

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5685989号
(P5685989)

(45) 発行日 平成27年3月18日 (2015. 3. 18)

(24) 登録日 平成27年1月30日 (2015. 1. 30)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/336 (2006. 01)

H O 1 L 29/78 6 1 6 L

H O 1 L 29/786 (2006. 01)

H O 1 L 29/78 6 1 8 B

G O 9 F 9/30 (2006. 01)

H O 1 L 29/78 6 1 9 A

G O 9 F 9/30 3 3 8

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2011-42108 (P2011-42108)
 (22) 出願日 平成23年2月28日 (2011. 2. 28)
 (65) 公開番号 特開2012-182165 (P2012-182165A)
 (43) 公開日 平成24年9月20日 (2012. 9. 20)
 審査請求日 平成26年1月16日 (2014. 1. 16)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 100098785
 弁理士 藤島 洋一郎
 (74) 代理人 100109656
 弁理士 三反崎 泰司
 (74) 代理人 100130915
 弁理士 長谷部 政男
 (74) 代理人 100155376
 弁理士 田名網 孝昭
 (72) 発明者 大島 宜浩
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、

前記基板に設けられた表示素子と、

前記基板に設けられると共に、チャネル領域の両側にソース領域およびドレイン領域を含む第1酸化物半導体膜を有し、前記第1酸化物半導体膜は、前記ソース領域および前記ドレイン領域の上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャネル領域よりも酸素濃度が低い第1低抵抗領域を有する薄膜トランジスタと、

前記基板の前記薄膜トランジスタが設けられた領域以外の領域に設けられると共に、上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャネル領域よりも酸素濃度が低い第2低抵抗領域を有する第2酸化物半導体膜と、

前記薄膜トランジスタ、前記第2酸化物半導体膜および前記基板を覆うと共に、前記第1低抵抗領域に接する領域に第1透光領域を有し、前記第2低抵抗領域に接する領域に第2透光領域を有し、前記第1透光領域および前記第2透光領域以外の領域に不透光領域を有し、前記第1透光領域および前記第1透光領域はアルミニウム酸化膜により構成され、前記不透光領域はアルミニウムの低級酸化物により構成されている高抵抗膜と

を備えた表示装置。

【請求項 2】

前記第1酸化物半導体膜と前記第2酸化物半導体膜とは連続して設けられている
 請求項1記載の表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 酸化物半導体膜は前記基板上に設けられ、

前記第 1 酸化物半導体膜の前記チャネル領域上にゲート絶縁膜およびゲート電極がこの順に同一形状で設けられ、

前記第 1 酸化物半導体膜、前記ゲート絶縁膜および前記ゲート電極の表面に前記高抵抗膜および層間絶縁膜がこの順に設けられ、

前記層間絶縁膜および前記高抵抗膜に設けられた接続孔を介してソース電極およびドレイン電極が前記第 1 低抵抗領域に接続されている

請求項 1 記載の表示装置。

【請求項 4】

10

前記表示素子は、第 1 電極、発光層を含む有機層および第 2 電極を前記基板側からこの順に有する有機発光素子であり、前記有機発光素子で発生した光は前記第 2 透光領域を透過して前記基板の側から取り出される

請求項 1 記載の表示装置。

【請求項 5】

前記表示素子は液晶表示素子であり、

前記基板の裏面側に照明部が設けられ、

前記照明部からの光は前記第 2 透光領域を透過して前記液晶表示素子に入射する

請求項 1 記載の表示装置。

【請求項 6】

20

表示装置を備え、

前記表示装置は、

基板と、

前記基板に設けられた表示素子と、

前記基板に設けられると共に、チャネル領域の両側にソース領域およびドレイン領域を含む第 1 酸化物半導体膜を有し、前記第 1 酸化物半導体膜は、前記ソース領域および前記ドレイン領域の上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域を有する薄膜トランジスタと、

前記基板の前記薄膜トランジスタが設けられた領域以外の領域に設けられると共に、上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 2 低抵抗領域を有する第 2 酸化物半導体膜と、

30

前記薄膜トランジスタ、前記第 2 酸化物半導体膜および前記基板を覆うと共に、前記第 1 低抵抗領域に接する領域に第 1 透光領域を有し、前記第 2 低抵抗領域に接する領域に第 2 透光領域を有し、前記第 1 透光領域および前記第 2 透光領域以外の領域に不透光領域を有し、前記第 1 透光領域および前記第 1 透光領域はアルミニウム酸化膜により構成され、前記不透光領域はアルミニウムの低級酸化物により構成されている高抵抗膜と

