(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6194053号
(P6194053)

(45)発行日　平成29年9月6日(2017.9.6)　(24)登録日　平成29年8月18日(2017.8.18)

(51)Int.Cl.			F I		
G02F	1/1335	(2006.01)	G02F	1/1335	520
G02F	1/1368	(2006.01)	G02F	1/1368	
G02F	1/133	(2006.01)	G02F	1/133	550
G09F	9/30	(2006.01)	G09F	9/30	338

請求項の数 9　(全 32 頁)

(21)出願番号	特願2016-92887(P2016-92887)
(22)出願日	平成28年5月5日(2016.5.5)
(62)分割の表示	特願2015-157059(P2015-157059)の分割
原出願日	平成22年12月24日(2010.12.24)
(65)公開番号	特開2016-177301(P2016-177301A)
(43)公開日	平成28年10月6日(2016.10.6)
審査請求日	平成28年6月3日(2016.6.3)
(31)優先権主張番号	特願2009-298290(P2009-298290)
(32)優先日	平成21年12月28日(2009.12.28)
(33)優先権主張国	日本国(JP)

(73)特許権者　000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷３９８番地
(72)発明者　山崎　舜平
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
(72)発明者　小山　潤
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
(72)発明者　平形　吉晴
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　佐藤　洋允

最終頁に続く

(54)【発明の名称】表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

発光素子と、

チャネルとして酸化物半導体を有するトランジスタと、

前記トランジスタと電気的に接続される反射電極と、を有し、

前記反射電極は、前記発光素子が発する光が射出される開口部を有し、

前記開口部は複数あり、

前記開口部のそれぞれは、構造体と重なり、

前記構造体は、前記発光素子が発する光が入射する入射光口と、前記発光素子が発する光が前記開口部の方へ射出する射出口とを有し、

前記入射光口の面積は、前記射出口の面積よりも大きく、

前記入射光口及び前記射出口以外の面である前記構造体の側面は、反射層に接し、

表示モードとして、第１の表示モードと第２の表示モードとを有し、

前記第１の表示モードにおける１フレーム期間の周期は、前記第２の表示モードにおける１フレーム期間の周期よりも長いことを特徴とする表示装置。

【請求項２】

発光素子と、

表示パネルと、

画像処理回路と、を有し、

前記表示パネルは、トランジスタと、前記トランジスタと電気的に接続される反射電極

とを有し、
前記トランジスタは、チャネルとして酸化物半導体を有し、
前記反射電極は、前記発光素子が発する光が射出される開口部を有し、
前記開口部は複数あり、
前記開口部のそれぞれは、構造体と重なり、
前記構造体は、前記発光素子が発する光が入射する入射光口と、前記発光素子が発する光が前記開口部の方へ射出する射出口とを有し、
前記入射光口の面積は、前記射出口の面積よりも大きく、
前記入射光口及び前記射出口以外の面である前記構造体の側面は、反射層に接し、
表示モードとして、第１の表示モードと第２の表示モードとを有し、
前記第１の表示モードにおける１フレーム期間の周期は、前記第２の表示モードにおける１フレーム期間の周期よりも長く、
前記画像処理回路は、前記第１の表示モードで表示するか、前記第２の表示モードで表示するかを決定することを特徴とする表示装置。
【請求項３】
請求項２において、
前記画像処理回路は、
画像信号を記憶する記憶回路と、
連続するフレーム期間同士の画像信号の比較を行い、差分を検出する比較回路と、
前記差分の検出があった場合に、前記表示パネルに画像信号を供給する表示制御回路と、を有することを特徴とする表示装置。
【請求項４】
請求項２または請求項３において、
前記表示パネルを制御する第１の駆動回路と、
前記発光素子を制御する第２の駆動回路と、を有することを特徴とする表示装置。
【請求項５】
請求項１乃至請求項４のいずれか一において、
前記構造体同士の間には、有機樹脂があり、
前記有機樹脂は、前記トランジスタを覆うことを特徴とする表示装置。
【請求項６】
請求項１乃至請求項５のいずれか一において、
前記反射電極は液晶層に電界を印加することを特徴とする表示装置。
【請求項７】
請求項１乃至請求項６のいずれか一において、
前記トランジスタのオフ電流密度は、チャネル幅１μｍあたり、１×１０$^{-17}$Ａ／μｍ以下であることを特徴とする表示装置。
【請求項８】
請求項１乃至請求項７のいずれか一において、
前記酸化物半導体は、インジウムと、ガリウムと、亜鉛とを有することを特徴とする表示装置。
【請求項９】
請求項１乃至請求項８のいずれか一において、
前記発光素子は、白色を発光することを特徴とする表示装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
薄膜トランジスタ（以下、ＴＦＴという）で構成された回路を有する半導体装置およびその作製方法に関する。例えば、液晶表示パネルに代表される電気光学装置を部品として搭載した電子機器に関する。
【０００２】

なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、電気光学装置、半導体回路および電子機器は全て半導体装置である。

【背景技術】

【０００３】

液晶表示装置において、高品位な画像を得るために、画素電極をマトリクス状に配置し、画素電極の各々に接続するスイッチング素子としてトランジスタを接続したアクティブマトリクス型液晶表示装置が注目を集めている。

【０００４】

画素電極の各々に、接続するスイッチング素子として、金属酸化物をチャネル形成領域とするトランジスタを接続するアクティブマトリクス型液晶表示装置が、既に知られている（特許文献１及び特許文献２）。

【０００５】

また、アクティブマトリクス型液晶表示装置には大きく分けて透過型と反射型の二種類のタイプが知られている。

【０００６】

透過型の液晶表示装置は、冷陰極蛍光ランプなどのバックライトを用い、液晶の光学変調作用を利用して、バックライトからの光が液晶を透過して液晶表示装置外部に出力される状態と、出力されない状態とを選択し、明と暗の表示を行わせ、さらにそれらを組み合わせることで、画像表示を行うものである。

【０００７】

透過型の液晶表示装置は、バックライトを利用するため、屋外などの外光が強い環境では表示を認識することが困難である。

【０００８】

また、反射型の液晶表示装置は、液晶の光学変調作用を利用して、外光、即ち入射光が画素電極で反射して装置外部に出力される状態と、入射光が装置外部に出力されない状態とを選択し、明と暗の表示を行わせ、さらにそれらを組み合わせることで、画像表示を行うものである。

【０００９】

反射型の液晶表示装置は、透過型の液晶表示装置と比較して、バックライトを使用しないため、消費電力が少ないといった長所を有しており、携帯用の情報端末としての需要が高まっている。

【００１０】

反射型の液晶表示装置は、外光を利用するため、屋外などの外光が強い環境での画像表示に向いている。一方、液晶表示装置の周囲が薄暗い、即ち外光が弱い環境では表示を認識することが困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１１】

【特許文献１】特開２００７－１２３８６１号公報

【特許文献２】特開２００７－９６０５５号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１２】

液晶表示装置の周囲が薄暗い環境でも画像表示が認識できる液晶表示装置を提供することを課題の一とする。

【００１３】

また、外光を照明光源とする反射モードと、バックライトを用いる透過モードの両モードでの画像表示を可能とした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】

【００１４】

１つの画素において、液晶層を介して入射する光を反射する領域と、透過領域とを両方有する画素電極を設け、外光を照明光源とする反射モードと、バックライトを用いる透過モードの両モードでの画像表示を可能とする。

【００１５】

この液晶表示装置は、外光があり、その明るさが十分である場合は、反射モードとし、さらに静止画像を表示することによって消費電力を低減できる。

【００１６】

また、外光はあるが、その明るさが不十分であり薄暗い場合は、バックライトを弱く点灯し反射モードで表示を行うことによって、画像表示を可能とする。

【００１７】

また、外光が弱い、または全くない場合は、透過モードとしてバックライトを点灯し画像表示を可能とする。

【００１８】

また、液晶表示装置の周囲の明るさを検知するセンサを設け、そのセンサで得られるデータに応じて、反射モード、透過モード、またはバックライトのオンオフ及び光量調節を行うことが好ましい。

【００１９】

バックライトの光源としては、冷陰極蛍光ランプよりも消費電力を低減でき、光の強弱を調節できる発光ダイオード（ＬＥＤ）を複数用いることが好ましい。バックライトにＬＥＤを用いることによって部分的に光の強弱を調節し、コントラストが大きく、色の視認性の高い画像表示を行うことができる。

【００２０】

本明細書で開示する本発明の一態様は、表示パネルと、バックライト部と、画像処理回路と、を有し、表示パネルは、透過領域と反射領域の両方が設けられ液晶の配向状態を制御する画素電極と、画素電極に接続されるトランジスタと、が設けられた複数の画素を有し、画像処理回路は、画像信号を記憶する記憶回路と、記憶回路に記憶された画像信号と連続するフレーム期間の画像信号とを比較して差分を演算する比較回路と、表示パネルを制御する第１の駆動回路と、バックライト部の発光を制御する第２の駆動回路と、を有し、比較回路が、差分を検出した連続するフレーム期間を動画期間であると判断し、画像処理回路が表示パネルに第１の信号を出力して、駆動回路により表示パネルを駆動し、画像処理回路がバックライト部に第２の信号を出力して、第２の駆動回路によりバックライト部を駆動する動画表示モードと、比較回路が、差分が検出されない連続するフレーム期間を静止画期間であると判断し、画像処理回路が表示パネル、及びバックライト部に信号の出力を停止する、静止画表示モードと、を有する表示装置である。

【００２１】

また、上記構成において、画素電極は、反射電極と、該反射電極に一部接して重なる透光性を有する電極（以下、透明電極と呼ぶ）とを有する。

【００２２】

また、一つの画素に、構造体を複数設け、構造体の側面上方に反射電極を設け、構造体上面の上方に透明電極を有する画素電極を用いることも本発明の一つであり、その構成は、基板上に複数の構造体と、複数の構造体の側面を覆う反射層と、複数の構造体の隣り合う側面の間に配置し、且つ、反射層を覆う絶縁層と、絶縁層を介して反射層と重なる反射領域と、構造体の上面と重なる透過領域の両方を有する画素電極と、画素電極と電気的に接続するトランジスタとを有する液晶表示装置である。

【００２３】

また、上記構成において、構造体の断面において相対向する２つの傾斜面を有し、構造体の傾斜面の傾斜角度と、該傾斜面と対向する傾斜面の傾斜角度とがなす角θＴは、９０°未満、好ましくは２０°以上６０°以下であることを特徴の一つとしている。

【００２４】

また、上記構成において、反射領域は、湾曲面を有する反射電極であり、反射電極の断面

において最も屈曲している点を中心とし、その中心から相対向する２つの傾斜面がなす角度θＲは９０°以上、好ましくは１００°以上１２０°以下であることを特徴の一つとしている。

【００２５】

また、上記構成において、構造体の上部は、反射電極の表面よりも上方に位置し、反射電極の端部よりも０．１μｍ以上３μｍ以下、好ましくは０．３μｍ以上２μｍ以下で突出した形状であることを特徴の一つとしている。

【発明の効果】

【００２６】

外光の明るさが様々な環境に応じて画像表示が可能な液晶表示装置を提供することができる。また、静止画像の表示において低消費電力を実現することもできる。

【図面の簡単な説明】

【００２７】

【図１】本発明の一形態であるブロック図を示す図。

【図２】本発明の一形態である画素の等価回路の一例をしめす図。

【図３】本発明の一形態であるタイミングチャートを示す図。

【図４】本発明の一形態である液晶モジュールの斜視図を示す図である。

【図５】本発明の一形態である断面構造及び上面図を示す図である。

【図６】本発明の一形態である断面構造を示す図である。

【図７】本発明の一形態である断面構造を示す図である。

【図８】本発明の一形態である断面構造及び上面図を示す図である。

【図９】液晶表示装置に適用できるトランジスタの一形態を説明する図。

【図１０】液晶表示装置に適用できるトランジスタの作製方法の一形態を説明する図。

【図１１】本発明の一形態である画素の上面図の一例を示す図。

【図１２】本発明の一形態である画素の断面構造を示す図。

【図１３】本発明の一形態である画素の断面構造を示す図。

【図１４】本発明の一形態である表示装置の外観及びブロック図を示す図。

【発明を実施するための形態】

【００２８】

以下では、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されず、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。また、本発明は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。

【００２９】

（実施の形態１）

本実施の形態では、静止画モードと動画モードを有する液晶表示装置について図１を用いて説明する。なお、本明細書において、表示装置が表示装置に入力する画像信号を静止画と判断しておこなう動作を静止画モード、動画と判断して行う動作を動画モードというものとする。

