

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-232743
(P2011-232743A)

(43) 公開日 平成23年11月17日(2011.11.17)

(51) Int.Cl.		F 1	テーマコード (参考)
G09G	3/36	(2006.01) G09G 3/36	2H193
G09G	3/20	(2006.01) G09G 3/20	5C006
G09G	3/34	(2006.01) G09G 3/20	5C080
G02F	1/133	(2006.01) G09G 3/34	J
			G09G 3/20
			660U

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 34 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-84202 (P2011-84202)
 (22) 出願日 平成23年4月6日 (2011.4.6)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-90657 (P2010-90657)
 (32) 優先日 平成22年4月9日 (2010.4.9)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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
 F ターム (参考) 2H193 ZA04 ZA07 ZF16 ZF44 ZG03
 ZG04 ZG12 ZG14 ZG15 ZG28
 ZG34 ZH23 ZQ06 ZQ07 ZQ08
 ZQ09 ZQ13 ZQ14 ZQ22 ZQ26
 5C006 AA01 AA02 AA14 AA22 BB16
 BF45 BF46 EA01 FA04 FA47
 最終頁に続く

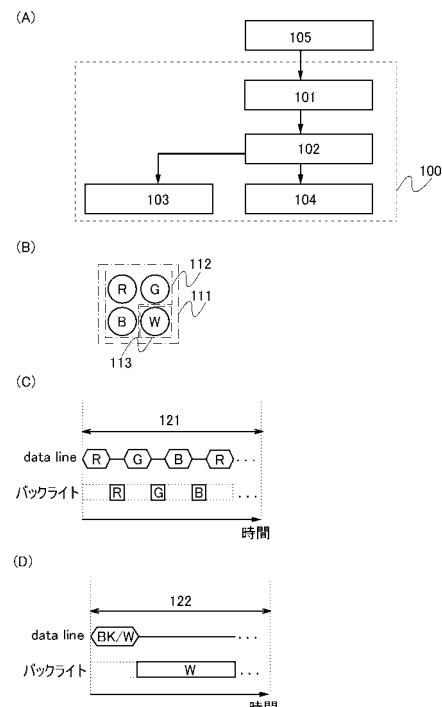
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】フィールドシーケンシャル駆動によりカラー画像による動画像とモノカラー画像による静止画像とを切り替えて表示する際に、低消費電力化を図ることを目的とする。

【解決手段】駆動制御回路は、動画モードでは、第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する。また、静止画モードでは、第2の光源による光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する。

【選択図】図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、
前記バックライト部は、カラー表示を行う複数の色を放射するための光源を含む第1の光源と、白色を放射するための光源を含む第2の光源とを有し、
前記画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、

前記駆動制御回路は、
前記動画モードでは、前記第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を前記複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、前記第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御し、
前記静止画モードでは、前記第2の光源による光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御する、ことを特徴とする液晶表示装置。 10

【請求項 2】

表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、
前記表示パネルは、液晶の配向状態を制御する画素電極と、前記画素電極に接続され、酸化物半導体層を含むトランジスタと、が設けられた複数の画素を有し、
前記バックライト部は、カラー表示を行う複数の色を放射するための光源を含む第1の光源と、白色を放射するための光源を含む第2の光源とを有し、
前記画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、

前記駆動制御回路は、
前記動画モードでは、前記第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を前記複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、前記第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御し、
前記静止画モードでは、前記第2の光源による光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御する、ことを特徴とする液晶表示装置。 20 30

【請求項 3】

表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、
前記バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、白色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、
前記画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、

前記駆動制御回路は、
前記動画モードでは、前記第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を前記複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、前記第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御し、
前記静止画モードでは、前記第2の光源による光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御する、ことを特徴とする液晶表示装置。 40

【請求項 4】

表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、
前記表示パネルは、液晶の配向状態を制御する画素電極と、前記画素電極に接続され、酸化物半導体層を含むトランジスタと、が設けられた複数の画素を有し、
前記バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、白 50

色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、

前記画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、

前記駆動制御回路は、

前記動画モードでは、前記第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を前記複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、前記第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御し、

前記静止画モードでは、前記第2の光源による光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御する、ことを特徴とする液晶表示装置。

10

【請求項5】

表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、

前記バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、前記青色及び黄色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、

前記画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、

前記駆動制御回路は、

前記動画モードでは、前記第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を前記複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、前記第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御し、

20

前記静止画モードでは、前記第2の光源による光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御する、ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】

表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、

前記表示パネルは、液晶の配向状態を制御する画素電極と、前記画素電極に接続され、酸化物半導体層を含むトランジスタと、が設けられた複数の画素を有し、

前記バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、前記青色及び黄色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、

前記画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、

30

前記駆動制御回路は、

前記動画モードでは、前記第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を前記複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、前記第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御し、

前記静止画モードでは、前記第2の光源による光の放射及び前記表示パネルでの前記画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるように前記バックライト部及び前記表示パネルを制御する、ことを特徴とする液晶表示装置。

40

【請求項7】

請求項5または6のいずれか一において、前記第2の光源は、前記黄色及び前記青色の代わりにシアン色及び前記赤色、またはマゼンタ色及び前記緑色に対応する光源を含むことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか一において、前記第1の光源及び前記第2の光源は、発光ダイオードであることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項9】

請求項1乃至請求項8のいずれか一に記載の液晶表示装置を具備する電子機器。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、液晶表示装置に関する。または本発明は、液晶表示装置の駆動方法に関する。または、当該液晶表示装置を具備する電子機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

液晶表示装置は、テレビ受像機などの大型表示装置から携帯電話などの小型表示装置に至るまで、普及が進んでいる。今後は、より付加価値の高い製品が求められており開発が進められている。近年では、地球環境への関心の高まりから、低消費電力型の液晶表示装置の開発が注目されている。そこで、フィールドシーケンシャル駆動法（以下、フィールドシーケンシャル駆動）と呼ばれる駆動方法の研究が進められている。

10

【0003】

フィールドシーケンシャル駆動では、赤（以下Rと略記することもある）、緑（以下Gと略記することもある）、青（以下Bと略記することもある）のバックライトを時間的に切り替えて、R、G、Bの光を表示パネルに供給する。そのため、各画素にカラーフィルタを設ける必要がなく、バックライトからの透過する光の利用効率を高めることができる。また、1つの画素でR、G、Bを表現することができるため、高精細化が容易であるといった利点がある。

20

【0004】

特許文献1では、フィールドシーケンシャル駆動による液晶表示装置の低消費電力化を図るために、カラー画像を表示する際にはRGBに対応した光源による駆動を行い、文字等の表示される画像（モノカラー画像）を表示する際には単色の光源、例えば白色（W）に対応した光源による駆動を行う構成について開示している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】****【特許文献1】特開2003-248463号公報****【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】**

30

【0006】

上記特許文献1における文字等の表示される画像（モノカラー画像）が静止画像として表示される場合であっても、表示を制御するための周辺駆動回路が動作することとなり、まだ低消費電力化が十分でないといった問題がある。

【0007】

そこで本発明の一態様は、フィールドシーケンシャル駆動によりカラー画像による動画像とモノカラー画像による静止画像とを切り替えて表示する際に、低消費電力化を図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本発明の一態様は、表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、バックライト部は、カラー表示を行うための複数の色を放射するための光源を含む第1の光源と、白色を放射するための光源を含む第2の光源とを有し、画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、駆動制御回路は、動画モードでは、第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御し、静止画モードでは、第2の光源による光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する液晶表示装

40

50

置である。

【0009】

本発明の一態様は、表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、表示パネルは、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、酸化物半導体層を含むトランジスタと、が設けられた複数の画素を有し、バックライト部は、カラー表示を行う複数の色を放射するための光源を含む第1の光源と、白色を放射するための光源を含む第2の光源とを有し、画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、駆動制御回路は、動画モードでは、第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を複数の色の各色で時間順次に切り替えることと、第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御し、静止画モードでは、第2の光源による光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する液晶表示装置である。

10

【0010】

本発明の一態様は、表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、白色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、駆動制御回路は、動画モードでは、第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御し、静止画モードでは、第2の光源による光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する液晶表示装置である。

20

【0011】

本発明の一態様は、表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、表示パネルは、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、酸化物半導体層を含むトランジスタと、が設けられた複数の画素を有し、バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、白色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、駆動制御回路は、動画モードでは、第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御し、静止画モードでは、第2の光源による光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する、ことを特徴とする液晶表示装置である。

