

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3712637号

(P3712637)

(45) 発行日 平成17年11月2日(2005.11.2)

(24) 登録日 平成17年8月26日(2005.8.26)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO2F	1/1343	GO2F	1/1343
GO2F	1/1337	GO2F	1/1337 505
GO2F	1/1368	GO2F	1/1368
GO2F	1/139	GO2F	1/139

請求項の数 10 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2001-164676 (P2001-164676)	(73) 特許権者	000005049 シャープ株式会社
(22) 出願日	平成13年5月31日(2001.5.31)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(65) 公開番号	特開2002-122886 (P2002-122886A)	(74) 代理人	100101683 弁理士 奥田 誠司
(43) 公開日	平成14年4月26日(2002.4.26)		
審査請求日	平成15年2月7日(2003.2.7)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2000-244648 (P2000-244648)	(72) 発明者	山本 明弘 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
(32) 優先日	平成12年8月11日(2000.8.11)	(72) 発明者	前川 和広 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
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置およびその欠陥修正方法

(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、表示を行うための複数の絵素領域を有する液晶表示装置であって、

前記複数の絵素領域ごとに、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた絵素電極と、前記絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子とを有し、

前記絵素電極は、複数のサブ絵素電極と、それぞれが前記複数のサブ絵素電極の少なくとも一部のサブ絵素電極を互いに電氣的に接続する複数の接続部とを有し、

前記複数のサブ絵素電極のうちの少なくとも1つのサブ絵素電極は、前記スイッチング素子に複数の接続経路を介して電氣的に接続されており、

前記第2基板に設けられ前記複数の絵素電極に前記液晶層を介して対向する対向電極をさらに有し、

前記絵素電極は、前記複数のサブ絵素電極と前記複数の接続部とを含む中実部と、複数の開口部とから構成されており、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたときに、前記絵素電極の前記複数の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、前記複数の開口部および前記中実部に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成し、前記複数の開口部に形成される液晶ドメインの配向と前記中実部に形成される液晶ドメインの配向とは互いに連続し、印加された電圧に応じて前記複数の液晶ドメイン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

10

20

装置。

【請求項 2】

前記複数の開口部の少なくとも一部の開口部は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞれの形状は、回転対称性を有する、請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞれは略円形である請求項 2 または 3 に記載の液晶表示装置。 10

【請求項 5】

前記少なくとも一部の開口部に包囲された前記中実部の領域のそれぞれは略円形である請求項 2 または 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記絵素電極の前記複数の開口部の面積の合計は、前記絵素電極の前記中実部の面積より小さい、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記複数の開口部のそれぞれの内側に凸部をさらに備え、前記凸部の前記基板の面内方向の断面形状は、前記複数の開口部の形状と同じであり、前記凸部の側面は、前記液晶層の液晶分子に対して、前記斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する、請求項 1 から 6 のいずれかに記載に液晶表示装置。 20

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の液晶表示装置の欠陥修正方法であって、
前記複数の絵素領域のなかから表示不良を呈する絵素領域を特定するとともに、前記特定された絵素領域において前記複数のサブ絵素電極のなかから短絡が発生しているサブ絵素電極を特定する工程と、

前記特定されたサブ絵素電極を、前記複数の接続部のうちの前記特定されたサブ絵素電極に接続された接続部を切断することによって、前記少なくとも1つのサブ絵素電極と前記スイッチング素子との電気的な接続を維持したまま、前記スイッチング素子から電氣的に切断する工程と、 30

を包含する、液晶表示装置の欠陥修正方法。

【請求項 9】

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、表示を行うための複数の絵素領域を有する液晶表示装置であって、

前記複数の絵素領域ごとに、前記第 1 基板の前記液晶層側に設けられた絵素電極と、前記絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子とを有し、

前記絵素電極は、前記スイッチング素子に電氣的に並列に接続された複数のサブ絵素電極を有し、 40

前記第 2 基板に設けられ前記複数の絵素電極に前記液晶層を介して対向する対向電極をさらに有し、

前記絵素電極は、前記複数のサブ絵素電極と前記複数の接続部とを含む中実部と、複数の開口部とから構成されており、

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたときに、前記絵素電極の前記複数の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、前記複数の開口部および前記中実部に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成し、前記複数の開口部に形成される液晶ドメインの配向と前記中実部に形成される液晶ドメインの配向とは互いに連続し、印加された電圧に応じて前記複数の液晶ドメイン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 50

装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の液晶表示装置の欠陥修正方法であって、

前記複数の絵素領域のなかから表示不良を呈する絵素領域を特定するとともに、前記特定された絵素領域において前記複数のサブ絵素電極のなかから短絡が発生しているサブ絵素電極を特定する工程と、

前記特定されたサブ絵素電極を、前記複数のサブ絵素電極のうちの前記特定されたサブ絵素電極以外のサブ絵素電極と前記スイッチング素子との電気的な接続を維持したまま、前記スイッチング素子から電気的に切断する工程と、

を包含する、液晶表示装置の欠陥修正方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置およびその欠陥修正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、液晶表示装置は、小型、軽量、薄型または低消費電力などの利点から、OA 機器や AV 機器などの分野で実用化が進んでいる。特に、絵素ごとにスイッチング素子（アクティブ素子）を備えるアクティブマトリクス型液晶表示装置は、精細な動画表示が可能であり、種々のディスプレイとして使用されている。

20

【0003】

アクティブマトリクス型液晶表示装置は、マトリクス状に配設された絵素電極と、絵素電極に対向するように設けられた対向電極と、これらの間に設けられた液晶層とによって、絵素を構成する。複数の絵素のそれぞれは、スイッチング素子を介して供給される電気信号によって表示状態が制御される。

【0004】

アクティブマトリクス型液晶表示装置においては、液晶層に混入した導電性異物などによって、絵素電極と対向電極との間などで短絡が発生することがある。絵素電極を介した短絡が発生した絵素は、正常な電圧が印加されず、所定の表示ができない表示欠陥を呈する。

30

【0005】

表示欠陥を修正する方法として、特開平 4 - 178622 号公報は、黒色顔料を含むフォトレジストをガラス基板の表面に塗布した後、表示欠陥を呈する絵素上に位置するフォトレジストのみを露光・硬化させ、遮光膜を形成することによって、輝点欠陥を暗点（暗点欠陥）とする欠陥修正方法を開示している。暗点欠陥は、輝点欠陥に比べて視認されにくく、表示品位に与える影響は軽微である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の特開平 4 - 178622 号公報に開示されている欠陥修正方法においては、表示欠陥を効果的に修正できないという問題があることを本願発明者は見出した。

40

【0007】

上述の特開平 4 - 178622 号公報に開示されている欠陥修正方法においては、輝点欠陥を呈する絵素全体を覆うように遮光膜を形成することによって、絵素全体を暗点とするので、表示欠陥の生じた絵素全体が表示に寄与しなくなる。

【0008】

本発明は、上述の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、表示欠陥を呈する絵素の全体を犠牲にすることなく、表示欠陥を修正することが可能な表示装置を提供することおよびそのような欠陥修正方法を提供することにある。

【0009】

50

【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、表示を行うための複数の絵素領域を有する液晶表示装置であって、前記複数の絵素領域ごとに、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた絵素電極と、前記絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子とを有し、前記絵素電極は、複数のサブ絵素電極と、それぞれが前記複数のサブ絵素電極の少なくとも一部のサブ絵素電極を互いに電氣的に接続する複数の接続部とを有し、前記複数のサブ絵素電極のうちの少なくとも1つのサブ絵素電極は、前記スイッチング素子に複数の接続経路を介して電氣的に接続されている構成を有し、そのことによって上記目的が達成される。

【0010】

前記第2基板に設けられ前記複数の絵素電極に前記液晶層を介して対向する対向電極をさらに有し、前記絵素電極は、前記複数のサブ絵素電極と前記複数の接続部とを含む中実部と、複数の開口部とから構成されており、前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記液晶層は、前記絵素電極と前記対向電極との間に電圧が印加されたときに、前記絵素電極の前記複数の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、前記複数の開口部および前記中実部に、それぞれが放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成し、印加された電圧に応じて前記複数の液晶ドメインの配向状態が変化することによって表示を行う構成を有することが好ましい。

【0011】

前記複数の開口部の少なくとも一部の開口部は、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する構成を有していることが好ましい。

【0012】

前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞれの形状は、回転対称性を有することが好ましい。

【0013】

前記複数の開口部の前記少なくとも一部の開口部のそれぞれは略円形である構成としてもよい。

【0014】

前記少なくとも一部の開口部に包囲された前記中実部の領域（単位中実部）のそれぞれは略円形である構成としてもよい。

【0015】

前記複数の絵素領域のそれぞれにおいて、前記第1電極の前記複数の開口部の面積の合計は、前記第1電極の前記中実部の面積より小さいように構成されることが好ましい。

【0016】

前記複数の開口部のそれぞれの内側に凸部をさらに備え、前記凸部の前記基板の面内方向の断面形状は、前記複数の開口部の形状と同じであり、前記凸部の側面は、前記液晶層の液晶分子に対して、前記斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するように構成してもよい。

【0017】

本発明による液晶表示装置の欠陥修正方法は、上記の構成を有する液晶表示装置の欠陥修正方法であって、前記複数の絵素領域のなかから表示不良を呈する絵素領域を特定するとともに、前記特定された絵素領域において前記複数のサブ絵素電極のなかから短絡が発生しているサブ絵素電極を特定する工程と、前記特定されたサブ絵素電極を、前記複数の接続部のうちの前記特定されたサブ絵素電極に接続された接続部を切断することによって、前記少なくとも1つのサブ絵素電極と前記スイッチング素子との電氣的な接続を維持したまま、前記スイッチング素子から電氣的に切断する工程とを包含し、そのことによって上記目的が達成される。

【0018】

本発明による他の液晶表示装置は、第1基板と、第2基板と、前記第1基板と前記第2基

10

20

30

40

50

板との間に設けられた液晶層とを有し、表示を行うための複数の絵素領域を有する液晶表示装置であって、前記複数の絵素領域ごとに、前記第1基板の前記液晶層側に設けられた絵素電極と、前記絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子とを有し、前記絵素電極は、前記スイッチング素子に電氣的に並列に接続された複数のサブ絵素電極を有しており、そのことによって上記目的が達成される。

【0019】

本発明による液晶表示装置の他の欠陥修正方法は、上記の構成を有する液晶表示装置の欠陥修正方法であって、前記複数の絵素領域のなかから表示不良を呈する絵素領域を特定するとともに、前記特定された絵素領域において前記複数のサブ絵素電極のなかから短絡が発生しているサブ絵素電極を特定する工程と、前記特定されたサブ絵素電極を、前記複数のサブ絵素電極のうちの前記特定されたサブ絵素電極以外のサブ絵素電極と前記スイッチング素子との電氣的な接続を維持したまま、前記スイッチング素子から電氣的に切断する工程とを包含し、そのことによって上記目的が達成される。

10

【0020】

以下、本発明の作用を説明する。

【0021】

本発明による液晶表示装置においては、複数のサブ絵素電極のうち少なくとも1つのサブ絵素電極は、スイッチング素子に複数の接続経路を介して電氣的に接続されている。ここで、サブ絵素電極とスイッチング素子とを電氣的に接続する接続経路は、他のサブ絵素電極や接続部を含んで構成されている。従って、あるサブ絵素電極とスイッチング素子とを接続する複数の接続経路のうち、ある接続経路に含まれるサブ絵素電極において短絡不良が発生している場合には、接続部を切断することによって、上述したあるサブ絵素電極とスイッチング素子との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生しているサブ絵素電極をスイッチング素子から電氣的に切断することができる。そのため、上述したあるサブ絵素電極には、スイッチング素子を介して正常に電圧が印加されるので、十分な表示品位が得られる。

20

【0022】

本発明による他の液晶表示装置においては、複数のサブ絵素電極は、スイッチング素子に電氣的に並列に接続されている。従って、あるサブ絵素電極と対向電極との間で短絡が発生している場合には、他のサブ絵素電極とスイッチング素子との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生しているサブ絵素電極のみをスイッチング素子から電氣的に切断することができる。そのため、他のサブ絵素電極には、スイッチング素子を介して正常に電圧が印加されるので、十分な表示品位が得られる。

30

【0023】

また、本発明によるある液晶表示装置においては、絵素電極が、複数のサブ絵素電極と複数の接続部とを含む中実部（電極の内で開口部以外の部分、導電膜が存在する部分）と、複数の開口部（電極の内で導電膜が存在しない部分）とから構成されている。中実部は、典型的には、連続した導電膜から形成されている。液晶層は電圧無印加状態において垂直配向状態をとり、且つ、電圧印加状態においては、電極の開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって、放射状傾斜配向状態をとる複数の液晶ドメインを形成する。典型的には、液晶層は、負の誘電異方性を有する液晶材料からなり、その両側に設けられた垂直配向膜によって配向規制されている。

40

【0024】

この斜め電界によって形成される液晶ドメインは、電極の開口部および中実部に対応する領域に形成され、これらの液晶ドメインの配向状態が電圧に応じて変化することによって表示を行う。それぞれの液晶ドメインは軸対称配向をとるので、表示品位の視角依存性が小さく、広視角特性を有する。

【0025】

さらに、開口部に形成される液晶ドメインおよび中実部に形成される液晶ドメインは、開口部のエッジ部に生成される斜め電界によって形成されるので、これらは互いに隣接して

50

交互に形成され、且つ、隣接する液晶ドメイン間の液晶分子の配向は本質的に連続である。従って、開口部に形成される液晶ドメインと中実部に形成される液晶ドメインとの間にはディスクリネーションラインは生成されず、それによる表示品位の低下もなく、液晶分子の配向の安定性も高い。