【００３０】

本実施の形態の表示装置１００は、Ａ／Ｄ変換回路１０２、画像処理回路１１０、表示パネル１２０、及びバックライト部１３０を有する（図１参照）。

【００３１】

画像処理回路１１０は、記憶回路１１１、比較回路１１２、表示制御回路１１３、及び選択回路１１５を有する。

【００３２】

表示パネル１２０は、駆動回路部１２１、及び画素部１２２を有する。画素部１２２には、走査線と信号線に接続された画素１２３がマトリクス状に複数配置されている。

【００３３】

また、画素１２３はトランジスタと、該トランジスタに接続された画素電極と、容量素子

を有する。該画素電極とそれに対向する対向電極との間に液晶層を挟持して液晶素子が形成されており、該画素電極は液晶層を介して入射する光を反射する領域と、透過領域を有している。

【００３４】

液晶素子の一例としては、液晶の光学的変調作用によって光の透過又は非透過を制御する素子がある。その素子は一対の電極と液晶層により構造されることが可能である。なお、液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界（即ち、縦方向の電界）によって制御される。なお、具体的には、液晶素子の一例としては、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、バナナ型液晶などを挙げることができる。また液晶の駆動方法としては、ＴＮ（Ｔｗｉｓｔｅｄ　Ｎｅｍａｔｉｃ）モード、ＳＴＮ（Ｓｕｐｅｒ　Ｔｗｉｓｔｅｄ　Ｎｅｍａｔｉｃ）モード、ＯＣＢ（Ｏｐｔｉｃａｌｌｙ　Ｃｏｍｐｅｎｓａｔｅｄ　Ｂｉｒｅｆｒｉｎｇｅｎｃｅ）モード、ＥＣＢ（Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ　Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｄ　Ｂｉｒｅｆｒｉｎｇｅｎｃｅ）モード、ＦＬＣ（Ｆｅｒｒｏｅｌｅｃｔｒｉｃ　Ｌｉｑｕｉｄ　Ｃｒｙｓｔａｌ）モード、ＡＦＬＣ（ＡｎｔｉＦｅｒｒｏｅｌｅｃｔｒｉｃ　Ｌｉｑｕｉｄ　Ｃｒｙｓｔａｌ）モード、ＰＤＬＣ（Ｐｏｌｙｍｅｒ　Ｄｉｓｐｅｒｓｅｄ　Ｌｉｑｕｉｄ　Ｃｒｙｓｔａｌ）モード、ＰＮＬＣ（Ｐｏｌｙｍｅｒ　Ｎｅｔｗｏｒｋ　Ｌｉｑｕｉｄ　Ｃｒｙｓｔａｌ）モード、ゲストホストモードなどがある。

【００３５】

バックライト部１３０はバックライト制御回路１３１、及びバックライト１３２を有する。バックライト１３２が発する光は光の三原色を含んでいれば良く、バックライト１３２には例えば白色の発光素子１３３が配置されている。

【００３６】

次に、本実施の形態で例示する表示装置における、信号の流れを説明する。

【００３７】

画像信号供給源１０１から、表示装置１００にアナログ画像信号が入力される。アナログ画像信号には画像信号、例えば赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、及び青（Ｂ）に対応する信号が含まれている。

【００３８】

Ａ／Ｄ変換回路１０２は、アナログ画像信号をデジタル画像信号に変換し、画像処理回路１１０へ出力する。画像信号を予めデジタル信号に変換しておくことで、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。

【００３９】

画像処理回路１１０は、入力したデジタル画像信号からＬＣ画像信号とバックライト信号を生成する。ＬＣ画像信号は、表示パネル１２０を制御する画像信号であり、バックライト信号はバックライト部１３０を制御する信号である。

【００４０】

画像処理回路１１０に設けた記憶回路１１１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１１１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ＤＲＡＭ（Ｄｙｎａｍｉｃ　Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）、ＳＲＡＭ（Ｓｔａｔｉｃ　Ｒａｎｄｏｍ　Ａｃｃｅｓｓ　Ｍｅｍｏｒｙ）等の記憶素子を用いて構成すればよい。

【００４１】

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１１２及び表示制御回路１１３により選択的に読み出されるものである。

【００４２】

比較回路１１２は、記憶回路１１１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、連続するフレーム間での当該画像信号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。

【００４３】

なお、差分の検出の有無により、表示制御回路１１３及び選択回路１１５での動作が決定されることとなる。当該比較回路１１２での画像信号の比較により、いずれかの画素で差分が検出された際に当該差分を検出した連続するフレーム期間は、動画期間であると判断する。一方、比較回路１１２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際に当該差分を検出しなかった連続するフレーム期間は、静止画期間であると判断する。すなわち比較回路１１２は、連続するフレーム期間の画像信号を、比較回路１１２での差分の検出によって、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。

【００４４】

なお、当該比較により得られる差分は、一定のレベルを超えたときに、差分を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１１２は、差分の大きさにかかわらず、差分の絶対値によって、差分の検出の判断をする設定とすればよい。

【００４５】

なお本実施の形態においては、比較回路１１２により連続するフレーム期間での画像信号の差分を検出することにより動画または静止画の判断を行う構成について示したが、外部から静止画または動画を切り替える信号を供給することにより、その切り換える信号に応じて動画または静止画を表示する構成としてもよい。

【００４６】

なお動画は、複数のフレームに時分割した複数の画像を高速に切り替えることで人間の目に動く画像として認識される画像をいう。具体的には、１秒間に６０回（６０フレーム）以上画像を切り替えることで、人間の目にはちらつきが少なく動画と認識されるものとなる。一方、静止画は、動画及び部分動画と異なり、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るものの、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信号のことをいう。

【００４７】

選択回路１１５は、複数のスイッチ、例えばトランジスタで形成されるスイッチを設ける構成とする。比較回路１１２での差分の演算により差分が検出された際、すなわち連続するフレーム間で表示される画像が動画の際、当該画像信号が記憶された記憶回路１１１内のフレームメモリより画像信号を選択して表示制御回路１１３に出力するための回路である。

【００４８】

なお選択回路１１５は、比較回路１１２で演算により画像信号の差分が検出されない際、すなわち連続するフレーム間で表示される画像は静止画の際、当該画像信号について表示制御回路１１３に出力しない回路である。静止画の際、選択回路１１５では、画像信号をフレームメモリより表示制御回路１１３に出力しない構成とすることにより、消費電力を削減することができる。

【００４９】

なお、本実施の形態の表示装置において、比較回路１１２が静止画と判断しておこなう動作を静止画モード、比較回路１１２が動画と判断しておこなう動作を動画モードという。

【００５０】

また、本実施の形態で例示される画像処理回路は、モード切り替え回路を有していてもよい。モード切り替え回路は、当該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表示装置の動作モードを選択することで動画モードまたは静止画モードを切り換えることができる機能を有する。

【００５１】

選択回路１１５は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１１３に出力することもできる。
【００５２】
例えば、静止画表示モードで動作している際に、利用者が動作モードを切り替えて、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表示制御回路１１３に順次出力するモード、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、利用者が動作モードを切り替えて、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。
【００５３】
表示制御回路１１３は、比較回路１１２での差分の検出に応じて選択回路１１５で選択された画像信号の供給、並びに表示パネル１２０の駆動回路部１２１、及びバックライト部１３０のバックライト制御回路１３１を制御するための信号を供給する回路である。
【００５４】
具体的には、表示制御回路１１３は、表示パネル１２０にスタートパルスＳＰ、及びクロック信号ＣＫ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を供給する。また、表示制御回路１１３はバックライト制御回路１３１にバックライトの点灯、及び消灯を制御するための信号を供給する。
【００５５】
比較回路１１２により動画と判断された場合には、画像信号が記憶回路１１１より選択回路１１５を介して読み出され表示制御回路１１３より駆動回路部１２１に供給され、制御信号が表示制御回路１１３より駆動回路部１２１に供給されることとなる。
【００５６】
一方、比較回路１１２により静止画と判断された場合、表示制御回路１１３では、画像信号が駆動回路部１２１に供給されず、また駆動回路部１２１、及びバックライト制御回路１３１への各制御信号の停止を行うこととなる。
【００５７】
また、実施の形態で例示される表示装置はバックライト点灯回路と測光回路を有し、バックライト点灯回路と測光回路がバックライト制御回路１３１と接続されていてもよい。バックライト点灯回路は、当該表示装置の利用者が手動や外部接続機器を用いてバックライトを点灯、及び消灯するための信号を入力する回路であり、また、測光回路は当該表示装置が使用されている環境の明るさを測定する回路である。
【００５８】
例えば、本実施の形態で例示される表示装置を薄暗い環境で利用する場合、バックライト点灯回路や、測光回路を介して信号をバックライト制御回路１３１に入力し、バックライトを点灯することができる。なお、測光回路にあらかじめ閾値を設定し、使用環境の明るさが閾値を下回ると、バックライトが点灯するように設定してもよい。
【００５９】
本実施の形態の構成による静止画を表示する期間では、頻繁に画像信号の書き込みを行うといった動作を削減することができる。また、バックライトを使わなくとも静止画を表示できるため、消費電力が極めて小さい。
【００６０】
また、本実施の形態で例示される表示装置は、消費電力を低減して静止画を表示できるだけでなく、フルカラー画像の表示、及び動画の表示が可能である。
【００６１】
また、複数回の画像信号の書き込みによる画像を視認する際、複数回にわたって切り替わる画像を人間の目は視認することとなる。そのため、人間の目には疲労として現れること

もあり得る。本実施の形態で説明したように、画像信号の書き込み回数を削減する構成とすることで、目の疲労を減らすといった効果もある。

【００６２】

（実施の形態２）

本実施の形態では、画素接続図、タイミングチャート等を用いて、液晶表示装置の駆動方法について説明する。まず図２には、液晶表示装置の表示パネルの概略図について示している。図２には、画素部２０１、走査線２０２（ゲート線ともいう）、信号線２０３（データ線ともいう）、画素２１０、共通電極２１８（コモン電極ともいう）、容量線２１９、走査線側駆動回路２０６、信号線側駆動回路２０７を有する。

【００６３】

画素２１０は、画素トランジスタ２１２、液晶素子２１３、容量素子２１４を有する。画素トランジスタ２１２はゲートが走査線２０２に接続され、ソース又はドレインの一方となる第１端子が信号線２０３に接続され、ソース又はドレインの他方となる第２端子が、液晶素子２１３の一方の電極及び容量素子２１４の第１の電極に接続される。なお液晶素子２１３の他方の電極は、共通電極２１８に接続されている。なお容量素子２１４の第２の電極は、容量線２１９に接続される。なお画素トランジスタ２１２は、薄膜の酸化物半導体層を有する薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）で構成することが好ましい。

【００６４】

なお、薄膜トランジスタは、ゲートと、ドレインと、ソースとを含む少なくとも三つの端子を有する素子であり、ドレイン領域とソース領域の間にチャネル領域を有しており、ドレイン領域とチャネル領域とソース領域とを介して電流を流すことができる。ここで、ソースとドレインとは、トランジスタの構造や動作条件等によって変わるため、いずれがソースまたはドレインであるかを限定することが困難である。そこで、本書類（明細書、特許請求の範囲又は図面など）においては、ソース及びドレインとして機能する領域を、ソースもしくはドレインと呼ばない場合がある。その場合、一例としては、それぞれを第１端子、第２端子と表記する場合がある。あるいは、それぞれを第１の電極、第２の電極と表記する場合がある。あるいは、ソース領域、ドレイン領域と表記する場合がある。

【００６５】

なお走査線側駆動回路２０６、信号線側駆動回路２０７は、画素部２０１と同じ基板上に設ける構成とすることが好ましいが、必ずしも設ける必要はない。画素部２０１と同じ基板上に走査線側駆動回路２０６、信号線側駆動回路２０７を設けることで、外部との接続端子数を削減することができ、液晶表示装置の小型化を図ることができる。

【００６６】

なお、画素２１０は、マトリクス状に配置（配列）されている。ここで、画素がマトリクスに配置（配列）されているとは、縦方向もしくは横方向において、画素が直線上に並んで配置されている場合や、ギザギザな線上に配置されている場合を含む。よって、例えば三色の色要素（例えばＲＧＢ）でフルカラー表示を行う場合に、カラーフィルターがストライプ配列されている場合や、三つの色要素のドットがデルタ配列されている場合も含む。

【００６７】

なお、ＡとＢとが接続されている、と明示的に記載する場合は、ＡとＢとが電気的に接続されている場合と、ＡとＢとが機能的に接続されている場合と、ＡとＢとが直接接続されている場合とを含むものとする。

