

(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2011-85738

(P2011-85738A)

(43) 公開日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int.Cl.
G02F 1/137 (2006.01)F I
G O 2 F 1/137テーマコード (参考)
2 H O 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2009-238203 (P2009-238203)
(22) 出願日 平成21年10月15日 (2009.10.15)(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2番2号
(74) 代理人 100101683
弁理士 奥田 誠司
(74) 代理人 100155000
弁理士 喜多 修市
(74) 代理人 100139930
弁理士 山下 亮司
(74) 代理人 100125922
弁理士 三宅 章子
(74) 代理人 100151817
弁理士 川口 寿志

最終頁に続く

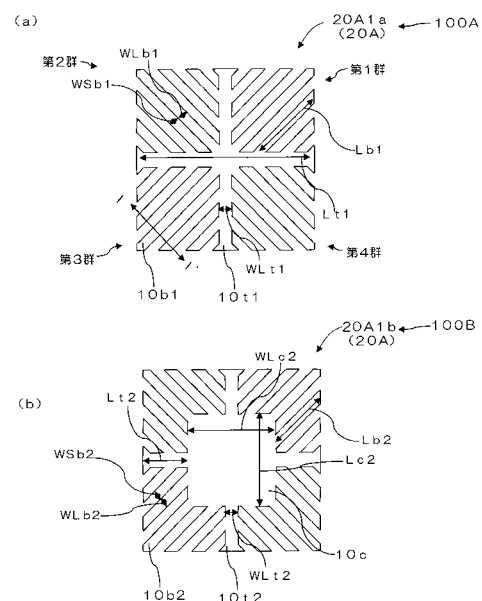
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 4分割配向構造を有するVAモードの液晶表示装置の透過率を向上させることにある。

【解決手段】 本発明の液晶表示装置の画素は、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含む液晶層30と、第1電極20A1と、第2電極20A2と、一对の垂直配向膜21A1、21A2とを備える。第1電極20A1は、幹部10t1と幹部10t1から平行に延びる複数の枝部10b1とを有する。複数の枝部10b1は、4つの異なる方位に延びる4つの群を含み、4つの方位の内の任意の2つの方位の差は90°の整数倍に略等しく、且つ、2つの偏光板の偏光軸と略45°の角をなす。液晶層に電圧を印加しないとき、垂直配向膜の近傍の液晶分子の配向は垂直配向膜によって規制されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

偏光軸が互いに直交するように配置された 2 つの偏光板と、複数の画素を有し、
前記複数の画素のそれぞれは、
誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含む液晶層と、
第 1 電極と、
前記第 1 電極に前記液晶層を介して対向する第 2 電極と、
前記第 1 電極と前記液晶層との間および前記第 2 電極と前記液晶層との間に設けられた
一对の垂直配向膜と、を有し、

前記第 1 電極は、幹部と、前記幹部に接続された複数の枝部とを有し、前記複数の枝部
は、第 1 方位に延びる複数の第 1 枝部がストライプ状に配列された第 1 群と、第 2 方位に
延びる複数の第 2 枝部がストライプ状に配列された第 2 群と、第 3 方位に延びる複数の第
3 枝部がストライプ状に配列された第 3 群と、第 4 方位に延びる複数の第 4 枝部がストラ
イプ状に配列された第 4 群とを含み、前記第 1 方位、第 2 方位、第 3 方位および第 4 方位
は、任意の 2 つの方位の差が 90° の整数倍に略等しく、且つ、前記 2 つの偏光板の偏光
軸と略 45° の角をなし、

前記液晶層に電圧を印加しないとき、前記一对の垂直配向膜の近傍の液晶分子のプレチ
ルト方位は、それぞれ前記一对の垂直配向膜によって規定されている、液晶表示装置。

【請求項 2】

前記液晶層に電圧を印加したとき、前記液晶層の厚さ方向の中心付近の液晶分子のチル
ト方位は、前記複数の枝部の対応する枝部の延びる方位と反平行である、請求項 1 に記載
の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 電極の前記幹部は、前記 2 つの偏光板の前記偏光軸と重なる十字形状を有して
いる、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記第 1 電極は略矩形の中央部を更に有する請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液晶表
示装置。

【請求項 5】

前記一对の垂直配向膜によって規定されている、前記液晶分子の前記プレチルト方位は
、前記複数の枝部の対応する枝部と略 45° の角をなす、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】

前記一对の垂直配向膜によって規定されている、前記液晶分子の前記プレチルト方位は
、前記複数の枝部の対応する枝部の延びる方位と反平行である、請求項 1 から 4 のいづれ
かに記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記一对の垂直配向膜は一对の光配向膜である、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の液
晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置に関し、特に、垂直配向モードの液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、テレビ等の大型表示装置に用いられている VA モード液晶表示装置には、視野角
特性を改善するために、1 つの画素領域に複数の液晶ドメインを形成する配向分割構造が
採用されており、MVA (Multidomain Vertical Alignment) モードが主流である (例えば特許文献 1)。MVA モードは、垂直配向型液晶層を
挟んで対向する一对の基板の液晶層側に、配向規制構造 (ドメイン規制構造と呼ばれるこ

10

20

30

40

50

ともある)を設けることによって、配向方向(チルト方向)が異なる複数のドメインを形成している。配向規制構造は、例えば、電極に形成した直線状のスリットおよび/または電極の液晶層側に形成された直線状の誘電体突起(リブ)である。

【0003】

配向規制構造は、典型的には、基板の法線方向から見たときに、それぞれの基板の配向規制構造が互いに直交し、且つ、一方の基板の配向規制構造と他方の基板の配向規制構造とが平行かつ交互になるように、配置される。互いに平行に配置された配向規制構造の間の液晶分子は、液晶層に電圧が印加されたときに、配向規制構造に直交する方位に倒れるように、配向規制される。その結果、互いに平行な配向規制構造の間に液晶ドメインが形成される。各液晶ドメイン内の液晶分子の配向方向を代表するディレクタの方位角は、クロスニコルに配置された一对の偏光板の偏光軸(透過軸)に対して 45° をなす4つの液晶ドメインを形成する。典型的には、表示面を時計の文字盤に見立て、方位角の 0° を3時方向とし、反時計回りを正とすると(断らない限り、本明細書における方位角の定義はこれによる。)、一对の偏光板の偏光軸の方位角は 0° (180°)と 90° (270°)に配置され、4つのドメインのディレクタの方位角は、 45° 、 135° 、 225° 、 315° となる。偏光軸に対して 45° 方向の直線偏光は偏光板によって吸収されないで、透過率の観点から最も好ましい。このように、1つの画素に4つのドメインを形成する構成を4分割構造または単に4D構造という。

