

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5815281号  
(P5815281)

(45) 発行日 平成27年11月17日(2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int.Cl. F I  
**GO2F 1/1343 (2006.01)** GO2F 1/1343  
**GO2F 1/1335 (2006.01)** GO2F 1/1335 520

請求項の数 5 (全 30 頁)

|              |                              |           |                     |
|--------------|------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2011-110977 (P2011-110977) | (73) 特許権者 | 000153878           |
| (22) 出願日     | 平成23年5月18日 (2011.5.18)       |           | 株式会社半導体エネルギー研究所     |
| (65) 公開番号    | 特開2012-8544 (P2012-8544A)    |           | 神奈川県厚木市長谷398番地      |
| (43) 公開日     | 平成24年1月12日 (2012.1.12)       | (72) 発明者  | 山崎 舜平               |
| 審査請求日        | 平成26年5月14日 (2014.5.14)       |           | 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2010-117511 (P2010-117511) |           | 半導体エネルギー研究所内        |
| (32) 優先日     | 平成22年5月21日 (2010.5.21)       | (72) 発明者  | 平形 吉晴               |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                      |           | 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 |
|              |                              |           | 半導体エネルギー研究所内        |
|              |                              | 審査官       | 小林 俊久               |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の基板と、

前記第1の基板上の構造体と、

前記構造体上の反射性を有する膜と、

前記反射性を有する膜上の平坦化膜と、

前記平坦化膜上の、透光性を有する第1の電極層と、

前記第1の電極層上の液晶層と、

前記液晶層上の、透光性を有する第2の電極層と、

前記第2の電極層上の第2の基板と、

前記第2の基板上の偏光板と、を有し、

前記反射性を有する膜は、表面に凹凸構造を有し、

前記第2の電極層の透過率が増加するピーク波長帯域は、前記偏光板の可視光帯域における透過率が低減する波長帯域に含まれることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記凹凸構造の傾斜角の平均値が、8°以上22°以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】

請求項1又は2において

前記凹凸構造の間隔の平均値が、 $10\text{ }\mu\text{m}$ より大きく $30\text{ }\mu\text{m}$ より小さいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一において、

一画素内において、前記凹凸構造の間隔の $60\%$ 以上が、 $10\text{ }\mu\text{m}$ より大きく $30\text{ }\mu\text{m}$ より小さいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一において、

前記第 1 の電極層は、画素電極として機能する第 1 の領域を有し、

前記反射性を有する膜は、前記第 1 の領域と重なる第 2 の領域を有し、

前記凹凸構造は、前記第 2 の領域の平面形状における中心に関して点対称、かつ、前記第 2 の領域の中心を通る直線に関して線対称に配置されることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

入射した外光を反射させて表示を行う液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

薄型、軽量化を図った表示装置（所謂フラットパネルディスプレイ）などに、液晶素子を有する液晶表示装置は多く使われている。特に液晶表示装置の中でも、入射した外光を反射させて表示を行う反射型液晶表示装置は、バックライトなどの光源を必要としないため、薄型、軽量化が容易であり、また消費電力を低く抑えることが可能である。

【0003】

しかし、自然光を光源として用いる反射型液晶表示装置においては、偏光板などの光学部材により自然光が吸収されるため、表示装置の射出光の光量が自然光の半分にも満たないという問題があった。

【0004】

上記の問題に対して、光を反射する表示電極を凹凸形状とし、反射光強度を増加させた反射型液晶表示装置が開示されている。（例えば特許文献 1 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開昭 57 - 132190 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

入射した外光を反射させて表示を行う液晶表示装置において、反射光の反射効率を向上させ、効率よく白表示を行うことを課題の一とする。

【0007】

より視認性の良好で高画質な液晶表示装置を提供することを課題の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

開示する発明の一態様は、第 1 の基板と第 2 の基板の間の液晶層と、第 1 の基板と液晶層の間の反射性の電極層と、第 2 の基板と液晶層の間の透光性の電極層と、第 2 の基板の液晶層側とは反対側の偏光板と、を有し、反射性の電極層は凹凸表面を有し、偏光板の可視光帯域における透過率が低減する波長帯域に、透光性の電極層の透過率が増加するピーク波長帯域が含まれるように組み合わせられている液晶表示装置である。

【0009】

上記において、凹凸の傾斜角の平均値を、 $8^\circ$ 以上 $22^\circ$ 以下としてもよい。また、凹

10

20

30

40

50

凸の間隔の平均値を、 $10\text{ }\mu\text{m}$ より大きく $30\text{ }\mu\text{m}$ より小さくしてもよい。また、一画素内において、凹凸の間隔の60%以上が、 $10\text{ }\mu\text{m}$ より大きく $30\text{ }\mu\text{m}$ より小さくなるように、凹凸を配置しても良い。また、反射性の電極層を、画素電極とし、凹凸が、画素電極の平面形状における中心に関して点对称、かつ、画素電極の中心を通る直線に関して線対称に配置されるようにしてもよい。また、偏光板の可視光帯域における透過率が低減する波長帯域の一部と、偏光板の可視光帯域における透過率が増加するピーク波長帯域の一部と、における偏光板を通過して射出される光の強度の比は、0.8以上1.2以下となるようにしてもよい。

【0010】

なお、第1、第2として付される序数詞は便宜上用いるものであり、工程順または積層順を示すものではない。また、本明細書において発明を特定するための事項として固有の名称を示すものではない。

【発明の効果】

【0011】

凹凸表面を有する画素電極層を用い、効率よく散乱させた反射光で白表示を行うことにより、反射光の反射効率を向上させ、効率よく白表示を行うことができる。

【0012】

より視認性の良好で高画質な液晶表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図2】画素電極層の凹凸で光が反射される様子を説明する模式図。

【図3】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図4】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図5】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図6】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図7】液晶表示装置の駆動方法の一形態を説明するタイミングチャート。

【図8】液晶表示装置の駆動方法の一形態を説明するタイミングチャート。

【図9】液晶表示装置の駆動方法の一形態を説明する図。

【図10】電子機器を説明する図。

【図11】電子機器を説明する図。

【図12】実施例1の各画素電極層における平面の光学顕微鏡写真、および断面STEM像。

【図13】実施例1の各液晶表示装置における反射率およびコントラストを示す図。

【図14】偏光板および共通電極層の透過率を示す図。

【図15】実施例3の各画素電極層における平面の光学顕微鏡写真、および断面STEM像。

【図16】実施例3の各液晶表示装置における反射率を示す図。

【図17】実施例3の各液晶表示装置におけるコントラストを示す図。

【図18】液晶表示装置の一形態を説明する図。

【図19】投光角を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、以下の説明に限定されず、趣旨およびその範囲から逸脱することなくその形態および詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する構成において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

【0015】

### (実施の形態 1)

本明細書で開示する発明の構成の一形態である液晶表示装置を、図 1 を用いて説明する。図 1 (A) は液晶表示装置の平面図であり、図 1 (B) は図 1 (A) における線 A 1 - A 2 の断面図である。なお、図 1 (A) の平面図は第 1 の基板 200 側を示したもので、画素電極層 230 以外は省略している。また、図 1 (A) に示す実線は、図 1 (B) に示す破線と対応しており、画素電極層 230 の凹凸の高さを示している。

#### 【0016】

図 1 は、画素電極層 230 および構造体 233 が設けられた第 1 の基板 200 と、共通電極層 231 が設けられた第 2 の基板 201 とが、液晶層 208 を間に挟持して対向するように配置され、第 2 の基板 201 上に偏光板 232 が配置された液晶表示装置である。画素電極層 230 は可視光を反射する反射性を有し、一方、共通電極層 231 は該光を透過する透光性を有する。

10

#### 【0017】

画素電極層 230 は、第 1 の基板 200 上に設けられた凹凸を有する構造体 233 を覆うように形成されることによって、なだらかな凹凸表面を有している。このように、画素電極層 230 の凹凸表面を形成することにより、凹凸で反射光を散乱させることができるので、優れた白表示を行うことができる。

#### 【0018】

本実施の形態では画素電極層 230 として反射性を有する導電性材料を用いる。例えば、タングステン (W)、モリブデン (Mo)、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、バナジウム (V)、ニオブ (Nb)、タンタル (Ta)、クロム (Cr)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、チタン (Ti)、白金 (Pt)、アルミニウム (Al)、銅 (Cu)、銀 (Ag) 等の金属、またはその合金、若しくはその金属窒化物から一つ、または複数種を用いて形成することができる。

20

#### 【0019】

ここで、画素電極層 230 の凹凸の傾斜角および凹凸の間隔について図 2 を用いて説明する。図 2 は、光が入射して画素電極層 230 の凹凸で反射する様子を模式的に表した図である。図 2 の凹凸の傾斜角  $\theta$  は、画素電極層 230 の凹凸で、光が反射する際の光の反射面と画素電極層 230 が形成された水平面とがなす角のことを指す。この傾斜角  $\theta$  の中で、各凸部と当該凸部と隣接する凹部において最大となる  $\theta$  を  $\theta_M$  とする。また、図 2 の凹凸の間隔  $L$  は、画素電極層 230 の凸部の頂点と当該凸部と隣接する凸部の頂点との距離を指す。

30

#### 【0020】

ここで、傾斜角  $\theta_M$  が過剰に小さくなると、画素電極層 230 の凹凸による反射光の散乱効果が低減されるため、白表示を行うことが難しくなる。また、傾斜角  $\theta_M$  が過剰に大きくなると、画素電極層 230 の凹凸による反射光と第 2 の基板の平面とでなす角度が小さくなるため、反射光を取り出す効率が低減されて射出光の明るさが十分ではなくなる。よって、一画素内において、画素電極層 230 の凹凸の傾斜角  $\theta_M$  の平均値は、 $5^\circ$  以上  $25^\circ$  以下とし、好ましくは  $8^\circ$  以上  $22^\circ$  以下とし、より好ましくは  $10^\circ$  を超えて  $18^\circ$  以下とする。

40

#### 【0021】

また、凹凸の間隔  $L$  が過剰に大きくなると、画素電極層 230 の凹凸による反射光の散乱効果が低減されるため、白表示を行うことが難しくなる。また、凹凸の間隔  $L$  が過剰に小さくなると、散乱が極細くなり、液晶表示装置の使用者の視界から外れる成分が多くなるため、射出光の明るさが十分ではなくなる。よって、画素電極層 230 の凹凸の間隔  $L$  の平均値は、 $10\mu\text{m}$  より大きく  $30\mu\text{m}$  より小さくするのが好ましく、 $15\mu\text{m}$  より大きく  $25\mu\text{m}$  より小さくするのがさらに好ましい。

#### 【0022】

また、画素電極層 230 の凹凸は図 1 (A) に示すように、その形状および配置を不規則に設けることが好ましい。画素電極層 230 の凹凸を不規則に設けることにより、射出

50

光が干渉し合い、表示部にモアレ縞が形成されるのを防ぐことができる。ここで、一画素内において、画素電極層 230 の凹凸の間隔 L の 60 % 以上が、 $10\text{ }\mu\text{m}$  より大きく  $30\text{ }\mu\text{m}$  より小さくなるように、凹凸を配置するのが好ましい。

【0023】

また、画素電極層 230 の凹凸を、一画素の平面形状における中心に関して点対称、かつ、一画素の中心を通る直線に関して線対称に配置されるように設けてもよい。例えば、図 3 (A)、図 3 (B) に示すように、画素電極層 230 を平面形状に対して上下左右に 4 等分した領域の凹凸が、お互いに線対称かつ点対称に配置されるように設ければよい。なお、図 3 (A)、図 3 (B) は、画素電極層 230 の凹凸の配置以外は、図 1 (A)、図 1 (B) と同様である。このように画素電極層 230 の凹凸を形成することにより、表示部の平面形状における上下左右の方向に対して、視認方向に依存せず均一に表示することができる。