【００６８】

次いで、表示パネルの動作についてバックライトの動作とともに併せて、図３（Ａ）で説明する。上記実施の形態でも説明したように、表示パネルの動作は大きくわけて、動画表示期間３０１と静止画表示期間３０２に大別される。

【００６９】

なお、動画表示期間３０１において１フレーム期間の周期（またはフレーム周波数）は、１／６０秒以下（６０Ｈｚ以上）であることが望ましい。フレーム周波数を高くすること

で、画像をみる人がちらつき（フリッカ）を感じないようにすることができる。また静止画表示期間３０２において、１フレーム期間の周期を極端に長く、例えば１分以上（０．０１７Ｈｚ以下）とすることで、複数回にわたって同じ画像を切り替える場合と比較して眼精疲労を低減しうるといったことも可能である。

【００７０】

なお画素トランジスタ２１２の半導体層として酸化物半導体を用いた際には、酸化物半導体中のキャリアを極めて少なくすることができるため、オフ電流を少なくすることができる。よって、画素においては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、書き込み間隔も長く設定できる。よって１フレーム期間の周期を長くすることができ、静止画表示期間３０２での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、より消費電力を抑制する効果を高くできる。

【００７１】

図３（Ａ）に示す動画表示期間３０１では、各画素に画像信号を振り分けていき動画を表示するための駆動回路制御信号が駆動回路に供給され、駆動回路が動作する。また図３（Ａ）に示す動画表示期間３０１では、バックライト制御信号により白色光のバックライトが動作する。そして、表示パネルは一例として、Ｒ（赤）Ｇ（緑）Ｂ（青）のカラーフィルターにより特定の波長の光を透過させる構成とすることでカラー表示の動画表示を行うことができる。

【００７２】

図３（Ａ）に示す静止画表示期間３０２では、上記実施の形態で説明したように、反射光の透過または非透過によりカラー表示の静止画のための画像信号を書き込むための駆動回路制御信号が駆動回路に供給され、駆動回路が動作する。なお画像信号を書き込む以外の期間では、駆動回路制御回路を非動作とすることで低消費電力化を図ることができる。また図３（Ａ）に示す静止画表示期間３０２では、外光の反射光を利用して表示を視認する構成とするため、バックライト制御信号によりバックライトが非動作となる。そして、表示パネルはカラー表示の静止画の表示を行うことができる。

【００７３】

なお静止画表示期間３０２では、反射光の透過または非透過により静止画の表示をする際には、カラーフィルターの配置によって白黒の階調による静止画の表示であってもよい。この場合、入力する画像信号を白黒の階調を表示するための画像信号を供給する構成とすればよい。

【００７４】

次いで、図３（Ａ）の動画表示期間３０１について図３（Ｂ）に、静止画表示期間３０２について図３（Ｃ）に、その詳細をタイミングチャートにて説明する。なお図３（Ｂ）及び図３（Ｃ）に示すタイミングチャートは、説明のために誇張して表記したものであり、特に明記する場合を除き、各信号が同期して動作するものではないことを付記する。

【００７５】

まず図３（Ｂ）について説明する。図３（Ｂ）では、一例として動画表示期間３０１における走査線側駆動回路１０６に供給するクロック信号ＧＣＫ、及びスタートパルスＧＳＰ、信号線側駆動回路１０７に供給するクロック信号ＳＣＫ、及びスタートパルスＳＳＰ、画像信号ｄａｔａ、バックライトの点灯状態について示したものである。なおバックライトとしては、白色のＬＥＤを用いることで低消費電力化及び長寿命化を図ることができる。

【００７６】

動画表示期間３０１において、クロック信号ＧＣＫは常時供給されるクロック信号となる。またスタートパルスＧＳＰは、垂直同期周波数に応じたパルスとなる。またクロック信号ＳＣＫは常時供給されるクロック信号となる。またスタートパルスＧＳＰは、１ゲート選択期間に応じたパルスとなる。なお動画表示期間３０１では、画像信号はＲ（赤）Ｇ（緑）Ｂ（青）に対応する画素に書き込まれていき、バックライト光の透過または非透過を制御することで視認者は動画でのカラー表示を視認することができる。

【００７７】
次いで図３（Ｃ）について説明する。図３（Ｃ）では、静止画表示期間３０２について、静止画書き込み期間３０３、静止画保持期間３０４に分けて説明を行う。
【００７８】
静止画書き込み期間３０３においては、クロック信号ＧＣＫは一画面書き込むためのクロック信号となる。またスタートパルスＧＳＰは、一画面書き込むためのパルスとなる。またクロック信号ＳＣＫは一画面書き込むためのクロック信号となる。またスタートパルスＳＳＰは、一画面書き込むためのパルスとなる。なお静止画書き込み期間３０３では、反射光を利用してカラー表示するための画像信号ＲＧＢにより静止画を表示するため、バックライトが非点灯となる。
【００７９】
静止画保持期間３０４においては、クロック信号ＧＣＫ、スタートパルスＧＳＰ、クロック信号ＳＣＫ、スタートパルスＳＳＰは、信号線側駆動回路及び走査線側駆動回路の動作を停止するために、供給が停止されることとなる。そのため静止画保持期間３０４では電力消費を低減することができ、低消費電力化を図ることができる。なお静止画保持期間３０４では、静止画書き込み期間３０３に画素に書き込んだ画像信号が、オフ電流が極端に小さい画素トランジスタにより保持されるため、カラー表示の静止画を１分以上の期間保持することができる。また、静止画保持期間３０４は保持される画像信号が一定の期間の経過により低下する前に、新たに静止画書き込み期間３０３を設けて先の期間の画像信号と同じ画像信号を書き込み（リフレッシュ動作）、再度、静止画保持期間３０４とすればよい。
【００８０】
なお静止画保持期間３０４において、低消費電力化を図るためにバックライトを非点灯とする。また、外光による反射光でカラー表示の静止画が視認しづらい場合は、バックライトの光を点灯させて表示を続けることで視認性を向上させることができ液晶表示装置の利便性を高めることができる。
【００８１】
本実施の形態において述べた液晶表示装置は、静止画表示を行う際、低消費電力化を図ることができる。
【００８２】
本実施の形態は、実施の形態１に記載した構成と適宜組み合わせて実施することが可能である。
【００８３】
（実施の形態３）
図４に液晶表示モジュール１９０の構成を示す。液晶表示モジュール１９０はバックライト部１３０と、バックライト部１３０と重なる位置にカラーフィルタを有し、液晶素子がマトリクス状に設けられた表示パネル１２０と、表示パネル１２０を挟む偏光板１２５ａ、及び偏光板１２５ｂを有する。バックライト部１３０は、面状に均一な白色光を発する。例えば導光板の端部に白色の発光素子１３３を配置し、表示パネル１２０との間に拡散板１３４を設けたものをバックライト部１３０に用いることができる。また、外部入力端子となるＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）１２６は表示パネル１２０に設けた端子部と電気的に接続されている。
【００８４】
図４には、３色の光１３５が矢印（Ｒ、Ｇ、及びＢ）で模式的に示してある。バックライト部１３０が発する光が、表示パネル１２０のカラーフィルタと重なる液晶素子により変調され、液晶表示モジュール１９０から観察者に達し、観察者は映像を捉える。
【００８５】
また、図４には、外光１３９が表示パネル１２０上の液晶素子を透過してその下部電極で反射される様子も、模式的に示してある。液晶素子を透過する光の強度は、画像信号により変調されるため、観察者は外光１３９の反射光によっても、映像を捉えることができる

。
【００８６】
また、図５（Ａ）は表示領域の平面図であり１画素分の画素を示している。図５（Ｂ）は図５（Ａ）の線Ｙ１－Ｙ２、及び線Ｚ１－Ｚ２における断面図である。
【００８７】
図５（Ａ）において、複数のソース配線層（ソース電極層４０５ａ又はドレイン電極層４０５ｂ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４０１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４０８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。
【００８８】
図５（Ａ）（Ｂ）の液晶表示装置は、半透過型液晶表示装置であり、画素領域は反射領域４９８及び透過領域４９９で構成されている。反射領域４９８では透明電極層４４７上に画素電極層として反射電極層４４６が積層され、透過領域４９９では画素電極層として透明電極層４４７のみが形成されている。なお、図５（Ａ）（Ｂ）では、層間膜４１３上に、透明電極層４４７、反射電極層４４６の順に積層する例を示したが、層間膜４１３上に、反射電極層４４６、透明電極層４４７の順に積層する構造であってもよい。トランジスタ４５０上には絶縁層４０７、保護絶縁層４０９、及び層間膜４１３が設けられ、絶縁層４０７、保護絶縁層４０９、及び層間膜４１３に形成された開口（コンタクトホール）において、透明電極層４４７及び反射電極層４４６はトランジスタ４５０と電気的に接続されている。透過領域４９９においては保護絶縁層４０９と層間膜４１３の間にカラーフィルタ層として機能する着色層４１６を設ける。
【００８９】
図５（Ｂ）に示すように、第２の基板４４２には共通電極層４４８（対向電極層ともいう）が形成され、第１の基板４４１上の透明電極層４４７及び反射電極層４４６と、液晶層４４４を介して対向している。なお、図５（Ａ）（Ｂ）の液晶表示装置では、透明電極層４４７及び反射電極層４４６と液晶層４４４との間に配向膜４６０ａが設けられ、共通電極層４４８と液晶層４４４との間には配向膜４６０ｂが設けられている。配向膜４６０ａ、４６０ｂは、液晶の配向を制御する機能を有する絶縁層であり、液晶材料によっては設けなくてもよい。
【００９０】
トランジスタ４５０は、ボトムゲート構造の逆スタガ型トランジスタの例であり、ゲート電極層４０１、ゲート絶縁層４０２、酸化物半導体層４０３、ソース電極層４０５ａ、及びドレイン電極層４０５ｂを含む。また、ゲート電極層４０１と同工程で形成された容量配線層４０８、ゲート絶縁層４０２、及びソース電極層４０５ａ、又はドレイン電極層４０５ｂと同工程で形成された導電層４４９が積層し、容量を形成している。なお、容量配線層４０８を覆うように、アルミニウム（Ａｌ）や銀（Ａｇ）などの反射導電膜で形成される反射電極層４４６を形成することが好ましい。
【００９１】
本実施の形態における半透過型液晶表示装置は、トランジスタ４５０のオンオフ制御によって、透過領域４９９における動画のカラー表示と、反射領域４９８における静止画のモノクロ（白黒）表示を行う。
【００９２】
透過領域４９９においては、第１の基板４４１側に設けられたバックライトからの入射光によって画像表示を行う。液晶表示装置にカラーフィルタとして機能する着色層を設けると、透過領域において、バックライトからの光を着色層に透過させることでカラー表示を行うことができる。例えばフルカラー表示とする場合、カラーフィルタは、赤色（Ｒ）、緑色（Ｇ）、青色（Ｂ）を呈する材料で形成すればよく、またイエロー、シアン、マゼン

タ等を呈する材料を用いて形成してもよい。

【００９３】

図５においては、保護絶縁層４０９と層間膜４１３との間にカラーフィルタとして機能する着色層４１６を設けた例である。着色層４１６は、カラーフィルタとして機能させるため、その着色された有彩色の光のみを透過する材料で形成された透光性樹脂層を用いればよい。着色層４１６は、含ませる着色材料の濃度と光の透過率の関係に考慮して、最適な膜厚を適宜制御するとよい。有彩色の色によって有彩色の透光性樹脂層の膜厚が異なる場合や、トランジスタに起因する凹凸を有する場合は、可視光領域の波長の光を透過する（いわゆる無色透明）絶縁層を積層し、層間膜表面を平坦化してもよい。

【００９４】

着色層４１６を直接第１の基板４４１側に形成する場合、より精密な形成領域の制御ができ、微細なパターンの画素にも対応することができる。また、着色層４１６は層間膜として用いてもよい。

