

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5602417号
(P5602417)

(45) 発行日 平成26年10月8日(2014.10.8)

(24) 登録日 平成26年8月29日(2014.8.29)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 29/786 (2006.01)
H01L 21/336 (2006.01)H01L 29/78 617K
H01L 29/78 617N
H01L 29/78 617S
H01L 29/78 617U
H01L 29/78 618B

請求項の数 4 (全 47 頁)

(21) 出願番号 特願2009-263800 (P2009-263800)
 (22) 出願日 平成21年11月19日 (2009.11.19)
 (65) 公開番号 特開2010-153828 (P2010-153828A)
 (43) 公開日 平成22年7月8日 (2010.7.8)
 審査請求日 平成24年11月9日 (2012.11.9)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-298000 (P2008-298000)
 (32) 優先日 平成20年11月21日 (2008.11.21)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 宮入 秀和
 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 長多 剛
 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 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
 審査官 鈴木 聰一郎

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】

基板上の第1のゲート電極と、
 前記第1のゲート電極上の第1の絶縁層と、
 前記第1の絶縁層上の酸化物半導体層と、
 前記酸化物半導体層上に接する第2の絶縁層と、
 前記第1の絶縁層上に接する第3の絶縁層と、
 前記第3の絶縁層上の第2のゲート電極と、を有し、
 前記第1のゲート電極は、前記第1の絶縁層、前記酸化物半導体層、前記第2の絶縁層
 及び前記第3の絶縁層を介して前記第2のゲート電極と重なり、
 前記第1のゲート電極は、前記第2のゲート電極と電気的に接続され、
 前記第3の絶縁層の膜厚は、50~400nmであり、

前記第1のゲート電極からのゲート電圧と前記第2のゲート電極からのゲート電圧とが
 概略同一になる程度に、前記第2の絶縁層及び第3の絶縁層の合計膜厚と前記第1の絶縁
 層の膜厚とが概略同一であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

請求項1において、
 前記酸化物半導体層のチャネル方向において、第2のゲート電極の幅は前記酸化物半導
 体層の幅よりも小さいことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

10

20

請求項₁において、

前記酸化物半導体層のチャネル方向において、前記第2のゲート電極の幅は前記第1の絶縁層の幅よりも小さいことを特徴とする半導体装置。

【請求項4】

請求項₁乃至₃のいずれか一において、

前記酸化物半導体層は、インジウム、ガリウム、及び亜鉛を含むことを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

酸化物半導体を用いる半導体装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置に代表されるように、ガラス基板等の平板に形成される薄膜トランジスタは、アモルファスシリコン、多結晶シリコンによって作製されている。アモルファスシリコンを用いた薄膜トランジスタは、電界効果移動度が低いもののガラス基板の大面積化に対応することができ、一方、多結晶シリコンを用いた薄膜トランジスタは電界効果移動度が高いものの、レーザアニール等の結晶化工程が必要であり、ガラス基板の大面積化には必ずしも適応しないといった特性を有している。

【0003】

20

これに対し、酸化物半導体を用いて薄膜トランジスタを作製し、電子デバイスや光デバイスに応用する技術が注目されている。例えば、酸化物半導体膜として酸化亜鉛、In-Ga-Zn-O系酸化物半導体を用いて薄膜トランジスタを作製し、画像表示装置のスイッチング素子などに用いる技術が特許文献1及び特許文献2で開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-123861号公報

【特許文献2】特開2007-096055号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

酸化物半導体にチャネル形成領域を設ける薄膜トランジスタは、アモルファスシリコンを用いた薄膜トランジスタよりも高い電界効果移動度が得られている。酸化物半導体膜はスパッタリング法などによって300℃以下の温度で膜形成が可能であり、多結晶シリコンを用いた薄膜トランジスタよりも製造工程が簡単である。

【0006】

このような酸化物半導体を用いてガラス基板、プラスチック基板等に薄膜トランジスタを形成し、液晶ディスプレイ、エレクトロルミネセンスディスプレイ又は電子ペーパ等の表示装置への応用が期待されている。

40

【0007】

また、表示装置の表示領域を大型化すると、画素数が増加し、ゲート線数、及び信号線数が増加する。加えて、表示装置の高精細化に伴い、画素数が増加し、ゲート線数、及び信号線数が増加する。ゲート線数、及び信号線数が増加すると、それらを駆動するための駆動回路を有するICチップをボンディング等により実装することが困難となり、製造コストが増大する。

【0008】

そこで、画素部を駆動する駆動回路の少なくとも一部の回路に酸化物半導体を用いる薄膜トランジスタを用い、製造コストを低減することを課題の一とする。

【0009】

50

画素部を駆動する駆動回路の少なくとも一部の回路に酸化物半導体を用いる薄膜トランジスタを用いる場合、その薄膜トランジスタには、高い動特性（オン特性や周波数特性（ f 特性と呼ばれる））が要求される。高い動特性（オン特性）を有する薄膜トランジスタを提供し、高速駆動することができる駆動回路を提供することを課題の一とする。

【0010】

また、本発明の一態様は、チャネルに酸化物半導体層を用い、信頼性の高い薄膜トランジスタを備えた半導体装置を提供することを課題の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

酸化物半導体層の上下にゲート電極を設け、薄膜トランジスタのオン特性及び信頼性の向上を実現する。10

【0012】

また、上下のゲート電極に加えるゲート電圧を制御することによって、しきい値電圧を制御することができる。上下のゲート電極を導通させて同電位としてもよいし、上下のゲート電極を別々の配線に接続させて異なる電位としてもよい。例えば、上下のゲート電極の一方にしきい値を制御するように電圧を印加することでしきい値電圧をゼロまたはゼロに近づけ、駆動電圧を低減することで消費電力の低下を図ることができる。また、しきい値電圧を正としてエンハンスマント型トランジスタとして機能させることができる。また、しきい値電圧を負としてデプレッション型トランジスタとして機能させることもできる。

【0013】

例えば、エンハンスマント型トランジスタとデプレッション型トランジスタを組み合わせてインバータ回路（以下、EDMOS回路という）を構成し、駆動回路に用いることができる。駆動回路は、論理回路部と、スイッチ部またはバッファ部を少なくとも有する。論理回路部は上記EDMOS回路を含む回路構成とする。また、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できる薄膜トランジスタを用いることが好ましく、デプレッション型トランジスタ、または酸化物半導体層の上下にゲート電極を有する薄膜トランジスタを用いる。

【0014】

大幅に工程数を増やすことなく、同一基板上に異なる構造の薄膜トランジスタを作製することもできる。例えば、高速駆動させる駆動回路には、酸化物半導体層の上下にゲート電極を有する薄膜トランジスタを用いてEDMOS回路を構成し、画素部には、酸化物半導体層の下にのみゲート電極を有する薄膜トランジスタを用いてもよい。30

【0015】

なお、nチャネル型TFTのしきい値電圧が正の場合は、エンハンスマント型トランジスタと定義し、nチャネル型TFTのしきい値電圧が負の場合は、デプレッション型トランジスタと定義し、本明細書を通してこの定義に従うものとする。

【0016】

また、酸化物半導体層の上方に設けるゲート電極の材料としては、特に導電膜であれば限定されず、アルミニウム（Al）、銅（Cu）、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、タンゲステン（W）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、ネオジム（Nd）、スカンジウム（Sc）から選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金を用いる。また、ゲート電極は、上述した元素を含む単層に限定されず、二層以上の積層を用いることができる。

【0017】

また、酸化物半導体層の上方に設けるゲート電極の材料として、画素電極と同じ材料（透過型表示装置であれば、透明導電膜など）を用いることができる。例えば、画素部において、薄膜トランジスタと電気的に接続する画素電極を形成する工程と同じ工程で、酸化物半導体層の上方に設けるゲート電極を形成することができる。こうすることで大幅に工程数を増やすことなく、酸化物半導体層の上下にゲート電極を設けた薄膜トランジスタを形成することができる。また、酸化物半導体層の上方にゲート電極を設けることによって、4050

薄膜トランジスタの信頼性を調べるためにバイアス - 熱ストレス試験（以下、B T 試験という）において、B T ストレス前後における薄膜トランジスタのしきい値電圧の変化量を低減することができる。即ち、酸化物半導体層の上方にゲート電極を設けることによって、信頼性を向上することができる。

【 0 0 1 8 】

本明細書で開示する発明の構成の一つは、絶縁表面上に第 1 のゲート電極と、第 1 のゲート電極上方に第 1 の絶縁層と、第 1 の絶縁層上方に酸化物半導体層と、酸化物半導体層上に接するチャネル保護層と、酸化物半導体層上方にソース電極またはドレイン電極と、ソース電極またはドレイン電極を覆う第 2 の絶縁層と、第 2 の絶縁層上方に第 2 のゲート電極とを有し、第 2 の絶縁層は、チャネル保護層と接することを特徴とする半導体装置である。10

【 0 0 1 9 】

上記構成は、上記課題の少なくとも一つを解決する。

【 0 0 2 0 】

上記構成において、第 2 のゲート電極の幅は、酸化物半導体層の幅よりも広くすることで酸化物半導体層全体に第 2 のゲート電極からゲート電圧を印加することができる。

【 0 0 2 1 】

或いは、上記構成において、第 1 のゲート電極の幅は、第 2 のゲート電極の幅よりも狭くすることで、ソース電極またはドレイン電極と重なる面積を縮小して寄生容量を小さくすることができる。さらに、第 1 のゲート電極の幅は、チャネル保護層の幅よりも広く、第 2 のゲート電極の幅は、チャネル保護層の幅よりも狭くすることで、ソース電極またはドレイン電極と重ならないようにして寄生容量を更に低減する構成としてもよい。20

【 0 0 2 2 】

また、上記構成において、ソース電極またはドレイン電極と、酸化物半導体層との間にバッファ層を有する。バッファ層を設けることにより、ソース電極（またはドレイン電極）と酸化物半導体層との間に形成されるコンタクト抵抗を低減することができる。

【 0 0 2 3 】

また、他の発明の構成は、画素部と駆動回路とを有し、画素部は、少なくとも第 1 の酸化物半導体層を有する第 1 の薄膜トランジスタを有し、駆動回路は、少なくとも第 2 の酸化物半導体層を有する第 2 の薄膜トランジスタと、第 3 の酸化物半導体層を有する第 3 の薄膜トランジスタとを有する E D M O S 回路を有し、第 3 の薄膜トランジスタは、第 3 の酸化物半導体層の下方に第 1 のゲート電極と、第 3 の酸化物半導体層上方にソース電極またはドレイン電極と、第 3 の酸化物半導体層の上方に第 2 のゲート電極とを有し、第 3 の酸化物半導体層は、第 2 のゲート電極との間にチャネル保護層を有し、該チャネル保護層と接する半導体装置である。30

【 0 0 2 4 】

上記構成において、画素部の第 1 の薄膜トランジスタは画素電極と電気的に接続し、画素電極は、駆動回路の第 2 のゲート電極と同じ材料とすることで、工程数を増やすことなく作製することができる。

【 0 0 2 5 】

上記構成において、画素部の第 1 の薄膜トランジスタは画素電極と電気的に接続し、画素電極は、駆動回路の第 2 のゲート電極と異なる材料とし、例えば、画素電極を透明導電膜とし、第 2 のゲート電極をアルミニウム膜とすることで、駆動回路の第 2 のゲート電極の低抵抗化を図ることができる。40

【 0 0 2 6 】

また、上記構成において、ソース電極またはドレイン電極と、第 3 の酸化物半導体層との間にバッファ層を有する。バッファ層を設けることにより、ソース電極（またはドレイン電極）と酸化物半導体層との間に形成されるコンタクト抵抗を低減することができる。

【 0 0 2 7 】

また、駆動回路の第 3 の薄膜トランジスタは、第 3 の酸化物半導体層が第 1 の絶縁層を介50

して第1のゲート電極と重なり、且つ、第2の絶縁層を介して第2のゲート電極と重なる、所謂、デュアルゲート構造である。

【0028】

また、第1のゲート電極と第2のゲート電極を電気的に接続し、同電位とすることで、第1のゲート電極と第2のゲート電極の間に配置された酸化物半導体層に上下からゲート電圧を印加することができる。

【0029】

また、第1のゲート電極と第2のゲート電極を異なる電位とする場合には、TFTの電気特性、例えばしきい値電圧などを制御することができる。

【0030】

また、駆動回路を有する半導体装置としては、液晶表示装置の他に、発光素子を用いた発光表示装置や、電気泳動表示素子を用いた電子ペーパーとも称される表示装置が挙げられる。

【0031】

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、コネクター、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。

【0032】

発光素子を用いた発光表示装置においては、画素部に複数の薄膜トランジスタを有し、画素部においてもある薄膜トランジスタのゲート電極と他のトランジスタのソース配線、或いはドレイン配線を電気的に接続させる箇所を有している。

【0033】

また、薄膜トランジスタは静電気などにより破壊されやすいため、ゲート線またはソース線に対して、駆動回路保護用の保護回路を同一基板上に設けることが好ましい。保護回路は、酸化物半導体を用いた非線形素子を用いて構成することが好ましい。

【0034】

本明細書中で用いる酸化物半導体は、 $InM_0_3 (ZnO)_m$ ($m > 0$) で表記される薄膜を形成し、その薄膜を半導体層として用いた薄膜トランジスタを作製する。なお、Mは、Ga、Fe、Ni、Mn及びCoから選ばれた一の金属元素又は複数の金属元素を示す。例えばMとして、Ga（ガリウム）の場合があることの他、GaとNi又はGaとFeなど、Ga以外の上記金属元素が含まれる場合がある。また、上記酸化物半導体において、Mとして含まれる金属元素の他に、不純物元素としてFe、Niその他の遷移金属元素、又は該遷移金属の酸化物が含まれているものがある。本明細書においては、この薄膜のうちMとしてGaを含む物をIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜とも呼ぶ。

【0035】

In-Ga-Zn-O系非単結晶膜の結晶構造は、スパッタ法で成膜した後、200～500、代表的には300～400で10分～100分行っても、アモルファス構造がXRDの分析では観察される。

【0036】

In-Ga-Zn-O系非単結晶膜で代表される酸化物半導体は、エネルギーギャップ（Eg）が広い材料であるため、酸化物半導体層の上下に2つのゲート電極を設けてもオフ電流の増大を抑えることができる。

【0037】

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

10

20

30

40

50

【0038】

また、本明細書において使用した程度を表す用語、例えば「概略」、「ほぼ」、「程度」などは、最終結果が顕著には変化しないように幾分変更された用語の合理的な逸脱の程度を意味する。これらの用語は、幾分変更された用語の少なくとも±5%の逸脱を含むものとして解釈されるべきであるが、この逸脱が幾分変更される用語の意味を否定しないことを条件とする。

【発明の効果】

【0039】

ゲート線駆動回路またはソース線駆動回路などの周辺回路、または画素部に、上下を2つのゲート電極に挟まれた酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタで形成することにより、10 製造コストを低減する。

【0040】

また、上下を2つのゲート電極に挟まれた酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタによって、BT試験において、BTストレス前後における薄膜トランジスタのしきい値電圧の変化量を低減することができる。即ち、上下を2つのゲート電極に挟まれた酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタによって、信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】(A)実施の形態1の表示装置の一例を示す断面図、(B)実施の形態1の表示装置の他の一例を示す断面図、(C)実施の形態1の表示装置の他の一例を示す断面図。20

【図2】(A)実施の形態2の半導体装置の断面図、(B)等価回路図、(C)上面図。

【図3】実施の形態3の表示装置を説明するブロック図。

【図4】実施の形態3の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5】シフトレジスタ回路の構成を説明するブロック図。

【図6】フリップフロップ回路の一例を示す図。

【図7】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8】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9】実施の形態4の半導体装置の作製方法を説明する図。

【図10】実施の形態4の半導体装置の作製方法を説明する図。

【図11】実施の形態4の半導体装置の作製方法を説明する図。

【図12】実施の形態4の半導体装置の作製方法を説明する図。

【図13】実施の形態4の半導体装置の作製方法を説明する図。

【図14】実施の形態4の半導体装置を説明する図。

【図15】実施の形態4の半導体装置を説明する図。

【図16】実施の形態4の半導体装置を説明する図。

【図17】実施の形態5の半導体装置を説明する断面図。

【図18】実施の形態6の半導体装置の画素等価回路を説明する図。

【図19】実施の形態6の半導体装置を説明する断面図。

【図20】実施の形態7の半導体装置を説明する上面図及び断面図。

【図21】実施の形態6の半導体装置を説明する上面図及び断面図。40

【図22】実施の形態7の半導体装置を説明する断面図。

【図23】電子機器の一例を示す外観図。

【図24】テレビジョン装置およびデジタルフォトフレームの例を示す外観図。

【図25】携帯電話機の一例を示す外観図。

【図26】実施の形態9の半導体装置を説明する断面図。

【発明を実施するための形態】

【0042】

実施形態について、以下に説明する。

【0043】

(実施の形態1)50

図1(A)に駆動回路に用いる薄膜トランジスタ430と、画素部に用いる第2の薄膜トランジスタ170とを同一基板上に設ける例を示す。なお、図1(A)は表示装置の断面図の一例である。

【0044】

画素部と駆動回路は、同一基板上に形成し、画素部においては、マトリクス状に配置したエンハンスマント型トランジスタである第2の薄膜トランジスタ170を用いて画素電極110への電圧印加のオンオフを切り替える。この画素部に配置する第2の薄膜トランジスタ170は、酸化物半導体層103を用いており、オンオフ比が 10^9 以上であるため表示のコントラストを向上させることができ、さらにリーク電流が少ないため低消費電力駆動を実現することができる。オンオフ比とは、オフ電流とオン電流の比率(I_{ON}/I_{OFF})であり、大きいほどスイッチング特性に優れていると言え、表示のコントラスト向上に寄与する。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。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しきい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。このように、高コントラスト、及び低消費電力駆動を実現するためには、画素部にエンハンスマント型トランジスタを用いることが好ましい。なお、101はゲート電極、104aと104bはソース領域及びドレイン領域、105aは第1の電極、105bは第2の電極層、107は保護絶縁層を示す。