30

【0012】

本発明の一態様は、表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、青色及び黄色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、駆動制御回路は、動画モードでは、第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御し、静止画モードでは、第2の光源による光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する液晶表示装置である。

40

【0013】

50

本発明の一態様は、表示パネルと、バックライト部と、画像切替回路と、駆動制御回路と、を有し、表示パネルは、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、酸化物半導体層を含むトランジスタと、が設けられた複数の画素を有し、バックライト部は、赤色、緑色、及び青色に対応する光源を含む第1の光源と、青色及び黄色に対応する光源を含む第2の光源とを有し、画像切替回路は、外部からの画像信号により動画モードで表示するか、または静止画モードで表示するかを切り替える回路であり、駆動制御回路は、動画モードでは、第1の光源の複数の色のいずれか一に対応した光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を複数の色の各色で時間順次に切り替えることで、第1の光源の複数の色を混色してカラーの画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御し、静止画モードでは、第2の光源による光の放射及び表示パネルでの画像信号の書き込み、を一定期間保持することで白黒の階調による画像が視認されるようにバックライト部及び表示パネルを制御する液晶表示装置である。

10

【0014】

本発明の一態様において、第2の光源は、シアン色及び赤色、またはマゼンタ色及び緑色に対応する光源を含むことを特徴とする液晶表示装置でもよい。

【0015】

本発明の一態様において、第1の光源及び第2の光源は、発光ダイオードであることを特徴とする液晶表示装置でもよい。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明の一態様によれば、フィールドシーケンシャル駆動によりカラー画像による動画像とモノカラー画像による静止画像とを切り替えて表示する際に、低消費電力化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一形態におけるブロック図、模式図、及びタイミングチャート図。

【図2】本発明の一形態における模式図、及びタイミングチャート図。

【図3】本発明の一形態におけるブロック図。

【図4】本発明の一形態における回路図。

【図5】本発明の一形態におけるタイミングチャート図。

30

【図6】本発明の一形態を説明するための外観図。

【図7】本発明の一形態を説明するための上面図及び断面図。

【図8】本発明の一形態を説明するための図。

【図9】本発明の一形態を説明するための断面図。

【図10】本発明の一形態を説明するための断面図。

【図11】本発明の一形態における電子機器を説明する図。

【図12】本発明の一形態における電子書籍を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を々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。従って本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、以下に説明する本発明の構成において、同じ物を指示する符号は異なる図面間において共通とする。

40

【0019】

なお、各実施の形態の図面等において示す各構成の、大きさ、層の厚さ、信号波形、又は領域は、明瞭化のために誇張されて表記している場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

【0020】

なお本明細書にて用いる第1、第2、第3、乃至第N（Nは自然数）という用語は、構成

50

要素の混同を避けるために付したものであり、数的に限定するものではないことを付記する。

【0021】

(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選択的に表示するための液晶表示装置について図1(A)を用いて説明する。

【0022】

なお、本明細書において、液晶表示装置が液晶表示装置に入力する画像信号を静止画と判定しておこなう動作を静止画モード、動画と判定して行う動作を動画モードというものとする。

10

【0023】

本実施の形態の液晶表示装置100は、画像切替回路101、駆動制御回路102、バックライト部103、表示パネル104を有する。

【0024】

画像切替回路101は、画像信号供給源105からの画像信号を、動画として表示する(動画モード)か、静止画として表示する(静止画モード)かを切り替えるための回路である。例えば、連続するフレーム間での画像を比較することで、動画であるか静止画であるかの判定を行い、動画モードと静止画モードとを切り替える構成とすればよい。または、入力される画像信号の種類に応じて、静止画モードとするか、動画モードとするかを切り替える構成としてもよい。例えば、画像信号供給源105の画像信号のもとになる電子データのファイル形式等を参照することにより、動画モードとするかまたは静止画モードとするかを切り替える構成とすればよい。または、画像切替回路101の外部からの切替信号に応じて、動画モード、または静止画モードの切り替えを行う構成としてもよい。例えば、切り替えスイッチで動画モードまたは静止画モードを切り替える構成、または二次電池等の蓄電デバイスの電力の残量に応じて、動画モードとするか、または静止画モードとするかを切り替える構成としてもよい。

20

【0025】

なお、画像信号供給源105からの画像信号は、デジタル値の画像信号であることが望ましい。アナログ値の画像信号の場合には、画像信号供給源105と画像切替回路101との間にA/D変換回路を設けて、アナログ値からデジタル値への変換を行う構成とすればよい。

30

【0026】

駆動制御回路102は、画像切替回路101での動画モードまたは静止画モードの切り替えに応じて、バックライト部103及び表示パネル104を制御するための信号を生成し出力するための回路である。具体的に、駆動制御回路102は、バックライト部103の光源の点灯または消灯の状態を制御するための信号、及び表示パネル104での画像のフレーム周波数、画像信号の供給、駆動回路を動作させるための信号(クロック信号、スタートパルス等)の供給、を制御するための回路である。

【0027】

バックライト部103は、バックライトを制御するための回路及び複数の光源を有する。複数の光源としては、動画モードでの表示を行うための第1の光源、及び静止画モードでの表示を行うための第2の光源を有する。また表示パネル104は、駆動回路、及び複数の画素を有する。画素はトランジスタと、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。なお該画素電極とそれに対応する電極との間に液晶層を挟持して液晶素子が形成される。

40

【0028】

ここで、光源の一例について、図1(B)で説明する。図1(B)に示す光源111は、第1の光源112及び第2の光源113を有する。第1の光源112は、フィールドシーケンシャル駆動によりカラー表示を行うための光源である。第1の光源112としては、フィールドシーケンシャル駆動によりカラーの画像が視認可能な複数の色(ここでは赤、

50

緑、青（RGB）の光を放射する光源を用いる。また、第2の光源113は、白黒の階調による表示を行うための光源である。第2の光源113としては、白色（W）の光源を用いる。

【0029】

次いで、駆動制御回路102の動作について図1（C）、図1（D）に示すタイミングチャートで説明する。なお、図1（C）に示すタイミングチャートでは、表示パネル104の画像表示がカラー画像の場合の、表示パネル104の信号線（データ線ともいう：data line）に画像信号が書き込まれるタイミング、バックライト部103の光源が点灯または消灯となるタイミングについて簡略化して示すものである。なお、図1（D）に示すタイミングチャートでは、表示パネル104の画像表示が白黒の画像の場合の、表示パネル104の信号線（データ線ともいう：data line）に画像信号が書き込まれるタイミング、バックライト部103の光源が点灯または消灯となるタイミングについて簡略化して示すものである。

10

【0030】

図1（C）におけるタイミングチャートにおいては、動画モードによる第1の期間121、図1（D）におけるタイミングチャートにおいては、静止画モードによる第2の期間122について示しており、本実施の形態の動作は、第1の期間121の動作と第2の期間122の動作に大別される。

【0031】

なお、図1（C）の第1の期間121においてRGBの画像信号の書き込み及び点灯に要する期間となる、1フレーム期間（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。なおフレーム周波数を高くすることで、フィールドシーケンシャル駆動特有の問題である「色割れ」による表示の不具合を低減することができる。また図1（D）の第2の期間122において、1フレーム期間を極端に長く、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の疲労を低減しうるといったことも可能である。

20

【0032】

なお表示パネル104の各画素に設けるトランジスタの半導体層として酸化物半導体を用いると、トランジスタの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、図1（D）の第2の期間122における再度画像信号を書き込む動作にあたる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。また、酸化物半導体を用いたトランジスタは、比較的高い電界効果移動度が得られるため、書き込み時間を短縮することができ、フィールドシーケンシャル駆動のような高速駆動が可能である。

30

【0033】

図1（C）に示す第1の期間121では、フィールドシーケンシャル駆動によりカラーの画像での動画を表示するため、駆動制御回路102からRGBの画像信号、駆動回路を動作させるための信号（クロック信号、スタートパルス等）、及びバックライト部103を制御するための信号が供給される。具体的には、R（赤）の画像に対応する画像信号が信号線に書き込まれることで各画素の液晶の配向を変化させる。続いて第1の光源におけるRのバックライトを点灯するように、駆動制御回路102はバックライト部103を制御する。続いてG（緑）の画像に対応する画像信号が信号線に書き込まれることで各画素の液晶の配向を変化させる。続いて第1の光源におけるGのバックライトを点灯するように、駆動制御回路102はバックライト部103を制御する。続いてB（青）の画像に対応する画像信号が信号線に書き込まれることで各画素の液晶の配向を変化させる。続いて第1の光源におけるBのバックライトを点灯するように、駆動制御回路102はバックライト部103を制御する。以上、一連の動作により、人間の目にはカラーの画像が視認され、動作を繰り返すことで動画を視認することができる。