を備えた電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本開示は、画素の駆動素子として酸化物半導体を用いた薄膜トランジスタ（TFT；Thin Film Transistor）を有する表示装置、およびこの表示装置を備えた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

アクティブ駆動方式の液晶表示装置または有機 EL（Electroluminescence）表示装置では、薄膜トランジスタを駆動素子として用いると共に、映像を書き込むための信号電圧に対応する電荷を保持容量に保持させている。しかし、薄膜トランジスタのゲート電極とソース電極またはドレイン電極との交差領域に生じる寄生容量が大きくなると、信号電圧が変動してしまい、画質の悪化を引き起こすおそれがある。

50

【 0 0 0 3 】

特に有機 E L 表示装置では、寄生容量が大きい場合には保持容量も大きくする必要があり、画素のレイアウトにおいて配線等の占める割合が大きくなる。その結果、配線間のショート等の確率が増加し、製造歩留まりが低下してしまうという問題が生じる。

【 0 0 0 4 】

そこで、従来では、例えば酸化亜鉛 (ZnO) または酸化インジウムガリウム亜鉛 ($IGZO$) 等の酸化物半導体をチャネルに用いた薄膜トランジスタについて、ゲート電極とソース電極またはドレイン電極との交差領域に形成される寄生容量を低減する試みがなされている。

【 0 0 0 5 】

10

例えば特許文献 1 および非特許文献 1 では、酸化物半導体薄膜層のチャネル領域上に、ゲート電極およびゲート絶縁膜を同一形状に形成したのち、酸化物半導体薄膜層のゲート電極およびゲート絶縁膜に覆われていない領域を低抵抗化してソース・ドレイン領域を形成するセルフアライン (自己整合) トップゲート薄膜トランジスタが記載されている。また、非特許文献 2 には、ゲート電極をマスクとした裏面露光により酸化物半導体膜にソース領域およびドレイン領域を形成するセルフアライン構造のボトムゲート薄膜トランジスタが記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

20

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 2 2 0 8 1 7 号公報

【 非特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 非特許文献 1 】 J.Park、外 1 1 名、 “ Self-aligned top-gate amorphous gallium indium zinc oxide thin film transistors ” , Applied Physics Letters , American Institute of Physics , 2 0 0 8 年 , 第 9 3 巻 , 0 5 3 5 0 1

【 非特許文献 2 】 R. Hayashi、外 6 名、 “ Improved Amorphous In-Ga-Zn-O TFTs ” , S I D 0 8 D I G E S T , 2 0 0 8 年 , 4 2 . 1 , p . 6 2 1 - 6 2 4

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 および非特許文献 2 では、低抵抗のソース・ドレイン領域を自己整合的に形成するために、層間絶縁膜としてプラズマ C V D 法によりシリコン窒化膜を形成し、このシリコン窒化膜に含まれる水素を酸化物半導体薄膜層に導入していた。更に特許文献 1 では、シリコン窒化膜からの水素導入に加えて、水素ガスのプラズマ処理を併用していた。また、非特許文献 1 ではアルゴンガスのプラズマ雰囲気により酸化物半導体膜を晒すことにより低抵抗のソース・ドレイン領域を形成していた。これらの従来方法では、素子特性が、変動要素の多いプラズマ工程に依存することになり、安定的に量産に適用することが難しいという問題があった。

【 0 0 0 9 】

40

本開示の目的は、安定した特性を有するセルフアライン構造の薄膜トランジスタを備え、高品質な表示が可能な表示装置、およびこの表示装置を備えた電子機器を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

本開示による表示装置は、以下の (A) ~ (E) の構成要素を備えたものである。

(A) 基板

(B) 基板に設けられた表示素子

(C) 基板に設けられると共に、チャネル領域の両側にソース領域およびドレイン領域を含む第 1 酸化物半導体膜を有し、第 1 酸化物半導体膜は、ソース領域およびドレイン領域

50

の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域を有する薄膜トランジスタ

(D) 基板の薄膜トランジスタが設けられた領域以外の領域に設けられると共に、上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 2 低抵抗領域を有する第 2 酸化物半導体膜

(E) 薄膜トランジスタ、第 2 酸化物半導体膜および基板を覆うと共に、第 1 低抵抗領域に接する領域に第 1 透光領域を有し、第 2 低抵抗領域に接する領域に第 2 透光領域を有し、第 1 透光領域および第 2 透光領域以外の領域に不透光領域を有し、第 1 透光領域および第 1 透光領域はアルミニウム酸化膜により構成され、不透光領域はアルミニウムの低級酸化物により構成されている高抵抗膜

