中の液晶分子は基板面に略垂直に配向しているために入射光は位相差がほぼ 0 で透過し、下側の基板 1 に形成した反射電極により反射される。反射された円偏光は再び液晶層 20 中を通過してカラーフィルタ層を通り、再度、光学異方性が負の位相差板 45 を円偏光で通り、 $1/4$  波長板 44 を経て、最初に入射して偏光板 43 を透過した際の偏光方向と直交する偏光方向の直線偏光に変換されて偏光板 43 に到達するために、光は偏光板 43 を透過できず黒表示となる。

40

【0105】

一方、電圧印加時には、液晶層 20 中の液晶分子は基板面に垂直な方向から水平方向に傾くため、入射した円偏光は液晶層 20 の複屈折により楕円偏光となり、下側の基板 1 に形成した反射電極により反射される。反射された光は液晶層 20 で偏光状態がさらに変化し、再び液晶層 20 中を通過してカラーフィルタ層を通り、再度、光学異方性が負の位相差板 45 を通り、 $1/4$  波長板 44 に楕円偏光として入射するため、偏光板 43 に到達するときに入射時の偏光方向と直交した直線偏光とはならず、偏光板 43 を透過する。つまり、印加電圧を調節することで液晶分子の傾く程度が制御され、偏光板 43 を透過できる

50

反射光量が変調され、階調表示が可能となる。

【0106】

また、透過モードの表示については、上下2枚の偏光板43および偏光板40は各々その透過軸が直交するように配置されており、光源から出射された光は偏光板40で直線偏光となり、この直線偏光は、偏光板40の透過軸と1/4波長板41の遅相軸とがなす角が45°になるように配置された1/4波長板41に入射すると円偏光になり光学異方性が負の位相差板42を経て下側の基板1の透過領域Aに入射する。なお、ここでは法線方向から入射する光に対して位相差を与えない位相差板42を用いている。

【0107】

電圧無印加時には、液晶層20中の液晶分子は基板面に略垂直に配向しているため、入射光は位相差がほぼ0で透過し、下側の基板1に円偏光の状態に入射し、円偏光の状態

10

【0108】

一方、電圧印加時には、液晶層20中の液晶分子21は基板面に垂直な方向から水平方向に傾くために液晶表示装置へ入射した円偏光は液晶層20の複屈折により楕円偏光となり、上側のCF基板17や上側の光学異方性が負の位相差板45および1/4波長板44を楕円偏光として偏光板43に到るために入射時の偏光成分と直交した直線偏光にはならず、偏光板43を通して光が透過する。つまり、印加電圧を調節することで液晶分子の傾く程度が制御され、偏光板43を透過できる透過光量に変調され、階調表示が可能となる。

20

【0109】

光学異方性が負の位相差板は液晶分子が垂直配向状態での視野角を変化させた場合の位相差の変化量を最小に抑え、広視野角側からの観察時の黒浮きを抑える。また、負の位相差板と1/4波長板との組み合わせの代わりに、光学異方性が負の位相差板と1/4波長

30

【0110】

本発明のように電圧無印加時に黒表示を行い、電圧印加時に白表示となるノーマリーブラックモードを軸対称配向ドメインで行った場合、液晶表示装置(パネル)の上下に一对の1/4波長板を設けることによって、偏光板に起因する消光模様を解消させて明るさを改善することも可能となる。また、上下の偏光板の透過軸を互いに直交して配置してノーマリーブラックモードを軸対称配向ドメインで行った場合には、原理的にはクロスニコルに配置した一对の偏光板と同程度の黒表示を実現できることから、極めて高いコントラスト比を実現できると共に、全方位的な配向に導かれた広い視野角特性が達成できる。

【0111】

また、本発明で規定した透過領域の液晶層厚 $d_t$ と反射領域の液晶層厚 $d_r$ の関係については、図8に透過領域と反射領域の電圧-反射率(透過率)の液晶厚の依存性に示すように、 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ の条件を満足することが好ましく、 $0.4d_t < d_r < 0.6d_t$ の範囲であることがより好ましい。下限値よりも低い反射領域の液晶層厚では最大反射率の50%以下となり、十分な反射率が得られなくなる。一方、上限値よりも反射領域の液晶層厚 $d_r$ が大きい場合には電圧-反射率特性において透過表示時とは異なる駆動電圧で反射率が最大となる極大値が存在すると共に透過表示での最適な白表示電圧では相対反射率が低下する傾向が大きく、最大反射率の50%以下となるために十分な反射率が得られなくなる。しかしながら、反射領域Bでは液晶層の光路長が透過領域の2倍となることから、透過領域Aと同一の設計をする場合には、液晶材料の光学的な複屈折

40

50

異方性 ( $n$ ) とパネルのセル厚設計が極めて重要となる。

【0112】

本発明による実施形態による半透過型液晶表示装置の具体的な特性を以下に例示する。

【0113】

ここでは、図7に示した構成を有する液晶表示装置を作製した。液晶セル50には、図2に示した液晶表示装置200と同様の構成の液晶セルを用いた。ただし、透明誘電体層234に光散乱能を有しないものを用い、反射電極211bの下層部に表面に凹凸状の連続形状を施した樹脂層を形成して、反射表示時の拡散反射特性を調整した。

【0114】

本実施例では液晶層の配向規制構造として、透過領域と反射領域の境界部近傍に一对の切欠き部を設けて電界の歪を利用した液晶分子の電傾配向制御を行った。また、画素領域内の液晶領域の略中央部に電極の開口部を施して軸対称配向の中心軸位置の固定と安定化を図った。さらに、画素領域外の遮光領域に画素周辺から液晶分子の傾斜方向を規制できる構造物である壁構造体を形成した。なお、本発明の第1の局面では、一对の切欠き部近傍および画素の液晶領域の略中央部の開口部を覆う領域に、反射部の反射電極膜と同一のA1膜を同一の真空成膜工程にて成膜し、次いで、所定のフォトリソグラフィ工程を経て、パターニングを行った。これにより、切欠き部近傍での画素電極膜の剥がれによる表示欠陥を防ぐと共に、黒表示時に画素中央部の開口部段差付近での配向乱れによるコントラスト低下についても金属導電膜を利用した遮光効果により抑制できた。