10

【0024】

以上のような凹凸表面を有する画素電極層 230 を形成し、効率よく散乱させた反射光で白表示を行うことにより、反射光の反射効率を向上させ、効率よく白表示を行うことができる。よって、より視認性の良好で高画質な液晶表示装置を提供することができる。

【0025】

構造体 233 は有機材料および無機材料で形成することができる。代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。なお、構造体は複数の薄膜の積層構造であってもよい。

20

【0026】

構造体 233 の形成方法は特に限定されず、材料に応じて、蒸着法、スパッタリング法、CVD 法などの乾式法、またはスピンコート、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法 (インクジェット法)、ナノインプリント、各種印刷法 (スクリーン印刷、オフセット印刷) 等などの湿式法を用い、必要に応じてエッチング法 (ドライエッチングまたはウエットエッチング) により所望のパターンに加工すればよい。例えば感光性の有機樹脂にフォトリソグラフィ工程を行って構造体 233 を形成することができる。

【0027】

構造体の形状は、上記の画素電極層 230 の凹凸表面を形成できるように適宜決定すればよい。

30

【0028】

なお、図 1 および図 3 に示す液晶表示装置では、凹凸を有する構造体 233 を用いて画素電極層 230 の凹凸表面を形成したが、本実施の形態に係る発明はこれに限られるものではない。例えば、画素電極層 230 をエッチングなどによって、直接加工して画素電極層 230 に凹凸表面を形成しても良い。

【0029】

また、共通電極層 231 は、可視光に対して透光性を有する導電性材料を用いる。例えば、インジウム錫酸化物 (ITO)、酸化インジウムに酸化亜鉛 (ZnO) を混合した IZO (indium zinc oxide)、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (ITSO)、酸化インジウムに酸化珪素 ( $\text{SiO}_2$ ) を混合した導電性材料、有機インジウム、有機スズ、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物を用いて形成することができる。

40

【0030】

偏光板 232 は、自然光や円偏光から直線偏光を作り出すことができるものであれば特に限定されないが、例えば、二色性の物質を一定方向にそろえて配置することで、光学的な異方性を持たせたものを用いることができる。このような偏光板は、例えば、ヨウ素系の化合物などをポリビニルアルコールなどのフィルムに吸着させ、これを一方向に延伸することで作製することができる。なお、二色性の物質としては、ヨウ素系の化合物のほか

50

、染料系の化合物などが用いられる。

【0031】

ここで、偏光板232の透過率は液晶表示装置の表示特性に大きな影響を及ぼすことになるため、偏光板232は可視光帯域（例えば、400nm～800nmの波長帯域）においてブロードな透過スペクトルを有することが望ましい。しかしながら、偏光板232に使用することができる材料は限られており、現実的には、理想的な透過スペクトルを有する偏光板232を作製するのは困難である。

【0032】

例えば、液晶表示装置に用いられる一般的な偏光板では、500nm以下の短波長領域において吸収がみられる。このような偏光板を用いると、偏光板を通して射出される光に青色の成分が不足することになるため、液晶表示装置に表示される画像が、茶色味がかってしまう。

【0033】

そこで、開示する発明の一態様では、可視光帯域での偏光板232による光吸収を補うように他の構成要素の光学特性を調節する。例えば、共通電極層231の膜厚を調節して、偏光板の吸収領域付近で最大透過率（可視光帯域における最大透過率をいう）を有するような共通電極層231を作製する。つまり、偏光板232の可視光帯域における透過率が低減する波長帯域に、共通電極層231の透過率が増加するピーク波長帯域が含まれるように各構成要素を組み合わせる。なお、偏光板の可視光帯域（例えば400nm～800nm）における透過率が、その平均値より低い波長帯域（例えば400nm～500nm）の一部（例えば450nm）において、共通電極層231（透光性の電極層）の可視光帯域における透過率が、その平均値より高い、と言い換えても良い。このとき、偏光板232の可視光帯域における透過率が低減する波長帯域の一部と、偏光板232の可視光帯域における透過率が増加するピーク波長帯域の一部と、における偏光板232を通して射出される、光の強度の比が0.8以上1.2以下となるようにするのが好ましい。

【0034】

このような構成を採用することで、偏光板232によって不足する可視光成分を補うことができる。このため、可視光帯域における光学特性が良好な液晶表示装置を提供することができる。具体的には、例えば、白色表示に優れた反射型の液晶表示装置を提供することができる。なお、当該効果は、所定の凹凸を有することにより散乱特性を向上させた画素電極層230（反射性を有する電極層）と組み合わせる場合にはさらに顕著になる。凹凸によって、写り込みが防止されると共に、散乱光強度が高められ、優れた白色表示が実現される上に、さらに、偏光板に起因する色味を抑制することができるためである。

【0035】

なお、光学特性の調節対象である構成要素は、共通電極層231に限る必要はない。厚みや材質を容易に変更しうる構成要素においては、光学特性の調節も容易である。よって、このような構成要素を光学特性の調節対象とすることが可能である。具体的には、例えば、画素電極層230（反射性を有する電極層）や液晶層をその調節対象とすることができる。

【0036】

液晶層208は、ネマチック液晶、コレステリック液晶、スメクチック液晶、ディスコチック液晶、サーモトロピック液晶、リオトロピック液晶、低分子液晶、高分子分散型液晶（PDLC）、強誘電液晶、反強誘電液晶、主鎖型液晶、側鎖型高分子液晶、バナナ型液晶等を用いることができる。

【0037】

また、紫外線硬化樹脂を含む液晶を用いて液晶層208を形成し、PDLC（Polymer Dispersed Liquid Crystal）モード、PNLC（Polymer Network Liquid Crystal）モードまたはブルー相（Blue Phase）モードに代表される、表示方式の液晶表示装置を作製しても良い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 8 】

液晶層 2 0 8 の厚さであるセルギャップは  $5\ \mu\text{m}$  以上  $30\ \mu\text{m}$  以下（好ましくは  $10\ \mu\text{m}$  以上  $20\ \mu\text{m}$  以下）とすればよい。なお、本明細書においてセルギャップの厚さとは、液晶層の厚さ（膜厚）の最大値とする。

## 【 0 0 3 9 】

また、画素電極層 2 3 0 と液晶層 2 0 8 との間、および液晶層 2 0 8 と共通電極層 2 3 1 との間には配向膜を設けるのが好ましい。配向膜は、ポリイミド、ポリビニルアルコールなどの有機樹脂や、酸化珪素などの無機材料を用いることができる。

## 【 0 0 4 0 】

第 1 の基板 2 0 0、第 2 の基板 2 0 1 にはバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、プラスチック基板などを用いることができる。10  
なお、第 1 の基板 2 0 0 と第 2 の基板 2 0 1 との固着は、液晶層 2 0 8 を間に挟持させてシール材によって行う。シール材としては、代表的には可視光硬化性、紫外線硬化性または熱硬化性の樹脂を用いるのが好ましい。代表的には、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、アミン樹脂などを用いることができる。また、光（代表的には紫外線）重合開始剤、熱硬化剤、フィラー、カップリング剤を含んでもよい。

## 【 0 0 4 1 】

ここで、液晶表示装置は外光の光を反射することによって表示を行う反射型の液晶表示装置である。よって、少なくとも画素領域において視認側に設けられる基板、電極層や絶縁層は光を透過させる必要がある。よって光が透過する画素領域に存在する基板、絶縁層、電極層などの薄膜はすべて可視光の波長領域の光に対して透光性とする。一方、光を反射する視認側と反対側には反射性を有する電極層や膜、および表示を行う着色層を設ける。20

## 【 0 0 4 2 】

また、図 4 に示すように、トランジスタを形成したアクティブマトリクス基板を用いることで、アクティブマトリクス型の液晶表示装置を用いることができる。

## 【 0 0 4 3 】

図 4 ( A ) は液晶表示装置の平面図であり 1 画素分の画素を示している。図 4 ( B ) は図 4 ( A ) の線 X 1 - X 2 における断面図である。

## 【 0 0 4 4 】

図 4 は、トランジスタ 4 6 0 上に層間膜 4 1 7 を介して画素電極層 2 3 0、構造体 2 3 3 が設けられた第 1 の基板 2 0 0 と、共通電極層 2 3 1、偏光板 2 3 2 が設けられた第 2 の基板 2 0 1 とが、液晶層 2 0 8 を間に挟持して対向するように配置された液晶表示装置である。なお、第 1 の基板 2 0 0、構造体 2 3 3、画素電極層 2 3 0、液晶層 2 0 8、共通電極層 2 3 1、第 2 の基板 2 0 1 および偏光板 2 3 2 は、上述の図 1 または図 3 で示したものと同様である。30

## 【 0 0 4 5 】

図 4 ( A ) において、複数のソース配線層（ソース電極層 4 0 5 a を含む）が互いに平行（図中上下方向に延伸）かつ互いに離間した状態で配置されている。複数のゲート配線層（ゲート電極層 4 0 1 を含む）は、ソース配線層に略直交する方向（図中左右方向）に延伸し、かつ互いに離間するように配置されている。容量配線層 4 0 8 は、複数のゲート配線層それぞれに隣接する位置に配置されており、ゲート配線層に概略平行な方向、つまり、ソース配線層に概略直交する方向（図中左右方向）に延伸している。ソース配線層と、ゲート配線層とによって、略長方形の空間が囲まれているが、この空間に液晶表示装置の画素電極層 2 3 0 が配置され、液晶層 2 0 8 を介して共通電極層 2 3 1 が配置されている。画素電極層を駆動するトランジスタ 4 6 0 は、図中左上の角に配置されている。画素電極層およびトランジスタは、マトリクス状に複数配置されている。なお、画素電極層 2 3 0 と容量配線層 4 0 8 によって容量が形成されている。40

## 【 0 0 4 6 】

なお、図 4 ( A ) の平面図は素子基板である第 1 の基板 2 0 0 側を示したもので、液晶50

層 208、共通電極層 231、第2の基板 201は省略している。

【0047】

画素電極層 230には、トランジスタの半導体層と電氣的に接続するソース電極層またはドレイン電極層を介して、画像信号の電位が与えられる。一方、液晶素子の共通電極層 231には、画素電極層に供給される画像信号の電位に対して基準となる固定電位（一例としてはグラウンド電位（接地電位））が与えられる。共通電位はデータとして送られる画像信号の中間電位近傍でフリッカーの生じないレベルに設定すると好ましい。また、共通電極層はフローティング状態（電氣的に孤立した状態）として動作させることも可能である。

【0048】

図4(B)に示すように、トランジスタ 460は逆スタガ型の薄膜トランジスタであり、絶縁表面を有する基板である第1の基板 200上に、ゲート電極層 401、ゲート絶縁層 402、半導体層 403、ソース電極層 405a、ドレイン電極層 405bを含む。トランジスタ 460を覆い、半導体層 403に接する絶縁膜 407、保護絶縁層である絶縁層 409が設けられ、絶縁層 409上に層間膜 417が積層されている。また、トランジスタ 460のドレイン電極層 405bは、絶縁膜 407、絶縁層 409および層間膜 417に形成された開口を介して画素電極層 230と電氣的に接続されている。

【0049】

なお、本実施の形態では、画素電極層 230はトランジスタ 460のドレイン電極層 405bと接し、構造体 233上にまで連続的に成膜される例であるが、ドレイン電極層 405bと接する電極層を形成し、その電極層を介して画素電極層 230を形成してもよい。