10

【0004】

一方、液晶分子のプレチルト方位を制御する技術として、Polymer Sustained Alignment Technology(以下、「PSA技術」という)が開発された(特許文献1、2および非特許文献1参照)。

20

【0005】

PSA技術は、液晶材料中に少量の重合性化合物(例えば光重合性モノマまたはオリゴマ)を混入しておき、液晶セルを組み立てた後、液晶層に所定の電圧を印加した状態で重合性材料に活性エネルギー線(例えば紫外線)を照射し、生成される重合体によって、液晶分子のプレチルト方位を制御する技術である。重合体が生成されときの液晶分子の配向状態が、電圧を取り去った後(電圧を印加しない状態)においても維持(記憶)される。重合体で形成される層を、ここでは配向維持層ということにする。配向維持層は、配向膜の表面(液晶層側)に形成されるが、配向膜の表面を覆う膜の形態をとる必要は必ずしも無く、重合体の粒子が離散的に存在する形態をとることもある。

30

【0006】

PSA技術は、液晶層に形成される電界等を制御することによって、液晶分子のプレチルト方位およびプレチルト角を調整することができるという利点を有している。また、PSA技術はラビング処理を必要としないので、特に、ラビング処理によってプレチルト方位を制御することが難しい垂直配向型の液晶層を形成するのに適している。

【0007】

上記特許文献2~4には、一对の偏光板の偏光軸と重なるように配置された十字形状の幹部と、十字形状の幹部から略 45° 方向に延びる複数の枝部とを有する画素電極を備えた液晶表示装置が開示されている。複数の枝部は互いに平行であり、例えば、各枝部の幅および隣接する枝部間の間隙(スリット)の幅は $3\mu\text{m}$ (以下、 $L/S=3\mu\text{m}$ と表記することがある。)であり、微細スリット構造と呼ばれることがある。互いに平行に延びる複数の枝部は、幹部から 45° 方位に延びる第1群と、 135° 方位に延びる第2群と、 225° 方位に延びる第3群と、 315° 方位に延びる第4群とを有している。垂直配向型の液晶層の液晶分子(誘電異方性が負)は、幹部および枝部からの斜め電界により、それぞれの枝部が延びる方位と反平行に、すなわち、幹部に向かって傾斜する。このような微細スリット構造を有する画素電極の電界による液晶分子の配向方向を、PSA技術を用いて固定することができる。

40

【0008】

一方、他のVAモードの液晶表示装置として、4D-RTN(4Domain-Reverse)

50

erse TN) モードが知られている (例えば特許文献 5)。4D-R TN モードの液晶表示装置では、MVA モードの液晶表示装置における配向規制構造を用いることなく、垂直配向膜に光配向処理を施すことによって、上記の 4 分割構造を形成する。4D-R TN モードの液晶表示装置においては、液晶層を介して対向する一対の配向膜のうちの一方の配向膜によって規定されるプレチルト方位と、他方の配向膜によって規定されるプレチルト方位とは互いに略 90°異なっており、そのため、電圧印加時には、液晶分子はツイスト配向をとる。なお、R TN モードは V A TN モードと呼ばれることもある。

【0009】

特許文献 5 に記載されているように、4D-R TN モードの液晶表示装置においては、画素電極のエッジ付近に生成される斜め電界の影響を受けて液晶分子の配向方向が乱れる結果、正面視において、画素電極のエッジ付近にエッジに平行な暗線 (特許文献 5 におけるドメインライン) が形成される。暗線がエッジのどの部分に形成されるかは、各液晶ドメイン内の液晶分子 (液晶層の厚さ方向の中央付近の液晶分子) のチルト方向に依存する。なお、4D-R TN モードの液晶表示装置の画素には、2 行 2 列のマトリクス状に配列された 4 つのドメインの境界に沿って十字状の暗いラインも形成される。

【0010】

特許文献 5 は、暗線 (ドメインライン) を遮光することによって、4D-R TN モードの液晶表示装置の表示品位を改善できることを開示している。

【0011】

特許文献 1～5 および非特許文献 1 の開示内容の全てを参考のために本明細書に援用する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献 1】特開平 11-242225 号公報

【特許文献 2】特開 2002-357830 号公報

【特許文献 3】特開 2003-177418 号公報

【特許文献 4】特開 2006-78968 号公報

【特許文献 5】国際公開第 2006/132369 号

【非特許文献】

【0013】

【非特許文献 1】K. Hanaoka et al. "A New MVA-LCD by Polymer Sustained Alignment Technology", SID'04 DIGEST 1200-1203 (2004)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、特許文献 5 に記載されているように、暗線を遮光すると、表示品位は向上させることができるものの、画素の透過率 (輝度) が低下する。

【0015】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、4 分割構造を有する V A モードの液晶表示装置の透過率を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の液晶表示装置は、偏光軸が互いに直交するように配置された 2 つの偏光板と、複数の画素を有し、前記複数の画素のそれぞれは、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含む液晶層と、第 1 電極と、前記第 1 電極に前記液晶層を介して対向する第 2 電極と、前記第 1 電極と前記液晶層との間および前記第 2 電極と前記液晶層との間に設けられた一対の垂直配向膜とを有し、前記第 1 電極は、幹部と、前記幹部に接続された複数の枝部とを有し、前記複数の枝部は、第 1 方位に延びる複数の第 1 枝部がストライプ状に配列され

10

20

30

40

50

た第1群と、第2方位に延びる複数の第2枝部がストライプ状に配列された第2群と、第3方位に延びる複数の第3枝部がストライプ状に配列された第3群と、第4方位に延びる複数の第4枝部がストライプ状に配列された第4群とを含み、前記第1方位、第2方位、第3方位および第4方位は、任意の2つの方位の差が 90° の整数倍に略等しく、且つ、前記2つの偏光板の偏光軸と略 45° の角をなし、前記液晶層に電圧を印加しないとき、前記一对の垂直配向膜の近傍の液晶分子のプレチルト方位は、それぞれ前記一对の垂直配向膜によって規定される。なお、VA型液晶表示装置における液晶分子のプレチルト角は、基板表面に対して、 85° 以上 90° 未満である。

【0017】

ある実施形態において、前記液晶層に電圧を印加したとき、前記液晶層の厚さ方向の中心付近の前記液晶分子のチルト方位は、前記複数の枝部の対応する枝部の延びる方位と反平行である。