40

【0034】

50

図1(D)に示す第2の期間122では、白黒の階調とする画像信号(図中、BK/Wと表記)による静止画を表示するため、駆動制御回路102から白黒の階調とする画像信号、駆動回路を動作させるための信号(クロック信号、スタートパルス等)、及びバックライト部103を制御するための信号が供給される。具体的には、白黒の階調とする画像信号が信号線に書き込まれることで各画素の液晶の配向を変化させる。続いて第2の光源におけるWのバックライトを点灯するように、駆動制御回路102はバックライト部103を制御する。その後、白黒の階調とする画像信号、及び駆動回路を動作させるための信号(クロック信号、スタートパルス等)を停止することにより、一度書き込まれた白黒の階調とする画像信号による液晶の配向を保持する。この間、第2の光源におけるWのバックライトを点灯させ続けることで、表示パネル104は白黒の階調の静止画表示を行うことができる。なお白黒の階調とする画像信号を書き込む以外の期間では、駆動制御回路102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1(D)に示す第2の期間122では、同じ画像信号を複数回にわたって切り替える場合と比較して、眼の疲労を低減しうるといったことも可能である。

10

20

30

40

50

【0035】

なお光源の一例として図1(B)では、光源として赤、緑、青(RGB)に白色(W)を加えた構成について説明したが、別の構成とすることもできる。図2(A)では、図1(B)とは異なる構成について示す。図2(A)に示す光源114は、第1の光源115及び第2の光源116を有する。第1の光源115は、図1(B)と同様に、フィールドシーケンシャル駆動によりカラー表示を行うための光源である。第1の光源115としては、カラーの画像が視認可能な複数の色(ここでは赤、緑、青(RGB))の光を放射する光源を用いる。また、第2の光源116は、図1(B)と同様に、白黒の階調による表示を行うための光源である。第2の光源116としては、青色(B)及び黄色(Y)の光源を同時に点灯することによる白表示が可能な光源を用いる。なお青色と補色の関係にある黄色を用いて白色の第2の光源とする構成により、RGBを同時に点灯することにより得られる白色に比べ、低消費電力化が図れる等の利点がある。

【0036】

次いで図2(A)に示す光源114を用いる際の、駆動制御回路102の動作について図2(B)、図2(C)に示すタイミングチャートで説明する。なお、図2(B)に示すタイミングチャートでは、図1(C)と同様に、表示パネル104の画像表示がカラー画像の際の、表示パネル104の信号線(データ線ともいう: data line)に画像信号が書き込まれるタイミング、及びバックライト部103の光源が点灯または消灯となるタイミングについて簡略化して示すものである。なお、図2(C)に示すタイミングチャートでは、図1(D)と同様に、表示パネル104の画像表示が白黒の画像の際の、表示パネル104の信号線(データ線ともいう: data line)に画像信号が書き込まれるタイミング、及びバックライト部103の光源が点灯または消灯となるタイミングについて簡略化して示すものである。

【0037】

図2(B)、図2(C)におけるタイミングチャートにおいては、図1(C)、図1(D)と同様に、動画モードによる第1の期間121、静止画モードによる第2の期間122に大別される。

【0038】

図2(B)に示す第1の期間121では、図1(C)と同様の動作をし、人間の目にはカラーの画像が視認され、動作を繰り返すことで動画を視認することができる。

【0039】

図2(C)に示す第2の期間122では、白黒の階調とする画像信号(BK/Wと表記)による静止画を表示するため、図1(D)と同様に、駆動制御回路102から白黒の階調とする画像信号、駆動回路を動作させるための信号(クロック信号、スタートパルス等)、及びバックライト部103を制御するための信号が供給される。具体的には、白黒の階調とする画像信号が信号線に書き込まれることで各画素の液晶の配向を変化させる。続い

て第2の光源における青(B)のバックライト及び黄(Y)のバックライトを点灯するよう、駆動制御回路102はバックライト部103を制御する。その後、図1(D)と同様に、白黒の階調とする画像信号、及び駆動回路を動作させるための信号(クロック信号、スタートパルス等)を停止することにより、一度書き込まれた白黒の階調とする画像信号による液晶の配向を保持する。この間、第2の光源における青(B)のバックライト及び黄(Y)のバックライトを点灯させ続けることで、表示パネル104は白黒の階調の静止画表示を行うことができる。なお白黒の階調とする画像信号を書き込む以外の期間では、図1(D)と同様に、駆動制御回路102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、第2の期間122では、同じ画像信号を複数回にわたって切り替える場合と比較して、眼の疲労を低減しうるといったことも可能である。

10

【0040】

なお、図2(A)乃至(C)に示す構成では、青と補色の関係にある黄色を用いて白色の第2の光源とする構成としたが、他の構成により白色の光源を得る構成も可能である。例えば、緑と補色の関係にあるマゼンタ色を用いた白色を第2の光源として用いてもよい。また、赤と補色の関係にあるシアン色を用いた白色を第2の光源として用いてもよい。

【0041】

次いで、画像切替回路101、バックライト部103、表示パネル104の構成について、具体的な一例を図3に示し説明する。なお、画像切替回路101で、連続するフレーム間での画像を比較することで動画であるか静止画であるかの判定を行い、動画モードか静止画モードかを選ぶ構成について図3を用いて説明する。

20

【0042】

図3に示す画像切替回路101は、記憶回路301、比較回路302、選択回路303、及び表示制御回路304を有する。

【0043】

バックライト部103はバックライト制御回路321、及びバックライト322を有する。バックライト322には光源323が配置されている。

【0044】

図3では、バックライト322は、表示パネル104と並んで設ける構成としているが、表示パネル104と重畠して設けられる構成としてもよい。光源323の色の組み合わせとしては、図1(B)、図2(A)で説明した色の組み合わせを用いることができる。なお光源323としては、発光ダイオードを用いることで長寿命化を図ることができる。併せて光源323と導光板を組み合わせてバックライト322とすることで、光源323の数を削減することができ、低コスト化を図ることができる。

30

【0045】

表示パネル104は、画素部311、及び駆動回路312を有する。画素部311には、走査線と信号線に接続された画素313がマトリクス状に複数配置されている。

【0046】

また、画素313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。画素電極(第1の電極)と対になる対向電極(第2の電極)との間に液晶層を挟持して液晶素子が形成される。

40

【0047】

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成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、液晶の一例としては、ネマチック液晶、コレステリック液晶、スマートチック液晶、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、バナナ型液晶などを挙げることができる。また、ブルー相の液晶相を示す液晶、またはセルギャップを狭めたネマチック相の液晶相を示す液晶を用いることもできる。この場合液晶素子の高速応答を可能にできるため、フィールドシーケンシャル駆動と

50

組み合わせることで色割れ等の表示の不具合を低減することができる。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。

10

【0048】

なお図3に示す駆動制御回路102は画像切替回路101からの信号に応じて、バックライト部103のバックライト制御回路321を制御するための信号、及び表示パネル104の駆動回路312を制御するための信号を出力する回路となる。

【0049】

ここで図3に示す構成の動作について説明する。

【0050】

画像信号供給源105から、画像切替回路101に画像信号が入力される。記憶回路301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301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。

20

【0051】

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302及び選択回路303により選択的に読み出されるものである。

【0052】

比較回路302は、記憶回路301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。

30

【0053】

なお、差分の検出の有無により、表示制御回路304及び選択回路303での動作が決定されることとなる。比較回路302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、動画であると判断する。一方、比較回路302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、静止画であると判断する。すなわち比較回路302は、連続するフレーム期間の画像信号を、比較回路302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。

40

【0054】

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302は、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。

【0055】

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

50

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。

【0056】

選択回路 303 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 302 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 301 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 304 に出力するための回路である。

【0057】

なお選択回路 303 は、比較回路 302 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が静止画の際、当該画像信号について表示制御回路 304 に出力しない回路となる。そのため静止画の際、選択回路 303 では、画像信号をフレームメモリより表示制御回路 304 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。

