

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5924452号
(P5924452)

(45) 発行日 平成28年5月25日(2016.5.25)

(24) 登録日 平成28年4月28日(2016.4.28)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/1333 (2006.01)

G O 2 F 1/1333

G O 2 F 1/1343 (2006.01)

G O 2 F 1/1343

G O 2 F 1/1335 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 0 0

G O 2 F 1/1337 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 0 5

G O 6 F 3/041 (2006.01)

G O 2 F 1/1337

請求項の数 10 (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-516298 (P2015-516298)

(86) (22) 出願日 平成26年11月26日(2014.11.26)

(86) 国際出願番号 PCT/JP2014/081174

(87) 国際公開番号 W02015/129112

(87) 国際公開日 平成27年9月3日(2015.9.3)

審査請求日 平成27年3月27日(2015.3.27)

(31) 優先権主張番号 特願2014-38821 (P2014-38821)

(32) 優先日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(74) 代理人 100139686

弁理士 鈴木 史朗

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男

(74) 代理人 100152146

弁理士 伏見 俊介

(72) 発明者 木村 幸弘

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示基板と液晶層とアレイ基板とがこの順で積層され、ノーマリーブラックモードで表示を行う表示部と、

前記表示部及びタッチセンシング機能を制御する制御部と、

を備える液晶表示装置において、

前記表示基板は、第1の透明基板と、前記第1の透明基板の前記液晶層に対向する面に順に積層された、開口部が形成された複数の光吸収性樹脂層パターンと、開口部が形成された複数の金属層パターンと、透明樹脂層と、電氣的に独立した複数の透明電極パターンとを有し、

複数の前記光吸収性樹脂層パターンおよび複数の前記金属層パターンは、前記表示基板、前記液晶層および前記アレイ基板が積層された積層方向に見たときに、互いに等しい線幅を有し、かつ、同一形状に形成されて重なり、

複数の前記金属層パターンは、互いに絶縁された状態で前記積層方向に直交する第1方向に並べて配置され、

複数の前記透明電極パターンは、互いに絶縁された状態で前記積層方向および前記第1方向にそれぞれ直交する第2方向に並べて配置され、

それぞれの前記金属層パターンは、銅を主材とする合金層および銅層の少なくとも一方を有し、

前記液晶層が有する液晶分子は、負の誘電率異方性を持つとともに初期配向が垂直配向

であり、前記表示部はノーマリーブラックモードで表示を行い、

前記アレイ基板は、第2の透明基板と、前記第2の透明基板の前記液晶層に対向する面に積層された、画素電極、薄膜トランジスタ、金属配線、および絶縁層を有し、

前記制御部は、

複数の前記透明電極パターンを定電位とし、複数の前記金属層パターンにタッチ駆動電圧を印加して、前記金属層パターンと前記透明電極パターンと間の静電容量の変化を検出し、

複数の前記透明電極パターンを定電位とし、前記画素電極に表示用の液晶駆動電圧を印加して、前記液晶層を駆動するとともに、

前記タッチ駆動電圧の周波数と前記液晶駆動電圧の周波数とは互いに異なる液晶表示装置。 10

【請求項2】

前記積層方向に見たとき、前記透明電極パターンは、前記第2方向において前記金属層パターンの3以上の前記開口部と重なる請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】

前記画素電極は、前記絶縁層の前記液晶層に対向する面に配置され、

前記アレイ基板は、前記絶縁層の前記画素電極とは反対側に配置される補助容量電極を有し、

前記積層方向に見たときに、前記補助容量電極の一部が前記画素電極と重なり、前記補助容量電極の残部が前記画素電極と重ならない請求項1に記載の液晶表示装置。 20

【請求項4】

前記光吸収性樹脂層パターンに含まれる主たる光吸収材がカーボンであり、

前記光吸収性樹脂層パターンの厚さ1 μm あたりの光学濃度が、0.4以上1.8以下であり、

前記光吸収性樹脂層パターンの厚さが0.1 μm 以上0.8 μm 以下である請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項5】

前記薄膜トランジスタは、ガリウム、インジウム、亜鉛、錫、ゲルマニウム、及びアルミニウムのうちの2種以上の金属酸化物を含むチャンネル層を備える請求項1に記載の液晶表示装置。 30

【請求項6】

それぞれの前記金属層パターンは、複数の層で構成され、

複数の前記層の少なくとも1つが前記合金層である請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項7】

それぞれの前記金属層パターンは前記合金層を有し、

前記合金層に含まれる合金元素が、マグネシウム、カルシウム、チタン、モリブデン、インジウム、錫、亜鉛、アルミニウム、ベリリウム、ニッケルから選択される1以上の元素である請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項8】

それぞれの前記金属層パターンは、複数の層で構成され、 40

複数の前記層のうち最も前記第2の透明基板に近い前記層が、銅インジウム合金層である請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項9】

複数の前記透明電極パターン上に、抵抗率が前記透明電極パターンの抵抗率よりも小さい補助導体が具備されている請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項10】

前記光吸収性樹脂層パターンの前記開口部、および前記金属層パターンの前記開口部には、赤層で形成された赤画素、緑層で形成された緑画素、および青層で形成された青画素のいずれかが具備され、

これら赤画素、緑画素および青画素は、前記積層方向において複数の前記金属層パター 50

ンと前記透明樹脂層との間に挿入され、かつ、前記積層方向に見たときにそれぞれが隣接して配設される請求項 1 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、タッチセンシング機能を液晶パネルに内蔵し、かつ、高い開口率と視認性の優れた液晶表示装置に関わる。加えて本発明は、タッチセンシングに用いる電極に好適な低抵抗の金属層パターンを用い、かつ、透過光の遮光性に優れ、金属層パターンの反射色がほぼ黒色であるタッチセンシング電極を具備する液晶表示装置を提供できる。換言すれば、本発明は、静電容量方式タッチセンシング機能を液晶セル内に内蔵するインセルと呼称される液晶表示装置に関わる。

10

本願は、2014年2月28日に日本に出願された特願2014-038821号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶表示装置や有機EL表示装置には、明るい表示や低消費電力化のため、高い開口率が求められている。これらの表示装置では、画素を区分して表示のコントラストを向上させるために、通常、感光性樹脂に黒色色材としてカーボンなどを分散して形成したブラックマトリクスが用いられる。

【0003】

20

(ブラックマトリクスの遮光性)

表示のコントラストを確保する目的で画素を囲う形で配設されるブラックマトリクスは、高い遮光性を得るため、通常、ガラスなど透明基板上に、カーボンなどの色材を樹脂に分散させた黒色樹脂で1 μ m(マイクロメートル)以上の厚い膜厚に形成される。特に、複数画素をマトリクス状に配した表示面の周囲の4辺にある額縁部、つまり額縁状のブラックマトリクスには、透過測定での光学濃度にて、5以上、あるいは6以上の高い遮光性が要求される。額縁部からは、バックライトユニットの光が漏れやすく、額縁部には、表示面に形成されたブラックマトリクスよりも高い光学濃度が要求される。

【0004】

(ブラックマトリクスの細線化)

30

携帯電話など小型モバイル機器用の表示装置では、200ppi(pixel per inch)以上、さらには300ppi以上の高精細化に伴い、ブラックマトリクスの細線化が、高い遮光性ととともに要求されている。ブラックマトリクスを高精細化することで、画素幅は30 μ m以下と狭くなることから、ブラックマトリクスの膜厚に起因したカラーフィルタの平坦性の悪化が露呈してきている。300ppi以上の高精細な表示装置のブラックマトリクスは、細線の幅が4 μ m以下である必要がある。

【0005】

なお、例えば、ブラックマトリクスの遮光性が高いため、フォトリソグラフィの手法で4 μ m以下の細線のブラックマトリクスのパターンを安定して製造することは難しい。遮光性の高いブラックマトリクスの材料は、その膜厚方向に露光時の光を完全に透過することは難しく、このため、ブラックマトリクスを形成する薄膜は、現像などの工程で剥がれやすくなる。また、遮光性を向上させる目的で、細線の幅が4 μ m以下のブラックマトリクスをフォトリソグラフィの2回工程、つまり2層で形成することは、アライメントの観点できわめて難しい。ブラックマトリクスの2回工程での形成は、アライメントの誤差のために線幅の変化や表示ムラの発生につながりやすい。

40

カラーフィルタなどの一般的工程では、大型の透明基板上に複数画面を形成するため、通常、 $\pm 2\mu$ mといったアライメントマージンが必要である。このため、ブラックマトリクスをフォトリソグラフィの2回の工程で形成することは、困難であった。

【0006】

(表示装置でのタッチセンシング機能)

50

ところで、液晶表示装置や有機EL表示装置に直接入力する手段として、これら表示装置に静電容量方式のタッチパネルを貼り付ける手段や、表示装置の、例えば、液晶層に接する部位にタッチセンシングに対応した素子を設ける手段などがある。タッチセンシングに対応した素子を設ける手段は、インセル方式と呼称される。このインセル方式には、静電容量方式や光センサを用いる方式などがある。

表示装置自体で指やペンなどポインターでの入力可能なインセル方式でのタッチセンシング技術には、静電容量方式が適用されることが多い。この静電容量方式では、特許文献1から6に開示される、静電容量を検知するための2組の電極群が複数必要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0007】

【特許文献1】日本国特許第2653014号公報

【特許文献2】日本国特表2009-540375号公報

【特許文献3】日本国特許第4816668号公報

【特許文献4】国際公開第2013/089019号

【特許文献5】国際公開第2013/018736号

【特許文献6】日本国特開2012-98687号広報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

20

ここで、特許文献1から6には以下に示すような問題がある。

特許文献1には、段落〔0018〕、〔0019〕に開示されているように、Al（アルミニウム）、Cr（クロム）などの金属による静電容量結合を利用して空間座標を入力できる2組の電極群が開示されている。

しかしながら、特許文献1の技術は、多くの欠点を抱えている。例えば、段落〔0019〕には、2組の遮光性の電極がブラックマトリクスとしての機能を果たすことが記載されている。遮光性を持つ導電体はAl、Cr等の金属と記載されているが、これらの金属は高い光の反射率を有するため、明るい室内や太陽光のある戸外では反射光が目立ち、表示品位を大きく低下させる。しかも特許文献1には、表示装置のコントラストを得るために多くの表示装置に適用されている黒色色材を用いた黒色層のパターンおよびカラーフィルタと、前述の2組の電極と、についての表示装置の厚み方向での位置関係が開示されておらず、透過・反射を含むカラー表示についての十分な記載がない。

30

【0009】

さらに、Al（アルミニウム）は、アルカリ耐性を有しておらず、例えば、赤画素、緑画素、および青画素を形成するフォトリソグラフィ工程（アルカリ現像液を用いる工程がある）との整合がとり難い。

より具体的には、着色感光性樹脂を用いて、赤画素等の着色パターンをアルカリ現像する通常のカラーフィルタ工程では、アルカリ現像液にAlが溶解するため、カラーフィルタ工程への適用が困難である。Crについては、パターン形成のため、ウェットエッチング工程を採用した場合には、Crイオンによる環境汚染が懸念される。ドライエッチング工程を採用した場合には、使用するハロゲンガスの危険性等がある。

40

【0010】

特許文献2には、特許文献2の請求項1～請求項3、請求項35、請求項45、請求項60等に記載されているように、第1基板であるTFTPレートの第2基板に対向する面に、少なくとも1つのタッチ要素が配置される構成が提案されている。特許文献2の請求項4には、ブラックマトリクスの裏配置された複数の金属タッチ感知電極の構成が記載されている。

特許文献2の技術の骨子は、特許文献1の請求項1～3にある程度記載されているが、タッチセンシングに関わるタッチ要素の具体的構成を明示している点で、特許文献2の技術は重要な技術である。なお、特許文献1の段落〔0015〕のほかに、電荷検出による

50

ペン入力方式のための、電極手段がAMLCD (Active Matrix Liquid Crystal Display) の構成要素の役割を兼ねることが記載されている。

【0011】

しかしながら、特許文献2の技術は、液晶表示装置の最適化が考慮されていなく、特に透過率が考慮されていない。また、タッチセンシング時のノイズ低減に関わる技術の考慮や、観察者から液晶表示装置を見た場合の視認性の改善が希薄である。

加えて、ブラックマトリクス裏配置された複数の金属タッチ感知電極に関して、ブラックマトリクスのパターンと複数の金属タッチ感知電極のパターンの詳述がない。特許文献2の図57や図72からは、ブラックマトリクスと符号M1で示される金属等のパターンは、大きさが異なると判断できる。特許文献2には、ブラックマトリクスと金属等のパターンを同じ線幅で形成する技術は開示されていない。例えば、300ppi以上の画素の高精細化についての具体的記述はない。

【0012】

また、これら符号M1で示される金属等のパターンと、タッチセンシングに用いるITO₂等の対向電極との静電容量が保持されている方法、および、タッチセンシング時のノイズ低下やS/N比の向上のための具体策が、特許文献2にはほとんど開示されていない。さらに、例えば、図36で示される構成では、ITOや金属BMからの光反射が観察者の眼に入射してしまうこと、図57で示されるブラックマトリクスの反射率を下げて低反射率を実現する視認性改善の技術は、特許文献2では考慮されていない。図57の符号M1の液晶に反射する反射光(液晶セル内での再反射)も考慮されていない。図57や図58に示されるように、ブラックマトリクスの幅は、M1(金属1)の幅より広がっている。これは、通常のリソグラフィ工程では±2μm程度のアライメント精度を許容する必要があるため、ブラックマトリクスの幅とM1の幅とを等しくすることは一般に困難である。特許文献2の〔0150〕段落には、60fpsというディスプレイ・フレーム更新レートと、120fpsのタッチ走査レートが記載されている。しかし、120fpsのタッチ走査レートのタッチ走査は、60fpsのディスプレイ・フレーム更新レート内に、2回含まれることになる(120fpsは60fpsの2倍)。このため、60fpsのディスプレイ・フレーム更新時の表示に関わるノイズをこのタイミングで包含することになる。液晶駆動のノイズを含みやすいディスプレイ・フレーム更新レートの整数倍の、タッチ走査レートは好ましくない。

特許文献2の技術は、液晶表示装置として機能するための透過率、観察者の視認性、タッチセンシング時のノイズ低下やS/N比の観点から、十分な技術となっていない。

【0013】

特許文献3には、液晶表示装置の液晶層の近傍に配置される共通電極に印加される表示用駆動電圧をタッチセンサ用駆動信号として用いる技術が開示されている。特許文献3の図4、図5、図7、および図8にも開示されるように、共通電極は検出電極より、指等のポインターから遠い位置に配置され、共通電極に駆動信号(駆動電極)が印加される。

特許文献3には、指等ポインターにより近い位置に配置される電極をタッチセンシングに関わる駆動電極として用いる構成は開示されていない。さらに、タッチに関わる駆動電極を、観察者に近い位置から順に光吸収性樹脂層、および銅合金を積層して構成する技術も開示されていない。特許文献3の技術は、液晶表示装置として機能するための透過率、観察者の視認性、タッチセンシング時のノイズ低下やS/N比の観点から最適化されていない。

【0014】

特許文献4には、特許文献4の請求項1に示されるように、同一平面上に隣接して配設される第1のユニット電極と第2のユニット電極による静電容量方式のタッチパネル基板が開示されている。例えば、特許文献4の図3(a)、(b)に、絶縁性遮光層6上に導電層7が積層される構成が開示されている。

さらに図3(a)のA-A'断面図である図1に示されるように、絶縁性遮光層6の形

10

20

30

40

50

成されていない部分と、図3(a)のB-B'断面図である図2に示されるように絶縁性遮光層6上に導電層7の形成されている部分が、それぞれ含まれていることが開示されている。