【0018】

ある実施形態において、前記第1電極の前記幹部は、前記2つの偏光板の前記偏光軸と重なる十字形状を有している。

【0019】

ある実施形態において、前記第1電極は略矩形の中央部を更に有する。

【0020】

ある実施形態において、前記一对の垂直配向膜によって規定されている、前記液晶分子の前記プレチルト方位は、前記複数の枝部の対応する枝部と略 45° の角をなす。

【0021】

ある実施形態において、前記一对の垂直配向膜によって規定されている、前記液晶分子の前記プレチルト方位は、前記複数の枝部の対応する枝部の延びる方位と反平行である。

【0022】

ある実施形態において、前記一对の垂直配向膜是一对の光配向膜である。

【発明の効果】

【0023】

本発明によると、4分割構造を有するVAモードの液晶表示装置の透過率を向上させることができる。さらに、枝部上および枝部間のVT特性（電圧－透過率特性）が異なることによって階調視角特性が改善する効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】（a）は、本発明による実施形態の液晶表示装置100Aが有する画素電極20A1aの構造を示す模式的な平面図であり、（b）は、本発明による実施形態の他の液晶表示装置100Bが有する画素電極20A1bの構造を示す模式的な平面図である。

【図2】液晶表示装置100Aの図1（a）のI－I'線に沿った模式的な断面図である。

【図3】（a）は、液晶表示装置100Aの液晶層に白電圧（6V）を印加したときの画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図であり、（b）は、液晶表示装置100Aの画素の枝部上と枝部間のVT特性を示したグラフである。

【図4】液晶表示装置100Bの液晶層に白電圧（6V）を印加したときの画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図である。

【図5】液晶表示装置100Cの画素の4分割構造における液晶分子の配向方向を示す平面図である。

【図6】（a）～（c）は、液晶表示装置100Aおよび100Bの画素の4分割構造を得るための配向処理方法を説明するための模式的な斜視図である。

【図7】（a）～（c）は、液晶表示装置100Aおよび100Bの画素の4分割構造を得るための配向処理方法を説明するための模式的な斜視図である。

【図8】（a）～（e）は、液晶表示装置100Cの画素の4分割構造を得るための配向処理方法を説明するための模式的な斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 9】 (a) ~ (e) は、液晶表示装置 100C の画素の 4 分割構造を得るための配向処理方法を説明するための模式的な斜視図である。

【図 10】 特許文献 5 に記載されている 4D-RTN モードの液晶表示装置 200 の画素内の 1 つのドメインに対応する部分の模式的な断面図である。

【図 11】 特許文献 5 に記載されている 4D-RTN モードの液晶表示装置 200A の 4 分割構造を説明するための図であり、(a) は、液晶層に白電圧 (6V) を印加したときの画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図であり、(b) は、液晶分子 30a の配向方向を示す図である。

【図 12】 特許文献 5 に記載されている 4D-RTN モードの液晶表示装置 200B の 4 分割構造を説明するための図であり、(a) は、液晶層に白電圧 (6V) を印加したときの画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図であり、(b) は、液晶分子 30a の配向方向を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、図面を参照して、本発明による実施形態の 4 分割構造を有する VA モードの液晶表示装置およびその製造方法を説明するが、本発明は例示する実施形態に限定されない。

【0026】

まず、図 10 ~ 図 12 を参照して、特許文献 5 に記載されている 4D-RTN モードの液晶表示装置の構成および暗線 (画素電極のエッジに沿って形成される暗線およびドメインの境界に沿って形成される暗線を含む) について説明する。

【0027】

図 10 は、特許文献 5 に記載されている 4D-RTN モードの液晶表示装置 200 の画素内の 1 つのドメインに対応する部分の模式的な断面図である。

【0028】

図 10 に示すように、液晶表示装置 200 は、第 1 基板 11A1 (例えば TFT 基板) および第 2 基板 11A2 (例えば対向電極基板) と、第 1 基板 11A1 および第 2 基板 11A2 の液晶層 30 側に設けられた垂直配向膜 21A1、21A2 とを有している。液晶層 30 は、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含む。垂直配向膜 21A1、21A2 の基板 11A1、11A2 側には、それぞれ不図示の第 1 電極 (例えば画素電極) および第 2 電極 (例えば対向電極) を有している。ここで、第 1 電極および第 2 電極は、スリットや切欠き部を有しない、一般的な電極である。また、第 1 基板 11A1 および第 2 基板 11A2 の外側には一対の偏光板 (不図示) が、偏光軸が互いに直交するように配置されている。

【0029】

図 10 には、垂直配向膜 21A1、21A2 に活性エネルギー線 (例えば紫外線) E1、E2 を照射したときの、液晶分子 30a のプレチルト方位 EL1、EL2 および液晶分子 30a、30a1、30a2、30a3 のプレチルト方位との関係を示している。

【0030】

ここで、液晶分子 30a のプレチルト方位は、コーン 30a1、30a3 およびピン 30a2 で表している。実線で示したコーン 30a1 は、液晶層 30 内の第 2 基板 11A2 に近い側 (観察者側) に存在する液晶分子 30a のプレチルト方位を示しており、破線で示したコーン 30a3 は、液晶層 30 内の第 1 基板 11A1 に近い側 (バックライト側) に存在する液晶分子 30a のプレチルト方位を示している。2 つのコーン 30a1 および 30a3 は、底面の面積が広い方が観察者側に近いことを示している。また、ピン 30a2 は、液晶層 30 の厚さ方向の中心付近の液晶分子 30a のプレチルト方位を示しており、ピン 30a2 のお尻 (面積の広い方) が、観察者側に近いことを示している。液晶層 30 に電圧を印加していない (または印加電圧がしきい値未満) のとき、液晶分子 30a は、垂直配向膜 21A1、21A2 の表面に対して 85° 以上 90° 未満 (例えば 88°) のプレチルト角をなして配向する。

【0031】

10

20

30

40

50

液晶表示装置 200 は、RTN モードであり、垂直配向膜 21A1 によって規定されるプレチルト方位 EL1 と垂直配向膜 21A2 によって規定されるプレチルト方位 EL2 とは互いに直交している。従って、垂直配向膜 21A1 の近傍のコーン 30a3 のプレチルト方位は垂直配向膜 21A2 の近傍のコーン 30a1 のプレチルト方位とは互いに直交する。液晶層 30 の厚さ方向の中央付近の液晶分子 30a のプレチルト方位は、プレチルト方位 EL1 とプレチルト方位 EL2 とを 2 等分する方位になる。従って、液晶層 30 にしきい値以上の電圧を印加すると、90°ツイスト配向となる。図 10 は断面図であるので、方位を表現できていない点に留意されたい。液晶分子の方位は、図 11 および図 12 を参照して後述する。