【0050】

下地膜となる絶縁膜を第1の基板 200とゲート電極層 401の間に設けてもよい。下地膜は、第1の基板 200からの不純物元素の拡散を防止する機能があり、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、または酸化窒化シリコン膜から選ばれた一または複数の膜による積層構造により形成することができる。

【0051】

ゲート電極層 401は、モリブデン、チタン、タンタル、タングステン、アルミニウム、銅、ネオジム、スカンジウム等の金属材料またはこれらを主成分とする合金材料を用いて、単層でまたは積層して形成することができる。

【0052】

ゲート絶縁層 402は、プラズマCVD法またはスパッタリング法等を用いて、酸化シリコン層、窒化シリコン層、酸化窒化シリコン層、窒化酸化シリコン層、酸化アルミニウム層、窒化アルミニウム層、酸化窒化アルミニウム層、窒化酸化アルミニウム層、酸化ガリウム層、または酸化ハフニウム層を単層でまたは積層して形成することができる。

【0053】

ソース電極層 405a、ドレイン電極層 405bに用いる導電膜としては、例えば、Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo、Wから選ばれた元素を含む金属膜、または上述した元素を成分とする金属窒化物膜（窒化チタン膜、窒化モリブデン膜、窒化タングステン膜）等がある。また、Al、Cuなどの金属膜の下側または上側の一方または双方にTi、Mo、Wなどの高融点金属膜またはそれらの金属窒化物膜（窒化チタン膜、窒化モリブデン膜、窒化タングステン膜）を積層させた導電膜を用いても良い。

【0054】

また、ソース電極層 405aおよびドレイン電極層 405bに用いる導電膜は、導電性の金属酸化物で形成しても良い。導電性の金属酸化物としては酸化インジウム（ $\text{In}_2\text{O}_3$ ）、酸化スズ（ $\text{SnO}_2$ ）、酸化亜鉛（ $\text{ZnO}$ ）、酸化インジウム酸化スズ合金（ $\text{In}_2\text{O}_3$   $\text{SnO}_2$ 、ITOと略記する）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（ $\text{In}_2\text{O}_3$   $\text{ZnO}$ ）またはこれらの金属酸化物材料に酸化シリコンを含ませたものを用いることができる。

10

20

30

40

50



## 【0055】

半導体層403は、酸化物半導体膜を用いて形成することができる。酸化物半導体膜に用いる材料としては例えば、インジウムを含有する酸化物半導体材料や、インジウムおよびガリウムを含有する酸化物半導体材料などがある。

## 【0056】

また、酸化物半導体膜に用いる材料としては、四元系金属酸化物であるIn-Sn-Ga-Zn-O系の材料や、三元系金属酸化物であるIn-Ga-Zn-O系の材料、In-Sn-Zn-O系の材料、In-Al-Zn-O系の材料、Sn-Ga-Zn-O系の材料、Al-Ga-Zn-O系の材料、Sn-Al-Zn-O系の材料や、二元系金属酸化物であるIn-Zn-O系の材料、Sn-Zn-O系の材料、Al-Zn-O系の材料、Zn-Mg-O系の材料、Sn-Mg-O系の材料、In-Mg-O系の材料、In-Ga-O系の材料や、単元系金属酸化物であるIn-O系の材料、Sn-O系の材料、Zn-O系の材料などがある。また、上記の材料にSiO<sub>2</sub>を含ませてもよい。ここで、例えば、In-Ga-Zn-O系の材料とは、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、亜鉛(Zn)を有する酸化物膜、という意味であり、その組成比は特に問わない。また、InとGaとZn以外の元素を含んでいてもよい。

## 【0057】

また、酸化物半導体膜としては、化学式InMO<sub>3</sub>(ZnO)<sub>m</sub>(m>0)で表記される材料を用いた薄膜とすることができる。ここで、Mは、Ga、Al、MnおよびCoから選ばれた一または複数の金属元素を示す。例えば、Mとして、Ga、GaおよびAl、GaおよびMn、またはGaおよびCoなどを用いることができる。

## 【0058】

酸化物半導体としてIn-Ga-Zn-O系の材料を用いる場合、用いるターゲットとしては、例えば、組成比として、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:ZnO=1:1:1[mol比]の酸化物ターゲットを用いることができる。また、このターゲットの材料および組成に限定されず、例えば、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:ZnO=1:1:2[mol比]の酸化物ターゲットを用いてもよい。

## 【0059】

また、酸化物半導体としてIn-Zn-O系の材料を用いる場合、用いるターゲットの組成比は、原子数比で、In:Zn=50:1~1:2(モル比に換算するとIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:ZnO=25:1~1:4)、好ましくはIn:Zn=20:1~1:1(モル比に換算するとIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:ZnO=10:1~1:2)、さらに好ましくはIn:Zn=15:1~1.5:1(モル比に換算するとIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:ZnO=15:2~3:4)とする。例えば、In-Zn-O系酸化物半導体の形成に用いるターゲットは、原子数比がIn:Zn:O=X:Y:Zのとき、Z>1.5X+Yとする。

## 【0060】

酸化物半導体膜は、水素や水などが混入しにくい方法で作製するのが望ましい。例えば、スパッタリング法などを用いて作製することができる。また、酸化物半導体膜の厚さは、3nm以上30nm以下とするのが望ましい。酸化物半導体膜を厚くしすぎると(例えば、膜厚を50nm以上)、トランジスタがノーマリーオンになってしまうおそれがあるためである。

## 【0061】

酸化物半導体膜の成膜の雰囲気は、希ガス(代表的にはアルゴン)雰囲気下、酸素雰囲気下、または、希ガスと酸素の混合雰囲気下などとすればよい。また、酸化物半導体膜への水素、水、水酸基、水素化物などの混入を防ぐために、水素、水、水酸基、水素化物などの水素原子を含む不純物が十分に除去された高純度ガスを用いた雰囲気とすることが望ましい。

## 【0062】

また、成膜後、酸化物半導体膜に熱処理を行うのが望ましい。熱処理を行うことにより、酸化物半導体膜中の水や水素などの不純物を除去する、または酸化物半導体膜中に酸素

を供給することができる。

【0063】

このような酸化物半導体膜を半導体層403として用いることにより、オフ状態における電流値（オフ電流値）を低くすることができる。よって、画像信号等の電気信号の保持時間を長くすることができ、電源オン状態では書き込み間隔も長く設定できる。よって、リフレッシュ動作の頻度を少なくすることができるため、消費電力をより抑制する効果を奏する。

【0064】

半導体層、電極層、配線層の作製工程において、薄膜を所望の形状に加工するためにエッチング工程を用いる。エッチング工程は、ドライエッチングやウエットエッチングを用いることができる。

10

【0065】

ドライエッチングに用いるエッチング装置としては、反応性イオンエッチング法（RIE法）を用いたエッチング装置や、ECR（Electron Cyclotron Resonance）やICP（Inductively Coupled Plasma）などの高密度プラズマ源を用いたドライエッチング装置を用いることができる。

【0066】

所望の加工形状にエッチングできるように、エッチング条件（コイル型の電極に印加される電力量、基板側の電極に印加される電力量、基板側の電極温度等）を適宜調節する。

【0067】

20

所望の加工形状にエッチングできるように、材料に合わせてエッチング条件（エッチング液、エッチング時間、温度等）を適宜調節する。

【0068】

なお、トランジスタ460の半導体層403は一部のみがエッチングされ、溝部（凹部）を有する半導体層の例である。

【0069】

トランジスタ460を覆う絶縁膜407、絶縁層409は、乾式法や湿式法で形成される無機絶縁膜、有機絶縁膜を用いることができる。例えば、CVD法やスパッタリング法などを用いて得られる窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜または酸化ガリウム膜などを単層または積層で用いることができる。

30

【0070】

また、層間膜417は、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン、ポリアミド、エポキシ等の有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料（low-k材料）、シロキサン系樹脂、PSG（リンガラス）、BPSG（リンボロンガラス）等を用いることができる。

【0071】

なお、シロキサン系樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサン系樹脂は置換基としては有機基（例えばアルキル基やアリアル基）やフルオロ基を用いても良い。また、有機基はフルオロ基を有していても良い。シロキサン系樹脂は塗布法により成膜し、焼成することによって絶縁膜407として用いることができる。

40

【0072】

層間膜417の形成法は、特に限定されず、その材料に応じて、スピンコート、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法（インクジェット法、スクリーン印刷、オフセット印刷等）、ロールコート法、カーテンコート法、ナイフコート法等を用いることができる。

【0073】

また、層間膜417上に構造体233を設けるのではなく、層間膜417の上部を凹凸形状に直接加工しても良い。

【0074】

50

以上のように、凹凸表面を有する画素電極層を用い、効率よく散乱させた反射光で白表示を行うことにより、反射光の反射効率を向上させ、効率よく白表示を行うことができる。よって、より視認性の良好で高画質な液晶表示装置を提供することができる。

【0075】

なお、図1乃至図4に示す液晶表示装置では、画素電極層230を可視光を反射する反射性を有する電極とし、共通電極層231を可視光を透過する透光性を有する電極としたが、本実施の形態に係る発明はこれに限られるものではない。例えば、画素電極層を可視光を透過する透光性を有する電極とし、共通電極層を該光を反射する反射性を有する電極としてもよい。この場合、共通電極層に上述の画素電極層230と同様の凹凸表面を設ける必要がある。

10

【0076】

なお、図1乃至図4に示す液晶表示装置では、凹凸を有する構造体233を用いて画素電極層230の凹凸表面を形成したが、本実施の形態に係る発明はこれに限られるものではない。例えば、画素電極層230をエッチングなどによって、直接加工して画素電極層230に凹凸表面を形成しても良い。

【0077】

また、図1乃至図4に示す液晶表示装置では、構造体233上に画素電極層230を直接設けて、画素電極層230を凹凸形状としたが、本実施の形態に係る発明はこれに限られるものではない。図18(A)、図18(B)に示すように、構造体233上に凹凸を有する反射膜240を設け、反射膜240上に平坦化膜242を設け、平坦化膜242上に平坦性の高い画素電極層244を設ける構造としても良い。このような構成とすることで、液晶層208の下部を平坦化することができるので、構造体233の凹凸形状により、共通電極層231と画素電極層244の間の電界が乱れることを抑制できる。ここで、反射膜240は画素電極層230と同様の材料を用いることができ、平坦化膜242は、構造体233と同様の材料を用いることができ、画素電極層244は共通電極層231と同様の材料を用いることができる。なお、図18(A)、図18(B)は、反射膜240、平坦化膜242および画素電極層244以外は、図1(A)、図1(B)と同様である。

20

【0078】

以上、本実施の形態に示す構成、方法などは、他の実施の形態に示す構成、方法などと適宜組み合わせる用いることができる。

30

【0079】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1に組み合わせることで低消費電力化を図れる液晶表示装置の駆動方法を示す。

【0080】

液晶表示装置は、複数のフレーム期間に時分割した複数の画像を高速に切り替えて動作させて画面に表示を行う。しかし、複数のフレーム期間に時分割した複数の画像を高速に切り替えて動作させていても、連続するフレーム期間、例えばnフレーム目と、(n+1)フレーム目とで変化しない画像表示(静止画表示ともいう)の場合がある。なお本明細書では、静止画表示の時に表示される画像を静止画像ともよぶ。