【0045】

駆動回路においては、酸化物半導体層405の下方に第1のゲート電極401と、酸化物半導体層405の上方に第2のゲート電極として機能する電極470とを有する薄膜トランジスタ430を少なくとも一つ用いる。この第2のゲート電極として機能する電極470はバックゲート電極とも呼べる。バックゲート電極を形成することによって、薄膜トランジスタの信頼性を調べるためにバイアス-熱ストレス試験(以下、BT試験という)において、BTストレス前後における薄膜トランジスタのしきい値電圧の変化量を低減することができる。

【0046】

この薄膜トランジスタ430の構造を図1(A)を用いて説明する。絶縁表面を有する基板400上に設けられた第1のゲート電極401は、第1のゲート絶縁層403に覆われ、第1のゲート電極401と重なる第1のゲート絶縁層403上には酸化物半導体層405を有する。酸化物半導体層405上には、チャネル保護層418が設けられ、その上に第1配線409または第2配線410が設けられる。そして、第1配線409または第2配線410上に接して絶縁層412を有する。また、絶縁層412上に第2のゲート電極として機能する電極470を有する。

【0047】

第1のゲート絶縁層403の材料としては、無機材料(酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素など)を用いることができ、これらの材料から成る単層または積層構造とする。作製法としては、プラズマCVD法や熱CVD法などの気相成長法やスパッタリング法を用いることができる。本実施の形態において、第1のゲート絶縁層は、一層目をプラズマCVD法による窒化珪素膜、二層目をプラズマCVD法による酸化シリコン膜の積層構造とする。一層目の窒化珪素膜は、第1のゲート電極401の材料にヒロックが発生する可能性のある材料を用いた場合、ヒロック発生を防止する効果を有する。また、プラズマCVD法で成膜された窒化珪素膜は緻密であり、1層目のゲート絶縁膜としてピンホールなどの発生を抑えることができる。さらに、第1のゲート絶縁層として窒化珪素膜を用いる場合、ガラス基板からの不純物、例えばナトリウムなどの可動イオンが拡散し、後に形成する酸化物半導体に侵入することをブロックすることができる。また、積層構造とした場合においても単層構造とした場合においても、第1のゲート絶縁層403の膜厚は50nm以上500nmの膜厚とする。

【0048】

10

20

30

40

50

酸化物半導体層 405 は、例えば、In₂O₃ : Ga₂O₃ : ZnO = 1 : 1 : 1としたターゲット (In : Ga : Zn = 1 : 1 : 0.5) を用い、スパッタ法でのアルゴンガス流量を 10 sccm、酸素を 5 sccm とする条件で成膜する。清浄な界面を実現するため、第 1 のゲート絶縁層 403 の成膜と酸化物半導体層 405 の成膜は、大気に触れることがなく積層することが好ましい。なお、大気に触れる場合には、酸化物半導体膜を成膜する前に、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、第 1 のゲート絶縁層 403 の表面に付着しているゴミを除去してもよい。

【0049】

また、酸化物半導体層 405 と第 1 配線 409との間にはソース領域又はドレイン領域 406a を設け、酸化物半導体層 405 と第 2 配線 410との間にはソース領域又はドレイン領域 406b を設ける。ソース領域又はドレイン領域 406a、406b は、チャネル保護層 418 上にも形成され、例えばチャネル保護層 418 と第 1 配線 409との間にはソース領域又はドレイン領域 406a が設けられる。このソース領域又はドレイン領域は、配線と酸化物半導体層の間に設けるバッファ層とも言える。

10

【0050】

本実施の形態では、ソース領域又はドレイン領域 406a、406b は、In-Ga-Zn-O 系非単結晶膜で形成された層あり、酸化物半導体層 405 の成膜条件とは異なる成膜条件で形成され、より低抵抗な酸化物半導体層である。例えば、スパッタ法でのアルゴンガス流量を 40 sccm とした条件で得られる酸化物半導体膜で形成したソース領域又はドレイン領域 406a、406b は、n 型の導電型を有し、活性化エネルギー (E) が 0.01 eV 以上 0.1 eV 以下である。なお、本実施の形態では、ソース領域又はドレイン領域 406a、406b は、In-Ga-Zn-O 系非単結晶膜で形成された層あり、少なくともアモルファス成分を含んでいるものとする。ソース領域又はドレイン領域 406a、406b は非晶質構造の中に結晶粒 (ナノクリスタル) を含む場合がある。このソース領域又はドレイン領域 406a、406b 中の結晶粒 (ナノクリスタル) は直径 1 nm ~ 10 nm、代表的には 2 nm ~ 4 nm 程度である。

20

【0051】

薄膜トランジスタ 430 は、チャネル保護層 418 と絶縁層 412 の積層が第 2 のゲート絶縁層として機能する。チャネル保護層 418 の材料としては、無機材料 (酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素など) を用いることができる。作製法としては、プラズマ CVD 法や熱 CVD 法などの気相成長法やスパッタリング法を用いることができる。本実施の形態では、チャネル保護層 418 としてスパッタ法で得られる酸化珪素膜を用いる。

30

【0052】

また、絶縁層 412 は、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、酸化タンタル膜、酸化ハフニウム膜、酸化窒化ハフニウム膜などの絶縁膜を用い、これらの材料から成る単層または積層構造を用いることができる。本実施の形態では、絶縁層 412 としてプラズマ CVD 法で得られる窒化シリコン膜を用いる。チャネル保護層 418 と絶縁層 412 の積層が第 2 のゲート絶縁層として機能するため、それぞれの材料や膜厚は薄膜トランジスタ 430 の電気特性にとって重要である。例えば、酸化物半導体層 405 の上下からゲート電圧を印加してほぼ同じ電界を酸化物半導体層 405 に与えたい場合には、窒化シリコン膜と酸化シリコン膜の積層である第 1 のゲート絶縁層と、酸化シリコン膜 (チャネル保護層 418) と窒化シリコン膜 (絶縁層 412) の第 2 のゲート絶縁層の膜厚をそれぞれほぼ同じとすることが好ましい。また、所望のしきい値などの電気特性を得るために、酸化物半導体層 405 の上下から異なるゲート電圧を印加して異なる電界を酸化物半導体層 405 に与えたい場合には、第 1 のゲート絶縁層と第 2 のゲート絶縁層の材料や膜厚をそれぞれ適宜調節することによって、所望の薄膜トランジスタ 430 の電気特性を得ることができる。

40

【0053】

また、第 1 のゲート電極 401 と第 2 のゲート電極として機能する電極 470 とを電気的

50

に接続して同電位としてもよい。同電位とすると、酸化物半導体層の上下からゲート電圧を印加することができるため、オン状態において流れる電流を大きくすることができます。

【0054】

また、しきい値電圧をマイナスにシフトするための制御信号線を第1のゲート電極401、或いは第2のゲート電極として機能する電極470のいずれか一方と電気的に接続することによってデプレッション型のTFTとすることができる。

【0055】

また、しきい値電圧をプラスにシフトするための制御信号線を第1のゲート電極401、或いは第2のゲート電極として機能する電極470のいずれか一方と電気的に接続することによってエンハンスマント型のTFTとすることができる。

10

【0056】

また、駆動回路に用いる2つの薄膜トランジスタの組み合わせは特に限定されず、1つのゲート電極を有する薄膜トランジスタをデプレッション型TFTとして用い、2つのゲート電極を有する薄膜トランジスタをエンハンスマント型TFTとして用いてもよい。その場合には、画素部の薄膜トランジスタとして、ゲート電極を酸化物半導体層の上下にそれぞれ有する構造とする。

【0057】

また、画素部の薄膜トランジスタとして、ゲート電極を酸化物半導体層の上下にそれぞれ有する構造とし、駆動回路のエンハンスマント型TFTとして、ゲート電極を酸化物半導体層の上下にそれぞれ有する構造とし、駆動回路のデプレッション型TFTとしてゲート電極を酸化物半導体層の上下にそれぞれ有する構造としてもよい。その場合には、しきい値電圧を制御するための制御信号線を上下どちらか一方のゲート電極に電気的に接続させ、その接続したゲート電極がしきい値電圧を制御する構成とする。

20

【0058】

なお、図1(A)においては、第2のゲート電極として機能する電極470は、画素部の画素電極110と同じ材料、例えば透過型の液晶表示装置であれば、透明導電膜を用いて工程数を低減しているが、特に限定されない。また、第2のゲート電極として機能する電極470の幅は、第1のゲート電極401の幅よりも広く、さらに酸化物半導体層405の幅よりも広い例を示しているが特に限定されない。なお、第1のゲート電極401は、チャネル保護層418の幅(チャネル方向における幅)よりも広い。

30

【0059】

第2のゲート電極の材料及び幅が図1(A)と異なる例を図1(B)に示す。また、図1(B)は有機発光素子或いは無機発光素子と接続する薄膜トランジスタ170を画素部に有する表示装置の例である。

【0060】

図1(B)においては、薄膜トランジスタ432の第2のゲート電極として機能する電極471の材料は金属材料(アルミニウム(A1)や銅(Cu)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、ネオジム(Nd)、スカンジウム(Sc)から選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金)を用い、断面における電極471の幅は図1(A)の第2のゲート電極として機能する電極470よりも狭い。また、電極471の幅は酸化物半導体層405の幅よりも狭い。幅を狭くすることによって第1配線409、及び第2配線410と絶縁層412を介して重なる面積を低減することができ、寄生容量を小さくすることができる。ただし、図1(B)においては、電極471の幅は、チャネル保護層418の幅よりも広い。

40

【0061】

発光素子は、少なくとも第1の電極472と発光層475と第2の電極474とを有する。図1(B)においては、電極471は、画素部の第1の電極472と同じ材料、例えば、アルミニウムなどを用いて工程数を低減しているが、特に限定されない。また、図1(B)において絶縁層473は、隣り合う画素の第1の電極との絶縁を図るための隔壁として機能する。

50

【 0 0 6 2 】

また、第2のゲート電極の材料及び幅が図1(A)と異なる例を図1(C)に示す。図1(C)においては、薄膜トランジスタ433の第2のゲート電極として機能する電極476の材料は金属材料(アルミニウム(A1)や銅(Cu)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、ネオジム(Nd)、スカンジウム(Sc)から選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金)を用い、断面における第2のゲート電極の幅は図1(B)よりも狭い。図1(B)よりもさらに幅を狭くすることによって第1配線409、及び第2配線410と絶縁層412を介して重ならないようにすることができ、さらに寄生容量を小さくすることができる。図1(C)に示す電極476の幅は、チャネル保護層418の幅よりも狭い。このように狭い幅の電極476を形成する場合には、ウェットエッチングなどを用いてレジストマスク端部よりも内側に電極476の両端が位置する工程とするのが好ましい。ただし、図1(C)においては画素電極110と異なる金属材料を用いるため、電極476の形成のためのフォトリソグラフィー工程が1回増加し、マスク数も1枚追加することとなる。

【 0 0 6 3 】

液晶表示装置や発光表示装置や電子ペーパーに用いるゲート線駆動回路またはソース線駆動回路などの周辺回路、または画素部に対して、上下を2つのゲート電極に挟まれた酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタを用い、高速駆動や、低消費電力化を図ることができる。また、工程数を大幅に増加させることなく、同一基板上に画素部と駆動回路との両方を設けることができる。同一基板上に、画素部以外の様々な回路を設けることにより、表示装置の製造コストを低減することができる。

【 0 0 6 4 】**(実施の形態2)**

実施の形態1では駆動回路の薄膜トランジスタとして一つの薄膜トランジスタを説明したが、ここでは、2つのnチャネル型の薄膜トランジスタを用いて駆動回路のインバータ回路を構成する例を基に以下に説明する。図2(A)に示す薄膜トランジスタは、実施の形態1の図1(A)に示した薄膜トランジスタ430と同一であるため、同じ部分には同じ符号を用いて説明する。

【 0 0 6 5 】

画素部を駆動するための駆動回路は、インバータ回路、容量、抵抗などを用いて構成する。2つのnチャネル型TFTを組み合わせてインバータ回路を形成する場合、エンハンスマント型トランジスタとデプレッション型トランジスタとを組み合わせて形成する場合(以下、EDMOS回路という)と、エンハンスマント型トランジスタ同士で形成する場合(以下、EEMOS回路という)がある。

【 0 0 6 6 】

駆動回路のインバータ回路の断面構造を図2(A)に示す。なお、図2に示す薄膜トランジスタ430はデュアルゲート型、第2の薄膜トランジスタ431は、ボトムゲート型薄膜トランジスタであり、半導体層上にソース領域又はドレイン領域を介して配線が設けられている薄膜トランジスタの例である。

【 0 0 6 7 】

図2(A)において、基板400上に第1のゲート電極401及びゲート電極402を設ける。第1のゲート電極401及びゲート電極402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。

【 0 0 6 8 】

例えば、第1のゲート電極401及びゲート電極402の2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。また

、 Ca を含む銅層上にバリア層となる Ca を含む酸化銅層の積層や、 Mg を含む銅層上にバリア層となる Mg を含む酸化銅層の積層もある。また、 3 層の積層構造としては、タンゲステン層または窒化タンゲステン層と、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層と、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。

【 0 0 6 9 】

また、第 1 のゲート電極 4 0 1 及びゲート電極 4 0 2 を覆う第 1 のゲート絶縁層 4 0 3 上には、酸化物半導体層 4 0 5 と、第 2 の酸化物半導体層 4 0 7 とを設ける。

【 0 0 7 0 】

酸化物半導体層 4 0 5 上にはチャネル保護層 4 1 8 を設け、さらに第 1 配線 4 0 9 、及び第 2 配線 4 1 0 を設け、第 2 の配線 4 1 0 は、第 1 のゲート絶縁層 4 0 3 に形成されたコンタクトホール 4 0 4 を介してゲート電極 4 0 2 と直接接続する。本実施の形態においては、第 1 のゲート絶縁層 4 0 3 を形成した後、コンタクトホール 4 0 4 の形成を行ってもよいし、チャネル保護層 4 1 8 、第 2 のチャネル保護層 4 1 9 を形成した後にコンタクトホール 4 0 4 の形成を行ってもよい。また、第 2 の酸化物半導体層 4 0 7 上には第 3 配線 4 1 1 を設ける。

10

【 0 0 7 1 】

薄膜トランジスタ 4 3 0 は、第 1 のゲート電極 4 0 1 と、第 1 のゲート絶縁層 4 0 3 を介して第 1 のゲート電極 4 0 1 と重なる酸化物半導体層 4 0 5 とを有し、第 1 配線 4 0 9 は、負の電圧 V D L が印加される電源線（負電源線）である。この電源線は、接地電位の電源線（接地電源線）としてもよい。

20

【 0 0 7 2 】

また、第 2 の薄膜トランジスタ 4 3 1 は、ゲート電極 4 0 2 と、第 1 のゲート絶縁層 4 0 3 を介してゲート電極 4 0 2 と重なる第 2 の酸化物半導体層 4 0 7 とを有し、第 3 配線 4 1 1 は、正の電圧 V D H が印加される電源線（正電源線）である。

【 0 0 7 3 】

また、第 2 の酸化物半導体層 4 0 7 と第 2 配線 4 1 0 との間には n⁺ 層 4 0 8 a を設け、第 2 の酸化物半導体層 4 0 7 と第 3 配線 4 1 1 との間には n⁺ 層 4 0 8 b を設ける。また、チャネル保護層 4 1 8 と第 2 配線 4 1 0 との間にはソース領域又はドレイン領域 4 0 6 b が設けられる。また、チャネル保護層 4 1 8 と第 1 配線 4 0 9 との間にはソース領域又はドレイン領域 4 0 6 a が設けられる。

30

【 0 0 7 4 】

また、駆動回路のインバータ回路の上面図を図 2 (C) に示す。図 2 (C) において、鎖線 Z 1 - Z 2 で切断した断面が図 2 (A) に相当する。

【 0 0 7 5 】

また、EDMOS 回路の等価回路を図 2 (B) に示す。図 2 (A) に示す接続構造は、図 2 (B) に相当し、薄膜トランジスタ 4 3 0 をエンハンスマント型の n チャネル型トランジスタとし、第 2 の薄膜トランジスタ 4 3 1 をデプレッション型の n チャネル型トランジスタとする例である。

【 0 0 7 6 】

40

薄膜トランジスタ 4 3 0 をエンハンスマント型の n チャネル型トランジスタとするため、本実施の形態では、酸化物半導体層 4 0 5 上にチャネル保護層 4 1 8 及び絶縁層 4 1 2 と、該絶縁層 4 1 2 上に第 2 のゲート電極として機能する電極 4 7 0 を設け、第 2 のゲート電極として機能する電極 4 7 0 に印加する電圧によって薄膜トランジスタ 4 3 0 のしきい値制御を行う。

【 0 0 7 7 】

なお、図 2 (A) 及び図 2 (C) では、第 2 の配線 4 1 0 は、第 1 のゲート絶縁層 4 0 3 に形成されたコンタクトホール 4 0 4 を介してゲート電極 4 0 2 と直接接続する例を示したが、特に限定されず、接続電極を別途設けて第 2 の配線 4 1 0 とゲート電極 4 0 2 とを電気的に接続させてもよい。