【００９５】

着色層４１６は、感光性、非感光性の有機樹脂を用いて、塗布法によって形成すればよい。

【００９６】

一方、反射領域４９８においては、第２の基板４４２側から入射した外光を反射電極層４４６によって反射することで画像表示を行う。

【００９７】

液晶表示装置において、反射電極層４４６に凹凸を形成する例を図６及び図７に示す。図６は、反射領域４９８において、層間膜４１３表面を凹凸形状とすることで反射電極層４４６に凹凸形状を形成する例である。層間膜４１３表面の凹凸形状は、選択的にエッチング加工を行うことで形成すればよい。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凹凸形状を有する層間膜４１３を形成することができる。また、図７は、反射領域４９８において、層間膜４１３上に凸形状の構造体を設けて、反射電極層４４６に凹凸形状を形成する例である。なお、図７は、絶縁層４８０及び絶縁層４８２の積層によって凸形状の構造体を形成している。例えば絶縁層４８０として酸化シリコン、窒化シリコン等の無機絶縁層、絶縁層４８２としてポリイミド樹脂、アクリル樹脂などの有機樹脂を用いることができる。まず、スパッタリング法により酸化シリコン膜を層間膜４１３上に形成し、酸化シリコン膜上に塗布法によりポリイミド樹脂膜を形成する。酸化シリコン膜をエッチングストッパーとして用いて、ポリイミド樹脂膜をエッチング加工する。加工されたポリイミド樹脂層をマスクとして酸化シリコン膜をエッチング加工することで、図７に示すような絶縁層４８０及び絶縁層４８２の積層からなる凸状の構造体を形成することができる。

【００９８】

図６及び図７に示すように、反射電極層４４６表面に凹凸を有すると、入射した外光を乱反射させ、より良好な画像表示を行うことができる。よって、画像表示における視認性が向上する。

【００９９】

なお、図５、図６、及び図７では、反射領域４９８において白黒表示を行う例を示したが、反射領域４９８においてもカラー表示を行うこともできる。図８に、透過領域４９９及び反射領域４９８双方において、フルカラー表示を行う例を示す。

【０１００】

図８では、カラーフィルタ４７０を第２の基板４４２と共通電極層４４８との間に設ける例である。反射電極層４４６と視認側の第２の基板４４２との間にカラーフィルタ４７０を設けることで、反射電極層４４６で反射した光はカラーフィルタ４７０を透過するため、カラー表示を行うことができる。

【０１０１】

カラーフィルタは、第２の基板４４２より外側（液晶層４４４と反対側）に設けてもよい

。
【０１０２】
なお、図６及び図７においても、着色層４１６の代わりに図８のようにカラーフィルタ４７０を設けることで、反射領域４９８においてもフルカラー表示を行うことができる。
【０１０３】
本実施の形態は、実施の形態１または実施の形態２と自由に組み合わせができる。
【０１０４】
（実施の形態４）
本実施の形態では、本明細書に開示する液晶表示装置に適用できるトランジスタの例を示す。本明細書に開示する液晶表示装置に適用できるトランジスタの構造は特に限定されず、例えばトップゲート構造、又はボトムゲート構造のスタガ型及びプレーナ型などを用いることができる。また、トランジスタはチャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造でも、二つ形成されるダブルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。また、チャネル領域の上下にゲート絶縁層を介して配置された２つのゲート電極層を有する、デュアルゲート型でもよい。なお、図９（Ａ）乃至（Ｄ）にトランジスタの断面構造の一例を以下に示す。図９（Ａ）乃至（Ｄ）に示すトランジスタは、半導体として酸化物半導体を用いるものである。酸化物半導体を用いることのメリットは、比較的簡単かつ低温のプロセスで高い移動度と低いオフ電流が得られることであるが、もちろん、他の半導体を用いてもよい。
【０１０５】
図９（Ａ）に示すトランジスタ４１０は、ボトムゲート構造の薄膜トランジスタの一つであり、逆スタガ型薄膜トランジスタともいう。
【０１０６】
トランジスタ４１０は、絶縁表面を有する基板４００上に、ゲート電極層４０１、ゲート絶縁層４０２、酸化物半導体層４０３、ソース電極層４０５ａ、及びドレイン電極層４０５ｂを含む。また、トランジスタ４１０を覆い、酸化物半導体層４０３に積層する絶縁層４０７が設けられている。絶縁層４０７上にはさらに保護絶縁層４０９が形成されている。
【０１０７】
図９（Ｂ）に示すトランジスタ４２０は、チャネル保護型（チャネルストップ型ともいう）と呼ばれるボトムゲート構造の一つであり逆スタガ型薄膜トランジスタともいう。
【０１０８】
トランジスタ４２０は、絶縁表面を有する基板４００上に、ゲート電極層４０１、ゲート絶縁層４０２、酸化物半導体層４０３、酸化物半導体層４０３のチャネル形成領域を覆うチャネル保護層として機能する絶縁層４２７、ソース電極層４０５ａ、及びドレイン電極層４０５ｂを含む。また、トランジスタ４２０を覆い、保護絶縁層４０９が形成されている。
【０１０９】
図９（Ｃ）示すトランジスタ４３０はボトムゲート型の薄膜トランジスタであり、絶縁表面を有する基板４００上に、ゲート電極層４０１、ゲート絶縁層４０２、ソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂ、及び酸化物半導体層４０３を含む。また、トランジスタ４３０を覆い、酸化物半導体層４０３に接する絶縁層４０７が設けられている。絶縁層４０７上にはさらに保護絶縁層４０９が形成されている。
【０１１０】
トランジスタ４３０においては、ゲート絶縁層４０２は基板４００及びゲート電極層４０１上に接して設けられ、ゲート絶縁層４０２上にソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂが接して設けられている。そして、ゲート絶縁層４０２、及びソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂ上に酸化物半導体層４０３が設けられている。
【０１１１】
図９（Ｄ）に示すトランジスタ４４０は、トップゲート構造の薄膜トランジスタの一つで

ある。トランジスタ４４０は、絶縁表面を有する基板４００上に、絶縁層４３７、酸化物半導体層４０３、ソース電極層４０５ａ、及びドレイン電極層４０５ｂ、ゲート絶縁層４０２、ゲート電極層４０１を含み、ソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂにそれぞれ配線層４３６ａ、配線層４３６ｂが接して設けられ電気的に接続している。

【０１１２】

本実施の形態では、上述のとおり、半導体層として酸化物半導体層４０３を用いる。酸化物半導体層４０３に用いる酸化物半導体としては、四元系金属の酸化物であるＩｎ－Ｓｎ－Ｇａ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体や、三元系金属の酸化物であるＩｎ－Ｇａ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｉｎ－Ｓｎ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｉｎ－Ａｌ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｓｎ－Ｇａ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ａｌ－Ｇａ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｓｎ－Ａｌ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体や、二元系金属の酸化物であるＩｎ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｓｎ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ａｌ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｚｎ－Ｍｇ－Ｏ系酸化物半導体、Ｓｎ－Ｍｇ－Ｏ系酸化物半導体、Ｉｎ－Ｍｇ－Ｏ系酸化物半導体や、Ｉｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｓｎ－Ｏ系酸化物半導体、Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体などを用いることができる。また、上記酸化物半導体にSiO_2を含んでもよい。ここで、例えば、Ｉｎ－Ｇａ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体とは、少なくともＩｎとＧａとＺｎを含む酸化物であり、その組成比に特に制限はない。また、ＩｎとＧａとＺｎ以外の元素を含んでもよい。

【０１１３】

また、酸化物半導体層４０３は、化学式$InMO_3(ZnO)_m$（ｍ＞０）で表記される薄膜を用いることができる。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及びＡｌ、Ｇａ及びＭｎ、またはＧａ及びＣｏなどがある。

【０１１４】

酸化物半導体層４０３を用いたトランジスタ４１０、４２０、４３０、４４０は、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、画像イメージデータ等の電気信号の保持時間を長くすることができ、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、消費電力を抑制する効果を奏する。

【０１１５】

また、酸化物半導体層４０３を用いたトランジスタ４１０、４２０、４３０、４４０は、比較的高い電界効果移動度が得られるため、高速駆動が可能である。よって、液晶表示装置の画素部に該トランジスタを用いることで、高画質な画像を提供することができる。また、該トランジスタは、同一基板上に駆動回路部または画素部に作り分けて作製することができるため、液晶表示装置の部品点数を削減することができる。

【０１１６】

絶縁表面を有する基板４００に使用することができる基板に大きな制限はないが、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を用いる。

【０１１７】

ボトムゲート構造のトランジスタ４１０、４２０、４３０において、下地膜となる絶縁膜を基板とゲート電極層の間に設けてもよい。下地膜は、基板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、又は酸化窒化シリコン膜から選ばれた一又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。

【０１１８】

ゲート電極層４０１の材料は、モリブデン、チタン、クロム、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。

【０１１９】

ゲート絶縁層４０２は、プラズマＣＶＤ法又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、又は酸化ハフニウム層を単層で又は積層して形成することができる。例えば、第１のゲート絶縁層としてプラズマＣＶＤ法により膜厚５０ｎｍ以上２００ｎｍ以下の窒化シリコン層（SiN_y（ｙ＞０））を形成し、第１のゲート絶縁層上に第２のゲート絶縁層として膜厚５ｎｍ以上３００ｎｍ以下の酸化シリコン層（SiO_x（ｘ＞０））を積層して、合計膜厚２００ｎｍのゲート絶縁層とする。

【０１２０】

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、または上述した元素を成分とする合金膜か、上述した元素を組み合わせた合金膜等を用いることができる。また、Ａｌ、Ｃｕなどの金属層の下側又は上側の一方または双方にＴｉ、Ｍｏ、Ｗなどの高融点金属層を積層させた構成としても良い。また、Ａｌ膜に生ずるヒロックやウィスカーの発生を防止する元素（Ｓｉ、Ｎｄ、Ｓｃなど）が添加されているＡｌ材料を用いることで耐熱性を向上させることが可能となる。

【０１２１】

ソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂに接続する配線層４３６ａ、配線層４３６ｂのような導電膜も、ソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂと同様な材料を用いることができる。

【０１２２】

また、ソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂ（これと同じ層で形成される配線層を含む）となる導電膜として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（In_2O_3）、酸化スズ（SnO_2）、酸化亜鉛（ＺｎＯ）、酸化インジウム酸化スズ合金（In_2O_3－SnO_2、ＩＴＯと略記する）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（In_2O_3－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。

【０１２３】

絶縁層４０７、４２７、４３７は、代表的には酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、または酸化窒化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。

【０１２４】

保護絶縁層４０９は、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、窒化酸化シリコン膜、窒化酸化アルミニウム膜などの無機絶縁膜を用いることができる。

【０１２５】

また、保護絶縁層４０９上にトランジスタ起因の表面凹凸を低減するために平坦化絶縁膜を形成してもよい。平坦化絶縁膜としては、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン、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）等を用いることができる。なお、これらの材料で形成される絶縁膜を複数積層させることで、平坦化絶縁膜を形成してもよい。

【０１２６】

このように、本実施の形態において、酸化物半導体層を含むトランジスタを用いることにより、高機能な液晶表示装置を提供することができる。

【０１２７】

（実施の形態５）

本実施の形態は、酸化物半導体層を含むトランジスタ、及び作製方法の一例を図１０を用いて詳細に説明する。上記実施の形態と同一部分又は同様な機能を有する部分、及び工程は、上記実施の形態と同様に行うことができ、繰り返しの説明は省略する。また同じ箇所の詳細な説明は省略する。

【０１２８】

図１０（Ａ）乃至（Ｅ）にトランジスタの断面構造の一例を示す。図１０（Ａ）乃至（Ｅ）に示すトランジスタ５１０は、図９（Ａ）に示すトランジスタ４１０と同様なボトムゲ

ート構造の逆スタガ型薄膜トランジスタである。

【０１２９】

本実施の形態の半導体層に用いる酸化物半導体は、ｎ型不純物である水素を酸化物半導体から除去し、酸化物半導体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によりＩ型（真性）の酸化物半導体、又はＩ型（真性）に限りなく近い酸化物半導体としたものである。すなわち、不純物を添加してＩ型化するのでなく、水素や水等の不純物を極力除去したことにより、高純度化されたＩ型（真性半導体）又はそれに近づけることを特徴としている。従って、トランジスタ５１０が有する酸化物半導体層は、高純度化及び電気的にＩ型（真性）化された酸化物半導体層である。

【０１３０】

また、高純度化された酸化物半導体中にはキャリアが極めて少なく（ゼロに近い）、キャリア濃度は$1\times10^{14}/cm^3$未満、好ましくは$1\times10^{12}/cm^3$未満、さらに好ましくは$1\times10^{11}/cm^3$未満である。

【０１３１】

酸化物半導体中にキャリアが極めて少ないため、トランジスタでは、オフ電流を少なくすることができる。オフ電流は少なければ少ないほど好ましい。

【０１３２】

具体的には、上述の酸化物半導体層を具備するトランジスタは、チャネル幅１μｍあたりのオフ電流密度を室温下において１０ａＡ／μｍ（1×10^{-17}Ａ／μｍ）以下にすること、さらには、１ａＡ／μｍ（1×10^{-18}Ａ／μｍ）以下、さらには１０ｚＡ／μｍ（1×10^{-20}Ａ／μｍ）以下にすることが可能である。

