

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6480536号
(P6480536)

(45) 発行日 平成31年3月13日 (2019. 3. 13)

(24) 登録日 平成31年2月15日 (2019. 2. 15)

(51) Int. Cl.	F I
G09F 9/00 (2006.01)	G09F 9/00 3 4 6 D
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30 3 3 8
H01L 29/786 (2006.01)	H01L 29/78 6 1 7 N
H01L 21/336 (2006.01)	H01L 29/78 6 1 2 Z

請求項の数 2 (全 50 頁)

(21) 出願番号	特願2017-198121 (P2017-198121)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成29年10月12日 (2017. 10. 12)		株式会社半導体エネルギー研究所
(62) 分割の表示	特願2016-59410 (P2016-59410) の分割	(72) 発明者	山崎 舜平
原出願日	平成21年9月25日 (2009. 9. 25)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
(65) 公開番号	特開2018-22185 (P2018-22185A)		半導体エネルギー研究所内
(43) 公開日	平成30年2月8日 (2018. 2. 8)	(72) 発明者	長多 剛
審査請求日	平成29年11月13日 (2017. 11. 13)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2008-252418 (P2008-252418)		半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成20年9月30日 (2008. 9. 30)	(72) 発明者	宮入 秀和
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
		(72) 発明者	神保 安弘
			神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
			半導体エネルギー研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走査線駆動回路と、画素と、を有し、

前記走査線駆動回路と前記画素とは、極性が同じ逆スタガ型のトランジスタを有し、

前記走査線駆動回路は、シフトレジスタを有し、

前記シフトレジスタが有する複数段の回路の一つは、第 1 乃至第 5 のトランジスタを有し、

前記第 1 乃至前記第 5 のトランジスタは、それぞれ、ゲート電極と、前記ゲート電極上に絶縁膜を介して位置する半導体層と、を有し、

前記半導体層はシリコンを有し、

前記第 1 のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方は、第 1 の配線と電氣的に接続されており、

前記第 1 の配線は、前記第 1 乃至前記第 5 のトランジスタを有する回路から出力される信号を伝達する機能を有し、

前記第 1 のトランジスタのゲート電極としての機能を有する第 1 の導電層は、前記第 3 のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方としての機能と、前記第 4 のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方としての機能とを有する第 2 の導電層を介して、前記第 2 のトランジスタのゲート電極としての機能を有する第 3 の導電層と電氣的に接続されており、

前記第 2 のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方は、前記第 3 のトランジ

10

20

スタのゲート電極と電氣的に接続されており、

前記第2のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、第2の配線と電氣的に接続されており、

前記第3のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、前記第2の配線と電氣的に接続されており、

前記第4のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、前記第2の配線と電氣的に接続され、

前記第4のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方は、前記第5のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方と電氣的に接続され、

前記第5のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、第3の配線と電氣的に接続されている半導体装置。

10

【請求項2】

走査線駆動回路と、画素と、を有し、

前記走査線駆動回路と前記画素とは、極性が同じ逆スタガ型のトランジスタを有し、

前記走査線駆動回路は、シフトレジスタを有し、

前記シフトレジスタが有する複数のフリップフロップ回路の一つは、第1乃至第5のトランジスタを有し、

前記第1乃至前記第5のトランジスタは、それぞれ、ゲート電極と、前記ゲート電極上に絶縁膜を介して位置する半導体層と、を有し、

前記半導体層はシリコンを有し、

20

前記第1のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方は、第1の配線と電氣的に接続されており、

前記第1の配線は、前記フリップフロップ回路から出力される信号を伝達する機能を有し、

前記第1のトランジスタのゲート電極としての機能を有する第1の導電層は、前記第3のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方としての機能と、前記第4のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方としての機能とを有する第2の導電層を介して、前記第2のトランジスタのゲート電極としての機能を有する第3の導電層と電氣的に接続されており、

前記第2のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方は、前記第3のトランジスタのゲート電極と電氣的に接続されており、

30

前記第2のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、第2の配線と電氣的に接続されており、

前記第3のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、前記第2の配線と電氣的に接続されており、

前記第4のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、前記第2の配線と電氣的に接続され、

前記第4のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方は、前記第5のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の一方と電氣的に接続され、

前記第5のトランジスタのソース電極又はドレイン電極の他方は、第3の配線と電氣的に接続されている半導体装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動回路及び画素部に逆スタガ型薄膜トランジスタを有する表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電界効果トランジスタの一種として、絶縁表面を有する基板上に形成された半導体層でチャネル形成領域が形成される薄膜トランジスタが知られている。薄膜トランジスタに用い

50

られる半導体層として、非晶質シリコン、微結晶シリコンまたは多結晶シリコンを用いる技術が開示されている。薄膜トランジスタの代表的な応用例は、液晶テレビジョン装置であり、表示画面を構成する各画素のスイッチングトランジスタとして実用化されている。

【0003】

また、表示装置のコスト削減のため、外付けの部品数を減らし、ゲートドライバーを、非晶質シリコンまたは微結晶シリコンを用いた薄膜トランジスタで構成する表示装置がある（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

【特許文献1】特開2005-049832号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

非晶質シリコン層でチャンネル形成領域が形成される薄膜トランジスタは、電界効果移動度及びオン電流が低いといった問題がある。また、長期の使用により薄膜トランジスタが劣化し、しきい値電圧がシフトしてしまい、オン電流が低下するという問題がある。非晶質シリコン層でチャンネル形成領域が形成される薄膜トランジスタでゲートドライバーのような駆動回路を構成する場合は、チャンネル形成領域の幅を広くし、薄膜トランジスタの面積を大きくすることで、しきい値電圧のシフトによるオン電流の低下が生じて、十分なオン電流を確保している。

20

【0006】

または、駆動回路を構成する薄膜トランジスタの数を増やして、各薄膜トランジスタの動作時間を短くすることで、薄膜トランジスタの劣化を低減して、十分なオン電流を確保している。

【0007】

このため、非晶質シリコン層でチャンネル形成領域が形成される薄膜トランジスタで駆動回路を形成する表示装置において、駆動回路の占有面積が広く、表示装置の狭額縁化の妨げとなり、表示領域である画素部の面積が小さくなってしまう。

【0008】

30

一方、微結晶シリコン層でチャンネル形成領域が形成される薄膜トランジスタは、非晶質シリコンによる薄膜トランジスタと比較して、電界効果移動度が向上するもののオフ電流が高くなってしまい、十分なスイッチング特性が得られないといった問題がある。

【0009】

多結晶シリコン層でチャンネル形成領域が形成される薄膜トランジスタは、上記二種類の薄膜トランジスタよりも電界効果移動度が格段に高く、高いオン電流が得られるといった特性がある。この薄膜トランジスタは、前記した特性により、画素に設けられるスイッチング用のトランジスタのみならず、高速動作が要求されるドライバ回路をも構成することができる。

【0010】

40

しかし、多結晶シリコン層でチャンネル形成領域が形成される薄膜トランジスタは、非晶質シリコン層で薄膜トランジスタを形成する場合に比べ半導体層の結晶化工程が必要となり、製造コストが増大することが問題となっている。例えば、多結晶シリコン層の製造のために必要なレーザアニール技術は、レーザビームの照射面積が小さく大画面の液晶パネルを効率よく生産することができないといった問題がある。

【0011】

そこで、本発明の一形態は、作製コストの低減が可能であり、且つ画像の表示特性に優れた表示装置を提供することを課題とする。また、本発明の一形態は、作製コストの低減が可能であり、且つ狭額縁化が可能な表示装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0012】

本発明は、駆動回路部、及び画素部を有し、駆動回路部は論理回路部と、スイッチ部またはバッファ部を有する表示装置であり、駆動回路部及び画素部を構成するTFTは、極性が同じ逆スタガ型TFTであり、スイッチ部またはバッファ部は、オン電流を多く流すことが可能な逆スタガ型TFTを用いて構成され、論理回路部はデプレッション型のTFT及びエンハンスメント型のTFTで構成されたインバータ回路（以下、EDMOS回路という。）で構成されることを特徴とする。

【0013】

オン電流を多く流すことが可能なTFTとしては、デュアルゲート型の逆スタガ型TFTまたはデプレッション型の逆スタガ型TFTを用いる。

10

【0014】

EDMOS回路は、しきい値電圧が異なる2つ以上の逆スタガ型TFT、代表的にはデプレッション型のTFT及びエンハンスメント型のTFTを有する。デプレッション型のTFTを、第1のゲート電極と、第1のゲート絶縁層と、第1のゲート絶縁層上に形成される半導体層と、半導体層上に形成される第2のゲート絶縁層と、第2のゲート絶縁層上に第2のゲート電極が形成されるデュアルゲート型の逆スタガ型薄膜トランジスタで形成することで、しきい値電圧を制御し、EDMOS回路を構成することができる。

【0015】

または、デプレッション型のTFTとして、チャネル形成領域にドナーとなる不純物元素が添加された半導体層を有する逆スタガ型TFTを用い、エンハンスメント型のTFTとして、チャネル形成領域にドナーとなる不純物元素が添加されない半導体層を用いることで、EDMOS回路を構成することができる。

20

【0016】

または、デプレッション型のTFTとして、チャネル形成領域にアクセプターとなる不純物元素が添加されない半導体層を有する逆スタガ型TFTを用い、エンハンスメント型のTFTとして、チャネル形成領域にアクセプターとなる不純物元素が添加された半導体層を用いることで、EDMOS回路を構成することができる。

【0017】

また、本発明の表示装置において作製される逆スタガ型TFTは、ゲート電極と、ゲート電極上に形成されるゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上に形成される半導体層と、半導体層上に形成されるソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層と、配線とを有し、ゲート絶縁層上に形成される半導体層は、ゲート絶縁層側に微結晶半導体層が形成され、ソース領域及びドレイン領域側に非晶質半導体層を有する。または、ゲート絶縁層側に微結晶半導体層が形成され、ソース領域及びドレイン領域側に非晶質半導体層を有し、微結晶半導体層及び非晶質半導体層の間に、錐状の微結晶半導体領域と、当該領域を充填する非晶質半導体領域とを有する。このため、逆スタガ型TFTのオン電流を高めつつ、オフ電流を抑えることができる。

30

【0018】

なお、オン電流とは、トランジスタがオン状態のときに、ソース電極とドレイン電極の間に流れる電流をいう。例えば、n型のトランジスタの場合には、ゲート電圧がトランジスタの閾値電圧よりも高いときにソース電極とドレイン電極との間に流れる電流である。

40

【0019】

また、オフ電流とは、トランジスタがオフ状態のときに、ソース電極とドレイン電極の間に流れる電流をいう。例えば、n型のトランジスタの場合には、ゲート電圧がトランジスタの閾値電圧よりも低いときにソース電極とドレイン電極との間に流れる電流である。

【0020】

なお、本明細書中における表示装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、コネクタ、例えばFPC（Flexible printed circuit）もしくはTAB（Tape Automated Bonding）テープもしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り

50

付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または表示素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て表示装置に含むものとする。

【発明の効果】

【0021】

本発明により、表示装置のコストを低減しつつ、且つ画像の表示特性を向上させることができる。また、表示装置の狭額縁化が可能となり、表示装置における表示領域を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

10

【図1】本発明の一実施の形態に係る表示装置の全体を説明するブロック図。

【図2】本発明の一実施の形態に係る表示装置における配線、入力端子等の配置を説明する図。

【図3】シフトレジスタ回路の構成を説明するブロック図。

【図4】フリップフロップ回路の一例を示す図。

【図5】フリップフロップ回路のレイアウト図（上面図）を示す図。

【図6】シフトレジスタ回路の動作を説明するためのタイミングチャートを示す図。

【図7】本発明の一実施の形態に係る表示装置を説明する断面図。

【図8】本発明の一実施の形態に係る表示装置を説明する断面図および上面図。

【図9】本発明の一実施の形態に係る表示装置における薄膜トランジスタを説明する断面図。

20

【図10】本発明の一実施の形態に係る表示装置を説明する断面図。

【図11】本発明の一実施の形態に係る表示装置を説明する断面図および上面図。

【図12】本発明の一実施の形態に係る表示装置を説明する断面図。

【図13】本発明の一実施の形態に係る表示装置を説明する断面図および上面図。

【図14】本発明の一実施の形態に係る表示装置における駆動回路を説明する断面図および上面図。

【図15】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する断面図。

【図16】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する断面図。

【図17】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する断面図。

30

【図18】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する断面図。

【図19】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法に適用可能な多階調マスクを説明する図。

【図20】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する平面図。

【図21】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する断面図。

【図22】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する断面図。

【図23】本発明の一実施の形態に係る表示装置の作製方法を説明する断面図。

【図24】本発明の一実施の形態に係る表示装置に適用する保護回路を説明する等価回路図。

【図25】本発明の一実施の形態に係る表示装置の端子部を説明する図。

40

【図26】本発明の一実施の形態に係る表示装置の端子部を説明する図。

【図27】本発明の一実施の形態に係る液晶表示装置の一例を説明する図。

【図28】本発明の一実施の形態に係る発光表示装置の一例を説明する図。

【図29】本発明の一実施の形態を適用した電子機器の一例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明の実施の形態について、図面を参照して以下に説明する。ただし、本発明は以下の説明に限定されるものではない。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からである。

したがって、本発明は以下に示す実施の形態及び実施例の記載内容のみに限定して解釈さ

50

れるものではない。なお、図面を用いて本発明の構成を説明するにあたり、同じものを指す符号は異なる図面間でも共通して用いる。

【0024】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一形態である表示装置について、ブロック図等を参照して説明する。

【0025】

図1(A)は、アクティブマトリクス型液晶表示装置のブロック図の一例を示す。図1(A)に示す液晶表示装置は、基板100上に表示素子を備えた画素を複数有する画素部101と、各画素のゲート電極に接続された走査線を制御する走査線駆動回路102と、選択された画素へのビデオ信号の入力を制御する信号線駆動回路103と、を有する。

10

【0026】

図1(B)は、本発明を適用したアクティブマトリクス型発光表示装置のブロック図の一例を示す。図1(B)に示す発光表示装置は、基板110上に表示素子を備えた画素を複数有する画素部111と、各画素のゲート電極に接続された走査線を制御する第1の走査線駆動回路112及び第2の走査線駆動回路113と、選択された画素へのビデオ信号の入力を制御する信号線駆動回路114と、を有する。一つの画素にスイッチング用TFT(Thin Film Transistor。以下、TFTという。)と電流制御用TFTの2つを配置する場合、図1(B)に示す発光表示装置では、スイッチング用TFTのゲート電極に接続された第1の走査線に入力される信号を第1の走査線駆動回路112で生成し、電流制御用TFTのゲート電極に接続された第2の走査線に入力される信号を第2の走査線駆動回路113で生成する。ただし、第1の走査線に入力される信号と、第2の走査線に入力される信号とを、一の走査線駆動回路で生成する構成としてもよい。また、例えば、スイッチング素子が有するTFTの数によって、スイッチング素子の動作を制御するのに用いられる第1の走査線が、各画素に複数設けられていてもよい。この場合、複数の第1の走査線に入力される信号を、全て1つの走査線駆動回路で生成してもよいし、複数の走査線駆動回路を設けてこれらの各々で生成してもよい。

20

【0027】

なお、ここでは、走査線駆動回路102、第1の走査線駆動回路112、第2の走査線駆動回路113、及び信号線駆動回路103、114を表示装置に作製する形態を示したが、走査線駆動回路102、第1の走査線駆動回路112、または第2の走査線駆動回路113の一部をIC等の半導体装置で実装してもよい。また、信号線駆動回路103、114の一部をIC等の半導体装置で実装してもよい。

30

【0028】

図2は、表示装置を構成する、信号入力端子、走査線、信号線、非線形素子を含む保護回路及び画素部の位置関係を説明する図である。絶縁表面を有する基板120上には走査線123と信号線124が交差して配置され、画素部127が構成されている。なお、画素部127は、図1に示す画素部101と画素部111に相当する。

【0029】

画素部127は複数の画素128がマトリクス状に配列して構成されている。画素128は、走査線123と信号線124に接続する画素TFT129、保持容量部130、画素電極131を含んで構成されている。

40

【0030】

ここで示す画素構成において、保持容量部130では、一方の電極と画素TFT129が接続され、他方の電極と容量線132が接続される場合を示している。また、画素電極131は表示素子(液晶素子、発光素子、コントラスト媒体(電子インク)等)を駆動する一方の電極を構成する。これらの表示素子の他方の電極はコモン端子133に接続されている。

【0031】

保護回路は、画素部127と、信号線入力端子122との間に配設されている。また、走

50

査線駆動回路と、画素部 1 2 7 の間に配設されている。本実施の形態では、複数の保護回路を配設して、走査線 1 2 3、信号線 1 2 4 及び容量配線 1 3 7 に静電気等によりサージ電圧が印加され、画素 T F T 1 2 9 等が破壊されないように構成されている。そのため、保護回路にはサージ電圧が印加されたときに、コモン配線に電荷を逃がすように構成されている。

【0032】

本実施の形態では、走査線 1 2 3 の保護回路 1 3 4、信号線 1 2 4 の保護回路 1 3 5、容量配線 1 3 7 の保護回路 1 3 6 を配設する例を示している。ただし、保護回路の配設位置はこれに限定されない。また、走査線駆動回路を I C 等の半導体装置で実装しない場合は、走査線 1 2 3 側に保護回路 1 3 4 を設けなくともよい。

10

【0033】

これらの回路の各々に本発明の T F T を用いることで、以下の利点がある。

【0034】

画素 T F T は、スイッチング特性が高いことが好ましい。画素 T F T のスイッチング特性を高めることで、表示装置のコントラスト比を高めることができる。スイッチング特性を高めるためには、オン電流を大きくし、オフ電流を小さくすることが有効である。本発明を適用した画素 T F T は、オン電流が大きく、オフ電流が小さいため、スイッチング特性の高いものとすることができ、コントラスト比の高い薄膜トランジスタを実現することができる。

【0035】

駆動回路は、論理回路部と、スイッチ部またはバッファ部とに大別される。論理回路部に設ける T F T は閾値電圧を制御することが可能な構成であるとよい。一方で、スイッチ部またはバッファ部に設ける T F T はオン電流が大きいことが好ましい。この構成により、論理回路部に設ける T F T の閾値電圧の制御が可能となり、スイッチ部またはバッファ部に設ける T F T のオン電流を大きくすることが可能となる。更には、駆動回路が占有する面積を小さくし、狭額縁化にも寄与する。

20

【0036】

保護回路は、画素部の周縁に設けられるため狭額縁化を阻害する一因となっていた。しかしながら、本明細書に示す表示装置は、保護回路の面積を縮小することができるため、狭額縁化が阻害されることを抑制することができる。

30

【0037】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、実施の形態 1 にて説明した表示装置の駆動回路の回路図等について図 3 乃至図 6 を参照して説明する。

【0038】

まず、実施の形態 1 に示す走査線駆動回路を構成するシフトレジスタ回路について説明する。

【0039】

図 3 に示すシフトレジスタ回路は、フリップフロップ回路 2 0 1 を複数有し、制御信号線 2 0 2、制御信号線 2 0 3、制御信号線 2 0 4、制御信号線 2 0 5、制御信号線 2 0 6、及びリセット線 2 0 7 を有する。

40

【0040】

図 3 のシフトレジスタ回路に示すように、フリップフロップ回路 2 0 1 では、初段の入力端子 I N に、制御信号線 2 0 2 を介して、スタートパルス S S P が入力され、次段以降の入力端子 I N に前段のフリップフロップ回路 2 0 1 の出力信号端子 S O U T が接続されている。また、N 段目 (N は自然数である。) のリセット端子 R E S は、(N + 3) 段目のフリップフロップ回路の出力信号端子 S O U T とリセット線 2 0 7 を介して接続されている。N 段目のフリップフロップ回路 2 0 1 のクロック端子 C L K には、制御信号線 2 0 3 を介して、第 1 のクロック信号 C L K 1 が入力されると仮定すると、(N + 1) 段目のフリップフロップ回路 2 0 1 のクロック端子 C L K には、制御信号線 2 0 4 を介して、第 2