【0115】

本実施例の液晶表示装置では、公知の方法で垂直配向膜を形成した。ラビン処理は行っていない。液晶材料としては、誘電率異方性が負の液晶材料 ( $n$ ; 0.1、; -4.5) を用いた。ここでは、透過領域の液晶層厚  $d_t$  を  $4 \mu\text{m}$ 、反射領域の液晶層厚  $d_r$  を  $2.2 \mu\text{m}$  ( $d_r = 0.55 d_t$ ) とした。

【0116】

本実施例の液晶表示装置の構成は、上から順に偏光板 (観察側)、 $1/4$  波長板 (位相差板1)、光学異方性が負の位相差板 (位相差板2 (NR板))、液晶層 (上側; カラーフィルタ基板、下側; アクティブマトリクス基板)、光学異方性が負の位相差板 (位相差板3 (NR板))、 $1/4$  波長板 (位相差板4)、偏光板 (バックライト側) の積層構造とした。なお、液晶層の上下の  $1/4$  波長板 (位相差板1と位相差板4) では互いの遅相軸を直交させ、各々の位相差を  $140 \text{nm}$  とする。光学異方性が負の位相差板 (位相差板2と位相差板3) は各々の位相差を  $135 \text{nm}$  とした。また、2枚の偏光板 (観察側、バックライト側) では、透過軸を直交させて配置した。

【0117】

液晶表示装置に駆動信号を印加 (液晶層に  $4 \text{V}$  印加) して表示特性を評価した。液晶表示装置の全面点灯での検査において、画素の表示欠陥に伴う黒点などは認められなかった。

【0118】

透過表示での視角 - コントラストの特性結果を図9に示す。透過表示での視野角特性はほぼ、全方位的で対称な特性を示し、 $CR > 10$  の領域は  $\pm 80^\circ$  と良好であり、透過コントラストも正面で  $330:1$  以上と高いものであった。

【0119】

一方、反射表示の特性は、分光測色計 (ミノルタ社製  $CM2002$ ) で評価し、標準拡散板を基準にして約  $8.7\%$  (開口率  $100\%$  換算値)、反射表示のコントラスト値は  $23$  であり、従来の液晶表示装置に比べて高いコントラスト比を示し良好であった。

【0120】

また、比較例として、上記の実施例と同様の開口部、切欠き部および壁構造体は形成したが遮光性導電層を設けない液晶表示装置を作製した。この液晶表示装置の全面点灯を行うと、画素電極 (透明電極) の剥がれに起因した黒点 (表示欠陥) が認められた。さらに、顕微鏡観察によると、黒表示状態 (電圧無印加時) において、開口部に対応する凹部 (

10

20

30

40

50

段差部)近傍での光漏れが見られ、この光漏れに起因するコントラスト比の低下が認められた。この比較例においては、4V電圧印加時での透過表示のコントラスト比の値は正面で280:1であり、上記の実施例の場合よりもやや低いものであった。

【0121】

なお、上記の実施形態では、軸対称配向する液晶ドメインが形成される垂直配向型液晶表示装置を例示したが、MVA型の液晶表示装置に適用することもできる。

【0122】

[透明誘電体層を備える半透過型液晶表示装置]

上述したように、半透過型液晶表示装置では、透過領域の液晶層の厚さ $d_t$ と、反射領域内の記液晶層の厚さ $d_r$ とが、 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ の関係を満足するように設定することが好ましい。液晶層の厚さを設定するために、対向基板(典型的にはカラーフィルタ基板)の液晶層側に透明誘電体層(厚さが $d_t - d_r$ )を設ける構成を採用すると、反射電極の下に絶縁膜などを用いて段差を設ける必要がないので、アクティブマトリクス基板210aの製造を簡略化できる等の利点を得られる。

【0123】

しかしながら、透明誘電体層によって形成される段差により、画素内の液晶分子の配向が乱れ、透過領域と反射領域それぞれでの軸対称配向の形成、あるいは軸対称配向の中心位置の制御が困難となり、光漏れ、視角依存性、ざらつき感など表示上の問題が発生することがある。

【0124】

以下では、半透過型液晶表示装置において液晶パネル内に形成した段差に起因する液晶配向の乱れを抑制し、液晶分子の配向を十分に安定化させ、表示不良の発生を防止することができる本発明の第2の局面の実施形態を説明する。なお、本発明の第2の局面の液晶表示装置は、上記の第1の局面の半透過型液晶表示装置と好適に組合せられる。

【0125】

図10および図11を参照しながら、本発明の第2の局面による実施形態の半透過型液晶表示装置300の構成を説明する。

【0126】

図10は、本発明の第2の局面による実施形態の半透過型液晶表示装置300の1つの画素の構成を模式的に示す図であり、(a)は、平面図であり、(b)は図10(a)中の10B-10B'線に沿った断面図である。図11は、図10(b)の反射領域と透過領域との境界部の拡大図である。半透過型液晶表示装置300は、切欠き部313aに対する透明誘電体層334の配置が以下に説明するように最適化されている点において、図2に示した半透過型液晶表示装置200と異なる。また、半透過型液晶表示装置300は、半透過型液晶表示装置200における壁構造体215、開口部214および遮光性導電層216を有していないが、これらを設けることが好ましいのは上述の通りである。また、半透過型液晶表示装置300と半透過型液晶表示装置200と共通する構成要素の説明の詳細はここでは省略する。

【0127】

半透過型液晶表示装置300は、透明基板310aと、透明基板310aに対向するように設けられた透明基板310bと、透明基板310aと310bとの間に設けられた垂直配向型の液晶層320とを有する。

【0128】

液晶表示装置300は、透明基板310a上に形成された画素電極311と、透明基板310b上に形成された対向電極331とを有し、画素電極311と対向電極331との間に設けられた液晶層320とが画素を規定する。透明基板310a上には、TFEなどの回路要素が形成されている。

【0129】

また、典型的には、透明基板310bの液晶層320側には、画素に対応して設けられるカラーフィルタ330と、隣接するカラーフィルタ330の間に設けられるブラックマ

10

20

30

40

50

トリクス（遮光層）332と、さらに、液晶層の厚さを調整するための透明誘電体層334とが形成されており、これらの上に対向電極331が形成されている。

【0130】

画素電極311は、透明導電層（例えばITO層）から形成された透明電極311aと、金属層（例えば、Al層、Alを含む合金層、およびこれらのいずれかを含む積層膜）から形成された反射電極311bとを有する。その結果、画素は、透明電極311aによって規定される透過領域Aと、反射電極311bによって規定される反射領域Bとを含む。透過領域Aは透過モードで表示を行い、反射領域Bは反射モードで表示を行う。