10

【0058】

表示制御回路 304 は、比較回路 302 での差分の検出に応じて選択回路 303 で選択された画像信号、及び動画モードまたは静止画モードのどちらで駆動するかについての信号を駆動制御回路 102 に供給するための回路である。例えば表示制御回路 304 からの、画像切替回路 101 での動画を表示する動画モードであるか、または静止画を表示する静止画モードであるかについての信号に応じて、駆動制御回路 102 はバックライト部 103 での光源の点灯及び表示パネル 104 での駆動回路の動作を、図 1 (C) または図 2 (B) のように切り替えて制御する構成となる。

20

【0059】

次いで、表示パネル 104 の画素の構成について説明し、バックライト部 103 のバックライト制御回路 321 及び表示パネル 104 の駆動回路 312 のタイミングチャートについて説明する。まず図 4 には、表示パネル 104 の概略図について示している。図 4 に示す表示パネルは、画素部 601、走査線 602 (ゲート線ともいう)、信号線 603 (データ線ともいう)、画素 610、共通電極 618 (コモン電極ともいう)、容量線 619、駆動回路である走査線駆動回路 606、駆動回路である信号線駆動回路 607 を有する。

30

【0060】

画素 610 は、画素トランジスタ 612、液晶素子 613、容量素子 614 を有する。画素トランジスタ 612 はゲートが走査線 602 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 603 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 613 の一方の電極及び容量素子 614 の第 1 の電極に接続される。なお液晶素子 613 の他方の電極は、共通電極 618 に接続されている。なお容量素子 614 の第 2 の電極は、容量線 619 に接続される。なお画素トランジスタ 612 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。

30

【0061】

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に、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。

40

【0062】

なお画素トランジスタ 612 の半導体層として酸化物半導体を用いると、トランジスタの

50

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、静止画モードの第2の期間122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。また、酸化物半導体を用いたトランジスタは、アモルファスシリコンを用いたトランジスタと比較して、高い電界効果移動度が得られるため、書き込み時間を短縮することができ、高速駆動が可能である。

【0063】

なお走査線駆動回路606、信号線駆動回路607は、画素部601と同じ基板上に設ける構成とすることが好ましいが、必ずしも同じ基板上に設ける必要はない。画素部601と同じ基板上に走査線駆動回路606、信号線駆動回路607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。

10

【0064】

なお、画素610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。

【0065】

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。

20

【0066】

次いで、バックライト部103のバックライト322及び表示パネル104の駆動回路312のタイミングチャートを説明する。上述したように本実施の形態の液晶表示装置は、動画モードの第1の期間121と静止画モードの第2の期間122に大別される。そこで第1の期間121について図5（A）に、第2の期間122について図5（B）に、それぞれのタイミングチャートを示す。なお図5（A）及び図5（B）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る。

【0067】

図5（A）では、第1の期間121における走査線駆動回路に供給するクロック信号GCK、及びスタートパルスGSP、信号線駆動回路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、第1の光源の一例として、RGBの3色を順次点灯する構成について説明することにする。

30

【0068】

第1の期間121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SSPは、1ゲート選択期間に応じたパルスとなる。なお第1の期間121では、フィールドシーケンシャル駆動で動画を表示するため、画像信号はまずR（赤）の表示について各画素への書き込み、次いでRのバックライトの点灯、次いでG（緑）の表示について各画素への書き込み、次いでGのバックライトの点灯、次いでB（青）の表示について各画素への書き込み、次いでBのバックライトの点灯、を繰り返すことにより、視認者は動画でのカラー表示を視認することができる。

40

【0069】

次いで図5（B）について説明する。図5（B）では、第2の期間122について、静止画書き込み期間143、静止画保持期間144に分けて説明を行う。

【0070】

静止画書き込み期間143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

50

S S P は、一画面書き込むためのパルスとなる。なお白黒の階調を表示するための画像信号（B K / W）を書き込む静止画書き込み期間 1 4 3 では、白色（W）に対応する第2の光源を非点灯とする構成を示しているが、点灯させる構成としてもよい。

【0071】

静止画保持期間 1 4 4 においては、クロック信号 G C K、スタートパルス G S P、クロック信号 S C K、スタートパルス S S P は、信号線駆動回路及び走査線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 1 4 4 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 1 4 4 では、静止画書き込み期間 1 4 3 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、白黒の階調の静止画を 1 分以上の期間保持することができる。なおこの間、白色（W）に対応する第2の光源によるバックライトが点灯となる。また、保持される画像信号に応じた電位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 1 4 3 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 1 4 4 を設ければよい。

10

【0072】

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、画像信号の書き込み回数を低減することにより、低消費電力化を図ることができる。また、静止画表示を行う際のバックライトとして白色に対応する第2の光源を用いることにより、第1の光源である R G B の複数の光源を一斉に点灯させて得られる白色を用いる構成に比べ点灯させる光源の数を低減することができるため、低消費電力化を図ることができる。

20

【0073】

次いで、図 5（B）で説明した静止画保持期間 1 4 4 において画像信号の書き込み回数を低減することによる利点について図面を用いて説明する。まずは、比較のため第1の期間 1 2 1 での画像信号の書き込みについて図 6（A）にバックライト部及び表示パネルを併せた液晶表示モジュールの模式図を示し、次いで静止画保持期間 1 4 4 での画像信号の書き込みについて図 6（B）に液晶表示モジュールの模式図を示す。

30

【0074】

図 6（A）、図 6（B）の液晶表示モジュール 7 9 0 はバックライト部 7 3 0 と、液晶素子がマトリクス状に設けられた表示パネル 7 2 0 と、表示パネル 7 2 0 を挟む偏光板 7 2 5 a、及び偏光板 7 2 5 b を有する。バックライト部 7 3 0 には光源、具体的には R G B の 3 色の L E D（7 3 3 R、7 3 3 G、及び 7 3 3 B）による第1の光源、及び白色の L E D（7 3 3 W）による第2の光源をマトリクス状に配置し、また表示パネル 7 2 0 と光源の間に拡散板 7 3 4 を配置したものを用いることができる。また、外部入力端子となる F P C（フレキシブルプリントサーキット）7 2 6 は表示パネル 7 2 0 に設けた端子部と電気的に接続されている。

30

【0075】

図 6（A）には、3 色の光 7 3 5 が矢印（R、G、及び B）で模式的に示してある。図 6（A）の模式図は、バックライト部 7 3 0 から逐次発せられるパルス状の異なる色の光が表示パネル 7 2 0 の液晶素子を通過して観察者側で視認される様子を表している。

40

【0076】

一方図 6（B）では、白色の光が矢印（W）で模式的に示してある。図 6（B）の模式図は、バックライト部 7 3 0 から一定期間発せられる連続的な白色の光が表示パネル 7 2 0 の液晶素子を通過して観察者側で視認される様子を表している。

【0077】

すなわち第2の期間 1 2 2 中、観察者側では、図 6（A）のように頻繁に光源の明滅が行われないことがわかる。一方、図 6（A）のように、頻繁に画像信号を書き込み、併せてバックライトの光源を点灯させる構成では、目の疲れが懸念される。画像信号の書き換えが特に必要ない、特に静止画の表示の場合、画像信号の書き込み回数を低減し、連続的にバックライトを点灯させる構成とすることで、画像信号による表示のちらつきを低減することができる。特に白黒の階調による静止画の画像の場合には、画像信号の書き換え回数

50

を低減し、連続的にバックライトを点灯させることで、眼の疲労を低減しうるといったことも可能である。

【0078】

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。

【0079】

(実施の形態2)

本実施の形態では、表示パネルの画素の平面図及び断面図の一例について図面を用いて説明する。

【0080】

図7(A)は表示パネルにおける1画素分の画素の平面図を示している。図7(B)は図7(A)の線Y1-Y2、及び線Z1-Z2における断面図である。

【0081】

図7(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、ソース配線層に概略直交する方向(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。

【0082】

図7(A)、図7(B)の液晶表示装置は、画素電極層として透明電極層447が形成されている。トランジスタ450上には絶縁膜407、保護絶縁層409、及び層間膜413が設けられ、絶縁膜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はトランジスタ450と電気的に接続されている。

【0083】

図7(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と、液晶層444を介して対向している。なお、図7(A)、図7(B)では、透明電極層447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。

【0084】

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。

【0085】

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。

【0086】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本明細書に開示する液晶表示装置に用いることのできるバックライト部(バックライト、バックライトユニット)の構成の例について図8を用いて説明する。