10

【0011】

本開示の表示装置では、薄膜トランジスタによって表示素子が駆動され、画像表示がなされる。その際、薄膜トランジスタでは、第 1 酸化物半導体膜のソース領域およびドレイン領域の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域よりも酸素濃度が低い低抵抗領域が設けられているので、素子特性が安定したものとなる。

【0012】

また、基板の薄膜トランジスタが設けられた領域以外の領域には第 2 酸化物半導体膜が設けられている。第 2 酸化物半導体膜は、上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 2 低抵抗領域を有している。薄膜トランジスタ、第 2 の酸化物半導体膜および基板は、高抵抗膜で覆われている。この高抵抗膜は、第 1 低抵抗領域に接する領域に第 1 透光領域を有し、第 2 低抵抗領域に接する領域に第 2 透光領域を有し、第 1 透光領域および第 2 透光領域以外の領域に不透光領域を有している。第 1 透光領域および第 1 透光領域はアルミニウム酸化膜により構成され、不透光領域はアルミニウムの低級酸化物により構成されている。よって、第 2 透光領域での光吸収が抑えられている。表示素子が有機発光素子である場合には、発生した光は第 2 透光領域を透過して基板の側から取り出される。表示素子が液晶表示素子である場合には、基板の裏面側に設けられた照明部からの光は第 2 透光領域を透過して表示素子に入射する。

20

【0013】

本開示による電子機器は、上記本開示の表示装置を備えたものである。

【0014】

本開示の電子機器では、上記本開示の表示装置によって画像表示がなされる。

30

【発明の効果】

【0015】

本開示の表示装置によれば、薄膜トランジスタの第 1 酸化物半導体膜のソース領域およびドレイン領域の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域を設けるようにしたので、セルフアライン構造の薄膜トランジスタの特性を安定させることが可能となる。よって、寄生容量の小さいセルフアライン構造と共に安定した特性を有する薄膜トランジスタにより、高品質な表示が可能となる。

【0016】

また、本開示の表示装置によれば、基板の薄膜トランジスタが設けられた領域以外の領域に第 2 酸化物半導体膜を設け、この第 2 酸化物半導体膜の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 2 低抵抗領域を設けるようにしている。更に、薄膜トランジスタ、第 2 の酸化物半導体膜および基板を、高抵抗膜で覆い、この高抵抗膜のうち、第 1 低抵抗領域に接する領域に第 1 透光領域を設け、第 2 低抵抗領域に接する領域に第 2 透光領域を設け、第 1 透光領域および第 2 透光領域以外の領域に不透光領域を設けるようにしている。第 1 透光領域および第 1 透光領域はアルミニウム酸化膜により構成し、不透光領域をアルミニウムの低級酸化物により構成している。よって、第 2 透光領域による光吸収が抑えられ、高品質な表示が可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0017】

50

【図 1】本開示の一実施の形態に係る表示装置の構成を表す図である。

【図 2】図 1 に示した画素駆動回路の一例を表す図である。

【図 3】図 2 に示した駆動トランジスタおよび表示素子の構成を表す断面図である。

【図 4】図 1 に示した表示装置の製造方法を工程順に表す断面図である。

【図 5】図 4 に続く工程を表す断面図である。

【図 6】図 5 に続く工程を表す断面図である。

【図 7】図 3 に示した薄膜トランジスタの特性を従来と対比して表す図である。

【図 8】ガラス基板上の金属膜の加熱後の透過率の測定結果を表す図である。

【図 9】酸化物半導体膜上の I G Z O 膜の加熱後の透過率の測定結果を表す図である。

【図 10】酸化物半導体膜上の I T O 膜の加熱後の透過率の測定結果を表す図である。

【図 11】酸化物半導体膜上に有機層が積層されている場合の透過率のシミュレーション結果を表す図である。

【図 12】変形例 1 に係る表示装置の構成を表す断面図である。

【図 13】変形例 2 に係る表示装置の構成を表す断面図である。

【図 14】変形例 3 に係る表示装置の構成を表す断面図である。

【図 15】上記実施の形態の表示装置を含むモジュールの概略構成を表す平面図である。

【図 16】上記実施の形態の表示装置の適用例 1 の外観を表す斜視図である。

【図 17】(A) は適用例 2 の表側から見た外観を表す斜視図であり、(B) は裏側から見た外観を表す斜視図である。

【図 18】適用例 3 の外観を表す斜視図である。

【図 19】適用例 4 の外観を表す斜視図である。

【図 20】(A) は適用例 5 の開いた状態の正面図、(B) はその側面図、(C) は閉じた状態の正面図、(D) は左側面図、(E) は右側面図、(F) は上面図、(G) は下面図である。