50

のクロック信号CLK₂が入力される。また、(N+2)段目のフリップフロップ回路201のクロック端子CLKには、制御信号線205を介して、第3のクロック信号CLK₃が入力される。また、(N+3)段目のフリップフロップ回路201のクロック端子CLKには、制御信号線206を介して、第4のクロック信号CLK₄が入力される。そして、(N+4)段目のフリップフロップ回路201のクロック端子CLKには、制御信号線203を介して、第1のクロック信号CLK₁が入力される。また、N段目のフリップフロップ回路201は、ゲート出力端子G_{out}より、N段目のフリップフロップ回路の出力S_{out}_Nを出力する。

【0041】

なお、フリップフロップ回路201と、電源及び電源線との接続を図示していないが、各フリップフロップ回路201には電源線を介して電源電位V_{dd}及び電源電位GNDが供給されている。

【0042】

なお、本明細書で説明する電源電位は、基準電位を0Vとした場合の、電位差に相当する。そのため、電源電位のことを電源電圧と呼ぶこともある。

【0043】

なお、本明細書において、AとBとが接続されている、とは、AとBとが直接接続されているものの他、電氣的に接続されているものを含むものとする。ここで、AとBとが電氣的に接続されているとは、AとBとの間に何らかの電氣的な作用を有する対象物が存在するとき、対象物を介してAとBとが概略同一ノードとなる場合を表すものとする。具体的には、TFTのようなスイッチング素子を介してAとBとが接続され、該スイッチング素子の導通によって、AとBとが概略同電位となる場合や、抵抗素子を介してAとBとが接続され、該抵抗素子の両端に発生する電位差が、AとBとを含む回路の動作に影響しない程度となっている場合等、回路動作を考えた場合にAとBとを同一ノードとして捉えて差し支えない状態である場合を表す。

【0044】

次に、図4に、図3で示したシフトレジスタ回路が有するフリップフロップ回路201の一形態を示す。図4に示すフリップフロップ回路201は、論理回路部211と、スイッチ部212と、を有する。論理回路部211は、TFT₂₁₃乃至TFT₂₁₈を有する。また、スイッチ部212は、TFT₂₁₉乃至TFT₂₂₂を有している。なお論理回路部211とは、外部より入力される信号に応じて後段の回路であるスイッチ部212に出力する信号を切り替えるための回路である。また、スイッチ部212とは、外部及び論理回路部211から入力される信号に応じてスイッチとなるTFTのオンまたはオフの切り替え、当該TFTのサイズ及び構造に応じた電流を出力するための回路である。

【0045】

フリップフロップ回路201において、入力端子INはTFT₂₁₄のゲート端子、及びTFT₂₁₇のゲート端子に接続されている。リセット端子は、TFT₂₁₃のゲート端子に接続されている。クロック端子CLKは、TFT₂₁₉の第1端子、及びTFT₂₂₁の第1端子に接続されている。電源電位V_{dd}が供給される電源線は、TFT₂₁₄の第1端子、並びにTFT₂₁₆の第2端子に接続されている。電源電位GNDが供給される電源線は、TFT₂₁₃の第2端子、TFT₂₁₅の第2端子、TFT₂₁₇の第2端子、TFT₂₁₈の第2端子、TFT₂₂₀の第2端子、及びTFT₂₂₂の第2端子に接続されている。また、TFT₂₁₃の第1端子、TFT₂₁₄の第2端子、TFT₂₁₅の第1端子、TFT₂₁₈のゲート端子、TFT₂₁₉のゲート端子、及びTFT₂₂₁のゲート端子は互いに接続されている。また、TFT₂₁₆の第1端子及びゲート端子は、TFT₂₁₅のゲート端子、TFT₂₁₇の第1端子、TFT₂₁₈の第1端子、TFT₂₂₀のゲート端子、及びTFT₂₂₂のゲート端子に接続されている。また、ゲート出力端子G_{out}は、TFT₂₁₉の第2端子、及びTFT₂₂₀の第1端子に接続されている。出力信号端子S_{out}は、TFT₂₂₁の第2端子、及びTFT₂₂₂の第1端子に接続されている。

【0046】

なお、ここでは、TF T 2 1 3乃至TF T 2 2 2が、すべてN型TF Tである場合についての説明を行う。ただし、TF T 2 1 3乃至TF T 2 2 2は、P型TF Tであってもよい。

【0047】

なお、TF T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ンネル形成領域を有し、ドレイン領域とチャンネル形成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、ソースとドレインは、TF Tの構造や動作条件等によって入れ替わることがあるため、いずれがソースであり、いずれがドレインであるかを特定することが困難である。そこで、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ず、例えば、それぞれを第1端子、第2端子と表記する。また、この場合に、ゲートとして機能する端子については、ゲート端子と表記する。

10

【0048】

次に、図4に示したフリップフロップ回路201のレイアウト図の一例を図5に示す。

【0049】

図5のフリップフロップ回路は、電源電位V d dが供給される電源線231、リセット線232、制御信号線203、制御信号線204、制御信号線205、制御信号線206、制御信号線233、電源電位G N Dが供給される電源線234、論理回路部211、及びスイッチ部212を有する。論理回路部211は、TF T 2 1 3乃至TF T 2 1 8を有する。また、スイッチ部212は、TF T 2 1 9乃至TF T 2 2 2を有している。また、図5では、ゲート出力端子G_{o u t}に接続される配線、出力信号端子S_{o u t}に接続される配線についても示している。

20

【0050】

図5中では、半導体層235、第1の配線層236、第2の配線層237、第3の配線層238、コンタクトホール239について示している。なお、第1の配線層236は、ゲート電極を形成する層により形成し、第2の配線層237は、TF Tのソース電極またはドレイン電極を形成する層により形成し、第3の配線層238は、画素部における画素電極を形成する層により形成すればよい。ただし、これに限定されず、例えば第3の配線層238を、画素電極を形成する層とは別の配線層として形成してもよい。

30

【0051】

なお、図5中の各回路素子間の接続関係は、図4で説明した通りである。なお、図5では、第1のクロック信号が入力されるフリップフロップ回路について示しているため、制御信号線204乃至制御信号線206との接続については図示されていない。

【0052】

本実施の形態は、図5のフリップフロップ回路のレイアウト図において、論理回路部211が有するTF T 2 1 6またはTF T 2 1 7のしきい値電圧を制御することで、EDMOS回路223を構成することができる。代表的には、TF T 2 1 6をデプレッション型とし、TF T 2 1 7をエンハンスメント型としたEDMOS回路223で構成し、スイッチ部212が有するTF T 2 1 9乃至TF T 2 2 2をデュアルゲート型のTF T、またはデプレッション型のTF Tとすることを特徴の一とする。

40

【0053】

デプレッション型のTF T 2 1 6のチャンネル形成領域を、ドナーとなる不純物元素を有する半導体層とし、エンハンスメント型のTF T 2 1 7のチャンネル形成領域は、ドナーとなる不純物元素が添加されない半導体層とすることで、EDMOS回路223を形成することができる。

【0054】

または、デプレッション型のTF T 2 1 6のチャンネル形成領域をアクセプターとなる不純物元素が添加されない半導体層とし、エンハンスメント型のTF T 2 1 7のチャンネル形成領域をアクセプターとなる不純物元素を有する半導体層とすることで、EDMOS回路2

50

23を形成することができる。

【0055】

または、デプレッション型のTF T 216またはエンハンスメント型のTF T 217をデュアルゲート型のTF Tで形成し、バックゲート電極の電位を制御することで、デプレッション型のTF T 216またはエンハンスメント型のTF T 217を形成することができるため、ED MOS回路223を形成することができる。

【0056】

このため、表示装置のTF Tをnチャネル型TF Tまたはpチャネル型TF Tのように、一方の極性のTF Tのみで形成することができる。

【0057】

また、論理回路部211におけるTF T 216は電源電位V d dに応じて電流を流すためのTF Tであり、デュアルゲート型TF TまたはTF T 216をデプレッション型のTF Tとして、流れる電流を大きくすることにより、性能を低下させることなく、TF Tの小型化を図ることができる。

【0058】

また、スイッチ部212を構成するTF Tにおいて、TF Tを流れる電流量を大きくし、且つオンとオフの切り替えを高速に行うことができるため、性能を低下させることなくTF Tが占める面積を縮小することができる。従って、該TF Tにより構成される回路が占める面積を縮小することもできる。なお、スイッチ部212におけるTF T 219乃至TF T 222は、図示するように半導体層235を第1の配線層236及び第3の配線層238で挟むようにレイアウトして、デュアルゲート型TF Tを形成すればよい。

【0059】

また、図5では、デュアルゲート型TF Tが、半導体層235を第1の配線層236と、コンタクトホール239により第1の配線層236に接続されて同電位となった第3の配線層238と、により挟まれて構成される例を示したが、本発明はこの構成に限定されない。例えば、第3の配線層238に対して、別途制御信号線を設け、第3の配線層238の電位を第1の配線層236から独立して制御する構成としてもよい。第3の配線層238により、TF Tのしきい値電圧を制御して、TF Tを流れる電流量を増やすことで、性能を低下させることなく、TF Tが占める面積、更には該TF Tにより構成される回路が占める面積を縮小することができる。

【0060】

なお、図5に示すフリップフロップ回路のレイアウト図において、TF T 213乃至TF T 222のチャンネル形成領域の形状をU字型（コの字型または馬蹄型）にしてもよい。また、図5中では、各TF Tのサイズを等しくしているが、後段の負荷の大きさに応じて出力信号端子S_{out}またはゲート出力端子G_{out}に接続される各TF Tの大きさを適宜変更してもよい。

【0061】

次に、図6に示すタイミングチャートを用いて、図3に示すシフトレジスタ回路の動作について説明する。図6は、図3に示した制御信号線202乃至制御信号線206にそれぞれ供給されるスタートパルスSSP、第1のクロック信号CLK1乃至第4のクロック信号CLK4、及び1段目乃至5段目のフリップフロップ回路の出力信号端子S_{out}から出力されるSout1乃至Sout5について示している。なお、図6の説明では、図4及び図5において各素子に付した符号を用いる。

【0062】

なお、図6は、フリップフロップ回路が有するTF Tのそれぞれが、N型TF Tの場合のタイミングチャートである。また第1のクロック信号CLK1及び第4のクロック信号CLK4は図示するように1/4波長（点線にて区分けした一区间）ずつシフトした構成となっている。

【0063】

まず、期間T1において、1段目のフリップフロップ回路には、スタートパルスSSPが

10

20

30

40

50

Hレベルで入力され、論理回路部211はスイッチ部のTF T 219及びTF T 221をオンし、TF T 220及びTF T 222をオフにする。このとき、第1のクロック信号CLK 1はLレベルであるため、S o u t 1はLレベルである。

【0064】

なお、期間T 1において、2段目以降のフリップフロップ回路には、I N端子に信号が入力されないため、動作することなくLレベルを出力している。なお、初期状態では、シフトレジスタ回路の各フリップフロップ回路は、Lレベルを出力するものとして説明を行う。

【0065】

次に、期間T 2において、1段目のフリップフロップ回路では、期間T 1と同様に、論理回路部211がスイッチ部212の制御を行う。期間T 2では、第1のクロック信号CLK 1はHレベルとなるため、S o u t 1はHレベルとなる。また、期間T 2では、2段目のフリップフロップ回路には、S o u t 1がHレベルでI N端子に入力され、論理回路部211がスイッチ部のTF T 219及びTF T 221をオンし、TF T 220及びTF T 222をオフにする。このとき、第2のクロック信号CLK 2はLレベルであるため、S o u t 2はLレベルである。

【0066】

なお、期間T 2において、3段目以降のフリップフロップ回路には、I N端子に信号が入力されないため、動作することなくLレベルを出力している。

【0067】

次に、期間T 3において、1段目のフリップフロップ回路では、期間T 2の状態を保持するように論理回路部211がスイッチ部212の制御を行う。そのため、期間T 3では、第1のクロック信号CLK 1はHレベルであり、S o u t 1はHレベルとなる。また、期間T 3において、2段目のフリップフロップ回路では、期間T 2と同様に、論理回路部211がスイッチ部212の制御を行う。期間T 3では、第2のクロック信号CLK 2はHレベルであるため、S o u t 2はHレベルである。また、期間T 3の3段目のフリップフロップ回路には、S o u t 2がHレベルでI N端子に入力され、論理回路部211がスイッチ部のTF T 219及び221をオンし、TF T 220及び222をオフにする。このとき、第3のクロック信号CLK 3はLレベルであるため、S o u t 3はLレベルである。

【0068】

なお、期間T 3において、4段目以降のフリップフロップ回路には、I N端子に信号が入力されないため、動作することなくLレベルを出力している。

【0069】

次に、期間T 4において、第1のクロック信号CLK 1はLレベルであり、S o u t 1はLレベルとなる。また、期間T 4において、2段目のフリップフロップ回路では、期間T 3の状態を保持するように論理回路部211がスイッチ部212の制御を行う。そのため、期間T 4において、第2のクロック信号CLK 2はHレベルであり、S o u t 2はHレベルとなる。また、期間T 4において、3段目のフリップフロップ回路では、期間T 3と同様に、論理回路部211がスイッチ部212の制御を行う。期間T 4では、第3のクロック信号CLK 3はHレベルであるため、S o u t 3はHレベルである。また、期間T 4の4段目のフリップフロップ回路には、S o u t 3がHレベルでI N端子に入力され、論理回路部211がスイッチ部212のTF T 219及びTF T 221をオンし、TF T 220及びTF T 222をオフにする。このとき、第4のクロック信号CLK 4はLレベルであるため、S o u t 4はLレベルである。

【0070】

なお、期間T 4において、5段目以降のフリップフロップ回路には、I N端子に信号が入力されないため、動作することなくLレベルを出力している。

【0071】

次に、期間T 5において、1段目のフリップフロップ回路では、期間T 4の状態を保持す

10

20

30

40

50

るように論理回路部 211 がスイッチ部 212 の制御を行う。そのため、期間 T5 において、第 1 のクロック信号 CLK1 は L レベルであり、Sout1 は L レベルとなる。また期間 T5 において、2 段目のフリップフロップ回路では、期間 T4 と同様に、論理回路部 211 がスイッチ部 212 の制御を行う。期間 T5 では、第 2 のクロック信号 CLK2 は L レベルであるため、Sout2 は L レベルである。また、期間 T5 において、3 段目のフリップフロップ回路では、期間 T4 の状態を保持するように論理回路部 211 がスイッチ部 212 の制御を行う。そのため、期間 T5 において、第 3 のクロック信号 CLK3 は H レベルであり、Sout3 は H レベルとなる。また、期間 T5 において 4 段目のフリップフロップ回路には、期間 T4 と同様に、論理回路部 211 がスイッチ部 212 の制御を行う。期間 T5 では、第 4 のクロック信号 CLK4 は H レベルであるため、Sout4 は H レベルである。また、5 段目以降のフリップフロップ回路は、1 段目乃至 4 段目のフリップフロップ回路と同様の配線関係であり、入力される信号のタイミングも同様であるため、説明は省略する。

10

【0072】

図 3 のシフトレジスタ回路で示したように、Sout4 は 1 段目のフリップフロップ回路のリセット信号を兼ねる。期間 T5 では、Sout4 が H レベルとなり、この信号が 1 段目のフリップフロップ回路のリセット端子 RES に入力される。リセット信号が入力されることにより、スイッチ部 212 の TFT219 及び TFT221 をオフし、TFT220 及び TFT222 をオンする。そして、1 段目のフリップフロップ回路の Sout1 は、次のスタートパルス SSP が入力されるまで、L レベルを出力することになる。

20

【0073】

以上説明した動作により、2 段目以降のフリップフロップ回路でも、後段のフリップフロップ回路から出力されるリセット信号に基づいて論理回路部のリセットが行われ、Sout1 乃至 Sout5 に示すように、クロック信号の 1/4 波長分シフトした波形の信号を出力するシフトレジスタ回路とすることができる。

【0074】

また、フリップフロップ回路として、論理回路部 211 にエンハンスメント型とデプレッション型を組み合わせた EDMOS 回路の TFT、スイッチ部 212 にデュアルゲート型の TFT を具備する構成とすることにより、論理回路部 211 を構成する TFT を流れる電流量を大きくすることができ、性能を低下させることなく、TFT が占める面積、更には該 TFT により構成される回路が占める面積を縮小することができる。また、スイッチ部 212 を構成する TFT においては、TFT を流れる電流量を大きくし、オンとオフの切り替えを高速に行うことができるため、性能を低下させることなく TFT が占める面積、更には該 TFT により構成される回路が占める面積を縮小することができる。従って、表示装置の狭額縁化、小型化、高性能化を図ることができる。

30

【0075】

また、実施の形態 1 に示す信号線駆動回路に、ラッチ回路、レベルシフタ回路等を設けることができる。信号線駆動回路から画素部に信号を送る最終段にバッファ部を設け、電流量を増幅した信号を信号線駆動回路から画素部に送る。このため、バッファ部に、オン電流が大きい TFT、代表的にはデュアルゲート型の TFT またはデプレッション型の TFT を設けることで、TFT の面積を縮小することが可能であり、信号線駆動回路が占める面積を縮小することができる。従って、表示装置の狭額縁化、小型化、高性能化を図ることができる。なお、信号線駆動回路の一部であるシフトレジスタは、高速な動作を必要とされるため、IC 等を用いて表示装置に実装することが好ましい。

40

【0076】

(実施の形態 3)

本実施の形態においては、実施の形態 1 及び実施の形態 2 に示す表示装置において、論理回路部、スイッチ部、及び画素部の薄膜トランジスタの構造について示す。表示装置に用いる薄膜トランジスタは、p 型よりも n 型の方が、キャリアの移動度が高い。また、同一の基板上に形成する薄膜トランジスタを全て同じ極性に統一すると、工程数を抑えること

50

ができ、好ましい。そのため、本実施の形態では、n型の薄膜トランジスタについて説明する。

【0077】

図7及び図8（A）は、本実施の形態にかかる表示装置の論理回路部391、スイッチ部393、及び画素部395の一形態（構造1）の断面図を示す。

【0078】

図7に示す表示装置の論理回路部391においてEDMOS回路を示し、EDMOS回路のデプレッション型のTF Tまたはエンハンスメント型のTF Tの一方が、ゲート電極303及びバックゲート電極373を有するデュアルゲート型のTF T 300aで形成される。また、デプレッション型のTF Tまたはエンハンスメント型のTF Tの他方が、TF T 300bで形成される。なお、図7に示す論理回路部391の断面図C-D、及び図8（A）に示す論理回路部391の断面図C-Eは、図8（B）の上面図のC-D、C-Eそれぞれに対応する。

10

【0079】

図7に示す表示装置のスイッチ部393において、ゲート電極305及びバックゲート電極374を有するデュアルゲート型のTF T 300cが形成される。

【0080】

図7に示す表示装置の画素部395の画素におけるスイッチング素子は、TF T 300dで形成される。また、第2のゲート絶縁層379と、容量配線353、配線375とにより容量素子300eが形成される。

20

【0081】

TF T 300aは、基板301上に、ゲート電極303と、第1の半導体層333aと、第2の半導体層333bと、第3の半導体層363と、ゲート電極303及び第1の半導体層333aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層363に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層355、356と、不純物半導体層に接する配線346、347とを有する。また、第1の半導体層333a、第2の半導体層333bと、第3の半導体層363と、第1のゲート絶縁層309と、不純物半導体層355、356と、不純物半導体層に接する配線346、347とを覆う第2のゲート絶縁層379が形成され、第2のゲート絶縁層379を介して、ゲート電極303と対向する領域に、バックゲート電極373を有する。

30

【0082】

TF T 300bは、基板301上に、ゲート電極304と、第1の半導体層333aと、第2の半導体層333bと、第3の半導体層363と、ゲート電極304及び第1の半導体層333aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層363に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層356、357と、不純物半導体層に接する配線347、348とを有する。

【0083】

また、図8（A）に示すように、TF T 300aのゲート電極303と、TF T 300a及びTF T 300bの配線347とが、画素電極383と同時に絶縁層381上に形成される配線384で接続される。