50

【0078】

また、本実施の形態は、実施の形態1と自由に組み合わせることができる。

【0079】

(実施の形態3)

本実施の形態では、表示装置について、ブロック図等を参照して説明する。

【0080】

図3(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3(A)に示す液晶表示装置は、基板300上に表示素子を備えた画素を複数有する画素部301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302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303と、を有する。
10

【0081】

図3(B)は、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3(B)に示す発光表示装置は、基板310上に表示素子を備えた画素を複数有する画素部311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312及び第2の走査線駆動回路313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314と、を有する。一つの画素にスイッチング用TFT(Thin Film Transistor)と電流制御用TFTの2つを配置する場合、図3(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312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313で生成する。
20

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良い。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良いし、複数の走査線駆動回路を設けてこれらの各自で生成しても良い。

【0082】

なお、ここでは、走査線駆動回路302、第1の走査線駆動回路312、第2の走査線駆動回路313、及び信号線駆動回路303、314を表示装置に作製する形態を示したが、走査線駆動回路302、第1の走査線駆動回路312、または第2の走査線駆動回路313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303、314の一部をIC等の半導体装置で実装してもよい。
30

【0083】

図4は、表示装置を構成する、信号入力端子321、走査線323、信号線324、非線形素子を含む保護回路334、335、336及び画素部327の位置関係を説明する図である。絶縁表面を有する基板320上には走査線323と信号線324が交差して配置され、画素部327が構成されている。なお、画素部327は、図3に示す画素部301と画素部311に相当する。

【0084】

画素部301は、信号線駆動回路303から列方向に伸張して配置された複数の信号線S1～Sm(図示せず。)により信号線駆動回路303と接続され、走査線駆動回路302から行方向に伸張して配置された複数の走査線G1～Gn(図示せず。)により走査線駆動回路302と接続され、信号線S1～Sm並びに走査線G1～Gnに対応してマトリクス状に配置された複数の画素(図示せず。)を有する。そして、各画素は、信号線Sj(信号線S1～Smのうちいずれか一)、走査線Gi(走査線G1～Gnのうちいずれか一)と接続される。
40

【0085】

画素部327は複数の画素328がマトリクス状に配列して構成されている。画素328は、走査線323と信号線324に接続する画素TFT329、保持容量部330、画素電極331を含んで構成されている。
50

【0086】

ここで示す画素構成において、保持容量部330では、一方の電極と画素TFT329が接続され、他方の電極と容量線332が接続される場合を示している。また、画素電極331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333に接続されている。

【0087】

保護回路335は、画素部327と、信号線入力端子322との間に配設されている。また、保護回路334は、走査線駆動回路と、画素部327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323、信号線324及び容量バス線337に静電気等によりサージ電圧が印加され、画素TFT329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。10

【0088】

本実施の形態では、走査線323側に保護回路334、信号線324側に保護回路335、容量バス線337に保護回路336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IC等の半導体装置で実装しない場合は、走査線323側に保護回路334を設けなくとも良い。

【0089】

これらの回路の各々に実施の形態1または実施の形態2に示したTFTを用いることで20
以下の利点がある。

【0090】

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TFT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TFTはオン電流が大きいことが好ましい。実施の形態1または実施の形態2に示したTFTを有する駆動回路を設けることで、論理回路部に設けるTFT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TFTのオ30
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。

【0091】

また、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以下に説明する。

【0092】

図5に示すシフトレジスタ回路は、フリップフロップ回路351を複数有し、制御信号線352、制御信号線353、制御信号線354、制御信号線355、制御信号線356、及びリセット線357を有する。

【0093】

図5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351では、初段の入40
力端子INに、制御信号線352を介して、スタートパルスSSPが入力され、次段以降の入力端子INに前段のフリップフロップ回路351の出力信号端子S_{0UT}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RESは、（N+3）段目のフリップフロップ回路の出力信号端子S_{0UT}とリセット線357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351のクロック端子CLKには、制御信号線353を介して、第1のクロック信号CLK1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351のクロック端子CLKには、制御信号線354を介して、第2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351のクロック端子CLKには、制御信号線355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351のクロック端子CLKには、制御信号線356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351のクロック端子CLKには、制御信号線353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50

フリップフロップ回路 351 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 $SROUTN$ を出力する。

【0094】

なお、フリップフロップ回路 351 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 351 には電源線を介して電源電位 Vdd 及び電源電位 GND が供給されている。

【0095】

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、または電源電圧のことを電源電位と呼ぶこともある。

10

【0096】

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、電気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 とが電気的に接続されているとは、A と B との間に何らかの電気的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。

20

【0097】

次に、図 6 に、図 5 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 351 の一形態を示す。図 6 に示すフリップフロップ回路 351 は、論理回路部 361 と、スイッチ部 362 と、を有する。論理回路部 361 は、TFT363 乃至 TFT368 を有する。また、スイッチ部 362 は、TFT369 乃至 TFT372 を有している。なお論理回路部とは、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、スイッチ部とは、外部及び制御回路部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。

【0098】

30

フリップフロップ回路 351 において、入力端子 in は TFT364 のゲート端子、及び TFT367 のゲート端子に接続されている。リセット端子 RES は、TFT363 のゲート端子に接続されている。クロック端子 CLK は、TFT369 の第 1 端子、及び TFT371 の第 1 端子に接続されている。電源電位 Vdd が供給される電源線は、TFT364 の第 1 端子、並びに TFT366 のゲート端子及び第 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、TFT363 の第 2 端子、TFT365 の第 2 端子、TFT367 の第 2 端子、TFT368 の第 2 端子、TFT370 の第 2 端子、及び TFT372 の第 2 端子に接続されている。また、TFT363 の第 1 端子、TFT364 の第 2 端子、TFT365 の第 1 端子、TFT368 のゲート端子、TFT369 のゲート端子、及び TFT371 のゲート端子は互いに接続されている。また、TFT366 の第 1 端子は、TFT365 のゲート端子、TFT367 の第 1 端子、TFT368 の第 1 端子、TFT370 のゲート端子、及び TFT372 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、TFT369 の第 2 端子、及び TFT370 の第 1 端子に接続されている。出力信号端子 S_{out} は、TFT371 の第 2 端子、及び TFT372 の第 1 端子に接続されている。

40

【0099】

なお、ここでは、TFT363 乃至 TFT372 が、すべて N 型 TFT である場合についての説明を行う。

【0100】

なお、TFT 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

50

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形成領域を有し、ドレイン領域とチャ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、TFT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び、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。

【0101】

次に、図6に示したフリップフロップ回路351のレイアウト図の一例を図7に示す。

【0102】

図7のフリップフロップ回路は、電源電位Vddが供給される電源線381、リセット線382、制御信号線353、制御信号線354、制御信号線355、制御信号線356、制御信号線383、電源電位GNDが供給される電源線384、論理回路部361、及びスイッチ部362を有する。論理回路部361は、TFT363乃至TFT368を有する。また、スイッチ部362は、TFT369乃至TFT372を有している。また、図7では、ゲート出力端子Goutに接続される配線、出力信号端子Soutに接続される配線についても示している。

【0103】

図7中では、半導体層385、第1の配線層386、第2の配線層387、第3の配線層388、コンタクトホール389について示している。なお、第1の配線層386は、ゲート電極を形成する層により形成し、第2の配線層387は、TFTのソース電極又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388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388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良い。

【0104】

なお、図7中の各回路素子間の接続関係は、図6で説明した通りである。なお、図7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354乃至制御信号線356との接続については図示されていない。

【0105】

図7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361が有するTFT366またはTFT367のしきい値電圧を制御することで、EDMOS回路373を構成することができる。代表的には、TFT366をデプレッショント型とし、TFT367をエンハンスマント型としたEDMOS回路373で構成し、スイッチ部362が有するTFT369乃至TFT372をデュアルゲート型のTFT、またはデプレッショント型のTFTとする。なお、図6において、EDMOS回路373におけるTFT366とTFT367は図2に示したEDMOS回路とは、デプレッショント型のTFTのゲート電極の接続位置が異なっている。

【0106】

TFT366またはTFT367をデュアルゲート型のTFTで形成し、バックゲート電極の電位を制御することで、デプレッショント型のTFT、或いはエンハンスマント型のTFTとすることができます。

【0107】

図7では、TFT366のしきい値電圧を制御するためのバックゲート電極と同電位の制御信号線390を別途設けて、デプレッショント型としている。TFT366はデュアルゲート型のTFTであり、バックゲート電極の電位は、ゲート電極に印加される電源電位Vddが供給される電源線381とは異なる電位である。

【0108】

図7においては、TFT369～372は、デュアルゲート型のTFTであり、バックゲート電極とゲート電極が同電位である例であり、バックゲート電極の電位は、ゲート電極に印加される電源電位Vddが供給される電源線と同じ電位である。

10

20

30

40

50

【0109】

このようにして、表示装置の画素部および駆動回路に配置するTFTを酸化物半導体層を用いたnチャネル型TFTのみで形成することができる。

【0110】

また、論理回路部361におけるTFT366は電源電位Vddに応じて電流を流すためのTFTであり、TFT366をデュアルゲート型TFTまたはデプレッション型のTFT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、TFTの小型化を図ることができる。

【0111】

また、スイッチ部362を構成するTFTにおいて、TFT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TFTが占める面積を縮小することができる。従って、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もできる。なお、スイッチ部362におけるTFT369乃至TFT372は、図示するように半導体層385を第1の配線層386及び第3の配線層388で挟むようにレイアウトして、デュアルゲート型TFTを形成すればよい。10

【0112】

また、図7では、デュアルゲート型TFTが、半導体層385を第1の配線層386と、コンタクトホール389により第1の配線層386に接続されて同電位となった第3の配線層388と、により挟まれて構成される例を示したが、この構成に限定されない。例えば、第3の配線層388に対して、別途制御信号線を設け、第3の配線層388の電位を第1の配線層386から独立して制御する構成としてもよい。20

【0113】

なお、図7に示すフリップフロップ回路のレイアウト図において、TFT363乃至TFT372のチャネル形成領域の形状をU字型（コの字型又は馬蹄型）にしてもよい。また、図7中では、各TFT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TFTの大きさを適宜変更しても良い。

【0114】

次に、図8に示すタイミングチャートを用いて、図5に示すシフトレジスタ回路の動作について説明する。図8は、図5に示した制御信号線352乃至制御信号線356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S_{out1}乃至S_{out5}について示している。なお、図8の説明では、図6及び図7において各素子に付した符号を用いる。30

【0115】

なお、図8は、フリップフロップ回路が有するTFTのそれぞれが、N型TFT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及至第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間）ずつシフトした構成となっている。

【0116】

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Hレベルで入力され、論理回路部361はスイッチ部のTFT369及びTFT371をオンし、TFT370及びTFT372をオフにする。このとき、第1のクロック信号CLK1はLレベルであるため、S_{out1}はLレベルである。40

【0117】

なお、期間T1において、2段目以降のフリップフロップ回路には、IN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。

【0118】

次に、期間T2において、1段目のフリップフロップ回路では、期間T1と同様に、論理回路部361がスイッチ部362の制御を行う。期間T2では、第1のクロック信号CLK1はHレベルとなるため、Sout1はHレベルとなる。また、期間T2では、2段目のフリップフロップ回路には、Sout1がHレベルでIN端子に入力され、論理回路部361がスイッチ部のTFT369及びTFT371をオンし、TFT370及びTFT372をオフする。このとき、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。

【0119】

なお、期間T2において、3段目以降のフリップフロップ回路には、IN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。

10

【0120】

次に、期間T3において、1段目のフリップフロップ回路では、期間T2の状態を保持するように論理回路部361がスイッチ部362の制御を行う。そのため、期間T3では、第1のクロック信号CLK1はHレベルであり、Sout1はHレベルとなる。また、期間T3において、2段目のフリップフロップ回路では、期間T2と同様に、論理回路部361がスイッチ部362の制御を行う。期間T3では、第2のクロック信号CLK2はHレベルであるため、Sout2はHレベルである。また、期間T3の3段目のフリップフロップ回路には、Sout2がHレベルでIN端子に入力され、論理回路部361がスイッチ部のTFT369及び371をオンし、TFT370及び372をオフにする。このとき、第3のクロック信号CLK3はLレベルであるため、Sout3はLレベルである。

20

【0121】

なお、期間T3において、4段目以降のフリップフロップ回路には、IN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。

【0122】

次に、期間T4において、1段目のフリップフロップ回路では、期間T3の状態を保持するように論理回路部361がスイッチ部362の制御を行う。そのため、期間T4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T4において、2段目のフリップフロップ回路では、期間T3の状態を保持するように論理回路部361がスイッチ部362の制御を行う。そのため、期間T4において、第2のクロック信号CLK2はHレベルであり、Sout2はHレベルとなる。また、期間T4において、3段目のフリップフロップ回路では、期間T3と同様に、論理回路部361がスイッチ部362の制御を行う。期間T4では、第3のクロック信号CLK3はHレベルであるため、Sout3はHレベルである。また、期間T4の4段目のフリップフロップ回路には、Sout3がHレベルでIN端子に入力され、論理回路部361がスイッチ部362のTFT369及びTFT371をオンし、TFT370及びTFT372をオフにする。このとき、第4のクロック信号CLK4はLレベルであるため、Sout4はLレベルである。

30

【0123】

なお、期間T4において、5段目以降のフリップフロップ回路には、IN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。

40

【0124】

次に、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T3の状態を保持するように論理回路部361がスイッチ部362の制御を行う。そのため、期間T5において、第2のクロック信号CLK2はLレベルであり、Sout2はLレベルとなる。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361がスイッチ部362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361がスイッチ部362の制御を行う。期間T5では、第4のクロック信号CLK4はH

50

レベルであるため、Sout 4 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。

【 0 1 2 5 】

図 5 のシフトレジスタ回路で示したように、Sout 4 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、Sout 4 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 362 の TFT369 及び TFT371 をオフし、TFT370 及び TFT372 をオンする。そして、1 段目のフリップフロップ回路の Sout 1 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。

10

【 0 1 2 6 】

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、Sout 1 乃至 Sout 5 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ます。

【 0 1 2 7 】

また、フリップフロップ回路として、論理回路部にエンハンスマント型とデプレッション型を組み合わせた EDMOS の TFT、スイッチ部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 361 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 362 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。

20

【 0 1 2 8 】

また、図 3 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、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、I C 等を用いて表示装置に実装することができる。

30

【 0 1 2 9 】

また、本実施の形態は、実施の形態 1 または実施の形態 2 と自由に組み合わせができる。

【 0 1 3 0 】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、実施の形態 1 に示す薄膜トランジスタを含む表示装置の作製工程について、図 9 乃至 図 16 を用いて説明する。

40

【 0 1 3 1 】

図 9 (A) において、透光性を有する基板 100 にはバリウムホウケイ酸ガラスやアルミニウムホウケイ酸ガラスなどのガラス基板を用いることができる。

【 0 1 3 2 】

次いで、導電層を基板 100 全面に形成した後、第 1 のフォトリソグラフィー工程を行い、レジストマスクを形成し、エッティングにより不要な部分を除去して配線及び電極（ゲート電極層 101 を含むゲート配線、容量配線 108、及び第 1 の端子 121 ）を形成する。このとき少なくともゲート電極層 101 の端部にテーパー形状が形成されるようにエッティングする。この段階での断面図を図 9 (A) に示した。なお、この段階での上面図が図

50

11に相当する。図11において、後に形成される酸化膜半導体膜、チャネル保護層、ソース電極及びドレイン電極、コンタクトホール、画素電極は破線で示されている。なお、レジストマスクの形成にスピンドルコート法を用いる場合、レジスト膜の均一性の向上のため、大量のレジスト材料や、大量の現像液が使用され、余分な材料の消費量が多い。特に基板が大型化すると、スピンドルコート法を用いる成膜方法では、大型の基板を回転させる機構が大規模となる点、材料液のロスおよび廃液量が多い点で大量生産上、不利である。また、矩形の基板をスピンドルコートさせると回転軸を中心とする円形のムラが塗布膜に生じやすい。そこで、インクジェット法などの液滴吐出法やスクリーン印刷法などを用いて選択的にレジスト材料膜を形成し、露光を行ってレジストマスクを形成することが好ましい。選択的にレジスト材料膜を形成することによって、レジスト材料の使用量の削減が図れるため大幅なコストダウンが実現でき、1000mm×1200mm、1100mm×1250mm、1150mm×1300mmのような大面積基板にも対応できる。
10

【0133】

ゲート電極層101を含むゲート配線と容量配線108、端子部の第1の端子121は、アルミニウム(A1)、銅(Cu)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、ネオジム(Nd)、スカンジウム(Sc)から選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金か、上述した元素を組み合わせた合金膜、または上述した元素を成分とする窒化物で形成する。中でもアルミニウム(A1)や銅(Cu)などの低抵抗導電性材料で形成することが望ましいが、A1単体では耐熱性が劣り、また腐蝕しやすい等の問題点があるので耐熱性導電性材料と組み合わせて形成する。耐熱性導電性材料としては、チタン(Ti)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、Nd(ネオジム)、スカンジウム(Sc)から選ばれた元素を用いる。
20

【0134】

次いで、ゲート電極層101上にゲート絶縁層102を全面に成膜する。ゲート絶縁層102はスパッタ法などを用い、膜厚を50～250nmとする。

【0135】

例えば、ゲート絶縁層102としてスパッタ法により酸化シリコン膜を用い、100nmの厚さで形成する。勿論、ゲート絶縁層102はこのような酸化シリコン膜に限定されるものではなく、酸化窒化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化タンタル膜などの他の絶縁膜を用い、これらの材料から成る単層または積層構造として形成しても良い。
30