40

【0081】

本実施の形態では、連続するフレームの画像信号が異なる表示(動画表示ともいう)の場合は、フレーム毎に画像信号を書き込むが、連続するフレームの画像信号が同一な静止画表示の場合は、新たに画像信号は書き込まず、液晶素子に電圧を印加する画素電極および共通電極を浮遊状態(フローティング)にして液晶素子にかかる電圧を保持し、新たに電位を供給することなく静止画の表示を行う表示モードを用いる。なお、本明細書において、動画表示とは、連続するフレームの画像信号が異なり、新たに画像データを書き込む必要のある表示の場合をいい、1フレームの書き換えであっても動画表示を行うということとする。

50

## 【 0 0 8 2 】

本実施の形態における液晶表示装置、および液晶表示装置の表示モードの切り替えについて、図 5 乃至図 9 を用いて説明する。

## 【 0 0 8 3 】

本実施の形態の液晶表示装置 1 0 0 の各構成を、図 5 のブロック図を用いて説明する。液晶表示装置 1 0 0 は、画素において外光の反射を利用して表示を行う反射型液晶表示装置であり、画像処理回路 1 1 0、電源 1 1 6、および表示パネル 1 2 0 を有する。

## 【 0 0 8 4 】

液晶表示装置 1 0 0 は、接続された外部機器から画像信号（画像信号 D a t a）が供給されている。なお、電源電位（高電源電位 V d d、低電源電位 V s s、および共通電位 V c o m）は液晶表示装置の電源 1 1 6 をオン状態として電力供給を開始することによって供給され、制御信号（スタートパルス S P、およびクロック信号 C K）は表示制御回路 1 1 3 によって供給される。また、電源電位（高電源電位 V d d、低電源電位 V s s、および共通電位 V c o m）の供給の停止は、電源 1 1 6 をオフ状態とし表示パネルへの電源電位の供給を停止する。

10

## 【 0 0 8 5 】

また、画像信号がアナログの信号の場合には、A / D コンバータ等を介してデジタルの信号に変換して、液晶表示装置 1 0 0 の画像処理回路 1 1 0 に供給する構成とすれば、後に画像信号の差分を検出する際、検出を容易に行うことができ好適である。

## 【 0 0 8 6 】

画像処理回路 1 1 0 の構成、および画像処理回路 1 1 0 が信号を処理する手順について説明する。

20

## 【 0 0 8 7 】

画像処理回路 1 1 0 は、記憶回路 1 1 1、比較回路 1 1 2、表示制御回路 1 1 3、および選択回路 1 1 5 を有する。画像処理回路 1 1 0 は、入力されたデジタル画像信号 D a t a から表示パネル画像信号を生成する。表示パネル画像信号は、表示パネル 1 2 0 を制御する画像信号である。また、共通電極 1 2 8 を制御する信号をスイッチング素子 1 2 7 に出力する。

## 【 0 0 8 8 】

記憶回路 1 1 1 は、複数のフレームに関する画像信号を記憶するための複数のフレームメモリを有する。記憶回路 1 1 1 が有するフレームメモリの数は特に限定されるものではなく、複数のフレームに関する画像信号を記憶できる素子であればよい。なお、フレームメモリは、例えば D R A M ( D y n a m i c R a n d o m A c c e s s M e m o r y )、S R A M ( S t a t i c R a n d o m A c c e s s M e m o r y ) 等の記憶素子を用いて構成すればよい。

30

## 【 0 0 8 9 】

なお、フレームメモリは、フレーム期間毎に画像信号を記憶する構成であればよく、フレームメモリの数について特に限定されるものではない。また、フレームメモリの画像信号は、比較回路 1 1 2 および表示制御回路 1 1 3 により選択的に読み出されるものである。なお、図中のフレームメモリ 1 1 1 b は、1 フレーム分のメモリ領域を概念的に図示するものである。

40

## 【 0 0 9 0 】

比較回路 1 1 2 は、記憶回路 1 1 1 に記憶された連続するフレーム期間の画像信号を選択的に読み出して、当該画像信号の連続するフレーム間での比較を画素毎に行い、差分を検出するための回路である。

## 【 0 0 9 1 】

なお、本実施の形態ではフレーム間の画像信号の差分の有無により、表示制御回路 1 1 3 および選択回路 1 1 5 の動作を決定する。当該比較回路 1 1 2 がフレーム間のいずれかの画素で差分を検出した場合（差分「有」の場合）、比較回路 1 1 2 は画像信号が静止画ではないと判断し、差分を検出した連続するフレーム期間を動画であると判断する。

50

## 【 0 0 9 2 】

なお、フレーム間の差分の検出が一部の画素だけの場合、該差分が検出された画素のみ画像データを書き込む構成としてもよい。この場合、駆動回路部 1 2 1 のゲート線側駆動回路 1 2 1 A およびソース線側駆動回路 1 2 1 B としてデコード回路を用いる。

## 【 0 0 9 3 】

一方、比較回路 1 1 2 での画像信号の比較により、全ての画素で差分が検出されない場合（差分「無」の場合）、当該差分を検出しなかった連続するフレーム期間は、静止画であると判断する。すなわち比較回路 1 1 2 は、連続するフレーム期間の画像信号の差分の有無を検出することによって、動画を表示するための画像信号であるか、または静止画を表示するための画像信号であるかの判断をするものである。

10

## 【 0 0 9 4 】

なお、当該比較により「差分が有る」と検出される基準は、差分の大きさが一定のレベルを超えたときに、差分有りとして検出したと判断されるように設定してもよい。なお、比較回路 1 1 2 の検出する差分は、差分の絶対値によって判断をする設定とすればよい。

## 【 0 0 9 5 】

また、本実施の形態においては、液晶表示装置 1 0 0 内部に設けられた比較回路 1 1 2 が連続するフレーム期間の画像信号の差分を検出することにより当該画像が画像データを書き込む必要のある動画か、または、静止画かであることの判断を行う構成について示したが、この構成に限定されず、外部から動画であるか静止画であるかの信号を供給する構成としてもよい。

20

## 【 0 0 9 6 】

選択回路 1 1 5 は、例えばトランジスタで形成される複数のスイッチを設ける構成とする。比較回路 1 1 2 が連続するフレーム間に差分を検出した場合、すなわち、画像が動画の際、記憶回路 1 1 1 内のフレームメモリから動画の画像信号を選択して表示制御回路 1 1 3 に出力する。

## 【 0 0 9 7 】

なお、選択回路 1 1 5 は、比較回路 1 1 2 が連続するフレーム間に差分を検出しない場合、すなわち、画像が静止画の際、記憶回路 1 1 1 内のフレームメモリから表示制御回路 1 1 3 に画像信号を出力しない。画像信号をフレームメモリより表示制御回路 1 1 3 に出力しない構成とすることにより、液晶表示装置の消費電力を削減できる。

30

## 【 0 0 9 8 】

なお、本実施の形態の液晶表示装置において、比較回路 1 1 2 が画像を静止画と判断しておこなう動作が静止画表示モード、比較回路 1 1 2 が画像を動画と判断しておこなう動作が動画表示モードとなる。

## 【 0 0 9 9 】

表示制御回路 1 1 3 は、表示パネル 1 2 0 に選択回路 1 1 5 で選択された画像信号、並びに制御信号（具体的にはスタートパルス S P、およびクロック信号 C K 等の制御信号の供給または停止の切り替えを制御するための信号）、電源電位（高電源電位 V d d、低電源電位 V s s、および共通電位 V c o m）を供給する回路である。

## 【 0 1 0 0 】

なお、本実施の形態で例示される画像処理回路は、表示モード切り替え機能を有していてもよい。表示モード切り替え機能は、当該液晶表示装置の利用者が手動または外部接続機器を用いて当該液晶表示装置の動作モードを選択することで動画表示モードまたは静止画表示モードを切り替える機能である。

40

## 【 0 1 0 1 】

選択回路 1 1 5 は表示モード切り替え回路から入力される信号に応じて、画像信号を表示制御回路 1 1 3 に出力することもできる。

## 【 0 1 0 2 】

例えば、静止画表示モードで動作している際に、表示モード切り替え回路から選択回路 1 1 5 にモード切り替え信号が入力された場合、比較回路 1 1 2 が連続するフレーム期間

50

での画像信号の差分を検出していない場合であっても、選択回路 115 は入力される画像信号を順次表示制御回路 113 に出力するモード、すなわち、動画表示モードを実行できる。また、動画表示モードで動作している際に、表示モード切り替え回路から選択回路 115 にモード切り替え信号が入力された場合、比較回路 112 が連続するフレーム期間での画像信号の差分を検出している場合であっても、選択回路 115 は選択した 1 フレームの画像信号の信号のみを出力するモード、すなわち静止画表示モードを実行できる。その結果、本実施の形態の液晶表示装置には、動画中の 1 フレームが静止画として表示される。

#### 【0103】

表示パネル 120 には、実施の形態 1 で示した構成を採用することができる。本実施の形態では、表示パネル 120 は、画素部 122 の他に、スイッチング素子 127 を有する。本実施の形態では、表示パネル 120 は第 1 の基板と、第 2 の基板を有し、第 1 の基板には駆動回路部 121、画素部 122、およびスイッチング素子 127 が設けられている。

10

#### 【0104】

また、画素 123 はスイッチング素子としてトランジスタ 144、該トランジスタ 144 に接続された容量素子 140、および液晶素子 145 を有する（図 6 参照）。

#### 【0105】

トランジスタ 144 は、オフ電流が低減されたトランジスタを用いることが好ましい。トランジスタ 144 がオフ状態のとき、オフ電流が低減されたトランジスタ 144 に接続された液晶素子 145、および容量素子 140 に蓄えられた電荷は、トランジスタ 144 を介して漏れ難く、トランジスタ 144 がオフ状態になる前に書き込まれた状態を長時間に渡って保持できる。

20

#### 【0106】

なお、トランジスタ 144 としては、例えば、酸化物半導体を用いたトランジスタを好適に用いることができる。また、酸化物半導体を用いたトランジスタの作製工程において、酸化物半導体層に脱水化または脱水素化を目的とした熱処理を行うことにより、酸化物半導体層を、その主成分以外の不純物が極力含まれないように高純度化することが好ましい。また、該脱水または脱水素化のための熱処理後に、酸素欠陥を補填するための熱処理をさらに行っても良い。酸化物半導体層を高純度化することで、含有する水素濃度は、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$  以下、望ましくは  $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$  以下、より望ましくは  $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$  以下とすることができる。高純度化し、真性化した酸化物半導体層を用いることで、トランジスタのオフ電流をより低減することができる。

30

#### 【0107】

本実施の形態では、液晶は、第 1 の基板に設けられた画素電極と対向する第 2 の基板に設けられた共通電極によって形成された縦方向の電界によって制御される。

#### 【0108】

スイッチング素子 127 は、表示制御回路 113 が出力する制御信号に応じて、共通電位  $V_{com}$  を共通電極 128 に供給する。スイッチング素子 127 としては、トランジスタを用いることができる。トランジスタのゲート電極およびソース電極またはドレイン電極の一方を表示制御回路 113 に接続し、ソース電極またはドレイン電極の一方に、端子部 126 を介して表示制御回路 113 から共通電位  $V_{com}$  が供給されるようにし、他方を共通電極 128 に接続すればよい。なお、スイッチング素子 127 は駆動回路部 121、または画素部 122 と同じ基板に形成されるものでもよいし、別の基板に形成されるものであってもよい。

40

#### 【0109】

スイッチング素子 127 としてオフ電流が低減されたトランジスタを用いることにより、液晶素子 145 の両端子に加わる電圧が経時的に低下する現象を抑制できる。スイッチング素子 127 としては、例えば、酸化物半導体を用いたトランジスタを好適に用いるこ