40

【0084】

TF T 300cは、基板301上に、ゲート電極305と、第1の半導体層334aと、第2の半導体層334bと、第3の半導体層364と、ゲート電極305及び第1の半導体層334aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層364に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層358、359と、不純物半導体層に接する配線349、350とを有する。また、第1の半導体層334aと、第2の半導体層334bと、第3の半導体層364と、第1のゲート絶縁層309と、不純物半導体層358、359と、配線349、350とを覆う第2のゲート絶縁層379が形成され、第2のゲート絶縁層379を介して、ゲート電極305と対向する領域に、バックゲート電極374を有する。

50

【0085】

TFT300dは、基板301上に、ゲート電極306と、第1の半導体層335aと、第2の半導体層335bと、第3の半導体層365と、ゲート電極306及び第1の半導体層335aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層365に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層360、361と、不純物半導体層に接する配線351、352とを有する。

【0086】

また、容量素子300eは、第2のゲート絶縁層379と、容量配線353、配線375とで構成される。

【0087】

基板301としては、ガラス基板、セラミック基板の他、本作製工程の処理温度に耐える程度の耐熱性を有するプラスチック基板等を用いることができる。また、基板に透光性を要しない場合には、ステンレス合金等の金属の基板の表面に絶縁層を設けたものを用いてもよい。ガラス基板としては、例えば、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス若しくはアルミノケイ酸ガラス等の無アルカリガラス基板を用いるとよい。また、基板301として、第3世代(550mm×650mm)、第3.5世代(600mm×720mm、または620mm×750mm)、第4世代(680mm×880mm、または730mm×920mm)、第5世代(1100mm×1300mm)、第6世代(1500mm×1850mm)、第7世代(1870mm×2200mm)、第8世代(2200mm×2400mm)、第9世代(2400mm×2800mm、2450mm×3050mm)、第10世代(2950mm×3400mm)等のガラス基板を用いることができる。

【0088】

ゲート電極303～306、容量配線307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。また、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコンに代表される半導体層やAgPdCu合金を用いてもよい。

【0089】

例えば、ゲート電極303～306、容量配線307の二層の積層構造としては、アルミニウム層上にモリブデン層が積層された二層の積層構造、または銅層上にモリブデン層を積層した二層構造、または銅層上に窒化チタン層若しくは窒化タンタル層を積層した二層構造、窒化チタン層とモリブデン層とを積層した二層構造とすることが好ましい。三層の積層構造としては、タングステン層または窒化タングステン層と、アルミニウムとシリコンの合金またはアルミニウムとチタンの合金と、窒化チタン層またはチタン層とを積層した積層とすることが好ましい。電氣的抵抗が低い層上にバリア層として機能する金属層が積層されることで、電氣的抵抗が低く、且つ金属層から半導体層への金属元素の拡散を防止することができる。

【0090】

第1のゲート絶縁層309は、CVD法またはスパッタリング法等を用いて、酸化シリコン層、窒化シリコン層、酸化窒化シリコン層または窒化酸化シリコン層を単層でまたは積層して形成することができる。また、第1のゲート絶縁層309を酸化シリコンまたは酸化窒化シリコンにより形成することで、第1の半導体層333a～335aを微結晶半導体層とした場合、薄膜トランジスタの閾値電圧の変動を低減することができる。

【0091】

なお、本明細書中において、酸化窒化シリコンとは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多いものであって、好ましくは、ラザフォード後方散乱法(RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry)及び水素前方散乱法(HFS: Hydrogen Forward Scattering)を用いて測定した場合に、組成範囲として酸素が50～70原子%、窒素が0.5～1.5原子%、

10

20

30

40

50

シリコンが25～35原子%、水素が0.1～10原子%の範囲で含まれるものをいう。また、窒化酸化シリコンとは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多いものであって、好ましくは、RBS及びHFSを用いて測定した場合に、組成範囲として酸素が5～30原子%、窒素が20～55原子%、シリコンが25～35原子%、水素が10～30原子%の範囲で含まれるものをいう。ただし、酸化窒化シリコンまたは窒化酸化シリコンを構成する原子の合計を100原子%としたとき、窒素、酸素、シリコン及び水素の含有比率が上記の範囲内に含まれるものとする。

【0092】

第1の半導体層333a～336aは、微結晶半導体層で形成される。微結晶半導体とは、非晶質と結晶構造（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造の半導体である。微結晶半導体は、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質な半導体であり、結晶粒径が2nm以上200nm以下、好ましくは10nm以上80nm以下、より好ましくは、20nm以上50nm以下の柱状結晶または針状結晶が基板表面に対して法線方向に成長している。このため、柱状結晶または針状結晶の界面には、結晶粒界が形成される場合もある。

10

【0093】

微結晶半導体の代表例である微結晶シリコンは、そのラマンスペクトルが単結晶シリコンを示す 520 cm^{-1} よりも低波数側に、シフトしている。即ち、単結晶シリコンを示す 520 cm^{-1} とアモルファスシリコンを示す 480 cm^{-1} の間に微結晶シリコンのラマンスペクトルのピークがある。また、未結合手（ダングリングボンド）を終端するため水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。さらに、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、またはネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みをさらに助長させることで、安定性が増し良好な微結晶半導体が得られる。このような微結晶半導体に関する記述は、例えば、米国特許4,409,134号で開示されている。

20

【0094】

また、第1の半導体層333a～336aに含まれる酸素及び窒素の二次イオン質量分析法によって計測される濃度は、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満とすることで、第1の半導体層333a～336aの結晶性を高めることができるため好ましい。

【0095】

第3の半導体層363～366は、非晶質半導体層、またはハロゲンを有する非晶質半導体層、または窒素を有する非晶質半導体層で形成される。窒素を有する非晶質半導体層に含まれる窒素は、例えばNH基またはNH₂基として存在していてもよい。非晶質半導体層としては、アモルファスシリコンを用いて形成する。

30

【0096】

第3の半導体層363～365を、窒素を有する非晶質半導体層で形成すると、非晶質半導体層のバンドギャップのバンドテールと比較して、傾斜が急峻となり、バンドギャップが広くなり、トンネル電流が流れにくくなる。この結果、薄膜トランジスタのオフ電流を低減することができる。

【0097】

図9に、図7の第1のゲート絶縁層309と、ソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層355～361の間の拡大図を示す。

40

【0098】

図9（A）に示すように、第2の半導体層333b～335bは、第1の半導体層333a～335a及び第3の半導体層363～365の間に設けられる。また、第2の半導体層333b～335bは、微結晶半導体領域367、及び当該微結晶半導体領域367の間に充填される非晶質半導体領域368を有する。具体的には、第1の半導体層333a～335aから凸状に伸びた微結晶半導体領域367と、第3の半導体層363～365と同様の非晶質半導体領域368とで形成される。なお、非晶質半導体領域368の代わりに、ハロゲンを有する非晶質半導体領域、または窒素を有する非晶質半導体領域で形成されてもよい。

50

【0099】

第3の半導体層363～365を、電気伝導度が低く、抵抗率が高い、非晶質半導体層、ハロゲンを有する非晶質半導体層、窒素を有する非晶質半導体層、またはNH基を有する非晶質半導体層で形成することで、薄膜トランジスタのオフ電流を低減することができる。また、第2の半導体層333b～335bにおいて、錐形状の微結晶半導体領域367を有するため、薄膜トランジスタがオン状態で配線に電圧を印加したときの縦方向（膜厚方向）における抵抗、即ち、半導体層と、ソース領域またはドレイン領域との間の抵抗を下げる事が可能であり、薄膜トランジスタのオン電流を高めることが可能である。

【0100】

また、図9（B）に示すように、第2の半導体層333b～335bは、第1の半導体層333a～335a及び不純物半導体層355～361の間に設けられる構造としてもよい。即ち、第2の半導体層333b～335bと不純物半導体層355～361との間に第3の半導体層が形成されない構造である。第2の半導体層333b～335bは、微結晶半導体領域367、及び当該微結晶半導体領域367の間に充填される非晶質半導体領域368を有する。具体的には、第1の半導体層333a～335aから凸状に伸びた微結晶半導体領域367と、非晶質半導体領域368とで形成される。図9（B）に示す構造においては、非晶質半導体領域368に対する微結晶半導体領域367の割合が低いことが好ましい。さらには、対となる不純物半導体層355～361の間、即ちキャリアが流れる領域においては、微結晶半導体領域367の割合が低いことが好ましい。この結果、薄膜トランジスタのオフ電流を低減することができる。また、第2の半導体層333b～335bにおいて、薄膜トランジスタがオン状態で配線に電圧を印加したときの縦方向（膜厚方向）における抵抗、即ち、半導体層と、ソース領域またはドレイン領域との間の抵抗を下げる事が可能であり、薄膜トランジスタのオン電流を高めることが可能である。

【0101】

微結晶半導体領域367は、第1のゲート絶縁層309から第3の半導体層363～365へ向けて、先端が狭まる凸状の結晶粒である。なお、第1のゲート絶縁層309から第3の半導体層363へ向けて幅が広がる凸状の結晶粒であってもよい。

【0102】

第2の半導体層333b～335bにおいては、微結晶半導体領域367は、第1のゲート絶縁層309から第3の半導体層363～365へ向けて、先端が狭まる凸状の結晶粒の場合は、第1の半導体層333a～335a側のほうが、第3の半導体層363～365側と比較して、微結晶半導体領域の割合が高い。これは、第1の半導体層333a～335aの表面から、微結晶半導体領域367が膜厚方向に成長するが、原料ガスにおけるシランに対する水素の流量が少ない、または窒素を含む原料ガスの濃度が高いと、微結晶半導体領域367の結晶粒の成長が抑制され、錐状の結晶粒となるとともに、やがて非晶質半導体領域のみが堆積するためである。

【0103】

また、第2の半導体層333b～335bは、窒素を有することが好ましい。これは、微結晶半導体領域367に含まれる結晶粒の界面、微結晶半導体領域367と非晶質半導体領域368との界面において、窒素、代表的にはNH基またはNH₂基が、シリコン原子のダングリングボンドと結合すると、欠陥が低減するためである。このため、第2の半導体層333b～335bの窒素濃度を $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 以上 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 乃至 $1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ とすることで、シリコン原子のダングリングボンドを窒素、好ましくはNH基で架橋しやすくなり、キャリアが流れやすくなる。または、上記した界面における半導体原子のダングリングボンドがNH₂基で終端されて、欠陥準位が消失する。この結果、オン状態でソース電極及びドレイン電極の間に電圧が印加されたときの縦方向（厚さ方向）の抵抗が低減する。即ち、薄膜トランジスタの電界効果移動度とオン電流が増加する。

10

20

30

40

50

【0104】

また、第2の半導体層333b～335bの酸素濃度を低減することにより、微結晶半導体領域367、及び非晶質半導体領域368の界面や、結晶粒同士の界面におけるキャリアの移動を阻害する結合を低減することができる。

【0105】

なお、ここでは、第1の半導体層333a～335aは、概略厚さが等しい領域をいう。また、第1の半導体層333a～335aと第2の半導体層333b～335bとの界面は、微結晶半導体領域367と非晶質半導体領域368との界面における平坦部において、第1のゲート絶縁層309に最も近い領域を延長した領域をいう。

【0106】

第1の半導体層333a～335a及び第2の半導体層333b～335bの厚さの合計、即ち、第1のゲート絶縁層309の界面から、第2の半導体層333b～335bの凸部の先端の距離は、3nm以上80nm以下、好ましくは5nm以上30nm以下とすることで、TFTのオフ電流を低減できる。

【0107】

不純物半導体層355～362は、リンが添加されたアモルファスシリコン、リンが添加された微結晶シリコン等で形成する。なお、薄膜トランジスタとして、pチャネル型薄膜トランジスタを形成する場合は、不純物半導体層355～362は、ボロンが添加された微結晶シリコン、ボロンが添加されたアモルファスシリコン等で形成する。なお、第2の半導体層333b～336bまたは第3の半導体層363～366と、配線346～352、容量配線353とがオーミックコンタクトをする場合は、不純物半導体層355～362を形成しなくともよい。

【0108】

また、不純物半導体層355～362を、リンが添加された微結晶シリコン、またはボロンが添加された微結晶シリコンで形成する場合は、第2の半導体層333b～336bまたは第3の半導体層363～366と、不純物半導体層355～362との間に、微結晶半導体層、代表的には微結晶シリコン層を形成することで、界面の特性を向上させることができる。この結果、不純物半導体層355～362と、第2の半導体層333b～336bまたは第3の半導体層363～366との界面に生じる抵抗を低減することができる。この結果、薄膜トランジスタのソース領域、半導体層、及びドレイン領域を流れる電流量を増加させ、オン電流及び電界効果移動度の増加が可能となる。

【0109】

配線346～352、及び容量配線353は、アルミニウム、銅、チタン、ネオジム、スカンジウム、モリブデン、クロム、タンタル若しくはタングステン等により単層で、または積層して形成することができる。または、ヒロック防止元素が添加されたアルミニウム合金（ゲート電極303～306、容量配線307に用いることができるAl-Nd合金等）により形成してもよい。ドナーとなる不純物元素を添加した結晶性シリコンを用いてもよい。ドナーとなる不純物元素が添加された結晶性シリコンと接する側の層を、チタン、タンタル、モリブデン、タングステンまたはこれらの元素の窒化物により形成し、その上にアルミニウムまたはアルミニウム合金を形成した積層構造としてもよい。更には、アルミニウムまたはアルミニウム合金の上面及び下面を、チタン、タンタル、モリブデン、タングステンまたはこれらの元素の窒化物で挟んだ積層構造としてもよい。

【0110】

第2のゲート絶縁層379は、第1のゲート絶縁層309と同様に形成することができる。

【0111】

バックゲート電極373、374、配線375は、配線346～352、容量配線353と同様に形成することができる。

【0112】

絶縁層381は、無機絶縁層または有機樹脂層を用いて形成することができる。無機絶縁

10

20

30

40

50

層としては、酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）に代表される炭素などを用いることができる。有機樹脂層ならば、例えばアクリル、エポキシ、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルフェノール、ベンゾシクロブテンなどを用いることができる。また、シロキサンポリマーを用いることができる。

【0113】

画素電極383及び配線384は、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、または酸化シリコンを添加したインジウム錫酸化物等を用いて形成することができる。

【0114】

また、画素電極383及び配線384は、透光性を有する導電性高分子（導電性ポリマーともいう。）を含む導電性組成物を用いて形成することができる。配線384及び画素電極383は、シート抵抗が $10000\Omega/\square$ 以下であって、且つ波長550nmにおける透光率が70%以上であることが好ましい。また、導電性組成物に含まれる導電性高分子の抵抗率が $0.1\Omega\cdot\text{cm}$ 以下であることが好ましい。

【0115】

導電性高分子としては、いわゆる π 電子共役系導電性高分子を用いることができる。例えば、ポリアニリン若しくはその誘導体、ポリピロール若しくはその誘導体、ポリチオフェン若しくはその誘導体、またはこれらの2種以上の共重合体等が挙げられる。

【0116】

デュアルゲート型のTFTは、ゲート電極303と、バックゲート電極373の各々の電位を変えることで、しきい値電圧を制御することが可能であるため、論理回路部391において、デプレッション型のTFTまたはエンハンスメント型のTFTの一方をデュアルゲート型のTFT300aとし、デプレッション型のTFTまたはエンハンスメント型のTFTの他方を、図7に示すTFT300bのTFTとすることで、EDMOS回路を形成することができる。

【0117】

また、デュアルゲート型のTFTにすると、キャリアが流れるチャンネルが第1のゲート絶縁層309側の界面近傍と、第2のゲート絶縁層379側の界面近傍の2箇所となるため、キャリアの移動量が増加し、薄膜トランジスタのオン電流を高めることができる。このため、スイッチ部393に形成されるTFTに、オン電流を高めることが可能なデュアルゲート型のTFT300cを形成することで、TFTの面積を小さくすることが可能であり、表示装置の駆動回路の面積を狭くすることができる。

【0118】

次に、本実施の形態に係る表示装置の論理回路部391、スイッチ部393、及び画素部395の一形態（構造2）の断面図について、図10及び図11に示す。

【0119】

図10に示す表示装置の論理回路部391のEDMOS回路を示し、EDMOS回路のデプレッション型のTFT401aとして、チャンネル形成領域に一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層を有するTFTが形成される。また、エンハンスメント型のTFT401bが形成される。なお、図10に示す論理回路部391の断面図C-D、及び図11（A）に示す論理回路部391の断面図C-Eは、図11（B）の上面図のC-D、C-Eそれぞれに対応する。

【0120】

図10に示す表示装置のスイッチ部393において、チャンネル形成領域に一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層が形成されるTFT、ここではドナーとなる不純物元素が添加された第1の半導体層を有するデプレッション型のTFT401cが形成される。

【0121】

TFT401aは、基板301上に、ゲート電極303と、一導電型を付与する不純物元

10

20

30

40

50

素が添加された第1の半導体層427aと、第2の半導体層427bと、第3の半導体層469と、ゲート電極303及び一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層427aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層469に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層459、460と、不純物半導体層459、460に接する配線451、452とを有する。

【0122】

TFT401bは、基板301上に、ゲート電極304と、第1の半導体層454a、第2の半導体層454bと、第3の半導体層470と、ゲート電極304及び第1の半導体層454aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層470に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層461、462と、不純物半導体層461、462に接する配線452、453とを有する。

10

【0123】

また、図11(A)に示すように、TFT401aのゲート電極303と、TFT401a及びTFT401bの配線452とが、画素電極383と同時に絶縁層381上に形成される配線384で接続される。

【0124】

TFT401cは、基板301上に、ゲート電極305と、一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層428a、第2の半導体層428bと、第3の半導体層471と、ゲート電極305及び第1の半導体層428aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層471に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層463、464と、不純物半導体層463、464に接する配線454、455とを有する。

20

【0125】

TFT401dは、基板301上に、ゲート電極306と、第1の半導体層455a、第2の半導体層455bと、第3の半導体層472と、ゲート電極306及び第1の半導体層455aの間に設けられる第1のゲート絶縁層309と、第3の半導体層472に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層465、466と、不純物半導体層463、464に接する配線456、457とを有する。

【0126】

一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層427a、428aは、ここでは、ドナーとなる不純物元素が添加されている。ドナーとなる不純物元素としては、周期表の15族に属する元素であり、代表的には、リン、砒素、アンチモン等がある。ここでは、一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層427aとして、ドナーとなる不純物元素であるリンが添加された微結晶半導体層を形成する。

30

【0127】

第1の半導体層454a～456aは、上記「構造1」で示す第1の半導体層333a～336aと同様に形成することができる。

【0128】

第2の半導体層427b、428b、454b～456bは、上記「構造1」で示す第2の半導体層333b～336bと同様に形成することができる。

40

【0129】

第3の半導体層469～473は、上記「構造1」で示す第3の半導体層363～366と同様に形成することができる。

【0130】

なお、ここでは、図9(A)に示したのと同様に、第2の半導体層427b、428b、454b～456bと、不純物半導体層459～467との間に、第3の半導体層469～473がある構造を示したが、図9(B)に示したのと同様に、第3の半導体層469～473を設けなくともよい。

【0131】

不純物半導体層459～467は、上記「構造1」で示す不純物半導体層355～362

50

と同様に形成することができる。

【0132】

配線451～458は、上記「構造1」で示す配線346～353と同様に形成することができる。

【0133】

なお、図10においては、EDMOS回路のデプレッション型のTFT401aとして、チャンネル形成領域に一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層が形成されるTFTを用いているが、デプレッション型のTFT401aのチャンネル形成領域を、TFT401bの第1の半導体層454aと同様に形成し、エンハンスメント型のTFT401bのチャンネル形成領域に、一導電型を付与する不純物元素、代表的にはアクセプターとなる不純物元素が添加された第1の半導体層を形成してもよい。アクセプターとなる不純物元素としては、周期表の13族に属する元素であり、代表的には、ボロン等がある。

10

【0134】

ここでは、論理回路部391において、デプレッション型のTFTまたはエンハンスメント型のTFTの一方のチャンネル形成領域に、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層を用いることで、EDMOS回路を形成することができる。

【0135】

また、デプレッション型のTFTは、しきい値電圧がマイナスにシフトするため、オン状態における電流を増加させることが可能であるため、スイッチ部393に形成されるTFTに、オン電流を高めることが可能なデプレッション型のTFTを形成することで、TFTの面積を小さくすることが可能であり、表示装置の駆動回路の面積を狭くすることができる。