【0131】

透過モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層320を一回通過するだけであるのに対し、反射モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層320を2回通過する。したがって、図10(b)に模式的に示したように、透過領域Aの液晶層320の厚さ $d_t$ を反射領域Bの液晶層320の厚さ $d_r$ の約2倍に設定することが好ましい。このように設定することによって、両表示モードの光に対して液晶層320が与えるリタデーションを略等しくすることができる。 $d_r = 0.5 d_t$ が最も好ましいが、 $0.3 d_t < d_r < 0.7 d_t$ の範囲内であれば両方の表示モードで良好な表示を実現できる。

【0132】

画素分割数（ $= N$ ）が3（透過領域が2分割、反射領域が1分割）の図10に示した液晶表示装置300は、画素電極311の所定の位置に4つの切欠き部313を有している。この4つの切欠き部313の2つの切欠き部313aは、透明電極311aと反射電極311との間に設けられている。ここで例示した構成では、反射電極311bに隣接する透明電極311aの部分に切欠き部313aが設けられている。4つの切欠き部313の内他の2つの切欠き部313bは透明電極311aの透過領域Aに形成される2つの軸対称配向ドメインの境界付近（透明電極311aを長手方向に約2分する位置）に設けられている。これら4つ（2対）の切欠き部313が形成された画素電極311の周辺に斜め電界が形成され、それによって画素内に3つの軸対称配向ドメインが形成される。

【0133】

ここで、対向基板310bの液晶層320側の表面には、反射領域Bに設けられた透明誘電体層334によって段差が形成されており、透過領域Aと反射領域Bとの境界付近に形成されるこの段差付近（透明誘電体層334の端面付近）の液晶分子の配向が、切欠き部313aの近傍に形成される斜め電界による液晶分子の配向と整合するように、切欠き部313aおよび透明誘電体層334との配置関係が設定されている。

【0134】

これを図11を参照しながら詳細に説明する。

【0135】

透明誘電体層334は、反射領域Bの液晶層320の厚さ $d_r$ を設定するために設けられるので、少なくとも反射電極311bと対向する領域には存在し、一般的には、斜めに進行する光を考慮して、反射電極311bよりも若干大きめに形成される。従って、透過領域Aと反射領域Bとの境界付近に位置する透明誘電体層334の端面（図11中の補助線EL）は、反射電極311bよりも透明電極311a側に位置することになる。

【0136】

この場合において、透明誘電体層334の端面（EL）が、切欠き部313aの幅 $W$ の中心（図11中の補助線CL）よりも透明電極311a側に位置すると、反射領域Bに形成される液晶ドメインと透過領域Aに形成される液晶ドメインとの境界付近の液晶分子の配向が乱れ、透過領域および反射領域に形成される軸対称配向が不安定化しやすい。

【0137】

下記の表1に実験例を示す。

【0138】

表1中の $d_L$ は、透明誘電体層334の端面（EL）から切欠き部313aの幅 $W$ の中心（CL）までの距離であり、端面（EL）が中心（CL）よりも反射電極311b側（

図 1 1 では右側)にある場合を「正」とする。

【 0 1 3 9 】

なお、ここでは、液晶材料として、誘電率異方性が負の液晶材料 ( $n ; 0.1$ 、 $;$   $-4.5$ ) を用いた。また、透過領域の液晶層厚  $d_t$  は  $4 \mu\text{m}$ 、反射領域の液晶層厚  $d_r$  は  $2.2 \mu\text{m}$  ( $d_r = 0.55 d_t$ ) であり、画素電極の短辺方向の長さ (幅) は  $50 \mu\text{m}$ 、長辺方向の長さは  $160 \mu\text{m}$ 、切欠き部の深さ (画素電極の短辺方向) は  $20 \mu\text{m}$  である。

【 0 1 4 0 】

表 1 中の は透過領域 A には 2 つ、反射領域 B には 1 つ、合計 3 つの軸対称配向ドメインが形成されたことを示す。x は前記 3 つの軸対称配向が安定に形成されなかったことを示す。

10

【 0 1 4 1 】

【 表 1 】

		dL [ $\mu\text{m}$ ]												
		-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
W [ $\mu\text{m}$ ]	2	-	-	-	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	x	x	x	x	x	-	-	-	-
	6	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-
	7	-	-	-	x	x	x	o	o	o	o	-	-	-
	8	-	-	x	x	x	x	o	o	o	o	o	-	-
	10	-	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	-
	12	x	x	x	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o

20

【 0 1 4 2 】

表 1 の結果から分かるように、軸対称配向を安定に形成するためには、透明誘電体層 3 3 4 の端面 (EL) が、切欠き部 3 1 3 a の幅 W の中心 (CL) に一致 ( $dL = 0$ ) または、中心 (CL) よりも反射電極 3 1 1 b 側に位置することが好ましい。このときの切欠き部の幅 W は  $7 \mu\text{m}$  以上である。

30

【 0 1 4 3 】

次に、切欠き部の幅 W が液晶分子の配向に与える影響を検討した結果を説明する。

【 0 1 4 4 】

図 1 2 (a) ~ (f) は、液晶層に白電圧 (ここでは  $4 \text{V}$ ) を印加した後、 $200 \text{ms}$  経過後の液晶分子 (図中の線分) LC と、液晶層内に形成される電界の等電位線 EQ を模式的に示す図であり、シミュレーションに基づくものである。液晶層の厚さは  $4 \mu\text{m}$  であり、液晶材料の屈折率異方性  $n$  は  $0.1$ 、誘電率異方性 は  $-4.5$  とした。また、対向電極の液晶層側に壁 (壁構造体又は凸部) を  $30 \mu\text{m}$  間隔で設けた構成を例示しているが、切欠き部の作用に対する影響は無視できる。