特許文献4の図2では、絶縁性遮光層6の幅が広いと画素の開口部の開口率を低下させる問題がある。逆に、図1では、導電層7が、透明絶縁基板を介して視認されるため、導電層7の反射光が観察者の目に入り、視認性を大きく低下してしまう問題がある。また、特許文献4の段落〔0071〕に記載されているように、導電層7はコンタクトホールを介して、可視光を透過させる位置検出電極9と電気的に接続する役割を持ち、導電層7が静電容量による検出を行う役割を有していない。

【0015】

10

特許文献4には、透明絶縁性基板の液晶と接する面に、例えば、透明樹脂層などの絶縁層を介して、位置検出電極9であるセンス電極とドライブ電極を直交させて積層する構成は開示されていない。加えて、絶縁性遮光層6と導電層7を、平面視、同一形状及び同一寸法で形成する技術は開示されていない。

特許文献4に開示される技術は、コンタクトホール形成も含め、構成が極めて複雑である問題を抱えている。開口率の観点からも、特許文献4では視認性の良好なタッチパネル基板を提案しているとは言えない。

【0016】

特許文献5では、In、Ga、Znから選択される元素を含む酸化物層を、アクティブ素子の半導体層として用いて、画像データを書き込む第1の期間と、検出対象物位置の検出のセンシングを行う第2の期間からなる1フレーム期間を備える表示装置が開示されている。位置検出部には、複数の第1電極と複数の第2電極が交差するように設けられている。特許文献5の図4あるいは図24に示されるように、平面視において、複数の第1電極および複数の第2電極はそれぞれ隣接し、特許文献5の請求項3に記載されているように隣接する箇所、容量で結合されている。

20

図2には、特許文献5の技術に関わるTFT基板の、平面視、水平方向と垂直方向に配列される画素配列が示され、図4および図24には、約45度方向にスリットで分割された菱形形状の第1電極、第2電極が開示されている。

【0017】

特許文献5の技術では、画素電極形状と、上記菱形形状の第1電極、第2電極の平面視の位置整合の状態が不明である。さらに、約45度方向にスリットで分割された第1電極、第2電極を、共通電極Comとして用いたときの、最適な液晶の開示がない。垂直配向の液晶を想定したときに、約45度方向のスリットが、例えば、液晶配向や液晶の透過率に好ましくない影響を与えると判断される。特許文献5の段落〔0143〕、〔0144〕、また、図13に示されるように、導電層27とブリッジ電極7は、同じ金属層から形成される。しかしながら、第1電極あるいは第2電極の一方を金属層とブラックマトリクス2層で構成する技術は開示されていない。例えば、同一形状及び同一寸法を有する光吸収性樹脂層パターンと金属層パターンとが積層されるタッチセンシング用の駆動電極は開示されていない。

30

【0018】

以上のような状況を鑑み、タッチセンシング機能を持つ液晶表示装置には、例えば、以下に示す性能が望まれている。すなわち、指やペンなどポインターのタッチセンシング時のノイズを減らすために、静電容量方式における上記2組の複数の電極群が低い抵抗値をもつことが望まれている。特に、複数の電極群は指などポインターにより近い位置にあり、かつ、タッチセンシングに関わる駆動電極(走査電極)の抵抗値は、駆動電圧の波形のなまりを防ぐため、低いことが要請される。また、駆動電極と直交する検出電極の抵抗値も低いことが望ましい。

40

【0019】

特許文献6の請求項1には、第1方向に配列される複数の共通電極パターンと交差する第2方向に配列されるブラックマトリクスパターンが開示されている。また、その実施形

50

態および図 1 には、縦電界方式と理解できる液晶表示装置が開示されている。しかし、特許文献 6 の共通電極は、タッチセンシングに用いられる駆動電極であり、また、液晶表示における駆動電極であり、それぞれの駆動信号が共通電極に印加される。および、〔 0 0 6 1 〕段落や〔 0 0 2 4 〕段落に記載されているように、タッチ駆動である第 1 フレームと画像表示である第 2 フレームは、重ならないタイミングの時分割で駆動される。例えば、共通電極を 0 (ゼロ) ボルトなどの定電位に設定して、タッチ駆動と液晶駆動とを異なる周波数で駆動することは開示されていない。さらに、ブラックマトリクスを構成する導電性の不透明導電性物質としてクロム (Cr) 又はクロム酸化物 (CrOx) 以外の材料は、特許文献 6 には開示されていない。さらに、特許文献 6 は、クロム (Cr) 又はクロム酸化物 (CrOx) の場合に生じる高い光の反射率を考慮していない。クロムは一般的に 40 % 前後の光反射があり、クロム酸化物でもおよそ 10 % から 30 % の高い光反射率を持ち、表示装置の視認性を大きく低下させてしまう。

10

【 0 0 2 0 】

上述したように、表示装置に適用するための前記複数の電極群の表面は、反射率が低いことが必要である。太陽光など明るい外光が表示装置の表示面に入射したときに、前記複数の電極群の光反射率が高いと (反射率が低くないと)、大きく表示品位を低下することになる。例えば、アルミニウムやクロムの単層で、あるいはこれらの金属と酸化クロムの 2 層構成で、1 組の電極群を形成したときは、外光の反射率が大きく、表示の視認性を損なってしまう。液晶表示装置のアレイ基板の裏面に具備されるバックライトユニットからの再反射光を少なくするために、複数の電極群の表面の反射率が低いことが望ましい。TFT (Thin Film Transistor) などアクティブ素子に反射光が入射すると、アクティブ素子が誤動作し、画像表示に悪い影響を与える。

20

以下に示す本発明の実施形態における構成では、開口率の高い駆動電極と、透過率を確保できる検出電極 (透明電極) と、縦電界で駆動する垂直配向の液晶層をその厚さ方向の全体にわたり活用することで液晶表示の透過率を高くしている。水平配向の液晶層を用いた IPS (In Plane Switching) や FFS (Fringe Field Switching) と呼称される横電界の液晶駆動方式の表示装置では、垂直配向の液晶層を用いた表示装置と比較して、正面透過率が低い。さらに、IPS や FFS と呼称される横電界の液晶駆動方式の表示装置では、縦電界の方式と比較して液晶層への駆動電圧印加時の、液晶分子動作の伝播など選択画素の隣接画素への影響が大きく、混色の問題を抱えている。このように、横電界の液晶駆動方式では、画素を高精細化するほど、この混色の欠点が著しくなる。

30

【 0 0 2 1 】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の第 1 の目的は、タッチセンシング機能を内蔵させながらも、開口率を向上させるとともに外観、黒色でかつ低抵抗の駆動電極を持ち、視認性良く、透過率 (開口率) の高い液晶表示装置を提供することである。

また本発明の第 2 の目的は、指などポインターの位置検出についての性能が高い液晶表示装置を、簡単な構成で、かつ、高い精度で提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【 0 0 2 2 】

上記課題を解決するために、この発明は以下の手段を提案している。

本発明の一態様の液晶表示装置は、表示基板と液晶層とアレイ基板とがこの順で積層され、ノーマリーブラックモードで表示を行う表示部と、前記表示部及びタッチセンシング機能を制御する制御部と、を備える。前記表示基板は、第 1 の透明基板と、前記第 1 の透明基板の前記液晶層に対向する面に順に積層された、開口部が形成された複数の光吸収性樹脂層パターンと、開口部が形成された複数の金属層パターンと、透明樹脂層と、電氣的に独立した複数の透明電極パターンとを有する。複数の前記光吸収性樹脂層パターンおよび複数の前記金属層パターンは、前記表示基板、前記液晶層および前記アレイ基板が積層された積層方向に見たときに、互いに等しい線幅を有し、かつ、同一形状に形成されて重

50

なる。複数の前記金属層パターンは、互いに絶縁された状態で前記積層方向に直交する第1方向に並べて配置されている。複数の前記透明電極パターンは、互いに絶縁された状態で前記積層方向および前記第1方向にそれぞれ直交する第2方向に並べて配置されている。それぞれの前記金属層パターンは、銅を主材とする合金層および銅層の少なくとも一方を有する。前記液晶層が有する液晶分子は、負の誘電率異方性を持つとともに初期配向が垂直配向であり、前記表示部はノーマリーブラックモードで表示を行う。前記アレイ基板は、第2の透明基板と、前記第2の透明基板の前記液晶層に対向する面に積層された、画素電極、薄膜トランジスタ、金属配線、および絶縁層を有する。前記制御部は、複数の前記透明電極パターンを定電位とし、複数の前記金属層パターンにタッチ駆動電圧を印加して、前記金属層パターンと前記透明電極パターンと間の静電容量の変化を検出し、複数の前記透明電極パターンを定電位とし、前記画素電極に表示用の液晶駆動電圧を印加して、前記液晶層を駆動するとともに、前記タッチ駆動電圧の周波数と前記液晶駆動電圧の周波数とは互いに異なる。

10

【0023】

ここで、透明電極パターン（透明電極）は、高抵抗体を介在させて接地して定電位を有する検出電極であってもよい。この場合、複数の金属層パターンは、タッチセンシング駆動に用いられる駆動電極として機能する。定電位である前記透明電極パターンと前記画素電極との間に印加される液晶駆動電圧の周波数は、タッチセンシング駆動（タッチ駆動電圧）の駆動電圧の周波数とは異なる。

【0024】

20

本発明の一態様の液晶表示装置においては、前記積層方向に見たとき、前記透明電極パターンは、前記第2方向において前記金属層パターンの3以上の前記開口部と重なってもよい。

【0025】

本発明の一態様の液晶表示装置においては、前記画素電極は、前記絶縁層の前記液晶層に対向する面に配置され、前記アレイ基板は、前記絶縁層の前記画素電極とは反対側に配置される補助容量電極を有し、前記積層方向に見たときに、前記補助容量電極の一部が前記画素電極と重なり、前記補助容量電極の残部が前記画素電極と重ならなくてもよい。

【0026】

本発明の一態様の液晶表示装置においては、前記光吸収性樹脂層パターンに含まれる主たる光吸収材がカーボンであり、前記光吸収性樹脂層パターンの厚さ1 μm あたりの光学濃度が、0.4以上1.8以下であり、前記光吸収性樹脂層パターンの厚さが0.1 μm 以上0.8 μm 以下であってもよい。

30

【0027】

本発明の一態様の液晶表示装置においては、前記薄膜トランジスタは、ガリウム、インジウム、亜鉛、錫、ゲルマニウム、及びアルミニウムのうちの2種以上の金属酸化物を含むチャンネル層を備えてもよい。

【0028】

本発明の一態様の液晶表示装置においては、それぞれの前記金属層パターンは、複数の層で構成され、複数の前記層の少なくとも1つが前記合金層であってもよい。

40

【0029】

本発明の一態様の液晶表示装置においては、それぞれの前記金属層パターンは前記合金層を有し、前記合金層に含まれる合金元素が、マグネシウム、カルシウム、チタン、モリブデン、インジウム、錫、亜鉛、アルミニウム、ベリリウム、ニッケルから選択される1以上の元素であってもよい。

【0030】

本発明の一態様の液晶表示装置においては、それぞれの前記金属層パターンは、複数の層で構成され、複数の前記層のうち最も前記第2の透明基板に近い前記層が、銅インジウム合金層であってもよい。

【0031】

50

本発明の一態様の液晶表示装置においては、複数の前記透明電極パターン上に、抵抗率が前記透明電極パターンの抵抗率よりも小さい補助導体が具備されてもよい。

【0032】

本発明の一態様の液晶表示装置においては、前記光吸収性樹脂層パターンの前記開口部、および前記金属層パターンの前記開口部には、赤層で形成された赤画素、緑層で形成された緑画素、および青層で形成された青画素のいずれかが具備され、これら赤画素、緑画素および青画素は、前記積層方向において複数の前記金属層パターンと前記透明樹脂層との間に挿入され、かつ、前記積層方向に見たときにそれぞれが隣接して配設されてもよい。

【0033】

以下、タッチセンシングに関わる電極を、検出電極と駆動電極を合わせてタッチ電極と呼称する。

駆動電極は、以下に詳述するように、光吸収性樹脂層と金属層との2層構成を有する。以下の記載では、駆動電極を黒色電極、また、黒色電極のパターンを黒色パターンと呼称することがある。

【発明の効果】

【0034】

本発明の一態様は、開口率を上げることで、例えば、透過率を向上させ、視認性を向上させた液晶表示装置を提供することができる。また本発明の一態様によれば、例えば、指などポインターの位置検出についての性能が高く、かつ、抵抗値が小さく低反射率である黒色電極を具備する液晶表示装置を提供することができる。

また、本発明の一態様においては、第1の透明基板と金属層パターンとの間に光吸収性樹脂層パターンが具備されている。このため、液晶パネルの黒表示時に、例えば、アレイ基板の第2の透明基板に形成された複数の金属配線（ソース線、ゲート線）等によりベゼル（表示部周囲の黒色の額縁）の黒色に色調や反射色を合わせることができ、視認性を向上できる。さらに、開口率が高く、タッチセンシング機能をあわせ持つ液晶表示装置を提供できる。更に、垂直配向液晶の特長である高い黒表示を活かすことができる。

加えて、本発明の一態様は、高精細化された画素サイズまで柔軟に対応でき、ノイズに対する耐性を向上させることができるタッチ電極を提案しており、外付けのタッチパネルと異なり、ペン入力にも対応できる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の第1実施形態の液晶表示装置のブロック図である。

【図2】本発明の第1実施形態の液晶表示装置の表示部における側面の断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態の液晶表示装置の黒色電極の平面図である。

【図4】本発明の第1実施形態の液晶表示装置の黒色電極および透明電極パターンの平面図である。

【図5】本発明の第1実施形態の液晶表示装置のアレイ基板の1つの画素を拡大して示す平面図である。

【図6】従来の液晶表示装置の表示部を電気力線とともに模式的に示す断面図である。

【図7】従来の液晶表示装置の表示部を等電位線とともに模式的に示す断面図である。

【図8】従来の液晶表示装置の表示部の変形例を等電位線とともに模式的に示す断面図である。

【図9】本発明の第1実施形態の液晶表示装置の要部の位置関係を示す平面図である。

【図10】本発明の第1実施形態の液晶表示装置の要部の位置関係を示す平面図である。

【図11】本発明の第1実施形態の液晶表示装置の液晶表示装置用基板の製造方法を示すフローチャートである。

【図12】本発明の第1実施形態の液晶表示装置のタッチ電極の作用を説明する断面図である。

【図13】本発明の第1実施形態の液晶表示装置のタッチ電極の作用を説明する断面図で

10

20

30

40

50

ある。

【図１４】本発明の第２実施形態の表示部における側面の断面図である。

【図１５】本発明の第２実施形態の表示部の平面図である。

【図１６】図１５中の切断線Ａ１－Ａ１の断面図である。

【図１７】図１５中の切断線Ａ２－Ａ２の断面図である。

【図１８】本発明の第４実施形態の表示部における側面の断面図である。

【図１９】本発明の第４実施形態の表示部の作用を説明する断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３６】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。なお、以下の説明において、同一又は実質的に同一の機能および構成要素については、同一の符号を付し、説明を省略するか又は必要な場合のみ説明を行う。

各実施形態においては、特徴的な部分について説明し、例えば、通常の表示装置の構成要素と差異のない部分などについては説明を省略する。また各実施形態は、液晶表示装置を主たる例として説明するが、各実施形態でも部分的に記載していることがあるように、有機ＥＬ表示装置のような他の表示装置についても同様に適用可能である。

【００３７】

（第１実施形態）

以下、本発明に係る液晶表示装置の第１実施形態を、図１から図１３を参照しながら説明する。なお、以下の全ての図面においては、図面を見やすくするため、各構成要素の厚さや寸法の比率は適宜異ならせてある。