20

【0136】

次に、本実施の形態にかかる表示装置の論理回路部391、スイッチ部393、及び画素部395の一形態（構造3）の断面図について、図12及び図13を用いて示す。

【0137】

図12に示す表示装置の論理回路部391のEDMOS回路を示し、EDMOS回路のデプレッション型のTFT401aとして、上記「構成2」に示される、チャンネル形成領域に一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層を有するTFT401aが形成される。また、エンハンスメント型のTFT401bとして、上記「構成2」に示されるTFT401bが形成される。なお、図12に示す論理回路部391の断面図C-D、及び図13（A）に示す論理回路部391の断面図C-Eは、図13（B）の上面図のC-D、C-Eそれぞれに対応する。

30

【0138】

図12に示す表示装置のスイッチ部393において、ゲート電極305及びバックゲート電極482を有するデュアルゲート型のTFT403cが形成される。

【0139】

図12に示す表示装置の画素部395の画素におけるスイッチング素子は、TFT401dで形成される。また、TFT401dの配線に接続する画素電極481と、配線458と、第2のゲート絶縁層379とにより容量素子403eが形成される。

40

【0140】

図12に示すTFT401aは、図10に示すTFT401aと比べて、図13（A）に示すように、ゲート電極303と、TFT401a及びTFT401bを接続する配線452とが、第2のゲート絶縁層379上に画素電極481と同時に形成される配線483で接続される点が異なる。

【0141】

TFT403cは、基板301上に、ゲート電極305と、一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層428aと、第2の半導体層428bと、第3の半導体層471と、ゲート電極305及び第1の半導体層428aの間に設けられる第1のゲート

50

絶縁層 309 と、第 3 の半導体層 471 に接するソース領域及びドレイン領域として機能する不純物半導体層 463、464 と、不純物半導体層 463、464 に接する配線 454、455 とを有する。また、第 2 のゲート絶縁層 379 を介して、ゲート電極 305 と対向する領域に、バックゲート電極 482 を有する。バックゲート電極 482 は、画素電極 481 と同時に形成することができる。

【0142】

なお、TF T 403c の代わりに、上記「構造 1」に示すデュアルゲート型の TF T 300c を形成してもよい。

【0143】

TF T 401d に接続する画素電極 481 は、第 2 のゲート絶縁層 379 上に形成される。

10

【0144】

また、容量素子 403e は、配線 458 と、第 2 のゲート絶縁層 379 と、画素電極 481 により形成される。

【0145】

図 12 に示す表示装置は、画素電極 481 と同時に、バックゲート電極 482、ゲート電極 303 及び配線 452 を接続する配線 483 を形成することが可能であるため、フォトマスク数を削減することが可能である。

【0146】

次に、上記「構造 1」乃至「構造 3」に適用可能な EDMOS 回路の一形態の断面図（構造 4）について図 14 に示す。

20

【0147】

図 14（A）に、表示装置の論理回路部 391 の EDMOS 回路を示し、EDMOS 回路のデプレッション型の TF T 480a として、上記「構造 2」及び「構造 3」に示されるような、チャンネル形成領域に一導電性を付与する不純物元素が添加された第 1 の半導体層を有する TF T が形成される。また、エンハンスメント型の TF T 480b として、「構造 1」で示す TF T 300b と同様の構造で形成される。なお、図 14（A）に示す論理回路部 391 の断面図 C-D は、図 14（B）の上面図の C-D に対応する。

【0148】

図 14 に示す EDMOS 回路は、デプレッション型の TF T 480a のゲート電極 486 が、デプレッション型の TF T 480a 及びエンハンスメント型の TF T 480b を接続する配線 485 と、第 1 のゲート絶縁層 309 に形成される開口部において、直接接続する。

30

【0149】

このため、ゲート電極 486 及び配線 485 が直接接続しているため、図 7 乃至図 12 に示す EDMOS 回路と比較して、ゲート電極 486 及び配線 485 の接触抵抗を低下することができる。

【0150】

なお、TF T の電界効果移動度が $5\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ より低い場合には、代表的には $0.5 \sim 3\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ の場合には、「構造 1」乃至「構造 3」に示すように、デプレッション型の TF T 及びエンハンスメント型の TF T を接続し、且つデプレッション型の TF T のゲート電極と接続する配線が、バックゲート電極または画素電極と同時に形成されることで、マスク数を削減することが可能である。一方、TF T の電界効果移動度が $5\text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 以上の場合には、図 14 に示すように、デプレッション型の TF T 及びエンハンスメント型の TF T を接続する配線を、第 1 のゲート絶縁層 309 に形成される開口部において、デプレッション型の TF T のゲート電極と直接接続させることで、接触抵抗の増加を低減できるため、TF T の高速動作を維持できる。

40

【0151】

なお、「構造 1」乃至「構造 4」の EDMOS 回路に示す TF T は、適宜インバータ、シフトレジスタ、バッファ回路、保護回路、ダイオード等にも適用することができる。

50

【0152】

なお、「構造1」乃至「構造4」に示すTFTにおいて、第1のゲート絶縁層及び不純物半導体層の間に、第1の半導体層及び第3の半導体層のみが積層された構造としてもよい。

【0153】

以上に示す表示装置は、駆動回路及び画素部に形成されるTFTが逆スタガ構造のTFTであり、またそれぞれのTFTの極性をnチャネル型またはpチャネル型の一方の極性として形成することが可能であり、さらには駆動回路の一部を基板上に形成するため、表示装置のコストを削減することが可能である。また、電流量を多く必要とするTFTにデュアルゲート型のTFTまたはデプレッション型のTFTを設けることで、TFTの面積を縮小することができるため、表示装置の狭額縁化が可能であり、表示領域を拡大することができる。また、画素部において、オン電流が高く、オフ電流を抑えたTFTを各画素のスイッチング素子として用いるため、コントラストが高く、画質の良好な表示装置となる。

10

【0154】

(実施の形態4)

ここでは、図7に示す表示装置の作製方法について、図15乃至図18を用いて示す。本実施の形態では、n型の薄膜トランジスタの作製方法(方法1)について説明する。

【0155】

図15(A)に示すように、基板301上にゲート電極303~306、容量配線307を形成する。次に、ゲート電極303~306、容量配線307を覆って第1のゲート絶縁層309、第1の半導体層311を形成する。

20

【0156】

基板301としては、実施の形態3に示す基板301を適宜用いることができる。

【0157】

ゲート電極303~306、容量配線307は、実施の形態3に示すゲート電極303~306、容量配線307に示す材料を適宜用いて形成する。ゲート電極303~306、容量配線307は、基板301上に、スパッタリング法または真空蒸着法を用いて上記した材料により導電層を形成し、該導電層上にフォトリソグラフィ法またはインクジェット法等によりマスクを形成し、該マスクを用いて導電層をエッチングして形成することができる。また、銀、金または銅等の導電性ナノペーストをインクジェット法により基板上に吐出し、焼成することで形成することもできる。なお、ゲート電極303~306、容量配線307と、基板301との密着性向上として、上記の金属材料の窒化物層を、基板301と、ゲート電極303~306、容量配線307との間に設けてもよい。ここでは、基板301上に導電層を形成し、フォトリソマスクを用いて形成したレジストマスクによりエッチングする。

30

【0158】

なお、ゲート電極303~306、容量配線307の側面は、テーパ形状とすることが好ましい。後の工程で、ゲート電極303上には、絶縁層、半導体層及び配線層を形成するので、これらに段差箇所において切れを生じさせないためである。ゲート電極303~306、容量配線307の側面をテーパ形状にするためには、レジストマスクを後退させつつエッチングを行えばよい。

40

【0159】

また、ゲート電極303~306を形成する工程によりゲート配線(走査線)及び容量配線も同時に形成することができる。なお、走査線とは画素を選択する配線をいい、容量配線とは画素の保持容量の一方の電極に接続された配線をいう。ただし、これに限定されず、ゲート配線及び容量配線の一方または双方と、ゲート電極303~306とは別に設けてもよい。

【0160】

第1のゲート絶縁層309は、実施の形態3に示す第1のゲート絶縁層309の材料を適

50

宜用いて形成することができる。第1のゲート絶縁層309は、CVD法またはスパッタリング法等を用いて形成することができる。また、第1のゲート絶縁層309は、高周波数（1GHz以上）のマイクロ波プラズマCVD装置を用いて形成してもよい。マイクロ波プラズマCVD装置を用いて第1のゲート絶縁層309を形成すると、ゲート電極と、ドレイン電極及びソース電極との間の耐圧を向上させることができるため、信頼性の高い薄膜トランジスタを得ることができる。また、第1のゲート絶縁層309として、有機シランガスを用いたCVD法により酸化シリコン層を形成することで、第1のゲート絶縁層の水素含有量を低減することが可能であり、薄膜トランジスタのしきい値電圧の変動を低減することができる。有機シランガスとしては、珪酸エチル（TEOS：化学式 $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ ）、テトラメチルシラン（TMS：化学式 $\text{Si}(\text{CH}_3)_4$ ）、テトラメチルシクロテトラシロキサン（TMCTS）、オクタメチルシクロテトラシロキサン（OMCTS）、ヘキサメチルジシラザン（HMDS）、トリエトキシシラン（ $\text{SiH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ ）、トリシジメチルアミノシラン（ $\text{SiH}(\text{N}(\text{CH}_3)_2)_3$ ）等のシリコン含有化合物を用いることができる。

10

【0161】

第1の半導体層311としては、微結晶シリコン、微結晶シリコンゲルマニウム、微結晶ゲルマニウム等を用いて形成する。第1の半導体層311は、1nm以上20nm以下、好ましくは3nm以上10nm以下の厚さで形成する。

【0162】

第1の半導体層311は、プラズマCVD装置の反応室内において、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体と、水素とを混合し、グロー放電プラズマにより形成する。または、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体と、水素と、ヘリウム、ネオン、クリプトン等の希ガスとを混合し、グロー放電プラズマにより形成する。シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体の流量に対して、水素の流量を10～2000倍、好ましくは10～200倍に希釈して、微結晶シリコン、微結晶シリコンゲルマニウム、微結晶ゲルマニウム等を形成する。

20

【0163】

シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体の代表例としては、 SiH_4 、 Si_2H_6 、 GeH_4 、 Ge_2H_6 等がある。

【0164】

なお、第1の半導体層311を形成する前に、CVD装置の処理室内を排気しながら、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体を導入して、処理室内の不純物元素を除去することで、後に形成される薄膜トランジスタの第1のゲート絶縁層309及び第1の半導体層の界面における不純物元素を低減することが可能であり、薄膜トランジスタの電気特性を向上させることができる。

30

【0165】

次に、図15（B）に示すように、第1の半導体層311上に、第2の半導体層313及び第3の半導体層315を形成する。ここでは、第1の半導体層311から部分的に結晶成長する条件で第2の半導体層313及び第3の半導体層315を形成する。なお、プラズマCVD装置の反応室内において、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体と、水素とを混合し、グロー放電プラズマにより形成する。このとき、第1の半導体層311の成膜条件よりも、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体に対する水素の流量を減らす、即ち、結晶成長を低減する条件で成膜することで、第2の半導体層313における結晶成長が抑制され、膜が堆積されるにつれ、微結晶半導体領域を含まない第3の半導体層315を形成することができる。

40

【0166】

または、プラズマCVD装置の反応室内において、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体と、水素と、窒素を含むガスとを混合し、グロー放電プラズマにより第2の半導体層313及び第3の半導体層315を形成する。このとき、第1の半導体層311の成膜条件よりも、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体に対する水素の流量を減ら

50

すと共に、窒素を含むガスを混合することで、第2の半導体層313における結晶成長が抑制され、微結晶半導体領域を含まない第3の半導体層315を形成することができる。

【0167】

また、本実施の形態では、第2の半導体層313の堆積初期においては、第1の半導体層311を種結晶として、全体的に膜が堆積される。この後、部分的に、結晶成長が抑制され、錐状の微結晶半導体領域が成長する（堆積中期）。さらに、錐形の微結晶半導体領域の結晶成長が抑制され、微結晶半導体領域を含まない第3の半導体層315（堆積後期）が形成される。このことから、実施の形態3に示す第1の半導体層は、本実施の形態に示す第1の半導体層311及び第2の半導体層313の堆積初期に形成される膜に相当する。また、実施の形態3に示す第2の半導体層は、本実施の形態に示す第2の半導体層313の堆積中期に形成される錐状の微結晶半導体領域及び非晶質半導体領域に相当する。また、実施の形態3に示す第3の半導体層は、本実施の形態に示す堆積後期に形成される第3の半導体層315に相当する。

10

【0168】

次に、図15（C）に示すように、第3の半導体層315上に、一導電型を付与する不純物が添加された半導体層（以下、不純物半導体層317と示す。）を形成し、不純物半導体層317上に導電層319を形成する。

【0169】

不純物半導体層317は、プラズマCVD装置の反応室内において、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体と、水素と、フォスフィン（水素希釈またはシラン希釈）とを混合し、グロー放電プラズマにより形成する。シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体を水素で希釈して、リンが添加されたアモルファスシリコン、リンが添加された微結晶シリコン、リンが添加されたアモルファスシリコンゲルマニウム、リンが添加された微結晶シリコンゲルマニウム、リンが添加されたアモルファスゲルマニウム、リンが添加された微結晶ゲルマニウム等を形成する。

20

【0170】

導電層319は、実施の形態3に示す配線346～352、容量配線353の材料及び積層構造を適宜用いることができる。導電層319は、CVD法、スパッタリング法または真空蒸着法を用いて形成する。また、導電層319は、銀、金または銅等の導電性ナノペーストを用いてスクリーン印刷法またはインクジェット法等を用いて吐出し、焼成することで形成してもよい。

30

【0171】

次に、図16（A）に示すように、導電層319上に第2のレジストマスク321～324を形成する。

【0172】

レジストマスク321～323は厚さの異なる領域を有する。このようなレジストマスクは、多階調マスクを用いて形成することができる。多階調マスクを用いることで、使用するフォトマスクの枚数が低減され、作製工程数が減少するため好ましい。本実施の形態において、半導体層のパターンを形成する工程と、ソース領域とドレイン領域を分離する工程において、多階調マスクを用いることができる。

40

【0173】

多階調マスクとは、多段階の光量で露光を行うことが可能なマスクであり、代表的には、露光領域、半露光領域及び未露光領域の3段階の光量で露光を行う。多階調マスクを用いることで、一度の露光及び現像工程によって、複数（代表的には二種類）の厚さを有するレジストマスクを形成することができる。そのため、多階調マスクを用いることで、フォトマスクの枚数を削減することができる。

【0174】

図19（A-1）及び図19（B-1）は、代表的な多階調マスクの断面図を示す。図19（A-1）にはグレートーンマスク490を示し、図19（B-1）にはハーフトーンマスク495を示す。

50

【0175】

図19(A-1)に示すグレートンマスク490は、透光性を有する基板491上に遮光膜により形成された遮光部492、及び遮光膜のパターンにより設けられた回折格子部493で構成されている。

【0176】

回折格子部493は、露光に用いる光の解像度限界以下の間隔で設けられたスリット、ドットまたはメッシュ等を有することで、光の透過率を制御する。なお、回折格子部493に設けられるスリット、ドットまたはメッシュは周期的なものであってもよいし、非周期的なものであってもよい。

【0177】

透光性を有する基板491としては、石英等を用いることができる。遮光部492及び回折格子部493を構成する遮光膜は、金属を用いて形成すればよく、好ましくはクロムまたは酸化クロム等により設けられる。

【0178】

グレートンマスク490に露光するための光を照射した場合、図19(A-2)に示すように、遮光部492に重畳する領域における透光率は0%となり、遮光部492または回折格子部493が設けられていない領域における透光率は100%となる。また、回折格子部493における透光率は、概ね10~70%の範囲であり、回折格子のスリット、ドットまたはメッシュの間隔等により調整可能である。

【0179】

図19(B-1)に示すハーフトンマスク495は、透光性を有する基板496上に半透光膜により形成された半透光部497、及び遮光膜により形成された遮光部498で構成されている。

【0180】

半透光部497は、MoSiN、MoSi、MoSiO、MoSiON、CrSi等の膜を用いて形成することができる。遮光部498は、グレートンマスクの遮光膜と同様の金属を用いて形成すればよく、好ましくはクロムまたは酸化クロム等により設けられる。

【0181】

ハーフトンマスク495に露光するための光を照射した場合、図19(B-2)に示すように、遮光部498に重畳する領域における透光率は0%となり、遮光部498または半透光部497が設けられていない領域における透光率は100%となる。また、半透光部497における透光率は、概ね10~70%の範囲であり、形成する材料の種類または形成する膜厚等により、調整可能である。

【0182】

多階調マスクを用いて露光して現像を行うことで、膜厚の異なる領域を有するレジストマスクを形成することができる。

【0183】

次に、レジストマスク321~324を用いて、第1の半導体層311、第2の半導体層313、第3の半導体層315、不純物半導体層317、及び導電層319をエッチングする。この工程により、第1の半導体層311、第2の半導体層313、第3の半導体層315、不純物半導体層317及び導電層319を素子毎に分離し、第1の半導体層333a~336a、第2の半導体層333b~336b、第3の半導体層333c~336c、不純物半導体層329~332、及び導電層325~328を形成する(図16(B)を参照)。

【0184】

次に、レジストマスク321~324を後退させて、分離されたレジストマスク337~344と、後退したレジストマスク345を形成する。レジストマスクの後退には、酸素プラズマによるアッシングを用いればよい。ここでは、ゲート電極上で分離するようにレジストマスク321~323をアッシングすることで、レジストマスク337~344を形成することができる(図16(C)参照)。

10

20

30

40

50

【0185】

次に、レジストマスク337～345を用いて導電層325～328をエッチングし、配線346～352、容量配線353を形成する（図17（A）を参照）。導電層325～328のエッチングは、ウェットエッチングを用いることが好ましい。ウェットエッチングにより、導電層325～328が等方的にエッチングされる。その結果、配線346～352、容量配線353はレジストマスク337～345よりも内側に後退する。配線346～352は、ソース電極及びドレイン電極のみならず信号線としても機能する。ただし、これに限定されず、信号線とソース電極及びドレイン電極とは別に設けてもよい。

【0186】

次に、レジストマスク337～345を用いて、第3の半導体層333c～336c、不純物半導体層329～332のそれぞれ一部をエッチングする。ここでは、ドライエッチングを用いる。本工程までで、バッファ層として機能する第3の半導体層363～366、不純物半導体層355～362が形成される。この後、レジストマスク337～345を除去する（図17（A）参照）。なお、図17（A）の画素部395の断面図は、図20（A）で示す画素部の平面図におけるA－Bの断面図に相当する。

10

【0187】

なお、ここでは、導電層325～328をウェットエッチングした後、レジストマスク337～345を残したまま、第3の半導体層333c～336c、不純物半導体層329～332のそれぞれ一部のそれぞれ一部をドライエッチングしたため、導電層325～328が等方的にエッチングされ、配線346～352、容量配線353の側面と、不純物半導体層355～362の側面は一致せず、配線346～352、容量配線353の側面の外側に、不純物半導体層355～362の側面が形成される形状となる。

20

【0188】

次に、レジストマスク337～345を除去した後、ドライエッチングを行うとよい。ドライエッチングの条件は、露出している第3の半導体層363～366にダメージが入らず、且つ第3の半導体層363～366に対するエッチングレートが低い条件を用いる。つまり、露出している第3の半導体層363～366表面にほとんどダメージを与えず、且つ露出している第3の半導体層363～366の厚さがほとんど減少しない条件を用いる。エッチングガスとしては、 Cl_2 、 CF_4 、または N_2 等を用いる。また、エッチング方法については特に限定はなく、誘導結合型プラズマ（ICP：Inductively Coupled Plasma）方式、容量結合型プラズマ（CCP：Capacitively Coupled Plasma）方式、電子サイクロトン共鳴プラズマ（ECR：Electron Cyclotron Resonance）方式、反応性イオンエッチング（RIE：Reactive Ion Etching）方式等を用いることができる。