40

【 0 1 4 5 】

図 1 2 (a) は切欠き部を設けていない場合、図 1 2 (b) は切欠き部の幅 W が  $3 \mu\text{m}$ 、図 1 2 (c) は幅 W が  $6 \mu\text{m}$ 、図 1 2 (d) は幅 W が  $9 \mu\text{m}$ 、図 1 2 (e) は幅 W が  $12 \mu\text{m}$ 、図 1 2 (f) は幅 W が  $15 \mu\text{m}$  の場合をそれぞれ示している。図 1 2 から分かるように、切欠き部の幅 W を大きくしていくと、等電位線 EQ が切欠き部に引き込まれ、それに伴い、切欠き部では液晶分子の配向方向が垂直に近づいていく。

【 0 1 4 6 】

ここで、表 1 の結果から得られる「切欠き部の幅 W が  $7 \mu\text{m}$ 」という意味を考察する。

【 0 1 4 7 】

50

表 1 に結果を示した実験に用いた液晶表示装置は、図 1 3 に示す電圧 - 透過率特性 ( V - T カープ ) を有し、その液晶層のしきい値電圧は 1 . 6 V である。なお、しきい値電圧は飽和時の透過率を 1 0 0 % としたときの透過率 3 % となる電圧値と定義した。

【 0 1 4 8 】

図 1 4 は、切欠き部の幅 W と切欠き部の中心 ( W / 2 の位置 ) の電位との関係を計算で求めた結果を示すグラフである。図 1 4 から明らかなように、切欠き部の幅 W が大きくなるにつれて、切欠き部の中心の電位は低下し、約 7  $\mu$  m で、しきい値電圧である 1 . 6 V になっていることが分かる。

【 0 1 4 9 】

すなわち、切欠き部が、その中心における電位がしきい値電圧と略等しくなる幅 W よりも大きい幅 W を有していれば、透明誘電体層 3 3 4 の端面 ( E L ) が、切欠き部 3 1 3 a の幅 W の中心 ( C L ) に一致 ( d L = 0 ) または、中心 ( C L ) よりも反射電極 3 1 1 b 側に位置するように構成することによって、軸対称配向ドメインを安定に形成することができる。

10

【 0 1 5 0 】

このように、切欠き部の幅 W は 7  $\mu$  m 以上であることが好ましいが、開口率の低下を抑えるためには切欠き部の幅 W は小さいことが好ましく、プロセスのマージンを考慮しても切欠き部の幅 W が 7  $\mu$  m 以上となるように、最小のセンター値を設定することが好ましい。

【 0 1 5 1 】

上述の構成によって、軸対称配向ドメインが安定に形成される理由を図 1 5 ( a ) および ( b ) を参照しながら説明する。

20

【 0 1 5 2 】

図 1 5 ( a ) は、本実施形態の液晶表示装置における切欠き部 3 1 3 a 付近の液晶層に形成される電界の等電位線 E Q と液晶分子 L C の配向の様子を模式的に示す図であり、( b ) は切欠き部を設けていない場合の液晶層に形成される電界の等電位線 E Q と液晶分子 L C の配向の様子を模式的に示す図である。対向電極 ( 不図示 ) は、透明誘電体層を覆うように全体に形成されている。いずれも、電極間に白電圧 ( ここでは 4 V ) を印加した場合の配向シミュレーションの結果である。

【 0 1 5 3 】

図 1 5 ( a ) に示したように、透明誘電体層 3 3 4 の端面が反射電極 3 1 1 b の端部 ( 透明電極 3 1 1 a 側の端部 ) と一致する ( すなわち、 d L = W / 2 ) ように配置された構成では、透明誘電体層 3 3 4 の透過領域側の側面近傍の液晶分子の配向方向と、切欠き部 3 1 3 a によって生成される斜め電界による液晶分子の配向方向とが整合している。その結果、反射領域および透過領域に安定に軸対称配向が形成される。

30

【 0 1 5 4 】

これに対し、切欠き部を設けていない構成では、図 1 5 ( b ) からわかるように、透明誘電体層の側面近傍の液晶分子の配向方向と、画素電極の近傍の液晶分子の配向方向とが対立しており、このために、軸対称配向が安定に形成されない。

【 0 1 5 5 】

図 1 5 ( a ) に示したように、切欠き部 3 1 3 a が生成する斜め電界 ( 配向規制力 ) による液晶分子の配向が透明誘電体層 3 3 4 に形成される段差によって乱されないためには、表 1 を参照しながら説明したように、透明誘電体層 3 3 4 の端面 ( E L ) が、切欠き部 3 1 3 a の幅 W の中心 ( C L ) に一致 ( d L = 0 ) または、中心 ( C L ) よりも反射電極 3 1 1 b 側に位置するように構成することが好ましいのである。また、このとき、切欠き部 3 1 3 a の幅は、白電圧を印加したときに、その中心の電位が液晶層のしきい値電圧以下となるように設定されることが好ましい。なお、この関係は、 $0 . 3 d t < d r < 0 . 7 d t$  の範囲でほぼ成立する。

40

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 5 6 】

50



上述したように、本発明による液晶表示装置は、優れた表示品位の液晶表示装置を比較的簡単な構成で実現できる。本発明は、透過型液晶表示装置および半透過型（透過・反射両用）型液晶表示装置に好適に適用される。特に、半透過型液晶表示装置は、携帯電話などのモバイル機器の表示装置として好適に利用される。

【図面の簡単な説明】

【0157】

【図1】本発明の第1の局面による実施形態の透過型液晶表示装置100の1つの画素の構成を模式的に示す図であり、(a)は、平面図であり、(b)は図1(a)中の1B-1B'線に沿った断面図である。

【図2】本発明の第1の局面による実施形態の半透過型液晶表示装置200の1つの画素の構成を模式的に示す図であり、(a)は、平面図であり、(b)は図1(a)中の2B-2B'線に沿った断面図である。 10

【図3】半透過型液晶表示装置200のアクティブマトリクス基板210aの平面図である。

【図4】半透過型液晶表示装置200のアクティブマトリクス基板210aの断面図である。

【図5】本発明による実施形態の液晶表示装置の動作原理を説明する概略図であり、(a)は電圧無印加時、(b)電圧印加時をそれぞれ示す。

【図6】本発明による実施形態の液晶表示装置の動作原理を説明する他の概略図であり、(a)は開口部を覆う遮光性導電層を有する構成を示し、(b)はさらに開口部の下層の絶縁層が凹部を有する構成を示す。 20