50

とができる。

【0110】

共通接続部は、スイッチング素子127のソース電極またはドレイン電極と接続された端子と、共通電極128を電氣的に接続する。

【0111】

スイッチング素子の一態様であるトランジスタを用いるスイッチング素子127のソース電極またはドレイン電極の一方は、トランジスタ144と接続されていない容量素子140の他方の電極、および液晶素子145の他方の電極と接続され、スイッチング素子127のソース電極またはドレイン電極の他方は、共通接続部を介して端子126Bに接続される。また、スイッチング素子127のゲート電極は端子126Aに接続される。

10

【0112】

次に、画素に供給する信号の様子を、図6に示す液晶表示装置の等価回路図、および図7に示すタイミングチャートを用いて説明する。

【0113】

図7に、表示制御回路113がゲート線側駆動回路121Aに供給するクロック信号GCK、およびスタートパルスGSPを示す。また、表示制御回路113がソース線側駆動回路121Bに供給するクロック信号SCK、およびスタートパルスSSPを示す。なお、クロック信号の出力のタイミングを説明するために、図7ではクロック信号の波形を単純な矩形波で示す。

【0114】

20

また、図7に、Data line（ソース線ともいう）の電位、画素電極の電位、端子126Aの電位、端子126Bの電位、並びに共通電極の電位を示す。

【0115】

図7において期間1401は、動画を表示するための画像信号を書き込む期間に相当する。期間1401では画像信号、共通電位が画素部122の各画素、共通電極に供給されるように動作する。

【0116】

また、期間1402は、静止画を表示する期間に相当する。期間1402では、画素部122の各画素への画像信号、共通電極への共通電位を停止することとなる。なお、図7に示す期間1402では、駆動回路部の動作を停止するよう各信号を供給する構成について示したが、期間1402の長さおよびリフレッシュレートによって、定期的に画像信号を書き込むことで静止画の画像の劣化を防ぐ構成とすることが好ましい。

30

【0117】

まず、期間1401におけるタイミングチャートを説明する。期間1401では、クロック信号GCKとして、常時クロック信号が供給され、スタートパルスGSPとして、垂直同期周波数に応じたパルスが供給される。また、期間1401では、クロック信号SCKとして、常時クロック信号が供給され、スタートパルスSSPとして、1ゲート選択期間に応じたパルスが供給される。

【0118】

また、各行の画素に画像信号Dataがソース線125を介して供給され、ゲート線124の電位に応じて画素電極にソース線125の電位が供給される。

40

【0119】

また、表示制御回路113がスイッチング素子127の端子126Aにスイッチング素子127を導通状態とする電位を供給し、端子126Bを介して共通電極に共通電位を供給する。

【0120】

一方、期間1402は、静止画を表示する期間である。次に、期間1402におけるタイミングチャートを説明する。期間1402では、クロック信号GCK、スタートパルスGSP、クロック信号SCK、およびスタートパルスSSPは共に停止する。また、期間1402において、ソース線125に供給していた画像信号Dataは停止する。クロッ

50

ク信号 G C K およびスタートパルス G S P が共に停止する期間 1 4 0 2 では、トランジスタ 1 4 4 が非導通状態となり画素電極が浮遊状態となる。

【 0 1 2 1 】

また、表示制御回路 1 1 3 がスイッチング素子 1 2 7 の端子 1 2 6 A にスイッチング素子 1 2 7 を非導通状態とする電位を供給し、共通電極を浮遊状態にする。

【 0 1 2 2 】

期間 1 4 0 2 では、液晶素子 1 4 5 の両端の電極、即ち画素電極および共通電極を浮遊状態にして、新たに電位を供給することなく、静止画の表示を行うことができる。

【 0 1 2 3 】

また、ゲート線側駆動回路 1 2 1 A、およびソース線側駆動回路 1 2 1 B に供給するクロック信号、およびスタートパルスを停止することにより低消費電力化を図ることができる。

10

【 0 1 2 4 】

特に、トランジスタ 1 4 4 およびスイッチング素子 1 2 7 をオフ電流が低減されたトランジスタを用いることにより、液晶素子 1 4 5 の両端子に加わる電圧が経時的に低下する現象を抑制できる。

【 0 1 2 5 】

次に、動画から静止画に切り替わる期間（図 7 中の期間 1 4 0 3）、および静止画から動画に切り替わる期間（図 7 中の期間 1 4 0 4）における表示制御回路の動作を、図 8（A）、図 8（B）を用いて説明する。図 8（A）、図 8（B）は表示制御回路が出力する、高電源電位 V D D、クロック信号（ここでは G C K）、スタートパルス信号（ここでは G S P）、および端子 1 2 6 A の電位を示す。

20

【 0 1 2 6 】

動画から静止画に切り替わる期間 1 4 0 3 の表示制御回路の動作を図 8（A）に示す。表示制御回路は、スタートパルス G S P を停止する（図 8（A）の E 1、第 1 のステップ）。次いで、スタートパルス信号 G S P の停止後、パルス出力がシフトレジスタの最終段まで達した後に、複数のクロック信号 G C K を停止する（図 8（A）の E 2、第 2 のステップ）。次いで、電源電圧の高電源電位 V d d を低電源電位 V s s にする（図 8（A）の E 3、第 3 のステップ）。次いで、端子 1 2 6 A の電位を、スイッチング素子 1 2 7 が非導通状態となる電位にする（図 8（A）の E 4、第 4 のステップ）。

30

【 0 1 2 7 】

以上の手順をもって、駆動回路部 1 2 1 の誤動作を引き起こすことなく、駆動回路部 1 2 1 に供給する信号を停止できる。動画から静止画に切り替わる際の誤動作はノイズを生じ、ノイズは静止画として保持されるため、誤動作が少ない表示制御回路を搭載した液晶表示装置は画像の劣化が少ない静止画を表示できる。

【 0 1 2 8 】

次に静止画から動画に切り替わる期間 1 4 0 4 の表示制御回路の動作を図 8（B）に示す。表示制御回路は、端子 1 2 6 A の電位をスイッチング素子 1 2 7 が導通状態となる電位にする（図 8（B）の S 1、第 1 のステップ）。次いで、電源電圧を低電源電位 V s s から高電源電位 V d d にする（図 8（B）の S 2、第 2 のステップ）。次いで、クロック信号 G C K とし先にハイの電位を与えた後、複数のクロック信号 G C K を供給する（図 8（B）の S 3、第 3 のステップ）。次いでスタートパルス信号 G S P を供給する（図 8（B）の S 4、第 4 のステップ）。

40

【 0 1 2 9 】

以上の手順をもって、駆動回路部 1 2 1 の誤動作を引き起こすことなく駆動回路部 1 2 1 に駆動信号の供給を再開できる。各配線の電位を適宜順番に動画表示時に戻すことで、誤動作なく駆動回路部の駆動を行うことができる。

【 0 1 3 0 】

また、図 9 に、動画を表示する期間 6 0 1、または静止画を表示する期間 6 0 2 における、フレーム期間毎の画像信号の書き込み頻度を模式的に示す。図 9 中、「W」は画像信

50



号の書き込み期間であることをあらわし、「H」は画像信号を保持する期間であることを示している。また、図9中、期間603は1フレーム期間を表したものであるが、別の期間であってもよい。

【0131】

このように、本実施の形態の液晶表示装置の構成において、期間602で表示される静止画の画像信号は期間604に書き込まれ、期間604で書き込まれた画像信号は、期間602の他の期間で保持される。

【0132】

本実施の形態に例示した液晶表示装置は、静止画を表示する期間において画像信号の書き込み頻度を低減できる。その結果、静止画を表示する際の低消費電力化を図ることができる。

10

【0133】

また、同一の画像を複数回書き換えて静止画を表示する場合、画像の切り替わりが視認できると、人間は目に疲労を感じることもあり得る。本実施の形態の液晶表示装置は、画像信号の書き込み頻度が削減されているため、目の疲労を減らすといった効果もある。

【0134】

特に、本実施の形態の液晶表示装置は、オフ電流が低減されたトランジスタを各画素、並びに共通電極のスイッチング素子に適用することにより、保持容量で電圧を保持できる期間(時間)を長く取ることができる。その結果、画像信号の書き込み頻度を画期的に低減することが可能になり、静止画を表示する際の低消費電力化、および目の疲労の低減に、顕著な効果を有する。

20

【0135】

また、表示パネルとして、実施の形態1で示した構成を用いることによって、特に目に優しい自然な白の表示に優れた液晶表示装置とすることができる。

【0136】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【0137】

(実施の形態3)

本明細書に開示する液晶表示装置は、さまざまな電子機器に適用することができる。特に本明細書に開示する液晶表示装置は、光散乱によって白を表示し、紙面のような良質な画質を有するので、使用者の目に優しく、電子ペーパーとして好適に適用することができる。電子ペーパーは、情報を表示するものであればあらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。例えば、電子ペーパーを用いて、電子書籍(電子ブック)、ポスター、電車などの乗り物の車内広告、クレジットカード等の各種カードにおける表示等に適用することができる。

30

【0138】

また、他の電子機器としては、デジタルフォトフレーム、携帯電話機(携帯電話、携帯電話装置ともいう)などに用いてもよい。上記実施の形態で説明した液晶表示装置を具備する電子機器の例について説明する。

40

【0139】

図10(A)は電子書籍(E-bookともいう)であり、筐体9630、表示部9631、操作キー9632、太陽電池9633、充放電制御回路9634を有することができる。図10(A)に示した電子書籍は、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示する機能、カレンダー、日付または時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報を操作または編集する機能、様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能、等を有することができる。なお、図10(A)では充放電制御回路9634の一例としてバッテリー9635、DCDCコンバータ(以下、コンバータと略記)9636を有する構成について示している。実施の形態1または実施の形態2で示した液晶表示装置を表示部9631に適用することにより、良好な白表示を可能とした電子書

50

籍とすることができる。

【 0 1 4 0 】

図 1 0 ( A ) に示す構成とすることにより、太陽電池 9 6 3 3 による発電、およびバッテリー 9 6 3 5 での充電を行うことができ、好適である。なお太陽電池 9 6 3 3 は、筐体 9 6 3 0 の空きスペース（表面や裏面）に適宜設けることができるため、効率的なバッテリー 9 6 3 5 の充電を行う構成とすることができ、好適である。なお、バッテリー 9 6 3 5 としては、リチウムイオン電池を用いると、小型化を図れる等の利点がある。

【 0 1 4 1 】

また、図 1 0 ( A ) に示す充放電制御回路 9 6 3 4 の構成、および動作について図 1 0 ( B ) にブロック図を示し説明する。図 1 0 ( B ) には、太陽電池 9 6 3 3、バッテリー 9 6 3 5、コンバータ 9 6 3 6、コンバータ 9 6 3 7、スイッチ S W 1 乃至スイッチ S W 3、表示部 9 6 3 1 について示しており、バッテリー 9 6 3 5、コンバータ 9 6 3 6、コンバータ 9 6 3 7、スイッチ S W 1 乃至スイッチ S W 3 が充放電制御回路 9 6 3 4 に対応する箇所となる。

10

【 0 1 4 2 】

まず、外光により太陽電池 9 6 3 3 により発電がされる場合の動作の例について説明する。太陽電池で発電した電力は、バッテリー 9 6 3 5 を充電するための電圧となるようコンバータ 9 6 3 6 で昇圧または降圧がなされる。そして、表示部 9 6 3 1 の動作に太陽電池 9 6 3 3 からの電力が用いられる際にはスイッチ S W 1 をオンにし、コンバータ 9 6 3 7 で表示部 9 6 3 1 に必要な電圧に昇圧または降圧をすることとなる。また、表示部 9 6 3 1 での表示を行わない際には、スイッチ S W 1 をオフにし、スイッチ S W 2 をオンにしてバッテリー 9 6 3 5 の充電を行う構成とすればよい。