30

【0189】

次に、第3の半導体層363～366の表面に水プラズマ、アンモニアプラズマ、窒素プラズマ等を照射してもよい。

【0190】

水プラズマ処理は、反応空間に水蒸気（ H_2O 蒸気）に代表される、水を主成分とするガスを導入し、プラズマを生成して、行うことができる。

40

【0191】

上記したように、不純物半導体層355～362を形成した後に、第3の半導体層363～366にダメージを与えない条件で更なるドライエッチングを行うことで、第3の半導体層363～366上に存在する残渣などの不純物を除去することができる。また、ドライエッチングに続けて水プラズマ処理を行うことで、レジストマスクの残渣を除去することができる。水プラズマ処理を行うことで、ソース領域とドレイン領域との間の絶縁を確実なものにすることができ、完成する薄膜トランジスタのオフ電流を低減し、電気的特性のばらつきを低減することができる。

【0192】

50

以上の工程により、薄膜トランジスタを作製することができる。

【0193】

次に、第2のゲート絶縁層371を形成する。次に、第1のゲート絶縁層309上において、論理回路部391のデュアルゲート型のTF T 300 a、スイッチ部393のデュアルゲート型のTF T 300 c及び画素部395の容量素子を形成する領域において、バックゲート電極373～374、容量配線375を形成する(図17(B)参照)。

【0194】

第2のゲート絶縁層371は、第1のゲート絶縁層309と同様に形成することができる。

【0195】

バックゲート電極373～374、容量配線375は、配線346～352、容量配線353で示す材料及び作製方法を適宜用いることができる。

【0196】

次に、図18(A)に示すように、絶縁層372を形成する。絶縁層372は、実施の形態3に示す絶縁層381を適宜用いて形成することができる。

【0197】

次に、絶縁層372及び第2のゲート絶縁層371の一部をエッチングして、論理回路部391のデュアルゲート型のTF T 300 a及びTF T 300 bを接続する配線347、ゲート電極303、及び画素部395の配線352を露出する開口部を形成する。この開口部は、フォトリソグラフィ法により形成することができる。その後、当該開口部を介して接続されるように、絶縁層372上に、デュアルゲート型のTF T 300 a及びTF T 300 bを接続する配線347と、ゲート電極303とを接続する配線384、画素部395の配線352に接続する画素電極383を形成する(配線347及びゲート電極303の接続は図8(A)を参照。図18(B)参照。)。なお、図18(A)の画素部395の断面図は、図20(B)で示す画素部の平面図におけるA-Bの断面図に相当する。

【0198】

配線384及び画素電極383は、スパッタリング法により、実施の形態3に示す材料を用いた薄膜を形成した後、フォトリソグラフィ工程によって形成したレジストマスクを用いて上記薄膜をエッチングすることで、形成できる。また、透光性を有する導電性高分子を含む導電性組成物を塗布または印刷した後、焼成して形成することができる。なお、図17(A)の画素部395の断面図は、図20(A)で示す画素部の平面図におけるA-Bの断面図に相当する。

【0199】

配線384で、論理回路部391のデュアルゲート型のTF T 300 a及びTF T 300 bを接続する配線347と、ゲート電極303を接続することで、TF T 300 a及びTF T 300 bで構成されるED MOS回路を形成することができる。

【0200】

以上の工程により、図8に示すような表示装置を作製することができる。

【0201】

次に、図10に示す表示装置の作製方法(方法2)について、図21乃至図23を用いて示す。

【0202】

図21(A)に示すように、基板301上にゲート電極303～306、容量配線307を形成する。次に、ゲート電極303～306、容量配線307を覆って第1のゲート絶縁層309、一導電型を付与する不純物元素が添加された第1の半導体層411を形成する。

【0203】

基板301としては、実施の形態3に示す基板301を適宜用いることができる。

【0204】

ゲート電極303～306、容量配線307及び第1のゲート絶縁層309は、上記「方

10

20

30

40

50

法 1」と同様に形成することができる。

【0205】

一導電型を付与する不純物元素が添加された第 1 の半導体層 411 は、第 1 の半導体層 311 にドナーとなる不純物元素またはアクセプターとなる不純物元素を添加して形成する。ドナーとなる不純物元素としては、周期表の 15 族に属する元素であり、代表的には、リン、砒素、アンチモン等がある。また、アクセプターとなる不純物元素としては、周期表の 13 族に属する元素であり、代表的には、ボロン等がある。ここでは、一導電型を付与する不純物元素が添加された第 1 の半導体層 411 として、ドナーとなる不純物元素であるリンが添加された微結晶半導体層を作製する方法を示す。

【0206】

一導電型を付与する不純物元素が添加された第 1 の半導体層 411 の原料ガスに一導電型を付与する不純物元素を含むガスを混合して、半導体層を形成する。代表的には、プラズマ CVD 装置の反応室内において、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体と、水素と、フォスフィンとを混合し、グロー放電プラズマにより形成する。または、シリコンまたはゲルマニウムを含む堆積性気体と、水素と、フォスフィンと、ヘリウム、ネオン、クリプトン等の希ガスとを混合し、グロー放電プラズマにより形成する。一導電型を付与する不純物元素が添加された第 1 の半導体層 411 として、リンを含む微結晶シリコン、リンを含む微結晶シリコンゲルマニウム、リンを含む微結晶ゲルマニウム等を形成する。

【0207】

または、第 1 のゲート絶縁層 309 の表面に一導電型を付与する不純物元素を含むガスを曝した後、微結晶半導体層を形成することで、一導電型を付与する不純物元素を取り込みながら微結晶半導体層が形成される。代表的には、第 1 のゲート絶縁層 309 の表面をフォスフィンに曝すことにより、第 1 のゲート絶縁層 309 表面に、リンを吸着させる。この後、上記「方法 1」に示す第 1 の半導体層 311 と同様の方法により微結晶半導体層を形成することで、リンを含む微結晶シリコン、リンを含む微結晶シリコンゲルマニウム、リンを含む微結晶ゲルマニウム等を形成することができる。

【0208】

または、第 1 のゲート絶縁層 309 上に微結晶半導体層を形成した後、一導電型を付与する不純物元素を含むガス雰囲気中でプラズマを発生させて、微結晶半導体層に一導電型を付与する不純物元素を含むプラズマを曝すことで、一導電型を付与する不純物元素が添加された第 1 の半導体層 411 を形成することができる。代表的には、上記「方法 1」に示す第 1 の半導体層 311 と同様の方法により微結晶半導体層を形成した後、リンプラズマを微結晶半導体層に曝すことで、リンを含む微結晶シリコン、リンを含む微結晶シリコンゲルマニウム、リンを含む微結晶ゲルマニウム等を形成することができる。

【0209】

次に、第 1 の半導体層 411 上に、第 2 の半導体層 413、第 3 の半導体層 415、及び不純物半導体層 417 を形成した後、不純物半導体層 417 上にレジストマスク 419、420 を形成する（図 21（B）参照）。

【0210】

ここでは、上記「方法 1」に示す第 2 の半導体層 313、第 3 の半導体層 315、不純物半導体層 317 と同様の方法により、第 2 の半導体層 413 及び第 3 の半導体層 415、不純物半導体層 417 を形成する。

【0211】

なお、不純物半導体層 417 は、後の第 4 の半導体層 431、第 5 の半導体層 433、第 6 の半導体層 435 及び不純物半導体層 437 のエッチング工程により、膜厚が薄くなるため、膜厚を厚くすることが好ましく、代表的には、30～150 nm 程度の厚さにする。

【0212】

レジストマスク 419、420 は、後の論理回路部 391 の TFT 401a 及びスイッチ部 393 の TFT 401c となる領域に形成する。

10

20

30

40

50

【0213】

次に、レジストマスク419、420を用いて、第1の半導体層411、第2の半導体層413、第3の半導体層415、及び不純物半導体層417をエッチングする。この工程により、第1の半導体層411、第2の半導体層413、第3の半導体層415、及び不純物半導体層417を素子毎に分離し、第1の半導体層427a、428a、第2の半導体層427b、428b、第3の半導体層425、426、及び不純物半導体層423、424を形成する。この後、レジストマスク419、420を除去する（図21（C）を参照）。

【0214】

次に、図22（A）に示すように、第4の半導体層431、第5の半導体層433、第6の半導体層435、及び不純物半導体層437を形成し、不純物半導体層437上にレジストマスク439、440を形成する。

10

【0215】

第4の半導体層431、第5の半導体層433、第6の半導体層435、及び不純物半導体層437は、それぞれ、上記「方法1」に示す第1の半導体層311、第2の半導体層313、第3の半導体層315、及び不純物半導体層317と同様に形成することができる。

【0216】

レジストマスク439、440は、後の論理回路部391のTF T 401b及び画素部395のTF T 401dとなる領域に形成する。

20

【0217】

次に、レジストマスク439、440を用いて、第4の半導体層431、第5の半導体層433、第6の半導体層435、及び不純物半導体層437をエッチングする。この工程により、第4の半導体層431、第5の半導体層433、第6の半導体層435、及び不純物半導体層437を素子毎に分離し、第4の半導体層454a～456a、第5の半導体層454b～456b、第6の半導体層454c～456c、及び不純物半導体層444、446、447を形成する。なお、当該エッチングにおいて、不純物半導体層423、424もエッチングされるため、膜厚が薄くなった不純物半導体層443、445が形成される。これは、第4の半導体層431、第5の半導体層433、第6の半導体層435、及び不純物半導体層437を十分にエッチングして、エッチング残渣を残さないため、第4の半導体層431のエッチングが終わった後も、オーバーエッチングする。この結果、当該オーバーエッチングにおいて、不純物半導体層423、424もエッチングされる（図22（B）を参照）。この後、レジストマスク439、440を除去する。

30

【0218】

次に、図22（C）に示すように、導電層319を形成する。

【0219】

次に、導電層319上にレジストマスクを形成する。次に、レジストマスクを用いて上記「方法1」と同様に、導電層319をエッチングして、配線451～458を形成する。

【0220】

次に、当該レジストマスクを用いて、上記「方法1」と同様に、第3の半導体層469～473、不純物半導体層443～447のそれぞれ一部をエッチングする。本工程までで、バッファ層として機能する第3の半導体層469～473、不純物半導体層459～467が形成される。この後、レジストマスクを除去する。

40

【0221】

レジストマスクを除去した後、ドライエッチングを行うとよい。また、第3の半導体層469～473の表面に水プラズマ、アンモニアプラズマ、窒素プラズマ等を照射してもよい。

【0222】

次に、上記「方法1」と同様に、第2のゲート絶縁層371、絶縁層372を形成する。（図23（A）参照）。

50

【0223】

以上の工程により、薄膜トランジスタを作製することができる。

【0224】

次に、第2のゲート絶縁層371、絶縁層372の一部をエッチングして、論理回路部391のTFT401aの配線452及びゲート電極303、画素部395の配線457を露出する開口部を形成する。この開口部は、フォトリソグラフィ法により形成することができる。その後、当該開口部を介して接続されるように、絶縁層372上に、論理回路部391のTFT401aの配線452及びゲート電極303を接続する配線384、画素部395の配線457に接続する画素電極383を形成する（配線384及びゲート電極303の接続は図11（A）を参照。図23（B）参照。）。

10

【0225】

配線384で、論理回路部391のTFT401aの配線452及びゲート電極303を接続することで、TFT401a及びTFT401bで構成されるEDMOS回路を形成することができる。

【0226】

（実施の形態5）

本実施の形態では、本発明の一形態である表示装置に設けられる保護回路について図面を参照して説明する。実施の形態1の図2における保護回路134～136に用いられる保護回路の具体的な回路構成の例について、図24を参照して説明する。以下の説明ではn型トランジスタを設ける場合についてのみ説明するが、本発明はこれに限定されない。

20

【0227】

図24（A）に示す保護回路は、複数の薄膜トランジスタを用いた保護ダイオード501～504を有する。保護ダイオード501は、直列に接続されたn型薄膜トランジスタ501a及びn型薄膜トランジスタ501bを有している。n型薄膜トランジスタ501aのソース電極及びドレイン電極の一方は、n型薄膜トランジスタ501a及びn型薄膜トランジスタ501bのゲート電極と接続され、且つ電位 V_{ss} に保たれている。n型薄膜トランジスタ501aのソース電極及びドレイン電極の他方は、n型薄膜トランジスタ501bのソース電極及びドレイン電極の一方に接続されている。n型薄膜トランジスタ501bのソース電極及びドレイン電極の他方は保護ダイオード502に接続されている。そして、他の保護ダイオード502～504も保護ダイオード501と同様に、それぞれ直列に接続された複数の薄膜トランジスタを有し、且つ直列に接続された複数の薄膜トランジスタの一端は、複数の薄膜トランジスタのゲート電極と接続されている。

30

【0228】

なお、本発明において、保護ダイオード501～504のそれぞれが有する薄膜トランジスタの数及び極性は、図24（A）に示す構成に限定されない。例えば、保護ダイオード501は、直列に接続された三つの薄膜トランジスタにより構成されていてもよい。

【0229】

そして、保護ダイオード501～504は順に直列に接続されており、且つ保護ダイオード502と保護ダイオード503の間は、配線505に接続されている。なお、配線505は、保護対象となる半導体素子に電氣的に接続されているものである。なお、配線505と接続する配線は、保護ダイオード502と保護ダイオード503との間の配線に限定されない。即ち、配線505は、保護ダイオード501と保護ダイオード502との間に接続されていてもよいし、保護ダイオード503と保護ダイオード504との間に接続されていてもよい。

40

【0230】

保護ダイオード504の一端は電源電位 V_{dd} に保たれている。また、保護ダイオード501～504のそれぞれは、逆方向バイアスの電圧がかかるように接続されている。

【0231】

なお、図24（A）に示す保護回路は、図24（B）に示すように、保護ダイオード501、502を保護ダイオード506に置換え、保護ダイオード503、504を保護ダイ

50

オード 507 に置き換えることも可能である。

【0232】

図 24 (C) に示す保護回路は、保護ダイオード 510、保護ダイオード 511、容量素子 512、容量素子 513 及び抵抗素子 514 を有する。抵抗素子 514 は 2 端子の抵抗であり、その一端には配線 515 から電位 V_{in} が供給され、他端には電位 V_{ss} が供給される。抵抗素子 514 は、電位 V_{in} が供給されなくなったときに配線 515 の電位を V_{ss} にするために設けられており、その抵抗値は配線 515 の配線抵抗よりも十分に大きくなるように設定する。保護ダイオード 510 及び保護ダイオード 511 は、ダイオード接続された n 型薄膜トランジスタを用いている。

【0233】

なお、図 24 (C) に示す保護ダイオードは、更に複数の薄膜トランジスタを直列に接続したものであってもよい。

【0234】

図 24 (D) に示す保護回路は、保護ダイオード 510 及び保護ダイオード 511 を、それぞれ 2 つの n 型薄膜トランジスタで代用したものである。

【0235】

なお、図 24 (C) 及び図 24 (D) に示す保護回路は、保護ダイオードとしてダイオード接続された n 型薄膜トランジスタを用いているが、本実施の形態はこの構成に限定されない。

【0236】

また、図 24 (E) に示す保護回路は、保護ダイオード 520～527 と、抵抗素子 528 と、を有する。抵抗素子 528 は配線 529A と配線 529B の間に直列に接続されている。保護ダイオード 520～527 のそれぞれは、ダイオード接続された n 型薄膜トランジスタを用いている。

【0237】

保護ダイオード 520 と保護ダイオード 521 は直列に接続されており、一端は電位 V_{ss} に保持され、他端は電位 V_{in} の配線 529A に接続されている。保護ダイオード 522 と保護ダイオード 523 は直列に接続されており、一端は電位 V_{dd} に保持され、他端は電位 V_{in} の配線 529A に接続されている。保護ダイオード 524 と保護ダイオード 525 は直列に接続されており、一端は電位 V_{ss} に保持され、他端は電位 V_{out} の配線 529B に接続されている。保護ダイオード 526 と保護ダイオード 527 は直列に接続されており、一端は電位 V_{dd} に保持され、他端は電位 V_{out} の配線 529B に接続されている。

【0238】

また、図 24 (F) に示す保護回路は、抵抗素子 530 と、抵抗素子 531 と、保護ダイオード 532 と、を有する。図 24 (F) では、保護ダイオード 532 としてダイオード接続された n 型薄膜トランジスタを用いているが、本実施の形態はこの構成に限定されない。ダイオード接続された複数の薄膜トランジスタを用いてもよい。抵抗素子 530 と、抵抗素子 531 と、保護ダイオード 532 とは、配線 533 に直列に接続されている。

【0239】

抵抗素子 530 及び抵抗素子 531 によって、配線 533 の電位の急激な変動を緩和し、半導体素子の劣化または破壊を防止することができる。また、保護ダイオード 532 によって、電位の変動により配線 533 に逆方向バイアスの電流が流れることを防止することができる。

【0240】

なお、抵抗素子のみを配線に直列に接続する場合には、配線の電位の急激な変動を緩和し、半導体素子が劣化し、または破壊されることを防止できる。また、保護ダイオードのみを配線に直列に接続する場合、電位の変動により配線に逆方向の電流が流れるのを防ぐことができる。

【0241】

10

20

30

40

50

ここで、図 24 に示す保護回路が動作する場合について考える。このとき、保護ダイオード 501、502、506、511、520、521、524、525 のソース電極及びドレイン電極において、電位 V_{ss} に保持される側がドレイン電極である。また他方はソース電極となる。保護ダイオード 503、504、507、510、522、523、526、527 のソース電極及びドレイン電極において、電位 V_{dd} に保持される側をソース電極とし、他方がドレイン電極となる。また、保護ダイオードを構成する薄膜トランジスタのしきい値電圧を V_{th} と示す。

【0242】

また、保護ダイオード 501、502、506、511、520、521、524、525 は電位 V_{in} が電位 V_{ss} より高いときに逆バイアスの電圧がかかり、電流が流れにくい。一方、保護ダイオード 503、504、507、510、522、523、526、527 は、電位 V_{in} が電位 V_{dd} より低いときに逆方向バイアスの電圧がかかり、電流が流れにくい。

10

【0243】

ここでは、電位 V_{out} が概ね電位 V_{ss} と電位 V_{dd} の間となるように設けられた保護回路の動作について説明する。

【0244】

まず、電位 V_{in} が電位 V_{dd} よりも高い場合を考える。電位 V_{in} が電位 V_{dd} よりも高い場合、保護ダイオード 503、504、507、510、522、523、526、527 のゲート電極とソース電極間の電位差 $V_{gs} = V_{in} - V_{dd} > V_{th}$ のときに、当該 n 型薄膜トランジスタはオンする。ここでは、 V_{in} が異常に高い場合を想定しているため、当該 n 型薄膜トランジスタはオンする。このとき、保護ダイオード 501、502、506、511、520、521、524、525 が有する n 型薄膜トランジスタは、オフする。そうすると、保護ダイオード 503、504、507、510、522、523、526、527 を介して、配線 505、508、515、529A、529B の電位が V_{dd} となる。従って、ノイズ等により電位 V_{in} が電位 V_{dd} よりも異常に高くなったとしても、配線 505、508、515、529A、529B の電位は、電位 V_{dd} よりも高くなることはない。

20

【0245】

一方で、電位 V_{in} が電位 V_{ss} よりも低い場合には、保護ダイオード 501、502、506、511、520、521、524、525 のゲート電極とソース電極間の電位差 $V_{gs} = V_{ss} - V_{in} > V_{th}$ のときに、当該 n 型薄膜トランジスタはオンする。ここでは、 V_{in} が異常に低い場合を想定しているため、n 型薄膜トランジスタはオンする。このとき、保護ダイオード 503、504、507、510、522、523、526、527 が有する n 型薄膜トランジスタはオフする。そうすると、保護ダイオード 501、502、506、511、520、521、524、525 を介して、配線 505、508、515、529A、529B の電位が V_{ss} となる。従って、ノイズ等により、電位 V_{in} が電位 V_{ss} より異常に低くなったとしても、配線 505、508、515、529A、529B の電位は、電位 V_{ss} よりも低くなることはない。さらに、容量素子 512、513 は、入力電位 V_{in} が有するパルス状のノイズを鈍らせ、ノイズによる電位の急峻な変化を緩和する働きをする。

30

40

【0246】

なお、電位 V_{in} が、 $V_{ss} - V_{th}$ から $V_{dd} + V_{th}$ の間の場合には、すべての保護ダイオードが有する n 型薄膜トランジスタがオフとなり、電位 V_{in} が電位 V_{out} として出力される。