【 0 0 2 6 】

この液晶表示装置においては、電極の中実部に対応する領域だけでなく、開口部に対応する領域にも、液晶分子が放射状傾斜配向をとるので、液晶分子の配向の連続性が高く、安定した配向状態が実現され、ざらつきのない均一な表示が得られる。特に、良好な応答特性（速い応答速度）を実現するために、液晶分子の配向を制御するための斜め電界を多くの液晶分子に作用させる必要があり、そのためには、開口部（エッジ部）を多く形成する必要がある。本発明の液晶表示装置においては開口部に対応して、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが形成されるので、応答特性を改善するために開口部を多く形成しても、それに伴う表示品位の低下（ざらつきの発生）を抑制することができる。

10

【 0 0 2 7 】

複数の開口部の少なくとも一部の開口部が、実質的に、等しい形状で等しい大きさを有し、回転対称性を有するように配置された少なくとも1つの単位格子を形成する構成とすることによって、単位格子を単位として、複数の液晶ドメインを高い対称性で配置することができるので、表示品位の視角依存性を向上することができる。さらに、絵素領域の全体を単位格子に分割することによって、絵素領域の全体に亘って、液晶層の配向を安定化することができる。例えば、それぞれの開口部の中心が、正方格子を形成するように、開口部を配列する。なお、1つの絵素領域が、例えば補助容量配線のように不透明な構成要素によって分割される場合には、少なくとも表示に寄与する領域毎に単位格子を配置すればよい。

20

【 0 0 2 8 】

複数の開口部の少なくとも一部の開口部（典型的には単位格子を形成する開口部）のそれぞれの形状を回転対称性を有する形状とすることによって、開口部に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。例えば、それぞれの開口部の形状（基板法線方向から見たときの形状）を円形や正多角形（例えば正方形）とする。なお、絵素の形状（縦横比）等に応じて、回転対称性を有しない形状（例えば楕円）等の形状としてもよい。また、開口部に実質的に包囲される中実部の領域（後述する「単位中実部」）の形状が回転対称性を有することによって、中実部に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。例えば、開口部を正方格子状に配置する場合、開口部の形状を略星形や十字形などとし、中実部の形状を略円形や略正方形等の形状としてもよい。勿論、開口部および開口部によって実質的に包囲される中実部の形状をととも略正方形としてもよい。

30

【 0 0 2 9 】

電極の開口部に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向を安定化させるためには、開口部に形成される液晶ドメインは略円形であることが好ましい。逆にいうと、開口部に形成される液晶ドメインが略円形ととなるように、開口部の形状を設計すればよい。

【 0 0 3 0 】

勿論、電極の中実部に形成される液晶ドメインの放射状傾斜配向を安定化させるためには、開口部によって実質的に包囲される中実部の領域は略円形であることが好ましい。連続した導電膜から形成される中実部に形成される或る1つの液晶ドメインは、複数の開口部によって実質的に包囲される中実部の領域（単位中実部）に対応して形成される。従って、この中実部の領域（単位中実部）の形状が略円形ととなるように、開口部の形状をおよびその配置を決めればよい。

40

【 0 0 3 1 】

上述したいずれの場合においても、絵素領域のそれぞれにおいて、電極に形成される開口部の面積の合計が、中実部の面積より小さいことが好ましい。中実部の面積が大きいほど、電極によって生成される電界の影響を直接的に受ける液晶層の面積（基板法線方向から

50

見たときの平面内に規定される)が大きくなるので、液晶層の電圧に対する光学特性(例えば透過率)が向上する。

【0032】

開口部が略円形となる構成を採用するか、単位中実部が略円形となる構成を採用するかは、どちらの構成において、中実部の面積を大きくできるかによって決めることが好ましい。いずれの構成が好ましいかは、絵素のピッチに依存して適宜選択される。典型的には、ピッチが約25 μm を超える場合、中実部が略円形となるように、開口部を形成することが好ましく、約25 μm 以下の場合には開口部を略円形とすることが好ましい。

【0033】

上述した電極に形成した開口部のエッジ部に生成される斜め電界による配向規制力は、電圧印加時にしか作用しないので、電圧無印加時や、比較的低い電圧を印加している状態などにおいて、例えば、液晶パネルに外力が加わるなどすると、液晶ドメインの放射状傾斜配向を維持できないことがある。この問題を解決するために、本発明のある実施形態の液晶表示装置は、液晶層の液晶分子に対して、上述の斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する側面を備えた凸部を電極の開口部の内側に有する。この凸部の基板の面内方向の断面形状は、開口部の形状と同じであり、上述した開口部の形状と同様に、回転対称性を有することが好ましい。

10

【0034】

上述の構成を有する液晶表示装置は、絵素電極に開口部を設けるだけで、安定した放射状傾斜配向を実現することができる。すなわち、公知の製造方法において、導電膜を絵素電極の形状にパターニングする際に、所望の形状の開口部が所望の配置で形成されるように、フォトリソを修正するだけで、上述の構成を有する液晶表示装置を製造することができる。

20

【0035】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による実施形態の液晶表示装置を説明する。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、絵素電極と、絵素電極に対向する対向電極とによって規定される。また、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。

30

【0036】

本発明による液晶表示装置は、第1基板(例えばTFT基板)と、第2基板(例えばカラーフィルタ基板)と、これらの間に設けられた液晶層とを有し、絵素領域ごとに、第1基板の液晶層側に設けられた絵素電極と、この絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子(アクティブ素子)とを有する。

【0037】

絵素電極は、複数のサブ絵素電極と、それぞれが複数のサブ絵素電極の少なくとも一部のサブ絵素電極を互いに電氣的に接続する複数の接続部とを有する。個々のサブ絵素電極の形状や大きさは、液晶表示装置の表示モードや用途に応じて適宜設定される。また、接続部をサブ絵素電極と同一の導電膜から形成すると、液晶表示装置の構造が単純になり、製造プロセスが複雑になることを防止できる。

40

【0038】

複数のサブ絵素電極のうちの少なくとも1つのサブ絵素電極は、スイッチング素子に複数の電氣的な経路を介して電氣的に接続されている。ここで、サブ絵素電極とスイッチング素子とを電氣的に接続する接続経路は、他のサブ絵素電極や接続部を含んで構成されている。従って、あるサブ絵素電極とスイッチング素子とを接続する複数の接続経路のうち、ある接続経路に含まれるサブ絵素電極において短絡不良が発生している場合には、接続部を切断することによって、上述したあるサブ絵素電極とスイッチング素子との電氣的な

50

接続を維持したまま、短絡不良が発生しているサブ絵素電極をスイッチング素子から電氣的に切断することができる。そのため、上述したあるサブ絵素電極には、スイッチング素子を介して正常に電圧が印加されるので、十分な表示品位が得られる。

【0039】

1つの絵素領域に存在する複数のサブ絵素電極には、スイッチング素子に1つの接続経路のみを介して接続されているサブ絵素電極が含まれていてもよいが、複数の接続経路を介して接続されているサブ絵素電極の割合が高いことが好ましい。1つの接続経路のみを介して接続されているサブ絵素電極は、接続経路に含まれる他のサブ絵素電極がスイッチング素子から電氣的に切断されたときに、これに伴ってスイッチング素子から電氣的に切断されてしまうので、欠陥修正後に表示に寄与しない。複数の接続経路を介して接続されているサブ絵素電極の割合が高くなるような構成を採用することによって、絵素領域において修正後に正常な電圧が印加される領域の割合を高くすることができる。

10

【0040】

さらに、スイッチング素子に至る接続経路に他のサブ絵素電極を含むサブ絵素電極のすべてが、複数の接続経路を介してスイッチング素子に接続されていると、短絡が発生したサブ絵素電極のみをスイッチング素子から電氣的に切断することができる。従って、短絡が発生したサブ絵素電極以外のすべてのサブ絵素電極を、欠陥修正後に表示に寄与させることができるので、高品位の表示が実現される。

【0041】

上述の構造および欠陥修正方法は、絵素電極と対向電極とが一時的に短絡したりオープンになったりするような、点滅点欠陥の修正にも有効である。さらに、ノーマリブラックモードで表示を行う液晶表示装置に適用すると、絵素領域において修正後に正常に電圧が印加されない領域は、暗点(黒点)となるので、視認されにくく、欠陥修正の効果がさらに高い。

20

【0042】

また、以下に述べる構成によっても、絵素領域全体を犠牲にすることなく表示欠陥を修正することが可能な液晶表示装置が得られる。

【0043】

本発明による他の液晶表示装置は、第1基板(例えばTF T基板)と、第2基板(例えばカラーフィルタ基板)と、これらの間に設けられた液晶層とを有し、絵素領域ごとに、第1基板の液晶層側に設けられた絵素電極と、絵素電極に電氣的に接続されたスイッチング素子とを有する。

30

【0044】

絵素電極は、スイッチング素子に電氣的に並列に接続された複数のサブ絵素電極を有する。従って、導電性異物などによって、あるサブ絵素電極と対向電極との間で短絡が発生している場合には、他のサブ絵素電極とスイッチング素子との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生しているサブ絵素電極のみをスイッチング素子から電氣的に切断することができる。そのため、他のサブ絵素電極には、スイッチング素子を介して正常に電圧が印加されるので、十分な表示品位が得られる。

【0045】

40

以下、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をさらに詳細に説明する。なお、以下の実施例においては、スイッチング素子としてTF T(薄膜トランジスタ)を備えた透過型液晶表示装置について説明するが、本発明はこれに限定されず、TF T以外のスイッチング素子を備えた液晶表示装置にも適用することができるし、反射型液晶表示装置や透過反射両用型液晶表示装置にも適用することができる。

(実施形態1)

図1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を説明する。図1は、本実施形態の液晶表示装置100の1つの絵素領域を模式的に示す上面図である。なお、図1においては、絵素電極の構造を中心に示し、その他の構成要素の一部を省略している。液晶表示装置100は、アクティブマトリクス基板と、対向基板と、これらの間に設

50

けられた液晶層とを有する。

【0046】

アクティブマトリクス基板は、透明基板（例えばガラス基板）と、絵素領域ごとに透明基板の液晶層側に設けられた絵素電極14と、絵素電極14に電氣的に接続されたスイッチング素子としてのTFT（薄膜トランジスタ）50とを有する。

【0047】

対向基板は、透明基板（例えばガラス基板）と、その表面に設けられた対向電極とを有する。液晶層としては、例えば、偏光モードの表示が可能な液晶層を用いることができる。本実施形態においては、TNモードの表示が可能な液晶層を用いる。

【0048】

上述の絵素電極14および対向電極は、液晶層を介して互いに対向するように配置されており、絵素電極14と対向電極とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層の配向状態が変化する。

【0049】

図1を参照しながら、液晶表示装置100が有するアクティブマトリクス基板の構成をさらに詳しく説明する。

【0050】

アクティブマトリクス基板は、絶縁性基板を有し、この絶縁性基板上に、走査配線（ゲートバスライン）51と、この走査配線51から分岐したゲート電極50Gと、補助容量配線52とが形成されている。さらに、これらを覆うように、ゲート絶縁膜が形成されている。ゲート電極50G上に位置するゲート絶縁膜上に、半導体層、チャネル保護層、ソース電極50Sおよびドレイン電極50Dが形成されており、これらがTFT50を構成している。

【0051】

TFT50のソース電極50Sは信号配線（ソースバスライン）53に、ドレイン電極50Dは接続配線54に、それぞれ電氣的に接続されている。TFT50が形成された絶縁性基板のほぼ全面を覆うように層間絶縁膜が形成されており、この層間絶縁膜上に、絵素電極14が形成されている。

【0052】

絵素電極14は、複数のサブ絵素電極55と、複数のサブ絵素電極55のいずれか2つを互いに電氣的に接続する複数の接続部56とを有している。また、絵素電極14は、層間絶縁膜に設けられたコンタクトホール57において接続配線54と電氣的に接続され、接続配線54を介してドレイン電極50Dに電氣的に接続されている。

【0053】

本実施形態においては、個々のサブ絵素電極は、正方形の形状を有しているが、サブ絵素電極の形状はこれに限定されず、長方形であってもよいし、円形であってもよく、任意の形状であってもよい。TNモードの液晶層を備える本実施形態の液晶表示装置100のように、導電膜が形成されていない領域とサブ絵素電極との境界部における斜め電界効果を用いた配向制御を行わない液晶表示装置の場合には、サブ絵素電極の形状を矩形とすることによって、導電膜が形成されている領域の割合を高くすることが、明るい表示を実現する観点からは好ましい。また、ここでは、10個のサブ絵素電極55から構成された絵素電極14を示したが、勿論これに限定されず、絵素電極14は、任意の個数のサブ絵素電極55から構成されていてもよく、個々のサブ絵素電極55の大きさ（面積）も、同じでなくてもよい。さらに、本実施形態においては、絵素電極は、2つのサブ絵素電極を互いに接続する接続部を備えているが、これに限定されず、3つ以上のサブ絵素電極を互いに接続する接続部を備えていてもよい。

【0054】

本実施形態の液晶表示装置100が有する複数のサブ絵素電極55の一部のサブ絵素電極55は、TFT50に複数の電氣的な経路を介して電氣的に接続されている。例えば、図1中の右上に位置するサブ絵素電極55'は、実線矢印で模式的に示す接続経路Aを介し

10

20

30

40

50

てTFT50に電氣的に接続されているとともに、破線矢印で模式的に示す接続経路Bを介してTFT50に電氣的に接続されている。接続経路AおよびBは、それぞれサブ絵素電極55や接続部56を含んで構成されている。

【0055】

従って、例えば、図1中においてサブ絵素電極55'の下側に位置し、接続経路Bに含まれるサブ絵素電極55sにおいて短絡不良が発生した場合には、このサブ絵素電極55sに接続された接続部56を切断部56'において切断することによって、サブ絵素電極55'とTFT50との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生しているサブ絵素電極55sをTFT50から電氣的に切断することができる。

【0056】

サブ絵素電極55sに接続された接続部56を切断すると、接続経路Bは、サブ絵素電極55'とTFT50とを電氣的に接続する接続経路として機能しなくなるが、サブ絵素電極55'は、接続経路Aを介してTFT50に電氣的に接続されているので、正常な電圧が印加される。そのため、本実施形態による液晶表示装置100においては、サブ絵素電極55'上に位置する液晶層を表示に寄与させることができる。