【0032】

垂直配向膜 21A1、21A2 が、その近傍の液晶分子 30a のプレチルト方位を規定している。垂直配向膜 21A1、21A2 として、例えば、活性エネルギー線（例えば紫外線）を照射すると化学結合が生じるタイプの垂直配向膜、例えば特許文献 5 に記載の 4-カルコン基、4'-カルコン基、クマリン基、及び、シンナモイル基からなる群より選ばれる少なくとも 1 つの感光性基を含む光配向膜を用いると、図 10 に矢印 E1、E2 で示す方向から紫外線を照射することによって、照射方向に応じたプレチルト方位を規定するような配向規制力を、光配向膜に発現させることができる。

【0033】

もちろん、垂直配向膜 21A1、21A2 の光配向処理は、液晶表示装置を組み立てる前の段階で行われる。例えば、ガラス基板上に、公知の方法（例えば、スピコート法、スリットコート法、印刷法、インクジェット法）を用いて、光配向膜材料を付与した後、所定の方向から紫外線を照射することによって、垂直配向膜 21A1、21A2 を得ることができる。光配向膜として、他の種類のものを用いても良いし、ラビング処理によってプレチルト方位を規定するようにしてもよい。

【0034】

次に、図 11 および図 12 を参照して、4 分割構造を有する画素における液晶分子の配向方向を説明する。図 11 および図 12 は、特許文献 5 に記載されている 4D-RTN モードの液晶表示装置の 4 分割構造を説明するための図であり、図 11 (a) および図 12 (a) は、液晶層に白電圧 (6V) を印加したときの画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図であり、図 11 (b) および図 12 (b) は、液晶分子 30a の配向方向を示す図である。図 11 (b) および図 12 (b) は、いずれも、液晶表示装置の観察者側から見たときの配向方向を示している。

【0035】

まず、図 11 に示す液晶表示装置 200A の画素の 4 分割構造を説明する。図 11 (b) に示す液晶分子の配向は以下のようにして得ることができる。

【0036】

第 1 基板 11A1 上の垂直配向膜 21A1 の画素に対応する領域を左右に 2 分割して、例えば紫外線を、右側の領域には図 11 中の下側から照射し、左側の領域には図 11 中の上側から照射する。そうすると、コーン 30a3 で示したように液晶分子をプレチルトさせる配向規制力を垂直配向膜 21A1 に与えることができる。一方、第 2 基板 11A2 上の垂直配向膜 21A2 の画素に対応する領域を上下に 2 分割して、例えば紫外線を、上側の領域には図 11 中の右側から照射し、下側の領域には図 11 中の左側から照射する。そうすると、コーン 30a1 で示したように液晶分子をプレチルトさせる配向規制力を垂直配向膜 21A2 に与えることができる。液晶層（例えば厚さ 3 μm）の厚さ方向の中央付近の液晶分子は、ピン 30a2 で示すように、コーン 30a1 とコーン 30a3 とを 2 等分する方向に配向する。すなわち、垂直配向膜 21A1 および 21A2 によって規定されている液晶分子のプレチルト方位は、ピン 30a2 で示される液晶層（例えば厚さ 3 μm）の厚さ方向の中央付近の液晶分子のチルト方位と略 45°をなす。

【0037】

図 11 に示す 4 分割構造においては、2×2 のマトリクスに配列された 4 つのドメイン

10

20

30

40

50

A、B、CおよびDの各ドメインの液晶分子の配向方位（ドメインの配向は、液晶層の厚さ方向の中央付近の液晶分子の配向方位で代表される。）が、反時計回りにピンのお尻と先とが交互に現れるように、配列されている。ドメインA、B、CおよびDの液晶分子の配向方位は、A：315°、B：45°、C：135°およびD：225°である。もちろん、図11に示される配置と鏡映対称な配置は、図11の配置と等価である。

【0038】

液晶表示装置200Aの画素は、白表示状態（液晶層に6V印加したとき）には、図11（a）に示すような、卍状の暗線が形成される。暗線の幅は、後に示す実施形態の液晶表示装置100A、100Bとの比較で明らかになるように、太い。その結果、画素の透過率は、約21%と低い。これは、4D-RTNモードの液晶表示装置においては、液晶分子のプレチルト角（基板面から成す角で定義する）が90°に近く（例えば約88.0°）、方位角方向の配向規制力が弱いので、液晶分子の方位角方向の配向が乱れる結果、暗線が太くなると考えられる。

【0039】

次に、図12に示す液晶表示装置200Bの画素の4分割構造を説明する。図12（b）に示す液晶分子の配向は以下のようにして得ることができる。

【0040】

第1基板11A1上の垂直配向膜21A1の画素に対応する領域を上下に2分割して、例えば紫外線を、上側の領域には図12中の下側から照射し、下側の領域には図12中の上側から照射する。そうすると、コーン30a3で示したように液晶分子をプレチルトさせる配向規制力を垂直配向膜21A1に与えることができる。一方、第2基板11A2上の垂直配向膜21A2の画素に対応する領域を左右に2分割して、例えば紫外線を、左側の領域には図12中の右側から照射し、右側の領域には図12中の左側から照射する。そうすると、コーン30a1で示したように液晶分子をプレチルトさせる配向規制力を垂直配向膜21A2に与えることができる。液晶層（例えば厚さ3μm）の厚さ方向の中央付近の液晶分子は、ピン30a2で示すように、コーン30a1とコーン30a3とを2等分する方向に配向する。図12に示す4分割構造においては、2×2のマトリクスに配列された4つのドメインA、B、CおよびDの液晶分子の配向方位は、A：225°、B：315°、C：45°およびD：135°である。もちろん、図12に示される配置と鏡映対称な配置は、図12の配置と等価である。

【0041】

液晶表示装置200Bの画素は、白表示状態（液晶層に6V印加したとき）には、図12（a）に示すような、十字状の暗線が形成される。暗線の幅は、後に示す実施形態の液晶表示装置100Aとの比較で明らかになるように、太い。その結果、画素の透過率は、約26%と低い。これは、液晶表示装置200Aと同様に、4D-RTNモードの液晶表示装置においては、液晶分子のプレチルト角（基板面から成す角で定義する）が90°に近く（例えば約88.0°）、方位角方向の配向規制力が弱いので、液晶分子の方位角方向の配向が乱れる結果、暗線が太くなると考えられる。