【0247】

以上説明したように保護回路を配置することで、配線 505、508、515、529A、529B の電位は、概ね電位 V_{ss} と電位 V_{dd} の間に保たれることになる。従って、配線 505、508、515、529A、529B がこの範囲から大きく外れる電位となることを防止することができる。つまり、配線 505、508、515、529A、52

50

9 Bが異常に高い電位または異常に低い電位となることを防止し、当該保護回路の後段の回路が破壊されまたは劣化することを防止し、後段の回路を保護することができる。

【0248】

さらに、図24(C)に示すように、入力端子に抵抗素子514を有する保護回路を設けることで、信号が入力されていないときに、信号が与えられる全ての配線の電位を、一定（ここでは電位 V_{ss} ）とすることができる。つまり信号が入力されていないときは、配線同士をショートさせることができるショートリングとしての機能も有する。そのため、配線間に生じる電位差に起因する静電破壊を防止することができる。また、抵抗素子514の抵抗値が配線抵抗に対して十分に大きいので、信号の入力時に、配線に与えられる信号が電位 V_{ss} まで降下することを防止することができる。

10

【0249】

ここで、一例として、図24(C)の保護ダイオード510及び保護ダイオード511に閾値電圧 $V_{th} = 0$ のn型薄膜トランジスタを用いた場合について説明する。

【0250】

まず、 $V_{in} > V_{dd}$ の場合には、保護ダイオード510は $V_{gs} = V_{in} - V_{dd} > 0$ となり、オンする。保護ダイオード511はオフする。従って、配線515の電位は V_d となり、 $V_{out} = V_{dd}$ となる。

【0251】

一方で、 $V_{in} < V_{ss}$ の場合には、保護ダイオード510はオフする。保護ダイオード511は $V_{gs} = V_{ss} - V_{in} > 0$ となり、オンする。従って、配線515の電位は V_{ss} となり、 $V_{out} = V_{ss}$ となる。

20

【0252】

このように、 $V_{in} < V_{ss}$ または $V_{dd} < V_{in}$ となる場合であっても、 $V_{ss} < V_{out} < V_{dd}$ の範囲で動作させることができる。従って、 V_{in} が過大な場合または過小な場合であっても、 V_{out} が過大になりまたは過小となることを防止することができる。従って、例えばノイズ等により、電位 V_{in} が電位 V_{ss} より低くなる場合であっても、配線515の電位は、電位 V_{ss} よりも遙かに低くなることはない。さらに、容量素子512及び容量素子513は、入力電位 V_{in} が有するパルス状のノイズを鈍らせ、電位の急峻な変化を緩和する働きをする。

【0253】

30

以上説明したように保護回路を配置することで、配線515の電位は、電位 V_{ss} と電位 V_{dd} の間に概ね保たれることになる。従って、配線515がこの範囲から大きくはずれた電位となることを防止することができ、当該保護回路の後段の回路（入力部が V_{out} に電氣的に接続された回路）を破壊または劣化から保護することができる。さらに、入力端子に保護回路を設けることで、信号が入力されていないときに、信号が与えられる全ての配線の電位を、一定（ここでは電位 V_{ss} ）に保つことができる。つまり、信号が入力されていないときは、配線同士をショートさせることができるショートリングとしての機能も有する。そのため、配線間に生じる電位差に起因する静電破壊を防止することができる。また、抵抗素子514の抵抗値が十分に大きいので、信号の入力時には、配線515に与えられる信号の電位の低下を防止できる。

40

【0254】

なお、本発明に用いられる保護回路は図24に示す構成に限定されるものではなく、同様の働きをする回路構成であれば、適宜設計変更が可能である。

【0255】

また、本発明の保護回路が有する保護ダイオードとしては、ダイオード接続された薄膜トランジスタを用いることができる。保護回路に本発明の薄膜トランジスタを用いることで、保護回路が占める面積を縮小することができ、表示装置の狭額縁化、小型化、高性能化を図ることができる。

【0256】

（実施の形態6）

50

本実施の形態では、本発明の表示装置の端子部について図 2 5 を参照して説明する。

【0257】

図 2 5 (A) 及び図 2 5 (B) は、ゲート配線端子部の断面図及び上面図をそれぞれ示している。図 2 5 (A) は図 2 5 (B) 中の X 1 - X 2 線における断面図に相当する。図 2 5 (A) において、積層されて形成された保護絶縁層 5 4 4 上の透明導電層 5 4 5 は、入力端子として機能する端子電極である。また、図 2 5 (A) において、端子部では、ゲート配線と同じ材料で形成される第 1 の端子 5 4 0 と、ソース配線と同じ材料で形成される接続電極 5 4 3 とがゲート絶縁層 5 4 2 を介して重なり、これらは透明導電層 5 4 5 を介して（少なくとも電氣的に）接続されている。また、ゲート絶縁層 5 4 2 と接続電極 5 4 3 との間には半導体層 5 4 6（真性半導体層と一導電型の不純物元素を含む半導体層）が設けられている。

10

【0258】

図 2 5 (C) 及び図 2 5 (D) は、ソース配線端子部の断面図及び上面図をそれぞれ示している。図 2 5 (C) は図 2 5 (D) 中の Y 1 - Y 2 線における断面図に相当する。図 2 5 (C) において、積層されて形成された保護絶縁層 5 4 4 上の透明導電層 5 4 5 は、入力端子として機能する端子電極である。また、図 2 5 (C) において、端子部では、ゲート配線と同じ材料で形成される電極 5 4 7 が、ソース配線と（少なくとも電氣的に）接続される第 2 の端子 5 4 1 の下方にゲート絶縁層 5 4 2 を介して重なる。電極 5 4 7 は第 2 の端子 5 4 1 と直接または電氣的に接続されておらず、電極 5 4 7 を第 2 の端子 5 4 1 と異なる電位、例えばフローティング、GND、0V 等に設定すれば、ノイズ対策のための容量または静電気対策のための容量を形成することができる。また、第 2 の端子 5 4 1 は、透明導電層 5 4 5 と（少なくとも電氣的に）接続されている。また、ゲート絶縁層 5 4 2 と第 2 の端子 5 4 1 との間には半導体層 5 4 6（真性半導体層と一導電型の不純物元素を含む半導体層）が設けられている。

20

【0259】

ゲート配線、ソース配線、及び容量配線は、画素密度に応じて複数本設けられるものである。また、端子部においては、ゲート配線と同電位の第 1 の端子、ソース配線と同電位の第 2 の端子、容量配線と同電位の第 3 の端子等が複数並べられて配置されている。それぞれの端子は、任意の数で設ければよいものとし、実施者が適宜決定すればよい。

【0260】

本実施の形態にて説明した端子部と FPC 端子部は、異方性導電ペースト等を介して接続されている。これにより、外部からの信号及び電力の供給が可能になる。

30

【0261】

なお、図 2 5 は、ハーフトーンマスクを用いて作製した場合の端子部の図を示したが、本発明は上記実施の形態にて説明したようにこれに限定されない。ハーフトーンマスクを用いずに作製した場合の端子部の図を図 2 6 に示す。

【0262】

図 2 6 (A) 及び図 2 6 (B) は、ハーフトーンマスクを用いずに作製した場合のゲート配線端子部の断面図及び上面図をそれぞれ示している。図 2 6 (A) は図 2 6 (B) 中の X 3 - X 4 線における断面図に相当する。図 2 6 (A) において、保護絶縁層 5 4 4 上の透明導電層 5 4 5 は、入力端子として機能する端子電極である。また、図 2 6 (A) において、端子部では、ゲート配線と同じ材料で形成される第 1 の端子 5 4 0 と、ソース配線と同じ材料で形成される接続電極 5 4 3 とがゲート絶縁層 5 4 2 を介して重なり、これらは透明導電層 5 4 5 を介して（少なくとも電氣的に）接続されている。また、ゲート絶縁層 5 4 2 上に接して接続電極 5 4 3 が設けられており、図 2 6 (A) 及び図 2 6 (B) は、半導体層が設けられていない構成となっている。

40

【0263】

図 2 6 (C) 及び図 2 6 (D) は、ハーフトーンマスクを用いずに作製した場合のソース配線端子部の断面図及び上面図をそれぞれ示している。図 2 6 (C) は、図 2 6 (D) 中の Y 3 - Y 4 線における断面図に相当する。図 2 6 (C) において、保護絶縁層 5 4 4 上

50

の透明導電層 545 は、入力端子として機能する端子電極である。また、図 26 (C) において、端子部では、ゲート配線と同じ材料で形成される電極 547 が、ソース配線と（少なくとも電氣的に）接続される第 2 の端子 541 の下方にゲート絶縁層 542 を介して重なる。電極 547 は第 2 の端子 541 と接続されておらず、電極 547 を第 2 の端子 541 と異なる電位、例えばフローティング、GND、0V 等に設定すれば、ノイズ対策のための容量または静電気対策のための容量を形成することができる。また、第 2 の端子 541 は、透明導電層 545 と接続されている。また、ゲート絶縁層 542 上に接して第 2 の端子 541 が設けられており、図 26 (C) 及び図 26 (D) は、半導体層が設けられていない構成となっている。すなわち、図 26 に示す端子部は、半導体層を有さない構成となっている。

10

【0264】

（実施の形態 7）

次に、上記実施の形態にて説明した液晶表示装置及び発光表示装置に搭載する表示パネルまたは発光パネルの一形態について、図面（断面図）を参照して説明する。

【0265】

本発明の一態様である液晶表示装置及び発光装置の外観について、図 27 及び図 28 を参照して説明する。図 27 (A) は、第 1 の基板 601 上に形成された微結晶半導体層を有する薄膜トランジスタ 610 及び液晶素子 613 を、第 2 の基板 606 との間にシール材 605 によって封止した、液晶表示パネルの上面図を示す。図 27 (B) は、図 27 (A) の K-L における断面図に相当する。

20

【0266】

液晶表示装置は、各画素に液晶素子を有する。液晶素子とは、液晶の光学的変調作用によって光の透過または非透過を制御する素子であり、一对の電極、及び液晶により構成される。なお、液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界（横方向の電界、縦方向の電界または斜め方向の電界を含む）によって制御される。なお、液晶素子とその駆動モードとしては、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、ライオトロピック液晶（リオトロピック液晶ともいう）、低分子液晶、高分子液晶、強誘電液晶、反強誘電液晶、主鎖型液晶、側鎖型高分子液晶、プラズマアドレス液晶（PALC）、バナナ型液晶、TN（Twisted Nematic）モード、STN（Super Twisted Nematic）モード、IPS（In-Plane-Switching）モード、FFS（Fringe Field Switching）モード、MVA（Multi-domain Vertical Alignment）モード、PVA（Patterned Vertical Alignment）、ASV（Advanced Super View）モード、ASM（Axially Symmetric aligned Micro-cell）モード、OCB（Optical 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、ゲストホストモード等を用いることができる。ただし、これに限定されず、液晶素子として様々なものを用いることができる。

30

40

【0267】

液晶層は、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いて形成してもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は、狭い温度範囲でしか発現しないため、温度範囲を改善するために、5重量%以上のカイラル剤を混合させた液晶組成物を用いて液晶層に適用する。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が $10\mu\text{s} \sim 100\mu\text{s}$ と短く、光学的に等方性であるため配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。

50

【0268】

第1の基板601上に設けられた画素部602及び走査線駆動回路604を囲んで、シール材605が設けられている。また、画素部602及び走査線駆動回路604の上に第2の基板606が設けられている。よって、画素部602及び走査線駆動回路604は、第1の基板601とシール材605と第2の基板606とによって、液晶層608と共に封止されている。また、第1の基板601上のシール材605によって囲まれている領域内には信号線駆動回路603も設けられている。なお、信号線駆動回路603は、別途用意された基板上に多結晶半導体層を有する薄膜トランジスタにより設けられたものであってもよい。なお、単結晶半導体を用いたトランジスタで信号線駆動回路を形成し、貼り合わせてもよい。

10

【0269】

第1の基板601上に設けられた画素部602は、複数の薄膜トランジスタを有しており、図27(B)には、画素部602に含まれる薄膜トランジスタ610を例示している。また、走査線駆動回路604も、複数の薄膜トランジスタを有しており、図27(B)では、信号線駆動回路603に含まれる薄膜トランジスタ609を例示している。薄膜トランジスタ610は微結晶半導体層を用いた薄膜トランジスタに相当する。

【0270】

また、液晶素子613が有する画素電極612は、薄膜トランジスタ610と配線618を介して電氣的に接続されている。さらに、配線618は引き回し配線614と電氣的に接続されている。そして、液晶素子613の対向電極617は第2の基板606上に設けられている。画素電極612と対向電極617と液晶層608が重なっている部分が、液晶素子613に相当する。

20

【0271】

なお、第1の基板601及び第2の基板606の材料としては、ガラス、金属（代表的にはステンレス）、セラミックスまたはプラスチック等を用いることができる。プラスチックとしては、FRP(Fiber glass-Reinforced Plastics)板、PVF(ポリビニルフルオライド)フィルム、ポリエステルフィルム、またはアクリル樹脂フィルム等を用いることができる。また、アルミニウムホイルをPVFフィルムやポリエステルフィルムで挟んだ構造のシートを用いてもよい。

【0272】

また、スペーサ611はビーズスペーサであり、画素電極612と対向電極617との間の距離(セルギャップ)を一定に制御するために設けられている。なお、スペーサ611のビーズスペーサに代えて、絶縁層を選択的にエッチングすることで得られるスペーサ(ポストスペーサ)を用いてもよい。

30

【0273】

また、信号線駆動回路603と、走査線駆動回路604及び画素部602に与えられる各種の信号(電位)は、FPC607(Flexible Printed Circuit)から引き回し配線614を介して供給される。

【0274】

本実施の形態では、接続端子616が、液晶素子613が有する画素電極612と同じ導電層から形成されている。また、引き回し配線614は、配線618と同じ導電層で形成されている。

40

【0275】

接続端子616とFPC607が有する端子は、異方性導電層619を介して電氣的に接続されている。

【0276】

なお、図示していないが、本実施の形態に示した液晶表示装置は配向膜及び偏光板を有し、更にカラーフィルタや遮光層等を有していてもよい。

【0277】

また、発光素子の射出面に偏光板、円偏光板(楕円偏光板を含む)、位相差板($\lambda/4$ 板

50

、 $\lambda/2$ 板)またはカラーフィルタ等の光学フィルムを適宜設けてもよい。また、偏光板または円偏光板に反射防止層を設けてもよい。

【0278】

図28は、本発明の一態様である発光装置の一例を示す。図28は、図27と異なる部分についてのみ符号を付している。発光装置としては、エレクトロルミネッセンスを利用する発光素子を用いる。エレクトロルミネッセンスを利用する発光素子は、発光材料が有機化合物であるか、無機化合物であるかによって区別され、一般に、前者は有機EL素子、後者は無機EL素子と呼ばれている。

【0279】

有機EL素子は、発光素子に電圧を印加することにより、キャリア（電子及び正孔）が一对の電極からそれぞれ発光性の有機化合物を含む層に注入され、電流が流れる。そして、それらのキャリア（電子及び正孔）が再結合することにより、発光性の有機化合物が励起状態を形成し、そのキャリアが励起状態から基底状態に戻る際に発光する。このような発光素子は、そのメカニズムから、電流励起型の発光素子と呼ばれる。

【0280】

無機EL素子は、その素子構成により、分散型無機EL素子と薄膜型無機EL素子とに分類される。分散型無機EL素子は、発光材料の粒子をバインダ中に分散させた発光層を有し、発光メカニズムはドナー準位とアクセプター準位を利用するドナー-アクセプター再結合型発光である。薄膜型無機EL素子は、発光層を誘電体層で挟み込み、さらにそれを一对の電極で挟んだ構造であり、発光メカニズムは金属イオンの内殻電子遷移を利用する局在型発光である。

【0281】

なお、ここでは、発光素子として有機EL素子を用いて説明する。また、発光素子の駆動を制御する薄膜トランジスタとして、上記の実施の形態にて説明した作製方法を適用した薄膜トランジスタを用いて説明する。

【0282】

まず、基板上に薄膜トランジスタ621、622を形成する。薄膜トランジスタ621、622上には保護層として機能する絶縁層を形成する。該絶縁層は、無機材料により形成される絶縁層623と有機材料により形成される絶縁層624を積層して形成するとよく、有機材料により形成される絶縁層により上面を平坦化するとよい。ここで、無機材料としては、例えば酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコン等を用いるとよい。有機材料としては、アクリル、ポリイミド若しくはポリアミド等の有機樹脂またはシロキサンを用いるとよい。

【0283】

有機材料により形成される絶縁層624上には、導電層を設ける。この導電層を第1の導電層625とする。第1の導電層は、画素電極として機能する。画素の薄膜トランジスタがn型薄膜トランジスタの場合には、画素電極として陰極を形成することが好ましいが、p型薄膜トランジスタの場合には、陽極を形成することが好ましい。画素電極として陰極を形成する場合には、仕事関数が小さい材料、例えば、Ca、Al、MgAg、AlLi等を用いればよい。

【0284】

次に、第1の導電層625の側面（端部）及び有機材料により形成される絶縁層624上に隔壁626を形成する。隔壁626は開口部を有し、該開口部において第1の導電層625が露出されている。該隔壁626は、有機樹脂層、無機絶縁層または有機ポリシロキサンを用いて形成する。特に好ましくは、感光性の材料を用いて隔壁を形成し、第1の導電層625上の隔壁626を露光して開口部を形成することで、その開口部の側壁が連続した曲率を持って形成される傾斜面となるように形成することが好ましい。

【0285】

次に、隔壁626の開口部において第1の導電層625と接するように、発光層627を形成する。発光層627は、単一の層で構成されていても、複数の層が積層されて構成さ

10

20

30

40

50

れていてもよい。

【0286】

そして、発光層627を覆うように、第2の導電層628を形成する。第2の導電層628は共通電極と呼ばれる。陰極材料により第1の導電層625を形成する場合には、陽極材料により第2の導電層628を形成する。第2の導電層628は、透光性を有する導電性材料を用いた透光性導電層で形成することができる。第2の導電層628として、窒化チタン層またはチタン層を用いてもよい。ここでは、第2の導電層628としてインジウム錫酸化物（ITO）を用いる。隔壁の開口部において、第1の導電層625と発光層627と第2の導電層628が重なり合うことで、発光素子630が形成される。この後、発光素子630に酸素、水素、水分または二酸化炭素等が侵入しないように、隔壁626及び第2の導電層627上に保護層を形成することが好ましい。保護層としては、窒化シリコン層、窒化酸化シリコン層及びDLC層等を用いることができる。更に好ましくは、外気に曝されないように気密性が高く、脱ガスの少ない保護フィルム（紫外線硬化樹脂フィルム等）またはカバー材により更なるパッケージング（封入）をする。

10

【0287】

発光素子630は、発光を取り出すために、少なくとも陽極または陰極の一方が透明であればよい。そして、基板上に薄膜トランジスタ621、622及び発光素子630を形成し、基板とは逆側の面から発光を取り出す上面射出構造、基板側の面から発光を取り出す下面射出構造、及び基板側及び基板とは反対側の面の双方から発光を取り出す両面射出構造の発光素子がある。本発明の一態様である発光装置では、上記の射出構造のいずれも適用することができる。

20

【0288】

なお、上面射出構造の発光素子630では、陰極上に発光層及び陽極が順に積層されている。陰極は仕事関数が小さく、且つ光を反射する導電性材料（例えば、Ca、Al、Mg、Ag、AlLi等）により形成すればよい。そして、発光層は複数の層で構成されている場合には、例えば、陰極上に、電子注入層、電子輸送層、発光層、ホール輸送層またはホール注入層の順に積層して形成する。なお、これらの層を全て設ける必要はない。陽極は光を透過する透光性の導電性材料を用いて形成し、例えば、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物（ITO）、インジウム亜鉛酸化物または酸化シリコンを添加したインジウム錫酸化物等の透光性を有する導電層を用いてもよい。発光層から発生される光は、陽極側に射出される。