【０１３３】

オフ状態における電流値（オフ電流値）が極めて小さいトランジスタを実施の形態１の画素部におけるトランジスタとして用いることにより、静止画領域におけるリフレッシュ動作を少ない画像データの書き込み回数で行うことができる。

【０１３４】

また、上述の酸化物半導体層を具備するトランジスタ５１０はオン電流の温度依存性がほとんど見られず、オフ電流も非常に小さいままである。

【０１３５】

以下、図１０（Ａ）乃至（Ｅ）を用い、基板５０５上にトランジスタ５１０を作製する工程を説明する。

【０１３６】

まず、絶縁表面を有する基板５０５上に導電膜を形成した後、第１のフォトリソグラフィ工程によりゲート電極層５１１を形成する。なお、レジストマスクをインクジェット法で形成してもよい。レジストマスクをインクジェット法で形成するとフォトマスクを使用しないため、製造コストを低減できる。

【０１３７】

絶縁表面を有する基板５０５は、実施の形態４に示した基板４００と同様な基板を用いることができる。本実施の形態では基板５０５としてガラス基板を用いる。

【０１３８】

下地膜となる絶縁膜を基板５０５とゲート電極層５１１との間に設けてもよい。下地膜は、基板５０５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、又は酸化窒化シリコン膜から選ばれた一又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。

【０１３９】

また、ゲート電極層５１１の材料は、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又はこれらを主成分とする合金材料を用いて、単層で又は積層して形成することができる。

【０１４０】

次いで、ゲート電極層５１１上にゲート絶縁層５０７を形成する。ゲート絶縁層５０７は

、プラズマＣＶＤ法又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、又は酸化ハフニウム層を単層で又は積層して形成することができる。

【０１４１】

本実施の形態の酸化物半導体は、不純物を除去され、Ｉ型化又は実質的にＩ型化された酸化物半導体を用いる。このような高純度化された酸化物半導体は界面準位、界面電荷に対して極めて敏感であるため、酸化物半導体層とゲート絶縁層との界面は重要である。そのため高純度化された酸化物半導体に接するゲート絶縁層は、高品質化が要求される。

【０１４２】

例えば、μ波（例えば、周波数２．４５ＧＨｚ）を用いた高密度プラズマＣＶＤは、緻密で絶縁耐圧の高い高品質な絶縁層を形成できるので好ましい。高純度化された酸化物半導体と高品質ゲート絶縁層とが密接することにより、界面準位を低減して界面特性を良好なものとすることができるからである。

【０１４３】

もちろん、ゲート絶縁層として良質な絶縁層を形成できるものであれば、スパッタリング法やプラズマＣＶＤ法など他の成膜方法を適用することができる。また、成膜後の熱処理によってゲート絶縁層の膜質、酸化物半導体との界面特性が改質される絶縁層であっても良い。いずれにしても、ゲート絶縁層としての膜質が良好であることは勿論のこと、酸化物半導体との界面準位密度を低減し、良好な界面を形成できるものであれば良い。

【０１４４】

また、ゲート絶縁層５０７、酸化物半導体膜５３０に水素、水酸基及び水分がなるべく含まれないようにするために、酸化物半導体膜５３０の成膜の前処理として、スパッタリング装置の予備加熱室でゲート電極層５１１が形成された基板５０５、又はゲート絶縁層５０７までが形成された基板５０５を予備加熱し、基板５０５に吸着した水素、水分などの不純物を脱離し排気することが好ましい。なお、予備加熱室に設ける排気手段はクライオポンプが好ましい。なお、この予備加熱の処理は省略することもできる。またこの予備加熱は、絶縁層５１６の成膜前に、ソース電極層５１５ａ及びドレイン電極層５１５ｂまで形成した基板５０５にも同様に行ってもよい。

【０１４５】

次いで、ゲート絶縁層５０７上に、膜厚２ｎｍ以上２００ｎｍ以下、好ましくは５ｎｍ以上３０ｎｍ以下の酸化物半導体膜５３０を形成する（図１０（Ａ）参照。）。

【０１４６】

なお、酸化物半導体膜５３０をスパッタリング法により成膜する前に、アルゴンガスを導入してプラズマを発生させる逆スパッタを行い、ゲート絶縁層５０７の表面に付着している粉状物質（パーティクル、ごみともいう）を除去することが好ましい。逆スパッタとは、ターゲット側に電圧を印加せずに、アルゴン雰囲気下で基板側にＲＦ電源を用いて電圧を印加して基板近傍にプラズマを形成して表面を改質する方法である。なお、アルゴン雰囲気に代えて窒素、ヘリウム、酸素などを用いてもよい。

【０１４７】

酸化物半導体膜５３０に用いる酸化物半導体は、実施の形態４に示した四元系金属酸化物や、三元系金属酸化物や、二元系金属酸化物や、Ｉｎ－Ｏ系、Ｓｎ－Ｏ系、Ｚｎ－Ｏ系などの酸化物半導体を用いることができる。また、上記酸化物半導体にSiO_2を含んでもよい。本実施の形態では、酸化物半導体膜５３０としてＩｎ－Ｇａ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物ターゲットを用いてスパッタリング法により成膜する。この段階での断面図が図１０（Ａ）に相当する。また、酸化物半導体膜５３０は、希ガス（代表的にはアルゴン）雰囲気下、酸素雰囲気下、又は希ガスと酸素の混合雰囲気下においてスパッタ法により形成することができる。

【０１４８】

酸化物半導体膜５３０をスパッタリング法で作製するためのターゲットとしては、例えば

、組成比として、In_2O_3：Ga_2O_3：ZnO＝１：１：１［ｍｏｌ数比］を用いることができる。また、他にも、In_2O_3：Ga_2O_3：ZnO＝１：１：２［ｍｏｌ数比］、又はIn_2O_3：Ga_2O_3：ZnO＝１：１：４［ｍｏｌ数比］の組成比を有するターゲットを用いてもよい。酸化物ターゲットの充填率は９０％以上１００％以下、好ましくは９５％以上９９．９％である。充填率の高い金属酸化物ターゲットを用いることにより、成膜した酸化物半導体膜は緻密な膜となる。

【０１４９】

酸化物半導体膜５３０を、成膜する際に用いるスパッタガスは水素、水、水酸基又は水素化物などの不純物が除去された高純度ガスを用いることが好ましい。

【０１５０】

減圧状態に保持された成膜室内に基板を保持し、基板温度を１００℃以上６００℃以下好ましくは２００℃以上４００℃以下とする。基板を加熱しながら成膜することにより、成膜した酸化物半導体膜に含まれる不純物濃度を低減することができる。また、スパッタリングによる損傷が軽減される。そして、成膜室内の残留水分を除去しつつ水素及び水分が除去されたスパッタガスを導入し、上記ターゲットを用いて基板５０５上に酸化物半導体膜５３０を成膜する。成膜室内の残留水分を除去するためには、吸着型の真空ポンプ、例えば、クライオポンプ、イオンポンプ、チタンサブリメーションポンプを用いることが好ましい。また、排気手段としては、ターボポンプにコールドトラップを加えたものであってもよい。クライオポンプを用いて排気した成膜室は、例えば、水素原子、水（H_2O）など水素原子を含む化合物（より好ましくは炭素原子を含む化合物も）等が排気されるため、当該成膜室で成膜した酸化物半導体膜に含まれる不純物の濃度を低減できる。

【０１５１】

成膜条件の一例としては、基板とターゲットの間との距離を１００ｍｍ、圧力０．６Ｐａ、直流（ＤＣ）電源０．５ｋＷ、酸素（酸素流量比率１００％）雰囲気下の条件が適用される。なお、パルス直流電源を用いると、成膜時に発生する粉状物質（パーティクル、ごみともいう）が軽減でき、膜厚分布も均一となるために好ましい。

【０１５２】

次いで、酸化物半導体膜５３０を第２のフォトリソグラフィ工程により島状の酸化物半導体層に加工する。また、島状の酸化物半導体層を形成するためのレジストマスクをインクジェット法で形成してもよい。レジストマスクをインクジェット法で形成するとフォトマスクを使用しないため、製造コストを低減できる。

【０１５３】

また、ゲート絶縁層５０７にコンタクトホールを形成する場合、その工程は酸化物半導体膜５３０の加工時に同時に行うことができる。

【０１５４】

なお、ここでの酸化物半導体膜５３０のエッチングは、ドライエッチングでもウェットエッチングでもよく、両方を用いてもよい。例えば、酸化物半導体膜５３０のウェットエッチングに用いるエッチング液としては、燐酸と酢酸と硝酸を混ぜた溶液などを用いることができる。また、ＩＴＯ０７Ｎ（関東化学社製）を用いてもよい。

【０１５５】

次いで、酸化物半導体層に第１の加熱処理を行う。この第１の加熱処理によって酸化物半導体層の脱水化または脱水素化を行うことができる。第１の加熱処理の温度は、４００℃以上７５０℃以下、または４００℃以上基板の歪み点未満とする。ここでは、加熱処理装置の一つである電気炉に基板を導入し、酸化物半導体層に対して窒素雰囲気下４５０℃において１時間の加熱処理を行った後、大気に触れることなく、酸化物半導体層への水や水素の混入を防ぎ、酸化物半導体層５３１を得る（図１０（Ｂ）参照。）。

【０１５６】

なお、加熱処理装置は電気炉に限られず、抵抗発熱体などの発熱体からの熱伝導または熱輻射によって、被処理物を加熱する装置を備えていてもよい。例えば、ＧＲＴＡ（Ｇａｓ　Ｒａｐｉｄ　Ｔｈｅｒｍａｌ　Ａｎｎｅａｌ）装置、ＬＲＴＡ（Ｌａｍｐ　Ｒａｐｉｄ

Ｔｈｅｒｍａｌ　Ａｎｎｅａｌ）装置等のＲＴＡ（Ｒａｐｉｄ　Ｔｈｅｒｍａｌ　Ａｎｎｅａｌ）装置を用いることができる。ＬＲＴＡ装置は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどのランプから発する光（電磁波）の輻射により、被処理物を加熱する装置である。ＧＲＴＡ装置は、高温のガスを用いて加熱処理を行う装置である。高温のガスには、アルゴンなどの希ガス、または窒素のような、加熱処理によって被処理物と反応しない不活性気体が用いられる。

【０１５７】

例えば、第１の加熱処理として、６５０℃～７００℃の高温に加熱した不活性ガス中に基板を移動させて入れ、数分間加熱した後、基板を移動させて高温に加熱した不活性ガス中から出すＧＲＴＡを行ってもよい。

【０１５８】

なお、第１の加熱処理においては、窒素、またはヘリウム、ネオン、アルゴン等の希ガスに、水、水素などが含まれないことが好ましい。または、加熱処理装置に導入する窒素、またはヘリウム、ネオン、アルゴン等の希ガスの純度を、６Ｎ（９９．９９９９％）以上、好ましくは７Ｎ（９９．９９９９９％）以上、（即ち不純物濃度を１ｐｐｍ以下、好ましくは０．１ｐｐｍ以下）とすることが好ましい。

【０１５９】

また、第１の加熱処理で酸化物半導体層を加熱した後、同じ炉に高純度の酸素ガス、高純度のN_2Oガス、又は超乾燥エア（露点が－４０℃以下、好ましくは－６０℃以下）を導入してもよい。酸素ガスまたはN_2Oガスには、水、水素などが含まれないことが好ましい。または、加熱処理装置に導入する酸素ガスまたはN_2Oガスの純度を、６Ｎ以上、好ましくは７Ｎ以上、（即ち、酸素ガスまたはN_2Oガス中の不純物濃度を１ｐｐｍ以下、好ましくは０．１ｐｐｍ以下）とすることが好ましい。酸素ガス又はN_2Oガスの作用により、脱水化または脱水素化処理による不純物の排除工程によって同時に減少してしまった酸化物半導体を構成する主成分材料である酸素を供給することによって、酸化物半導体層を高純度化及び電気的にＩ型（真性）化する。

【０１６０】

また、酸化物半導体層の第１の加熱処理は、島状の酸化物半導体層に加工する前の酸化物半導体膜５３０に行うこともできる。その場合には、第１の加熱処理後に、加熱装置から基板を取り出し、フォトリソグラフィ工程を行う。

【０１６１】

なお、第１の加熱処理は、上記以外にも、酸化物半導体層成膜後であれば、酸化物半導体層上にソース電極層及びドレイン電極層を積層させた後、あるいは、ソース電極層及びドレイン電極層上に絶縁層を形成した後、のいずれで行っても良い。