【0087】

図8(A)は、エッジライト方式と呼ばれるバックライト部5201と、表示パネル5207とを有している液晶表示装置の一例を示す。エッジライト式とは、バックライト部の端部に光源を配置し、その光源の光を発光面全体から放射する方式である。

10

20

30

40

50

【0088】

バックライト部 5201 は、拡散板 5202（拡散シートともいう）、導光板 5203、反射板 5204、ランプリフレクタ 5205 及び光源 5206 によって構成される。なおバックライト部 5201 は他にも輝度向上フィルム等を設ける構成としてもよい。

【0089】

光源 5206 は必要に応じて異なる複数の色（RGBW）で発光する機能を有している。例えば、光源 5206 としてはカラーフィルタを設けた冷陰極管（CCFL：Cold Cathode Fluorescent Lamp）、発光ダイオード、又はEL 素子などが用いられる。

【0090】

図8（B）は、エッジライト式のバックライト部の詳細な構成を示す図である。なお、拡散板、導光板及び反射板などはその説明を省略する。

【0091】

図8（B）に示すバックライト部 5201 は、光源としてRGBWの各色に対応した発光ダイオード（LED）5223R、5223G、5223B、5223W を用いた構成である。RGBWの各色に対応した発光ダイオード（LED）5223R、5223G、5223B、5223W は所定の間隔に配置される。そして、RGBWの各色に対応した発光ダイオード（LED）5223R、5223G、5223B、5223Wからの光を効率よく反射させるため、ランプリフレクタ 5222 が設けられている。

【0092】

図8（C）は、直下型と呼ばれるバックライト部と、液晶パネルとを有する液晶表示装置の一例を示す。直下式とは、発光面の直下に光源を配置することで、その光源の光を発光面全体から放射する方式である。

【0093】

バックライト部 5290 は、液晶パネル 5295 に重畠した、拡散板 5291、遮光部 5292、ランプリフレクタ 5293、RGBWの各色に対応した発光ダイオード（LED）5294R、5294G、5294B、5294W によって構成される。

【0094】

なお、直下型と呼ばれるバックライト部において、光源となる発光ダイオード（LED）の代わりに発光素子であるEL 素子を用いることによりバックライト部の薄型化をはかることができる。

【0095】

なお図8（A）乃至（C）で説明するバックライト部は、輝度を調整する構成としてもよい。例えば、液晶表示装置の周りの照度に応じて輝度を調整する構成としてもよいし、表示される画像信号に応じて輝度を調整する構成としてもよい。

【0096】

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。

【0097】

（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、例えばゲート電極が、ゲート絶縁層を介して、酸化物半導体層の上側に配置されるトップゲート構造、又はゲート電極が、ゲート絶縁層を介して、酸化物半導体層の下側に配置される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、半導体層として酸化物半導

10

20

30

40

50

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、トランジスタのオン状態において高い電界効果移動度（最大値で $5 \text{ cm}^2 / \text{V sec}$ 以上、好ましくは最大値で $10 \text{ cm}^2 / \text{V sec} \sim 150 \text{ cm}^2 / \text{V sec}$ ）と、トランジスタのオフ状態において低い単位チャネル幅あたりのオフ電流（例えば単位チャネル幅あたりのオフ電流が $1 \text{ aA} / \mu\text{m}$ 未満、さらに好ましくは室温にて $10 \text{ zA} / \mu\text{m}$ 未満、且つ、85にて $100 \text{ zA} / \mu\text{m}$ 未満）が得られることである。

【0098】

図9(A)に示すトランジスタ410は、ボトムゲート構造のトランジスタの一つであり、逆スタガ型トランジスタともいう。

【0099】

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に積層する絶縁膜407が設けられている。絶縁膜407上にはさらに保護絶縁層409が形成されている。

【0100】

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トランジスタともいう。

【0101】

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。

【0102】

図9(C)に示すトランジスタ430はボトムゲート型の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に接する絶縁膜407が設けられている。絶縁膜407上にはさらに保護絶縁層409が形成されている。

【0103】

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。

【0104】

図9(D)に示すトランジスタ440は、トップゲート構造の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、ドレイン電極層405b、ゲート絶縁層402、及びゲート電極層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。

【0105】

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、四元系金属酸化物であるIn-Sn-Ga-Zn-O系酸化物半導体や、三元系金属酸化物である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

10

20

30

40

50

- 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、In-Ga-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SiO₂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、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、亜鉛(Zn)を有する酸化物、という意味であり、その化学量論比はとくに問わない。また、InとGaとZn以外の元素を含んでもよい。

【0106】

また、酸化物半導体層403は、化学式InMO₃(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。

10

【0107】

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。よって画素において、画像信号等の電気信号を保持するための容量素子を小さく設計することができる。よって、画素の開口率の向上を図ることができるために、その分の低消費電力化を図るといった効果を奏する。

【0108】

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、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。また、上記トランジスタを有する駆動回路部と画素部を同一基板上に形成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。

20

【0109】

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ニノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板を用いる。

【0110】

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。

30

【0111】

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。

【0112】

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。

40

【0113】

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、窒化タンゲステン膜)等を用いることができる。また、Al、Cuなどの金属膜の下側又は上側の一方また

50

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、窒化タンゲステン膜）を積層させた構成としても良い。

【0114】

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。

【0115】

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（In₂O₃）、酸化スズ（SnO₂）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化インジウム酸化スズ合金（In₂O₃–SnO₂、ITOと略記する）、酸化インジウム酸化亜鉛合金（In₂O₃–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

【0116】

酸化物半導体層の上方に設けられる絶縁膜407、絶縁層427、下方に設けられる絶縁層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。

20

【0117】

また、酸化物半導体層の上方に設けられる保護絶縁層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。

20

【0118】

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。

30

【0119】

このように、本実施の形態における高純度化された酸化物半導体層を含むトランジスタでは、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。また、高純度化された酸化物半導体層は、レーザ照射等の処理を経ることなく作製でき、大面積基板へのトランジスタの形成を可能にすることが可能である。

30

【0120】

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。

40

【0121】

（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、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。

【0122】

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トランジスタである。

【0123】

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。

50

【0124】

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。

【0125】

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。

【0126】

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。

【0127】

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。

【0128】

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。

【0129】

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。

【0130】

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。

【0131】

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。

【0132】

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。

【0133】

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

10

20

30

40

50

上 30 nm 以下の酸化物半導体膜 530 を形成する (図 10 (A) 参照。) 。

【 0134 】

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。

【 0135 】

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 SiO₂ を含んでもよい。本実施の形態では、酸化物半導体膜 530 を 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。

10

【 0136 】

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、 In₂O₃ : Ga₂O₃ : ZnO = 1 : 1 : 1 [mol 数比] の酸化物ターゲットを用い、 In - Ga - Zn - O 膜を成膜する。また、このターゲットの材料及び組成に限定されず、例えば、 In₂O₃ : Ga₂O₃ : ZnO = 1 : 1 : 2 [mol 数比] の酸化物ターゲットを用いてもよい。

20

【 0137 】

また、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 % 以下である。充填率の高い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ことができる。

【 0138 】

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。

【 0139 】

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 (H₂O) 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。

30

【 0140 】

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 100 mm 、圧力 0.6 Pa 、直流 (DC) 電源 0.5 kW 、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。

40

【 0141 】

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。

50

【0142】

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。

【0143】

なお、ここでの酸化物半導体膜530のエッティングは、ドライエッティングでもウェットエッティングでもよく、両方を用いてもよい。例えば、酸化物半導体膜530のウェットエッティングに用いるエッティング液としては、磷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。

【0144】

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再混入を防ぎ、酸化物半導体層531を得る（図10（B）参照）。

10

【0145】

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用いてもよい。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。

20

【0146】

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。

30

【0147】

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。

【0148】

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N₂O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N₂O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酸素ガスまたはN₂O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N₂O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N₂O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。

40

【0149】

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。

50

【0150】

なお、第1の加熱処理は、上記以外にも、酸化物半導体膜成膜後であれば、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。

【0151】

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でもよい。

【0152】

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。

10

【0153】

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。

20

【0154】

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）。

【0155】

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上で向かい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る。

30

【0156】

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。

40

【0157】

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

50

エッティングし、酸化物半導体層 531 を全くエッティングしないという条件を得ることは難しく、導電膜のエッティングの際に酸化物半導体層 531 は一部のみがエッティングされ、溝部(凹部)を有する酸化物半導体層となることもある。