【0136】

なお、酸化物半導体膜を成膜する前に、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、ゲート絶縁層の表面に付着しているゴミを除去することが好ましい。なお、アルゴン雰囲気に代えて窒素、ヘリウムなどを用いてもよい。また、アルゴン雰囲気に酸素、水素、N₂Oなどを加えた雰囲気で行ってもよい。また、アルゴン雰囲気にC₁₂、CF₄などを加えた雰囲気で行ってもよい。

【0137】

次に、ゲート絶縁層102上に、第1の酸化物半導体膜(本実施の形態では第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜)を成膜する。プラズマ処理後、大気に曝すことなく第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜を成膜することは、ゲート絶縁層と半導体膜の界面にゴミや水分を付着させない点で有用である。ここでは、直径8インチのIn、Ga、及びZnを含む酸化物半導体ターゲット(In₂O₃:Ga₂O₃:ZnO=1:1:1)を用いて、基板とターゲットとの間との距離を170mm、圧力0.4Pa、直流(DC)電源0.5kW、アルゴン又は酸素雰囲気下で成膜する。なお、パルス直流(DC)電源を用いると、ごみが軽減でき、膜厚分布も均一となるために好ましい。第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の膜厚は、5nm～200nmとする。本実施の形態では第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の膜厚は、100nmとする。
40

【0138】

10

20

30

40

50

スパッタ法にはスパッタ用電源に高周波電源を用いるR Fスパッタ法と、D Cスパッタ法があり、さらにパルス的にバイアスを与えるパルスD Cスパッタ法もある。R Fスパッタ法は主に絶縁膜を成膜する場合に用いられ、D Cスパッタ法は主に金属膜を成膜する場合に用いられる。

【0139】

また、材料の異なるターゲットを複数設置できる多元スパッタ装置もある。多元スパッタ装置は、同一チャンバーで異なる材料膜を積層成膜することも、同一チャンバーで複数種類の材料を同時に放電させて成膜することもできる。

【0140】

また、チャンバー内部に磁石機構を備えたマグネトロンスパッタ法を用いるスパッタ装置や、グロー放電を使わずマイクロ波を用いて発生させたプラズマを用いるE C Rスパッタ法を用いるスパッタ装置がある。10

【0141】

また、スパッタ法を用いる成膜方法として、成膜中にターゲット物質とスパッタガス成分とを化学反応させてそれらの化合物薄膜を形成するリアクティブスパッタ法や、成膜中に基板にも電圧をかけるバイアススパッタ法もある。

【0142】

次に第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜のチャネル形成領域と重畠する領域にチャネル保護層133を形成する。チャネル保護層133も第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜と大気に触れさせずに連続成膜することによって形成してもよい。積層する薄膜を大気に曝さずに連続的に成膜すると生産性が向上する。20

【0143】

チャネル保護層133としては、無機材料（酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素など）を用いることができる。作製法としては、プラズマCVD法や熱CVD法などの気相成長法やスパッタリング法を用いることができる。チャネル保護層133は成膜後にエッチングにより形状を加工する。ここでは、スパッタ法により酸化珪素膜を形成し、フォトリソグラフィーによるマスクを用いてエッチング加工することでチャネル保護層133を形成する。チャネル保護層133をエッチング加工する際、第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜がエッチングストッパーとして機能するため、ゲート絶縁膜の膜減りを防止することができる。30

【0144】

次いで、第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜及びチャネル保護層133上に、第2の酸化物半導体膜（本実施の形態では第2のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜）をスパッタ法で成膜する。ここでは、In₂O₃:Ga₂O₃:ZnO=1:1:1としたターゲットを用い、成膜条件は、圧力を0.4Paとし、電力を500Wとし、成膜温度を室温とし、アルゴンガス流量40sccmを導入してスパッタ成膜を行う。In₂O₃:Ga₂O₃:ZnO=1:1:1としたターゲットを意図的に用いているにも関わらず、成膜直後で大きさ1nm~10nmの結晶粒を含むIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜が形成されることがある。なお、ターゲットの成分比、成膜圧力(0.1Pa~2.0Pa)、電力(250W~300W:8インチ)、温度(室温~100)、反応性スパッタの成膜条件などを適宜調節することで結晶粒の有無や、結晶粒の密度や、直径サイズは、1nm~10nmの範囲で調節されうると言える。第2のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の膜厚は、5nm~20nmとする。勿論、膜中に結晶粒が含まれる場合、含まれる結晶粒のサイズが膜厚を超える大きさとならない。本実施の形態では第2のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の膜厚は、5nmとする。40

【0145】

第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜は、第2のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の成膜条件と異ならせる。例えば、第2のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の成膜条件における酸素ガス流量とアルゴンガス流量の比よりも第1のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の成膜条件における酸素ガス流量の占める比率が多い条件とする。具体的には、第50

2 の In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜の成膜条件は、希ガス（アルゴン、又はヘリウムなど）雰囲気下（または酸素ガス 10 % 以下、アルゴンガス 90 % 以上）とし、第 1 の In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜の成膜条件は、酸素雰囲気下（又は酸素ガス流量をアルゴンガス流量よりも大きくする）とする。

【 0146 】

第 2 の In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜の成膜は、先に逆スパッタを行ったチャンバーと同一チャンバーを用いてもよいし、先に逆スパッタを行ったチャンバーと異なるチャンバーで成膜してもよい。

【 0147 】

次に、第 3 のフォトリソグラフィー工程を行い、レジストマスクを形成し、第 1 の In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜及び第 2 の In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜をエッチングする。ここでは ITO07N（関東化学社製）を用いたウェットエッチングにより、不要な部分を除去して第 1 の In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜である酸化物半導体膜 109、第 2 の In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜である酸化物半導体膜 111 を形成する。なお、ここでエッチングは、ウェットエッチングに限定されずドライエッティングを用いてもよい。この段階での上面図を図 9 (B) に示した。なお、この段階での上面図が図 12 に相当する。図 12 において、後に形成されるソース電極及びドレイン電極、コンタクトホール、画素電極は破線で示されている。

【 0148 】

次いで、第 4 のフォトリソグラフィー工程を行い、レジストマスクを形成し、エッチングによりゲート絶縁層 102 の不要な部分を除去してゲート電極層と同じ材料の配線や電極層に達するコンタクトホールを形成する。このコンタクトホールは後に形成する導電膜と直接接続するために設ける。例えば、駆動回路部において、ゲート電極層とソース電極層或いはドレイン電極層と直接接する薄膜トランジスタや、端子部のゲート配線と電気的に接続する端子を形成する場合にコンタクトホールを形成する。

【 0149 】

次に、酸化物半導体膜 109 及び酸化物半導体膜 111 上に金属材料からなる導電膜 132 をスパッタ法や真空蒸着法で形成する。この段階での上面図を図 9 (C) に示した。

【 0150 】

導電膜 132 の材料としては、Al、Cr、Ta、Ti、Mo、W から選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金か、上述した元素を組み合わせた合金膜等が挙げられる。また、200 ~ 600 の熱処理を行う場合には、この熱処理に耐える耐熱性を導電膜に持たせることが好ましい。Al 単体では耐熱性が劣り、また腐蝕しやすい等の問題点があるので耐熱性導電性材料と組み合わせて形成する。Al と組み合わせる耐熱性導電性材料としては、チタン (Ti)、タンタル (Ta)、タンゲステン (W)、モリブデン (Mo)、クロム (Cr)、Nd (ネオジム)、Sc (スカンジウム) から選ばれた元素、または上述した元素を成分とする合金か、上述した元素を組み合わせた合金膜、または上述した元素を成分とする窒化物で形成する。

【 0151 】

ここでは、導電膜 132 としてチタン膜の単層構造とする。また、導電膜 132 は、2 層構造としてもよく、アルミニウム膜上にチタン膜を積層してもよい。また、導電膜 132 として Ti 膜と、その Ti 膜上に重ねて Nd を含むアルミニウム (Al - Nd) 膜を積層し、さらにその上に Ti 膜を成膜する 3 層構造としてもよい。導電膜 132 は、シリコンを含むアルミニウム膜の単層構造としてもよい。

【 0152 】

次に、第 5 のフォトリソグラフィー工程を行い、レジストマスク 131 を形成し、エッチングにより不要な部分を除去して第 1 の電極 105a、第 2 の電極 105b、及びソース領域又はドレイン領域 104a、104b を形成する。この際のエッティング方法としてウェットエッティングまたはドライエッティングを用いる。例えば導電膜 132 としてアルミニウム膜、又はアルミニウム合金膜を用いる場合は、磷酸と酢酸と硝酸を混ぜた溶液を用い

10

20

30

40

50

たウェットエッティングを行うことができる。ここでは、アンモニア過水（過酸化水素：アンモニア：水 = 5 : 2 : 2）を用いたウェットエッティングにより、Ti膜の導電膜132をエッティングして第1の電極105a、第2の電極105bを、酸化物半導体膜111をエッティングしてソース領域又はドレイン領域104a、104bを形成する。このエッティング工程において、チャネル保護層133は酸化物半導体層103のエッティングを防止する膜として機能するため、酸化物半導体層103はエッティングされない。図10(A)においては、第1の電極105a、第2の電極105b、ソース領域又はドレイン領域104a、104bのエッティングをアンモニア過水のエッティング材によって一度に行うため、第1の電極105a、第2の電極105b及びソース領域又はドレイン領域104a、104bの端部は一致し、連続的な構造となっている。またウェットエッティングを用いるために、エッティングが等方的に行われ、第1の電極105a、第2の電極105bの端部はレジストマスク131より後退している。以上の工程で酸化物半導体層103をチャネル形成領域とし、かつ該チャネル形成領域上にチャネル保護層133を有する薄膜トランジスタ170が作製できる。この段階での断面図を図10(A)に示した。なお、この段階でのレジストマスク131のない上面図が図13に相当する。図13において、後に形成される画素電極は破線で示されている。

【0153】

酸化物半導体層103のチャネル形成領域上にチャネル保護層133を設ける構造であるため、酸化物半導体層103のチャネル形成領域に対する工程時におけるダメージ（エッティング時のプラズマやエッティング材による膜減りや、酸化など）を防ぐことができる。従って薄膜トランジスタ170の信頼性を向上させることができる。

【0154】

次いで、200～600、代表的には300～500の熱処理を行うことが好ましい。ここでは炉に入れ、窒素雰囲気下で350、1時間の熱処理を行う。この熱処理によりIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の原子レベルの再配列が行われる。この熱処理によりキャリアの移動を阻害する歪が解放されるため、ここで熱処理（光アニールも含む）は重要である。なお、熱処理を行うタイミングは、第2のIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜の成膜後であれば特に限定されず、例えば画素電極形成後に行ってもよい。

【0155】

また、この第5のフォトリソグラフィー工程において、第1の電極105a、第2の電極105bと同じ材料である第2の端子122を端子部に残す。なお、第2の端子122はソース配線（第1の電極105a、第2の電極105bを含むソース配線）と電気的に接続されている。

【0156】

また、端子部において、接続電極120は、ゲート絶縁膜に形成されたコンタクトホールを介して端子部の第1の端子121と直接接続される。なお、ここでは図示しないが、上述した工程と同じ工程を経て駆動回路の薄膜トランジスタのソース配線あるいはドレイン配線とゲート電極が直接接続される。

【0157】

また、多階調マスクにより形成した複数（代表的には二種類）の厚さの領域を有するレジストマスクを用いると、フォトマスクの数を減らすことができるため、工程簡略化、低コスト化が図れる。

【0158】

次いで、レジストマスク131を除去し、薄膜トランジスタ170を覆う保護絶縁層107を形成する。保護絶縁層107はスパッタ法などを用いて得られる窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、または酸化タンタル膜などの単層またはこれらの積層を用いることができる。駆動回路の一部の薄膜トランジスタにおいては、この保護絶縁層107を第2のゲート絶縁層の一層として機能させ、その上に第2のゲート電極を形成する。保護絶縁層107は、膜厚を50～400nmとする。第2のゲート絶縁層である保護絶縁層107

とチャネル保護層の合計膜厚が、第1のゲート絶縁膜の膜厚と概略同一となるようにすると上下のゲート電極から概略同一のゲート電圧を印加することができる。また、保護絶縁層107として酸化窒化シリコン膜、または窒化シリコン膜などを用いる場合、保護絶縁層107形成後に何らかの原因で付着する不純物、例えばナトリウムなどの可動イオンが拡散し、酸化物半導体に侵入することをブロックすることができる。

【0159】

次に、第6のフォトリソグラフィー工程を行い、レジストマスクを形成し、保護絶縁層107のエッチングにより第2の電極105bに達するコンタクトホール125を形成する。また、ここでのエッチングにより第2の端子122に達するコンタクトホール127、接続電極120に達するコンタクトホール126も同じレジストマスクで形成することが好ましい。この段階での断面図を図10(B)に示す。10

【0160】

次いで、レジストマスクを除去した後、透明導電膜を成膜する。透明導電膜の材料としては、酸化インジウム(In_2O_3)や酸化インジウム酸化スズ合金($In_2O_3-SnO_2$ 、ITOと略記する)などをスパッタ法や真空蒸着法などを用いて形成する。このような材料のエッチング処理は塩酸系の溶液により行う。しかし、特にITOのエッチングは残渣が発生しやすいので、エッチング加工性を改善するために酸化インジウム酸化亜鉛合金(In_2O_3-ZnO)を用いても良い。

【0161】

次に、第7のフォトリソグラフィー工程を行い、レジストマスクを形成し、エッチングにより不要な部分を除去して画素電極110を形成する。この第7のフォトリソグラフィー工程において、駆動回路においては、回路の一部に画素電極110と同じ材料を用いて、酸化物半導体層上にしきい値を制御する電極層(バックゲート電極)を形成する。なお、バックゲート電極を有する薄膜トランジスタは、図1(A)及び実施の形態1に図示しているため、ここでは詳細な説明は省略する。20

【0162】

また、この第7のフォトリソグラフィー工程において、容量部におけるゲート絶縁層102及び保護絶縁層107を誘電体として、容量配線108と画素電極110とで保持容量が形成される。なお、ここでは、ゲート絶縁層102及び保護絶縁層107を誘電体として、容量配線108と画素電極110とで保持容量を形成する例を示したが、特に限定されず、ソース電極またはドレイン電極と同じ材料で構成される電極を容量配線上方に設け、その電極と、容量配線と、それらの間にゲート絶縁層102を誘電体として構成する保持容量を形成し、その電極と画素電極とを電気的に接続する構成としてもよい。30

【0163】

また、この第7のフォトリソグラフィー工程において、第1の端子及び第2の端子をレジストマスクで覆い端子部に形成された透明導電膜128、129を残す。透明導電膜128、129はFPCとの接続に用いられる電極または配線となる。第1の端子121と直接接続された接続電極120上に形成された透明導電膜128は、ゲート配線の入力端子として機能する接続用の端子電極となる。第2の端子122上に形成された透明導電膜129は、ソース配線の入力端子として機能する接続用の端子電極である。40

【0164】

次いで、レジストマスクを除去し、この段階での断面図を図10(C)に示す。なお、この段階での上面図が図14に相当する。

【0165】

また、図15(A1)、図15(A2)は、この段階でのゲート配線端子部の上面図及び断面図をそれぞれ図示している。図15(A1)は図15(A2)中のC1-C2線に沿った断面図に相当する。図15(A1)において、保護絶縁膜154上に形成される透明導電膜155は、入力端子として機能する接続用の端子電極である。また、図15(A1)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151と、ソース配線と同じ材料で形成される接続電極153とがゲート絶縁層152を介して重なり直50

接接着して導通させている。また、接続電極 153 と透明導電膜 155 が保護絶縁膜 154 に設けられたコンタクトホールを介して直接接して導通させている。

【0166】

また、図 15 (B1)、及び図 15 (B2) は、ソース配線端子部の上面図及び断面図をそれぞれ図示している。また、図 15 (B1) は図 15 (B2) 中の D1 - D2 線に沿った断面図に相当する。図 15 (B1) において、保護絶縁膜 154 上に形成される透明導電膜 155 は、入力端子として機能する接続用の端子電極である。また、図 15 (B1) 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 156 が、ソース配線と電気的に接続される第 2 の端子 150 の下方にゲート絶縁層 152 を介して重なる。電極 156 は第 2 の端子 150 とは電気的に接続しておらず、電極 156 を第 2 の端子 150 と異なる電位、例えばフローティング、GND、0V などに設定すれば、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 150 は、保護絶縁膜 154 を介して透明導電膜 155 と電気的に接続している。10

【0167】

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 の端子などが複数並べられて配置される。それぞれの端子の数は、それぞれ任意な数で設ければ良いものとし、実施者が適宣決定すれば良い。

【0168】

こうして 7 回のフォトリソグラフィー工程により、7 枚のフォトマスクを使用して、ボトムゲート型の n チャネル型薄膜トランジスタである薄膜トランジスタ 170 を有する画素薄膜トランジスタ部、保持容量を完成させることができる。そして、これらを個々の画素に対応してマトリクス状に配置して画素部を構成することによりアクティブマトリクス型の表示装置を作製するための一方の基板とすることができます。本明細書では便宜上このような基板をアクティブマトリクス基板と呼ぶ。20

【0169】

また、画素電極と同じ材料を用いて接続電極を形成し、ゲート配線とソース配線またはドレイン配線と電気的に接続する構成とする場合には、第 3 のフォトリソグラフィー工程を省略できるため、6 回のフォトリソグラフィー工程により、6 枚のフォトマスクを使用して、ボトムゲート型の n チャネル型薄膜トランジスタである第 2 の薄膜トランジスタ、保持容量を完成させることができる。30