【０１６２】

また、ゲート絶縁層５０７にコンタクトホールを形成する場合、その工程は酸化物半導体膜５３０に第１の加熱処理を行う前でも行った後に行ってもよい。

【０１６３】

また、酸化物半導体層を２回に分けて成膜し、２回に分けて加熱処理を行うことで、下地部材の材料が、酸化物、窒化物、金属など材料を問わず、膜厚の厚い結晶領域（単結晶領域）、即ち、膜表面に垂直にｃ軸配向した結晶領域を有する酸化物半導体層を形成してもよい。例えば、３ｎｍ以上１５ｎｍ以下の第１の酸化物半導体膜を成膜し、窒素、酸素、希ガス、または乾燥空気の雰囲気下で４５０℃以上８５０℃以下、好ましくは５５０℃以上７５０℃以下の第１の加熱処理を行い、表面を含む領域に結晶領域（板状結晶を含む）を有する第１の酸化物半導体膜を形成する。そして、第１の酸化物半導体膜よりも厚い第２の酸化物半導体膜を形成し、４５０℃以上８５０℃以下、好ましくは６００℃以上７００℃以下の第２の加熱処理を行い、第１の酸化物半導体膜を結晶成長の種として、上方に結晶成長させ、第２の酸化物半導体膜の全体を結晶化させ、結果として膜厚の厚い結晶領域を有する酸化物半導体層を形成してもよい。

【０１６４】
次いで、ゲート絶縁層５０７、及び酸化物半導体層５３１上に、ソース電極層及びドレイン電極層（これと同じ層で形成される配線を含む）となる導電膜を形成する。ソース電極層、及びドレイン電極層に用いる導電膜としては、実施の形態４に示したソース電極層４０５ａ、ドレイン電極層４０５ｂに用いる材料を用いることができる。
【０１６５】
第３のフォトリソグラフィ工程により導電膜上にレジストマスクを形成し、選択的にエッチングを行ってソース電極層５１５ａ、ドレイン電極層５１５ｂを形成した後、レジストマスクを除去する（図１０（Ｃ）参照。）。
【０１６６】
第３のフォトリソグラフィ工程でのレジストマスク形成時の露光には、紫外線やＫｒＦレーザ光やＡｒＦレーザ光を用いるとよい。酸化物半導体層５３１上で隣り合うソース電極層の下端部とドレイン電極層の下端部との間隔幅によって後に形成されるトランジスタのチャネル長Ｌが決定される。なお、チャネル長Ｌ＝２５ｎｍ未満の露光を行う場合には、数ｎｍ～数１０ｎｍと極めて波長が短い超紫外線（Ｅｘｔｒｅｍｅ　Ｕｌｔｒａｖｉｏｌｅｔ）を用いて第３のフォトリソグラフィ工程でのレジストマスク形成時の露光を行うとよい。超紫外線による露光は、解像度が高く焦点深度も大きい。従って、後に形成されるトランジスタのチャネル長Ｌを１０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下とすることも可能であり、回路の動作速度を高速化でき、さらにオフ電流値が極めて小さいため、低消費電力化も図ることができる。
【０１６７】
また、フォトリソグラフィ工程で用いるフォトマスク数及び工程数を削減するため、透過した光が複数の強度となる露光マスクである多階調マスクによって形成されたレジストマスクを用いてエッチング工程を行ってもよい。多階調マスクを用いて形成したレジストマスクは複数の膜厚を有する形状となり、エッチングを行うことでさらに形状を変形することができるため、異なるパターンに加工する複数のエッチング工程に用いることができる。よって、一枚の多階調マスクによって、少なくとも二種類以上の異なるパターンに対応するレジストマスクを形成することができる。よって露光マスク数を削減することができ、対応するフォトリソグラフィ工程も削減できるため、工程の簡略化が可能となる。
【０１６８】
なお、導電膜のエッチングの際に、酸化物半導体層５３１がエッチングされ、分断することのないようエッチング条件を最適化することが望まれる。しかしながら、導電膜のみをエッチングし、酸化物半導体層５３１を全くエッチングしないという条件を得ることは難しく、導電膜のエッチングの際に酸化物半導体層５３１は一部のみがエッチングされ、溝部（凹部）を有する酸化物半導体層となることもある。
【０１６９】
本実施の形態では、導電膜としてＴｉ膜を用い、酸化物半導体層５３１にはＩｎ－Ｇａ－Ｚｎ－Ｏ系酸化物半導体を用いたので、導電膜のみをエッチングするエッチャントとしてアンモニア過水（３１重量％過酸化水素水：２８重量％アンモニア水：水＝５：２：２）を用いる。
【０１７０】
次いで、N_2O、N_2、またはＡｒなどのガスを用いたプラズマ処理を行い、露出している酸化物半導体層の表面に付着した吸着水などを除去してもよい。プラズマ処理を行う場合、大気に触れることなく、酸化物半導体層の一部に接する保護絶縁膜となる絶縁層５１６を形成することが好ましい。
【０１７１】
絶縁層５１６は、少なくとも１ｎｍ以上の膜厚とし、スパッタ法など、絶縁層５１６に水、水素等の不純物を混入させない方法を適宜用いて形成することができる。絶縁層５１６に水素が含まれると、その水素の酸化物半導体層への侵入、又は水素が酸化物半導体層中の酸素を引き抜き、が生じ酸化物半導体層のバックチャネルが低抵抗化（Ｎ型化）してし

まい、寄生チャネルが形成されるおそれがある。よって、絶縁層５１６はできるだけ水素を含まない膜になるように、成膜方法に水素を用いないことが重要である。

【０１７２】

本実施の形態では、絶縁層５１６として膜厚２００ｎｍの酸化シリコン膜をスパッタリング法を用いて成膜する。成膜時の基板温度は、室温以上３００℃以下とすればよく、本実施の形態では１００℃とする。酸化シリコン膜のスパッタ法による成膜は、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において行うことができる。また、ターゲットとして酸化シリコンターゲットまたはシリコンターゲットを用いることができる。例えば、シリコンターゲットを用いて、酸素を含む雰囲気下でスパッタ法により酸化シリコンを形成することができる。酸化物半導体層に接して形成する絶縁層５１６は、水分や、水素イオンや、ＯＨ⁻などの不純物を含まず、これらが外部から侵入することをブロックする無機絶縁膜を用い、代表的には酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、または酸化窒化アルミニウム膜などを用いる。

【０１７３】

酸化物半導体膜５３０の成膜時と同様に、絶縁層５１６の成膜室内の残留水分を除去するためには、吸着型の真空ポンプ（クライオポンプなど）を用いることが好ましい。クライオポンプを用いて排気した成膜室で成膜した絶縁層５１６に含まれる不純物の濃度を低減できる。また、絶縁層５１６の成膜室内の残留水分を除去するための排気手段としては、ターボポンプにコールドトラップを加えたものであってもよい。

【０１７４】

絶縁層５１６を、成膜する際に用いるスパッタガスは水素、水、水酸基又は水素化物などの不純物が除去された高純度ガスを用いることが好ましい。

【０１７５】

次いで、不活性ガス雰囲気下、または酸素ガス雰囲気下で第２の加熱処理（好ましくは２００℃以上４００℃以下、例えば２５０℃以上３５０℃以下）を行う。例えば、窒素雰囲気下で２５０℃、１時間の第２の加熱処理を行う。第２の加熱処理を行うと、酸化物半導体層の一部（チャネル形成領域）が絶縁層５１６と接した状態で加熱される。

【０１７６】

以上の工程を経ることによって、酸化物半導体膜に対して第１の加熱処理を行って水素、水分、水酸基又は水素化物（水素化合物ともいう）などの不純物を酸化物半導体層より意図的に排除し、かつ不純物の排除工程によって同時に減少してしまう酸化物半導体を構成する主成分材料の一つである酸素を供給することができる。よって、酸化物半導体層は高純度化及び電気的にＩ型（真性）化する。

【０１７７】

以上の工程でトランジスタ５１０が形成される（図１０（Ｄ）参照。）。

【０１７８】

また、酸化物絶縁層に欠陥を多く含む酸化シリコン層を用いると、酸化シリコン層形成後の加熱処理によって酸化物半導体層中に含まれる水素、水分、水酸基又は水素化物などの不純物を酸化物絶縁層に拡散させ、酸化物半導体層中に含まれる該不純物をより低減させる効果を奏する。

【０１７９】

絶縁層５１６上にさらに保護絶縁層５０６を形成してもよい。例えば、ＲＦスパッタ法を用いて窒化シリコン膜を形成する。ＲＦスパッタ法は、量産性がよいため、保護絶縁層の成膜方法として好ましい。保護絶縁層は、水分などの不純物を含まず、これらが外部から侵入することをブロックする無機絶縁膜を用い、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜などを用いる。本実施の形態では、保護絶縁層として保護絶縁層５０６を、窒化シリコン膜を用いて形成する（図１０（Ｅ）参照。）。

【０１８０】

本実施の形態では、保護絶縁層５０６として、絶縁層５１６まで形成された基板５０５を１００℃～４００℃の温度に加熱し、水素及び水分が除去された高純度窒素を含むスパッ

タガスを導入しシリコン半導体のターゲットを用いて窒化シリコン膜を成膜する。この場合においても、絶縁層５１６と同様に、処理室内の残留水分を除去しつつ保護絶縁層５０６を成膜することが好ましい。

【０１８１】

保護絶縁層の形成後、さらに大気中、１００℃以上２００℃以下、１時間以上３０時間以下での加熱処理を行ってもよい。この加熱処理は一定の加熱温度を保持して加熱してもよいし、室温から、１００℃以上２００℃の加熱温度への昇温と、加熱温度から室温までの降温を複数回くりかえして行ってもよい。

【０１８２】

このように、本実施の形態を用いて作製した、高純度化された酸化物半導体層を含むトランジスタを用いることにより、オフ状態における電流値（オフ電流値）をより低くすることができる。よって、画像イメージデータ等の電気信号の保持時間を長くすることができ、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より少なくすることができるため、消費電力を抑制する効果を高くできる。

【０１８３】

また、高純度化された酸化物半導体層を含むトランジスタは、高い電界効果移動度が得られるため、高速駆動が可能である。よって、液晶表示装置の画素部に該トランジスタを用いることで、高画質な画像を提供することができる。また、該トランジスタは、同一基板上に駆動回路部または画素部に作り分けて作製することができるため、液晶表示装置の部品点数を削減することができる。

【０１８４】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することが可能である。

【０１８５】

（実施の形態６）

本実施の形態では、半透過型液晶表示装置の１画素当たりの反射光量と透過光量を向上せしめる画素構成について、図１１、図１２、及び図１３を用いて説明する。

【０１８６】

図１１は、本実施の形態で示す画素の平面構成を説明するための図である。図１２は、図１１における一点破線で示したＸ１－Ｘ２部、及びＹ１－Ｙ２部の断面構成を示している。本実施の形態で説明する画素は、基板８００上に、画素電極として透明電極８２３と反射電極８２５が積層されており、画素電極は、絶縁膜８２７、絶縁膜８２８、及び有機樹脂膜８２２に設けられたコンタクトホール８５５を介して、トランジスタ８５１のドレイン電極８５７に接続されている。ドレイン電極８５７は、絶縁膜８２７及び絶縁膜８２８を介して容量配線８５３と重畳し、保持容量８７１を構成している。（図１２（Ａ）参照）

【０１８７】

トランジスタ８５１のゲート電極８５８は、配線８５２に接続されており、ソース電極８５６は、配線８５４に接続されている。トランジスタ８５１は、他の実施の形態で説明したトランジスタを用いることができる。

【０１８８】

反射電極８２５により外光を反射することで、画素電極を反射型液晶表示装置の画素電極として機能させることができる。反射電極８２５には複数の開口部８２６が設けられている。開口部８２６には反射電極８２５が存在せず、構造体８２０及び透明電極８２３が突出している。開口部８２６から、バックライトの光を透過させることで、画素電極を透過型液晶表示装置の画素電極として機能させることができる。

【０１８９】

また、図１３は、図１２（Ｂ）とは異なる例を示す断面図であり、開口部８２６において、構造体８２０及び透明電極８２３が突出していない構造を有する本発明の一実施形態である。図１２（Ｂ）では、バックライト射出光口８４１と開口部８２６はほぼ同一サイズであるのに対して、図１３では、バックライト射出光口８４１のサイズと開口部８２６の

サイズが異なり、バックライト入射光口８４２からの距離も異なる。従って図１３と比較して図１２のほうが透過領域の面積を大きくすることができ、好ましい断面形状と言える。