【0158】

次いで、N₂O、N₂、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。プラズマ処理を行った場合、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。

【0159】

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、又は水素による酸化物半導体層中の酸素の引き抜き、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。

10

【0160】

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膜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。

20

【0161】

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場合、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。

30

【0162】

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。

【0163】

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。

40

【0164】

以上の工程を経ることによって、酸化物半導体層に対して第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第2の加熱処理によって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。なお高純度化された酸化物半導体膜中の水素濃度は 5×10^{19} atoms/cm³以下、望ましくは 5×10^{18} atoms/cm³以下、より望ましくは 5×10^{17} atoms/cm³以下となる。なお、上述の酸化物半導体膜中の水素濃度は、二次イオン質量分析法(SIMS: S

50

secondary Ion Mass Spectroscopy) で測定されるものである。

【0165】

以上の工程でトランジスタ 510 が形成される(図 10 (D) 参照。)。

【0166】

また、絶縁層 516 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絶縁層 516 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。

【0167】

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 506 を、窒化シリコン膜を用いて形成する(図 10 (E) 参照)。

【0168】

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。

【0169】

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 以下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。

【0170】

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は、オフ電流を少なくすることができます。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。また、高純度化された酸化物半導体層は、レーザ照射等の処理を経ることなく作製でき、大面積基板へのトランジスタの形成を可能にできるため、好適である。

【0171】

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。

【0172】

(実施の形態 6)

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(遊技機も含む)に適用することができる。電子機器としては、例えば、テレビジョン装置(テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう)、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ等のカメラ、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)、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。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。

【0173】

図 11 (A) は、電子書籍の一例を示している。図 11 (A) に示す電子書籍は、筐体 1700 及び筐体 1701 の 2 つの筐体で構成されている。筐体 1700 及び筐体 1701

10

20

30

40

50

は、蝶番 1704 により一体になっており、開閉動作を行うことができる。このような構成により、書籍のような動作を行うことが可能となる。

【0174】

筐体 1700 には表示部 1702 が組み込まれ、筐体 1701 には表示部 1703 が組み込まれている。表示部 1702 及び表示部 1703 は、続き画面を表示する構成としてもよいし、異なる画面を表示する構成としてもよい。異なる画面を表示する構成として、例えば右側の表示部（図 11（A）では表示部 1702）に文章を表示し、左側の表示部（図 11（A）では表示部 1703）に画像を表示することができる。

【0175】

また、図 11（A）では、筐体 1700 に操作部等を備えた例を示している。例えば、筐体 1700 は、電源入力端子 1705、操作キー 1706、スピーカ 1707 等を備えている。操作キー 1706 により、頁を送ることができる。なお、筐体の表示部と同一面にキーボードやポインティングディバイス等を備える構成としてもよい。また、筐体の裏面や側面に、外部接続用端子（イヤホン端子、USB 端子、及び USB ケーブル等の各種ケーブルと接続可能な端子等）、記録媒体挿入部等を備える構成としてもよい。さらに、図 11（A）に示す電子書籍は、電子辞書としての機能を持たせた構成としてもよい。

10

【0176】

図 11（B）は、液晶表示装置を用いたデジタルフォトフレームの一例を示している。例えば、図 11（B）に示すデジタルフォトフレームは、筐体 1711 に表示部 1712 が組み込まれている。表示部 1712 は、各種画像を表示することができる。例えば、デジタルカメラ等で撮影した画像データを表示させることで、通常の写真立てと同様に機能させることができる。

20

【0177】

なお、図 11（B）に示すデジタルフォトフレームは、操作部、外部接続用端子（USB 端子、USB ケーブル等の各種ケーブルと接続可能な端子等）、記録媒体挿入部等を備える構成とする。これらの構成は、表示部と同一面に組み込まれていてもよいが、側面や裏面に備えるとデザイン性が向上するため好ましい。例えば、デジタルフォトフレームの記録媒体挿入部に、デジタルカメラで撮影した画像データを記憶したメモリを挿入して画像データを取り込み、取り込んだ画像データを表示部 1712 に表示させることができる。

30

【0178】

図 11（C）は、液晶表示装置を用いたテレビジョン装置の一例を示している。図 11（C）に示すテレビジョン装置は、筐体 1721 に表示部 1722 が組み込まれている。表示部 1722 により、映像を表示することができる。また、ここでは、スタンド 1723 により筐体 1721 を支持した構成を示している。表示部 1722 は、上記実施の形態に示した液晶表示装置を適用することができる。

40

【0179】

図 11（C）に示すテレビジョン装置の操作は、筐体 1721 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機により行うことができる。リモコン操作機が備える操作キーにより、チャンネルや音量の操作を行うことができる。表示部 1722 に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機に、当該リモコン操作機から出力する情報を表示する表示部を設ける構成としてもよい。

40

【0180】

図 11（D）は、液晶表示装置を用いた携帯電話機の一例を示している。図 11（D）に示す携帯電話機は、筐体 1731 に組み込まれた表示部 1732 の他、操作ボタン 1733、操作ボタン 1737、外部接続ポート 1734、スピーカ 1735、及びマイク 1736 等を備えている。

50

【0181】

図 11（D）に示す携帯電話機は、表示部 1732 がタッチパネルになっており、指等の接触により、表示部 1732 の表示内容を操作することができる。また、電話の発信、あるいはメールの作成等は、表示部 1732 を指等で接触することにより行うことができる。

【0182】

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。

【0183】

(実施の形態7)

本実施の形態においては、上記実施の形態6で説明した電子書籍の構成について、具体例を示し説明する。

【0184】

図12(A)に示す電子書籍(E-bookともいう)は、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。図12(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12(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。

【0185】

図12(A)に示す構成とすることにより、表示部9631として上記実施の形態の液晶表示装置を用いる場合、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の表面及び裏面に設けると、効率的にバッテリー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。

【0186】

また図12(A)に示す充放電制御回路9634の構成、及び動作について図12(B)にブロック図を示し説明する。図12(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。

【0187】

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。

【0188】

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。

【0189】

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。

【0190】

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】

10

20

30

40

50

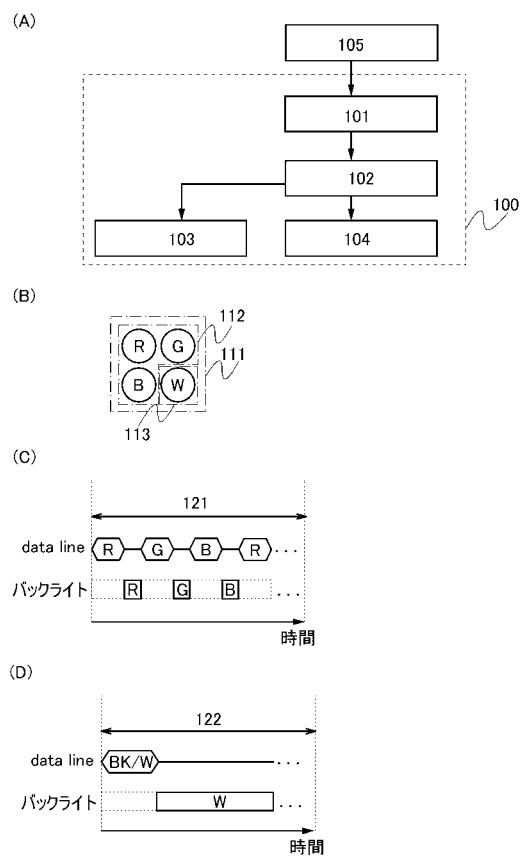
【 0 1 9 1 】

1 0 0	液晶表示装置	
1 0 1	画像切替回路	
1 0 2	駆動制御回路	
1 0 3	バックライト部	
1 0 4	表示パネル	
1 0 5	画像信号供給源	
1 1 1	光源	
1 1 2	第1の光源	10
1 1 3	第2の光源	
1 1 4	光源	
1 1 5	第1の光源	
1 1 6	第2の光源	
1 2 1	第1の期間	
1 2 2	第2の期間	
1 4 3	静止画書き込み期間	
1 4 4	静止画保持期間	
3 0 1	記憶回路	
3 0 2	比較回路	
3 0 3	選択回路	20
3 0 4	表示制御回路	
3 1 1	画素部	
3 1 2	駆動回路	
3 1 3	画素	
3 2 1	バックライト制御回路	
3 2 2	バックライト	
3 2 3	光源	
4 0 0	基板	
4 0 1	ゲート電極層	
4 0 2	ゲート絶縁層	30
4 0 3	酸化物半導体層	
4 0 7	絶縁膜	
4 0 8	容量配線層	
4 0 9	保護絶縁層	
4 1 0	トランジスタ	
4 1 3	層間膜	
4 2 0	トランジスタ	
4 2 7	絶縁層	
4 3 0	トランジスタ	40
4 3 7	絶縁層	
4 4 0	トランジスタ	
4 4 1	基板	
4 4 2	基板	
4 4 4	液晶層	
4 4 7	透明電極層	
4 4 8	共通電極層	
4 4 9	導電層	
4 5 0	トランジスタ	
5 0 5	基板	
5 0 6	保護絶縁層	50