【００３８】

図１に示すように、本実施形態の液晶表示装置１００は、表示部１１０と、表示部１１０及びタッチセンシング機能を制御するための制御部１２０とを備えている。

図２に示すように、表示部１１０は、液晶表示装置用基板（表示基板）２２と液晶層２４とアレイ基板２３とが、液晶表示装置用基板２２、液晶層２４、アレイ基板２３の順で積層された構成を有する。表示部１１０は、ノーマリーブラックモードで表示を行う。すなわち、表示部１１０は、液晶表示装置用基板２２の後述する第１の透明基板１０と、アレイ基板２３の後述する第２の透明基板２０とを液晶層２４を介して向かい合うように貼り合わせて構成されている。

なお、「向かい合う」とは、それぞれ透明基板１０、２０の後述する金属層パターン２などのタッチ電極が形成された面と、後述する画素電極２５や薄膜トランジスタ４５などの機能素子などが形成された面とが向かい合うことを意味する。液晶表示装置用基板２２、液晶層２４およびアレイ基板２３が積層された方向を、積層方向Ｚ（垂直方向）とする。また、「積層方向に直交する」とは、第１の透明基板１０とアレイ基板２３の、第１の透明基板１０から積層方向に見たときに、光吸収性樹脂層パターン１および金属層パターン２と、透明電極パターン６とが直交する位置関係を意味する。

【００３９】

（液晶表示装置用基板の概略構成）

液晶表示装置用基板２２は、第１の透明基板１０の液晶層２４に対向する主面（面）１０ａに、複数の光吸収性樹脂層パターン１と、複数の金属層パターン２と、透明樹脂層５と、複数の透明電極パターン６とが、複数の光吸収性樹脂層パターン１、複数の金属層パターン２、透明樹脂層５、および複数の透明電極パターン６の順で積層された構成を有する。前述したように、光吸収性樹脂層パターン１および金属層パターン２で黒色電極４を構成する。第１の透明基板１０としては、例えば、ガラス基板が用いられる。

図３に示すように、複数の光吸収性樹脂層パターン１および複数の金属層パターン２は、積層方向Ｚに平行に見たときに（平面視において）同一形状に形成されて、一部がずれることなく完全に重なっている。

すなわち、複数の光吸収性樹脂層パターン１および複数の金属層パターン２は、同一寸法である。複数の光吸収性樹脂層パターン１、複数の金属層パターン２、および複数の光

10

20

30

40

50

吸収性樹脂層パターン 1 と複数の金属層パターン 2 とが重ねられた複数の黒色電極 4 の形状は互いに等しいため、以下では、複数の金属層パターン 2 の形状で代表して説明する。

【0040】

(金属層パターン)

一つの金属層パターン 2 には、積層方向 Z に直交する第 1 方向 X に 6 個の画素開口部 (開口部) 2 a が並べて形成され、積層方向 Z および第 1 方向 X にそれぞれ直交する第 2 方向 Y に、例えば、480 個の画素開口部 2 a が並べて形成されている。これら第 1 方向 X、第 2 方向 Y は、第 1 の透明基板 10 の主面 10 a に沿う方向である。複数の金属層パターン 2 は、互いに電氣的に絶縁された状態で第 1 方向 X に並べて配置されている。それぞれの金属層パターン 2 は、第 2 方向 Y に延びている。

10

画素開口部 2 a は、例えば、少なくとも 2 辺が平行である多角形状とすることができる。

2 辺が平行である多角形状として、長方形、六角形、V 字形状 (dog legged shape) などが例示できる。これら多角形画素の周囲を囲う額縁形状として、電氣的に閉じた形状とすることができる。これらパターン形状は、平面視において、電氣的に閉じたパターンであるか、一部を開放した (外観的に、つながっていない部分を設ける) パターンであるかによって、液晶表示装置周辺の電氣的ノイズの拾い方が変わる。あるいは、金属層パターン 2 のパターン形状や面積によって、液晶表示装置周辺の電氣的ノイズの拾い方が変わる。

【0041】

20

それぞれの金属層パターン 2 は、銅を主材とする合金層および銅層の少なくとも一方を有している。ここで言う銅を主材とする合金層とは、合金層中に重量比率で銅が 50% よりも多く含まれている合金層を意味する。また、銅層は純粋な銅により形成された層を意味する。

金属層パターン 2 を合金層の薄膜で形成する場合、膜厚 (厚さ、積層方向 Z の長さ) を 100 nm (ナノメートル) 以上、あるいは 150 nm 以上とすると、金属層パターン 2 は、可視光をほとんど透過しなくなる。したがって、本実施形態に関わる金属層パターン 2 の膜厚は、例えば、100 nm から 200 nm 程度であれば十分な遮光性を得ることができる。なお、後述するように、金属層パターン 2 の積層方向 Z の一部を、酸素を含む金属層として形成することができる。

30

【0042】

それぞれの金属層パターン 2 は、複数の層で構成されていてもよい。この場合、複数の層の少なくとも 1 つが合金層である。なお、金属層パターン 2 は単一の層で構成されていてもよい。

それぞれの金属層パターン 2 が合金層を有している場合には、合金層に銅以外に含まれる合金元素は、マグネシウム、カルシウム、チタン、モリブデン、インジウム、錫、亜鉛、アルミニウム、ベリリウム、ニッケルから選択される 1 以上の元素であることが好ましい。このように構成することで、金属層パターン 2 と、ガラス基板や樹脂との密着性を高めることができる。銅は耐アルカリ性に優れ、電気抵抗の小さい優れた導体であるが、ガラスや樹脂に対する密着性が十分でない。銅を合金化して銅を主材とする合金層とすることで、金属層パターン 2 とガラス基板や樹脂との密着性を改善できる。

40

【0043】

合金層において銅に合金元素を添加する量は、3 at% 以下であれば、合金層の抵抗値が大きく上がらないので好ましい。銅に合金元素を添加する量は、0.2 at% 以上であれば、合金層の薄膜とガラス基板などとの密着性が向上する。本実施形態を含み、以下の実施形態の金属層パターン 2 を形成する金属は、以下の記載において特に説明をしない場合は、マグネシウム 1 at% の合金層 (マグネシウム以外は銅) としている。マグネシウム 1 at% の合金層の抵抗値は、銅単体の抵抗値と大きく変わらない。

合金層は、例えば、スパッタリング法を用いた真空成膜で形成することができる。合金元素は、合金層の積層方向 Z に濃度勾配が生じるように銅に添加されても良い。合金層の積

50

層方向 Z の中央部分は、99.8 at % 以上、銅であっても良い。金属層パターン 2 の積層方向 Z において、光吸収性樹脂層パターン 1 と接触する面における合金元素の量を、あるいは、光吸収性樹脂層パターン 1 と接触する面とは反対側の面における合金元素の量を、金属層パターン 2 の積層方向 Z の中央部分における合金元素の量よりも高くなる濃度勾配が生じてても良い。

【0044】

また、合金層の成膜工程においては、合金層における光吸収性樹脂層パターン 1 と接触する面を起点として、例えば、積層方向 Z に 2 nm から 20 nm の範囲の接触層では、成膜時に酸素を導入して、酸素を含む層とすることができる。成膜時の酸素の導入量は、アルゴンなどのベースガスの導入量に対して、例えば、10% とすることができる。この接触層は、例えば、5 at % 以上の酸素を含むことで、接触層を有する金属層パターン 2 の密着性を向上できる。

10

ベースガス中の酸素の含有量を 15 at % から 15 at % を超える値としても、密着性は向上しなくなる。この合金層の接触層を含む金属層パターン 2 の合計膜厚は、例えば、102 nm から 320 nm とすることができる。酸素を含む接触層を、金属層パターン 2 の表面に形成することで、金属層パターン 2 自体の反射率も低下させることができ、黒色電極 4 による低反射効果を増長できる。換言すれば、銅を主材とする合金層は、純粋な銅の層と比較して光の反射率が低いため、この合金層からの光吸収性樹脂層パターン 1 を介しての反射光を減らすことができる。

【0045】

20

なお、ニッケルは、ニッケルを 4 at % 以上含む銅 - ニッケル合金として、本発明の実施形態に適用できる。例えば、ニッケルを 4 at % 以上含む銅 - ニッケル合金を、まず、5 nm から 20 nm の膜厚で、酸素を 5 at % 以上意図的に含ませて形成する。さらに、銅 - ニッケル合金を、酸素を実質含まない 100 nm から 300 nm 程度の膜厚で積層することで、反射率が 30% 以下のタッチセンシング用の電極を形成できる。

銅 - ニッケル合金に酸素を 5 at % 以上含有させることで、銅 - ニッケル合金の表面における反射光が黒色となる。光吸収性樹脂層パターン 1 を第 1 の透明基板 10 と、銅 - ニッケル合金である金属層パターン 2 との界面に挿入することで、黒色電極 4 の反射率を 2% 以下にすることができる。

液晶表示装置用基板 22 では、表示面側、すなわち第 1 の透明基板 10 から見れば、黒色電極 4 が低反射のブラックマトリクス役目を担う。

30

【0046】

また、本発明の実施形態の構成では、金属層パターン 2 は、それぞれ画素の周囲を囲う額縁形状、あるいはマトリクス形状に細線で形成するので、金属層パターン 2 のエッジに付随する静電容量（フリンジ容量、図 12 参照）を増やすことができる。このとき、金属層パターン 2 と直交する広幅ストライプ形状の透明電極パターン 6 は、定電位とすることができる。定電位とは、0（ゼロ）ボルト、高抵抗を介してグランドに接地されたときの電位、あるいは、正負いずれかにオフセットさせた一定の電位を含む。定電位の透明電極パターン 6 と、金属層パターン 2 との間に矩形波や交流電圧での検出駆動電圧を印加して金属層パターン 2 ごとのフリンジ容量（フリンジ容量の変化）を検出する。指などのポイント P のタッチにより発生するフリンジ容量（フリンジ部分に付随して発生する静電容量）は、図 13 の模式図に示すように大きく減少する。つまり、指などのタッチ前後の静電容量を引き算する（変化を検出する）ことで、大きなフリンジ容量の差（静電容量の変化）を得ることが可能となり、タッチセンシングでの S/N 比を大きく向上できる。本発明の実施形態では、検出するフリンジ容量の変化が大きいため、例えば、低い駆動電圧とし、高い駆動電圧の場合より浮遊容量の影響を小さくできる。

40

なお、タッチセンシングの駆動電圧（タッチ駆動電圧）として、交流電圧や矩形波による電圧にオフセットをかける（バイアス電圧を与える）場合、定電位は、交流電圧などの中央値の電圧（平均値）とすることができる。タッチセンシングの駆動電圧は、後述する金属層パターン 2 に印加される。金属層パターン 2 と対向する透明電極パターン 6 の電位

50

は、0（ゼロ）ボルトの定電位に限定するものでなく、画像表示やタッチセンシングの間、一定の電位に保持されていれば良い。このため、定電位は0（ゼロ）ボルトに限定されない。低い駆動電圧とすることで、消費電力を削減できる。

【0047】

例えば、2種類の金属層パターン2（黒色電極4）を用いて、タッチセンシング時の静電容量の演算（引き算）を行って、ノイズ補償を行うことができる。例えば、2種類の金属層パターン2は、2種類の金属層パターン2のそれぞれフリンジの長さを変え、かつ、金属層パターン2の面積を等しくする。この2種類の金属層パターン2でのフリンジ容量の差を引き算することで金属層パターン2に付随するノイズをキャンセルすることができる。それぞれの金属層パターン2の面積は、例えば、表示部の外側のベゼル部分（額縁部分）などの形状で調整できる。金属層パターン2の形状は、液晶表示装置に外部より入る混信ノイズ（以下、外部ノイズ）の影響を軽減するため、パターンの大きさや形状を調整できる。金属層パターン2の一部を開放系（平面視のパターンとしてつながらない部分を設ける）としても良い。タッチセンシングの駆動周波数を、主要な外部ノイズの平均周波数と異なる周波数とすることが好ましい。

10

例えば、上記した特許文献4の図11に示される、互いに隣接し、同一平面上に配設される2組のタッチ電極構造では、本発明の実施形態のように大きなフリンジ容量の差、あるいはタッチセンシング前後の静電容量の変化を得ることが難しく、かつ、高精細画素でのペン入力対応が難しい。

【0048】

20

各金属層パターン2は、図3に示すように、例えば、第1方向Xに6個の画素開口部2aを単位として区分されている。各金属層パターン2は、互いに電氣的に絶縁された状態になるように、すなわち、互いに電氣的に独立するように第1方向Xに並べて配置され、パターン形成されている。第1方向Xに隣り合う金属層パターン2の間には、隙間である離間部15が形成されている。

金属層パターン2が、例えば、第1方向Xに320個並べられることで、液晶表示装置用基板22の画素数は1920×480となる。区分する画素単位は、タッチセンシングの精度や使用目的に応じて調整できる。

金属層パターン2は、タッチセンシングで発生する静電容量の変化を検出する検出電極として、あるいは、タッチセンシングの駆動電極（タッチ駆動電極あるいは走査電極）として用いることができる。

30

黒色電極をタッチセンシングでの駆動電極とし、透明電極パターン6を検出電極すると、タッチセンシングの駆動条件と液晶の駆動条件（周波数や電圧など）とを異ならせることができる。タッチセンシングの駆動周波数と液晶の駆動周波数とを異ならせることで、タッチセンシング駆動及び液晶駆動の互いの影響を低減することができる。例えば、タッチセンシングの駆動周波数を数kHz～数十kHzとし、液晶駆動の周波数を60Hz～240Hzとすることができる。さらには、タッチセンシング駆動と液晶駆動を時分割で行うこともできる。

黒色電極を駆動電極（走査電極）に用いる場合に、要求されるタッチの入力の速さにあわせて静電容量検出の走査周波数を任意に調整できる。さらには、速い応答性を得るために、複数の黒色電極の全てを走査するのではなく、全ての黒色電極から選択された黒色電極（選択された黒色電極の数は、全ての黒色電極の数よりも少ない）を走査することもできる（間引き走査）。

40

なお、以下では、金属層パターン2を主に駆動電極として用いる場合について説明する。

【0049】

複数の光吸収性樹脂層パターン1、複数の黒色電極4にも金属層パターン2と同じように、画素開口部（開口部）1a、画素開口部4aがそれぞれ形成されている。第1方向Xに隣り合う光吸収性樹脂層パターン1、黒色電極4の間には、離間部15がそれぞれ形成されている。第1方向Xに隣り合う光吸収性樹脂層パターン1、黒色電極4は、それぞれ

50

が電氣的に絶縁されている。

画素開口部 4 a においては、画素開口部 1 a および画素開口部 2 a が積層方向 Z に重ねられている。

複数の黒色電極 4 は、図 2 に示すように第 1 の透明基板 1 0 と透明樹脂層 5 との界面に配置されている。

黒色電極 4 を構成する光吸収性樹脂層パターン 1 及び金属層パターン 2 のうち、観察者に近い位置には光吸収性樹脂層パターン 1 が配設されている。このため、視認性の良い低反射の“黒”が得られる。しかし、金属層パターン 2 は、液晶層に近い位置に設けられる金属面であるため、バックライトユニットから出射された光が金属層パターン 2 によって反射され、薄膜トランジスタのチャネル層 4 6 に反射光が入射する。このような構造においては、このチャネル層 4 6 への光入射を避けるため、Z 方向（積層方向）における金属層パターン 2 とチャネル層 4 6 との間に位置する部位に、例えば、第 2 のブラックマトリクスとしてチャネル層 4 6 の上部を含む遮光パターンを形成することができる。第 2 のブラックマトリクスは、後述する光吸収性樹脂で形成しても良く、あるいは、遮光性の金属薄膜の単層や光吸収性樹脂層との積層構成で形成しても良い。