【０１９０】

開口部８２６の下層には、有機樹脂膜８２２を介して、開口部８２６と重畳して構造体８２０が形成されている。図１２（Ｂ）は、図１１におけるＹ１－Ｙ２部の断面図であり、画素電極と構造体８２０の構成を示している。図１２（Ｃ）は、部位８８０の拡大図であり、図１２（Ｄ）は、部位８８１の拡大図である。

【０１９１】

反射光８３２は、反射電極８２５で反射された外光を示している。有機樹脂膜８２２は、上面に凹凸状の湾曲面を有している。反射電極８２５にその凹凸形状の湾曲面を反映させることで、反射領域の面積を増やし、また、表示映像以外の写り込みが軽減されるため、表示映像の視認性を高めることができる。断面形状において湾曲面を有する反射電極８２５の最も屈曲している点から、相対向する２つの傾斜面がなす角度θＲは、９０°以上、好ましくは１００°以上１２０°以下とするとよい。（図１２（Ｄ）参照）

【０１９２】

構造体８２０は、開口部８２６側にバックライト射出光口８４１を有し、バックライト（図示せず）側にバックライト入射光口８４２を有している。また、構造体８２０の上部は、反射電極８２５の表面よりも上方に位置し、反射電極の端部よりも突出した形状、即ち、構造体８２０の上面と反射電極の上端部との距離Ｈが０．１μｍ以上３μｍ以下、好ましくは０．３μｍ以上２μｍ以下である。また、バックライト射出光口８４１の面積よりも、バックライト入射光口８４２の面積が大きく形成されている。構造体８２０の側面（バックライト射出光口８４１とバックライト入射光口８４２以外の面）には、反射層８２１が形成されている。構造体８２０は、酸化珪素（ＳｉＯｘ）、窒化珪素（ＳｉＮｘ）、酸化窒化珪素（ＳｉＮＯ）などの、透光性を有する材料を用いることができる。反射層８２１は、アルミニウム（Ａｌ）や銀（Ａｇ）などの、光の反射率が高い材料を用いることができる。

【０１９３】

バックライトから発せられた透過光８３１は、バックライト入射光口８４２を通って構造体８２０に入射する。入射した透過光８３１の一部はそのままバックライト射出光口８４１から射出されるが、一部は反射層８２１によりバックライト射出光口８４１に向かって反射され、一部はさらに反射して、バックライト入射光口８４２へ戻ってしまう。

【０１９４】

この時、構造体８２０のバックライト射出光口８４１とバックライト入射光口８４２を通る構造体８２０の断面形状を見ると、左右に相対向する側面は傾斜面となっている。それぞれの側面のなす角度θＴを、９０°未満、好ましくは１０°以上６０°以下とすることで、バックライト入射光口８４２から入射した透過光８３１を効率よくバックライト射出光口８４１へ導くことができる。

【０１９５】

従来の半透過型液晶表示装置では、画素電極のうち、反射電極として機能する電極面積をＳＲ、透過電極として機能する電極面積（開口部８２６の面積）をＳＴとした場合、両電極の合計面積が１００％（ＳＲ＋ＳＴ＝１００％）となる。本実施の形態で示した画素構成を有する半透過型液晶表示装置は、透過電極として機能する電極面積ＳＴが、バックライト入射光口８４２の面積に相当するため、開口部８２６の面積を大きくする、または、バックライトの輝度を上げたりすることなく、透過光量を向上させることができる。つまり、見かけ上の両電極の合計面積を１００％以上（ＳＲ＋ＳＴの合計が１００％以上）とすることができる。

【０１９６】

本実施の形態を用いることで、消費電力を増やさずにより明るく表示品位の良い半透過型液晶表示装置を得ることができる。

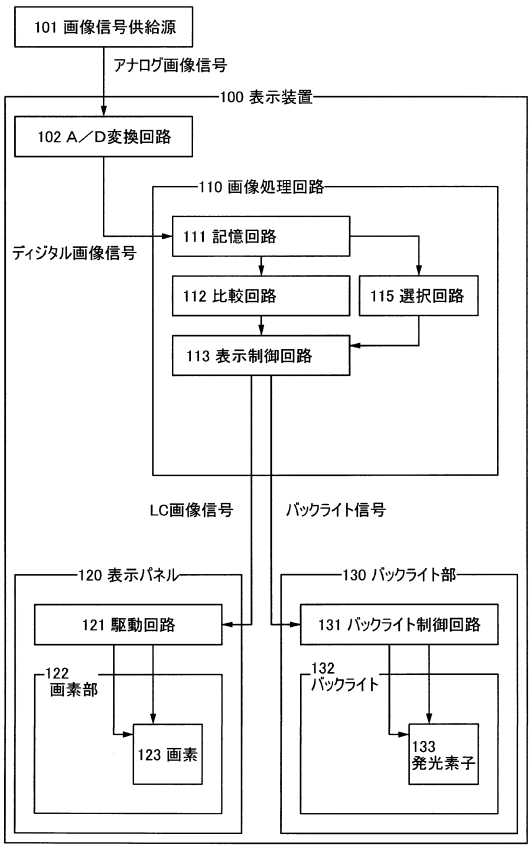
【０１９７】
（実施の形態７）
本実施の形態においては、上記実施の形態で説明した液晶表示装置を具備する電子機器の例について説明する。
【０１９８】
図１４（Ａ）は電子書籍（Ｅ－ｂｏｏｋともいう）であり、筐体９６３０、表示部９６３１、操作キー９６３２、太陽電池９６３３、充放電制御回路９６３４を有することができる。太陽電池９６３３と、表示パネルとを開閉自在に装着しており、太陽電池からの電力を表示パネル、バックライト部、または画像処理回路に供給する電子書籍である。図１４（Ａ）に示した電子書籍は、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示する機能、カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能、表示部に表示した情報を操作又は編集する機能、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１４（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９６３６と略記）を有する構成について示している。
【０１９９】
図１４（Ａ）に示す構成とすることにより、表示部９６３１として半透過型の液晶表示装置を用いる場合、比較的明るい状況下での使用も予想され、太陽電池９６３３による発電、及びバッテリー９６３５での充電を効率よく行うことができ、好適である。なお太陽電池９６３３は、筐体９６３０の表面及び裏面に効率的なバッテリー９６３５の充電を行う構成とすることができるため好適である。なおバッテリー９６３５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。
【０２００】
また図１４（Ａ）に示す充放電制御回路９６３４の構成、及び動作について図１４（Ｂ）にブロック図を示し説明する。図１４（Ｂ）には、太陽電池９６３３、バッテリー９６３５、コンバータ９６３６、コンバータ９６３７、スイッチＳＷ１乃至ＳＷ３、表示部９６３１について示しており、バッテリー９６３５、コンバータ９６３６、コンバータ９６３７、スイッチＳＷ１乃至ＳＷ３が充放電制御回路９６３４に対応する箇所となる。
【０２０１】
まず外光により太陽電池９６３３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９６３５を充電するための電圧となるようコンバータ９６３６で昇圧または降圧がなされる。そして、表示部９６３１の動作に太陽電池９６３３からの電力が用いられる際にはスイッチＳＷ１をオンにし、コンバータ９６３７で表示部９６３１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９６３１での表示を行わない際には、ＳＷ１をオフにし、ＳＷ２をオンにしてバッテリー９６３５の充電を行う構成とすればよい。
【０２０２】
次いで外光により太陽電池９６３３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９６３５に蓄電された電力は、スイッチＳＷ３をオンにすることでコンバータ９６３７により昇圧または降圧がなされる。そして、表示部９６３１の動作にバッテリー９６３５からの電力が用いられることとなる。
【０２０３】
なお太陽電池９６３３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９６３５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て行う構成としてもよい。
【０２０４】
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て実施することが可能である。
【符号の説明】
【０２０５】

１００：表示装置
１０１：画像信号供給源
１０２：Ａ／Ｄ変換回路
１０６：走査線側駆動回路
１０７：信号線側駆動回路
１１１　記憶回路
１１２　比較回路
１１３　表示制御回路
１１５　選択回路
１２０：表示パネル
１２１　駆動回路部
１２２　画素部
１２３　画素
１２５ａ　偏光板
１２５ｂ　偏光板
１２６　ＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）
１３０　バックライト部
１３１　バックライト制御回路
１３２　バックライト
１３３　発光素子
１３４　拡散板
１３５　光
１３９　外光
２０１　画素部
２０２　走査線
２０３　信号線
２０６　走査線側駆動回路
２０７　信号線側駆動回路
２１０：画素
２１２：画素トランジスタ
２１３：液晶素子
２１４：容量素子
２１８：共通電極
２１９：容量線
３０１　動画表示期間
３０２　静止画表示期間
３０３　静止画書き込み期間
３０４　静止画保持期間
４０１　ゲート電極層
４０２　ゲート絶縁層
４０３　酸化物半導体層
４０５ａ　ソース電極層
４０５ｂ　ドレイン電極層
４０７　絶縁層
４０８　容量配線層
４０９　保護絶縁層
４１０　トランジスタ
４１３　層間膜
４１６　着色層
４２０　トランジスタ

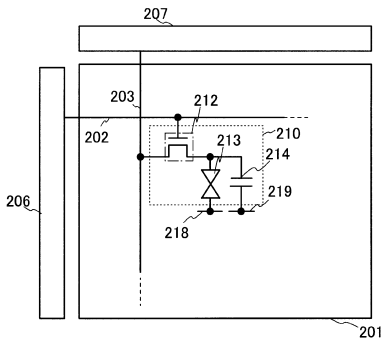
４２７　絶縁層
４３０　トランジスタ
４３６ａ　配線層
４３６ｂ　配線層
４３７　絶縁層
４４０　トランジスタ
４４１　第１の基板
４４２　第２の基板
４４４　液晶層
４４６　反射電極層
４４７　透明電極層
４４８　共通電極層
４４９　導電層
４５０　トランジスタ
４６０ａ　配向膜
４６０ｂ　配向膜
４７０　カラーフィルタ
４８０　絶縁層
４８２　絶縁層
４９８　反射領域
４９９　透過領域
５０５　基板
５０６　保護絶縁層
５０７　ゲート絶縁層
５１０　トランジスタ
５１１　ゲート電極層
５１５ａ　ソース電極層
５１５ｂ　ドレイン電極層
５１６　絶縁層
５３０　酸化物半導体膜
５３１　酸化物半導体層
８００　基板
８２０　構造体
８２１　反射層
８２２　有機樹脂膜
８２３　透明電極
８２５　反射電極
８２６　開口部
８２７　絶縁膜
８２８　絶縁膜
８３１　透過光
８３２　反射光
８４１　バックライト射出光口
８４２　バックライト入射光口
８５１　トランジスタ
８５２　配線
８５３　容量配線
８５４　配線
８５５　コンタクトホール
８５６　ソース電極

８５７　ドレイン電極
８５８　ゲート電極
８７１　保持容量
８８０　部位
８８１　部位
９６３０　筐体
９６３１　表示部
９６３２　操作キー
９６３３　太陽電池
９６３４　充放電制御回路
９６３５　バッテリー
９６３６　コンバータ
９６３７　コンバータ