【図7】本発明による実施形態の液晶表示装置の構成一例を示す模式図である。

【図8】本発明による実施形態の液晶表示装置における透過領域と反射領域の電圧-反射率（透過率）の液晶層の厚さ依存性を示すグラフである。

【図9】本発明による実施形態の液晶表示装置の視角-コントラスト比特性を示す図である。

【図10】本発明の第2の局面による実施形態の半透過型液晶表示装置300の1つの画素の構成を模式的に示す図であり、(a)は、平面図であり、(b)は図10(a)中の10B-10B'線に沿った断面図である。

【図11】図10(b)の反射領域と透過領域との境界部の拡大図である。 30

【図12】(a)~(f)は、液晶層に白電圧を印加した後、200ms経過後の液晶分子LCと、液晶層内に形成される電界の等電位線EQを模式的に示す図であり、(a)は切欠き部を設けていない場合、(b)は切欠き部の幅Wが3 $\mu$ m、(c)は幅Wが6 $\mu$ m、(d)は幅Wが9 $\mu$ m、(e)は幅Wが12 $\mu$ m、(f)は幅Wが15 $\mu$ mの場合をそれぞれ示す。

【図13】液晶表示装置の電圧-透過率特性を示すグラフである。

【図14】切欠き部の幅Wと切欠き部の中心(W/2の位置)の電位との関係を計算で求めた結果を示すグラフである。

【図15】(a)は、本実施形態の液晶表示装置における切欠き部313a付近の液晶層に形成される電界の等電位線EQと液晶分子LCの配向の様子を模式的に示す図であり、(b)は切欠き部を設けていない場合の液晶層に形成される電界の等電位線EQと液晶分子LCの配向の様子を模式的に示す図である。 40

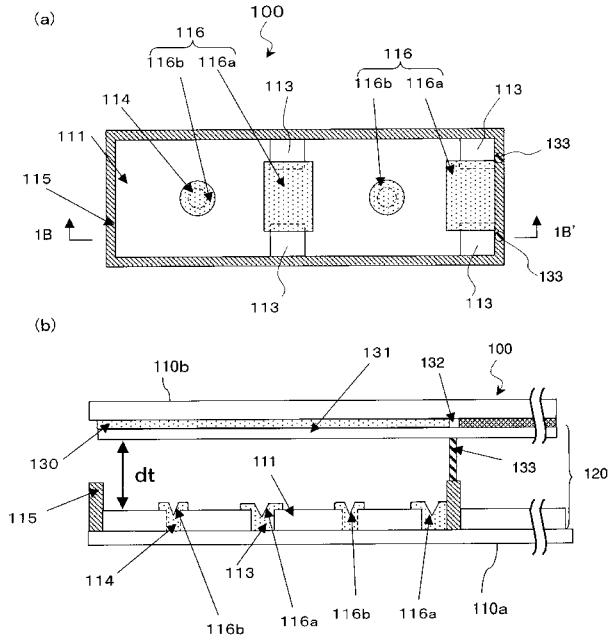
【符号の説明】

【0158】

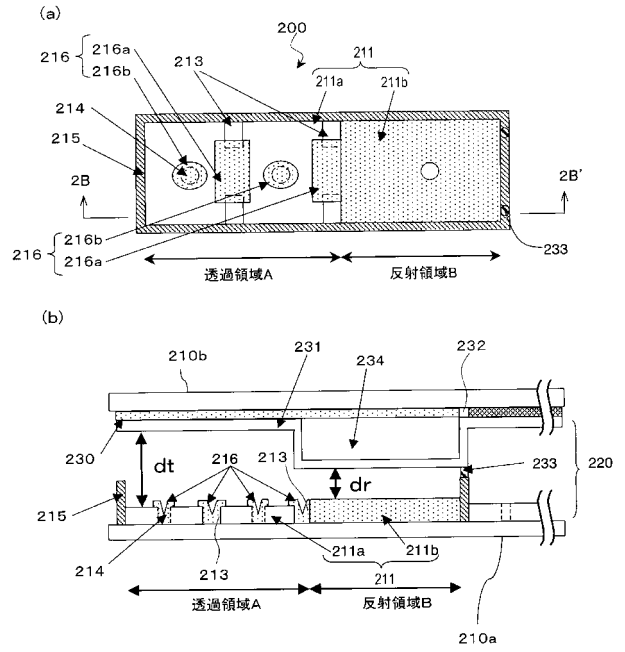
- |   |                   |
|---|-------------------|
| 1 | TFT（アクティブマトリクス）基板 |
| 2 | ゲート信号線            |
| 3 | ソース信号線            |
| 4 | TFT               |
| 5 | ドレイン電極            |
| 6 | 画素電極              |

7	透明電極	
8	反射電極	
9	ゲート絶縁膜	
10	ゲート電極	
11	ソース・ドレイン電極 (n + - Si 層)	
12	半導体層	
13	チャンネル保護層	
14	開口構造	
15	開口部	
16	絶縁膜	10
16 a	絶縁膜の凹部	
17	透明基板 (対向 (CF) 基板)	
18	カラーフィルタ層	
19	対向電極	
20	液晶層	
21	液晶分子	
22、32	配向膜	
50	液晶パネル	
40、43	偏光板	
41、44	1 / 4 波長版	20
42、45	光学異方性が負の位相差板 (NR 板)	
100	透過型液晶表示装置	
110 a	アクティブマトリクス基板	
110 b	対向基板 (カラーフィルタ基板)	
111	画素電極	
113	切欠き部	
114	開口部	
115	壁構造体	
116	遮光性導電層 (金属導電膜)	
130	カラーフィルタ層	30
131	対向電極	
133	支持体	
200	半透過型液晶表示装置	
210 a	アクティブマトリクス基板	
210 b	対向基板 (カラーフィルタ基板)	
211	画素電極	
213	切欠き部	
214	開口部	
215	壁構造体	
216	遮光性導電層 (金属導電膜)	40
230	カラーフィルタ層	
231	対向電極	
232	透明誘電体層 (反射部段差)	
233	支持体	