【 0 0 5 0 】

（光吸収性樹脂層パターン）

光吸収性樹脂層パターン 1 は、例えば、電氣的には絶縁体である。光吸収性樹脂層パターン 1 が有する光吸収性の主な黒色色材として、カーボン、カーボンナノチューブ（以下、「CNT」と称する）、金属微粒子などを用いることができる。光吸収性樹脂層パターン 1 の膜厚方向にカーボンや CNT の濃度を変えても良い。光吸収性樹脂層パターン 1 を、カーボンを主たる光吸収材とする光吸収樹脂層と、CNT を主たる光吸収材とする光吸収性樹脂層との 2 層構成としても良い。黒色色材には、色調整のため種々の有機顔料を添加しても良い。カーボンを「主たる光吸収材」として用いることは、黒色色材の顔料の重量比率でカーボンが 5 1 % 以上であることを意味する。光吸収性樹脂層パターン 1 は、観察者に光が反射するのを防止する。観察者の眼には、光吸収性樹脂層パターン 1 は「黒」色と視認される。

【 0 0 5 1 】

光吸収性樹脂層パターン 1 の透過測定での光学濃度は、例えば、2 未満とすることができる。例えば、光吸収性樹脂層パターン 1 の透過測定による厚さ 1 μm あたりの光学濃度が、0 . 4 以上 1 . 8 以下であり、かつ、光吸収性樹脂層パターン 1 の膜厚が 0 . 1 μm 以上 0 . 8 μm 以下であることが好ましい。必要に応じ、光学濃度や膜厚は、前述の数値範囲外に設定できるが、第 1 の透明基板 1 0 と光吸収性樹脂層パターン 1 の界面での光反射率が 2 % 未満となるように、光吸収性樹脂層パターン 1 の厚さ 1 μm あたりのカーボン量を調整することが好ましい。

界面での光反射率が 2 % を超えてくると、ノーマリーブラックの液晶表示装置における表示画面の黒の色と、額縁（ベゼル）の色（通常、黒色）との目視での色の差を生じる。意匠性の観点から、第 1 の透明基板 1 0 と光吸収性樹脂層パターン 1 の界面での光反射率が 2 % 未満となるように、黒色色材の色やカーボン量を調整することが望ましい。また、光吸収性樹脂層を、屈折率が互いに異なる樹脂による複数の層で形成しても良い。光吸収性樹脂層に用いる樹脂の屈折率は低いことが望ましい。

なお、ノーマリーブラックの表示は、用いる 2 枚の偏光板をクロスニコルに配置することによって得られる。垂直配向の液晶層は、水平配向の液晶層より高い黒表示を得ることができる。なぜなら、水平配向の液晶層では、偏光板の光軸と液晶層の配向軸を厳密に合わせることが難しいため、黒表示で若干の光漏れを生じやすい。垂直配向の液晶層では、ノーマリーブラック（黒表示）での偏光板に対する光軸合わせが不必要である。垂直配向、かつ、縦電界の液晶表示装置は、前記したようにノーマリーブラックでの黒表示に優れる。例えば、低反射率のブラックマトリクスを透明基板の観察者側に配設する構成では、この垂直配向に付随する黒表示と合わせ、品質の高い“黒”を得ることができる。

【 0 0 5 2 】

光吸収性樹脂層パターン 1 の光学濃度や色調は、カーボンなどの黒色色材、あるいは、カーボンに複数の有機顔料を加える量で調整できる。光吸収性樹脂層パターン 1 は、感光性の黒色塗布液を、第 1 の透明基板 10 に塗布して所望のパターンに露光、現像し、さらに熱処理などで硬膜して得ることができる。

感光性の黒色塗布液は、例えば、有機溶剤と光架橋可能なアクリル樹脂と開始剤、および / あるいは加熱硬化による硬化剤とを混合した混合材料にカーボンなどを分散して作製される。

光による開始剤を含有させず、加熱硬化による硬化剤のみを添加して、熱硬化タイプの黒色塗布液を作製することができる。本発明の実施形態におけるカーボンが主たる黒色色材とは、全顔料比率でカーボンが 51 重量 % を超える比率で添加されている黒色塗布液を言う。

10

【0053】

黒色電極 4 の膜厚、すなわち光吸収性樹脂層パターン 1 と金属層パターン 2 の合計の膜厚は、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。黒色電極 4 の膜厚が薄い場合、表面の凹凸や突起を小さくし、例えば、液晶の配向不良などを抑えることができる。例えば、光吸収性樹脂層パターン 1 の膜厚を 700 nm とし、金属層パターン 2 の膜厚を 180 nm とすることができ、このときの黒色電極 4 の全体の膜厚は 880 nm ($0.88\text{ }\mu\text{m}$) となる。黒色電極 4 の厚さが薄いと、後述する赤層、緑層、および青層などの着色層を積層するカラーフィルタが平坦になりやすい。

本発明の実施形態に関わる黒色電極 4 は、遮光性の高い金属層パターン 2 をその構成に用いるため、光吸収性樹脂層の膜厚を薄く、あるいは光学濃度を低くできる。このように光吸収性樹脂層が薄い膜厚で形成されている場合、あるいは、光吸収性樹脂層の光学濃度が低い場合、フォトリソグラフィでの解像度が向上する。

20

【0054】

透明樹脂層 5 は、熱硬化性を有するアクリル樹脂などで形成することができる。この例では、透明樹脂層 5 の膜厚は $1.5\text{ }\mu\text{m}$ とした。透明樹脂層 5 の膜厚は、金属層パターン 2 と透明電極パターン 6 とが電氣的に絶縁される範囲で任意に設定できる。前記した光吸収性樹脂層パターン 1 や透明樹脂層 5 は、例えば、屈折率など光学特性が互いに異なる複数の層を積層する構成でも良い。

【0055】

30

図 2 および図 4 に示すように、複数の透明電極パターン 6 は、透明樹脂層 5 上に、例えば、第 2 方向 Y に互いに絶縁された状態になるように、すなわち、互いに電氣的に独立するように並べて配置されている。透明電極パターン 6 は、透明樹脂層 5 上に、金属層パターン 2 と直交する第 1 方向 X に延びるストライプ形状に形成されている。

なお、例えば、 300 ppi 以上の高精細の液晶表示装置において、図 4 に示す積層方向 Z に見たとき、それぞれの透明電極パターン 6 は、第 2 方向 Y において金属層パターン 2 の 3 以上の画素開口部 2a と重なることが好ましい。透明電極パターン 6 が第 2 方向 Y に重なる画素開口部 2a の数は、3 以外にも 6 や 9 などでもよい。

このように構成することで、第 2 方向 Y において 3 以上の画素開口部 2a をまとめて走査するため、表示部 110 全体を走査するのに要する時間を短縮させることができる。

40

透明電極パターン 6 は、ITO (Indium Tin Oxide) と呼称される導電性金属酸化物で形成されていて、この例では、透明電極パターン 6 の膜厚は 140 nm であるが、この膜厚に限定されない。透明電極パターン 6 は、金属層パターン 2 と対となるもう一方のタッチ電極である。

なお、透明電極パターン 6 には、後述するように、抵抗値を下げるため、パターンの長手方向 (ストライプの長さ方向、第 1 方向 X) に延在する金属膜の細線を補助導体として具備させることができる。

【0056】

透明電極パターン 6 は、タッチセンシング時の検出電極として用いることができる。

本発明の実施形態では、タッチセンシングに関わる黒色電極 4、透明電極パターン 6 の

50

いずれも、第1の透明基板10の液晶層24に接する面(主面10a)に具備される。上記電極のいずれかを第1の透明基板10の表面(主面10aとは反対側の面)に形成することは、第1の透明基板10の厚さが影響し、黒色電極4と透明電極パターン6との間のフリンジ容量形成に悪影響を与える。形成されるフリンジ容量が小さいと、タッチ検出時のS/N比を低下させる。

【0057】

図3および図4に示すように、複数の金属層パターン2および複数の透明電極パターン6には、電極取り出し部である端子部61を設けることができる。これらの端子部61は、複数の画素開口部4aで規定される全体矩形の表示領域外にある端子部61の領域Dに配置することが望ましい。

10

複数の金属層パターン2は、全てをタッチセンシングの駆動電極として用いる必要はなく、例えば、第1方向Xに3本おきの金属層パターン2を用いる(3本のうち2本の金属層パターン2を間引いて(除いて)、1本の金属層パターン2を走査できる)など、金属層パターン2を間引いて駆動(走査)することができる。駆動電極として用いない金属層パターン2は、電氣的に浮いた形(フローティングパターン)としても良い。フローティングパターンは、スイッチング素子により、駆動電極に切り替えて高精細なタッチセンシングを行っても良い。あるいは、フローティングパターンは、グランド(筐体に接地)に切り替えることもできる。

【0058】

透明電極パターン6は、液晶駆動時には定電位の共通電位とすることができる。あるいは、すべての透明電極パターン6を、高抵抗体を介在させて接地することができる。高抵抗の値は、例えば、数ギガオームから数ペタオームの範囲とすることができる。代表的には、1テラオームから50テラオームとすることができる。しかしながら、液晶表示の薄膜トランジスタのチャンネル層をIGZOなど酸化物半導体とする場合、液晶表示の画素の焼きつきを生じやすさを緩和するため、1ギガオームより低い抵抗を用いても良い。また、タッチセンシングにおいて、静電容量のリセット回路を設けない簡易制御では、この静電容量のリセットの目的で、1ギガオームより低い抵抗を用いても良い。

20

金属層パターン2の間引きの数を増やして走査線数を減らすことで、駆動周波数を低くでき消費電力の削減を行うことができる。逆に、高い密度での走査にて、高い精度を確保するとともに高精細化することで、例えば、指紋認証などに活用できる。タッチセンシングにおける走査線数は、その制御部で調整しても良い。定電位は、必ずしも“0(ゼロ)”ボルトを意味しておらず、駆動電圧の高低の中間値としても良い。オフセットさせた駆動電圧にしても良い。透明電極パターン6は、定電位であるため、液晶を駆動する画素電極の駆動周波数と異なる周波数で、タッチ電極(黒色電極)を駆動しても良い。液晶駆動とタッチセンシングのための駆動を時分割とすることもできるが、透明電極パターン6は定電位であるため、液晶駆動とタッチセンシングのための駆動を時分割駆動とせず、それぞれ異なる周波数で駆動しても良い。ただし、後述するように、薄膜トランジスタ45のチャンネル層46をIGZO(登録商標)などの酸化物半導体とするときは、容易に時分割駆動とすることができる。

30

なお、液晶駆動の共通電極としてのVcomは、一般的に液晶駆動でのフレーム反転を含む交流矩形信号であり、例えば、 ± 2.5 Vの交流電圧をフレーム毎に印加する。本願の技術では、こうした駆動に必要な交流電圧は定電位として扱わない。本願の技術での定電位の電圧変動は、少なくとも液晶駆動の閾値(V_{th})より小さい一定の電圧変動以内の定電位である必要がある。

40

【0059】

アレイ基板23は、図2および図5に示すように、第2の透明基板20の液晶層24に対向する主面(面)20aに、複数の画素電極25、複数の薄膜トランジスタ45、金属配線40、および絶縁層28を有している。より具体的には、第2の透明基板20の主面20a上に、複数の絶縁層28を介して複数の画素電極25および複数の薄膜トランジスタ45が設けられている。なお、図2では薄膜トランジスタ45を示していなく、図5で

50

は絶縁層 28 を示していない。

金属配線 40 は、信号線（ソース線）41、走査線（ゲート線）42、および補助容量線 43 を複数有している。信号線 41、走査線 42 および補助容量線 43 は、いずれもチタンと銅との 2 層構成を有する。

各画素電極 25 は公知の構成を有し、絶縁層 28 の液晶層 24 に対向する面に黒色電極 4 の画素開口部 4a に対向するように配置されている。

金属配線 40 は、複数の層を有する多層構成で形成されてもよい。この場合、複数の層の少なくとも 1 つは銅層や銅合金層であり、他の層はチタンやモリブデンなどの高融点金属の層とすることができる。また、金属配線 40 を、水平配向の CNT 上に銅などの良導電率の金属を積層して構成しても良い。

10

【0060】

各薄膜トランジスタ 45 のチャネル層 46 は、ポリシリコンなどシリコン系半導体、あるいは酸化物半導体で形成することができる。薄膜トランジスタ 45 は、チャネル層 46 が、IGZO（登録商標）などのガリウム、インジウム、亜鉛、錫、ゲルマニウム、及びアルミニウムのうちの 2 種以上の金属酸化物を含む酸化物半導体であることが好ましい。このような薄膜トランジスタ 45 はメモリー性が高い（リーク電流が少ない）ため、液晶駆動電圧印加後の画素容量を保持しやすい。このため、補助容量線 43 を省いた構成とすることができる。後述するドット反転駆動の場合に、メモリー性の良好な IGZO などを用いれば、透明電極パターンを一定の電圧（定電位）とするときの、定電圧駆動に必要な保持容量（ストレージキャパシタ）を省くことも可能である。

20

IGZO など酸化物半導体をチャネル層 46 に用いる薄膜トランジスタ 45 は、電子移動度が高く、例えば、2 msec（ミリ秒）以下の短時間で必要な駆動電圧（映像信号）を画素電極 25 に印加できる。例えば、倍速駆動（1 秒間の表示コマ数が 120 フレームである場合）の 1 フレームは約 8.3 msec であり、例えば、6 msec をタッチセンシングに割り当てることができる。透明電極パターン 6 である駆動電極が、定電位であるため、液晶駆動とタッチ電極駆動とを時分割駆動しなくてもよい。液晶を駆動する画素電極の駆動周波数とタッチ電極の駆動周波数とを、異ならせることができる。また、ソース線から薄膜トランジスタへ映像信号を送るタイミングと同期して動作するノイズフィルタを、制御部に組み込んでよい。ノイズフィルタは、例えば、上記 2 msec 以下の短時間の間のみ動作すれば良い。IGZO など酸化物半導体は、電気的な耐圧が高いので、高めの電圧で液晶を高速駆動でき、3D など 3 次元映像表示に有力である。IGZO など酸化物半導体をチャネル層 46 に用いる薄膜トランジスタ 45 は、前記したようにメモリー性が高いため、例えば、液晶駆動周波数を 0.1 Hz から 120 Hz 程度の低周波としてもフリッカー（表示のちらつき）を生じにくいメリットがある。IGZOなどをチャネル層とするトランジスタを用い、低周波でのドット反転駆動と、ドット反転駆動の周波数とは異なる周波数で駆動されるタッチ駆動とを併用することで、低消費電力で、高画質の映像表示と高精度のタッチセンシングをとともに得ることができる。

30

【0061】

また、酸化物半導体をチャネル層 46 に用いる薄膜トランジスタ 45 は、前述のようにリーク電流が少ないため、画素電極 25 に印加した駆動電圧を長い時間保持できる。アクティブ素子の信号線や走査線、補助容量線などをアルミニウム配線より配線抵抗の小さい銅配線で形成し、さらに、アクティブ素子として短時間で駆動できる IGZO などを用いることで、タッチセンシングの走査での時間的マージンが広がり、発生する静電容量の変化を高精度で検出できる。IGZOなどの酸化物半導体をアクティブ素子に適用することで液晶などの駆動時間を短くでき、表示画面全体の映像信号処理の中で、タッチセンシングに適用する時間に十分な余裕ができ、映像信号に付随するノイズを減らすことができる。

40

ドレイン電極 36 は、薄膜トランジスタ 45 から画素中央まで延線され、コンタクトホール 44 を介して、透明電極である画素電極 25 と電氣的に接続されている。ソース電極 35 は、薄膜トランジスタ 45 から延びて信号線 41 に電氣的に接続されている。