【0042】

次に、図1～図5を参照して、本発明による実施形態の液晶表示装置100Aおよび100Bの構造を説明する。

【0043】

液晶表示装置100Aおよび100Bは、行および列を有するマトリクス状に配列された複数の画素を有している。図1（a）および（b）は、それぞれ、液晶表示装置100Aおよび100Bの1画素の構造を示す模式的な平面図である。図2は、液晶表示装置100Aの図1（a）中のI-I'線に沿った断面構造を模式的に示す図であり、電圧無印加時の液晶分子の配向状態を併せて示している。なお、液晶表示装置100Aおよび100Bも、液晶表示装置200A、200Bと同様に、偏光軸が互いに直交するように配置された2つの偏光板を有しているが、図示を省略する。

【0044】

液晶表示装置 100A は、図 2 に示すように、第 1 基板 11A1 と、第 2 基板 11A2 と、第 1 基板 11A1 と第 2 基板 11A2 との間に設けられた、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含む液晶層 30 とを有している。第 1 基板 11A1 は例えば TFT 基板であり、第 2 基板 11A2 は例えば対向電極基板である。第 1 基板 11A1 は、例えばガラス基板と、ガラス基板上に形成された第 1 電極（例えば画素電極）20A1 と、第 1 電極 20A1 の液晶層側に形成された垂直配向膜 21A1 を有している。第 2 基板 11A2 は例えばガラス基板と、ガラス基板上に形成された第 2 電極 20A2（例えば対向電極）と、第 2 電極 20A2 の液晶層 30 側に形成された垂直配向膜 21A2 を有している。第 2 電極（例えば対向電極）は、複数の第 1 電極 20A1（画素電極）に対して共通に設けられており、典型的には第 2 基板 11A2 の全面に形成されている。以下では、第 1 電極が画素電極で第 2 電極が対向電極の場合を説明する。

10

【0045】

なお、図示を省略するが、第 1 基板 11A1 は、ゲートバスライン、ソースバスラインおよび TFT を更に有する。画素電極 20A1 は、TFT のドレインを介して、ソースバスラインに接続されており、TFT はそのゲートが接続されているゲートバスラインから供給されるゲート信号によって、ON/OFF 制御される。

【0046】

また、図 1 (a) に示すように、液晶表示装置 100A が有する画素電極 20A1a は、幹部 10t1 と、幹部 10t1 に接続された複数の枝部 10b1 とを有している。複数の枝部 10b1 は、第 1 方位に延びる複数の第 1 枝部がストライプ状に配列された第 1 群と、第 2 方位に延びる複数の第 2 枝部がストライプ状に配列された第 2 群と、第 3 方位に延びる複数の第 3 枝部がストライプ状に配列された第 3 群と、第 4 方位に延びる複数の第 4 枝部がストライプ状に配列された第 4 群とを含む。第 1 方位、第 2 方位、第 3 方位および第 4 方位は、任意の 2 つの方位の差が 90° の整数倍に略等しい。枝部が延びる方位とは、幹部から枝部の先端に向かう方位を言い、ここでは、第 1 方位は 45° 、第 2 方位は 135° 、第 3 方位は 225° 、第 4 方位は 315° である。

20

【0047】

幹部 10t1 の幅 $WLt1$ は例えば $2 \sim 20 \mu m$ であり、長さ $Lt1$ は例えば $20 \sim 200 \mu m$ である。複数の枝部 10b1 のそれぞれの幅 $Wlb1$ は例えば $2 \sim 10 \mu m$ であり、隣接する枝部の間隙（スリット）の幅 $WSb1$ は例えば $2 \sim 10 \mu m$ である。また、枝部 10b1 の長さ $Lb1$ は例えば $2 \sim 200 \mu m$ である。画素電極 20A1a と対向電極 20A2 との間に電圧を印加すると、画素電極 20A1a は、隣接する枝部 10t1 の間に位置する液晶分子 30a2 を、枝部 10t1 が延びる方位（幹部から画素の周辺に向かう）に反平行に（画素の周辺から中心に向かうように）配向させるような斜め電界を生成する。

30

【0048】

液晶表示装置 100A は、垂直配向膜 21A1 および 21A2 を有しており、液晶層 30 に電圧を印加しないとき、垂直配向膜 21A1 および 21A2 の近傍の液晶分子のプレチルト方位は、それぞれ垂直配向膜 21A1 および 21A2 によって規定されている。

【0049】

液晶表示装置 100A は、垂直配向膜 21A1 および 21A2 を配向処理、例えば、上述の特許文献 5 に記載されているように、光配向処理することによって、例えば、図 12 (b) に示すように配向分割され得る。図 12 (b) に示す 4 分割構造では、4 つのドメイン A～D の液晶分子の配向方位（ピン 30a2 で表される液晶層の厚さ方向の中央付近の液晶分子の配向方位、ディレクタの方位）は A： 225° 、B： 315° 、C： 45° および D： 135° である。すなわち、液晶表示装置 100A の液晶層 30 の厚さ方向の中央付近の液晶分子は、垂直配向膜 21A1 および 21A2 によって、画素の周辺から画素の中心に向かうようにプレチルト方位が規定されている。垂直配向膜 21A1 および 21A2 によって規定されるプレチルト方位は、上述の画素電極 20A1a によって生成される斜め電界の方向と整合している。なお、垂直配向膜 21A1 および 21A2 によって

40

50

規定されている垂直配向膜の表面近傍の液晶分子のプレチルト方位は、対応する枝部 10b1 と略 45° をなしているので、液晶層 30 に電圧を印加すると、液晶層は 90° ツイスト配向をとる。

【0050】

図 3 (a) に、液晶表示装置 100A の液晶層 (厚さ 3 μm) に白電圧 (6 V) を印加したときの画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す。液晶表示装置 100A は、図 1 (a) に示した画素電極 20A1a と、図 12 (b) に示した 4 分割構造が得られるように配向処理された垂直配向膜 21A1 および 21A2 を有している。但し、幹部 10t1 の幅 $W_{L t 1}$ は 3 μm 、長さ $L_{t 1}$ は 45 μm 、枝部 10b1 の幅 $W_{L b 1}$ は 3 μm 、幅 $W_{S b 1}$ は 3 μm 、長さ $L_{b 1}$ は 3 ~ 27 μm とした。