30

【0289】

下面射出構造の発光素子630では、陰極上に発光層及び陽極が順に積層されている。なお、陽極が透光性を有する場合、陽極を覆うように光を反射または遮蔽するための遮光層が設けられているとよい。陰極は、上面射出構造の場合と同様に、仕事関数が小さい材料により形成された導電層であればよく、公知の材料を用いればよい。ただし、その厚さは光を透過する程度（好ましくは、5nm以上30nm以下程度）とする。例えば、20nmの厚さを有するアルミニウムを、陰極として用いることができる。そして、発光層は、上面射出構造の場合と同様に、単一の層で構成されていても、複数の層が積層されて構成されていてもよい。陽極は光を透過する必要はないが、上面射出構造の場合と同様に、透光性の導電性材料を用いて形成することもできる。そして、遮光層は、例えば、光を反射する金属層等または黒の顔料を添加した樹脂等を用いてもよい。発光層から発生される光は、陰極側に射出される。

40

【0290】

なお、発光素子630が有する画素電極は、薄膜トランジスタ622のソース電極またはドレイン電極と、配線を介して電氣的に接続されている。そして、本実施の形態では、発光素子630の共通電極と透光性を有する導電性の材料層が電氣的に接続されている。

【0291】

また、発光素子630の構成は、本実施の形態に示した構成に限定されない。発光素子6

50

30の構成は、発光素子630から取り出す光の方向や、薄膜トランジスタ622の極性等に合わせて、適宜変更することができる。

【0292】

なお、発光素子630が上面射出構造の場合、発光素子630からの光の取り出し方向に位置する基板である第2の基板は透光性の基板でなければならない。その場合には、ガラス板、プラスチック板、ポリエステルフィルムまたはアクリルフィルム等の透光性を有する材料からなる基板を用いる。

【0293】

また2つの基板間に配される充填材631としては、窒素やアルゴン等の不活性な気体、紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂等を用いることができ、PVC（ポリビニルクロライド）、アクリル、ポリイミド、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）またはEVA（エチレンビニルアセテート）等を用いることができる。ここでは、例えば窒素を用いるとよい。

10

【0294】

なお、本実施の形態では、発光素子630の駆動を制御する薄膜トランジスタ622（駆動用トランジスタ）と発光素子とが直接的に接続されている例を示したが、駆動用薄膜トランジスタと発光素子との間に電流制御用薄膜トランジスタが接続されていてもよい。

【0295】

なお、本実施の形態で説明した発光装置は、図示した構成に限定されるものではなく、技術的思想に基づいた各種の変形が可能である。

20

【0296】

本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と組み合わせて実施することができる。

【0297】

（実施の形態8）

本発明に係る薄膜トランジスタを有する半導体装置は、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）、コンピュータ用のモニタ、電子ペーパー、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、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、パチンコ機等の大型ゲーム機等が挙げられる。

30

【0298】

本発明に係る薄膜トランジスタを有する半導体装置は、電子ペーパーに適用することができる。電子ペーパーは、情報を表示するものであればあらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。例えば、電子ペーパーを用いて、電子書籍（電子ブック）、ポスター、電車等の乗り物の車内広告、クレジットカード等の各種カードにおける表示等に適用することができる。電子機器の一例を図29に示す。

【0299】

図29（A）は、電子書籍の一例を示している。図29（A）に示す電子書籍は、筐体700及び筐体701の2つの筐体で構成されている。筐体700及び筐体701は、蝶番704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、紙の書籍のような動作を行うことが可能となる。

40

【0300】

筐体700には表示部702が組み込まれ、筐体701には表示部703が組み込まれている。表示部702及び表示部703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することで、例えば右側の表示部（図29（A）では表示部702）に文章を表示し、左側の表示部（図29（A）では表示部703）に画像を表示することができる。

【0301】

また、図29（A）では、筐体700に操作部等を備えた例を示している。例えば、筐体700は、電源入力端子705、操作キー706、スピーカ707等を備えている。操作

50

キー７０６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２９（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。

【０３０２】

また、図２９（Ａ）に示す電子書籍は、無線で情報を送受信できる構成を備えていてもよい。無線通信により、電子書籍サーバから所望の書籍データ等を購入し、ダウンロードする構成とすることもできる。

【０３０３】

図２９（Ｂ）は、デジタルフォトフレームの一例を示している。例えば、図２９（Ｂ）に示すデジタルフォトフレームは、筐体７１１に表示部７１２が組み込まれている。表示部７１２は、各種画像を表示することが可能であり、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。

【０３０４】

なお、図２９（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に取り込み、取り込んだ画像データを表示部７１２に表示させることができる。

【０３０５】

また、図２９（Ｂ）に示すデジタルフォトフレームは、無線で情報を送受信出来る構成としてもよい。無線により、所望の画像データを取り込み、表示させる構成とすることもできる。

【０３０６】

図２９（Ｃ）は、テレビジョン装置の一例を示している。図２９（Ｃ）に示すテレビジョン装置は、筐体７２１に表示部７２２が組み込まれている。表示部７２２により、映像を表示することが可能である。また、ここでは、スタンド７２３により筐体７２１を支持した構成を示している。表示部７２２は、実施の形態７に示した表示装置を適用することができる。

【０３０７】

図２９（Ｃ）に示すテレビジョン装置の操作は、筐体７２１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、表示部７２２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。

【０３０８】

なお、図２９（Ｃ）に示すテレビジョン装置は、受信機やモデム等を備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、片方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士等）の情報通信を行うことも可能である。

【０３０９】

図２９（Ｄ）は、携帯電話機の一例を示している。図２９（Ｄ）に示す携帯電話機は、筐体７３１に組み込まれた表示部７３２の他、操作ボタン７３３、操作ボタン７３７、外部接続ポート７３４、スピーカ７３５、及びマイク７３６等を備えている。

【０３１０】

図２９（Ｄ）に示す携帯電話機は、表示部７３２がタッチパネルになっており、指等の接触により、表示部７３２の表示内容を操作することができる。また、電話の発信、或いは

10

20

30

40

50

メールの作成等は、表示部 7 3 2 を指等で接触することにより行うことができる。

【0 3 1 1】

表示部 7 3 2 の画面は主として 3 つのモードがある。第 1 は、画像の表示を主とする表示モードであり、第 2 は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第 3 は表示モードと入力モードの 2 つのモードが混合した表示＋入力モードである。

【0 3 1 2】

例えば、電話の発信、或いはメールを作成する場合には、表示部 7 3 2 を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合には、表示部 7 3 2 の画面の大部分を使用してキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。

10

【0 3 1 3】

また、図 2 9 (D) に示す携帯電話機の内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを備えた検出装置を設けることで、携帯電話機の向き（縦または横）を判別して、表示部 7 3 2 の表示情報を自動的に切り替える構成とすることもできる。

【0 3 1 4】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7 3 2 への接触、または筐体 7 3 1 の操作ボタン 7 3 7 の操作により行われる。また、表示部 7 3 2 に表示される画像の種類によって切り替える構成とすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替えることができる。

【0 3 1 5】

また、入力モードにおいて、表示部 7 3 2 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7 3 2 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

20

【0 3 1 6】

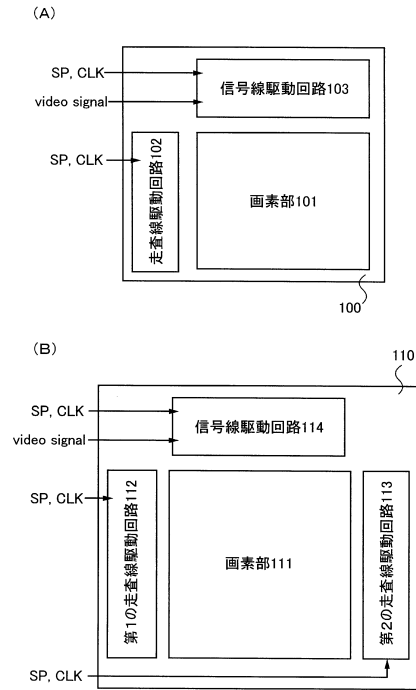
表示部 7 3 2 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7 3 2 を掌や指で触れ、掌紋及び指紋等をイメージセンサで撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈等を撮像することもできる。

【0 3 1 7】

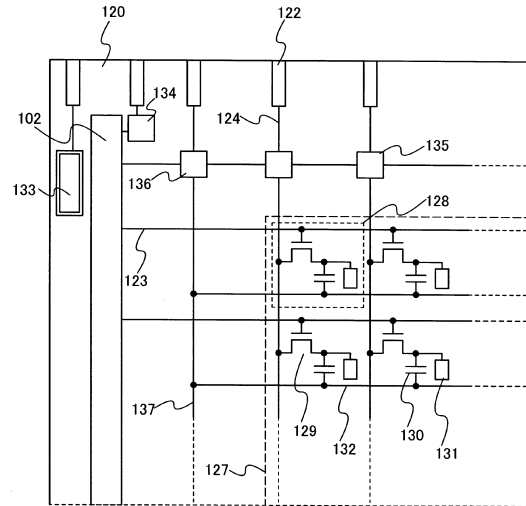
本実施の形態は、他の実施の形態に記載した構成と適宜組み合わせることで実施することが可能である。