【0057】

また、本実施形態の液晶表示装置100においては、絵素電極14は、例示した図中右上のサブ絵素電極55'以外にも、複数の接続経路を介してTFT50に接続されたサブ絵素電極55を有しており、TFT50に至る接続経路に他のサブ絵素電極55を含むサブ絵素電極55のすべてが、複数の接続経路を介してTFT50に接続されている。そのため、絵素領域に存在するいずれのサブ絵素電極55に短絡不良が発生した場合においても、他のサブ絵素電極55とTFT50との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生したサブ絵素電極55のみをTFT50から電氣的に切断することができる。従って、修正後には、短絡不良が発生したサブ絵素電極55s以外のすべてのサブ絵素電極を表示に寄与させることができ、高品位の表示が実現される。

【0058】

ここで、図2を参照しながら、実施形態1の液晶表示装置100のように、短絡が生じたサブ絵素電極のみをスイッチング素子から電氣的に切り離すことが可能な液晶表示装置の構造の例を説明する。図2は、M行N列に配列された複数のサブ絵素電極を有する液晶表示装置100'を概念的に示す図である。

【0059】

液晶表示装置100'が有する絵素電極14は、スイッチング素子50に電氣的に接続され、M行N列に配列された複数のサブ絵素電極(m行n列に属するサブ絵素電極をサブ絵素電極(m, n)と表記する)を有する。図2において、スイッチング素子とサブ絵素電極との間およびサブ絵素電極同士の間を結ぶ実線は、これらが互いに電氣的に接続されていることを示す。

【0060】

図2に示すように、液晶表示装置100'においては、スイッチング素子50に至る接続経路に他のサブ絵素電極を含むサブ絵素電極のすべて(ここでは、2列目以降のサブ絵素電極)が、複数の接続経路を介してスイッチング素子50に接続されている。そのため、いずれのサブ絵素電極に短絡不良が発生した場合においても、他のサブ絵素電極とスイッチング素子50との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生したサブ絵素電極のみをスイッチング素子50から電氣的に切断することができる。

【0061】

例えば、図2中にハッチングで示す、(M-1)行目(N-1)列目に属するサブ絵素電極(M-1, N-1)において短絡が発生した場合には、サブ絵素電極(M-1, N-1)とスイッチング素子50との電氣的な接続を切断することによって、サブ絵素電極(M-1, N-1)のみをスイッチング素子50から電氣的に切断することができる。従って、修正後には、他のすべてのサブ絵素電極を表示に寄与させることができ、高品位の表示が実現される。

10

20

30

40

50

【0062】

本実施形態の液晶表示装置100は、公知の製造方法を用いて製造され得る。例えば、以下のようにして製造される。

【0063】

まず、透明基板（例えばガラス基板）上に、走査配線51、信号配線53、スイッチング素子としてのTF T50および絵素電極14などを形成し、これらを覆うようにポリイミド配向膜（例えば、JSR社製AL-4552）を形成することによってアクティブマトリクス基板を作製する。

【0064】

一方、透明基板（例えばガラス基板）上に、カラーフィルタ層や対向電極などを形成し、これらを覆うようにポリイミド配向膜（例えば、JSR社製AL-4552）を形成することによって対向基板を作製する。

10

【0065】

ここで、それぞれの基板の表面に形成されたポリイミド配向膜にはラビング処理が施されており、それぞれのラビング方向は、貼り合わせたときにラビング方向が互いになす角度が90°となるように設定されている。

【0066】

次に、上述のようにして得られたアクティブマトリクス基板および対向基板の一方の基板に、シールパターン（シール剤）を印刷する。また、他方の基板に、スペーサ（ここでは、直径が約5 μ mの球状スペーサ）を散布する。そして、両方の基板を圧力を加えながら貼り合わせ、シール剤を硬化させる。

20

【0067】

続いて、カイラル剤が添加され、正の誘電率異方性を有するネマチック液晶（例えばメルク社製ZLI-4792）を、アクティブマトリクス基板と対向基板との間隙に真空注入法を用いて注入し、注入口を封止する。

【0068】

その後、位相差板や偏光板などを配置することによって、本実施形態の液晶表示装置100が完成する。

【0069】

また、このようにして得られた液晶表示装置100の欠陥修正は、具体的には、例えば、以下のようにして実行される。

30

【0070】

まず、複数の絵素領域のなかから、表示不良を呈する絵素領域を特定するとともに、この特定された絵素領域において、複数のサブ絵素電極55のなかから短絡が発生しているサブ絵素電極55sを特定する。絵素領域およびサブ絵素電極55sの特定は、例えば、光学顕微鏡やルーペを用いて実行される。

【0071】

次に、特定されたサブ絵素電極55sを、接続部56を切断することによって、TF T50から電氣的に切断する。接続部56の切断は、例えば、レーザー光を照射することによって実行される。レーザー光を用いての接続部56の切断は、公知の技術を用いて適切に実行される。

40

（実施形態2）

図3を参照しながら、本発明による実施形態2の液晶表示装置200を説明する。実施形態1の液晶表示装置100が、TNモードで表示を行う液晶表示装置であるのに対して、実施形態2の液晶表示装置200においては、液晶層が、電圧を印加されていないときに垂直配向状態をとり、電圧を印加されたときに放射状傾斜配向状態をとる点で異なる。なお、以下の図面においては、液晶表示装置100の構成要素と実施的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号で表し、その説明を省略する。

【0072】

図3は、本実施形態の液晶表示装置200の1つの絵素領域を模式的に示す上面図である

50

。液晶表示装置 200 が有する絵素電極 14 は、複数のサブ絵素電極 55 と、複数のサブ絵素電極 55 のいずれか 2 つを互いに電氣的に接続する複数の接続部 56 とを有している。

【0073】

液晶表示装置 200 においても、TFT50 に至る接続経路に他のサブ絵素電極 55 を含むサブ絵素電極 55 のすべてが、複数の接続経路を介して TFT50 に接続されている。そのため、絵素領域に存在するいずれのサブ絵素電極 55 に短絡不良が発生した場合においても、他のサブ絵素電極 55 と TFT50 との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生したサブ絵素電極 55 のみを TFT50 から電氣的に切断することができる。従って、修正後には、短絡不良が発生したサブ絵素電極 55 以外のすべてのサブ絵素電極 55 を表示に寄与させることができ、高品位の表示が実現される。

10

【0074】

また、実施形態 2 の液晶表示装置 200 においては、その電極構造によって、液晶層は、電圧を印加されたときに放射状傾斜配向状態となる液晶ドメインを形成するので、広視野角特性が得られる。さらに、後述するように、絵素電極 14 の開口部（導電層が形成されていない部分）にも液晶ドメインが形成される。

【0075】

以下、実施形態 2 の液晶表示装置 200 が有する電極構造とその作用とを説明する。

【0076】

図 4 (a) および (b) を参照しながら、実施形態 2 の液晶表示装置 200 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。また、図 3 においては、1 つの絵素領域中に 5 行 2 列に配列されたサブ絵素電極 55 を示したが、以下の図面においては、説明のわかりやすさのために、1 つの絵素領域中に 3 行 3 列に配列されたサブ絵素電極 55 を示す。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) 中の 4B - 4B' 線に沿った断面図に相当する。図 4 (b) は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

20

【0077】

液晶表示装置 200 は、アクティブマトリクス基板（以下「TFT基板」と呼ぶ。）200a と、対向基板（「カラーフィルタ基板」とも呼ぶ）200b と、TFT基板 200a と対向基板 200b との間に設けられた液晶層 30 とを有している。液晶層 30 の液晶分子 30a は、負の誘電率異方性を有し、TFT基板 200a および対向基板 200b の液晶層 30 側の表面に設けられた垂直配向層（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 4 (b) に示したように、垂直配向膜の表面に対して垂直に配向する。このとき、液晶層 30 は垂直配向状態にあるという。但し、垂直配向状態にある液晶層 30 の液晶分子 30a は、垂直配向膜の種類や液晶材料の種類によって、垂直配向膜の表面（基板の表面）の法線から若干傾斜することがある。一般に、垂直配向膜の表面に対して、液晶分子軸（「軸方位」とも言う。）が約 85° 以上の角度で配向した状態が垂直配向状態と呼ばれる。

30

【0078】

液晶表示装置 200 の TFT基板 200a は、透明基板（例えばガラス基板）11 とその表面に形成された絵素電極 14 とを有している。対向基板 200b は、透明基板（例えばガラス基板）21 とその表面に形成された対向電極 22 とを有している。液晶層 30 を介して互に対向するように配置された絵素電極 14 と対向電極 22 とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層 30 の配向状態が変化する。液晶層 30 の配向状態の変化に伴い、液晶層 30 を透過する光の偏光状態や量が変化する現象を利用して表示が行われる。

40

【0079】

液晶表示装置 200 が有する絵素電極 14 は、複数のサブ絵素電極 55 と複数の接続部 56 とを含む中実部 14b と、複数の開口部 14a とから構成されている。開口部 14a は、導電膜（例えばITO膜）から形成される絵素電極 14 の内の導電膜が除去された部分

50

を指し、中実部 1 4 b は導電膜が存在する部分（開口部 1 4 a 以外の部分）を指す。開口部 1 4 a は 1 つの絵素電極ごとに複数形成されているが、中実部 1 4 b は、基本的には連続した単一の導電膜から形成されている。

【 0 0 8 0 】

複数の開口部 1 4 a は、その中心が正方格子を形成するように配置されており、1 つの単位格子を形成する 4 つの格子点上に中心が位置する 4 つの開口部 1 4 a によって実質的に囲まれる中実部（「単位中実部」と称する。）1 4 b ' は、略円形の形状を有している。それぞれの開口部 1 4 a は、4 つの 4 分の 1 円弧状の辺（エッジ）を有し、且つ、その中心に 4 回回転軸を有する略星形である。なお、絵素領域の全体に亘って配向を安定させるために、絵素電極 1 4 の端部まで単位格子を形成することが好ましい。従って、図示したように、絵素電極の端部は、開口部 1 4 a の約 2 分の 1（辺に対応する領域）および開口部 1 4 a の約 4 分の 1（角に対応する領域）に相当する形状にパターンニングされていることが好ましい。

10

【 0 0 8 1 】

絵素領域の中央部に位置する開口部 1 4 a は実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。開口部 1 4 a によって形成される単位格子内に位置する単位中実部 1 4 b ' は略円形であり、実質的に同じ形状で同じ大きさを有している。互いに隣接する単位中実部 1 4 b ' は互いに接続されており、実質的に単一の導電膜として機能する中実部 1 4 b を構成している。

【 0 0 8 2 】

上述したような構成を有する絵素電極 1 4 と対向電極 2 2 との間に電圧を印加すると、開口部 1 4 a のエッジ部に生成される斜め電界によって、それぞれが放射状傾斜配向を有する複数の液晶ドメインが形成される。液晶ドメインは、それぞれの開口部 1 4 a に対応する領域と、単位格子内の中実部 1 4 b ' に対応する領域とに、それぞれ 1 つずつ形成される。

20

【 0 0 8 3 】

ここでは、正方形の絵素電極 1 4 を例示しているが、絵素電極の 1 4 の形状はこれに限られない。絵素電極 1 4 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 1 4 a 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 1 4 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 1 4 a を配置すれば、本発明の効果を得ることができる。

30

【 0 0 8 4 】

上述した斜め電界によって液晶ドメインが形成されるメカニズムを図 5（a）および（b）を参照しながら説明する。図 5（a）および（b）は、それぞれ図 4（b）に示した液晶層 3 0 に電圧を印加した状態を示しており、図 5（a）は、液晶層 3 0 に印加された電圧に応じて、液晶分子 3 0 a の配向が変化し始めた状態（ON 初期状態）を模式的に示しており、図 5（b）は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 3 0 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 5（a）および（b）中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。

40

【 0 0 8 5 】

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

【 0 0 8 6 】

液晶層 3 0 に電圧を印加すると、図 5（a）に示した等電位線 E Q（電気力線と直交する）E Q で表される電位勾配が形成される。この等電位線 E Q は、絵素電極 1 4 の中実部 1 4 b と対向電極 2 2 との間に位置する液晶層 3 0 内では、中実部 1 4 b および対向電極 2 2 の表面に対して平行であり、絵素電極 1 4 の開口部 1 4 a に対応する領域で落ち込み、開口部 1 4 a のエッジ部（開口部 1 4 a の境界（外延）を含む開口部 1 4 a の内側周辺）

50

E G上の液晶層30内には、傾斜した等電位線EQで表される斜め電界が形成される。

【0087】

負の誘電異方性を有する液晶分子30aには、液晶分子30aの軸方位を等電位線EQに対して平行（電磁力線に対して垂直）に配向させようとするトルクが作用する。従って、エッジ部EG上の液晶分子30aは、図5(a)中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部EGでは時計回り方向に、図中の左側エッジ部EGでは反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線EQに平行に配向する。

【0088】

ここで、図6を参照しながら、液晶分子30aの配向の変化を詳細に説明する。

【0089】

液晶層30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30aには、その軸方位を等電位線EQ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6(a)に示したように、液晶分子30aの軸方位に対して垂直な等電位線EQで表される電界が発生すると、液晶分子30a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30内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子30aと、反時計回りに方向のトルクを受ける液晶分子30aとが混在する。その結果、液晶層30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。