10

【0051】

図 3 (a) から分かるように、図 11 (a) において見られた画素電極のエッジ近傍の暗線は形成されず、画素の中央部の十字状の暗線だけが形成されている。また、図 3 (a) の十字状の暗線の幅は図 11 (a) や図 12 (a) の十字状の暗線の幅よりも小さい。その結果、画素の透過率は約 27% と改善された。これは、画素電極 20A1a が形成する斜め電界によって液晶分子の方位が規制される結果、液晶分子の方位角方向の配向の乱れが抑制されるためである。

【0052】

さらに、図 3 (b) から分かるように、枝部上と枝部間の VT (電圧-透過率) 特性が異なっている。1 画素に異なる VT 特性が存在することから、画素全体の階調視角特性が改善される。枝部上は電極が存在するため、平均的に強い電界が印加されることから VT 特性は低電圧側にシフトする。枝部間は電極が存在しないことから、印加される電界が弱くなる。したがって、液晶に印加される電界が弱くなり、VT 特性は高電圧側にシフトする。

20

【0053】

液晶表示装置 100B は、図 1 (b) に示すように、画素電極 (例えば画素電極) 20A1b が、略矩形 (正方形を含む) の中央部 10c を更に有する。中央部 10c の形状は、これに限られず、多角形や円形などに適宜変更され得る。

【0054】

画素電極 20A1b は、中央部 10c から延びる幹部 10t2 と、中央部 10c および幹部 10t2 から 1 つの方位に互いに平行に延びる複数の枝部 10b2 とを有している。中央部 10c の幅 $W_{L c 2}$ は例えば 20 ~ 200 μm である。また、中央部 10c の長さ $L_{c 2}$ は例えば 20 ~ 200 μm である。幹部 10t2 の幅 $W_{L t 2}$ は例えば 2 ~ 20 μm であり、長さ $L_{t 2}$ は例えば 5 ~ 200 μm である。複数の枝部 10b2 のそれぞれの幅 $W_{L b 2}$ は例えば 2 ~ 10 μm であり、隣接する枝部の間隙 (スリット) の幅 $W_{S b 2}$ は例えば 2 ~ 10 μm である。また、枝部 10b2 の長さ $L_{b 2}$ は例えば 3 ~ 200 μm である。画素電極 20A1b と対向電極 20A2 との間に電圧を印加すると、画素電極 20A1b は、隣接する枝部 10b2 の間に位置する液晶分子 30a2 を枝部 10b2 が延びる方位 (画素の中心から周辺に向かう) と反平行に配向させるような斜め電界を生成する。なお、垂直配向膜 21A1 および 21A2 によって規定されている垂直配向膜の表面近傍の液晶分子のプレチルト方位は、対応する枝部と略 45° をなしているので、液晶層 30 に電圧を印加すると、液晶層は 90° ツイスト配向をとる。

30

40

【0055】

図 4 に、液晶表示装置 100B の液晶層 (厚さ 3 μm) に白電圧 (6 V) を印加したときの画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す。液晶表示装置 100B は、図 1 (b) に示した画素電極 20A1b と、図 12 (b) に示した 4 分割構造が得られるように配向処理された垂直配向膜 21A1 および 21A2 を有している。但し、中央部 10c の幅 $W_{L c 2}$ は 45 μm 、長さ $L_{c 2}$ は 45 μm 、幹部 10t2 の幅 $W_{L t 2}$ は 3 μm 、長さ $L_{t 2}$ は 11.5 μm 、枝部 10b2 の幅 $W_{L b 2}$ は 3 μm 、幅 $W_{S b 2}$ は 3 μm 、長さ $L_{b 2}$ は 3 ~ 16 μm とした。

50

【0056】

図4から分かるように、図11(a)において見られた画素電極のエッジ近傍の暗線は形成されず、画素の中央部の十字状の暗線だけが形成されている。また、図4の十字状の暗線の幅は図11(a)や図12(b)の十字状の暗線の幅よりも小さい。その結果、画素の透過率は約26%と改善された。これは、画素電極20A1bが形成する斜め電界によって液晶分子の方位が規制される結果、液晶分子の方位角方向の配向の乱れが抑制されるためである。

【0057】

なお、液晶表示装置100Bの画素電極20A1bは中央部10c（画素電極の約50%の面積を占める）を有するので、枝部10b2の占める割合が、液晶表示装置100Aの画素電極20A1aより小さい。その結果、液晶分子の方位角方向の配向乱れを抑制する効果が小さいと考えられる。但し、中央部10cを設けると、製造ばらつきを低減できるという利点を得られる。

【0058】

なお、液晶表示装置100Aおよび100Bにおいては、上述したように、一对の垂直配向膜21A1、21A2によって規定されている液晶分子のプレチルト方位は、対応する枝部と略45°を成しており、電圧印加時に液晶層が90°ツイスト配向をとるように構成されている。本発明による実施形態の液晶表示装置はこれに限られない。

【0059】

例えば、図5に示すような4分割構造と、図1(a)および(b)に示したストライプ状の枝部を有する画素電極とを組み合わせる用いることができる。

【0060】

図5に示すように、4つのドメインA、B、CおよびDの液晶分子の配向方位は、A：225°、B：315°、C：45°およびD：135°である。また、垂直配向膜21A1によって規制されている液晶分子30a3の配向方位および垂直配向膜21A2によって規制されている液晶分子30a1の配向方位は、対応する枝部の延びる方位と反平行である。即ち、垂直配向膜21A1および21A2によって規定される、垂直配向膜の近傍の液晶分子も、画素電極20A1a、20A1bの枝部が延びる方位と反平行な方位に配向規制されている。従って、液晶層30に電圧を印加しても、液晶層30はツイスト配向をとることはなく、方位を一定に保ったままで、チルト角だけが変化する（倒れる）。

【0061】

但し、図5の4分割構造を得るためには、各垂直配向膜を4分割して配向処理する必要がある。すなわち、図11(b)および図12(a)に示した4分割構造は、各垂直配向膜を2分割して配向処理するだけで得られたのに対し、配向処理の工程が増えるというデメリットがある。

【0062】

図6および図7を参照して、液晶表示装置100Aおよび100Bの4分割構造を得るための配向処理方法を説明する。ここでは、垂直配向膜として光配向膜を用いて、光配向処理を行う例を説明するが、マスキラビング法を用いてもよい。

【0063】

まず、図6(a)および図7(a)に示すように、垂直配向膜21A1が付与された第1基板11A1および垂直配向膜21A2が付与された第2基板11A2を用意する。第1基板11A1には例えば画素電極やTFE等が形成されており、第2基板11A2には例えばカラーフィルタや対向電極が形成されている（いずれも不図示）。