20

【 0 1 4 3 】

次いで、外光により太陽電池 9 6 3 3 により発電がされない場合の動作の例について説明する。バッテリー 9 6 3 5 に蓄電された電力は、スイッチ S W 3 をオンにすることでコンバータ 9 6 3 7 により昇圧または降圧がなされる。そして、表示部 9 6 3 1 の動作にバッテリー 9 6 3 5 からの電力が用いられることとなる。

【 0 1 4 4 】

なお、太陽電池 9 6 3 3 については、充電手段の一例として示したが、他の手段によるバッテリー 9 6 3 5 の充電を行う構成であってもよい。また、他の充電手段を組み合わせ

30

【 0 1 4 5 】

図 1 1 ( A )、図 1 1 ( B ) は、上記実施の形態を適用して形成される液晶表示装置を、可撓性を有する電子書籍に適用した例である。図 1 1 ( A ) は、電子書籍を開いた状態であり、図 1 1 ( B ) は電子書籍を閉じた状態である。第 1 の表示パネル 4 3 1 1、第 2 の表示パネル 4 3 1 2、第 3 の表示パネル 4 3 1 3 に上記実施の形態を適用して形成される液晶表示装置を用いることができる。光散乱によって白を表示する液晶表示装置を適用することにより、視認性の良好な電子書籍とすることができる。よって、使用者の目に優しく、疲労感を低減させることができる。

【 0 1 4 6 】

40

第 1 の筐体 4 3 0 5 は第 1 の表示部 4 3 0 1 を有する第 1 の表示パネル 4 3 1 1 を有し、第 2 の筐体 4 3 0 6 は操作部 4 3 0 4 および第 2 の表示部 4 3 0 7 を有する第 2 の表示パネル 4 3 1 2 を有し、両面表示型パネルである第 3 の表示パネル 4 3 1 3 は、第 3 の表示部 4 3 0 2 および第 4 の表示部 4 3 1 0 を有し、第 3 の表示パネル 4 3 1 3 は、第 1 の表示パネル 4 3 1 1 と第 2 の表示パネル 4 3 1 2 の間に挿入されている。第 1 の筐体 4 3 0 5、第 1 の表示パネル 4 3 1 1、第 3 の表示パネル 4 3 1 3、第 2 の表示パネル 4 3 1 2、および第 2 の筐体 4 3 0 6 は駆動回路が内部に設けられた綴じ部 4 3 0 8 によって接続されている。図 1 1 の電子ブックは第 1 の表示部 4 3 0 1、第 2 の表示部 4 3 0 7、第 3 の表示部 4 3 0 2、および第 4 の表示部 4 3 1 0 の 4 つの表示画面を有している。

【 0 1 4 7 】

50

また、図 1 1 ( A )、図 1 1 ( B ) に示す電子書籍の入力操作は、第 1 の表示部 4 3 0 1 や第 2 の表示部 4 3 0 7 に指や入力ペンなどで触れること、または操作部 4 3 0 4 の操作により行われる。なお、図 1 1 ( A ) では、第 2 の表示部 4 3 0 7 に表示された表示ボタン 4 3 0 9 を図示しており、指などで触れることにより入力を行うことができる。

【 0 1 4 8 】

第 1 の筐体 4 3 0 5、第 1 の表示パネル 4 3 1 1、第 3 の表示パネル 4 3 1 3、第 2 の表示パネル 4 3 1 2、および第 2 の筐体 4 3 0 6 は可撓性を有しており、フレキシビリティが高い。また、第 1 の筐体 4 3 0 5、第 2 の筐体 4 3 0 6 にプラスチック基板を用い、第 3 の表示パネル 4 3 1 3 に薄いフィルムを用いると、薄型な電子書籍とすることができる。

10

【 0 1 4 9 】

第 3 の表示パネル 4 3 1 3 は第 3 の表示部 4 3 0 2 および第 4 の表示部 4 3 1 0 を有する両面表示型パネルである。第 3 の表示パネル 4 3 1 3 は、片面射出型の表示パネルを貼り合わせて用いればよい。また、第 3 の表示パネル 4 3 1 3 を省略し、見開きの電子書籍としてもよい。

【 0 1 5 0 】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

【 実施例 1 】

【 0 1 5 1 】

本実施例では、画素電極層に設けられた凹凸の傾斜角  $\theta_M$  が、表示装置の反射率（標準白色板を 100 % とした場合）およびコントラストに与える影響について示す。

20

【 0 1 5 2 】

はじめに、本実施例で作製した液晶表示装置の作製工程について説明する。本実施例では、トランジスタを有する基板上に層間膜として酸化シリコン膜を設け、酸化シリコン膜上に、構造体を形成するための樹脂層間膜として感光性のアクリル樹脂膜を 4 . 5  $\mu\text{m}$  の膜厚で形成した。次いで、フォトリソグラフィ工程によってアクリル樹脂膜に凹凸を形成した後、画素電極層として、アルミニウム膜を 300 nm の膜厚で成膜し、これを第 1 の基板とした。本実施例においては、アクリル樹脂膜のフォトリソグラフィ条件を調整することで、形成する凹凸の傾斜角  $\theta_M$  の平均値を、7 . 2 °、14 . 5 °、22 . 8 °および 45 . 5 °の 4 条件とした。なお、各条件において一画素内の凹凸の配置を同様にするために、各条件において凹凸の形成には同じマスクを用いた。

30

【 0 1 5 3 】

第 1 の基板に対向させる第 2 の基板としては、共通電極として機能する膜厚 110 nm の酸化珪素を含むインジウム錫酸化物からなる、透光性を有する導電膜と、偏光板とを有する基板を用い、第 1 の基板と第 2 の基板とを液晶層を間に挟持して対向するように配置して、本実施例の液晶表示装置とした。

【 0 1 5 4 】

作製した各液晶表示装置における画素電極層の平面の光学顕微鏡写真、および断面 SEM 像を図 1 2 に示す。図 1 2 ( A - 1 )、図 1 2 ( A - 2 ) は、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が 7 . 2 °の画素電極層、図 1 2 ( B - 1 )、図 1 2 ( B - 2 ) は、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が 14 . 5 °の画素電極層、図 1 2 ( C - 1 )、図 1 2 ( C - 2 ) は、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が 22 . 8 °の画素電極層、図 1 2 ( D - 1 )、図 1 2 ( D - 2 ) は、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が 45 . 5 °の画素電極層の平面および断面写真を示す。

40

【 0 1 5 5 】

また、作製した各液晶表示装置における、反射率およびコントラストの比較を図 1 3 に示す。図 1 3 より、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が 45 . 5 °の場合には、反射率およびコントラストが低く、視認性が不良であるのに対して、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が 7 . 2 °、14 . 5 °、22 . 8 °の場合には、反射率およびコントラストが高い良好な表示が得られた。また、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が 7 . 2 °の場合には、画素電極層に用いたアルミニウムに近い

50

表示色が得られたのに対して、傾斜角  $\theta_M$  の平均値が  $14.5^\circ$  および  $22.8^\circ$  の場合には、良好な白色表示が得られた。

【0156】

以上示したように、凹凸表面を有する画素電極層を用いることで、効率よく白表示を行うことができる。また、傾斜角  $\theta_M$  の平均値を  $5^\circ$  以上  $25^\circ$  以下とし、好ましくは  $8^\circ$  以上  $22^\circ$  以下とし、より好ましくは  $10^\circ$  を超えて  $18^\circ$  以下とすることで、反射率およびコントラストが高く、視認性の良好な白表示を行うことができる。

【実施例2】

【0157】

本実施例では、 $\lambda/4$  の位相差板が設けられた偏光板の可視光帯域における透過率が低減する波長帯域を共通電極層 (ITO) の透過率が増加するピーク波長帯域によって補い、光学特性を調節する効果について説明する。

【0158】

図14(A)は  $\lambda/4$  の位相差板が設けられた偏光板の透過率を示し、図14(B)は共通電極層 (ITO) の透過率を示している。図14(A)、図14(B)の横軸は波長 [nm]、縦軸は透過率 [%] を示す。

【0159】

図14(A)に示すように  $\lambda/4$  の位相差板が設けられた偏光板は、波長  $400\text{ nm} \sim 450\text{ nm}$  付近において、透過率が低減しているのに対し、図14(B)に示すように、共通電極層 (ITO) は、波長  $400\text{ nm} \sim 450\text{ nm}$  付近において、透過率が高いことが確認できる。

【0160】

$\lambda/4$  の位相差板が設けられた偏光板の可視光帯域における透過率が低減する波長帯域の一部と、共通電極層 (ITO) の可視光帯域における透過率が増加するピーク波長帯域の一部とが組み合わせられると、波長が  $400\text{ nm} \sim 450\text{ nm}$  付近において偏光板によって不足する可視光成分を補うことができるため、可視光帯域における光学特性が良好になり、優れた白色表示が実現される上に、さらに、 $\lambda/4$  の位相差板が設けられた偏光板に起因する色味を抑制することができる。

【実施例3】

【0161】

本実施例では、画素電極層に設けられた凹凸の傾斜角  $\theta_M$  が、表示装置の反射率 (標準白色板を  $100\%$  とした場合) およびコントラストに与える影響について示す。

【0162】

はじめに、本実施例で作製した液晶表示装置の作製工程について説明する。本実施例では、トランジスタを有する基板上に層間膜として酸化シリコン膜を設け、酸化シリコン膜上に、構造体を形成するための樹脂層間膜として感光性のアクリル樹脂膜を  $4.5\text{ }\mu\text{m}$  の膜厚で形成した。次いで、フォトリソグラフィ工程によってアクリル樹脂膜に凹凸を形成した後、画素電極層として、アルミニウム膜を  $300\text{ nm}$  の膜厚で成膜し、これを第1の基板とした。本実施例においては、アクリル樹脂膜のフォトリソグラフィ条件を調整することで、形成する凹凸の傾斜角  $\theta_M$  の平均値を、 $11.5^\circ$ 、 $12.0^\circ$  の2条件とした。なお、各条件において一画素内の凹凸の配置を同様にするために、各条件において凹凸の形成には同じマスクを用いた。

【0163】

また、感光性のアクリル樹脂膜の時と同様に酸化シリコン膜を形成した後、酸化シリコン膜上に、構造体を形成するための樹脂層間膜としてポリイミド樹脂膜を  $3.0\text{ }\mu\text{m}$  の膜厚で形成した。次いで、フォトリソグラフィ工程によってポリイミド樹脂膜に凹凸を形成した後、画素電極層として、アルミニウム膜を  $300\text{ nm}$  の膜厚で成膜し、これを第1の基板とした。本実施例においては、ポリイミド樹脂膜のフォトリソグラフィ条件を調整することで、形成する凹凸の傾斜角  $\theta_M$  の平均値を、 $11.5^\circ$ 、 $12.0^\circ$  の2条件とした。なお、各条件において一画素内の凹凸の配置を同様にするために、各条件において凹

10

20

30

40

50

凸の形成には同じマスクを用いた。

#### 【0164】

第1の基板に対向させる第2の基板としては、共通電極として機能する膜厚90nmの酸化珪素を含むインジウム錫酸化物からなる、透光性を有する導電膜と、偏光板とを有する基板を用い、第1の基板と第2の基板とを液晶層を間に挟持して対向するように配置して、本実施例の液晶表示装置とした。