【0170】

また、図 1 (B) に示すように第 2 のゲート電極の材料を画素電極の材料と異ならせる場合には 1 回のフォトリソグラフィー工程が増え、1 枚のフォトマスクが増加する。

【0171】

アクティブマトリクス型の液晶表示装置を作製する場合には、アクティブマトリクス基板と、対向電極が設けられた対向基板との間に液晶層を設け、アクティブマトリクス基板と対向基板とを固定する。なお、対向基板に設けられた対向電極と電気的に接続する共通電極をアクティブマトリクス基板上に設け、共通電極と電気的に接続する第 4 の端子を端子部に設ける。この第 4 の端子は、共通電極を固定電位、例えば GND、0V などに設定するための端子である。40

【0172】

また、本実施の形態は、図 14 の画素構成に限定されず、図 14 とは異なる上面図の例を図 16 に示す。図 16 では容量配線を設けず、画素電極を隣り合う画素のゲート配線と保護絶縁膜及びゲート絶縁層を介して重ねて保持容量を形成する例であり、この場合、容量配線及び容量配線と接続する第 3 の端子は省略することができる。なお、図 16 において、図 14 と同じ部分には同じ符号を用いて説明する。

【0173】

アクティブマトリクス型の液晶表示装置においては、マトリクス状に配置された画素電極を駆動することによって、画面上に表示パターンが形成される。詳しくは選択された画素50

電極と該画素電極に対応する対向電極との間に電圧が印加されることによって、画素電極と対向電極との間に配置された液晶層の光学変調が行われ、この光学変調が表示パターンとして観察者に認識される。

【0174】

液晶表示装置の動画表示において、液晶分子自体の応答が遅いため、残像が生じる、または動画のぼけが生じるという問題がある。液晶表示装置の動画特性を改善するため、全面黒表示を1フレームおきに行う、所謂、黒挿入と呼ばれる駆動技術がある。

【0175】

また、通常の垂直同期周波数を1.5倍以上、好ましくは2倍以上にすることで動画特性を改善する、所謂、倍速駆動と呼ばれる駆動技術を用いても良い。

10

【0176】

また、液晶表示装置の動画特性を改善するため、バックライトとして複数のLED（発光ダイオード）光源または複数のEL光源などを用いて面光源を構成し、面光源を構成している各光源を独立して1フレーム期間内で間欠点灯駆動する駆動技術もある。面光源として、3種類以上のLEDを用いてもよいし、白色発光のLEDを用いてもよい。独立して複数のLEDを制御できるため、液晶層の光学変調の切り替えタイミングに合わせてLEDの発光タイミングを同期させることもできる。この駆動技術は、LEDを部分的に消灯することができるため、特に一画面を占める黒い表示領域の割合が多い映像表示の場合には、消費電力の低減効果が図れる。

【0177】

20

これらの駆動技術を組み合わせることによって、液晶表示装置の動画特性などの表示特性を従来よりも改善することができる。

【0178】

本実施の形態で得られるnチャネル型のトランジスタは、In-Ga-Zn-O系非単結晶膜をチャネル形成領域に用いており、良好な動特性を有するため、これらの駆動技術を組み合わせることができる。

【0179】

また、発光表示装置を作製する場合、有機発光素子の一方の電極（カソードとも呼ぶ）は、低電源電位、例えばGND、0Vなどに設定するため、端子部に、カソードを低電源電位、例えばGND、0Vなどに設定するための第4の端子が設けられる。また、発光表示装置を作製する場合には、ソース配線、及びゲート配線に加えて電源供給線を設ける。従って、端子部には、電源供給線と電気的に接続する第5の端子を設ける。

30

【0180】

ゲート線駆動回路またはソース線駆動回路で酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタで形成することにより、製造コストを低減する。そして駆動回路に用いる薄膜トランジスタのゲート電極とソース配線、或いはドレイン配線を直接接続させることでコンタクトホールの数を少なくし、駆動回路の占有面積を縮小化できる表示装置を提供することができる。

【0181】

従って、本実施の形態により、電気特性が高く信頼性のよい表示装置を低コストで提供することができる。

40

【0182】

また、本実施の形態は、実施の形態1、実施の形態2、または実施の形態3と自由に組み合わせることができる。

【0183】

（実施の形態5）

本実施の形態では、半導体装置として電子ペーパーの例を示す。

【0184】

図17は、液晶表示装置とは異なる半導体装置の例としてアクティブマトリクス型の電子ペーパーを示す。半導体装置の画素部に用いられる薄膜トランジスタ581としては、実施の形態4で示す画素部の薄膜トランジスタと同様に作製でき、In-Ga-Zn-O系

50

非単結晶膜を半導体層として含む薄膜トランジスタである。また、実施の形態1に示したように、同一基板上に画素部と駆動回路を作製することができ、製造コストを低減した電子ペーパーを実現することができる。

【0185】

図17の電子ペーパーは、ツイストボール表示方式を用いた表示装置の例である。ツイストボール表示方式とは、白と黒に塗り分けられた球形粒子を表示素子に用いる電極層である第1の電極層及び第2の電極層の間に配置し、第1の電極層及び第2の電極層に電位差を生じさせての球形粒子の向きを制御することにより、表示を行う方法である。

【0186】

薄膜トランジスタ581はボトムゲート構造の薄膜トランジスタであり、ソース電極層又はドレイン電極層は第1の電極層587と、絶縁層583、584、585に形成する開口で接しており電気的に接続している。第1の電極層587と第2の電極層588との間には黒色領域590a及び白色領域590bを有し、周りに液体で満たされているキャビティ594を含む球形粒子589が一対の基板580、596の間に設けられており、球形粒子589の周囲は樹脂等の充填材595で充填されている（図17参照。）。

10

【0187】

また、ツイストボールの代わりに、電気泳動素子を用いることも可能である。透明な液体と、正に帯電した白い微粒子と負に帯電した黒い微粒子とを封入した直径 $10\text{ }\mu\text{m} \sim 20\text{ }\mu\text{m}$ 程度のマイクロカプセルを用いる。第1の電極層と第2の電極層との間に設けられるマイクロカプセルは、第1の電極層と第2の電極層によって、電場が与えられると、白い微粒子と、黒い微粒子が逆の方向に移動し、白または黒を表示することができる。この原理を応用した表示素子が電気泳動表示素子であり、電子ペーパーとよばれている。電気泳動表示素子は、液晶表示素子に比べて反射率が高いため、補助ライトは不要であり、また消費電力が小さく、薄暗い場所でも表示部を認識することが可能である。また、表示部に電源が供給されない場合であっても、一度表示した像を保持することが可能であるため、電波発信源から表示機能付き半導体装置（単に表示装置、又は表示装置を具備する半導体装置ともいう）を遠ざけた場合であっても、表示された像を保存しておくことが可能となる。

20

【0188】

実施の形態1等に示したTFTを用いることにより、半導体装置として製造コストが低減された電子ペーパーを作製することができる。

30

【0189】

本実施の形態は、実施の形態1、または実施の形態2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。

【0190】

（実施の形態6）

本実施の形態では、半導体装置として発光表示装置の例を示す。表示装置の有する表示素子としては、ここで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て示す。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、一般的に、前者は有機EL素子、後者は無機EL素子と呼ばれている。

40

【0191】

有機EL素子は、発光素子に電圧を印加することにより、一対の電極から電子および正孔が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、それらキャリア（電子および正孔）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、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。このようなメカニズムから、このような発光素子は、電流励起型の発光素子と呼ばれる。

【0192】

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

50

するものであり、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。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。

【0193】

図18は、半導体装置の例としてデジタル時間階調駆動を適用可能な画素構成の一例を示す図である。

【0194】

デジタル時間階調駆動を適用可能な画素の構成及び画素の動作について説明する。ここでは酸化物半導体層（In-Ga-Zn-O系非単結晶膜）をチャネル形成領域に用いるnチャネル型のトランジスタを1つの画素に2つ用いる例を示す。

10

【0195】

画素6400は、スイッチング用トランジスタ6401、駆動用トランジスタ6402、発光素子6404及び容量素子6403を有している。スイッチング用トランジスタ6401はゲートが走査線6406に接続され、第1電極（ソース電極及びドレイン電極の一方）が信号線6405に接続され、第2電極（ソース電極及びドレイン電極の他方）が駆動用トランジスタ6402のゲートに接続されている。駆動用トランジスタ6402は、ゲートが容量素子6403を介して電源線6407に接続され、第1電極が電源線6407に接続され、第2電極が発光素子6404の第1電極（画素電極）に接続されている。発光素子6404の第2電極は共通電極6408に相当する。

20

【0196】

なお、発光素子6404の第2電極（共通電極6408）には低電源電位が設定されている。なお、低電源電位とは、電源線6407に設定される高電源電位を基準にして低電源電位 < 高電源電位を満たす電位であり、低電源電位としては例えばGND、0Vなどが設定されていても良い。この高電源電位と低電源電位との電位差を発光素子6404に印加して、発光素子6404に電流を流して発光素子6404を発光させるため、高電源電位と低電源電位との電位差が発光素子6404の順方向しきい値電圧以上となるようにそれぞれの電位を設定する。

【0197】

30

なお、容量素子6403は駆動用トランジスタ6402のゲート容量を代用して省略することも可能である。駆動用トランジスタ6402のゲート容量については、チャネル領域とゲート電極との間で容量が形成されていてもよい。

【0198】

ここで、電圧入力電圧駆動方式の場合には、駆動用トランジスタ6402のゲートには、駆動用トランジスタ6402が十分にオンするか、オフするかの二つの状態となるようなビデオ信号を入力する。つまり、駆動用トランジスタ6402はオン状態では線形領域で動作させる。駆動用トランジスタ6402は線形領域で動作させるため、オン状態の時には電源線6407の電圧よりも高い電圧を駆動用トランジスタ6402のゲートにかける。なお、信号線6405には、駆動用トランジスタ6402がオン状態の時には（電源線電圧 + スイッチング用トランジスタ6401のV_{th}）以上の電圧をかける。

40

【0199】

また、デジタル時間階調駆動に代えて、アナログ階調駆動を行う場合、信号の入力を異ならせてことで、図18と同じ画素構成を用いることができる。

【0200】

アナログ階調駆動を行う場合、駆動用トランジスタ6402のゲートに発光素子6404の順方向電圧 + 駆動用トランジスタ6402のV_{th}以上の電圧をかける。発光素子6404の順方向電圧とは、所望の輝度とする場合の電圧を指しており、少なくとも順方向しきい値電圧を含む。なお、駆動用トランジスタ6402が飽和領域で動作するようなビデオ信号を入力することで、発光素子6404に電流を流すことができる。駆動用トランジ

50

スタ 6 4 0 2 を飽和領域で動作させるため、電源線 6 4 0 7 の電位は、駆動用トランジスタ 6 4 0 2 のゲート電位よりも高くする。ビデオ信号をアナログとすることで、発光素子 6 4 0 4 にビデオ信号に応じた電流を流し、アナログ階調駆動を行うことができる。

【 0 2 0 1 】

なお、図 1 8 に示す画素構成は、これに限定されない。例えば、図 1 8 に示す画素に新たにスイッチ、抵抗素子、容量素子、トランジスタ又は論理回路などを追加してもよい。

【 0 2 0 2 】

次に、発光素子の構成について、図 1 9 (A)、図 1 9 (B)、図 1 9 (C) を用いて説明する。ここでは、駆動用 TFT が図 1 (B) に示す薄膜トランジスタ 1 7 0 の場合を例に挙げて、画素の断面構造について説明する。図 1 9 (A)、図 1 9 (B)、図 1 9 (C) の半導体装置に用いられる駆動用 TFT 7 0 0 1 、 7 0 1 1 、 7 0 2 1 は、実施の形態 1 で示す薄膜トランジスタ 1 7 0 と同様に作製でき、 In - Ga - Zn - O 系非単結晶膜を半導体層として含む高い電気特性を有する薄膜トランジスタである。10

【 0 2 0 3 】

発光素子は発光を取り出すために少なくとも陽極又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及び発光素子を形成し、基板とは逆側の面から発光を取り出す上面射出や、基板側の面から発光を取り出す下面射出や、基板側及び基板とは反対側の面から発光を取り出す両面射出構造の発光素子があり、図 1 8 に示す画素構成はどの射出構造の発光素子にも適用することができる。

【 0 2 0 4 】

上面射出構造の発光素子について図 1 9 (A) を用いて説明する。20

【 0 2 0 5 】

図 1 9 (A) に、駆動用 TFT 7 0 0 1 が図 1 (B) に示す薄膜トランジスタ 1 7 0 であり、発光素子 7 0 0 2 から発せられる光が陽極 7 0 0 5 側に抜ける場合の、画素の断面図を示す。図 1 9 (A) では、発光素子 7 0 0 2 の陰極 7 0 0 3 と駆動用 TFT 7 0 0 1 が電気的に接続されており、陰極 7 0 0 3 上に発光層 7 0 0 4 、陽極 7 0 0 5 が順に積層されている。陰極 7 0 0 3 は仕事関数が小さく、なおかつ光を反射する導電膜であれば様々な材料を用いることができる。例えば、Ca、Al、CaF、MgAg、AlLi等が望ましい。そして発光層 7 0 0 4 は、単数の層で構成されていても、複数の層が積層されるように構成されてもどちらでも良い。複数の層で構成されている場合、陰極 7 0 0 3 上に電子注入層、電子輸送層、発光層、ホール輸送層、ホール注入層の順に積層する。なおこれらの層を全て設ける必要はない。陽極 7 0 0 5 は光を透過する透光性を有する導電性材料を用いて形成し、例えば酸化タンゲステンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲ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(以下、ITOと示す。)、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの透光性を有する導電性導電膜を用いても良い。30

【 0 2 0 6 】

陰極 7 0 0 3 及び陽極 7 0 0 5 で発光層 7 0 0 4 を挟んでいる領域が発光素子 7 0 0 2 に相当する。図 1 9 (A) に示した画素の場合、発光素子 7 0 0 2 から発せられる光は、矢印で示すように陽極 7 0 0 5 側に射出する。40

【 0 2 0 7 】

なお、駆動回路において酸化物半導体層上に設ける第 2 のゲート電極は、陰極 7 0 0 3 と同じ材料で形成すると工程を簡略化できるため好ましい。

【 0 2 0 8 】

次に、下面射出構造の発光素子について図 1 9 (B) を用いて説明する。駆動用 TFT 7 0 1 1 が図 1 (A) に示す薄膜トランジスタ 1 7 0 であり、発光素子 7 0 1 2 から発せられる光が陰極 7 0 1 3 側に射出する場合の、画素の断面図を示す。図 1 9 (B) では、駆動用 TFT 7 0 1 1 と電気的に接続された透光性を有する導電膜 7 0 1 7 上に、発光素子 7 0 1 2 の陰極 7 0 1 3 が成膜されており、陰極 7 0 1 3 上に発光層 7 0 1 4 、陽極 7 0 1 5 が成膜されている。50

15が順に積層されている。なお、陽極7015が透光性を有する場合、陽極上を覆うように、光を反射または遮蔽するための遮蔽膜7016が成膜されていてもよい。陰極7013は、図19(A)の場合と同様に、仕事関数が小さい導電性材料であれば様々な材料を用いることができる。ただしその膜厚は、光を透過する程度(好ましくは、5nm~30nm程度)とする。例えば20nmの膜厚を有するアルミニウム膜を、陰極7013として用いることができる。そして発光層7014は、図19(A)と同様に、単数の層で構成されても、複数の層が積層されるように構成されてもどちらでも良い。陽極7015は光を透過する必要はないが、図19(A)と同様に、透光性を有する導電性材料を用いて形成することができる。そして遮蔽膜7016は、例えば光を反射する金属等を用いることができるが、金属膜に限定されない。例えば黒の顔料を添加した樹脂等を用いることもできる。

10

【0209】

陰極7013及び陽極7015で、発光層7014を挟んでいる領域が発光素子7012に相当する。図19(B)に示した画素の場合、発光素子7012から発せられる光は、矢印で示すように陰極7013側に射出する。

【0210】

なお、駆動回路において酸化物半導体層上に設ける第2のゲート電極は、陰極7013と同じ材料で形成すると工程を簡略化できるため好ましい。

【0211】

次に、両面射出構造の発光素子について、図19(C)を用いて説明する。図19(C)では、駆動用TFT7021と電気的に接続された透光性を有する導電膜7027上に、発光素子7022の陰極7023が成膜されており、陰極7023上に発光層7024、陽極7025が順に積層されている。陰極7023は、図19(A)の場合と同様に、仕事関数が小さい導電性材料であれば様々な材料を用いることができる。ただしその膜厚は、光を透過する程度とする。例えば20nmの膜厚を有するAlを、陰極7023として用いることができる。そして発光層7024は、図19(A)と同様に、単数の層で構成されても、複数の層が積層されるように構成されてもどちらでも良い。陽極7025は、図19(A)と同様に、光を透過する透光性を有する導電性材料を用いて形成することができる。

20

【0212】

陰極7023と、発光層7024と、陽極7025とが重なっている部分が発光素子7022に相当する。図19(C)に示した画素の場合、発光素子7022から発せられる光は、矢印で示すように陽極7025側と陰極7023側の両方に射出する。

30

【0213】

なお、駆動回路において酸化物半導体層上に設ける第2のゲート電極は、導電膜7027と同じ材料で形成すると工程を簡略化できるため好ましい。また、駆動回路において酸化物半導体層上に設ける第2のゲート電極は、導電膜7027及び陰極7023と同じ材料を用いて積層させると、工程を簡略化できることに加え、積層することにより配線抵抗を低下させることができ、好ましい。