【0090】

図5(a)に示したように、本発明による液晶表示装置200の開口部14aのエッジ部EGにおいて、液晶分子30aの軸方位に対して傾斜した等電位線EQで表される電界（斜め電界）が発生すると、図6(b)に示したように、液晶分子30aは、等電位線EQと平行になるための傾斜量が少ない方向（図示の例では反時計回り）に傾斜する。また、液晶分子30aの軸方位に対して垂直方向の等電位線EQで表される電界が発生する領域に位置する液晶分子30aは、図6(c)に示したように、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aと配向が連続となるように（整合するように）、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aと同じ方向に傾斜する。図6(d)に示したように、等電位線EQ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EQ上に位置する液晶分子30aによって規制される配向方向と整合するように、平坦な等電位線EQ上に位置する液晶分子30aが配向する。なお、「等電位線EQ上に位置する」とは、「等電位線EQで表される電界内に位置する」ことを意味する。

【0091】

上述したように、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aから始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図5(b)に模式的に示した配向状態となる。開口部14aの中央付近に位置する液晶分子30aは、開口部14aの互いに対向する両側のエッジ部EGの液晶分子30aの配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線EQに対して垂直な配向状態を保ち、開口部14aの中央から離れた領域の液晶分子30aは、それぞれ近い方のエッジ部EGの液晶分子30aの配向の影響を受けて傾斜し、開口部14aの中心SAに関して対称な傾斜配向を形成する。この配向状態は、液晶表示装置200の表示面に垂直な方向（基板11および21の表面に垂直な方向）からみると、液晶分子30aの軸方位が開口部14aの中心に関して放射状に配向した状態にある（不図示）。そこで、本願明細書においては、このような配向状態を「放射状傾斜配向」と呼ぶことにする。また、1つの中心に関して放射状傾斜配向をとる液晶層の領域を液晶ドメインと称する。

【0092】

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

10

20

30

40

50

【0093】

単位中実部14b'に形成される液晶ドメインにおける放射状傾斜配向と開口部14aに形成される放射状傾斜配向は連続しており、いずれも開口部14aのエッジ部EGの液晶分子30aの配向と整合するように配向している。開口部14aに形成された液晶ドメイン内の液晶分子30aは、上側(基板200b側)が開いたコーン状に配向し、単位中実部14b'に形成された液晶ドメイン内の液晶分子30aは下側(基板200a側)が開いたコーン状に配向する。このように、開口部14aに形成される液晶ドメインおよび単位中実部14b'に形成される液晶ドメインに形成される放射状傾斜配向は、互いに連続であるので、これらの境界にディスクリネーションライン(配向欠陥)が形成されることがなく、それによって、ディスクリネーションラインの発生による表示品位の低下は起

10

【0094】

液晶表示装置の表示品位の視角依存性を全方位において改善するためには、それぞれの絵素領域内において、全ての方位角方向のそれぞれに沿って配向する液晶分子の存在確率が回転対称性を有することが好ましく、軸対称性を有することがさらに好ましい。すなわち、絵素領域の全体に亘って形成される液晶ドメインが回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置されていることが好ましい。但し、絵素領域の全体に亘って回転対称性を有する必要は必ずしも無く、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。従って、絵素領域に形成される複数の開口部14aの配置も絵素領域の全体に亘って回転対称性を有する必要は必ずしも無く、回転対称性(または軸対称性)を有するように配列された開口部(例えば正方格子状に配列された複数の開口部)の集合体として表せればよい。勿論、複数の開口部14aに実質的に包囲される単位中実部14b'の配置も同様である。また、それぞれの液晶ドメインの形状も回転対称性さらには軸対称性を有することが好ましいので、それぞれの開口部14aおよび単位中実部14b'の形状も回転対称性さらには軸対称性を有することが好ましい。

20

【0095】

なお、開口部14aの中央付近の液晶層30には十分な電圧が印加されず、開口部14aの中央付近の液晶層30が表示に寄与しない場合がある。すなわち、開口部14aの中央付近の液晶層30の放射状傾斜配向が多少乱れても(例えば、中心軸が開口部14aの中心からずれても)、表示品位が低下しないことがある。従って、少なくとも単位中実部14b'に対応して形成される液晶ドメインが回転対称性、さらには軸対称性を有するように配置されていけばよい。

30

【0096】

図5(a)および(b)を参照しながら説明したように、本発明による液晶表示装置200の絵素電極14は複数の開口部14aを有しており、絵素領域内の液晶層30内に、傾斜した領域を有する等電位線EQで表される電界を形成する。電圧無印加時に垂直配向状態にある液晶層30内の負の誘電異方性を有する液晶分子30aは、傾斜した等電位線EQ上に位置する液晶分子30aの配向変化をトリガーとして配向方向を変化し、安定な放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが開口部14aおよび中実部14bに形成される。液晶層に印加される電圧に応じて、この液晶ドメインの液晶分子の配向が変化することによって、表示が行われる。

40

【0097】

本実施形態の液晶表示装置200が有する絵素電極14が有する開口部14aの形状(基板法線方向から見た形状)およびその配置について説明する。

【0098】

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

50

部 1 4 a は、それぞれの絵素領域内の液晶分子 3 0 a がすべての方位角に対して同等の確率で配向するように、液晶ドメインを形成するような形状を有していることが好ましい。具体的には、開口部 1 4 a の形状は、それぞれの中心（法線方向）を対称軸とする回転対称性（好ましくは 2 回回転軸以上の対称性）を有することが好ましく、また、複数の開口部 1 4 a が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。また、これらの開口部によって実質的に包囲される単位中実部 1 4 b' の形状も回転対称性を有することが好ましく、単位中実部 1 4 b も回転対称性を有するように配置されることが好ましい。

【 0 0 9 9 】

但し、開口部 1 4 a や単位中実部 1 4 b 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、図 4 (a) に示したように、例えば正方格子（4 回回転軸を有する対称性）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がすべての方位角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。

【 0 1 0 0 】

図 4 (a) に示した、回転対称性を有する略星形の開口部 1 4 a および略円形の単位中実部 1 4 b が正方格子状に配列された場合の液晶分子 3 0 a の配向状態を図 7 (a) ~ 図 7 (c) を参照しながら説明する。

【 0 1 0 1 】

図 7 (a) ~ (c) は、それぞれ、基板法線方向から見た液晶分子 3 0 a の配向状態を模式的に示している。図 7 (b) および (c) など、基板法線方向から見た液晶分子 3 0 a の配向状態を示す図において、楕円状に描かれた液晶分子 3 0 a 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 1 4 a を有する絵素電極 1 4 が設けられている基板側に近いように、液晶分子 3 0 a が傾斜していることを示している。以下の図面においても同様である。ここでは、図 4 (a) に示した絵素領域の内の 1 つの単位格子（4 つの開口部 1 4 a によって形成される）について説明する。図 7 (a) ~ 図 7 (c) 中の対角線に沿った断面は、図 4 (b)、図 5 (a) および (b) にそれぞれ対応し、これらの図を合わせて参照しながら説明する。

【 0 1 0 2 】

絵素電極 1 4 および対向電極 2 2 が同電位のと看、すなわち液晶層 3 0 に電圧が印加されていない状態においては、T F T 基板 2 0 0 a および対向基板 2 0 0 b の液晶層 3 0 側表面に設けられた垂直配向層（不図示）によって配向方向が規制されている液晶分子 3 0 a は、図 7 (a) に示したように、垂直配向状態を取る。

【 0 1 0 3 】

液晶層 3 0 に電界を印加し、図 5 (a) に示した等電位線 E Q で表される電界が発生すると、負の誘電率異方性を有する液晶分子 3 0 a には、軸方位が等電位線 E Q に平行になるトルクが発生する。図 6 (a) および (b) を参照しながら説明したように、液晶分子 3 0 a の分子軸に対して垂直な等電位線 E Q で表される電場下の液晶分子 3 0 a は、液晶分子 3 0 a が傾斜（回転）する方向が一義的に定まっていなため（図 6 (a)）、配向の変化（傾斜または回転）が容易に起こらないのに対し、液晶分子 3 0 a の分子軸に対して傾斜した等電位線 E Q 下に置かれた液晶分子 3 0 a は、傾斜（回転）方向が一義的に決まるので、配向の変化が容易に起こる。従って、図 7 (b) に示したように、等電位線 E Q に対して液晶分子 3 0 a の分子軸が傾いている開口部 1 4 a のエッジ部から液晶分子 3 0 a が傾斜し始める。そして、図 6 (c) を参照しながら説明したように、開口部 1 4 a のエッジ部の傾斜した液晶分子 3 0 a の配向と整合性をとるように周囲の液晶分子 3 0 a も傾斜し、図 7 (c) に示したように、状態で液晶分子 3 0 a の軸方位は安定する（放射状傾斜配向）。

【 0 1 0 4 】

このように、開口部 1 4 a が回転対称性を有する形状であると、絵素領域内の液晶分子 3 0 a は、電圧印加時に、開口部 1 4 a のエッジ部から開口部 1 4 a の中心に向かって液晶分子 3 0 a が傾斜するので、エッジ部からの液晶分子 3 0 a の配向規制力が釣り合う開口

10

20

30

40

50

部 1 4 a の中心付近の液晶分子 3 0 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子 3 0 a が開口部 1 4 a の中心付近の液晶分子 3 0 a を中心に放射状に液晶分子 3 0 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

【 0 1 0 5 】

また、正方格子状に配列された 4 つの略星形の開口部 1 4 a に包囲された略円形の単位中実部 1 4 b ' に対応する領域の液晶分子 3 0 a も、開口部 1 4 a のエッジ部に生成される斜め電界で傾斜した液晶分子 3 0 a の配向と整合するように傾斜する。エッジ部からの液晶分子 3 0 a の配向規制力が釣り合う単位中実部 1 4 b ' の中心付近の液晶分子 3 0 a は基板面に対して垂直に配向した状態を維持し、その回りの液晶分子 3 0 a が単位中実部 1 4 b ' の中心付近の液晶分子 3 0 a を中心に放射状に液晶分子 3 0 a が連続的に傾斜した状態が得られる。

10

【 0 1 0 6 】

このように、絵素領域全体に亘って、液晶分子 3 0 a が放射状傾斜配向をとる液晶ドメインが正方格子状に配列されると、それぞれの軸方位の液晶分子 3 0 a の存在確率が回転対称性を有することになり、あらゆる視角方向に対して、ざらつきのない高品位の表示を実現することができる。放射状傾斜配向を有する液晶ドメインの視角依存性を低減するためには、液晶ドメインが高い回転対称性（2 回回転軸以上が好ましく、4 回回転軸以上がさらに好ましい。）を有することが好ましい。また、絵素領域全体の視角依存性を低減するためには、絵素領域に形成される複数の液晶ドメインが、高い回転対称性（2 回回転軸以上が好ましく、4 回回転軸以上がさらに好ましい。）を有する単位（例えば単位格子）の組合せで表される配列（例えば正方格子）を構成することが好ましい。

20

【 0 1 0 7 】

なお、液晶分子 3 0 a の放射状傾斜配向は、図 8 (a) に示したような単純な放射状傾斜配向よりも、図 8 (b) および (c) に示したような、左回りまたは右回りの渦巻き状の放射状傾斜配向の方が安定である。この渦巻き状配向は、通常のツイスト配向のように液晶層 3 0 の厚さ方向に沿って液晶分子 3 0 a の配向方向が螺旋状に変化するのではなく、液晶分子 3 0 a の配向方向は微小領域でみると、液晶層 3 0 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 3 0 の厚さ方向のどこの位置の断面（層面に平行な面内での断面）においても、図 8 (b) または (c) と同じ配向状態にあり、液晶層 3 0 の厚さ方向に沿ったツイスト変形をほとんど生じていない。但し、液晶ドメインの全体でみると、ある程度のツイスト変形が発生している。

30

【 0 1 0 8 】

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 3 0 a は、開口部 1 4 a および単位中実部 1 4 b ' を中心に、図 8 (b) および (c) に示した、左回りまたは右回りの渦巻き状放射状傾斜配向をとる。右回りか左回りかは用いるカイラル剤の種類によって決まる。従って、電圧印加時に開口部 1 4 a 内の液晶層 3 0 を渦巻き状放射状傾斜配向させることによって、放射状傾斜している液晶分子 3 0 a の、基板面に垂直に立っている液晶分子 3 0 a の周りを巻いている方向を全ての液晶ドメイン内で一定にすることができるので、ざらつきの無い均一な表示が可能になる。さらに、基板面に垂直に立っている液晶分子 3 0 a の周りを巻いている方向が定まっているので、液晶層 3 0 に電圧を印加した際の応答速度も向上する。

40

【 0 1 0 9 】

カイラル剤を添加すると、更に、通常のツイスト配向のように、液晶層 3 0 の厚さ方向に沿って液晶分子 3 0 a の配向が螺旋状に変化ようになる。液晶層 3 0 の厚さ方向に沿って液晶分子 3 0 a 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 3 0 a 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。これに対し、液晶層 3 0 の厚さ方向に沿って液晶分子 3 0 a の配向が螺旋状に変化する配向状態においては、偏光板の偏光軸に垂直方向または平行方向に配向している液晶分子 3 0 a 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

50

の様な配向状態の領域を通過する入射光も透過率に寄与するので、明るい表示が可能な液晶表示装置を得ることができる。

【0110】

図4(a)では、開口部14aが略星形を有し、単位中実部14b'が略円形を有し、これらが正方格子状に配列された例を示したが、開口部14aおよび単位中実部14b'の形状ならびにこれらの配置は、上記の例に限られない。

【0111】

図9(a)および(b)に、異なる形状の開口部14aおよび単位中実部14b'を有する絵素電極14Aおよび14Bの上面図をそれぞれ示す。

【0112】

図9(a)および(b)にそれぞれ示した絵素電極14Aおよび14Bの開口部14aおよび単位中実部14b'は、図4(a)に示した絵素電極の開口部14aおよび単位中実部14b'が若干ひずんだ形を有している。絵素電極14Aおよび14Bの開口部14aおよび単位中実部14b'は、2回回転軸を有し(4回回転軸は有しない)、長方形の単位格子を形成するように規則的に配列されている。開口部14aは、いずれも歪んだ星形を有し、単位中実部14b'は、いずれも略楕円形(歪んだ円形)を有している。絵素電極14Aおよび14Bを用いても、表示品位が高い、視角特性に優れた液晶表示装置を得ることができる。