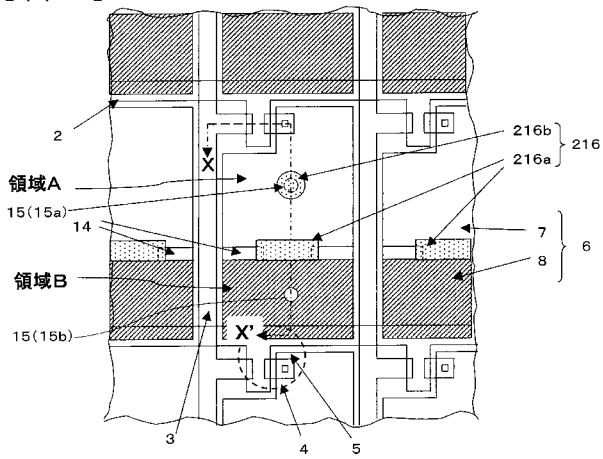
【 図 1 】



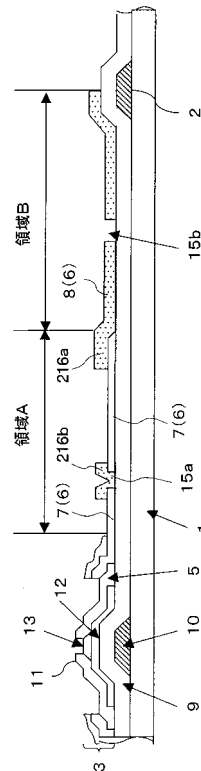
【 図 2 】



【 図 3 】

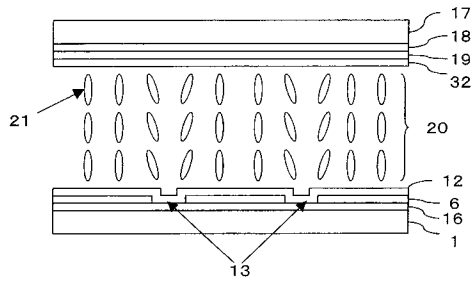


【 図 4 】

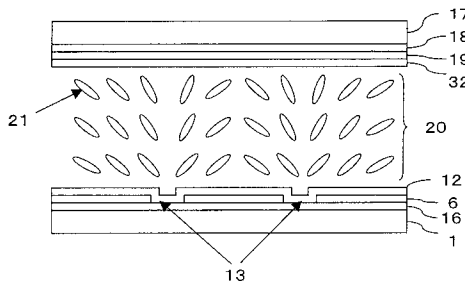


【 図 5 】

(a) 電圧無印加時

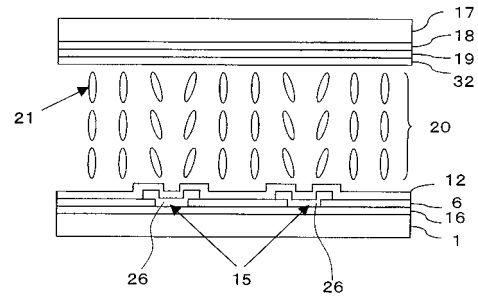


(b) 電圧印加時

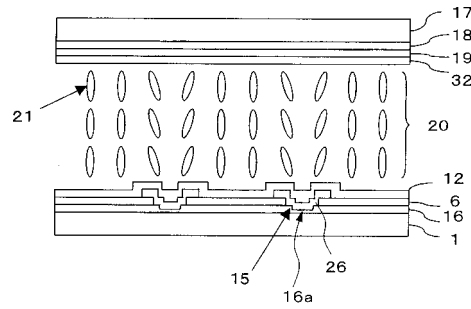


【 図 6 】

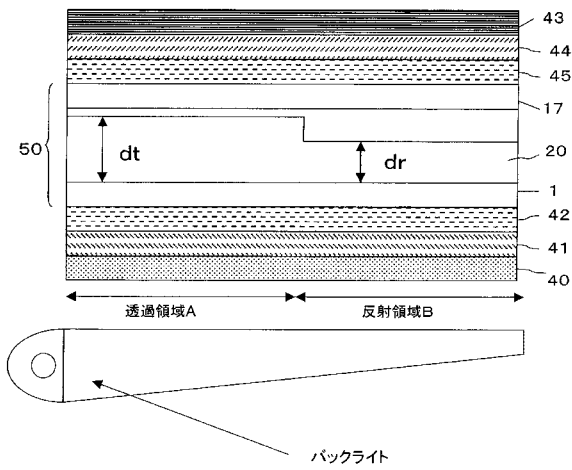
(a)



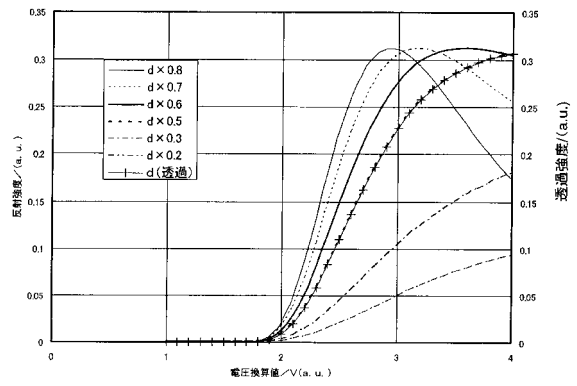
(b)