40

【0214】

なお、ここでは、発光素子として有機EL素子について述べたが、発光素子として無機EL素子を設けることも可能である。

【0215】

なお本実施の形態では、発光素子の駆動を制御する薄膜トランジスタ(駆動用TFT)と発光素子が接続されている例を示したが、駆動用TFTと発光素子との間に電流制御用TFTが接続されている構成であってもよい。

【0216】

なお本実施の形態で示す半導体装置は、図19(A)、図19(B)、図19(C)に示した構成に限定されるものではなく、開示した技術的思想に基づく各種の変形が可能である。

50

【0217】

次に、半導体装置の一形態に相当する発光表示パネル（発光パネルともいう）の上面及び断面について、図21(A)、図21(B)を用いて説明する。図21(A)は、第1の基板上に形成された薄膜トランジスタ及び発光素子を、第2の基板との間にシール材によって封止した、パネルの上面図であり、図21(B)は、図21(A)のH-Iにおける断面図に相当する。

【0218】

第1の基板4501上に設けられた画素部4502、信号線駆動回路4503a、4503b、及び走査線駆動回路4504a、4504bを囲むようにして、シール材4505が設けられている。また画素部4502、信号線駆動回路4503a、4503b、及び走査線駆動回路4504a、4504bの上に第2の基板4506が設けられている。よって画素部4502、信号線駆動回路4503a、4503b、及び走査線駆動回路4504a、4504bは、第1の基板4501とシール材4505と第2の基板4506とによって、充填材4507と共に密封されている。このように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（貼り合わせフィルム、紫外線硬化樹脂フィルム等）やカバー材でパッケージング（封入）することが好ましい。

【0219】

また第1の基板4501上に設けられた画素部4502、信号線駆動回路4503a、4503b、及び走査線駆動回路4504a、4504bは、薄膜トランジスタを複数有しており、図21(B)では、画素部4502に含まれる薄膜トランジスタ4510と、信号線駆動回路4503aに含まれる薄膜トランジスタ4509とを例示している。

【0220】

薄膜トランジスタ4509、4510は、In-Ga-Zn-O系非単結晶膜を半導体層として含む信頼性の高い実施の形態1に示す薄膜トランジスタを適用することができる。また、薄膜トランジスタ4509は、実施の形態1及び図1(B)に示すように半導体層の上下にゲート電極を有している。

【0221】

また4511は発光素子に相当し、発光素子4511が有する画素電極である第1の電極層4517は、薄膜トランジスタ4510のソース電極層またはドレイン電極層と電気的に接続されている。なお発光素子4511の構成は、第1の電極層4517、電界発光層4512、第2の電極層4513の積層構造であるが、本実施の形態に示した構成に限定されない。発光素子4511から取り出す光の方向などに合わせて、発光素子4511の構成は適宜変えることができる。

【0222】

隔壁4520は、有機樹脂膜、無機絶縁膜または有機ポリシリコサンを用いて形成する。特に感光性の材料を用い、第1の電極層4517上に開口部を形成し、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。

【0223】

電界発光層4512は、単数の層で構成されていても、複数の層が積層されるように構成されてもどちらでも良い。

【0224】

発光素子4511に酸素、水素、水分、二酸化炭素等が侵入しないように、第2の電極層4513及び隔壁4520上に保護膜を形成してもよい。保護膜としては、窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、DLC膜等を形成することができる。

【0225】

また、信号線駆動回路4503a、4503b、走査線駆動回路4504a、4504b、または画素部4502に与えられる各種信号及び電位は、FPC4518a、4518bから供給されている。

【0226】

本実施の形態では、接続端子電極4515が、発光素子4511が有する第1の電極層4

10

20

30

40

50

517と同じ導電膜から形成され、端子電極4516は、薄膜トランジスタ4509、4510が有するソース電極層及びドレイン電極層と同じ導電膜から形成されている。

【0227】

接続端子電極4515は、FPC4518aが有する端子と、異方性導電膜4519を介して電気的に接続されている。

【0228】

発光素子4511からの光の取り出し方向に位置する第2の基板は透光性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、ポリエスチルフィルムまたはアクリルフィルムのような透光性を有する材料を用いる。

【0229】

また、充填材4507としては窒素やアルゴンなどの不活性な気体の他に、紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂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、シリコーン樹脂、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)を用いることができる。

【0230】

また、必要であれば、発光素子の射出面に偏光板、又は円偏光板(楕円偏光板を含む)、位相差板(1/4板、1/2板)、カラーフィルタなどの光学フィルムを適宜設けてもよい。また、偏光板又は円偏光板に反射防止膜を設けてもよい。例えば、表面の凹凸により反射光を拡散し、映り込みを低減できるアンチグレア処理を施すことができる。

【0231】

信号線駆動回路4503a、4503b、及び走査線駆動回路4504a、4504bは、別途用意された単結晶半導体基板、或いは絶縁基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜によって形成された駆動回路で実装されていてもよい。また、信号線駆動回路のみ、或いは一部、又は走査線駆動回路のみ、或いは一部のみを別途形成して実装しても良く、本実施の形態は図21(A)及び図21(B)の構成に限定されない。

【0232】

実施の形態1等に示したTFTを用いることにより、製造コストを低減した発光表示装置(表示パネル)を作製することができる。

【0233】

本実施の形態は、実施の形態1、または実施の形態2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。

【0234】

(実施の形態7)

本実施の形態では、半導体装置の一形態に相当する液晶表示パネルの上面及び断面について、図20(A1)、図20(B)を用いて説明する。図20(A1)は、第1の基板4001上に形成された実施の形態1で示したIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜を半導体層として含む薄膜トランジスタ4010、4011、及び液晶素子4013を、第2の基板4006との間にシール材4005によって封止した、パネルの上面図であり、図20(B)は、図20(A1)のM-Nにおける断面図に相当する。

【0235】

第1の基板4001上に設けられた画素部4002と、走査線駆動回路4004とを囲むようにして、シール材4005が設けられている。また画素部4002と、走査線駆動回路4004の上に第2の基板4006が設けられている。よって画素部4002と、走査線駆動回路4004とは、第1の基板4001とシール材4005と第2の基板4006とによって、液晶層4008と共に封止されている。また第1の基板4001上のシール材4005によって囲まれている領域とは異なる領域に、別途用意された基板上に単結晶半導体膜又は多結晶半導体膜で形成された信号線駆動回路4003が実装されている。

【0236】

なお、別途形成した駆動回路の接続方法は、特に限定されるものではなく、COG方法、ワイヤボンディング方法、或いはTAB方法などを用いることができる。図20(A1)

10

20

30

40

50

は、COG方法により信号線駆動回路4003を実装する例であり、図20(A2)は、TAB方法により信号線駆動回路4003を実装する例である。

【0237】

また第1の基板4001上に設けられた画素部4002と、走査線駆動回路4004は、薄膜トランジスタを複数有しており、図20(B)では、画素部4002に含まれる薄膜トランジスタ4010と、走査線駆動回路4004に含まれる薄膜トランジスタ4011とを例示している。薄膜トランジスタ4010、4011上には絶縁層4020、4021が設けられている。

【0238】

薄膜トランジスタ4010、4011は、In-Ga-Zn-O系非単結晶膜を半導体層として含む実施の形態1に示す薄膜トランジスタを適用することができる。薄膜トランジスタ4011は、実施の形態2の図2(A)に示したバックゲート電極を有する薄膜トランジスタに相当する。

10

【0239】

また、液晶素子4013が有する画素電極4030は、薄膜トランジスタ4010と電気的に接続されている。そして液晶素子4013の対向電極層4031は第2の基板4006上に形成されている。画素電極4030と対向電極層4031と液晶層4008とが重なっている部分が、液晶素子4013に相当する。なお、画素電極4030、対向電極層4031はそれぞれ配向膜として機能する絶縁層4032、4033が設けられ、絶縁層4032、4033を介して液晶層4008を挟持している。

20

【0240】

なお、第1の基板4001、第2の基板4006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、プラスチックを用いることができる。プラスチックとしては、FRP(Fiberglass-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ることもできる。

【0241】

また4035は絶縁膜を選択的にエッチングすることで得られる柱状のスペーサであり、画素電極4030と対向電極層4031との間の距離(セルギャップ)を制御するために設けられている。なお球状のスペーサを用いていても良い。また、対向電極層4031は、薄膜トランジスタ4010と同一基板上に設けられる共通電位線と電気的に接続される。共通接続部を用いて、一対の基板間に配置される導電性粒子を介して対向電極層4031と共に共通電位線とを電気的に接続することができる。なお、導電性粒子はシール材4005に含有させる。

30

【0242】

また、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いてもよい。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4008に用いる。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 $10\mu s$ ~ $100\mu s$ と短く、光学的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。

40

【0243】

なお本実施の形態は透過型液晶表示装置の例であるが、反射型液晶表示装置でも半透過型液晶表示装置でも適用できる。

【0244】

また、本実施の形態の液晶表示装置では、基板の外側(視認側)に偏光板を設け、内側に着色層、表示素子に用いる電極層という順に設けるが、偏光板は基板の内側に設けてよい。また、偏光板と着色層の積層構造も本実施の形態に限定されず、偏光板及び着色層の

50

材料や作製工程条件によって適宜設定すればよい。また、ブラックマトリクスとして機能する遮光膜を設けてもよい。

【0245】

また、本実施の形態では、薄膜トランジスタの表面凹凸を低減するため、及び薄膜トランジスタの信頼性を向上させるため、実施の形態1で得られた薄膜トランジスタを保護膜や平坦化絶縁膜として機能する絶縁層（絶縁層4020、絶縁層4021）で覆う構成となっている。なお、保護膜は、大気中に浮遊する有機物や金属物、水蒸気などの汚染不純物の侵入を防ぐためのものであり、緻密な膜が好ましい。保護膜は、スパッタ法を用いて、酸化珪素膜、窒化珪素膜、酸化窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、又は窒化酸化アルミニウム膜の単層、又は積層で形成すればよい。本実施の形態では保護膜をスパッタ法で形成する例を示すが、特に限定されずプラズマCVD法などの種々の方法で形成すればよい。駆動回路の一部においては、この保護膜が第2のゲート絶縁層として機能し、第2のゲート絶縁層上にバックゲートを有する薄膜トランジスタを含む。10

【0246】

ここでは、保護膜として積層構造の絶縁層4020を形成する。ここでは、絶縁層4020の一層目として、スパッタ法を用いて酸化珪素膜を形成する。保護膜として酸化珪素膜を用いると、ソース電極層及びドレイン電極層として用いるアルミニウム膜のヒロック防止に効果がある。

【0247】

また、保護膜の二層目として絶縁層を形成する。ここでは、絶縁層4020の二層目として、スパッタ法を用いて窒化珪素膜を形成する。保護膜として窒化珪素膜を用いると、ナトリウム等の可動イオンが半導体領域中に侵入して、TFTの電気特性を変化させることを抑制することができる。この2層目の絶縁層も駆動回路の一部において第2のゲート絶縁層として機能する。20

【0248】

従って、酸化半導体層に上下から概略同一のゲート電圧を印加する場合には、第2のゲート絶縁層が異なる材料層の積層であれば、第1のゲート絶縁層も異なる材料層とし、膜厚も概略同一とすることが好ましい。本実施の形態においては、駆動回路において、バックゲートを有する薄膜トランジスタの第1のゲート電極上に設ける第1のゲート絶縁層は、窒化珪素膜と酸化珪素膜の積層とし、合計膜厚が絶縁層4020と概略同一となるようとする。30

【0249】

また、保護膜を形成した後に、半導体層のアニール（300～400）を行ってもよい。また、保護膜を形成した後にバックゲートを形成する。

【0250】

また、平坦化絶縁膜として絶縁層4021を形成する。絶縁層4021としては、ポリイミド、アクリル、ベンゾシクロブテン、ポリアミド、エポキシ等の、耐熱性を有する有機材料を用いることができる。また上記有機材料の他に、低誘電率材料（low-k材料）、シロキサン系樹脂、PSG（リングガラス）、BPSG（リンボロンガラス）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、絶縁層4021を形成してもよい。40

【0251】

なおシロキサン系樹脂とは、シロキサン系材料を出発材料として形成されたSi-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサン系樹脂は置換基としては有機基（例えばアルキル基やアリール基）やフルオロ基を用いても良い。また、有機基はフルオロ基を有していても良い。

【0252】

絶縁層4021の形成法は、特に限定されず、その材料に応じて、スパッタ法、SOG法、スピンドル、ディップ、スプレー塗布、液滴吐出法（インクジェット法、スクリーン

10

20

30

40

50

印刷、オフセット印刷等)、ドクターナイフ、ロールコーラー、カーテンコーラー、ナイフコーラー等を用いることができる。絶縁層4021を材料液を用いて形成する場合、ベークする工程で同時に、半導体層のアニール(300 ~ 400)を行ってもよい。絶縁層4021の焼成工程と半導体層のアニールを兼ねることで効率よく半導体装置を作製することが可能となる。

【0253】

画素電極4030、対向電極層4031は、酸化タンゲステンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲ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(以下、ITOと示す。)、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの透光性を有する導電性材料を用いることができる。10

【0254】

また、画素電極4030、対向電極層4031として、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。導電性組成物を用いて形成した画素電極は、シート抵抗が10000 / 以下、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 · cm以下であることが好ましい。

【0255】

導電性高分子としては、いわゆる電子共役系導電性高分子が用いることができる。例えば、ポリアニリンまたはその誘導体、ポリピロールまたはその誘導体、ポリチオフェンまたはその誘導体、若しくはこれらの2種以上の共重合体などがあげられる。20

【0256】

また別途形成された信号線駆動回路4003と、走査線駆動回路4004または画素部4002に与えられる各種信号及び電位は、FPC4018から供給されている。

【0257】

本実施の形態では、接続端子電極4015が、液晶素子4013が有する画素電極4030と同じ導電膜から形成され、端子電極4016は、薄膜トランジスタ4010、4011のソース電極層及びドレイン電極層と同じ導電膜で形成されている。

【0258】

接続端子電極4015は、FPC4018が有する端子と、異方性導電膜4019を介して電気的に接続されている。30

【0259】

また図21(A1)、図21(A2)においては、信号線駆動回路4003を別途形成し、第1の基板4001に実装している例を示しているが、本実施の形態はこの構成に限定されない。走査線駆動回路を別途形成して実装しても良いし、信号線駆動回路の一部または走査線駆動回路の一部のみを別途形成して実装しても良い。

【0260】

図22は、TFT基板2600を用いて半導体装置として液晶表示モジュールを構成する一例を示している。

【0261】

図22は液晶表示モジュールの一例であり、TFT基板2600と対向基板2601がシール材2602により固着され、その間にTFT等を含む画素部2603、液晶層を含む表示素子2604、着色層2605、偏光板2606が設けられ表示領域を形成している。着色層2605はカラー表示を行う場合に必要であり、RGB方式の場合は、赤、緑、青の各色に対応した着色層が各画素に対応して設けられている。TFT基板2600と対向基板2601の外側には偏光板2606、偏光板2607、拡散板2613が配設されている。光源は冷陰極管2610と反射板2611により構成され、回路基板2612は、フレキシブル配線基板2609によりTFT基板2600の配線回路部2608と接続され、コントロール回路や電源回路などの外部回路が組み込まれている。また偏光板と、液晶層との間に位相差板を有した状態で積層してもよい。4050

【 0 2 6 2 】

液晶表示モジュールには、TN (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) モード、ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell) モード、OCB (Optical Compensated Birefringence) モード、FLC (Ferroelectric Liquid Crystal) モード、AFLC (AntiFerroelectric Liquid Crystal) モードなどの液晶を用いることができる。

10

【 0 2 6 3 】

実施の形態1等に示したTFTを用いることにより、半導体装置として製造コストを低減した液晶表示パネルを作製することができる。

【 0 2 6 4 】

本実施の形態は、実施の形態1、実施の形態2、または実施の形態3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。

【 0 2 6 5 】**(実施の形態8)**

開示した発明に係る半導体装置は、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）、コンピュータ用などのモニタ、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、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

20

【 0 2 6 6 】

図23(A)は、携帯情報端末機器9200の一例を示している。携帯情報端末機器9200は、コンピュータを内蔵しており、様々なデータ処理を行うことが可能である。このような携帯情報端末機器9200としては、PDA (Personal Digital Assistant) が挙げられる。

【 0 2 6 7 】

30

携帯情報端末機器9200は、筐体9201および筐体9203の2つの筐体で構成されている。筐体9201と筐体9203は、連結部9207で折りたたみ可能に連結されている。筐体9201には表示部9202が組み込まれており、筐体9203はキーボード9205を備えている。もちろん、携帯情報端末機器9200の構成は上述のものに限定されず、少なくともバックゲート電極を有する薄膜トランジスタを備えた構成であればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができます。同一基板上に駆動回路と画素部を形成することにより製造コストが低減され、電気特性の高い薄膜トランジスタを有する携帯情報端末機器を実現できる。

【 0 2 6 8 】

図23(B)は、デジタルビデオカメラ9500の一例を示している。デジタルビデオカメラ9500は、筐体9501に表示部9503が組み込まれ、その他に各種操作部が設けられている。なお、デジタルビデオカメラ9500の構成は特に限定されず、少なくともバックゲート電極を有する薄膜トランジスタを備えた構成であればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができます。同一基板上に駆動回路と画素部を形成することにより製造コストが低減され、電気特性の高い薄膜トランジスタを有するデジタルビデオカメラを実現できる。

40

【 0 2 6 9 】

図23(C)は、携帯電話機9100の一例を示している。携帯電話機9100は、筐体9102および筐体9101の2つの筐体で構成されており、連結部9103により折りたたみ可能に連結されている。筐体9102には表示部9104が組み込まれており、