【0064】

次に、図6(b)および(c)に示すように、第1基板11A1の画素に対応する領域を上下2分割して、紫外線E3、E4を垂直配向膜21A1に照射する。その結果、垂直配向膜21A1の対応する領域に、矢印EL3、EL4の方位に液晶分子をプレチルトさせる配向規制力が付与される。

【0065】

また、図 7 (b) および (c) に示すように、第 2 基板 1 1 A 2 の画素に対応する領域を左右 2 分割して、紫外線 E 5、E 6 を垂直配向膜 2 1 A 2 に照射する。その結果、垂直配向膜 2 1 A 2 の対応する領域に、矢印 E L 5、E L 6 の方位に液晶分子をプレチルトさせる配向規制力が付与される。

【0066】

この後、矢印 E L 3、E L 4 および矢印 E L 5、E L 6 で示される配向規制力の方向が、図 1 2 (b) に示す配向方向となるように、第 1 基板 1 1 A 1 と第 2 基板 1 1 A 2 とを貼り合わせることによって、液晶表示装置 1 0 0 A および 1 0 0 B の 4 分割構造を得ることができる。

【0067】

次に、図 8 および図 9 を参照して、図 5 に示した液晶表示装置 1 0 0 C の 4 分割構造を得るための配向処理方法を説明する。

【0068】

まず、図 8 (a) および図 9 (a) に示すように、垂直配向膜 2 1 A 1 が付与された第 1 基板 1 1 A 1 および垂直配向膜 2 1 A 2 が付与された第 2 基板 1 1 A 2 を用意する。第 1 基板 1 1 A 1 には例えば画素電極や T F T 等が形成されており、第 2 基板 1 1 A 2 には例えばカラーフィルタや対向電極が形成されている (いずれも不図示)。

【0069】

次に、図 8 (b) に示すように、第 1 基板 1 1 A 1 の画素に対応する領域を 4 分割して、所定の領域に紫外線 E 7 を垂直配向膜 2 1 A 1 に照射する。その結果、垂直配向膜 2 1 A 1 の対応する領域に、矢印 E L 7 の方位に液晶分子をプレチルトさせる配向規制力が付与される。同様に、図 8 (c) ~ (e) に示すように、第 1 基板 1 1 A 1 の所定の領域に紫外線 E 8 ~ 1 0 を垂直配向膜 2 1 A 1 に照射する。その結果、垂直配向膜 2 1 A 1 の対応する領域に、矢印 E L 8 ~ 1 0 の方位に液晶分子をプレチルトさせる配向規制力が付与される。

【0070】

また、図 9 (b) に示すように、第 1 基板 1 1 A 2 の画素に対応する領域を 4 分割して、所定の領域に紫外線 E 1 1 を垂直配向膜 2 1 A 2 に照射する。その結果、垂直配向膜 2 1 A 2 の対応する領域に、矢印 E L 1 1 の方位に液晶分子をプレチルトさせる配向規制力が付与される。同様に、図 9 (c) ~ (e) に示すように、第 2 基板 1 1 A 2 の所定の領域に紫外線 E 1 2 ~ 1 4 を垂直配向膜 2 1 A 2 に照射する。その結果、垂直配向膜 2 1 A 2 の対応する領域に、矢印 E L 1 2 ~ 1 4 の方位に液晶分子をプレチルトさせる配向規制力が付与される。

【0071】

この後、第 1 基板 1 1 A 1 と第 2 基板 1 1 A 2 とを貼り合わせることによって、図 5 に示した液晶表示装置 1 0 0 C の 4 分割構造を得ることができる。

【0072】

上述したように液晶表示装置 1 0 0 A および 1 0 0 B の 4 分割構造が、第 1 基板 1 1 A 1 および第 2 基板 1 1 A 2 に対して、それぞれ 2 回、配向処理することによって得られるのに対し、液晶表示装置 1 0 0 C の 4 分割構造は、第 1 基板 1 1 A 1 および第 2 基板 1 1 A 2 に対して、それぞれ 4 回、配向処理する必要がある。

【0073】

なお、本発明による実施形態の液晶表示装置は、公知の製造プロセスを用いて製造できる。また、上述したように、P S A 技術を用いることなく、液晶分子の配向を安定化することができる。

【0074】

本発明によると、4 分割構造を有する V A モードの液晶表示装置の透過率を向上させることができる。もちろん、1 つの画素が 4 分割構造を有していればよく、1 つの画素を 2 つ以上の副画素に分割し、各副画素が 4 分割構造を有する液晶表示装置に適用することもできる。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0075】

本発明による液晶表示装置は、テレビジョン受像機などの高品位の表示が求められる用途に好適に用いられる。

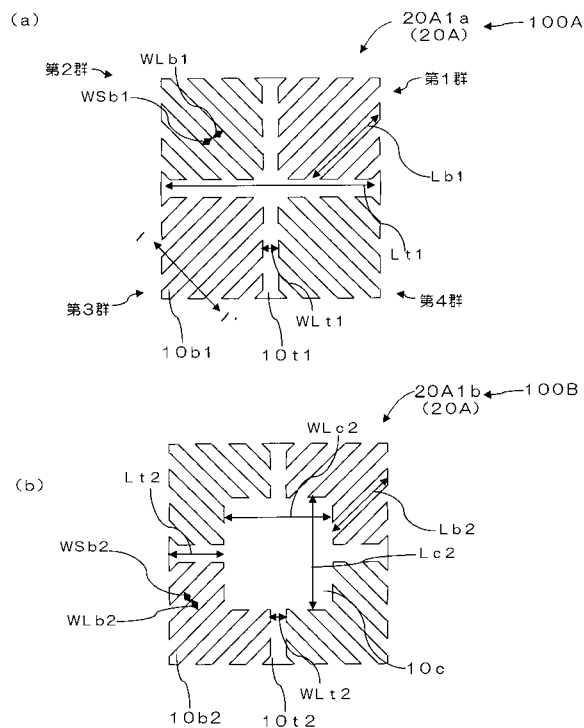
【符号の説明】

【0076】

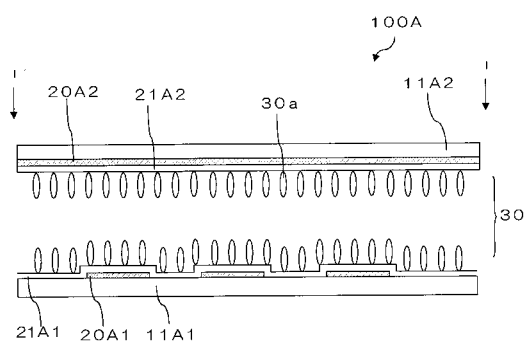
10b1、10b2 枝部
 10t1、10t2 幹部
 10c 中央部
 11A1、11A2 基板
 20A1、20A1a、20A1b、20A2 電極
 21A1、21A2 垂直配向膜
 30 液晶層
 30a、30a1、30a2、30a3 液晶分子
 100、100A、100B、100C 液晶表示装置
 E1～E14 活性エネルギー線（紫外線）
 EL1～EL14 配向方向