50

【 0 0 6 2 】

液晶層 2 4 が有する液晶分子（配向膜、液晶分子の図示を省略）は、初期配向方向が、液晶表示装置用基板 2 2 およびアレイ基板 2 3 のそれぞれの面に垂直な垂直配向、すなわち積層方向 Z であり、いわゆる V A 方式（ V e r t i c a l l y A l i g n m e n t 方式：垂直配向の液晶分子を用いた縦電界方式）の液晶駆動方式に用いられる。

以下に説明する実施形態では、いずれも液晶層 2 4 の厚さ方向、すなわち積層方向 Z に、透明電極パターン 6 と画素電極 2 5 との間に液晶駆動電圧を印加する。

一般的に、液晶層の厚さ方向に駆動電圧がかかる形を、縦電界方式と呼ぶ。縦電界方式での液晶層は、横電界方式（ I P S : I n P l a n e S w i t c h i n g ）や F F S （ F r i n g e F i e l d S w i t c h i n g ）と呼ばれる水平配向、水平方向に液晶を回転させる方式）よりも、およそ 2 0 % ほど正面透過率が高い。この正面透過率は、液晶表示装置をその表示面に対する法線方向（本実施形態における積層方向 Z ）から観察したときの輝度を意味する。横電界方式の液晶表示装置は、高精細化したときに隣接画素への光漏れを生じやすい。

【 0 0 6 3 】

ここで、 F F S 方式の液晶表示装置の表示部の透過率が低い理由を図 6 から図 8 を用いて簡単に説明する。

図 6 は、 I P S あるいは F F S と呼称される横電界駆動方式の従来の表示部 2 0 0 を模式的に示す断面図である。液晶層 2 0 6 は、初期配向が透明基板 2 0 7 の面に平行な水平配向である。液晶層 2 0 6 の下部にある画素電極 2 0 8 と、絶縁層 2 0 9 を介して画素電極 2 0 8 の下部にある共通電極 2 1 0 との間に印加される液晶駆動電圧で液晶層 2 0 6 を駆動する。この結果、画素電極 2 0 8 と共通電極 2 1 0 との間に電気力線 L 1 が形成される。

なお、液晶層 2 0 6 の上部には、透明樹脂層 2 1 3、カラーフィルタ 2 1 4、および透明基板 2 1 5 がこの順で配置されている。

【 0 0 6 4 】

液晶層 2 0 6 の厚さ方向の一部である実効厚さ R 1 が、液晶層 2 0 6 の透過率に主に影響する。本発明の実施形態に述べる縦電界の駆動方式では、液晶層 2 4（例えば、図 2 参照）のほぼ全体の厚さが透過率に影響するのに対し、横電界駆動方式の F F S 液晶表示方式では一部の实効厚さ R 1 のみが液晶層 2 0 6 の透過率に影響することになる。このため、横電界の駆動方式では縦電界の駆動方式より正面輝度（透過率）が低くなる。

【 0 0 6 5 】

図 7 は、表示部 2 0 0 に液晶駆動電圧を印加した時の等電位線 L 2 を示す模式図である。透明基板 2 1 5 側に透明電極や導電膜が存在しない場合には、等電位線 L 2 は透明樹脂層 2 1 3、カラーフィルタ 2 1 4、および透明基板 2 1 5 を貫通して上部に延びる。等電位線 L 2 が液晶層 2 0 6 の厚さ方向に延線される場合、液晶層 2 0 6 の実効厚さがある程度確保されるので、横電界駆動方式の表示部 2 0 0 の本来の透過率を確保できる。

【 0 0 6 6 】

図 8 に示す従来の表示部 2 0 0 A のように、前述の表示部 2 0 0 の各構成に加えて液晶層 2 0 6 と透明樹脂層 2 1 3 との間に対向電極 2 2 1 を備える場合を考える。この場合には、等電位線 L 3 は対向電極 2 2 1 を貫通しないので、等電位線 L 3 の形状は前述の等電位線 L 2 の形状から変形する。

このとき、液晶層 2 0 6 の実効厚さは表示部 2 0 0 の液晶層 2 0 6 の実効厚さに比べて薄くなり、表示部 2 0 0 A の輝度（透過率）は大きく低下する。

このため、前述の特許文献 2 の請求項 1 ～ 5 に記載されたタッチスクリーンは、透過率の問題があるために横電界駆動方式の表示部には適用しづらい。従って、特許文献 2 の請求項 1 ～ 5 に関わるタッチスクリーンの主たる対象の表示部は、縦電界駆動方式の液晶表示装置と推定される。しかし、特許文献 2 は、縦電界駆動での液晶層を詳述していない。さらに、特許文献 2 は、液晶配向を含む輝度について開示しておらず、不明瞭である。特許文献 2 では、タッチスクリーン構成の表示部の輝度（透過率）への影響の検討がなされ

ていない。

【0067】

再び、液晶表示装置100の説明を行う。

液晶層24の図示しない液晶分子は、負の誘電率異方性を持っている。液晶表示装置100は図示しない偏光板を備えている。この偏光板はクロスニコルで、ノーマリーブラック表示を行う。本発明の実施形態によれば、低反射の黒色電極のメリットと、負の誘電率異方性の液晶を用いた垂直配向の黒表示のメリットとを、ともに活かし、視認性に優れたタッチセンシング機能をもつ液晶表示装置を提供できる。

液晶分子は、透明電極パターン6と画素電極25との間に積層方向Zに電圧が印加されることで、初期配向で積層方向Zに配向されていた液晶分子が積層方向Zに交差する方向に倒れ、オン表示（白表示）を行う。

10

なお、液晶分子は正の誘電率異方性を持っていてもよい。配向膜の配向処理には、光配向を用いることができる。

【0068】

（補助導体）

複数の透明電極パターン6上に、電極の抵抗を低下させるために補助導体を形成できる。補助導体は、金属層パターン2と同じ材料で形成しても良く、あるいはアルミニウム合金の薄膜で形成しても良い。アルミニウム合金は、アルミニウムに0.2at%~3at%の範囲内の合金元素を添加した合金とすることができる。合金元素は、マグネシウム、カルシウム、チタン、インジウム、錫、亜鉛、ネオジウム、ニッケル、銅などから1以上選択できる。補助導体の抵抗率は、透明電極パターン6の抵抗率よりも小さいことが好ましい。

20

図9に示す平面視において、補助導体16は第1方向Xに延伸され、画素開口部4aの第2方向Yの中央部を通る線状（ストライプ状）パターンにて形成されている。この場合、例えば、積層方向Zに見たときに、補助導体16をアレイ基板23の補助容量線43に重なる位置に形成することが望ましい。このように構成することで、開口率低下を抑えられる。

【0069】

図10に示す平面視において、補助導体16を光吸収性樹脂層パターン1と金属層パターン2とによるタッチ電極のパターン位置、言い換えればブラックマトリクスの位置に形成しても良い。ブラックマトリクスの下部（ブラックマトリクスにおける第1の透明基板10よりも第2の透明基板20に近い位置）には、通常、アレイ基板23の信号線（ソース線）41、走査線（ゲート線）42、および補助容量線43である金属配線40が配置される。このため、金属配線40が配置される位置に補助導体16を形成することで、積層方向Zに見たときに補助導体16が金属配線40と重なり、開口率の低下が抑えられる。

30

本実施形態において、透明電極パターン6は、例えば、タッチセンシング時には、タッチセンシングの検出電極として用い、液晶駆動時には、画素電極25と透明電極パターン6との間で液晶を駆動する電圧が印加される共通電極として用いる。この液晶駆動において、画素電極25を個別に選択して駆動するドット反転駆動を適用することができる。金属層パターン2と透明電極パターンとの中間に位置する透明電極パターン6は、前記したように定電位であるので、タッチ駆動の周波数と液晶駆動の周波数とが異なることに起因して、シールド効果を得ることができる。タッチセンシングと液晶駆動とは異なるタイミングにて時分割でなされても良く、同時に並行して駆動しても良い。

40

【0070】

図1に示すように、制御部120は、公知の構成を有し、映像信号タイミング制御部121（第一制御部）と、タッチセンシング・走査信号制御部122（第二制御部）と、システム制御部123（第三制御部）とを備えている。

映像信号タイミング制御部121は、複数の透明電極パターン6を定電位とするとともに、アレイ基板23の信号線41および走査線42に信号を送る。透明電極パターン6と

50

画素電極 2 5 との間に積層方向 Z に画素電極 2 5 に表示用の液晶駆動電圧を印加することで、液晶層 2 4 の液晶分子を駆動する液晶駆動を行う。これにより、アレイ基板 2 3 上に画像を表示させる。透明電極パターン 6 を定電位とし、複数の画素電極 2 5 の各々には、薄膜トランジスタを介して、交流矩形波を有する映像信号が個別に印加される。タッチセンシング・走査信号制御部 1 2 2 は、複数の透明電極パターン 6 を定電位とし、複数の金属層パターン 2 (黒色電極 4) に駆動電圧を印加して、金属層パターン 2 と透明電極パターン 6 と間の静電容量 (フリンジ容量) の変化を検出し、タッチセンシングを行う。

システム制御部 1 2 3 は、映像信号タイミング制御部 1 2 1 およびタッチセンシング・走査信号制御部 1 2 2 を制御し、液晶駆動と静電容量の変化の検出とを交互に、すなわち時分割で行うことも可能である。

【 0 0 7 1 】

(液晶表示装置用基板の製造方法の例)

次に、以上のように構成された表示部 1 1 0 における液晶表示装置用基板 2 2 の製造方法について説明する。図 1 1 は、液晶表示装置用基板 2 2 の製造方法を示すフローチャートである。

光吸収性樹脂層の塗布形成 (ステップ S 1 1) では、上記した熱硬性を有する黒色塗布液を用いた。この光吸収性樹脂層は、前述の光吸収性樹脂層パターン 1 が形状をパターン化される前の樹脂層である。光吸収性樹脂層の 2 5 0 の熱処理後の膜厚は、 $0.7\mu\text{m}$ である。光吸収性樹脂層の膜厚は、 $0.1\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ の範囲で調整できる。黒色色材には、カーボン微粒子を用いた。

光吸収性樹脂層を $0.7\mu\text{m}$ 以外の膜厚で形成してもよい。光吸収性樹脂層の膜厚とカーボンである黒色色材との濃度を調整することで、第 1 の透明基板 1 0 と光吸収性樹脂層パターン 1 との界面に生じる光反射を調整できる。換言すれば、光吸収性樹脂層パターン 1 の膜厚と黒色色材の濃度とを調整することで、その界面に生じる光反射を 1 . 8 % 以下にすることができる。

塗布形成した光吸収性樹脂層に対して 2 5 0 の熱処理を行い、光吸収性樹脂層を硬膜させる。

【 0 0 7 2 】

光吸収性樹脂層の硬膜後に、スパッタリング装置にて、マグネシウム 1 a t % の金属層を成膜した (ステップ S 1 2) 。この金属層は、前述の金属層パターン 2 が形状をパターン化される前の層である。なお、金属層の成膜工程の初期には、アルゴン導入ガススペースに、酸素ガス 1 0 v o l % を加えたガス条件にて、酸素を含む第 1 の金属層を $0.01\mu\text{m}$ 成膜し、その後、アルゴン導入ガススペースのみで、 $0.17\mu\text{m}$ の第 2 の金属層を成膜して、合計の膜厚が $0.18\mu\text{m}$ の金属層とした。

次に、アルカリ現像可能な感光性レジストを塗布形成し、フォトリソを用いて金属層上に金属層パターン 2 の形状の黒色パターンであるレジストパターンを形成した (ステップ S 1 3) 。このレジストパターンは、次のドライエッチング工程で除去することもできるが、一部の膜厚を残して、金属層パターン 2 の液晶層側への反射防止の膜として用いても良い。反射防止とは、例えば、バックライトユニットから出射された光の再反射を抑制することを意味する。

ウェットエッチングにて、金属層を画素開口部 2 a が形成された金属層パターン 2 とした (ステップ S 1 4) 。

次に、酸素とフロン系ガスを導入ガスとして、ドライエッチング装置にて、ウェットエッチングで形成した金属層パターン 2 を用いて異方性のドライエッチングを行い、光吸収性樹脂層から光吸収性樹脂層パターン 1 を形成した (ステップ S 1 5) 。ドライエッチングは、光吸収性樹脂層をその膜厚方向に、平面視、金属層パターン 2 と同じ線幅、形状となるように第 1 の透明基板 1 0 の表面が露出するまでほぼ垂直に加工する。画素開口部に位置する光吸収性樹脂層は、ドライエッチング時に除去され、画素の開口が確保される。

【 0 0 7 3 】

水洗および乾燥して金属層パターン 2 を形成した後で、この金属層パターン 2 上にアル

10

20

30

40

50

カリ可溶な感光性アクリル樹脂を塗布することで $1.6\mu\text{m}$ 膜厚の透明樹脂層5を形成した(ステップS16)。透明樹脂層5は、表示領域のみに形成し、表示領域の周辺は現像にて除去し、金属層パターン2による端子部61の領域が露出するように形成した。

透明樹脂層5の形成後、スパッタリング装置を用いて透明樹脂層5上にITOと呼称される透明導電膜を成膜した(ステップS17)。透明導電膜を、周知のフォトリソグラフィの手法を用いて、透明電極パターン6として形成した(ステップS18)。透明電極パターン6と金属層パターン2とは、それぞれ電氣的に独立した複数パターンの並びであり、透明樹脂層5を介して互いに直交する方向に配列されている。なお、端子部61の領域にもITOである透明導電膜(透明電極の膜)を積層している。

【0074】

10

光吸収性樹脂層に用いる樹脂の屈折率は、低いことが好ましい。樹脂の屈折率と、カーボンなど黒色色材の含有量、および、光吸収性樹脂層パターン1の膜厚を調整することで、第1の透明基板10から見た第1の透明基板10と光吸収性樹脂層パターン1との界面から反射される光の反射率を、 1.8% 以下とすることができる。

しかしながら、樹脂の屈折率に限度があることから、前述の界面から反射される光の反射率は 0.2% が下限となる。黒色塗布液に含まれるアクリル樹脂などの樹脂の固形分が、例えば、 14% 質量%であるとき、黒色塗布液でのカーボン量をおよそ 6% 質量%から 25% 質量%の範囲内とすると、光吸収性樹脂層パターン1の厚さ $1\mu\text{m}$ あたりの光学濃度を、 0.4 から 1.8 とすることができる。

光吸収性樹脂層パターン1の膜厚が、 $0.3\mu\text{m}$ であるとき、実効の光学濃度は 0.12 から 0.54 となる。光吸収性樹脂層パターン1の膜厚が、 $0.7\mu\text{m}$ であるとき、実効の光学濃度は 0.28 から 1.26 の範囲内となる。

20

【0075】

表示部110の液晶表示装置用基板22は、第1の透明基板10の主面10aに、複数の光吸収性樹脂層パターン1、複数の金属層パターン2、透明樹脂層5、および複数の透明電極パターン6が、複数の光吸収性樹脂層パターン1、複数の金属層パターン2、透明樹脂層5、および複数の透明電極パターン6の順で積層して構成されている。

以上の手順により、液晶表示装置用基板22が製造される。

【0076】

(タッチ電極の作用)

30

次に、以上のように構成された表示部110の特にタッチ電極の作用について説明する。

この表示部110によれば、透明電極パターン6をタッチセンシング時の検出電極として用い、黒色電極4は、一定の周波数での電圧を印加する走査電極として用いることができる。

具体的に説明すると、図12に示すように、タッチセンシングのための静電容量は、黒色電極4と透明電極パターン6との間に保持されている。通常状態では、黒色電極4と透明電極パターン6との間に駆動電圧が印加され、黒色電極4の近傍に電気力線L6(フリンジ電界)が形成されている。このとき、透明電極パターン6は、高抵抗を介して接地されている。駆動電圧は、例えば、交流の矩形信号として黒色電極4に印加される。