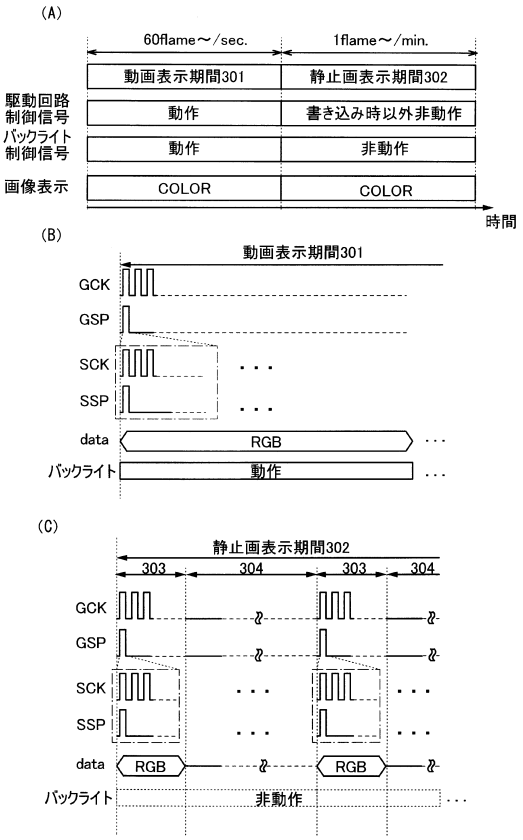
【図１】



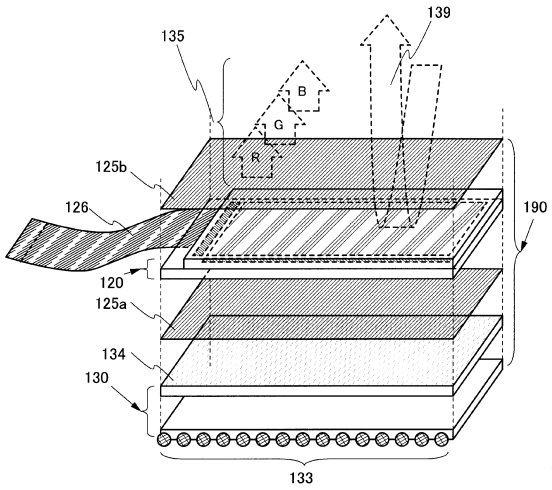
【図２】



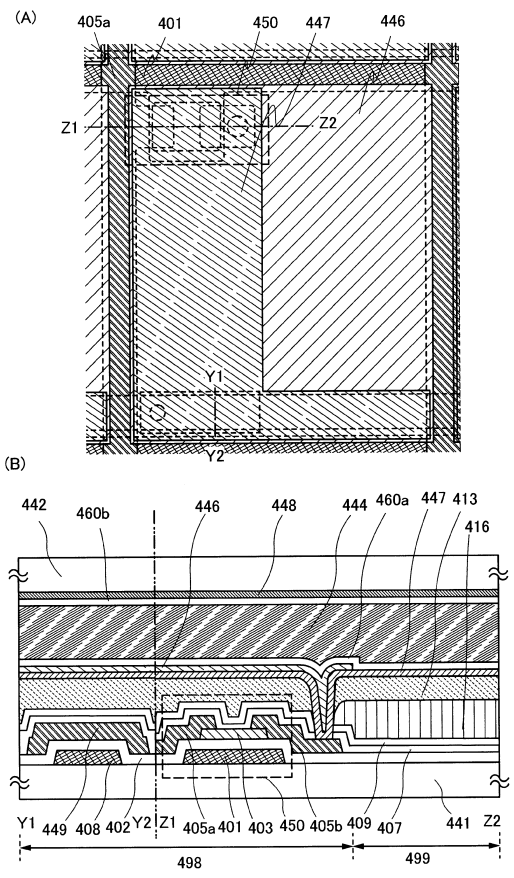
【図３】


(A)
60flame～/sec.
1flame～/min.
動画表示期間301
静止画表示期間302
駆動回路制御信号
動作
書き込み時以外非動作
バックライト制御信号
動作
非動作
画像表示
COLOR
COLOR
時間
(B)
動画表示期間301
GCK
GSP
SCK
SSP
data
RGB
バックライト
動作
(C)
静止画表示期間302
303
304
303
304
GCK
GSP
SCK
SSP
data
RGB
RGB
バックライト
非動作

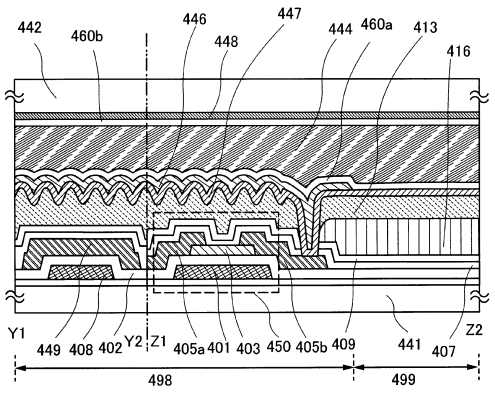
【図４】


139
135
B
G
R
125b
126
190
120
125a
134
130
133

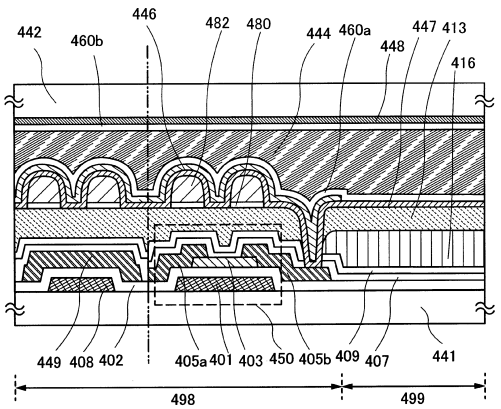
【図５】


(A)
405a
401
450
447
446
Z1
Z2
Y1
Y2
(B)
442
460b
446
448
444
460a
447
413
416
Y1
449
408
402
Y2
Z1
405a
401
403
450
405b
409
407
441
Z2
498
499

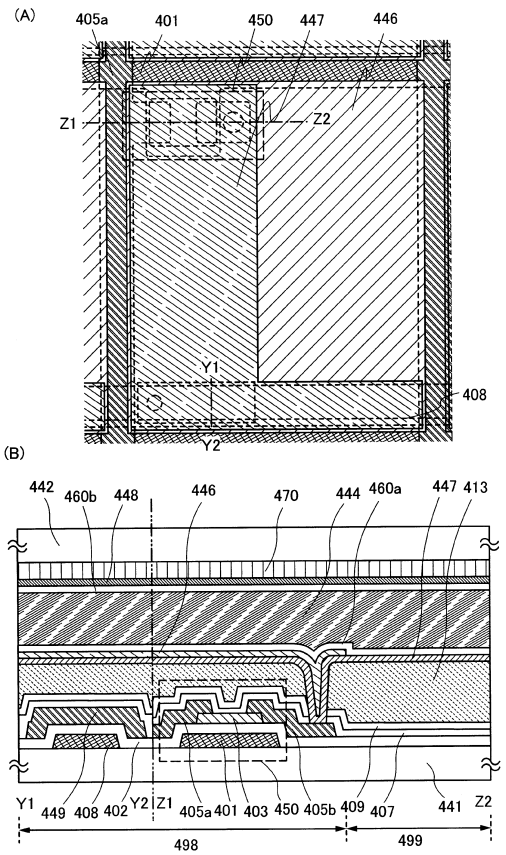
【図６】


442
460b
446
448
447
444
460a
413
416
Y1
449
408
402
Y2
Z1
405a
401
403
450
405b
409
441
407
Z2
498
499

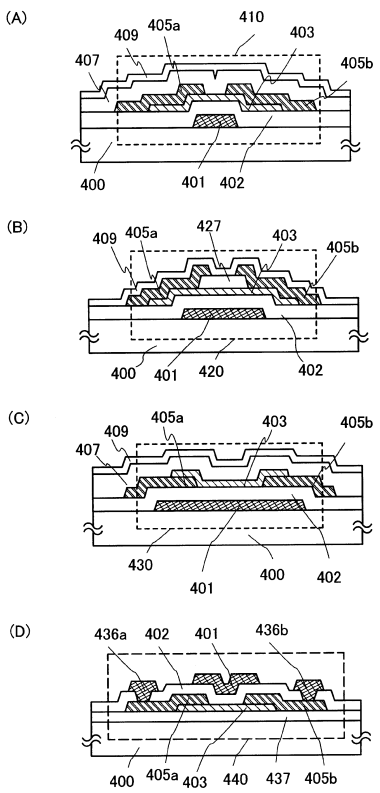
【図７】


442
460b
446
482
480
444
460a
448
447
413
416
449
408
402
405a
401
403
450
405b
409
407
441
498
499

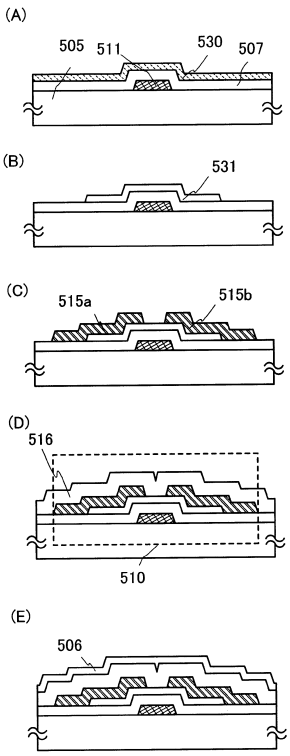
【図８】


(A)
405a
401
450
447
446
Z1
Z2
Y1
408
Y2
(B)
442
460b
448
446
470
444
460a
447
413
Y1
449
408
402
Y2
Z1
405a
401
403
450
405b
409
407
441
Z2
498
499

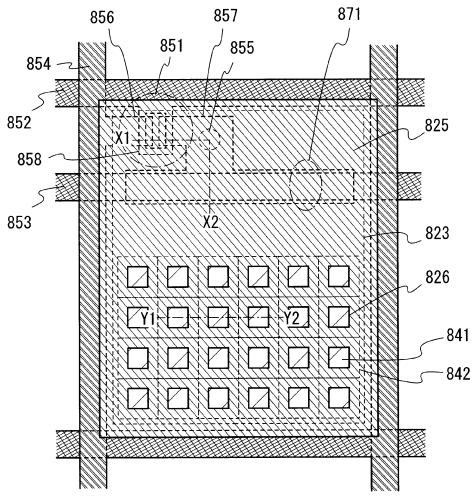
【図９】


(A)
410
409
405a
403
407
405b
400
401
402
(B)
409
405a
427
403
405b
400
401
420
402
(C)
405a
409
403
405b
407
430
401
400
402
(D)
436a
402
401
436b
400
405a
403
440
437
405b

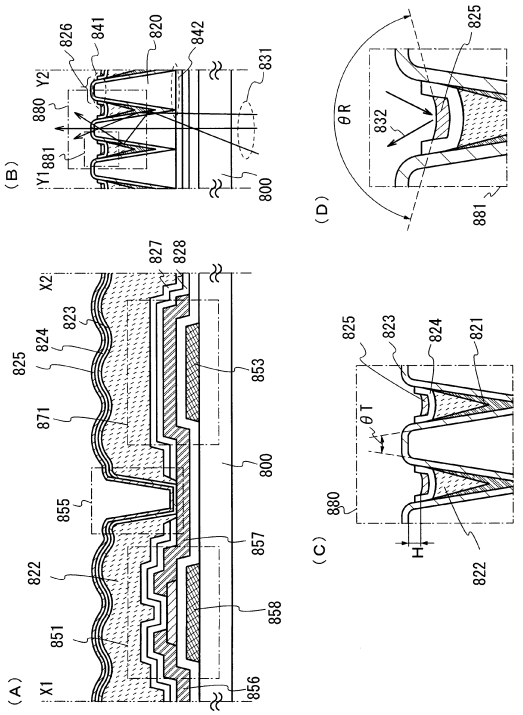
【図１０】


(A)
505
511
530
507
(B)
531
(C)
515a
515b
(D)
516
510
(E)
506

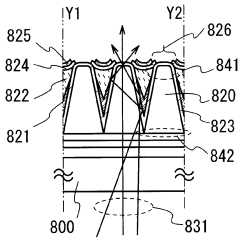
【図１１】


856
857
871
851
855
854
852
X1
825
858
853
X2
823
826
Y1
Y2
841
842

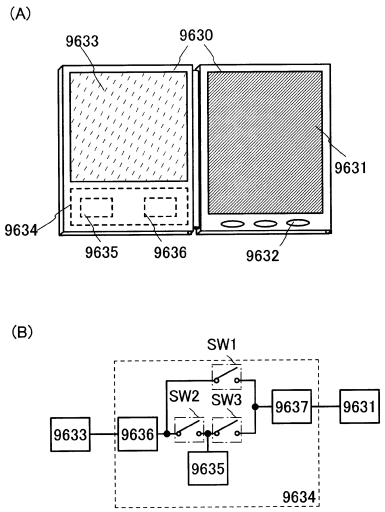
【図１２】


(B)
826
841
820
842
831
Y2
880
881
Y1
800
(D)
825
θR
832
881
(A)
827
828
X2
823
824
825
853
871
800
855
857
822
858
851
856
X1
(C)
825
823
824
821
θT
880
H
822

【図１３】


Y1
Y2
825
826
824
841
822
820
821
823
842
800
831

【図１４】


(A)
9633
9630
9631
9634
9635
9636
9632
(B)
SW1
SW2
SW3
9637
9631
9633
9636
9635
9634

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００８－０９０３１２（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１０２３９７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２２９０２１（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２６２８６３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１６５５２８（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１８９６６１（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０５７６３８（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０７５０９１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｆ１／１３３５－１／１３３６３
Ｇ０２Ｆ１／１３４３－１／１３４５
Ｇ０２Ｆ１／１３５－１／１３６８
Ｇ０２Ｆ１／１３３