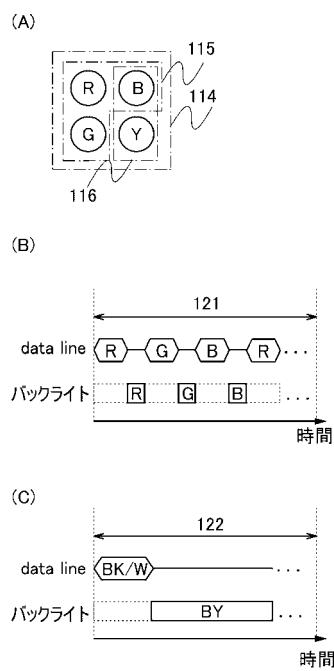
5 0 7	ゲート絶縁層	
5 1 0	トランジスタ	
5 1 1	ゲート電極層	
5 1 6	絶縁層	
5 3 0	酸化物半導体膜	
5 3 1	酸化物半導体層	
6 0 1	画素部	
6 0 2	走査線	
6 0 3	信号線	
6 0 6	走査線駆動回路	10
6 0 7	信号線駆動回路	
6 1 0	画素	
6 1 2	画素トランジスタ	
6 1 3	液晶素子	
6 1 4	容量素子	
6 1 8	共通電極	
6 1 9	容量線	
7 2 0	表示パネル	
7 2 6	F P C	
7 3 0	バックライト部	20
7 3 4	拡散板	
7 3 5	光	
7 9 0	液晶表示モジュール	
1 7 0 0	筐体	
1 7 0 1	筐体	
1 7 0 2	表示部	
1 7 0 3	表示部	
1 7 0 4	蝶番	
1 7 0 5	電源入力端子	
1 7 0 6	操作キー	30
1 7 0 7	スピーカ	
1 7 1 1	筐体	
1 7 1 2	表示部	
1 7 2 1	筐体	
1 7 2 2	表示部	
1 7 2 3	スタンド	
1 7 3 1	筐体	
1 7 3 2	表示部	
1 7 3 3	操作ボタン	
1 7 3 4	外部接続ポート	40
1 7 3 5	スピーカ	
1 7 3 6	マイク	
1 7 3 7	操作ボタン	
4 0 5 a	ソース電極層	
4 0 5 b	ドレイン電極層	
4 3 6 a	配線層	
4 3 6 b	配線層	
4 6 0 a	配向膜	
4 6 0 b	配向膜	
5 1 5 a	ソース電極層	50

5 1 5 b	ドレイン電極層	
5 2 0 1	バックライト部	
5 2 0 2	拡散板	
5 2 0 3	導光板	
5 2 0 4	反射板	
5 2 0 5	ランプリフレクタ	
5 2 0 6	光源	
5 2 0 7	表示パネル	
5 2 2 2	ランプリフレクタ	10
5 2 9 0	バックライト部	
5 2 9 1	拡散板	
5 2 9 2	遮光部	
5 2 9 3	ランプリフレクタ	
5 2 9 5	液晶パネル	
7 2 5 a	偏光板	
7 2 5 b	偏光板	
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	20
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	
7 3 3 R	発光ダイオード (LED)	
7 3 3 G	発光ダイオード (LED)	
7 3 3 B	発光ダイオード (LED)	
7 3 3 W	発光ダイオード (LED)	
5 2 2 3 R	発光ダイオード (LED)	
5 2 2 3 G	発光ダイオード (LED)	30
5 2 2 3 B	発光ダイオード (LED)	
5 2 2 3 W	発光ダイオード (LED)	
5 2 9 4 R	発光ダイオード (LED)	
5 2 9 4 G	発光ダイオード (LED)	
5 2 9 4 B	発光ダイオード (LED)	
5 2 9 4 W	発光ダイオード (LED)	