【0113】

さらに、図10(a)および(b)にそれぞれ示すような絵素電極14Cおよび14Dを用いることもできる。

【0114】

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

【0115】

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

【0116】

上述した液晶分子30aの配向方向の連続性の観点から、図11(a)および(b)に示す絵素電極14Eおよび14Fも考えられる。図11(a)に示した絵素電極14Eは、図4(a)に示した絵素電極14の変形例で、4つの円弧だけからなる開口部14aを有している。また、図11(b)に示した絵素電極14Fは、図10(b)に示した絵素電極14Dの変形例で、開口部14aの単位中実部14b'側が円弧で形成されている。絵素電極14Eおよび14Fが有する開口部14aならびに単位中実部14b'は、いずれも4回回転軸を有しており、且つ、正方格子状(4回回転軸を有する)に配列されているが、図9(a)および(b)に示したように、開口部14aの単位中実部14b'の形状を歪ませて2回回転軸を有する形状とし、長方形の格子(2回回転軸を有する)を形成するように配置してもよい。

【0117】

上述の例では、略星形や略十字形の開口部14aを形成し、単位中実部14b'の形状を略円形、略楕円形、略正方形(矩形)および角の取れた略矩形とした構成を説明した。これに対して、開口部14aと単位中実部14b'との関係をネガ-ポジ反転させてもよい。例えば、図4(a)に示した絵素電極14の開口部14aと単位中実部14b'とをネガ-ポジ反転したパターンを有する絵素電極14Gを図12に示す。このように、ネガ-ポジ反転したパターンを有する絵素電極14Gも図1に示した絵素電極14と実質的に同様

10

20

30

40

50

の機能を有する。なお、図13(a)および(b)にそれぞれ示す絵素電極14Hおよび14Iのように、開口部14aおよび単位中実部14b'がともに略正方形の場合には、ネガ-ポジ反転しても、もとのパターンと同じパターンとなるものもある。

【0118】

図12に示したパターンのように、図4(a)に示したパターンをネガ-ポジ反転させた場合にも、絵素電極14のエッジ部に、回転対称性を有する単位中実部14b'が形成されるように、開口部14aの一部(約2分の1または約4分の1)を形成することが好ましい。このようなパターンとすることによって、絵素領域のエッジ部においても、絵素領域の中央部と同様に、斜め電界による効果が得られ、絵素領域の全体に亘って安定した放射状傾斜配向を実現することができる。

10

【0119】

次に、図4(a)の絵素電極14と、絵素電極14の開口部14aと単位中実部14b'のパターンをネガ-ポジ反転させたパターンを有する図12に示した絵素電極14Gを例に、ネガ-ポジパターンのいずれを採用すべきかを説明する。

【0120】

ネガ-ポジいずれのパターンを採用しても、開口部14aの辺の長さはどちらのパターンも同じである。従って、斜め電界を生成するという機能においては、これらのパターンによる差はない。しかしながら、単位中実部14b'の面積比率(絵素電極14の全面積に対する比率)は、両者の間で異なり得る。すなわち、液晶層の液晶分子に採用する電界を生成する中実部16(実際に導電膜が存在する部分)の面積が異なり得る。

20

【0121】

開口部14aに形成される液晶ドメインに印加される電圧は、中実部14bに形成される液晶ドメインに印加される電圧よりも低くなるので、例えば、ノーマリブラックモードの表示を行うと、開口部14aに形成された液晶ドメインは暗くなる。すなわち、開口部14aの面積比率が高くなると表示輝度が低下する傾向になる。従って、中実部14bの面積比率が高い方が好ましい。

【0122】

図4(a)のパターンと図12のパターンとのいずれにおいて中実部14bの面積比率が高くなるかは、単位格子のピッチ(大きさ)に依存する。

【0123】

図14(a)は、図4(a)に示したパターンの単位格子を示し、図14(b)は、図12に示したパターンの単位格子(但し、開口部14aを中心とする。)を示している。なお、図14(b)においては、図12における単位中実部14b'の相互に接続する役割を果たしている部分(円形部から四方にのびる枝部)を省略している。正方単位格子の一辺の長さ(ピッチ)を p とし、開口部14aまたは単位中実部14b'と単位格子との間隙の長さ(片側のスペース)を s とする。

30

【0124】

ピッチ p および片側スペース s の値が異なる種々の絵素電極14を形成し、放射状傾斜配向の安定性などを検討した。その結果、まず、図14(a)に示したパターン(以下、「ポジ型パターン」と称する。)を有する絵素電極14を用いて、放射状傾斜配向を得るために必要な斜め電界を生成するためには、片側スペース s が約 $2.75\mu\text{m}$ 以上必要であることを見出した。一方、図14(b)に示したパターン(以下、「ネガ型パターン」と称する。)を有する絵素電極14について、放射状傾斜配向を得るための斜め電界を生成するために、片側スペース s が約 $2.25\mu\text{m}$ 以上必要であることを見出した。片側スペース s をそれぞれこの下限値として、ピッチ p の値を変化させたときの中実部14bの面積比率を検討した。結果を表1および図14(c)に示す。

40

【0125】

〔表1〕

ピッチ p (μm)	中実部面積比率 (%)	
	ポジ型 (a)	ネガ型 (b)
20	41.3	52.9
25	47.8	47.2
30	52.4	43.3
35	55.8	40.4
40	58.4	38.2
45	60.5	36.4
50	62.2	35.0

表1および図14(c)から分かるように、ピッチ p が約 25 μm 以上のときにはポジ型 (図14(a)) パターンの方が中実部 14b の面積比率が高くなり、約 25 μm よりも短くなるとネガ型 (図14(b)) の方が中実部 14b の面積比率が大きくなる。従って、表示輝度および配向の安定性の観点から、ピッチ p が約 25 μm を境にして、採用すべきパターンが変わる。例えば、幅 75 μm の絵素電極 14 の幅方向に、3 個以下の単位格子を設ける場合には、図14(a)に示したポジ型パターンが好ましく、4 個以上の単位格子を設ける場合には、図14(b)に示したネガ型パターンが好ましい。例示したパターン以外の場合においても、中実部 14b の面積比率が大きくなるように、ポジ型またはネガ型の何れかを選択すればよい。

【0126】

単位格子の数は、以下のようにして求められる。絵素電極 14 の幅 (横または縦) に対して、1 つまたは 2 以上の整数個の単位格子が配置されるように、単位格子のサイズを計算し、それぞれの単位格子サイズについて中実部面積比率を計算し、中実部面積比率が最大となる単位格子サイズを選ぶ。但し、ポジ型パターンの場合には単位中実部 14b' の直径が 15 μm 未満、ネガ型パターンの場合には開口部 14a の直径が 15 μm 未満になると、斜め電界による配向規制力が低下し、安定した放射状傾斜配向が得られ難くなる。なお、これら直径の下限値は、液晶層 30 の厚さが約 3 μm の場合であり、液晶層 30 の厚さがこれよりも薄いと、単位中実部 14b' および開口部 14a の直径は、上記の下限値よりもさらに小さくとも安定な放射状傾斜配向が得られ、液晶層 30 の厚さがこれよりも厚い場合に安定な放射状傾斜配向を得るために必要な、単位中実部 14b' および開口部 14a の直径の下限値は、上記の下限値よりも大きくなる。

【0127】

なお、後述するように、開口部 14a の内側に凸部を形成することによって、放射状傾斜配向の安定性を高めることができる。上述の条件は、いずれも、凸部を形成していない場合についてである。

【0128】

上述した実施形態 2 の液晶表示装置の構成は、絵素電極 14 が開口部 14a を有する電極であること以外は、公知の垂直配向型液晶表示装置と同じ構成を採用することができ、公知の製造方法で製造することができる。

【0129】

なお、典型的には、負の誘電異方性を有する液晶分子を垂直配向させるために、絵素電極 14 および対向電極 22 の液晶層 30 側表面には垂直配向層 (不図示) が形成されている。

【0130】

液晶材料としては、負の誘電異方性を有するネマチック液晶材料が用いられる。また、負

10

20

30

40

50

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

【0131】

次に、上述した実施形態2の液晶表示装置200の改変例として、開口部14aの内側に凸部が形成された液晶表示装置200'を説明する。

【0132】

図15(a)および(b)を参照しながら、液晶表示装置200'の1つの絵素領域の構造を説明する。また、以下の図面においては、液晶表示装置200'の構成要素と実質的に同じ機能を有する構成要素を同じ参照符号で示し、その説明を省略する。図15(a)は基板法線方向から見た上面図であり、図15(b)は図15(a)中の15B-15B'線に沿った断面図に相当する。図15(b)は、液晶層に電圧を印加していない状態を示している。

10

【0133】

図15(a)および(b)に示したように、液晶表示装置200'は、TFT基板200a'が、絵素電極14の開口部14aの内側に凸部40を有する点において、図4(a)および(b)に示した実施形態2の液晶表示装置200と異なっている。凸部40の表面には、垂直配向膜(不図示)が設けられている。

【0134】

凸部40の基板11の面内方向の断面形状は、図15(a)に示したように、開口部14aの形状と同じであり、ここでは略星形である。但し、隣接する凸部40は互いに繋がっており、単位中実部14b'を略円形に完全に包囲するように形成されている。この凸部40の基板11に垂直な面内方向の断面形状は、図15(b)に示したように台形である。すなわち、基板面に平行な頂面40tと基板面に対してテーパ角($< 90^\circ$)で傾斜した側面40sとを有している。凸部40を覆うように垂直配向膜(不図示)が形成されているので、凸部40の側面40sは、液晶層30の液晶分子30aに対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有することになり、放射状傾斜配向を安定化させるように作用する。

20

【0135】

この凸部40の作用を図16(a)~(d)、および図17(a)および(b)を参照しながら説明する。

30

【0136】

まず、図16(a)~(d)を参照しながら、液晶分子30aの配向と垂直配向性をもつ表面の形状との関係を説明する。

【0137】

図16(a)に示したように、水平な表面上の液晶分子30aは、垂直配向性を有する表面(典型的には、垂直配向膜の表面)の配向規制力によって、表面に対して垂直に配向する。このように垂直配向状態にある液晶分子30aに液晶分子30aの軸方位に対して垂直な等電位線EQで表される電界が印加されると、液晶分子30a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30内には、時計回り方向のトルクを受ける液晶分子30aと、反時計回りに方向のトルクを受ける液晶分子30aとが混在する。その結果、液晶層30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。

40

【0138】

図16(b)に示したように、傾斜した表面に対して垂直に配向している液晶分子30aに対して、水平な等電位線EQで表される電界が印加されると、液晶分子30aは、等電位線EQと平行になるための傾斜量が少ない方向(図示の例では時計回り)に傾斜する。また、水平な表面に対して垂直に配向している液晶分子30aは、図16(c)に示したように、傾斜した表面に対して垂直に配向している液晶分子30aと配向が連続となるよ

50

うに（整合するように）、傾斜した表面上に位置する液晶分子 30 a と同じ方向（時計回り）に傾斜する。

【0139】

図 16 (d) に示したように、断面が台形の連続した凹凸状の表面に対しては、それぞれの傾斜した表面上の液晶分子 30 a によって規制される配向方向と整合するように、頂面および底面上の液晶分子 30 a が配向する。

【0140】

本実施形態の液晶表示装置は、このような表面の形状（凸部）による配向規制力の方向と、斜め電界による配向規制方向とを一致させることによって、放射状傾斜配向を安定化させる。

10

【0141】

図 17 (a) および (b) は、それぞれ図 15 (b) に示した液晶層 30 に電圧を印加した状態を示しており、図 17 (a) は、液晶層 30 に印加された電圧に応じて、液晶分子 30 a の配向が変化し始めた状態（ON 初期状態）を模式的に示しており、図 17 (b) は、印加された電圧に応じて変化した液晶分子 30 a の配向が定常状態に達した状態を模式的に示している。図 17 (a) および (b) 中の曲線 E Q は等電位線 E Q を示す。

【0142】

絵素電極 14 と対向電極 22 とが同電位するとき（液晶層 30 に電圧が印加されていない状態）には、図 15 (b) に示したように、絵素領域内の液晶分子 30 a は、両基板 11 および 21 の表面に対して垂直に配向している。このとき、凸部 40 の側面 40 s の垂直配向膜（不図示）に接する液晶分子 30 a は、側面 40 s に対して垂直に配向し、側面 40 s の近傍の液晶分子 30 a は、周辺の液晶分子 30 a との相互作用（弾性体として性質）によって、図示したように、傾斜した配向をとる。

20

【0143】

液晶層 30 に電圧を印加すると、図 17 (a) に示した等電位線 E Q で表される電位勾配が形成される。この等電位線 E Q は、絵素電極 14 の中実部 14 b と対向電極 22 との間に位置する液晶層 30 内では、中実部 14 b および対向電極 22 の表面に対して平行であり、絵素電極 14 の開口部 14 a に対応する領域で落ち込み、開口部 14 a のエッジ部（開口部 14 a の境界（外延）を含む開口部 14 a の内側周辺）E G 上の液晶層 30 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。

30

【0144】

この斜め電界によって、上述したように、エッジ部 E G 上の液晶分子 30 a は、図 17 (a) 中に矢印で示したように、図中の右側エッジ部 E G では時計回り方向に、図中の左側エッジ部 E G では反時計回り方向に、それぞれ傾斜（回転）し、等電位線 E Q に平行に配向する。この斜め電界による配向規制方向は、それぞれのエッジ部 E G に位置する側面 40 s による配向規制方向と同じである。