40

【0077】

図13に示すように、例えば、黒色電極4の表示画面に、指などのポインターPが接近または接触すると、電気力線L6の分布が崩れるとともに、ポインターPに静電容量が流れ、黒色電極4と透明電極パターン6との間の静電容量が減少する。ポインターPのタッチの有無は、こうした静電容量の変化で検知する。一般的に、隣り合う黒色電極4の間隔が小さいため、ポインターPは一度に複数のタッチ電極に作用する。

本実施形態に関わる黒色電極4は、抵抗値の低い銅を主材とする合金層および銅層の少なくとも一方で形成された金属層パターン2を含み、タッチセンシング時の駆動電極とすることができる。本実施形態に関わる透明電極パターン6は、電極の抵抗を低下させるために、そのパターン幅を広くし、加えて、透明電極パターン6上に、電極の抵抗を低下さ

50

せるために前述の補助導体 16 を具備させることができる。ゆえ、本実施形態による静電容量方式における 2 組の複数の電極群は、これらに付随する時定数を大幅に低減でき、タッチセンシング時の検出精度を大きく向上できる。

【0078】

以上説明したように、本実施形態の液晶表示装置 100 によれば、複数の光吸収性樹脂層パターン 1 および複数の金属層パターン 2 は積層方向 Z に見たときに同一形状に形成されて重なっている。このため、画素開口部 1a および画素開口部 2a のうち積層方向 Z に貫通する部分の面積を大きくすることができ、開口率を向上させることができる。

各画素の周囲には光吸収性樹脂層パターン 1 が設けられているため、画素の周囲が黒色で認識され、表示のコントラストを向上させて視認性を高めることができる。

10

液晶表示装置用基板 22 の隣り合う黒色電極 4 の間に画素電極 25 が設けられていないため、タッチ電極の静電容量を高めてポインター P の位置検出の精度を高めることができる。

透明電極パターン 6 が黒色電極 4 と画素電極 25 とで共有されているため、表示部 110 が備える電極の数を低減させ表示部 110 の構成を簡単にすることができる。

【0079】

透明電極パターン 6 の電位が定電位であるため、タッチ電極として機能する黒色電極の駆動周波数や信号検出のタイミングを、液晶の駆動周波数やタイミングに依存することなく設定できる。また、透明電極パターン 6 は、タッチの黒色電極 4 と、液晶駆動を請け負う画素電極 25 との間に位置し、これらの電極からのノイズの電氣的シールド機能を持つ。駆動電圧を、各タッチセンシングの黒色電極（駆動電極）の全てに供給するのでなく、間引きしてタッチ位置検出を行うことで、タッチセンシングでの消費電力を低減できる。また、タッチ電極の駆動周波数を、液晶駆動の周波数と異なる周波数、あるいは、より高い駆動周波数とすることができる。一般に液晶駆動の周波数は、60Hz、あるいは、この整数倍の駆動周波数である。通常、タッチセンシング部位は、液晶駆動の周波数に伴うノイズの影響を受ける。さらに、通常の家電電源は 50Hz あるいは 60Hz の交流電源であり、こうした外部電源で動作する電気機器からのノイズを、タッチセンシング部位が拾いやすい。従って、タッチ駆動の周波数を 50Hz や 60Hz の周波数から若干シフトさせた異なる周波数とすることで、液晶駆動や外部の電子機器からのノイズの影響を大きく低減できる。シフト量は、若干量で良く、例えば、ノイズ周波数から $\pm 3\% \sim \pm 17\%$ のシフト量で良く、ノイズ周波数との干渉を低減できる。例えば、タッチ駆動の周波数は、数 kHz $\sim$ 数百 kHz の範囲から、上記液晶駆動周波数や電源周波数と干渉しない異なる周波数を選択できる。液晶駆動周波数や電源周波数と干渉しない異なる周波数を選択することで、例えば、ドット反転駆動でのカップリングノイズなどノイズの影響を軽減できる。さらに、チャンネル層を IGZO など酸化物半導体とすることで、ドット反転駆動でのカップリングノイズの影響をほぼ解消できる。なぜなら、前記したように、IGZO など酸化物半導体を用いたアクティブ素子は、映像信号である液晶駆動の矩形信号を極めて短い時間（例えば、2 msec）で処理できるため、また、IGZO など酸化物半導体を用いたアクティブ素子は、映像信号印加後の液晶表示の画素での電圧を保持できるメモリー性があるため、その保持期間の間では新たなノイズ発生はなく、液晶駆動でのノイズの影響をさらに減少できる。3D（立体映像）表示の場合、通常の 2 次元画像に加え、3 次元的に手前の画像や奥にある画像など複数の映像信号が必要となる。このため、液晶駆動の周波数は、例えば、240Hz あるいは 480Hz などの高速駆動及び多くの映像信号が必要となる、このとき、タッチ駆動の周波数を液晶駆動の周波数とは異ならせることができる本発明の実施形態においては、上述したように優れたメリットが得られる。例えば、本発明の実施形態を、3D 表示が可能なゲーム機器等に適用する場合、高速・高精度のタッチセンシング入力が必要な機器を実現することができる。本発明は、ゲーム機器や現金自動支払機などの指などのタッチ入力頻度の高いディスプレイには特に有用である。

20

30

40

本実施形態では、黒色電極 4、すなわち金属層パターン 2 が第 2 方向 Y に延び、かつ透明電極パターン 6 が第 1 方向 X に延びる。しかし、黒色電極 4 が第 1 方向 X に延び、かつ

50

透明電極パターン 6 が第 2 方向 Y に延びるように構成してもよい。

【 0 0 8 0 】

本実施形態の液晶表示装置において、例えば、赤色発光、緑色発光、青色発光の 3 色の LED によるバックライトユニットを具備させ、かつ、それぞれ 3 色発光を液晶表示と同期させるフィールドシーケンシャルの手法を用いることで、カラー表示が可能となる。

赤色発光、緑色発光、青色発光の 3 波長成分を含む白色 LED を用いる場合は、例えば、次の実施形態のカラーフィルタを具備する液晶表示装置用基板を用いることでカラー表示が可能である。

【 0 0 8 1 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について図 1 4 から図 1 7 を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

図 1 4 に示すように、本実施形態の表示部 1 1 1 は、第 1 実施形態の表示部 1 1 0 の液晶表示装置用基板 2 2 に代えて液晶表示装置用基板 2 2 A を備える。液晶表示装置用基板 2 2 A は、液晶表示装置用基板 2 2 の黒色電極 4 の各画素開口部 4 a に、赤層で形成された赤画素 R、緑層で形成された緑画素 G、および青層で形成された青画素 B のいずれかが具備されて構成されている。これら赤画素 R、緑画素 G および青画素 B は、積層方向 Z において金属層パターン 2 と透明樹脂層 5 との間に挿入され、かつ、積層方向 Z に見たときに互いに隣接して配設されている。液晶層 2 4 は、第 1 実施形態と同様、垂直配向の液晶とした。

換言すれば、表示部 1 1 1 は赤色と緑色と青色の発光成分を含む白色 LED 素子をバックライトに備え、赤色と緑色と青色のカラーフィルタをあわせ具備することでカラー表示を行う。

【 0 0 8 2 】

図 1 5 は、表示部 1 1 1 を第 1 の透明基板 1 0 から見た平面図である。画素開口部 4 a には、赤画素 R、緑画素 G および青画素 B のいずれかが隙間なく配設されている。

図 1 6 に示すように、第 1 の透明基板 1 0 上および黒色電極 4 上には、赤画素 R、緑画素 G および青画素 B のいずれかがカラーフィルタとして隙間なく配設されている。赤画素 R、緑画素 G および青画素 B は、アクリル樹脂などの透明樹脂にそれぞれ複数の有機顔料を分散して、周知のフォトリソグラフィの手法で形成した。

【 0 0 8 3 】

カラーフィルタ上には、透明樹脂層 5 が積層されている。透明樹脂層 5 上には更に、透明電極パターン 6 が積層されている。透明電極パターン 6 は、例えば、ITO と呼ばれる導電性金属酸化物などの透明導電膜で形成し、周知のフォトリソグラフィの手法でパターン形成することができる。

本実施形態において、透明電極パターン 6 は、例えば、タッチセンシング時、すなわち静電容量の変化の検出時には、タッチセンシングの検出電極として用い、液晶駆動時には、画素電極 2 5 との間で液晶を駆動する電圧が印加される共通電極として用いる。複数の信号線から供給されるソース信号を、例えば、奇数行と偶数行と交互に正極性の信号と負極性の信号とに入れ替えて付与し、隣接する画素のドット反転駆動を行うことができる。あるいは、透明電極パターン 6 は駆動電極（走査電極）として、プラスとマイナスの極性を反転させるコモン電極反転駆動を行うことも可能である。

【 0 0 8 4 】

図 1 7 に示すように、黒色電極 4 の部分パターンである各光吸収性樹脂層パターン 1 および金属層パターン 2 は、離間部 1 5 により電氣的に独立している。離間部 1 5 上には、カラーフィルタの色重ね部 2 6 が配設され、2 種の色の重ねでバックライトユニットから出射された光の透過を抑制している。色重ね部 2 6 においては、赤画素 R と青画素 B とが重ねられていることが好ましい。

図示していないが、こうした離間部 1 5 が設けられた位置には、平面視において、アレ

10

20

30

40

50

イ基板 23 に具備される信号線（ソース線）41、走査線（ゲート線）42、および補助容量線 43 のいずれか、あるいはこれらと同じ金属配線のパターンが、離間部 15 を塞ぐように配設されている。これによって、バックライトユニットからの光漏れをなくすることができる。

【0085】

このように構成された表示部 111 は、第 1 実施形態の液晶表示装置用基板の製造方法において、金属層パターン 2 の形成後に、複数の画素開口部 4a を通して金属層パターン 2 と透明樹脂層 5 との間に赤画素 R、緑画素 G、および青画素 B を挿入することで製造することができる。

この場合、図 11 に示すフローチャートにおいて、ステップ S15 の光吸収性樹脂層パターンのドライエッチング工程と、ステップ S16 の透明樹脂層の塗布形成工程との間に、カラーフィルタ（R、G、B）の形成工程が挿入される。

【0086】

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態について説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

本実施形態は、黒色電極 4 の構成である金属層パターン 2 の構成を除いて、第 1 実施形態と同様であるため、図 2 を援用する。ただし、重複する説明は省略し、差異のある金属層パターン 2 につき、説明を行う。なお、本実施形態の黒色電極 4 は、前記第 2 実施形態および後述する第 4 実施形態の黒色電極として用いることができる。

【0087】

図 2 に示す金属層パターン 2 は、本実施形態では、0.015 μm 膜厚の酸素を含む銅合金である第 1 の金属層（層）と、0.18 μm 膜厚の酸素を実質的に含まない銅合金である第 2 の金属層（層）との 2 層の上に、さらに銅とインジウムとの銅合金の層である銅インジウム合金層を 0.015 μm 膜厚にて積層した合計膜厚 0.21 μm の層で形成されている。すなわち、金属層パターン 2 は複数の層で構成され、複数の層のうち最も第 2 の透明基板 20 に近い層が、銅インジウム合金層である。

酸素を実質的に含まないことは、銅合金の成膜時に酸素ガスを導入しないことを意味する。酸素を含む銅合金は、この部分の成膜時に、例えば、アルゴンベースガスに対して、10 at % の酸素ガスを導入して成膜することを意味する。

先に形成した 2 層の金属層（第 1 の金属層および第 2 の金属層）は、0.5 at % のマグネシウムと 0.5 at % のアルミニウム（残部は銅）の銅合金を用いた。

銅インジウム合金層は、78 at % の銅に 22 at % のインジウムを含む銅合金とした。

【0088】

なお、微量の不可避不純物がこれら銅合金に含まれている。インジウムの銅合金への添加量は、0.5 at % ~ 40 at % とすることができる。単体でのインジウムは融点が低く、50 at % を超える添加量で添加されたインジウムを含む銅合金には、耐熱性の懸念がある。

22 at % のインジウムなどインジウムリッチな銅インジウム合金層を備える銅合金膜は、成膜後の熱処理工程や経時変化で酸化銅の形成に先立って酸化インジウムを形成し、酸化銅の形成を抑制する。酸化インジウムは良好な導電膜になり得るため、電気的なコンタクトを損なうことがほとんどない。酸化銅の形成が少ない場合、カバー端子部での透明導電膜との電氣的接続を容易にし、製造工程や実装に関わる信頼性を向上できる。

また、銅インジウム合金層の表面の反射色は、白に近い色となり、銅単体に起因する赤い呈色を回避できる。反射色のニュートラル化は、インジウムに限らず、上記に例示した合金元素でも添加割合を調整することで可能である。本発明の実施形態で開示した、これら銅合金に関わる技術は、アレイ基板 23 の金属配線 40 に適用することができる。

【0089】

インジウムリッチな銅インジウム合金とは、インジウムを 10 ~ 40 at % の含む銅イ

10

20

30

40

50

ンジウム合金である。インジウムをリッチにすることで、酸化銅の表面部位での形成を抑制し、上記のように電気的なコンタクトを容易とする。

例えば、銅チタン合金を表面層とし、銅合金内部を希薄合金（合金元素が3 at %以下の銅合金）とする2層構成の銅合金膜では、銅に対し、チタンが10 at %を超えてくると、ウェットエッチング時のエッチングレートが遅くなる。この場合、チタンリッチな表面部位の銅合金膜が底状に残ってしまうエッチング不良につながる。

銅インジウム合金では、合金元素の量が、その銅合金膜の膜厚方向に異なるように分布していてもこのようなエッチング不良を生じにくい。インジウムの銅合金の添加量が0.5 at % ~ 40 at %である銅インジウム合金は、およそ500 までの耐熱性を備えるので、例えば、IGZOなどをチャネル層とする薄膜トランジスタを具備するアレイ基板の、350 から500 の範囲のアニール処理には十分対応できる。アレイ基板23の金属配線40を、銅インジウム合金で形成することができる。

【0090】

本実施形態において、透明電極パターン6は、タッチセンシング時には検出電極として用い、液晶駆動時には、画素電極25との間で液晶を駆動する電圧が印加される共通電極として用いる。タッチセンシング時に、それぞれ検出電極は、同電位である共通電位とし、例えば、導電性の筐体に接続して“グランド電位”としても良い。タッチセンシング駆動と液晶駆動は異なるタイミングで、時分割でそれぞれ行うことができる。

【0091】

（第4実施形態）

次に、本発明の第4実施形態について図18および図19を参照しながら説明するが、前記実施形態と同一の部位には同一の符号を付してその説明は省略し、異なる点についてのみ説明する。

図18に示すように、本実施形態の表示部112は、カラーフィルタ（R、G、B）を具備する液晶表示装置用基板22Bと、液晶層24と、アレイ基板23Bとを備える。

【0092】

液晶表示装置用基板22Bが有する透明電極パターン6の第2の透明基板20に対向する面には、凹部6aが形成されている。凹部6aは、積層方向Zに見た平面視で、画素開口部4aの第1方向Xの中央部に重なる透明電極パターン6の位置に形成されている。凹部6aは、第2方向Yに延びている。凹部6aは、例えば、透明樹脂層5の形成に用いる樹脂材料をアルカリ可溶性感光性樹脂として、周知のフォトリソグラフィの手法で形成できる。凹部6aに対向する位置に配置された液晶層24の液晶分子24a ~ 24lは、応答が高速化する。