50

筐体 9101 には操作キー 9106 が設けられている。なお、携帯電話機 9100 の構成は特に限定されず、少なくともバックゲート電極を有する薄膜トランジスタを備えた構成であればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。同一基板上に駆動回路と画素部を形成することにより製造コストが低減され、電気特性の高い薄膜トランジスタを有する携帯電話機を実現できる。

【0270】

図 23 (D) は、携帯可能なコンピュータ 9400 の一例を示している。コンピュータ 9400 は、開閉可能に連結された筐体 9401 と筐体 9404 を備えている。筐体 9401 には表示部 9402 が組み込まれ、筐体 9404 はキーボード 9403 などを備えている。なお、コンピュータ 9400 の構成は特に限定されず、少なくともバックゲート電極を有する薄膜トランジスタを備えた構成であればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。同一基板上に駆動回路と画素部を形成することにより製造コストが低減され、電気特性の高い薄膜トランジスタを有するコンピュータを実現できる。
10

【0271】

図 24 (A) は、テレビジョン装置 9600 の一例を示している。テレビジョン装置 9600 は、筐体 9601 に表示部 9603 が組み込まれている。表示部 9603 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 9605 により筐体 9601 を支持した構成を示している。

【0272】

テレビジョン装置 9600 の操作は、筐体 9601 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機 9610 により行うことができる。リモコン操作機 9610 が備える操作キー 9609 により、チャンネルや音量の操作を行なうことができ、表示部 9603 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 9610 に、当該リモコン操作機 9610 から出力する情報を表示する表示部 9607 を設ける構成としてもよい。
20

【0273】

なお、テレビジョン装置 9600 は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般的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、一方向（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など）の情報通信を行うことも可能である。

【0274】

図 24 (B) は、デジタルフォトフレーム 9700 の一例を示している。例えば、デジタルフォトフレーム 9700 は、筐体 9701 に表示部 9703 が組み込まれている。表示部 9703 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など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。
30

【0275】

なお、デジタルフォトフレーム 9700 は、操作部、外部接続用端子（USB 端子、USB ケーブルなどの各種ケーブルと接続可能な端子など）、記録媒体挿入部など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 9703 に表示させることができる。
40

【0276】

また、デジタルフォトフレーム 9700 は、無線で情報を送受信でき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。

【0277】

図 25 (A) は、図 23 (C) の携帯電話とは異なる他の携帯電話機 1000 の一例を示している。携帯電話機 1000 は、筐体 1001 に組み込まれた表示部 1002 の他、操作ボタン 1003、外部接続ポート 1004、スピーカ 1005、マイク 1006 などを備えている。

【0278】

10

20

30

40

50

図25(A)に示す携帯電話機1000は、表示部1002を指などで触れることで、情報を入力することができる。また、電話を掛ける、或いはメールを打つ操作は、表示部1002を指などで触れることにより行うことができる。

【0279】

表示部1002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。

【0280】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部1002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、表示部1002の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させが好ましい。

【0281】

また、携帯電話機1000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有する検出装置を設けることで、携帯電話機1000の向き(縦か横か)を判断して、表示部1002の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0282】

また、画面モードの切り替えは、表示部1002を触れること、又は筐体1001の操作ボタン1003の操作により行われる。また、表示部1002に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。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。

【0283】

また、入力モードにおいて、表示部1002の光センサで検出される信号を検知し、表示部1002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。

【0284】

表示部1002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1002に掌や指を触れることで、掌紋、指紋等を撮像することで、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、掌静脈などを撮像することもできる。

【0285】

図25(B)も携帯電話機の一例である。図25(B)の携帯電話機は、筐体9411に、表示部9412、及び操作ボタン9413を含む表示装置9410と、筐体9421に操作ボタン9422、外部入力端子9423、マイク9424、スピーカ9405、及び着信時に発光する発光部9406を含む通信装置9420とを有しており、表示機能を有する表示装置9410は電話機能を有する通信装置9420と矢印の2方向に脱着可能である。よって、表示装置9410と通信装置9420の短軸同士を取り付けることも、表示装置9410と通信装置9420の長軸同士を取り付けることもできる。また、表示機能のみを必要とする場合、通信装置9420より表示装置9410を取り外し、表示装置9410を単独で用いることもできる。通信装置9420と表示装置9410とは無線通信又は有線通信により画像又は入力情報を授受することができ、それぞれ充電可能なバッテリーを有する。

【0286】

(実施の形態9)

ここでは、配線と酸化物半導体層とが接する構成の薄膜トランジスタを有する表示装置の例を図26に示す。なお、図26において、図2(A)と同一の箇所には同じ符号を用いて説明する。

【0287】

図26に示す第1の薄膜トランジスタ480は、駆動回路に用いられる薄膜トランジスタであり、第1の酸化物半導体層405に接して第1配線409、第2配線410が設けら

10

20

30

40

50

れている例である。第1の薄膜トランジスタ480は、酸化物半導体層405の下方に第1のゲート電極401と、第1の酸化物半導体層405上に接するチャネル保護層418と、第1の酸化物半導体層405の上方に第2のゲート電極として機能する電極470とを有する。

【0288】

第2の薄膜トランジスタ481は、チャネル保護層を有するボトムゲート型薄膜トランジスタであり、第2の酸化物半導体層407に接して第2のチャネル保護層419、第2配線410、第3配線411が設けられている例である。

【0289】

第1の薄膜トランジスタ480、第2の薄膜トランジスタ481において、第1の酸化物半導体層405と、第1配線409、第2配線410との接触領域、及び第2の酸化物半導体層407と、第2配線410、第3配線411との接触領域はプラズマ処理によって改質されていることが好ましい。本実施の形態では、配線となる導電膜を形成する前に、酸化物半導体層（本実施の形態ではIn-Ga-Zn-O系非単結晶膜）にアルゴン雰囲気下でプラズマ処理を行う。

【0290】

プラズマ処理は、アルゴン雰囲気に代えて窒素、ヘリウムなどを用いてもよい。また、アルゴン雰囲気に酸素、水素、N₂Oなどを加えた雰囲気で行ってもよい。また、アルゴン雰囲気にC₁₂、CF₄などを加えた雰囲気で行ってもよい。

【0291】

プラズマ処理により改質された第1の酸化物半導体層405、第2の酸化物半導体層407に接して導電膜を形成し、第1配線409、第2配線410、第3配線411を形成することによって、第1の酸化物半導体層405、第2の酸化物半導体層407と第1配線409、第2配線410、第3配線411とのコンタクト抵抗を低減することができる。

【0292】

本実施の形態の半導体装置は、配線と酸化物半導体層とが接する構成であるため、実施の形態1と比べて工程数を低減することができる。

【0293】

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】

【0294】

100	基板	
101	ゲート電極層	
102	ゲート絶縁層	
103	酸化物半導体層	
107	保護絶縁層	
108	容量配線	
109	酸化物半導体膜	
110	画素電極	
111	第2の酸化物半導体膜	
120	接続電極	
121	第1の端子	
122	第2の端子	
125	コンタクトホール	
126	コンタクトホール	
127	コンタクトホール	
128	透明導電膜	
129	透明導電膜	
131	レジストマスク	

10

20

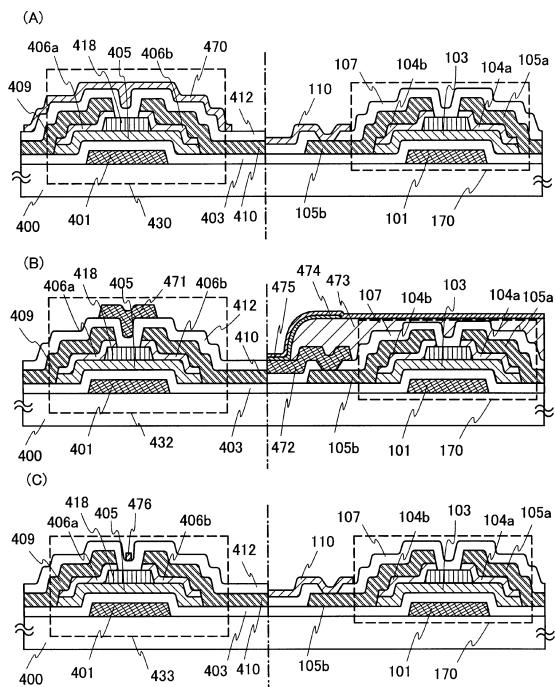
30

40

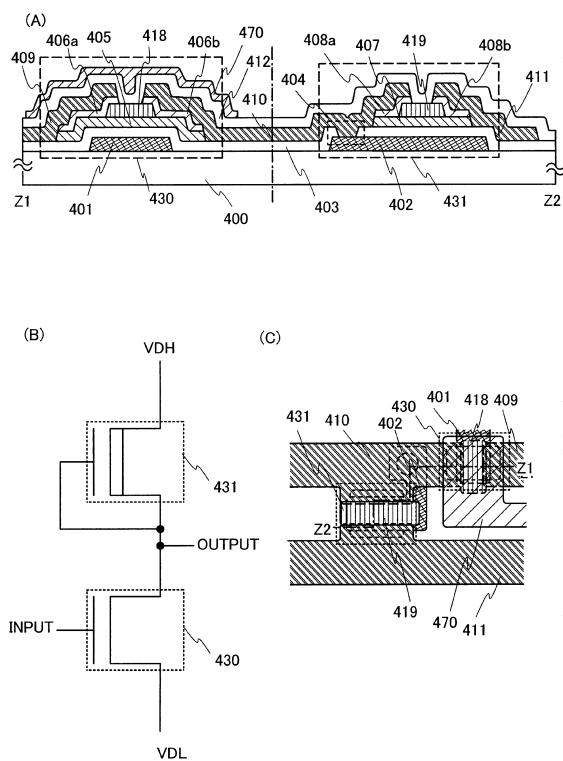
50

1 3 2	導電膜	
1 3 3	チャネル保護層	
1 5 0	第2の端子	
1 5 1	第1の端子	
1 5 2	ゲート絶縁層	
1 5 3	接続電極	
1 5 4	保護絶縁膜	
1 5 5	透明導電膜	
1 5 6	電極	
1 7 0	薄膜トランジスタ	10
4 0 0	基板	
4 0 1	ゲート電極	
4 0 2	ゲート電極	
4 0 3	第1のゲート絶縁層	
4 0 4	コンタクトホール	
4 0 5	酸化物半導体層	
4 0 6 a、4 0 6 b	ソース領域又はドレイン領域	
4 0 7	酸化物半導体層	
4 0 8 a、4 0 8 b	n^+ 層	
4 0 9	配線	20
4 1 0	配線	
4 1 1	配線	
4 1 2	絶縁層	
4 1 8	チャネル保護層	
4 1 9	第2のチャネル保護層	
4 3 0	薄膜トランジスタ	
4 3 1	薄膜トランジスタ	
4 4 0	基板	
4 4 1	ゲート電極	
4 4 2	ゲート電極	30
4 4 3	ゲート絶縁層	
4 4 4	コンタクトホール	
4 4 5	酸化物半導体層	
4 4 7	酸化物半導体層	
4 4 9	配線	
4 5 0	配線	
4 5 1	配線	
4 5 2	保護層	
4 5 3	接続配線	
4 5 5	n^+ 層	40
4 5 7	n^+ 層	
4 5 8	チャネル保護層	
4 5 9	チャネル保護層	
4 6 0	薄膜トランジスタ	
4 6 1	薄膜トランジスタ	
4 8 0	薄膜トランジスタ	
4 8 1	薄膜トランジスタ	