【0145】

上述したように、傾斜した等電位線 E Q 上に位置する液晶分子 30 a から始まる配向の変化が進み、定常状態に達すると、図 17 (b) に模式的に示した配向状態となる。開口部 14 a の中央付近、すなわち、凸部 40 の頂面 40 t の中央付近に位置する液晶分子 30 a は、開口部 14 a の互いに対向する両側のエッジ部 E G の液晶分子 30 a の配向の影響をほぼ同等に受けるので、等電位線 E Q に対して垂直な配向状態を保ち、開口部 14 a （凸部 40 の頂面 40 t）の中央から離れた領域の液晶分子 30 a は、それぞれ近い方のエッジ部 E G の液晶分子 30 a の配向の影響を受けて傾斜し、開口部 14 a （凸部 40 の頂面 40 t）の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。また、開口部 14 a および凸部 40 によって実質的に包囲された単位中実部 14 b' に対応する領域においても、単位中実部 14 b' の中心 S A に関して対称な傾斜配向を形成する。

40

【0146】

このように、液晶表示装置 200' においても、実施形態 2 の液晶表示装置 200 と同様に、放射状傾斜配向を有する液晶ドメインが開口部 14 a および単位中実部 14 b' に対

50

応して形成される。凸部40は単位中実部14b'を略円形に完全に包囲するように形成されているので、液晶ドメインは凸部40で包囲された略円形の領域に対応して形成される。さらに、開口部14aの内側に設けられた凸部40の側面は、開口部14aのエッジ部EG付近の液晶分子30aを、斜め電界による配向方向と同じ方向に傾斜させるように作用するので、放射状傾斜配向を安定化させる。

【0147】

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。したがって、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、凸部40の側面40s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、凸部40の側面40sの近傍の液晶分子30a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。

10

【0148】

この様に、実施形態2の液晶表示装置200'は、実施形態2の液晶表示装置200が有する特徴に加え、外力に対して強いという特徴を有している。従って、液晶表示装置200'は、外力が印加されやすい、携帯して使用される機会の多いPCやPDAに好適に用いられる。

20

【0149】

なお、凸部40は透明性の高い誘電体を用いて形成すると、開口部14aに対応して形成される液晶ドメインの表示への寄与率が向上するという利点を得られる。一方、凸部40を不透明な誘電体を用いて形成すると、凸部40の側面340sによって傾斜配向している液晶分子30aのリタデ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14a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、凸部40の高さは、液晶層30の厚さが約3 μ mの場合、約0.5 μ m~約2 μ mの範囲にあることが好ましい。一般に、凸部40の高さは、液晶層30の厚さの約1/6~約2/3の範囲内にあることが好ましい。

30

【0150】

上述したように、液晶表示装置200'は、絵素電極14の開口部14aの内側に凸部40を有し、凸部40の側面40sは、液晶層30の液晶分子30aに対して、斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有する。側面40sが斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するための好ましい条件を図18(a)~(c)を参照しながら説明する。

【0151】

図18(a)~(c)は、それぞれ液晶表示装置200A、200Bおよび200Cの断面図を模式的に示し、図17(a)に対応する。液晶表示装置200A、200Bおよび200Cは、いずれも開口部40の内側に凸部を有するが、1つの構造体としての凸部40全体と開口部40との配置関係が液晶表示装置200と異なっている。

40

【0152】

上述した液晶表示装置200'においては、図17(a)に示したように、構造体としての凸部40の全体が開口部40aの内側に形成されており、且つ、凸部40の底面は開口部40aよりも小さい。図18(a)に示した液晶表示装置200Aにおいては、凸部40Aの底面は開口部14aと一致しており、図18(b)に示した液晶表示装置200Bにおいては、凸部40Bは開口部14aよりも大きい底面を有し、開口部14aの周辺の

50

中実部（導電膜）14bを覆うように形成されている。これらの凸部40、40Aおよび40Bのいずれの側面40s上にも中実部14bが形成されていない。その結果、それぞれの図に示したように、等電位線EQは、中実部14b上ではほぼ平坦で、そのまま開口部14aで落ち込む。従って、液晶表示装置200Aおよび200Bの凸部40Aおよび40Bの側面40sは、上述した液晶表示装置200'の凸部40と同様に、斜め電界による配向規制力と同じ方向の配向規制力を発揮し、放射状傾斜配向を安定化する。

【0153】

これに対し、図18(c)に示した液晶表示装置200Cの凸部40Cの底面は開口部14aよりも大きく、開口部14aの周辺の中実部14bは凸部40Cの側面40s上に形成されている。この側面40s上に形成された中実部14bの影響で、等電位線EQに山が形成される。等電位線EQの山は、開口部14aで落ち込む等電位線EQと反対の傾きを有しており、これは、液晶分子30aを放射状傾斜配向させる斜め電界とは逆向きの斜め電界を生成していることを示している。従って、側面40sが斜め電界による配向規制方向と同じ方向の配向規制力を有するためには、側面40s上に中実部（導電膜）14bが形成されていないことが好ましい。

10

【0154】

次に、図19を参照しながら、図15(a)に示した凸部40の18A-18A'線に沿った断面構造を説明する。

【0155】

上述したように、図15(a)に示した凸部40は、単位中実部14b'を略円形に完全に包囲するように形成されているので、隣接する単位中実部14b'の相互に接続する役割を果たしている部分（円形部から四方に枝部）は、図17に示したように、凸部40上に形成される。従って、絵素電極14の中実部14bを形成する導電膜を堆積する工程において、凸部40上で断線が生じたり、あるいは、製造プロセスの後工程で剥離が生じる危険性が高い。

20

【0156】

そこで、図20(a)および(b)に示す液晶表示装置200Dのように、開口部14a内に、それぞれ独立した凸部40Dが完全に含まれるように形成すると、中実部14bを形成する導電膜は、基板11の平坦な表面に形成されるので断線や剥離が起こる危険性が無くなる。なお、凸部40Dは、単位中実部14b'を略円形に完全に包囲するようには形成されていないが、単位中実部14b'に対応した略円形の液晶ドメインが形成され、先の例と同様に、その放射状傾斜配向は安定化される。

30

【0157】

開口部14a内に凸部40を形成することによって、放射状傾斜配向を安定化させる効果は、例示したパターンの開口部14aに限られず、実施形態1で説明した全てのパターンの開口部14aに対して同様に適用でき、同様の効果を得ることができる。なお、凸部40による外力に対する配向安定化効果を十分に発揮させるためには、凸部40のパターン（基板法線方向から見たときにパターン）は、できるだけ広い領域の液晶層30を包囲する形状であることが好ましい。従って、例えば、円形の開口部14aを有するネガ型パターンよりも、円形の単位中実部14b'を有するポジ型パターンの方が、凸部40による配向安定化効果が大きい。

40

【0158】

（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、液晶層の複屈折率を電界によって制御することによって表示する複屈折モードの他に、旋光モードや旋光モードと複屈折モードとを組み合わせる表示モードに適用される。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、TF T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

50

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。

(実施形態3)

図21を参照しながら、本発明による実施形態3の液晶表示装置300を説明する。図21は、本実施形態の液晶表示装置300の1つの絵素領域を模式的に示す上面図である。なお、図21においては、絵素電極の構造を中心に示し、その他の構成要素の一部を省略している。液晶表示装置300は、アクティブマトリクス基板と、対向基板と、これらの間に設けられた液晶層とを有する。

【0159】

アクティブマトリクス基板は、透明基板(例えばガラス基板)と、絵素領域ごとに透明基板の液晶層側に設けられた絵素電極14と、絵素電極14に電氣的に接続されたスイッチング素子としてのTFT(薄膜トランジスタ)50とを有する。対向基板は、透明基板(例えばガラス基板)と、その表面に設けられた対向電極とを有する。

10

【0160】

上述の絵素電極14および対向電極は、液晶層を介して互いに対向するように配置されており、絵素電極14と対向電極とに印加される電圧に応じて、絵素領域ごとの液晶層の配向状態が変化する。

【0161】

図21を参照しながら、液晶表示装置300が有するアクティブマトリクス基板の構成をさらに詳しく説明する。

20

【0162】

アクティブマトリクス基板は、絶縁性基板を有し、この絶縁性基板上に、走査配線(ゲートバスライン)51と、この走査配線51から分岐したゲート電極50Gと、補助容量配線52とが形成されている。さらに、これらを覆うように、ゲート絶縁膜が形成されている。ゲート電極50G上に位置するゲート絶縁膜上に、半導体層、チャネル保護層、ソース電極50Sおよびドレイン電極50Dが形成されており、これらがTFT50を構成している。

【0163】

TFT50のソース電極50Sは信号配線(ソースバスライン)53に、ドレイン電極50Gは接続配線54に、それぞれ電氣的に接続されている。TFT50が形成された絶縁性基板のほぼ全面を覆うように層間絶縁膜が形成されており、この層間絶縁膜上に、絵素電極14が形成されている。

30

【0164】

絵素電極14は、複数のサブ絵素電極55を有し、複数のサブ絵素電極55は、TFT50に電氣的に並列に接続されている。本実施形態においては、サブ絵素電極55は、円形の形状を有しているが、サブ絵素電極55の形状はこれに限定されず、矩形などの任意の形状であってもよい。また、ここでは、10個のサブ絵素電極55から構成された絵素電極14を示したが、勿論これに限定されず、絵素電極14は、任意の個数のサブ絵素電極55から構成されていてもよく、個々のサブ絵素電極55の大きさ(面積)も、同じでなくてもよい。

40

【0165】

個々のサブ絵素電極55は、層間絶縁膜に設けられたコンタクトホール57において接続配線54と電氣的に接続されており、接続配線54を介してドレイン電極50Dに電氣的に接続されている。

【0166】

上述したように、本実施形態の液晶表示装置300においては、絵素電極14が有する複数のサブ絵素電極55は、TFT50に電氣的に並列に接続されている。従って、あるサブ絵素電極55と対向電極との間で短絡が発生している場合には、他のサブ絵素電極55とTFT50との電氣的な接続を維持したまま、短絡不良が発生しているサブ絵素電極55のみをTFT50から電氣的に切断することができる。そのため、他のサブ絵素電極5

50

5には、TF T 5 0を介して正常に電圧が印加されるので、十分な表示品位が得られる。

【0167】

例えば、図21中において2行目2列目に位置するサブ絵素電極55sにおいて短絡不良が発生した場合には、接続配線54を図中に示した切断部54'において切断することによって、他のサブ絵素電極55とTF T 5 0との電気的な接続を維持したまま、短絡不良が発生しているサブ絵素電極55sのみをTF T 5 0から電気的に切断することができる。

【0168】

図22は、スイッチング素子50に電気的に並列に接続された複数のサブ絵素電極を有する絵素電極14を備えた液晶表示装置300'を概念的に示す図である。

10

【0169】

液晶表示装置300'が有する絵素電極14は、N個のサブ絵素電極(1)~(N)を有する。図22において、スイッチング素子50とサブ絵素電極との間およびサブ絵素電極同士の間を結ぶ実線は、これらが互いに電気的に接続されていることを示す。

【0170】

液晶表示装置300'においては、絵素電極14が有するサブ絵素電極(1)~(N)は、スイッチング素子50に電気的に並列に接続されている。そのため、いずれのサブ絵素電極に短絡不良が発生した場合においても、他のサブ絵素電極とスイッチング素子50との電気的な接続を維持したまま、短絡不良が発生したサブ絵素電極のみをスイッチング素子50から電気的に切断することができる。

20

【0171】

例えば、図22中にハッチングで示す、サブ絵素電極(4)において短絡が発生した場合には、サブ絵素電極(4)とスイッチング素子50との電気的な接続を切断することによって、サブ絵素電極(4)のみをスイッチング素子50から電気的に切断することができる。従って、修正後には、他のすべてのサブ絵素電極を表示に寄与させることができ、高品位の表示が実現される。

【0172】

本実施形態の液晶表示装置300の欠陥修正は、具体的には、例えば、以下のようにして実行される。

【0173】

まず、複数の絵素領域のなかから、表示不良を呈する絵素領域を特定するとともに、この特定された絵素領域において、複数のサブ絵素電極55のなかから短絡が発生しているサブ絵素電極55sを特定する。絵素領域およびサブ絵素電極55sの特定は、例えば、光学顕微鏡やルーペを用いて実行される。

30

【0174】

次に、特定されたサブ絵素電極55sを、例えば接続配線54の一部を切断することによって、TF T 5 0から電気的に切断する。接続配線54の切断は、例えば、レーザー光を照射することによって実行される。レーザー光を照射することによる接続部の切断は、公知の技術を用いて適切に実行される。

【0175】

また、本実施形態の液晶表示装置300は、公知の製造方法を用いて製造され得る。

40

【0176】

液晶表示装置300は、例えば、実施形態1の液晶表示装置100のように、TNモードの表示が可能であるように構成されてもよい。また、実施形態2の液晶表示装置200のように、液晶層が放射状傾斜配向状態をとるような電極構造とすると、絵素電極14の開口部14aに対応する液晶層を表示に寄与させることができるので、明るい表示が実現される。

【0177】

【発明の効果】

本発明によると、絵素電極を介した短絡不良が発生した場合に、表示欠陥を呈する絵素の

50

全体を犠牲にすることなく、表示欠陥を修正することが可能な液晶表示装置およびそのような欠陥修正方法が提供される。

【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上面図である。

【図 2】M 行 N 列に配列された複数のサブ絵素電極を有し、短絡が生じたサブ絵素電極のみをスイッチング素子から電氣的に切り離すことが可能な液晶表示装置 100' を概念的に示す図である。

【図 3】本発明による実施形態 2 の液晶表示装置 200 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 4】本発明による実施形態 2 の液晶表示装置 200 の 1 つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a) は上面図、(b) は (a) 中の 4B - 4B' 線に沿った断面図である。

【図 5】液晶表示装置 200 の液晶層 30 に電圧を印加した状態を示す図であり、(a) は、配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示し、(b) は、定常状態を模式的に示している。

【図 6】(a) ~ (d) は、電気力線と液晶分子の配向の関係を模式的に示す図である。

【図 7】(a) ~ (c) は、本発明による実施形態 2 の液晶表示装置 200 における、基板法線方向から見た液晶分子の配向状態を模式的に示す図である。

【図 8】(a) ~ (c) は、液晶分子の放射状傾斜配向の例を模式的に示す図である。

【図 9】(a) および (b) は、本発明による実施形態 2 の液晶表示装置に用いられる他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