#### 【0165】

作製した各液晶表示装置における画素電極層の平面の光学顕微鏡写真、および断面SEM像を図15に示す。図15(A-1)、図15(A-2)は、樹脂層間膜が感光性のアクリル樹脂膜であり、傾斜角 $\theta_M$ の平均値が $11.5^\circ$ の画素電極層、図15(B-1) 10  
図15(B-2)は、樹脂層間膜が感光性のアクリル樹脂膜であり、傾斜角 $\theta_M$ の平均値が $12.0^\circ$ の画素電極層、図15(C-1)、図15(C-2)は、樹脂層間膜がポリイミド樹脂膜であり、傾斜角 $\theta_M$ の平均値が $11.5^\circ$ の画素電極層、図15(D-1)、図15(D-2)は、樹脂層間膜がポリイミド樹脂膜であり、傾斜角 $\theta_M$ の平均値が $12.0^\circ$ の画素電極層の平面および断面写真を示す。

#### 【0166】

本実施例において、傾斜角 $\theta_M$ の平均値が $12^\circ$ 付近である画素電極層は、画素電極層の凹凸による反射光の散乱効果が低減され、白表示を行うことが難しくなったり、反射光を取り出す効率が低減されて射出光の明るさが十分でなくなったりすることがなく、優れた白表示を行うことができた。 20

#### 【0167】

また、樹脂層間膜が感光性のアクリル樹脂膜またはポリイミド樹脂膜である各液晶表示装置における、投光角に対する反射率の推移をそれぞれ図16に示す。グラフの横軸は投光角 $[\theta]$ 、縦軸は反射率 $[\%]$ を示し、実線は感光性のアクリル樹脂膜の特性、破線はポリイミド樹脂膜の特性を示す。ここで、投光角とは、図19に示すように光源(ハロゲンランプ)と受光部との間でなす角度 $\theta_1$ のことを言う。図16より、人がものを見る標準的な投光角である $25^\circ \sim 30^\circ$ 付近では、反射率が高い良好な表示が得られた。

#### 【0168】

さらに、樹脂層間膜が感光性のアクリル樹脂膜である各液晶表示装置における、投光角に対するコントラストの推移を図17に示す。グラフの横軸は投光角 $[\theta]$ 、縦軸はコントラストを示す。図17より、人がものを見る標準的な投光角である $25^\circ \sim 30^\circ$ 付近では、コントラストが高い良好な表示が得られた。 30

#### 【0169】

以上示したように、凹凸表面を有する画素電極層を用いることで、効率よく白表示を行うことができる。また、傾斜角 $\theta_M$ の平均値を $5^\circ$ 以上 $25^\circ$ 以下とし、好ましくは $8^\circ$ 以上 $22^\circ$ 以下とし、より好ましくは $10^\circ$ を超えて $18^\circ$ 以下、さらに好ましくは $11^\circ$ 以上 $13^\circ$ 以下とすることで、反射率およびコントラストが高く、視認性の良好な白表示を行うことができる。

#### 【符号の説明】

#### 【0170】

- 100 液晶表示装置
- 110 画像処理回路
- 111 記憶回路
- 111b フレームメモリ
- 112 比較回路
- 113 表示制御回路
- 115 選択回路
- 116 電源
- 120 表示パネル
- 121 駆動回路部

10

20

30

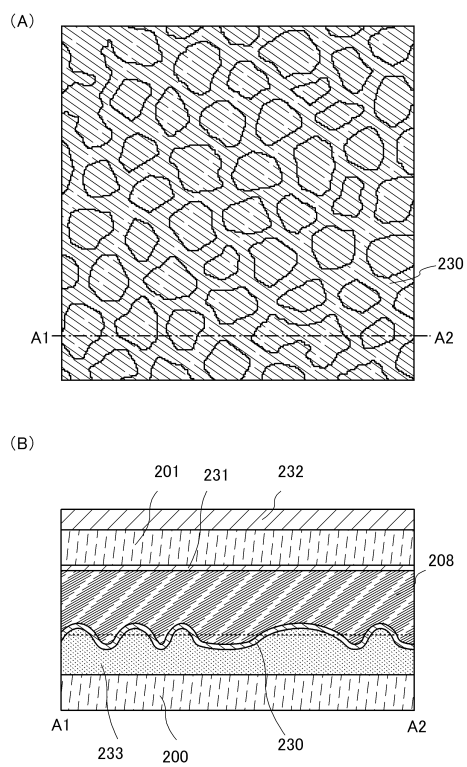
40

50

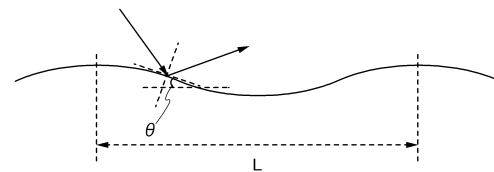
|         |           |    |
|---------|-----------|----|
| 1 2 1 A | ゲート線側駆動回路 |    |
| 1 2 1 B | ソース線側駆動回路 |    |
| 1 2 2   | 画素部       |    |
| 1 2 3   | 画素        |    |
| 1 2 4   | ゲート線      |    |
| 1 2 5   | ソース線      |    |
| 1 2 6   | 端子部       |    |
| 1 2 6 A | 端子        |    |
| 1 2 6 B | 端子        |    |
| 1 2 7   | スイッチング素子  | 10 |
| 1 2 8   | 共通電極      |    |
| 1 4 0   | 容量素子      |    |
| 1 4 4   | トランジスタ    |    |
| 1 4 5   | 液晶素子      |    |
| 2 0 0   | 第 1 の基板   |    |
| 2 0 1   | 第 2 の基板   |    |
| 2 0 8   | 液晶層       |    |
| 2 3 0   | 画素電極層     |    |
| 2 3 1   | 共通電極層     |    |
| 2 3 2   | 偏光板       | 20 |
| 2 3 3   | 構造体       |    |
| 2 4 0   | 反射膜       |    |
| 2 4 2   | 平坦化膜      |    |
| 2 4 4   | 画素電極層     |    |
| 4 0 1   | ゲート電極層    |    |
| 4 0 2   | ゲート絶縁層    |    |
| 4 0 3   | 半導体層      |    |
| 4 0 5 a | ソース電極層    |    |
| 4 0 5 b | ドレイン電極層   |    |
| 4 0 7   | 絶縁膜       | 30 |
| 4 0 8   | 容量配線層     |    |
| 4 0 9   | 絶縁層       |    |
| 4 1 7   | 層間膜       |    |
| 4 6 0   | トランジスタ    |    |
| 6 0 1   | 期間        |    |
| 6 0 2   | 期間        |    |
| 6 0 3   | 期間        |    |
| 6 0 4   | 期間        |    |
| 1 4 0 1 | 期間        |    |
| 1 4 0 2 | 期間        | 40 |
| 1 4 0 3 | 期間        |    |
| 1 4 0 4 | 期間        |    |
| 4 3 0 1 | 第 1 の表示部  |    |
| 4 3 0 2 | 第 3 の表示部  |    |
| 4 3 0 4 | 操作部       |    |
| 4 3 0 5 | 第 1 の筐体   |    |
| 4 3 0 6 | 第 2 の筐体   |    |
| 4 3 0 7 | 第 2 の表示部  |    |
| 4 3 0 8 | 綴じ部       |    |
| 4 3 0 9 | 表示ボタン     | 50 |

|         |            |
|---------|------------|
| 4 3 1 0 | 第 4 の表示部   |
| 4 3 1 1 | 第 1 の表示パネル |
| 4 3 1 2 | 第 2 の表示パネル |
| 4 3 1 3 | 第 3 の表示パネル |
| 9 6 3 0 | 筐体         |
| 9 6 3 1 | 表示部        |
| 9 6 3 2 | 操作キー       |
| 9 6 3 3 | 太陽電池       |
| 9 6 3 4 | 充放電制御回路    |
| 9 6 3 5 | バッテリー      |
| 9 6 3 6 | コンバータ      |
| 9 6 3 7 | コンバータ      |

【図 1】



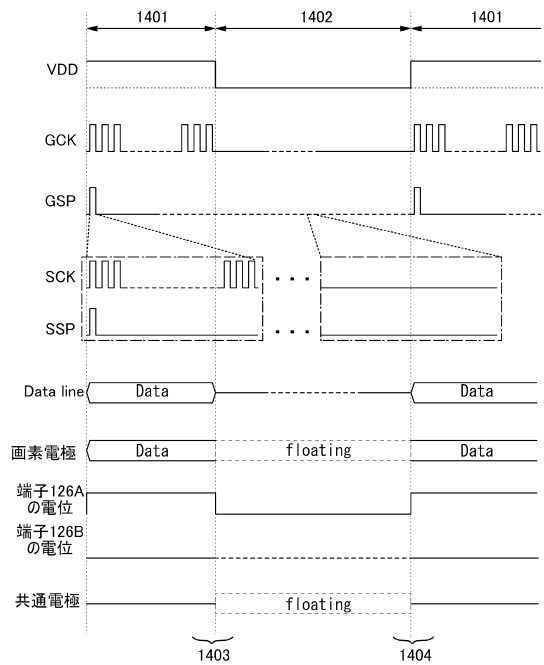
【図 2】



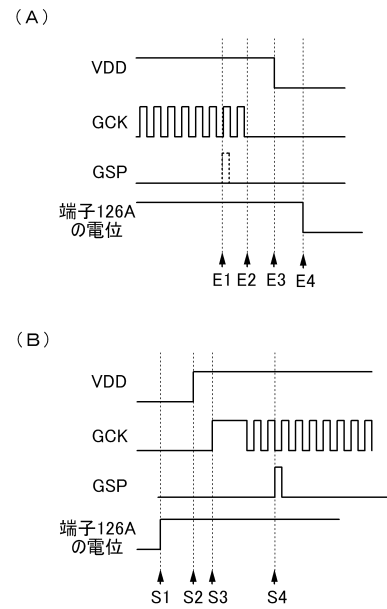




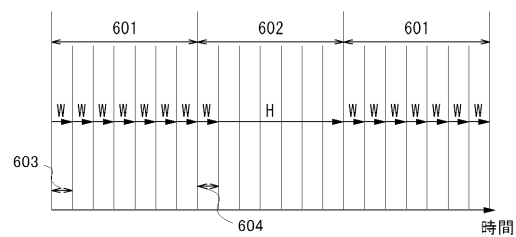
【図 7】



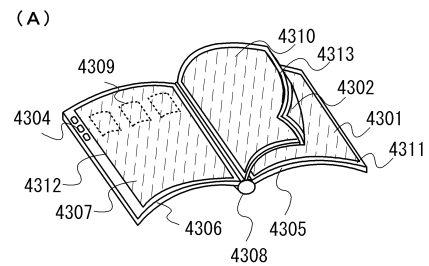
【図 8】



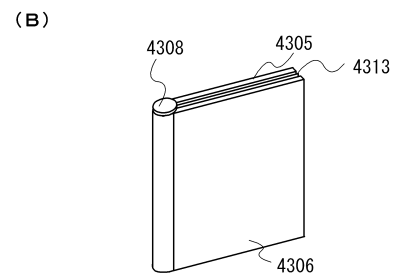
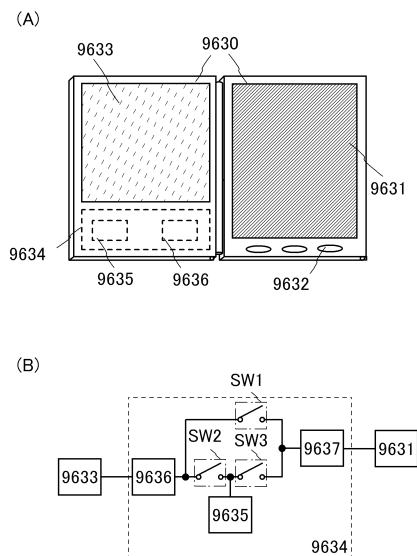
【図 9】