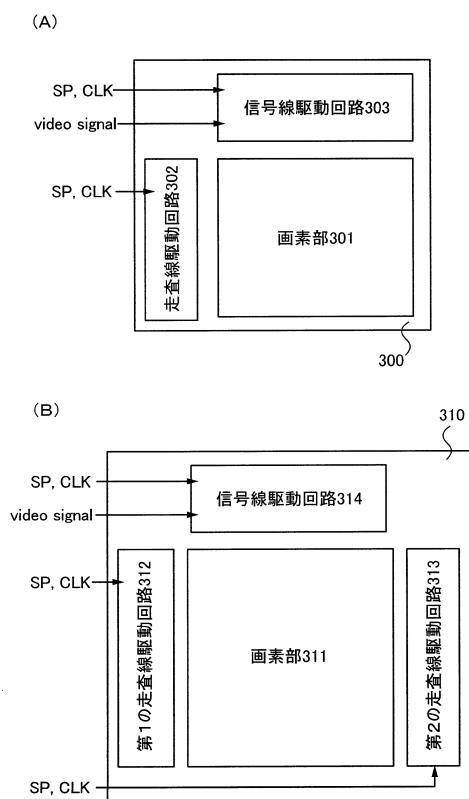
【図1】



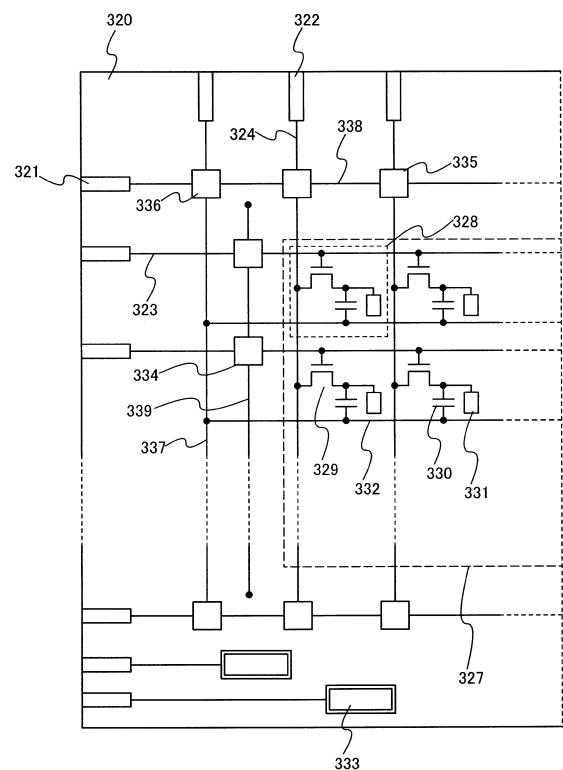
【図2】



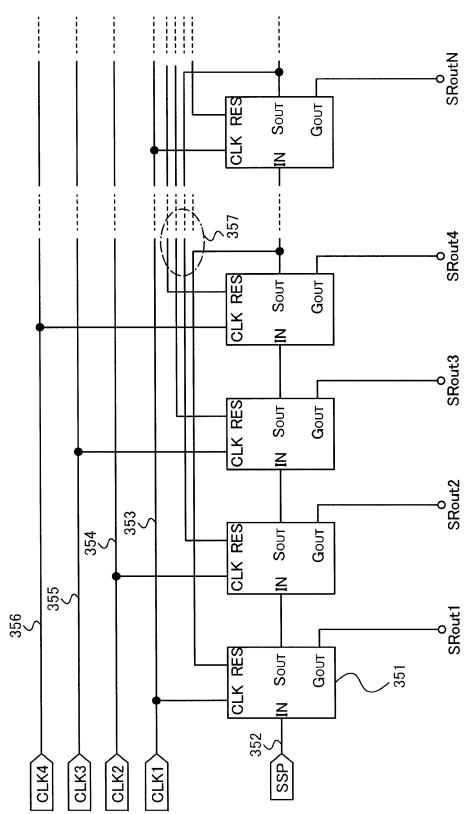
【 図 3 】



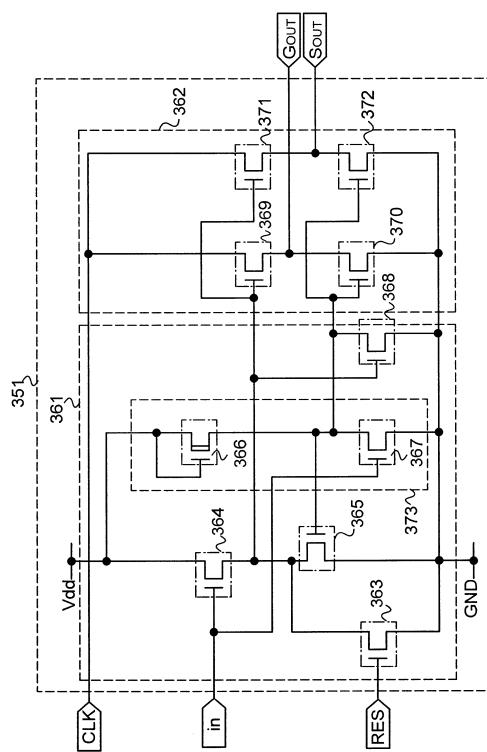
【 図 4 】



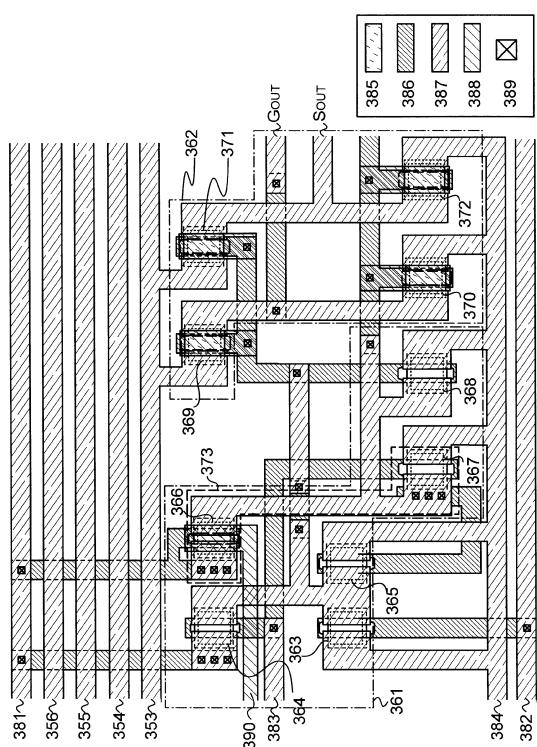
【図5】



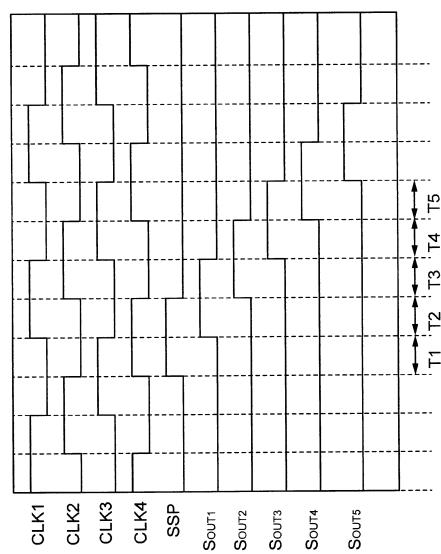
【図6】



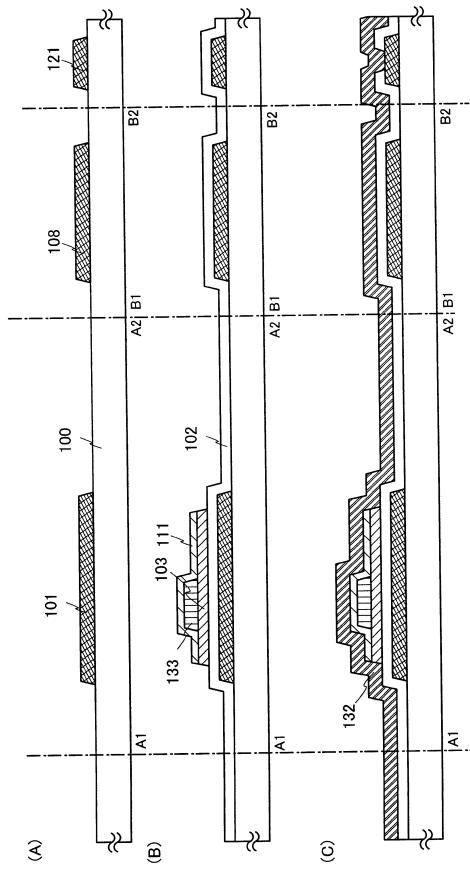
【図7】



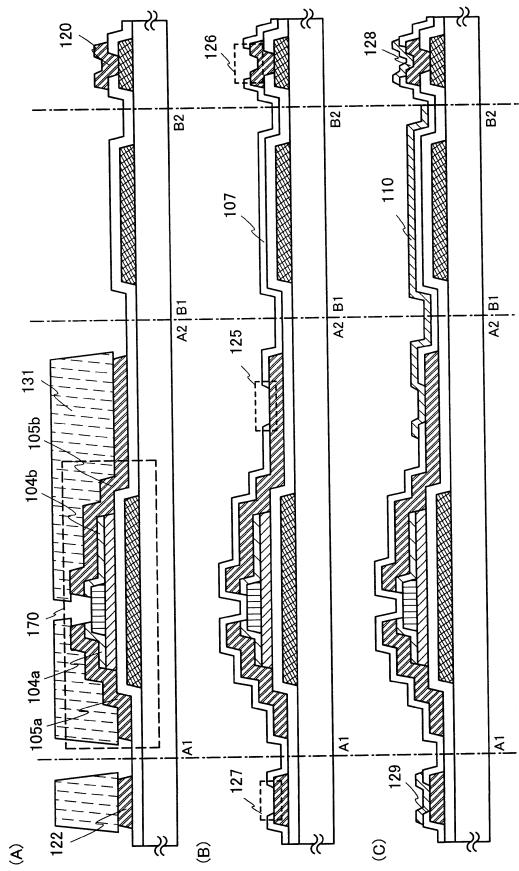
【図8】



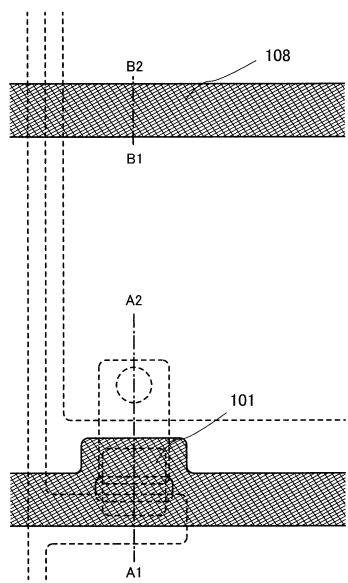
【図9】



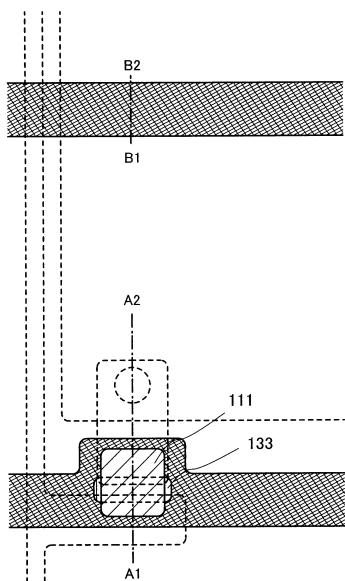
【図10】



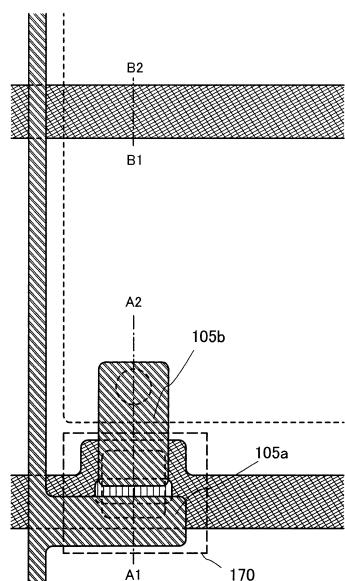
【図11】



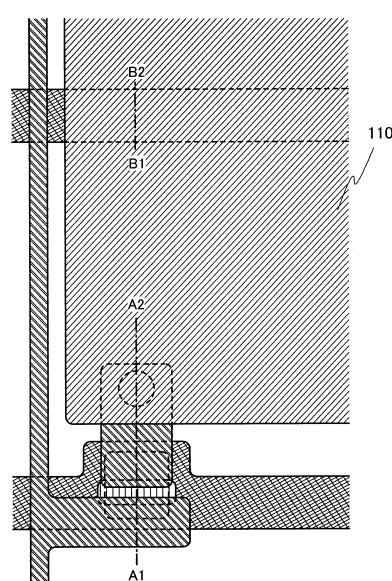
【図12】



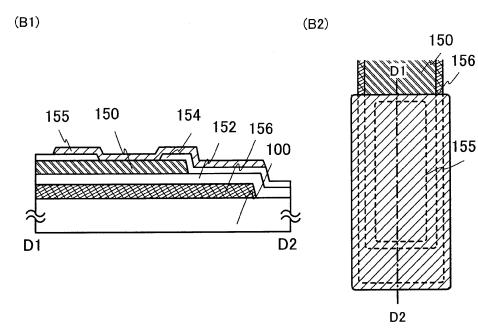
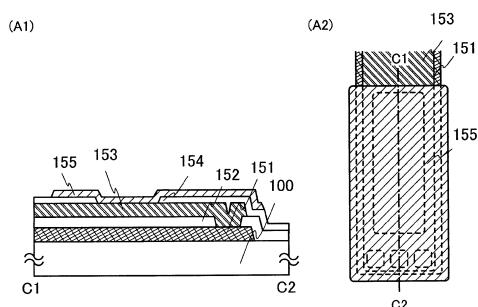
【図13】



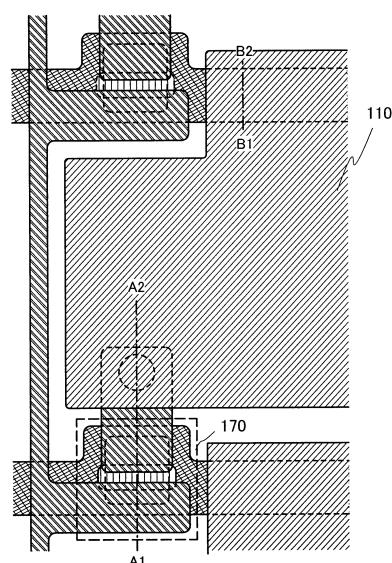
【図14】



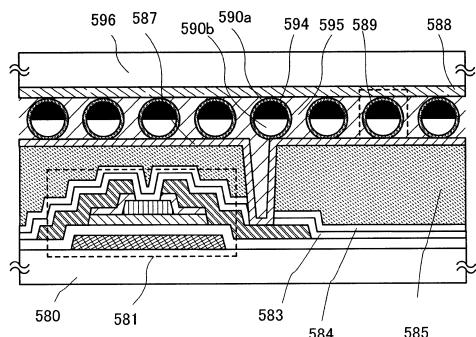
【図15】



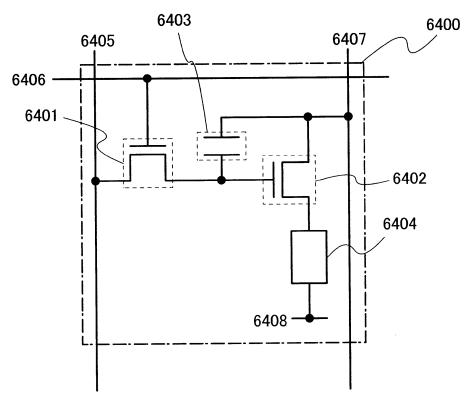
【図16】



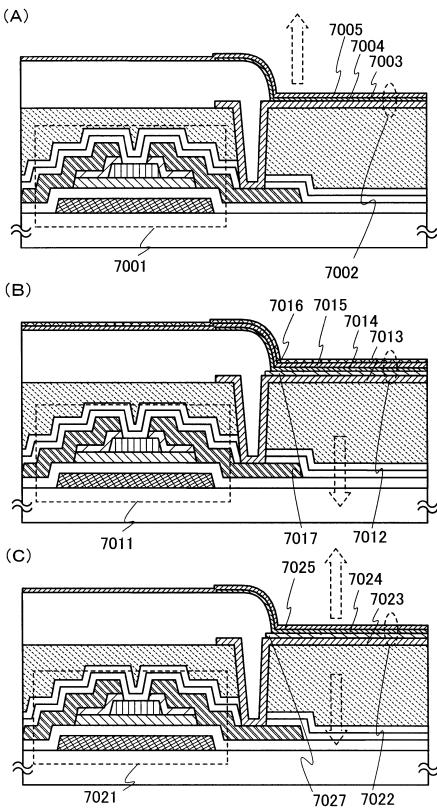
【図17】



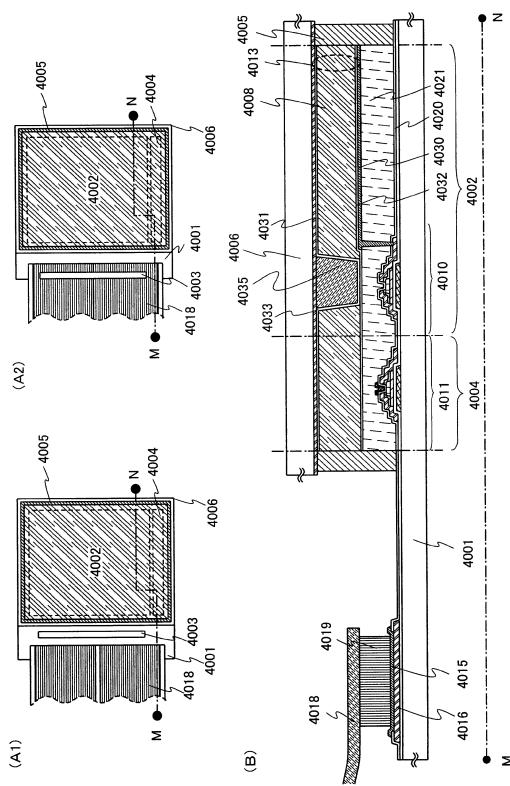
【図18】



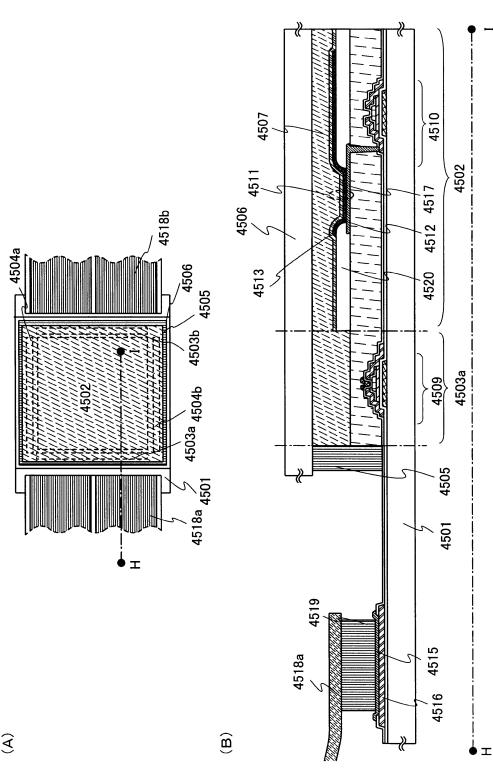
【図19】



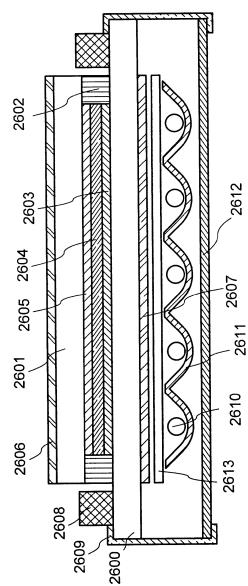
【図20】



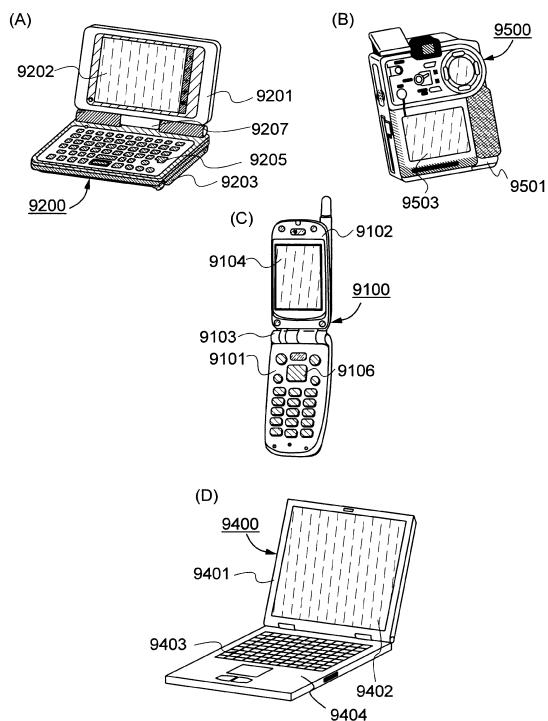
【図21】



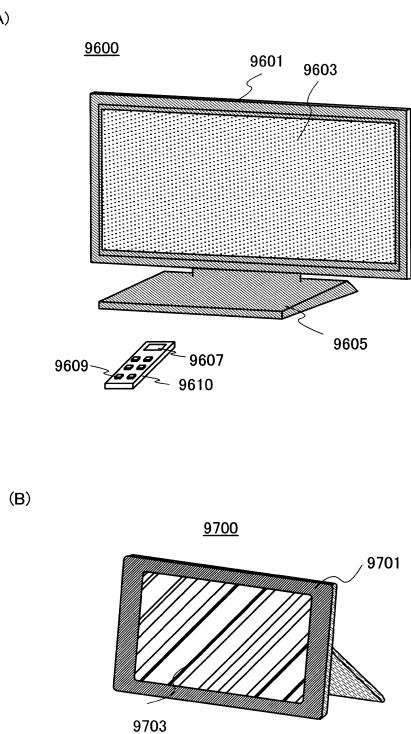
【図22】



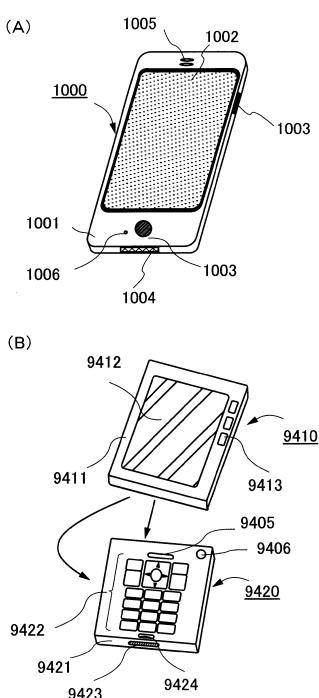
【図23】



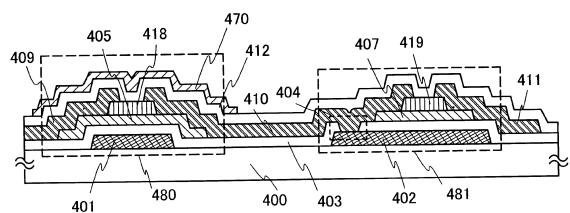
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-096055(JP,A)
特開平02-156676(JP,A)
特開2003-186421(JP,A)
国際公開第2008/126492(WO,A1)
特開平11-261101(JP,A)
特開平06-342929(JP,A)
特開平06-202156(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/336
H01L 29/786