液晶表示装置用基板22Bは、透明電極パターン6と液晶層24との間に配向膜71を有している。

符号を省略した画素は、平面視で、多角形状に形成された画素開口部2aの側辺と平行であり画素を2分する中央線Mに対して線対称である。

【0093】

アレイ基板23Bは、アレイ基板23の画素電極25に代えて、各画素に対応する一対の画素電極25a、25b、補助容量電極56a、56b、および配向膜72を備える。

画素電極25a、25b、および補助容量電極56a、56bは、中央線Mに対してそれぞれ線対称に配置されている。補助容量電極56a、56bは、複数の液晶層24の中で最も液晶層24に近い絶縁層28である絶縁層28aの画素電極25a、25bとは反対側に配置される。すなわち、補助容量電極56a、56bは、積層方向Zにおいて、画素電極25a、25bよりも液晶層24から離れた位置に絶縁層28aを介して形成されている。

【0094】

積層方向Zに平行に見たときに、補助容量電極56aの重畳部（一部）R6が画素電極25aと重なり、補助容量電極56aのはみ出し部（残部）R7が画素電極25aと重ならない。同様に、積層方向Zに平行に見たときに、補助容量電極56bの重畳部（一部）

R 8 が画素電極 2 5 b と重なり、補助容量電極 5 6 b のはみ出し部（残部）R 9 が画素電極 2 5 b と重ならない。補助容量電極 5 6 a のはみ出し部 R 7、および補助容量電極 5 6 b のはみ出し部 R 9 の第 1 方向 X の長さ（はみ出し量）は、例えば、およそ 1 μm から 6 μm などのように小さくてもよい。はみ出し部 R 7、R 9 のはみ出し量は、液晶材料、駆動条件、液晶層 2 4 の厚さなどに応じて適宜調整可能である。

中央線 M に対して、画素電極 2 5 a よりも補助容量電極 5 6 a が離間している。すなわち、補助容量電極 5 6 a の重畳部 R 6 よりもはみ出し部 R 7 が中央線 M から離間している。

【 0 0 9 5 】

補助容量電極 5 6 a、5 6 b は、液晶表示装置用基板 2 2 B に具備される透明電極パターン 6 と同じ定電位である共通電位あるいはグランドとすることができる。あるいは、画素電極 2 5 a、2 5 b に液晶駆動電圧を印加するときに、補助容量電極 5 6 a、5 6 b をこの液晶駆動電圧と異なる電位、あるいは逆方向（正、負が逆）の電位とすることができる。

透明電極パターン 6 は定電位であるため、補助容量電極 5 6 a、5 6 b に異なる電位を短時間、印加することで、液晶の焼きつき防止、あるいは、液晶応答の高速化に利用することができる。

【 0 0 9 6 】

画素電極 2 5 a と補助容量電極 5 6 a との重畳部 R 6 との間、および画素電極 2 5 b と補助容量電極 5 6 b との重畳部 R 8 との間には、それぞれ補助容量が形成される。

絶縁層 2 8 の間における積層方向 Z に見たときに凹部 6 a に重なる位置には、遮光パターン 7 3 が設けられている。遮光パターン 7 3 は、信号線 4 1 と同一の材料で形成されている。

補助容量電極 5 6 a、5 6 b および画素電極 2 5 a、2 5 b は、ともに I T O など透明導電膜で形成する。画素電極 2 5 a、2 5 b は、図示していない薄膜トランジスタ 4 5 と電氣的に接続され、薄膜トランジスタ 4 5 を介して液晶駆動電圧が印加される。

【 0 0 9 7 】

液晶層 2 4 の液晶分子 2 4 a ~ 2 4 l は、負の誘電率異方性を持つとした。図 1 8 において、液晶分子 2 4 a ~ 2 4 l は、画素電極 2 5 a、2 5 b に電圧が印加されていない初期配向状態を示している。

配向膜 7 1、7 2 は、液晶分子 2 4 a ~ 2 4 l の長手方向を、積層方向 Z から補助容量電極 5 6 a、5 6 b が画素電極からずれる方向に（第 1 の透明基板 1 0 に近い端部が中央線 M から離間するように）傾斜させるように、液晶分子にプレチルト角 θ を付与する。

表示部 1 1 2 は、通常の表示部と同様に、偏光板、位相差板などを備えるが、この図 1 8 では図示を省略している。

なお、表示部 1 1 2 は、偏光板に貼り合わせた、1 枚から 3 枚の位相差板を備えるとしてもよい。

本実施形態の以下の記載では、補助容量電極 5 6 a、5 6 b を透明電極パターン 6 と同電位の共通電極として用いる場合を説明する。

【 0 0 9 8 】

配向膜 7 1、7 2 は、液晶分子 2 4 a ~ 2 4 l を積層方向 Z から、補助容量電極 5 6 a、5 6 b が画素電極 2 5 a、2 5 b からはみ出る方向へ傾斜させるよう、かつ、中央線 M に対して線対称となるようにプレチルト角 θ を付与している。配向膜 7 2 は、少なくとも、画素電極 2 5 a、2 5 b の表面と液晶層 2 4 との間に形成される。

本実施形態の表示部 1 1 2 は、例えば、液晶表示装置用基板 2 2 B とアレイ基板 2 3 B とを液晶層 2 4 を介して貼り合わせるにより形成される。配向処理では、画素電極 2 5 a、2 5 b に液晶駆動電圧（例えば、1 V から 2 0 V の交流又は直流の電圧）を印加しながら、垂直配向の配向膜 7 1、7 2 に光などの電磁波を照射し、プレチルト角 θ を付与することができる。配向処理に用いる光は、偏光でもよく、非偏光でもよい。

【 0 0 9 9 】

本実施形態において、プレチルト角 θ は、基板面の法線方向（積層方向Z）を 0° とし、この法線方向からの角度を表す。なお、プレチルト角 θ は、例えば、Journal of Applied Physics, Vol. 48 No. 5, p. 1783-1792 (1977)に記載されているクリスタルローテーション法などによって測定可能である。

【0100】

画素電極25a、25bに液晶駆動電圧が印加されると、図19に示すように、画素電極25a、25bと補助容量電極56a、56b（より詳しくは、はみ出し部R7、R9）との間には、電気力線L9で表現される電場が形成される。同時に、画素電極25a、25bと透明電極パターン6との間に斜め方向の電気力線L10で表現される電場が形成される。液晶分子24a~24fは、こうした斜め方向の電場に基づいて、第1方向Xのうちの一方である動作方向D1に傾斜する。より詳しく説明すると、液晶駆動電圧が印加された直後に液晶分子24a、24b、24fが傾斜し、傾斜した液晶分子24a、24b、24fの影響を受けるとすぐに、液晶分子24c~24eは動作方向D1に倒れる。

【0101】

液晶分子24g~24lは、動作方向D1とは反対の動作方向D2に傾斜する。実効的に強い電場にある液晶分子24a、24lは、もっとも早く動作し、液晶表示を高速化するためのトリガーとなる。斜め電界にある液晶分子24b~24f、24g~24kも、液晶分子24a、24lと同様に、高速に動作する。液晶分子24b~24f、24g~24kが、液晶分子24a、24lと協調して動作することで、液晶表示が高速化する。

【0102】

本実施形態のように斜め電界により液晶分子24a~24lを傾斜させることで、小さなプレチルト角 θ を持つ液晶分子24a~24lであっても実質的には大きなプレチルト角を持つように駆動させることができる。したがって、斜め電界により液晶分子24a~24lを傾斜させることにより、液晶表示の高速化を実現することができる。

例えば、斜め電界により液晶分子24a~24lを傾斜させることにより、およそ 0.1° から 0.9° の範囲の小さなプレチルト角 θ であっても液晶分子24a~24lを高速に動作させることができる。なお、垂直配向の液晶表示において、プレチルト角の大きな液晶分子は倒れやすいが、大きいプレチルト角を持つために黒表示のときでも光漏れがありコントラストが低下する傾向にある。

【0103】

なお、本実施形態において、タッチ電極である黒色電極4と透明電極パターン6を用いたタッチセンシングは、その構成および駆動手段について、前記の第1実施形態などと同様であるので、説明を省いた。

【0104】

以上、本発明の第1実施形態および第4実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られず、本発明の要旨を逸脱しない範囲の構成の変更、組み合わせ、削除等も含まれる。さらに、各実施形態で示した構成のそれぞれを適宜組み合わせることで利用できる。

例えば、前記第1実施形態から第4実施形態では、薄膜トランジスタ45が酸化物半導体をチャネル層に用いる薄膜トランジスタであるとしたが、シリコン半導体をチャネル層に用いる薄膜トランジスタであってもよい。

【0105】

液晶表示装置の液晶駆動方式を垂直配向（VA）方式であるとしたが、これに限られない。液晶表示装置の液晶駆動方式は、これ以外に、例えば、HAN（Hybrid-aligned Nematic）、TN（Twisted Nematic）、OCB（Optically Compensated Bend）、CPA（Continuous Pinwheel Alignment）、ECB（Electrically Controlled Birefringence）、TBA（Transverse Bent Alignment）などの縦電界方式や斜め電界方式を適宜選択して用いる

ことができる。

上述した実施形態においては、液晶駆動として主にドット反転駆動を用いる場合について説明したが、共通電極である透明電極パターン 6 を定電位とするカラム反転駆動（ソース反転駆動）を用いても良い。あるいは、透明電極パターン 6 を定電位とするカラム反転駆動と透明電極パターン 6 を定電位とするドット反転駆動とを組み合わせても良い。

黒色電極 4 すなわち金属層パターン 2 が走査電極であって、透明電極パターン 6 が検出電極であるとした。

しかし、透明電極パターン 6 が駆動電極であって、黒色電極が検出電極であるというように、駆動電極と検出電極との役割を入れ替えて用いてもよい。あるいは、それぞれの形成方向を 90 度入れ替えた直交配置としても良い。

10

本発明の好ましい実施形態を説明し、上記で説明してきたが、これらは本発明の例示的なものであり、限定するものとして考慮されるべきではないことを理解すべきである。追加、省略、置換、およびその他の変更は、本発明の範囲から逸脱することなく行うことができる。従って、本発明は、前述の説明によって限定されていると見なされるべきではなく、請求の範囲によって制限されている。

【符号の説明】

【 0 1 0 6 】

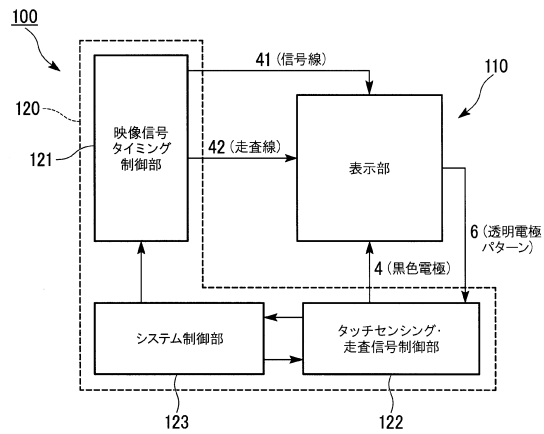
- 1 光吸収性樹脂層パターン
- 1 a、2 a 画素開口部（開口部）
- 2 金属層パターン
- 5 透明樹脂層
- 6 透明電極パターン
- 1 0 第 1 の透明基板
- 1 0 a 主面（面）
- 1 6 補助導体
- 2 2、2 2 A、2 2 B 液晶表示装置用基板（表示基板）
- 2 3、2 3 B アレイ基板
- 2 4 液晶層
- 2 5、2 5 a、2 5 b 画素電極
- 2 8、2 8 a 絶縁層
- 4 0 金属配線
- 4 5 薄膜トランジスタ
- 4 6 チャネル層
- 5 6 a、5 6 b 補助容量電極
- 1 0 0 液晶表示装置
- 1 1 0、1 1 1、1 1 2 表示部
- 1 2 0 制御部
- B 青画素
- G 緑画素
- R 赤画素
- R 6、R 8 重畳部（一部）
- R 7、R 9 はみ出し部（残部）
- X 第 1 方向
- Y 第 2 方向
- Z 積層方向