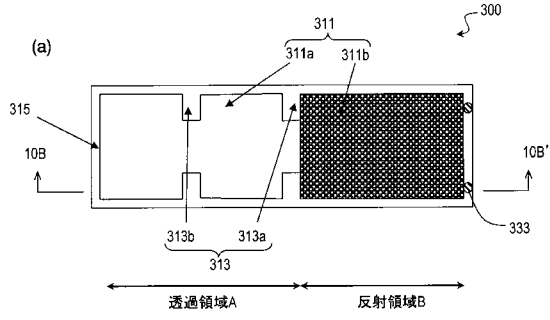
【 図 7 】



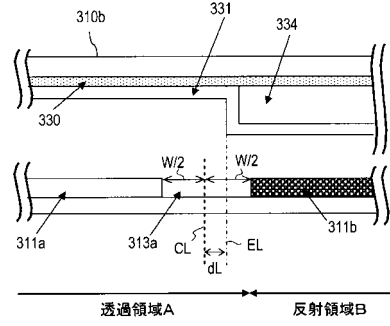
【 図 8 】



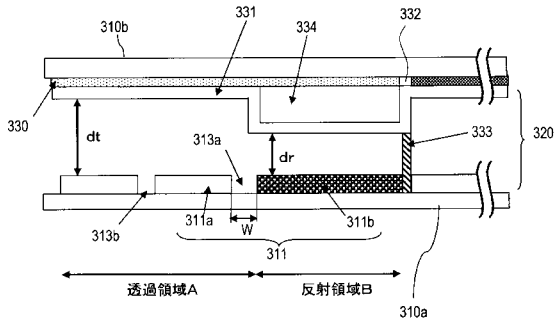
【図10】



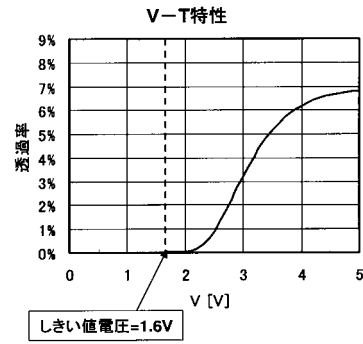
【図11】



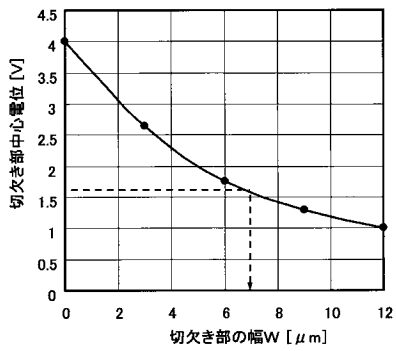
(b)