10

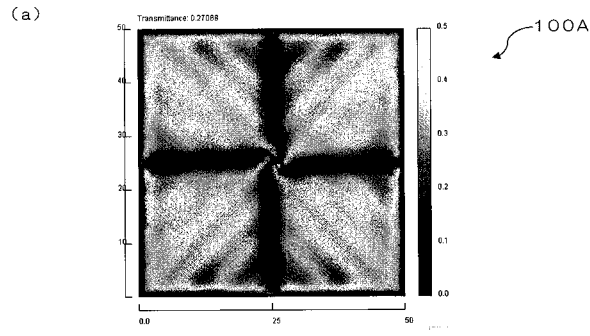
【図1】



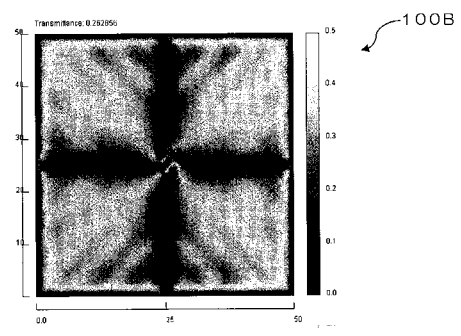
【図2】



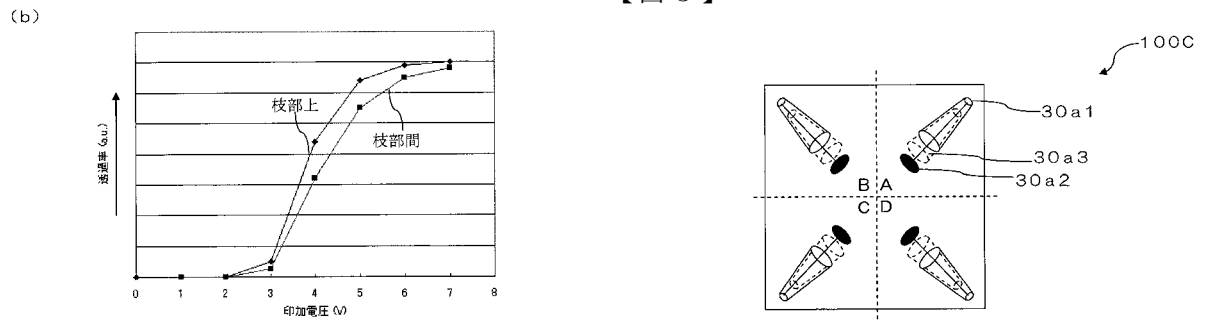
【図 3】



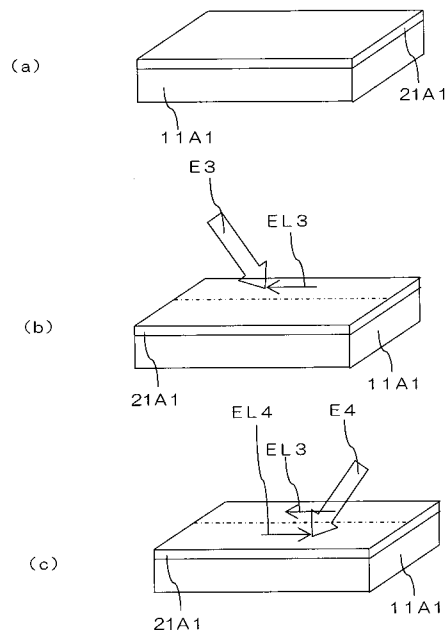
【図 4】



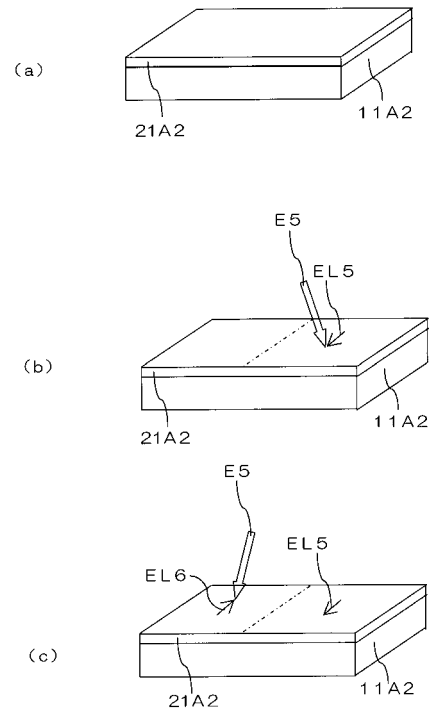
【図 5】



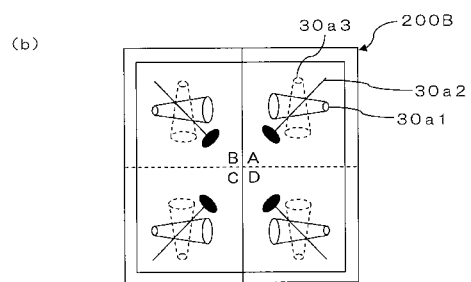
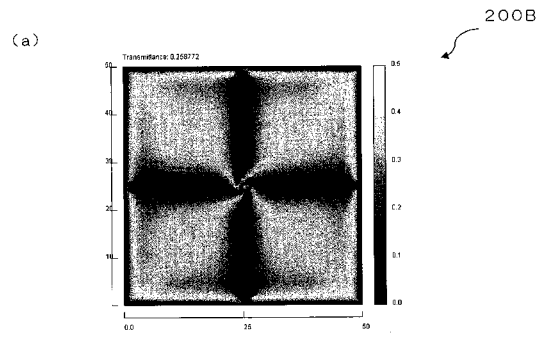
【図 6】



【図 7】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 公昭
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 久保木 剣
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 仲西 洋平
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 西原 雄祐
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
- (72)発明者 田沼 清治
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H090 HC05 HC06 KA07 LA01 LA09 MA01 MA10 MA11 MA15 MB01
MB12