20

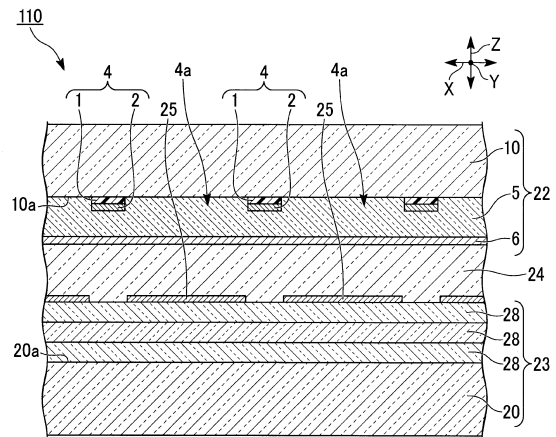
30

40

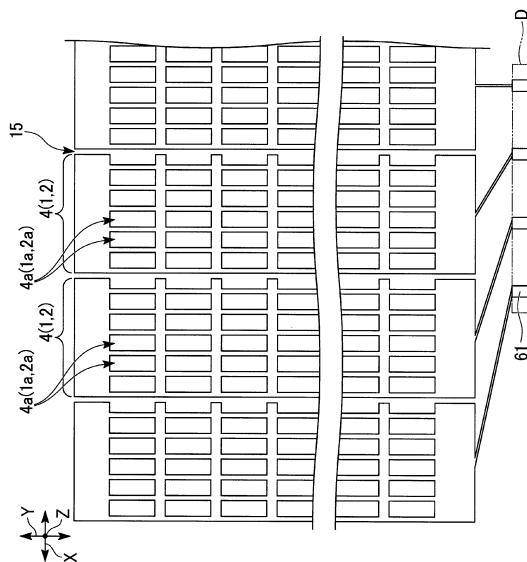
【図 1】



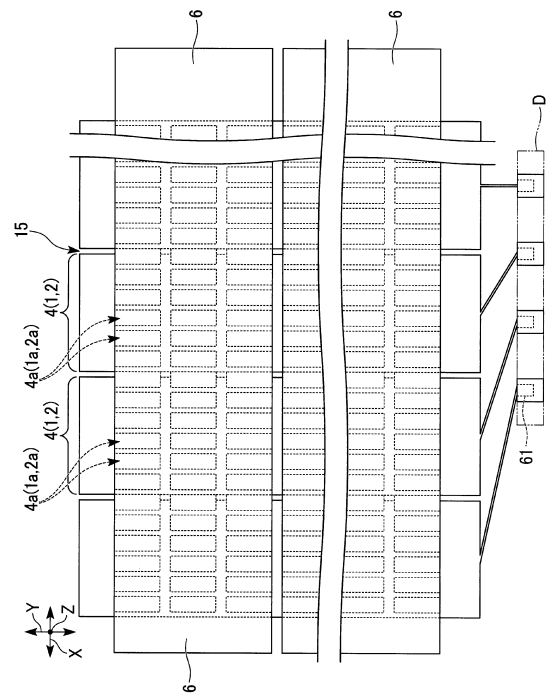
【図 2】



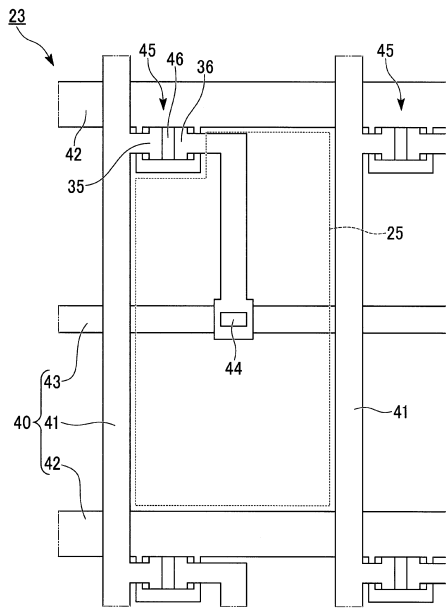
【図 3】



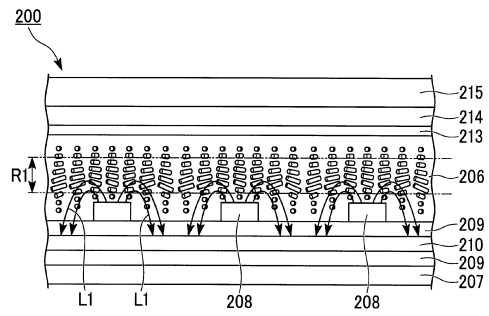
【図 4】



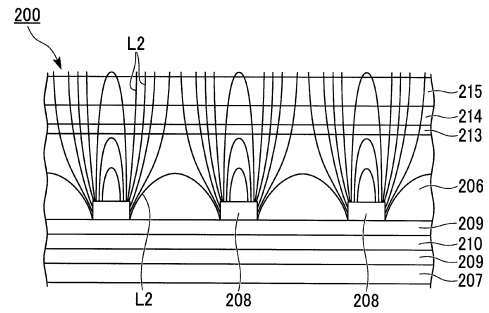
【図 5】



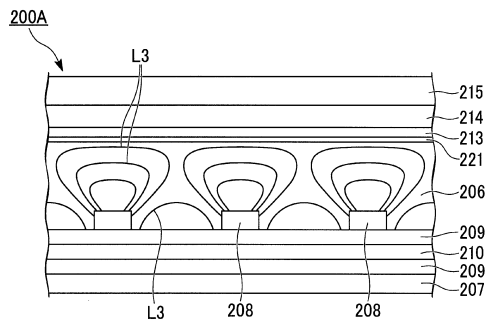
【図 6】



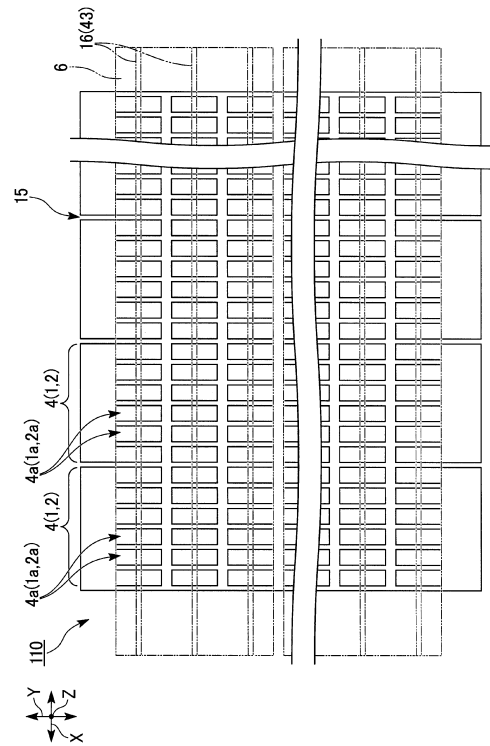
【図 7】



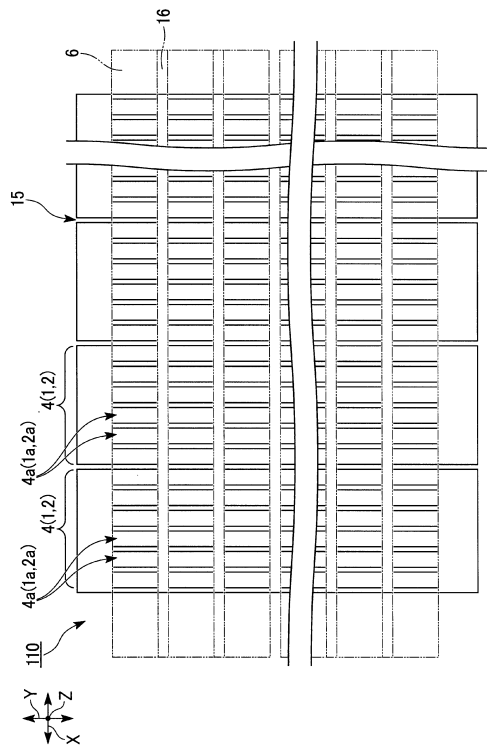
【図 8】



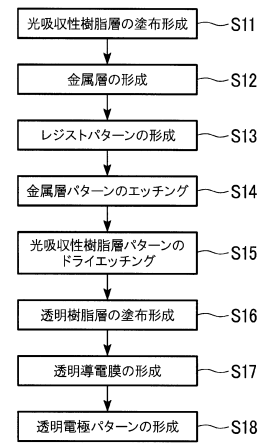
【図 9】



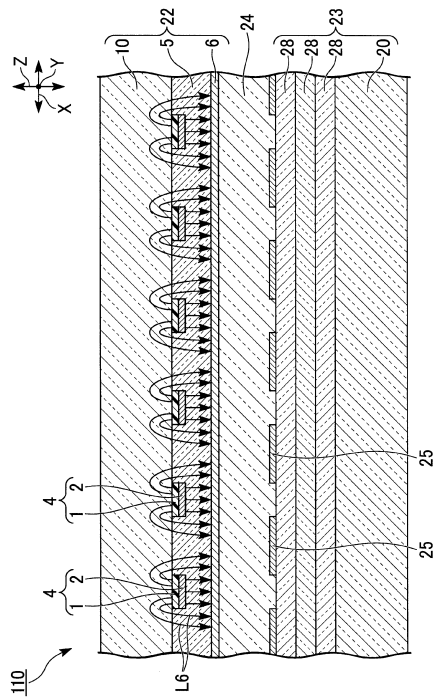
【図 10】



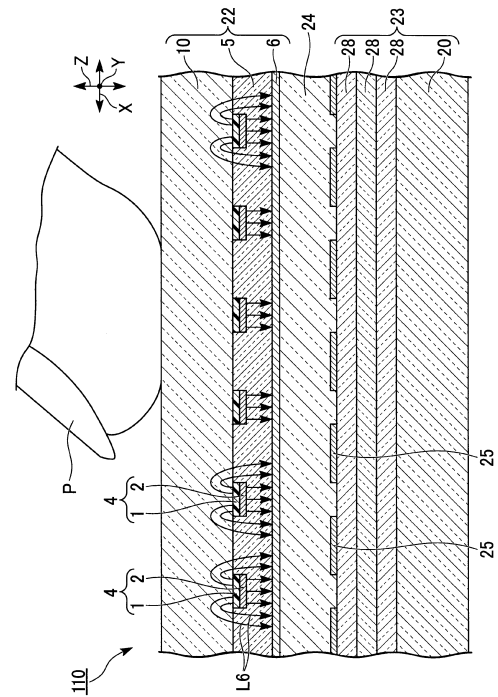
【図 11】



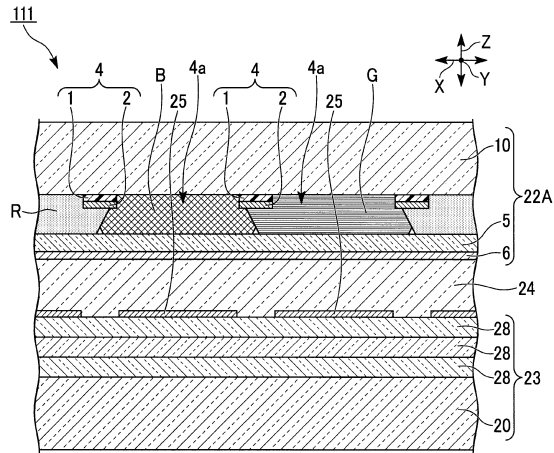
【図 12】



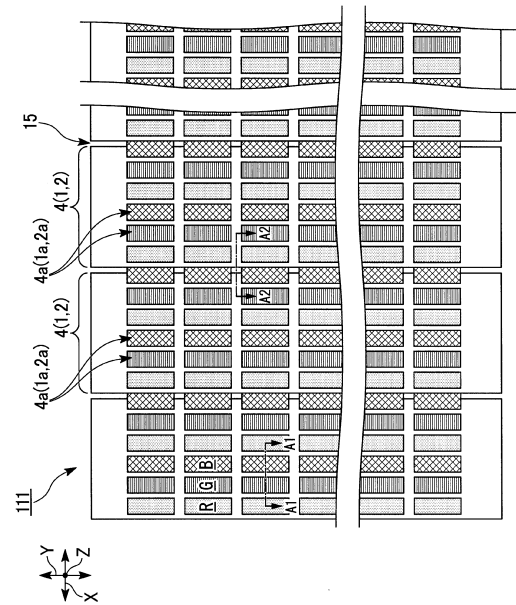
【図 13】



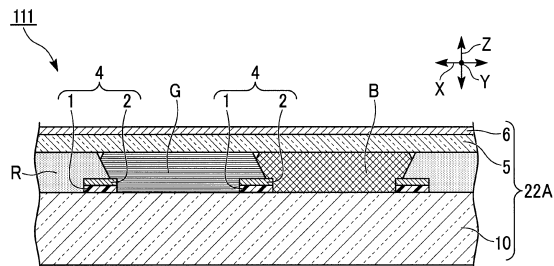
【図 14】



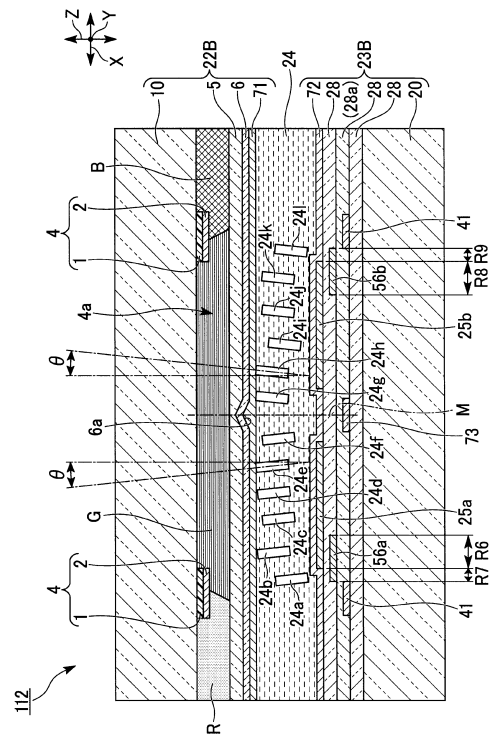
【図 15】



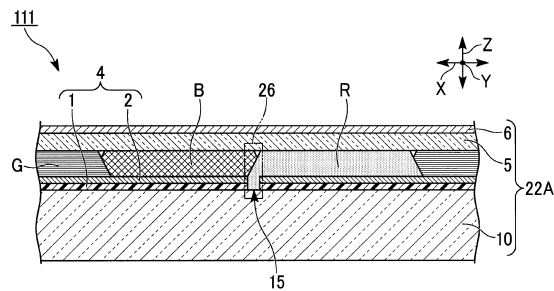
【図 16】



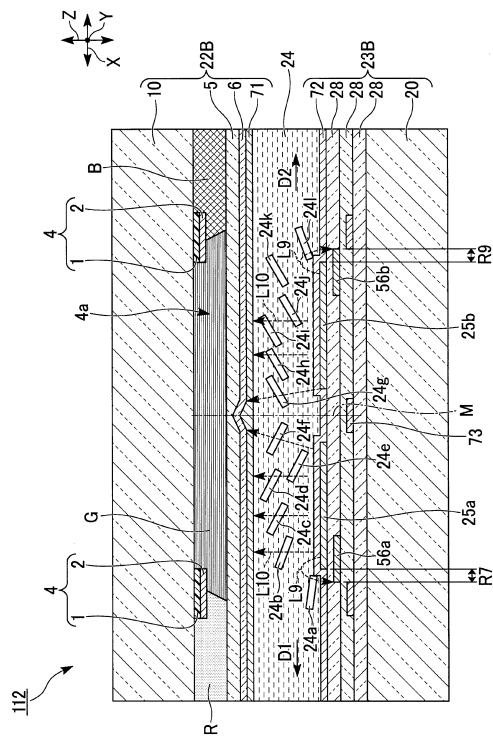
【図 18】



【図 17】



【 図 1 9 】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 F 3/044 (2006.01) G 0 6 F 3/041 4 1 2
 G 0 6 F 3/044 1 2 9

(72)発明者 福吉 健蔵
 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内

審査官 佐藤 洋允

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 9 8 6 8 7 (J P , A)
 特表 2 0 1 3 - 5 4 0 3 3 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 3 - 1 4 0 3 2 3 (J P , A)
 特表 2 0 0 9 - 5 4 0 3 7 5 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 2 / 0 0 8 3 4 6 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 1 - 2 4 8 7 2 2 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 1 0 1 5 5 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 2 7 9 3 9 8 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 2 F 1 / 1 3 3 3
 G 0 2 F 1 / 1 3 3 5 - 1 / 1 3 3 6 3
 G 0 2 F 1 / 1 3 3 7
 G 0 2 F 1 / 1 3 4 3 - 1 / 1 3 4 5
 G 0 6 F 3 / 0 4 1
 G 0 6 F 3 / 0 4 4

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP5924452B2	公开(公告)日	2016-05-25
申请号	JP2015516298	申请日	2014-11-26
[标]申请(专利权)人(译)	凸版印刷株式会社		
申请(专利权)人(译)	凸版印刷株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	凸版印刷株式会社		
[标]发明人	木村幸弘 福吉健蔵		
发明人	木村 幸弘 福吉 健蔵		
IPC分类号	G02F1/1333 G02F1/1343 G02F1/1335 G02F1/1337 G06F3/041 G06F3/044		
CPC分类号	G02F1/13306 G02F1/13338 G02F1/133512 G06F3/0412 G06F3/04182 G06F3/0445 G06F2203/04103 G06F3/041 G06F3/044 G09G3/36 G02F1/133345 G02F1/133514 G02F1/133528 G02F1/1337 G02F1/134309 G02F1/13439 G02F1/136286 G02F1/1368 G02F1/137 G02F2001/133302 G02F2001/133742 G02F2001/136295 G02F2001/13712 G02F2201/121 G02F2201/123 G02F2201/52 G06F3/0418		
FI分类号	G02F1/1333 G02F1/1343 G02F1/1335.500 G02F1/1335.505 G02F1/1337 G06F3/041.412 G06F3/044.129		
代理人(译)	铃木史朗		
优先权	2014038821 2014-02-28 JP		
其他公开文献	JPWO2015129112A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本発明の液晶显示装置（100），面向所述第一透明基板的液晶层（10）（24），吸收性树脂层图案（1），多个金属层图案的多个光（面和2）的透明树脂层（5），多个透明电极图案和（6）以该顺序层叠，多个金属层和多个光吸收树脂层图案（1）的开口形成在图案（2）中并且当在堆叠方向上观察时形成为相同的形状，并且多个金属层图案（2）在第一方向上以彼此绝缘的状态布置，多个透明电极图案（6）在彼此绝缘的状态下在与第一方向垂直的第二方向上并排布置，并且金属层匝（2）具有主要由铜和铜层构成的合金层中的至少一种，并且液晶层（24）的液晶分子具有负介电各向异性并且初始取向是垂直的取向，显示部分以常黑模式进行显示，并且触摸驱动电压的频率和液晶驱动电压的频率彼此不同。

(21) 出願番号	特願2015-516298 (P2015-516298)	(73) 特許権者	000003193
(86) (22) 出願日	平成26年11月26日 (2014.11.26)		凸版印刷株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/081174		東京都台東区台東1丁目5番1号
(87) 国際公開番号	WO2015/129112	(74) 代理人	100139686
(87) 国際公開日	平成27年9月3日 (2015.9.3)		弁理士 鈴木 史朗
審査請求日	平成27年3月27日 (2015.3.27)	(74) 代理人	100064908
(31) 優先権主張番号	特願2014-38821 (P2014-38821)		弁理士 志賀 正武
(32) 優先日	平成26年2月28日 (2014.2.28)	(74) 代理人	100108578
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 高橋 昭男
		(74) 代理人	100152146
			弁理士 伏見 俊介
		(72) 発明者	木村 幸弘
			東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内