30

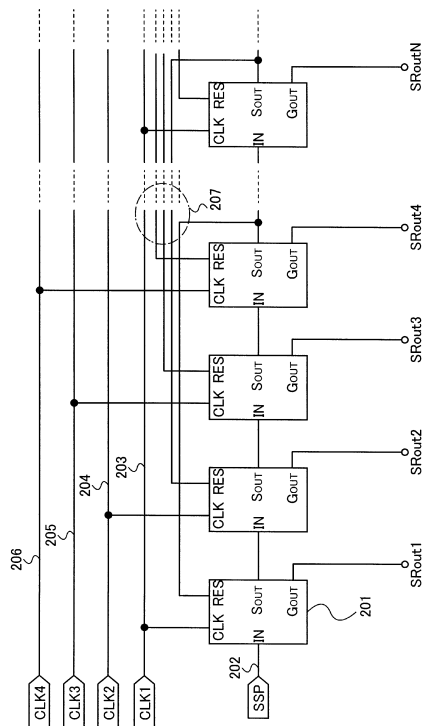
【図 1】



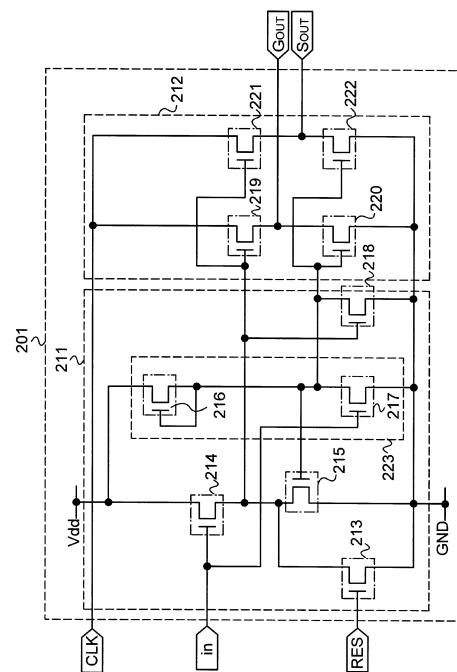
【図 2】



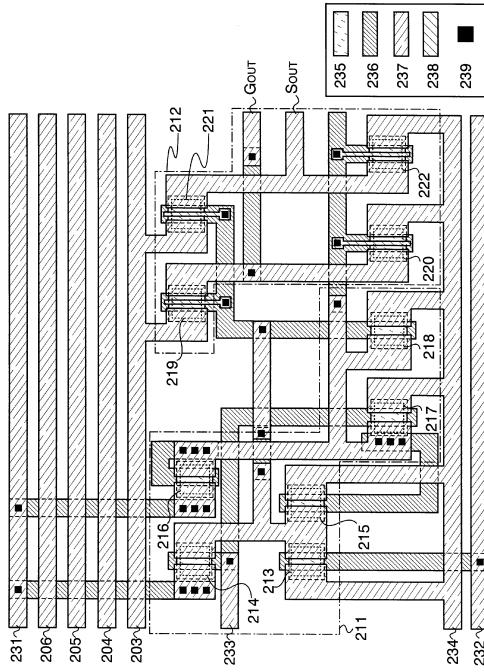
【図 3】



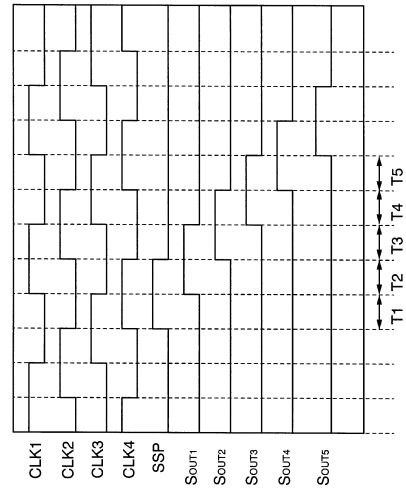
【図 4】



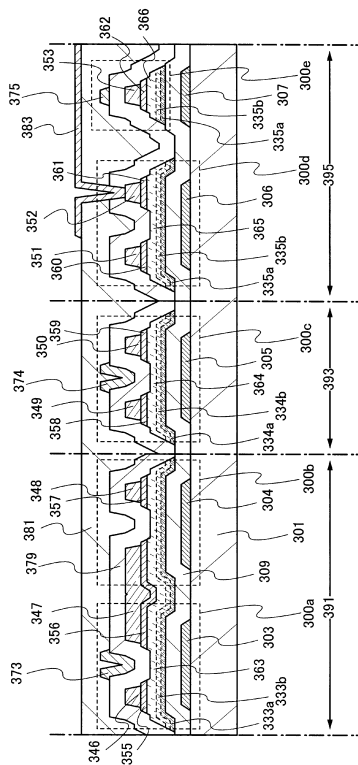
【図 5】



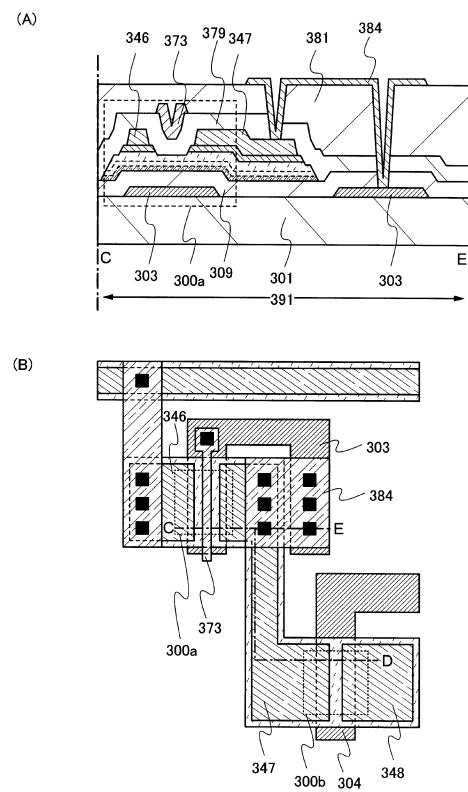
【図 6】



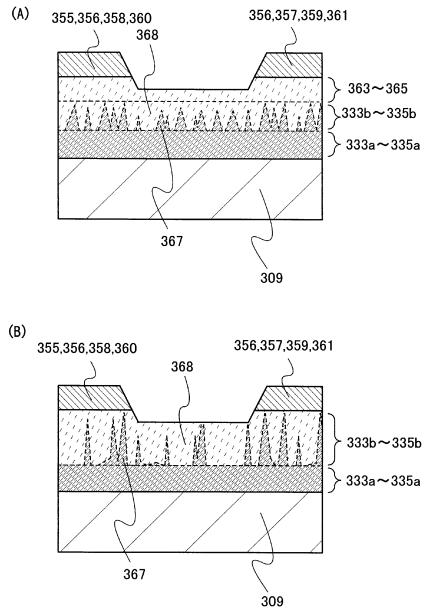
【図 7】



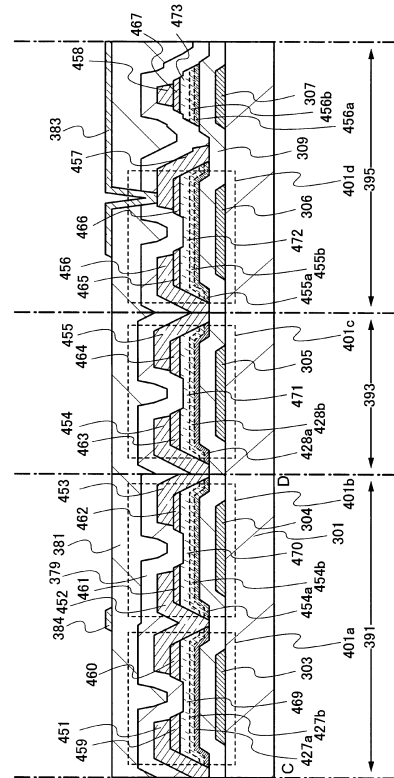
【図 8】



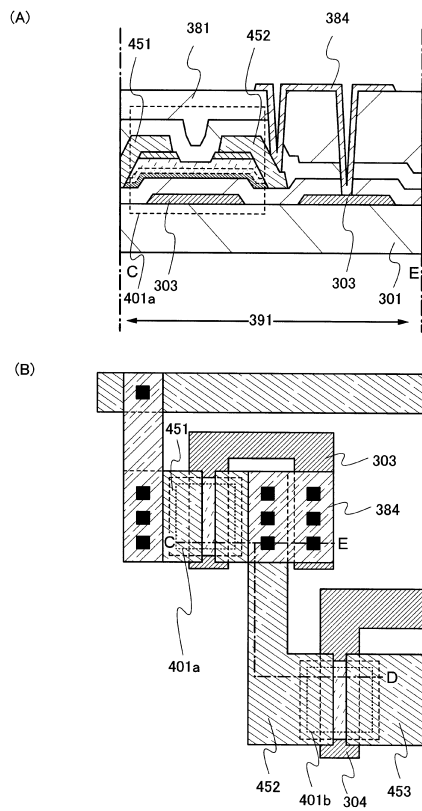
【図 9】



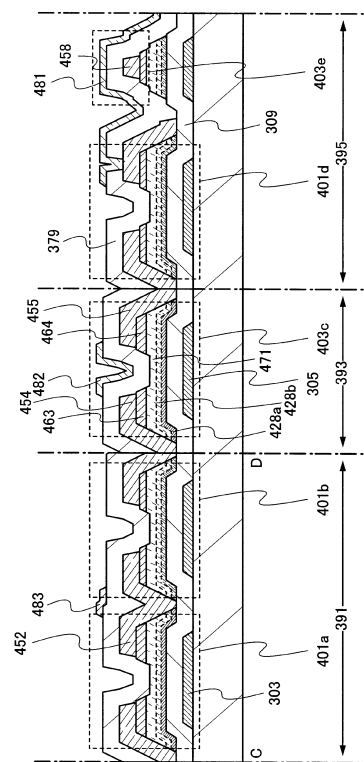
【図 10】



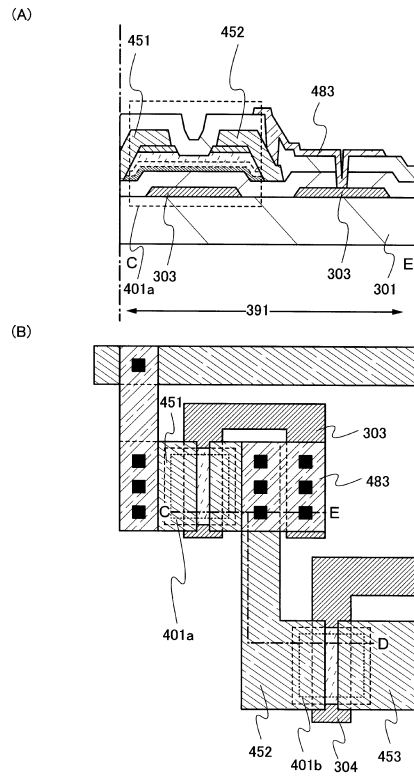
【図 11】



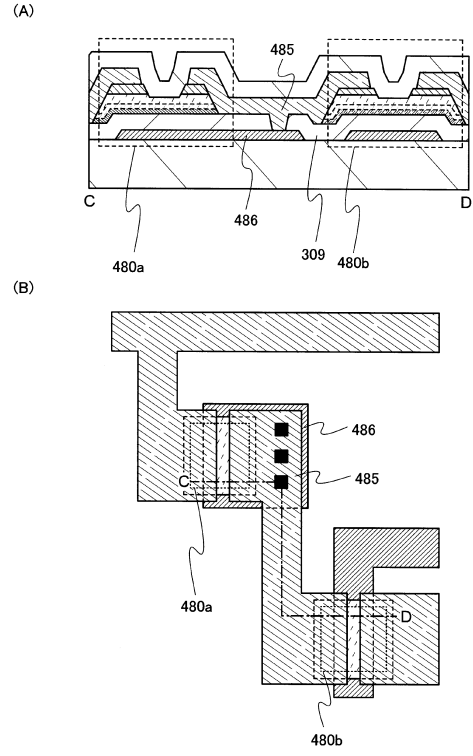
【図 12】



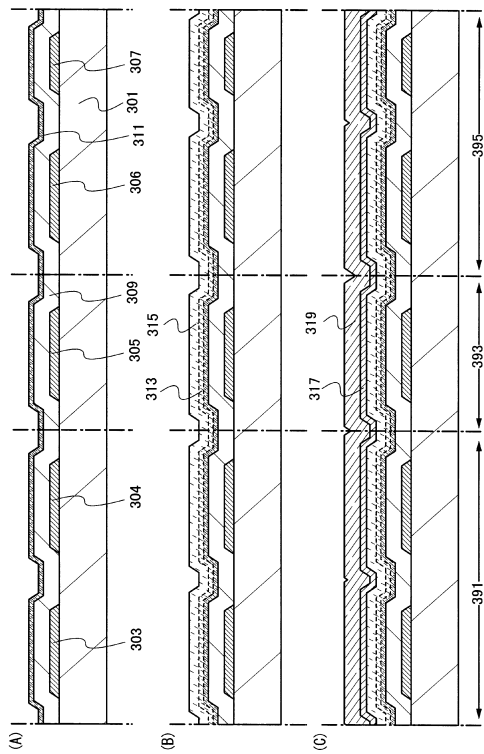
【図 13】



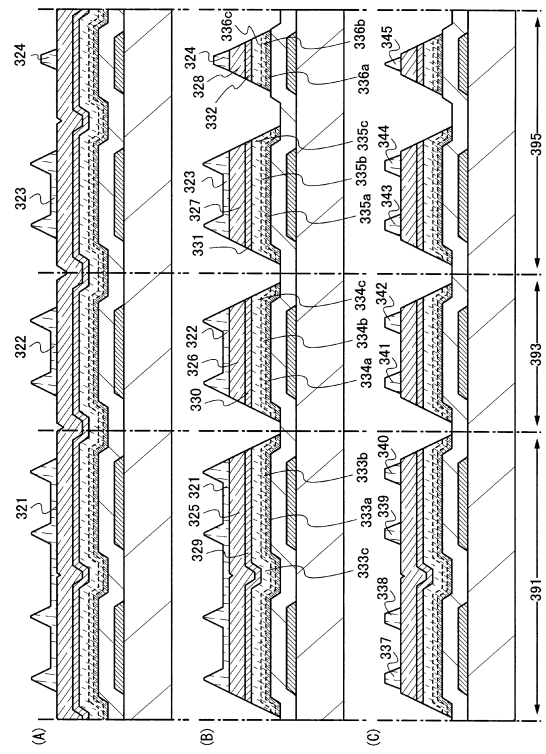
【図 14】



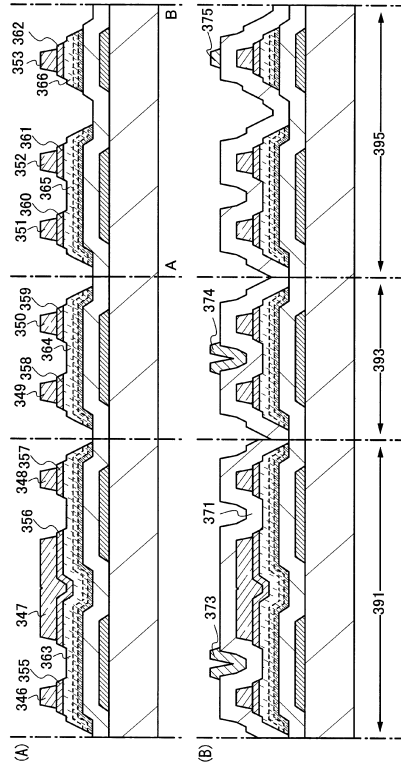
【図 15】



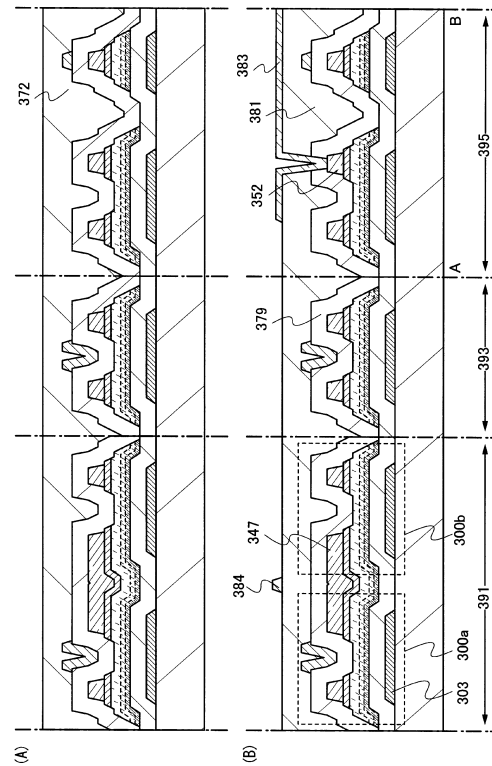
【図 16】



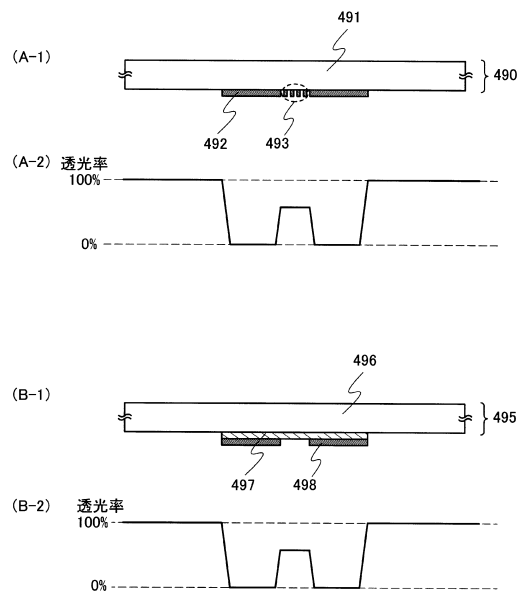
【図 17】



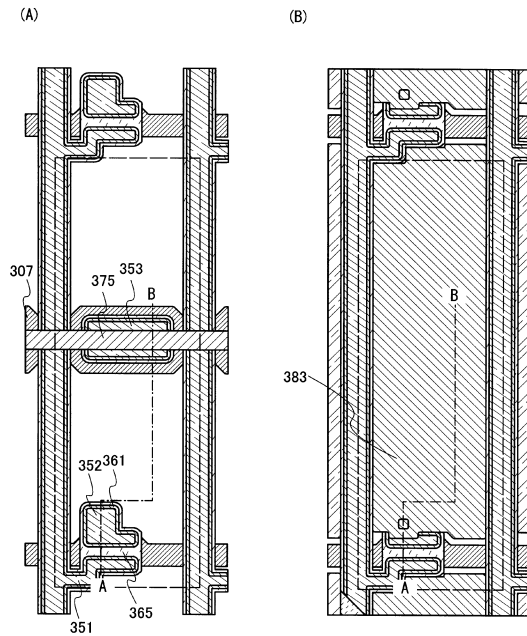
【図 18】



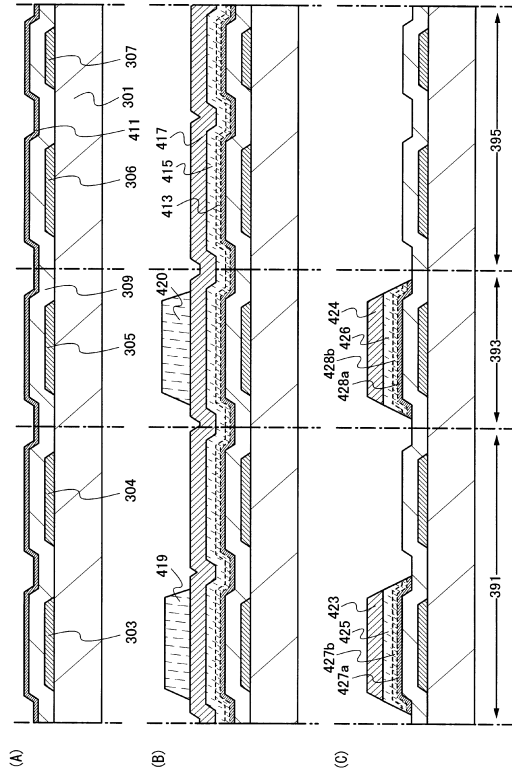
【図 19】



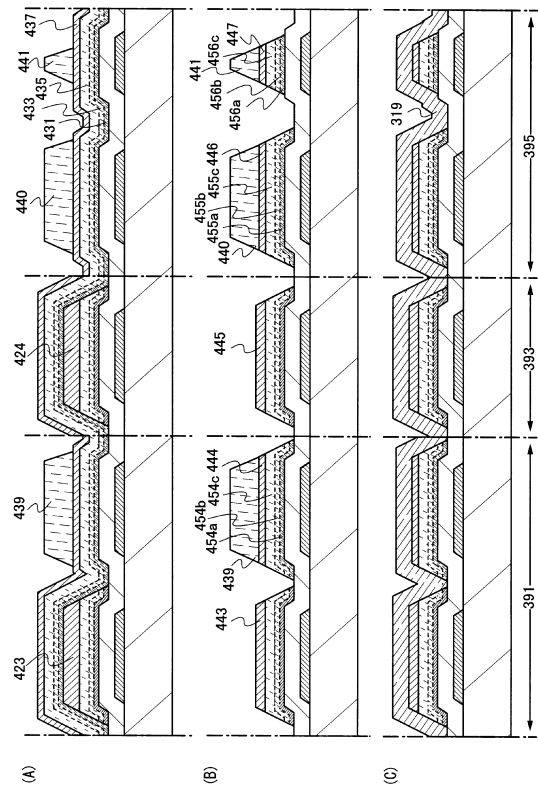
【図 20】



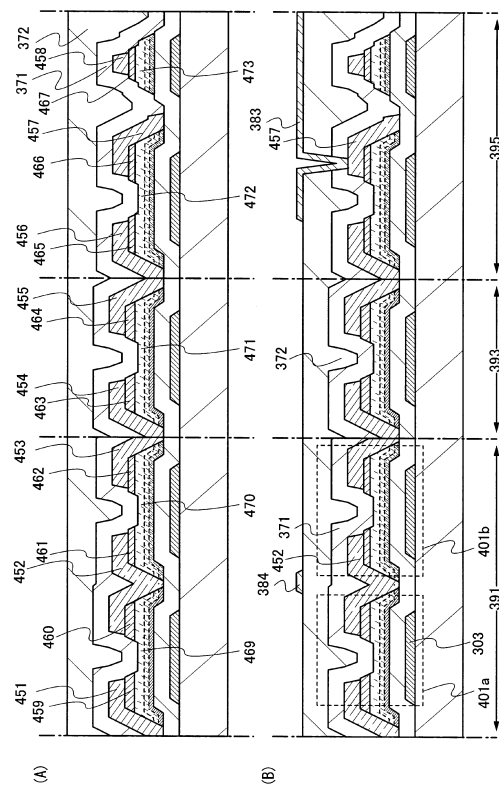
【図 2 1】



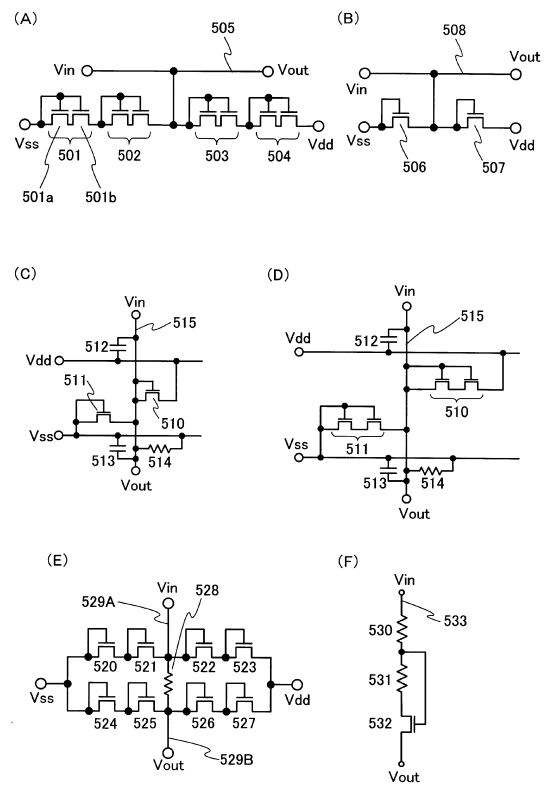
【図 2 2】



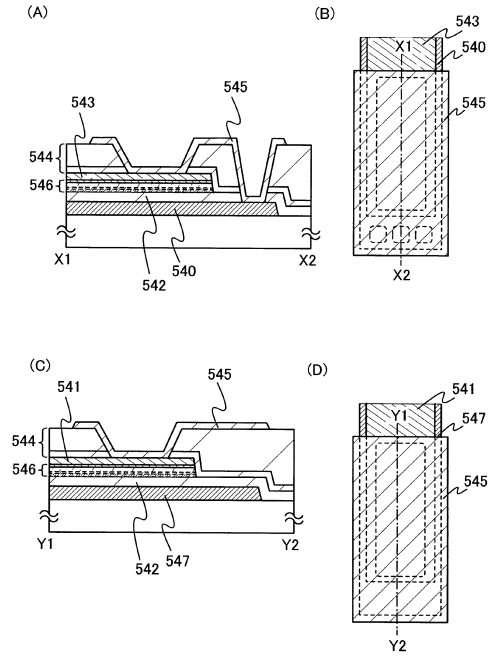
【図 2 3】



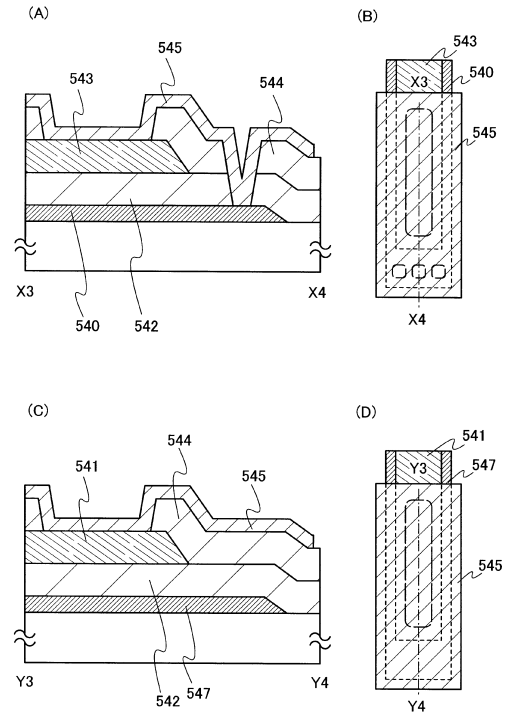
【図 2 4】



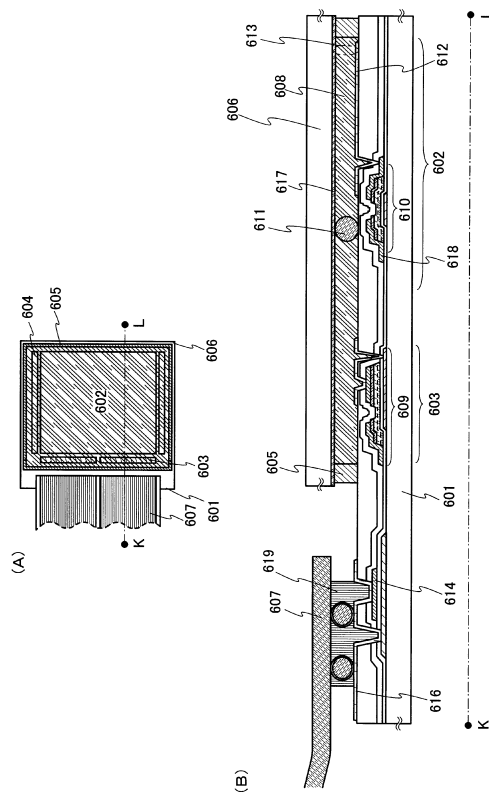
【図 25】



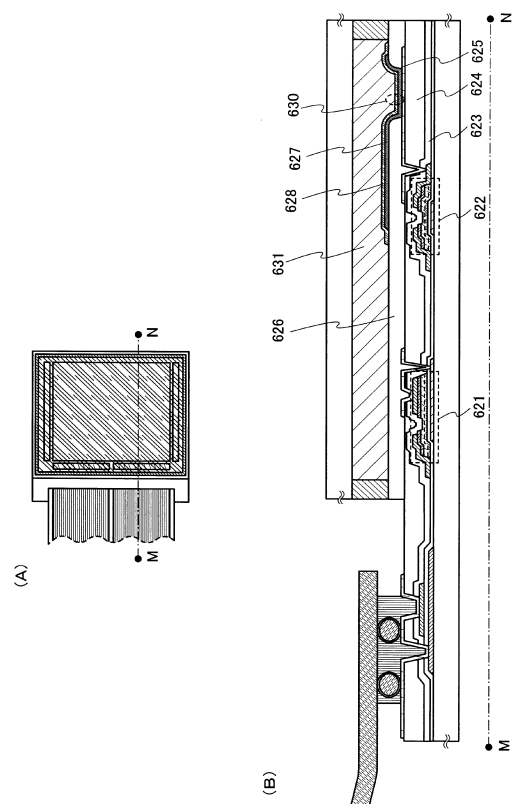
【図 26】



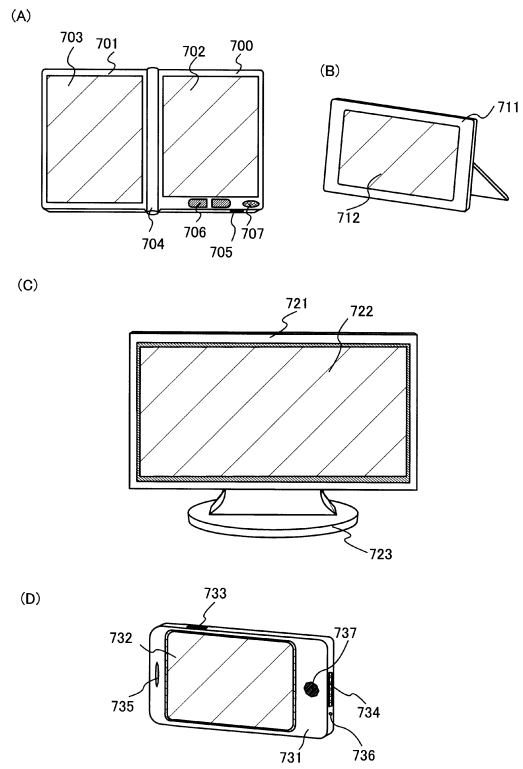
【図 27】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

審査官 佐野 浩樹

- (56)参考文献 特開2008-089874 (JP, A)
特開平04-195123 (JP, A)
特開2008-009393 (JP, A)
特開2008-217902 (JP, A)
米国特許出願公開第2008/0013670 (US, A1)
特開2005-049832 (JP, A)
特開2003-174173 (JP, A)
特開平07-297407 (JP, A)
特開2008-140489 (JP, A)
特開2002-151524 (JP, A)
特開2006-293344 (JP, A)
特開平09-074204 (JP, A)
特開2001-102587 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1343- 1/1345、
1/135- 1/1368、
G09F 9/30 - 9/46 、
G09G 3/18 、 3/36 、
H01L21/336、29/786