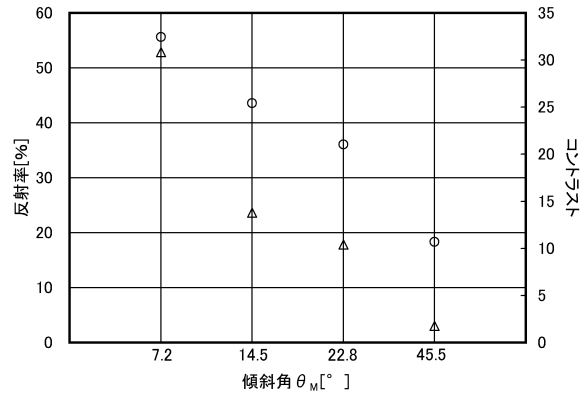
【図 1 1】



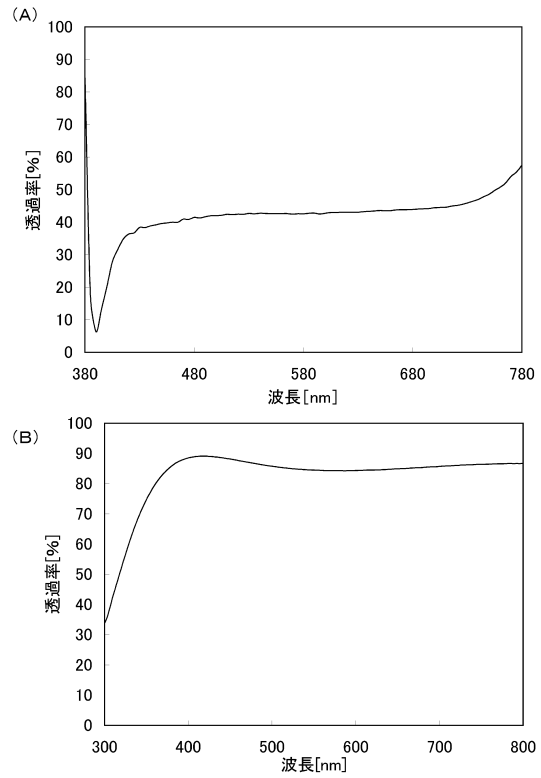
【図 1 0】



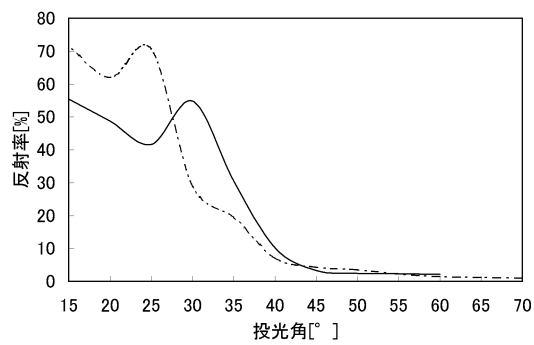
【図 13】



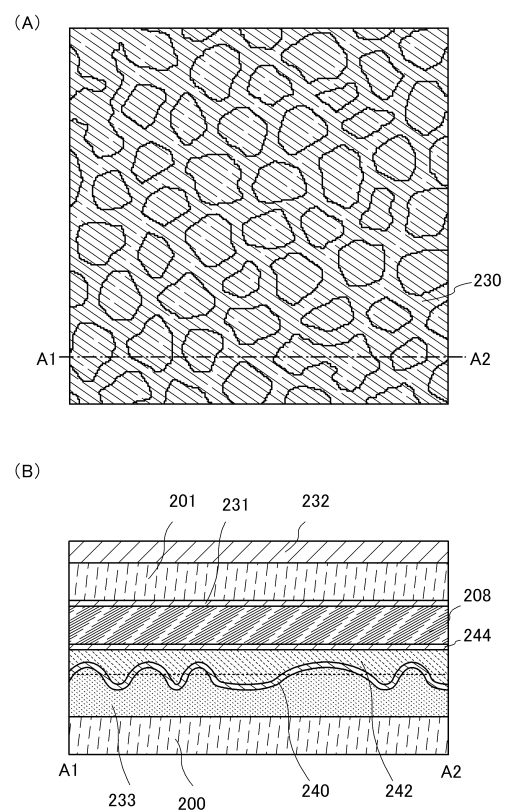
【図 14】



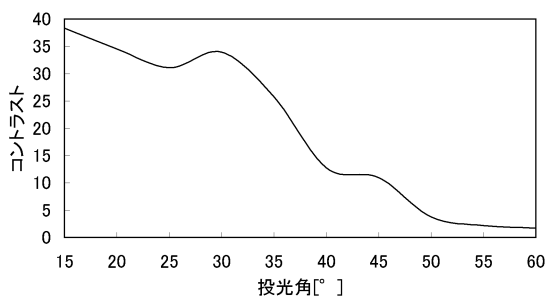
【図 16】



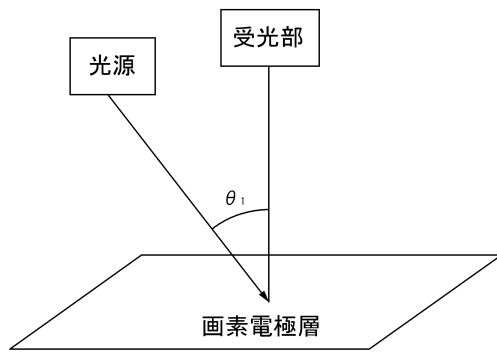
【図 18】



【図 17】

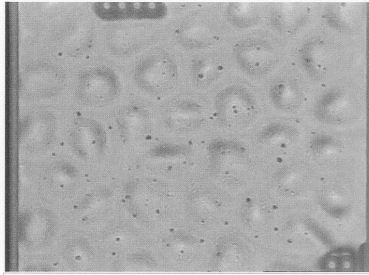


【図 19】

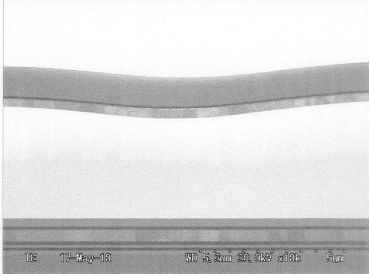


【図 12】

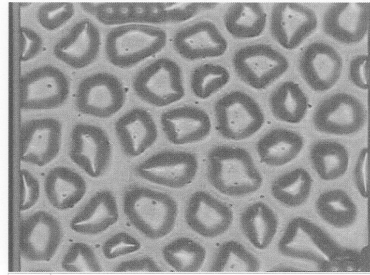
(A-1)



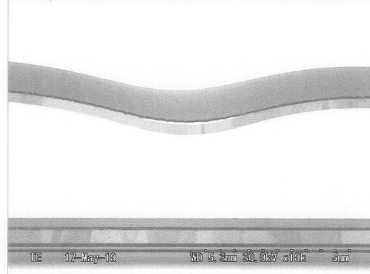
(A-2)



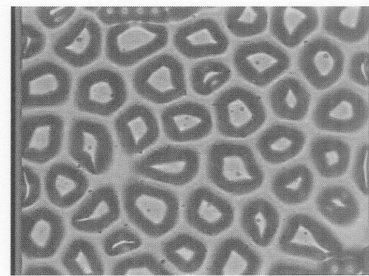
(B-1)



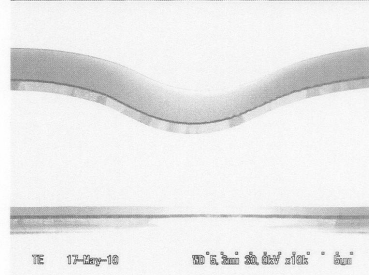
(B-2)



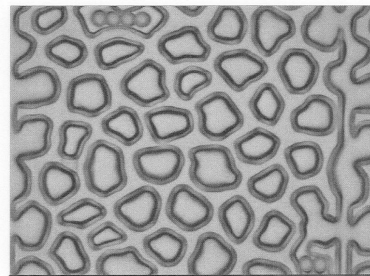
(C-1)



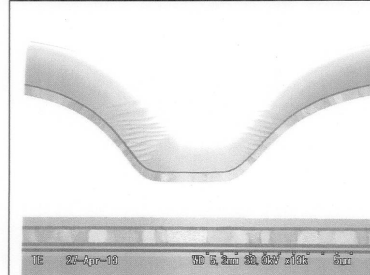
(C-2)



(D-1)

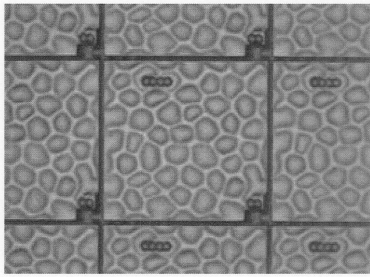


(D-2)

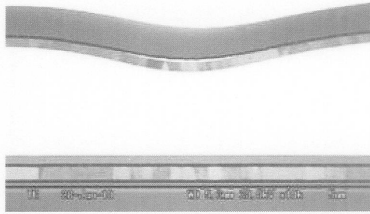


## 【図 15】

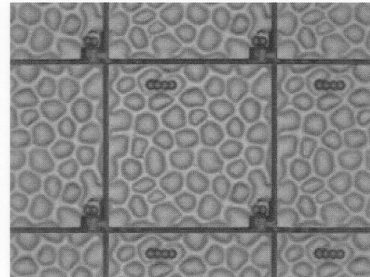
(A-1)



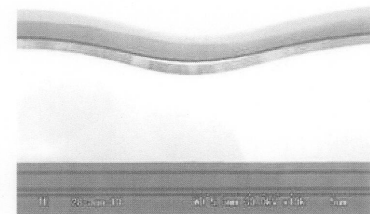
(A-2)



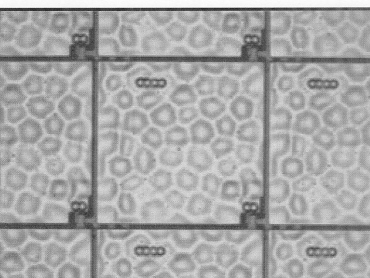
(B-1)



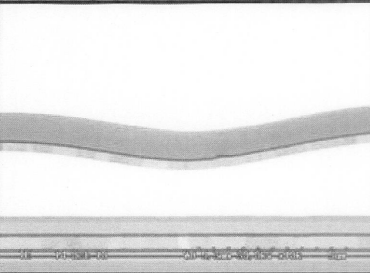
(B-2)



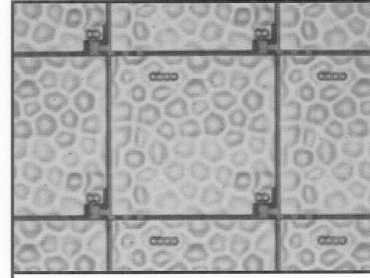
(C-1)



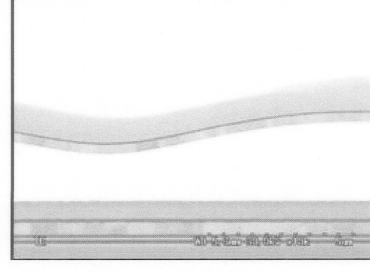
(C-2)



(D-1)



(D-2)



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 3 0 2 7 4 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 2 2 1 7 1 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 0 1 4 2 1 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 F        1 / 1 3 4 3     -    1 / 1 3 4 5  
G 0 2 F        1 / 1 3 5        -    1 / 1 3 6 8