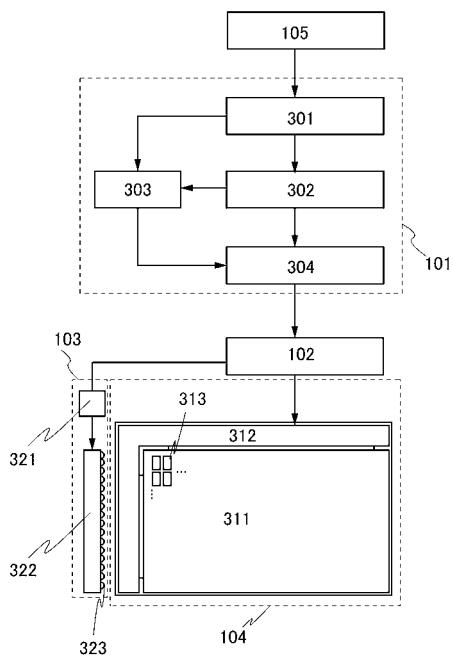
【図1】



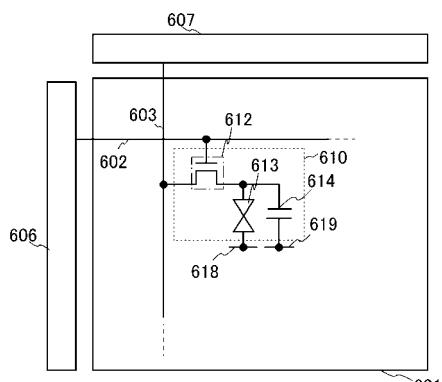
【図2】



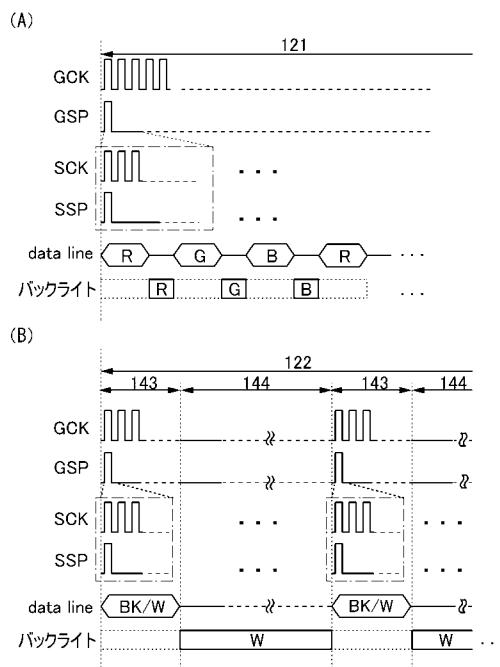
【図3】



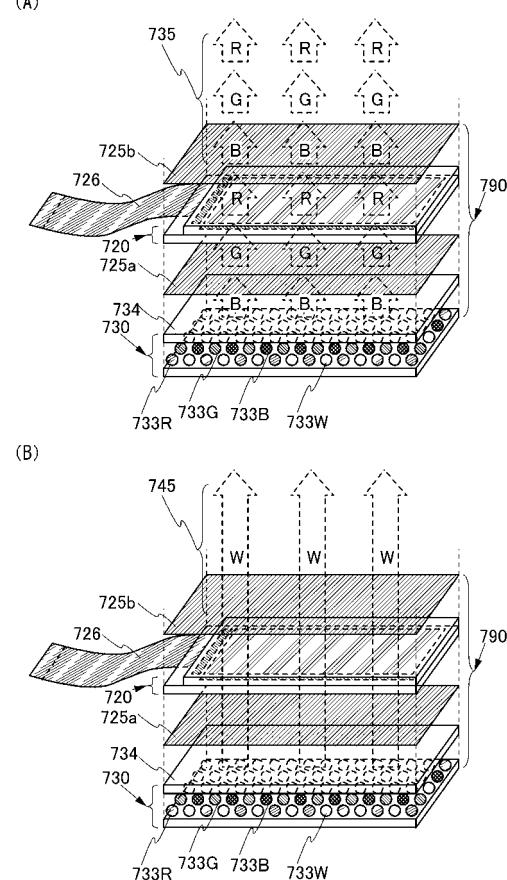
【図4】



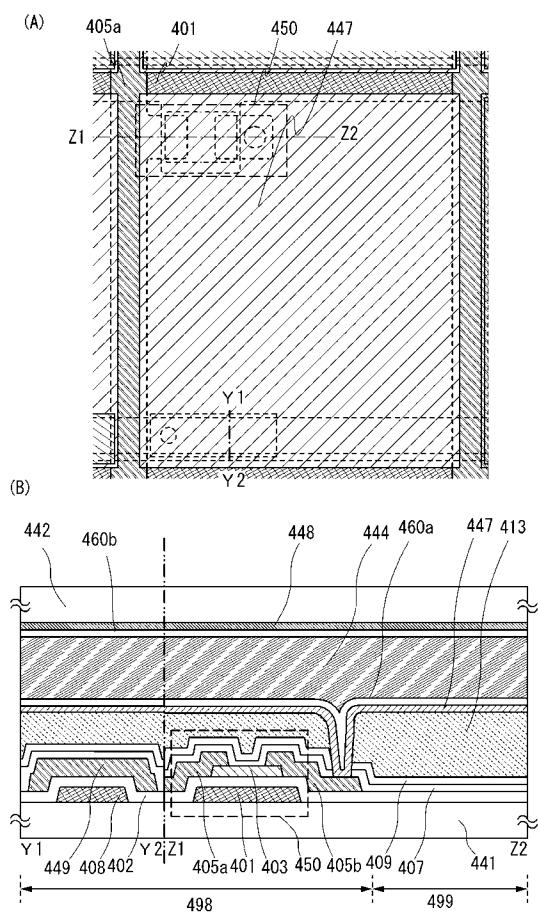
【図5】



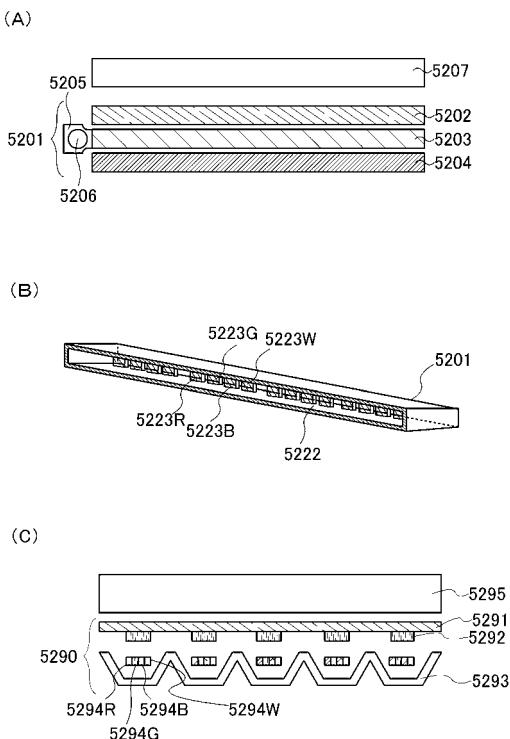
【図6】



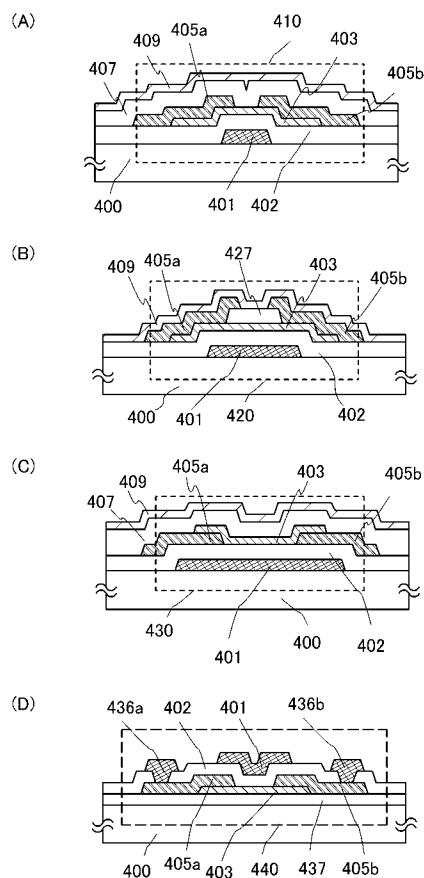
【図7】



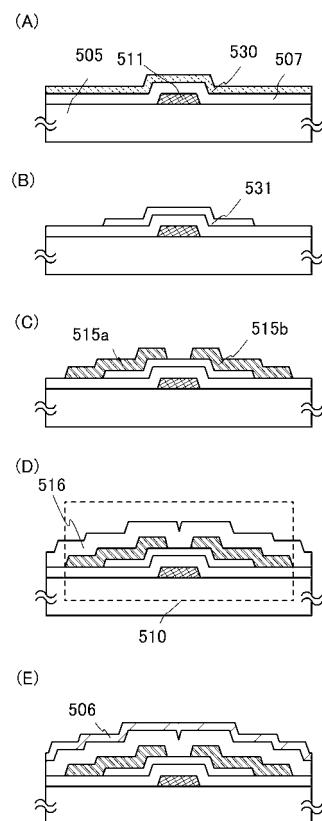
【図8】



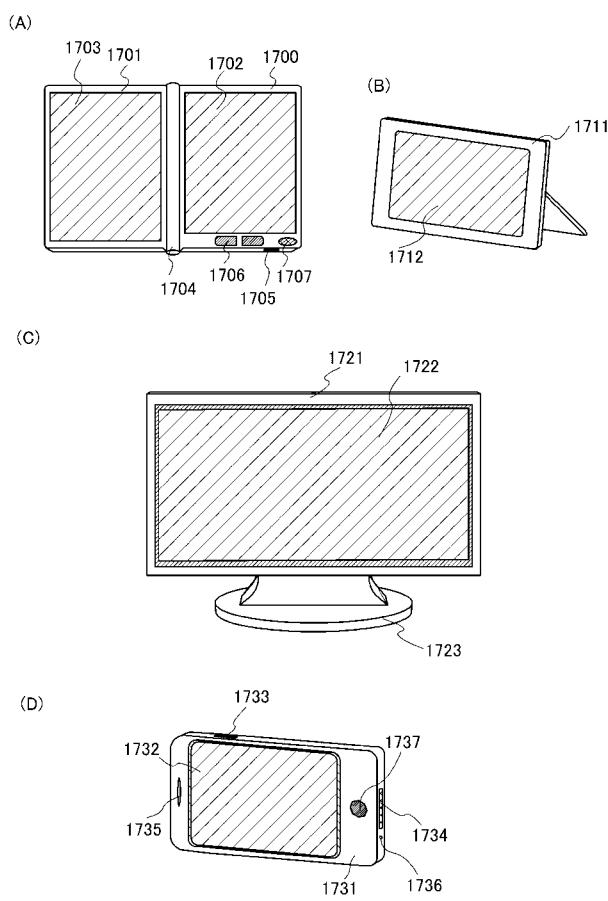
【図9】



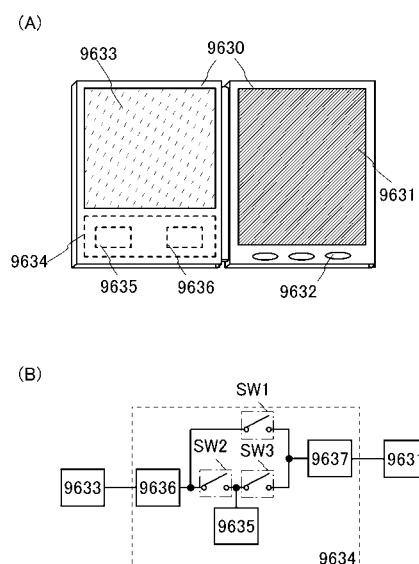
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	G 0 9 G	3/20 6 6 0 V
	G 0 2 F	1/133 5 3 5
	G 0 2 F	1/133 5 1 0
	G 0 9 G	3/20 6 2 1 K
	G 0 9 G	3/20 6 4 2 J

F ターム(参考) 5C080 AA10 BB05 CC03 DD26 FF11 JJ02 JJ03 JJ06 KK07 KK43
KK47