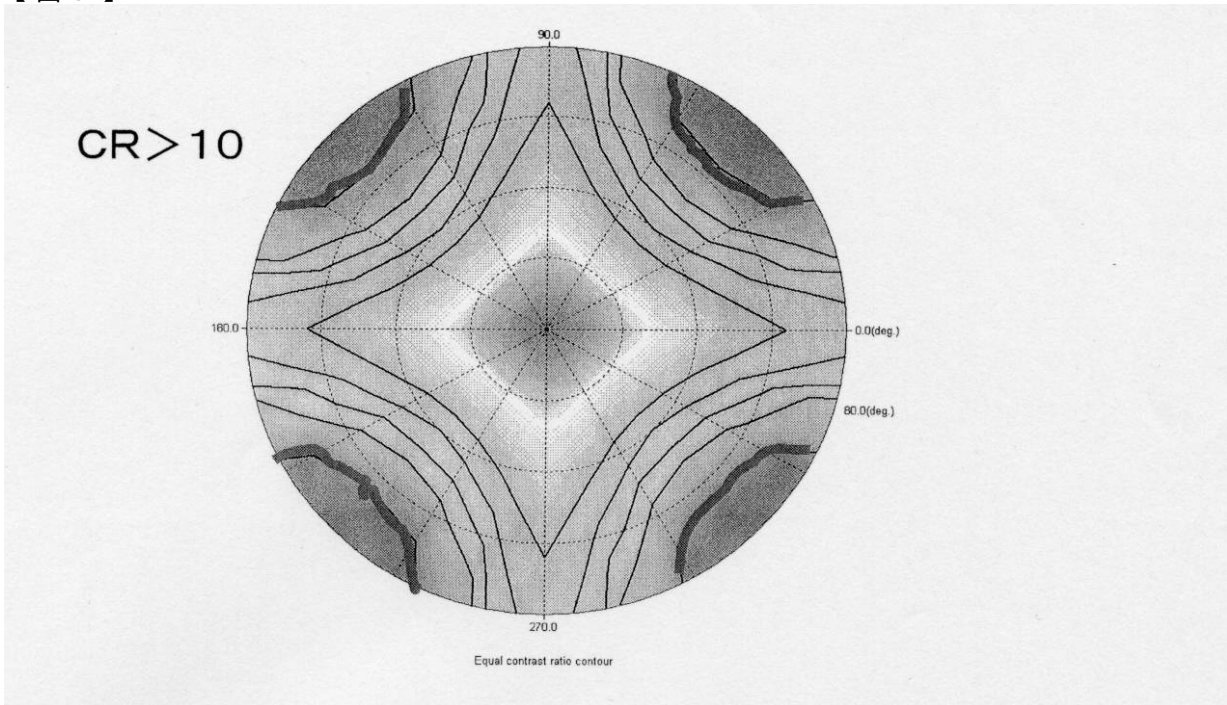
【図13】



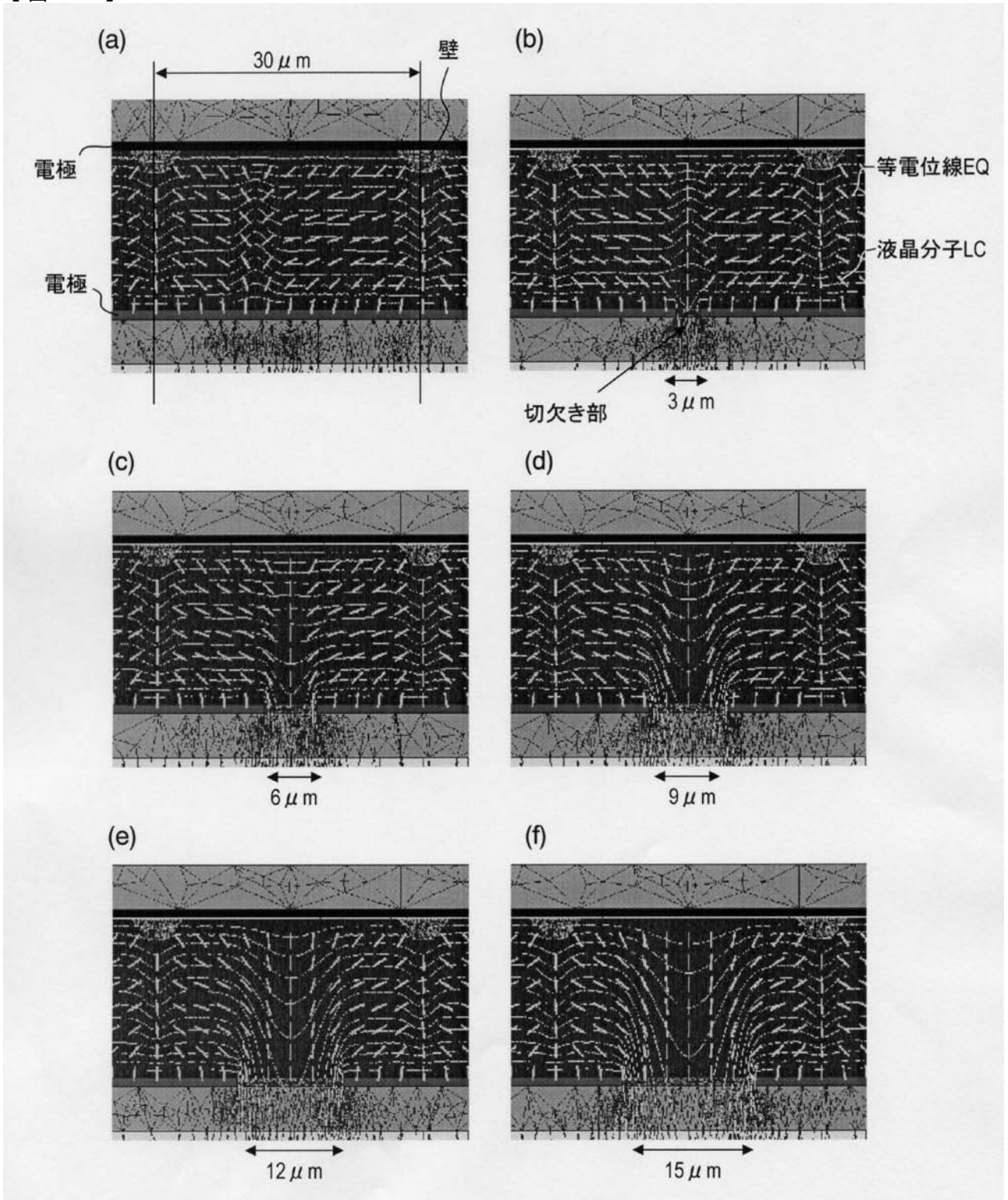
【図14】



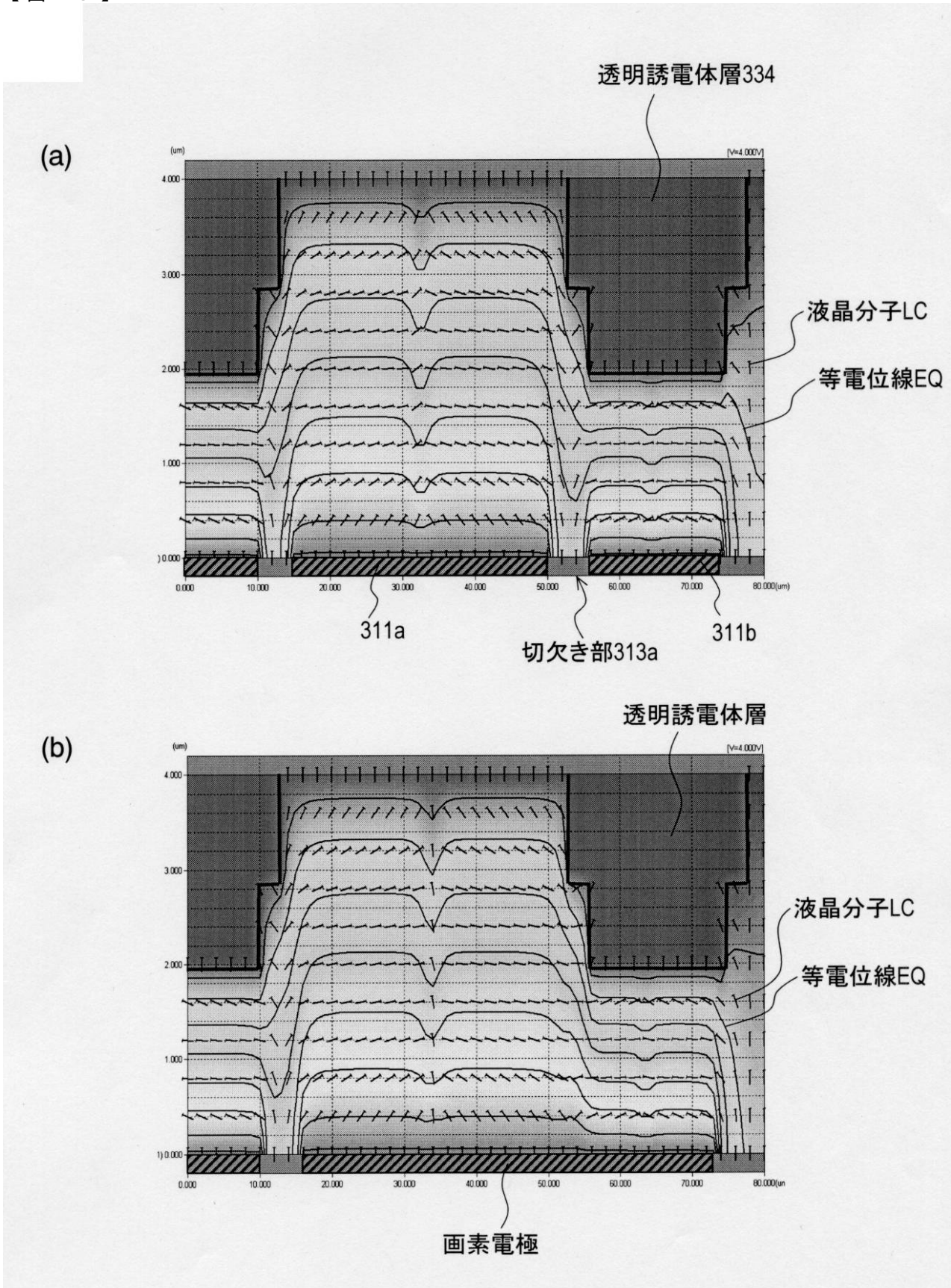
【 図 9 】



【 図 1 2 】



【 図 1 5 】





## フロントページの続き

(72)発明者 大西 憲明

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

(72)発明者 久米 康仁

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

(72)発明者 岡本 隆章

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

Fターム(参考) 2H090 HA04 HD06 LA01 LA04 LA08 LA09 LA15 MA01 MA07 MA15  
MB14

2H091 FA02Y FA08 FA11 FA16Y FA35Y FC08 FD04 GA03 GA06 GA07  
GA13 HA09 KA04 LA17 MA10

2H092 GA13 GA18 GA29 HA04 HA05 HA07 JA24 JB07 JB52 JB67  
NA04 PA08 PA09 PA10 PA11 RA10