【図 10】(a) および (b) は、本発明による実施形態 2 の液晶表示装置に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

【図 11】(a) および (b) は、本発明による実施形態 2 の液晶表示装置に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

【図 12】本発明による実施形態 2 の液晶表示装置に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

【図 13】(a) および (b) は、本発明による実施形態 2 の液晶表示装置に用いられるさらに他の絵素電極を模式的に示す上面図である。

【図 14】(a) は、図 4 (a) に示したパターンの単位格子を模式的に示す図であり、(b) は、図 12 に示したパターンの単位格子を模式的に示す図であり、(c) はピッチ p と中実部面積比率との関係を示すグラフである。

【図 15】本発明による実施形態 2 の液晶表示装置の改変例である液晶表示装置 200' の 1 つの絵素領域の構造を模式的に示す図であり、(a) は上面図、(b) は (a) 中の 15B - 15B' 線に沿った断面図である。

【図 16】(a) ~ (d) は、液晶分子 30a の配向と垂直配向性を有する表面の形状との関係を説明するための模式図である。

【図 17】液晶表示装置 200' の液晶層 30 に電圧を印加した状態を示す図であり、(a) は、配向が変化し始めた状態 (ON 初期状態) を模式的に示し、(b) は、定常状態を模式的に示している。

【図 18】(a) ~ (c) は、開口部と凸部との配置関係が異なる、実施形態 2 の液晶表示装置 200A、200B および 200C の模式的な断面図である。

【図 19】液晶表示装置 200' の断面構造を模式的に示す図であり、図 15 (a) 中の 19A - 19A' 線に沿った断面図である。

【図 20】本発明による実施形態 2 の液晶表示装置 200D 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 20B - 20B' 線に沿った断面図である。

【図 21】本発明による実施形態 3 の液晶表示装置 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。

10

20

30

40

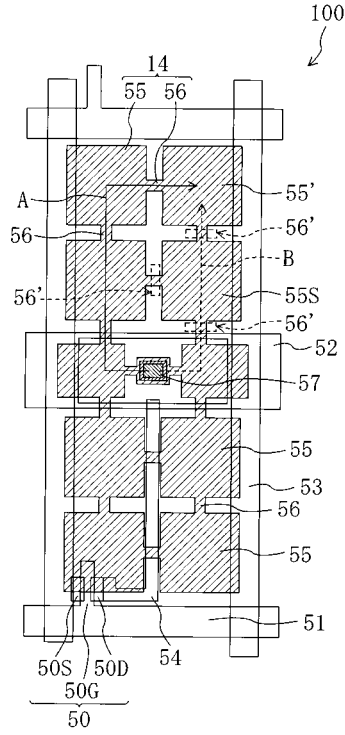
50

【図 2 2】スイッチング素子 5 0 に電氣的に並列に接続された複数のサブ絵素電極を有する絵素電極 1 4 を備えた液晶表示装置 3 0 0 ' を概念的に示す図である。

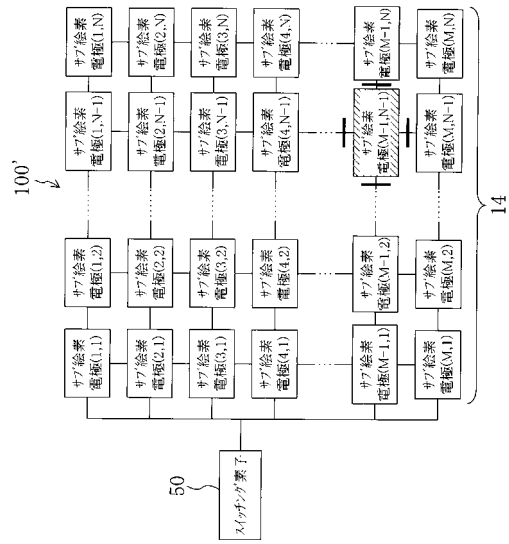
【符号の説明】

- 1 1、2 1 透明絶縁性基板
- 1 4、1 4 A、1 4 B、1 4 C、1 4 D、1 4 E、1 4 F 絵素電極
- 1 4 G、1 4 H、1 4 I 絵素電極
- 1 4 a 開口部
- 1 4 b 中実部 (導電膜)
- 1 4 b ' 単位中実部
- 2 2 対向電極 10
- 3 0 液晶層
- 3 0 a 液晶分子
- 4 0、4 0 A、4 0 B、4 0 C、4 0 D 凸部
- 4 0 s 凸部の側面
- 4 0 t 凸部の頂面
- 5 0 T F T、スイッチング素子
- 5 0 G ゲート電極
- 5 0 S ソース電極
- 5 0 D ドレイン電極
- 5 1 走査配線 (ソースバスライン) 20
- 5 2 補助容量配線
- 5 3 信号配線 (ゲートバスライン)
- 5 4 接続配線
- 5 5 サブ絵素電極
- 5 6 接続部
- 5 7 コンタクトホール
- 1 0 0、1 0 0 '、2 0 0、2 0 0 '、3 0 0、3 0 0 ' 液晶表示装置
- 1 0 0 a、2 0 0 a T F T 基板
- 1 0 0 b、2 0 0 b 対向基板

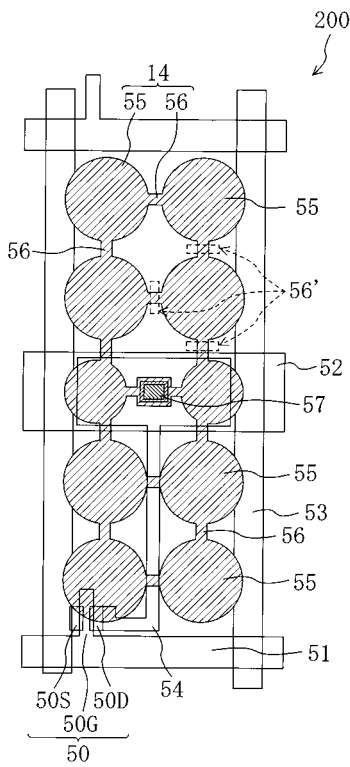
【 図 1 】



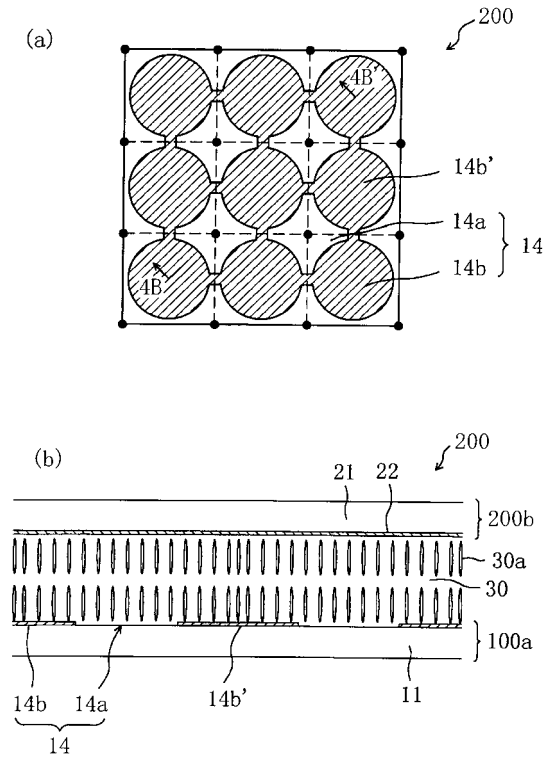
【 図 2 】



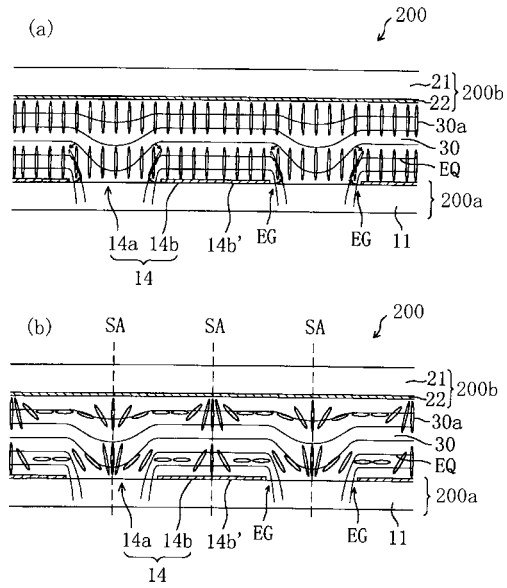
【 図 3 】



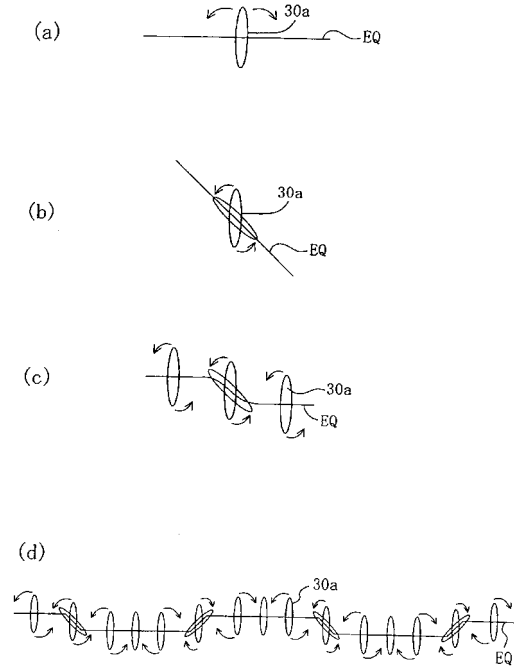
【 図 4 】



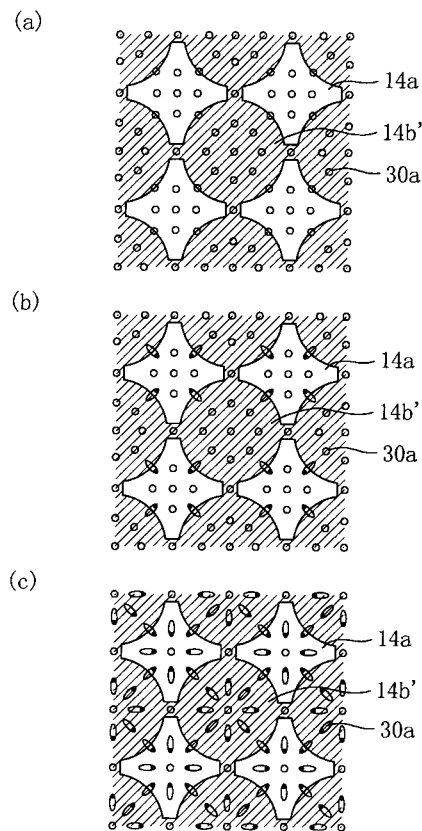
【 図 5 】



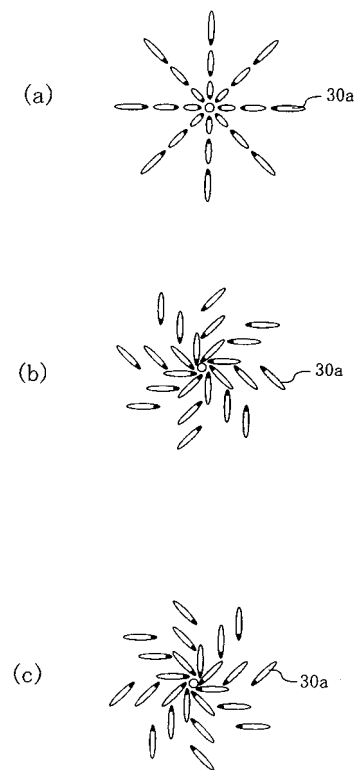
【 図 6 】



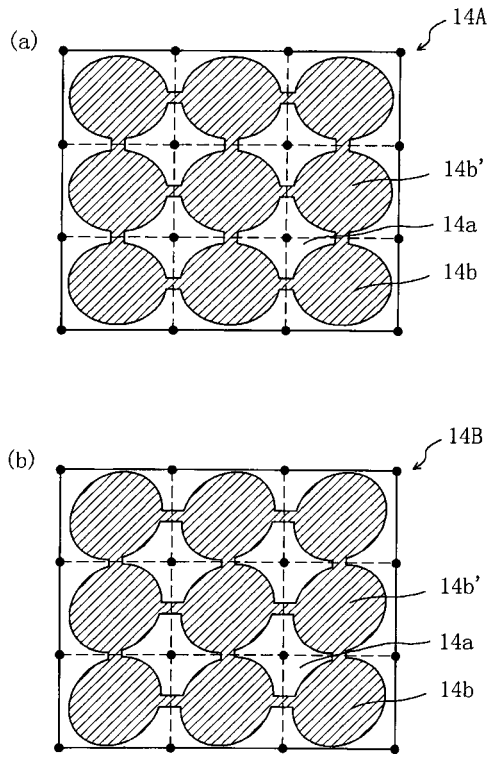
【 図 7 】



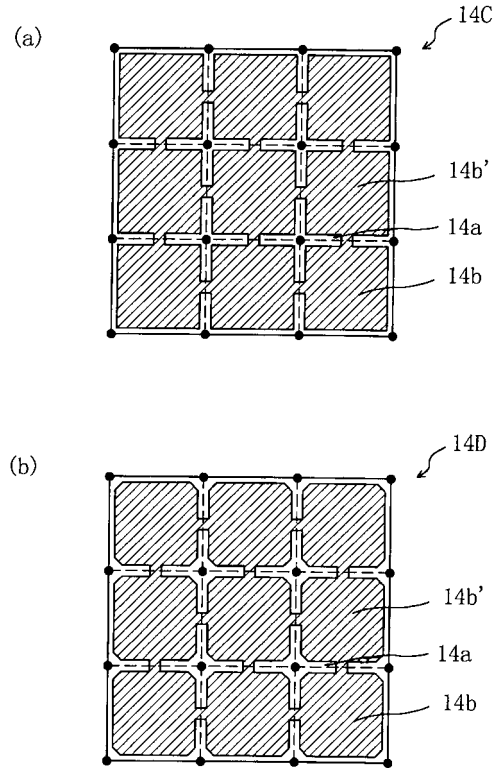
【 図 8 】



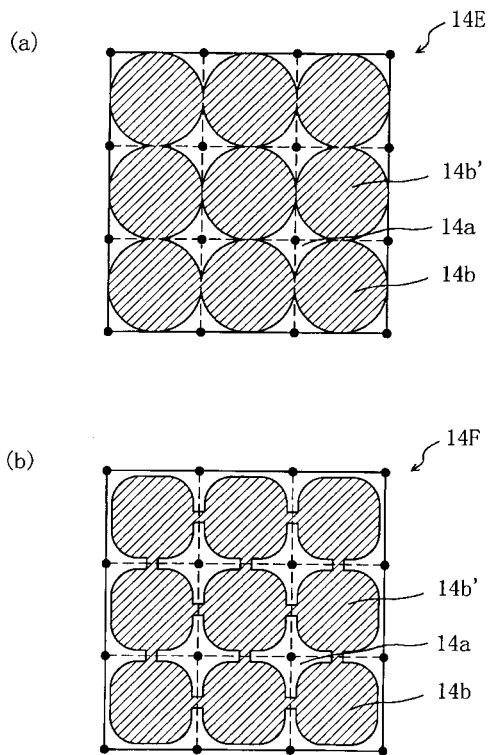
【 図 9 】



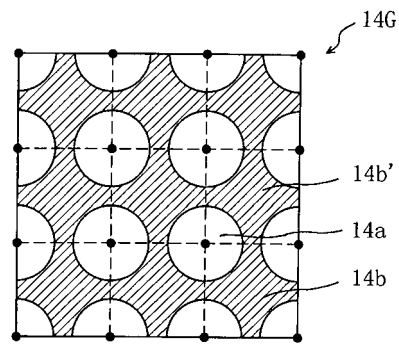
【 図 10 】



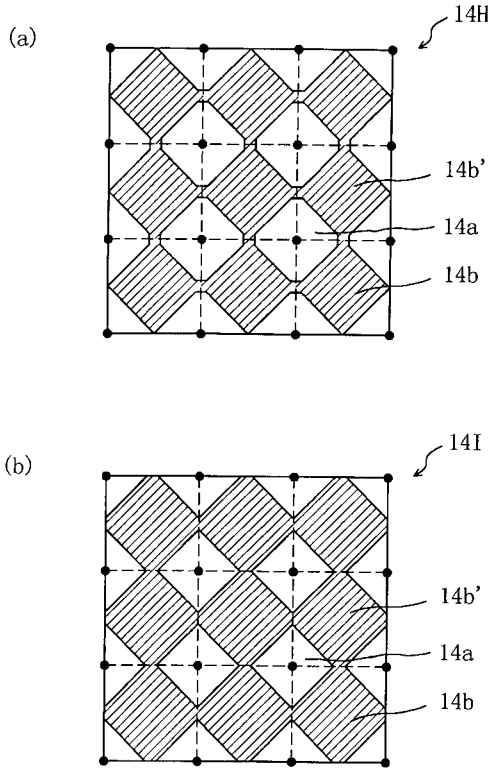
【 図 11 】



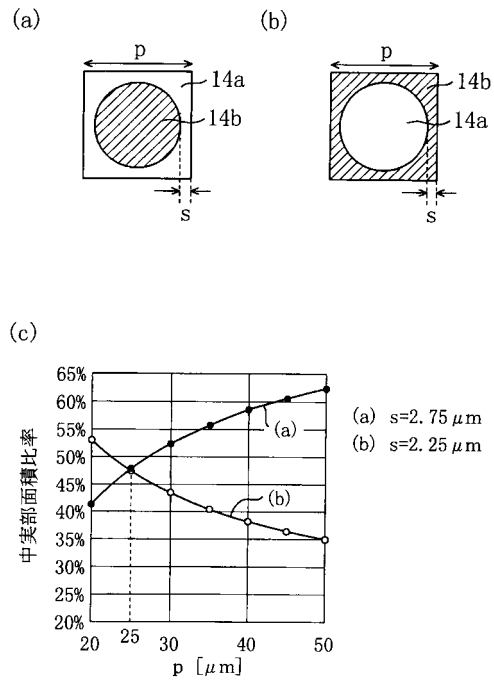
【 図 12 】



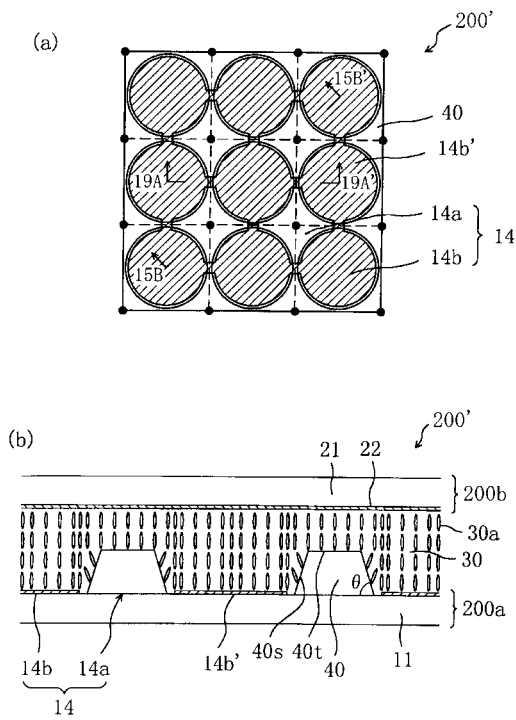
【 図 1 3 】



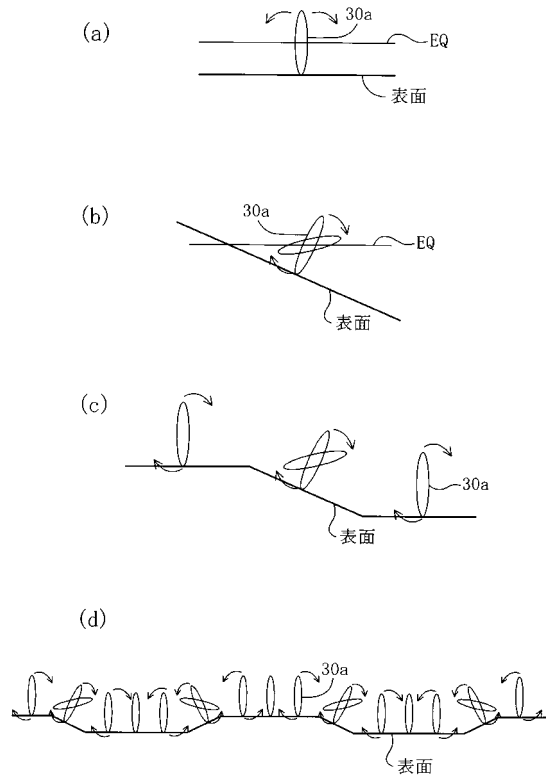
【 図 1 4 】



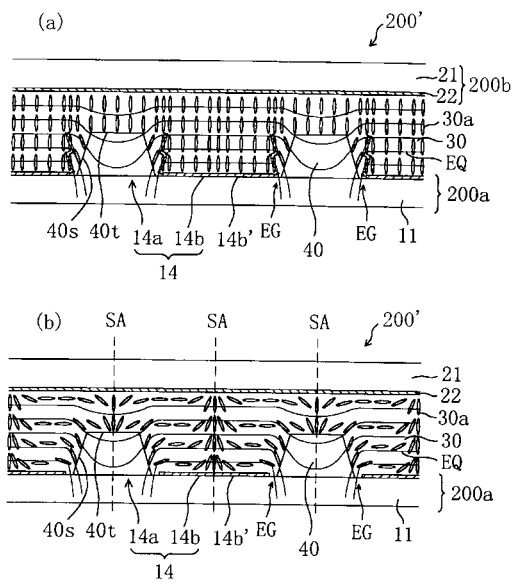
【 図 1 5 】



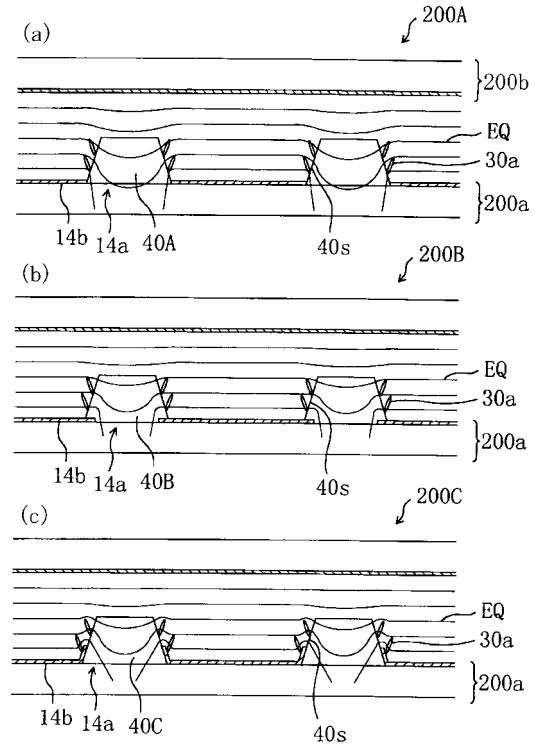
【 図 1 6 】



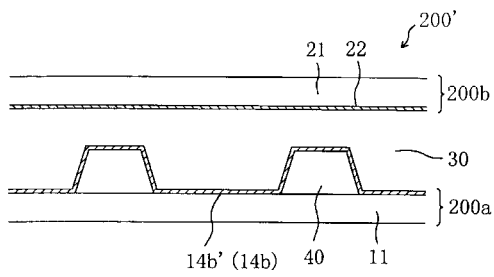
【 図 1 7 】



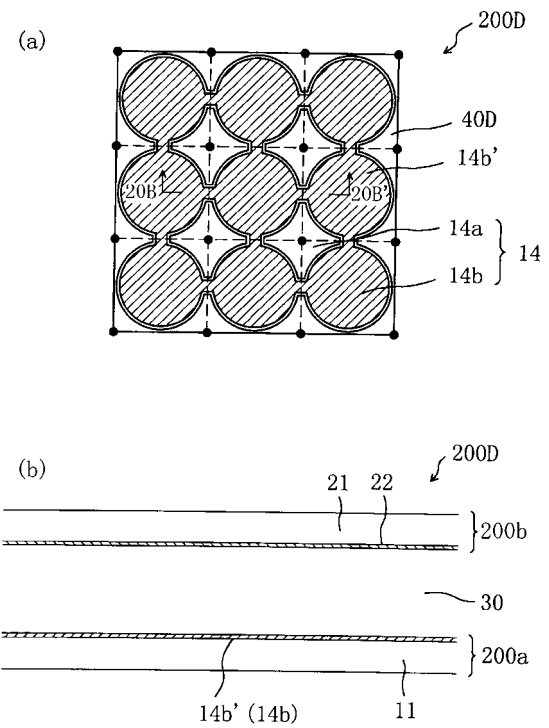
【 図 1 8 】



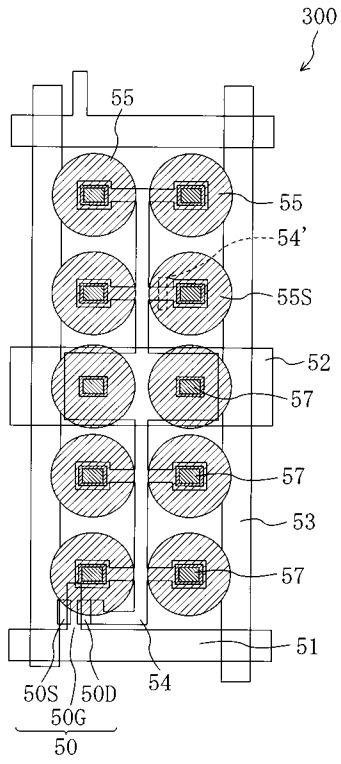
【 図 1 9 】



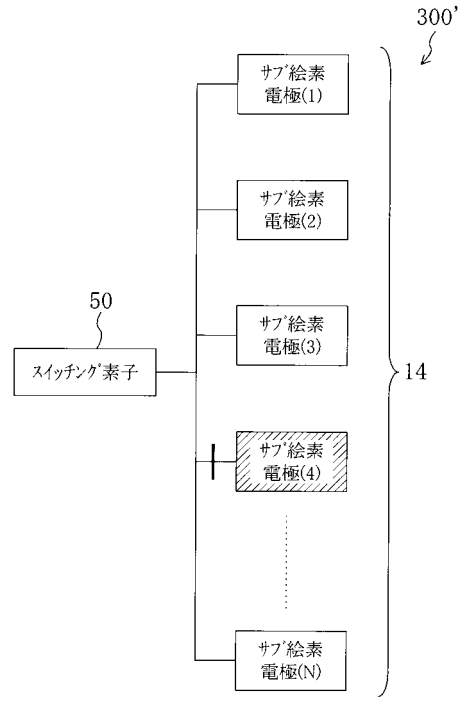
【 図 2 0 】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 越智 貴志
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 荻島 清志
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番2号 シャープ株式会社内

審査官 右田 昌士

- (56)参考文献 特開2000-047251(JP,A)
特開平07-036058(JP,A)
特開2000-075296(JP,A)
特開平05-027262(JP,A)
特開平06-118909(JP,A)
特開平05-289108(JP,A)
特開平09-269509(JP,A)
特開平04-348324(JP,A)
特開平03-017614(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G02F 1/1343
G02F 1/1337
G02F 1/1362
G02F 1/139