【図 21】図 3 に示した薄膜トランジスタの変形例を表す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本開示の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 実施の形態 (トップゲート薄膜トランジスタ ; 有機 E L 素子の例)
2. 変形例 1 (トップゲート薄膜トランジスタ ; 第 1 酸化物半導体膜と第 2 酸化物半導体膜とを連続して設けた例)
3. 変形例 2 (トップゲート薄膜トランジスタ ; 液晶表示素子の例)
4. 変形例 3 (ボトムゲート薄膜トランジスタ ; 有機 E L 素子の例)
5. 適用例

【0019】

図 1 は、本開示の一実施の形態に係る有機発光素子を用いた表示装置の構成を表すものである。この表示装置は、極薄型の有機発光カラーディスプレイ装置などとして用いられるものであり、例えば、ガラスなどの基板 11 の上に、後述する複数の有機発光素子 10 R , 10 G , 10 B がマトリクス状に配置されてなる表示領域 110 が設けられたものである。表示領域 110 の周辺には、映像表示用のドライバである信号線駆動回路 120 および走査線駆動回路 130 が設けられている。

【0020】

表示領域 110 内には画素駆動回路 140 が設けられている。図 2 は、画素駆動回路 140 の一例を表したものである。この画素駆動回路 140 は、後述する第 1 電極 13 の下層に形成されたアクティブ型の駆動回路である。画素駆動回路 140 は、例えば、駆動トランジスタ T r 1 および書き込みトランジスタ T r 2 と、キャパシタ (保持容量) C s と、第 1 の電源ライン (V c c) および第 2 の電源ライン (G N D) の間において駆動トランジスタ T r 1 に直列に接続された有機発光素子 10 R (または 10 G , 10 B) とを有している。キャパシタ C s の一方の電極は駆動トランジスタ T r 1 および書き込みトラン

10

20

30

40

50

ジスタTr 2の間に接続され、他方の電極は駆動トランジスタTr 1および有機発光素子10R(または10G, 10B)との間に接続されている。

【0021】

画素駆動回路140において、列方向には信号線120Aが複数配置され、行方向には走査線130Aが複数配置されている。各信号線120Aと各走査線130Aとの交差点が、有機発光素子10R, 10G, 10Bのいずれか一つ(サブピクセル)に対応している。各信号線120Aは、信号線駆動回路120に接続され、この信号線駆動回路120から信号線120Aを介して書き込みトランジスタTr 2のソース電極に画像信号が供給されるようになっている。各走査線130Aは走査線駆動回路130に接続され、この走査線駆動回路130から走査線130Aを介して書き込みトランジスタTr 2のゲート電極に走査信号が順次供給されるようになっている。

10

【0022】

図3は、図1に示した表示領域110の一部の断面構成を表したものである。基板11上には、表示素子としての有機発光素子10R(または10G, 10B)と、駆動トランジスタTr 1とが設けられている。なお、図2に示した書き込みトランジスタTr 2も、駆動トランジスタTr 1と同様の構成を有している。以下の説明では、駆動トランジスタTr 1および書き込みトランジスタTr 2を薄膜トランジスタ1と総称する。

【0023】

有機発光素子10R, 10G, 10Bは、それぞれ、基板11の側から、上述した画素駆動回路140の駆動トランジスタTr 1および平坦化膜12を間にして、第1電極13、画素分離絶縁膜14、発光層を含む有機層15、および第2電極16がこの順に積層された構成を有している。

20

【0024】

このような有機発光素子10R, 10G, 10Bは、シリコン窒化膜などの保護膜(図示せず)により被覆され、更にこの保護膜上に、熱硬化型樹脂または紫外線硬化型樹脂などよりなる接着層(図示せず)を間にして、ガラスなどよりなる封止用基板(図示せず)が全面にわたって貼り合わされることにより封止されている。

【0025】

平坦化膜12は、画素駆動回路140が形成された基板11の表面を平坦化するためのものであり、例えば、アクリル、ポリイミド等の有機材料、あるいはシリコン酸化膜またはシリコン窒化膜などの無機材料により構成されている。平坦化膜12には、駆動トランジスタTr 1と下部電極13との電氣的接続をとるための接続孔12Aが設けられている。

30

【0026】

第1電極13は、有機発光素子10R, 10G, 10Bの各々に対応して形成されている。第1電極13は、例えば、酸化インジウムスズ(ITO)、酸化インジウム亜鉛(IZO(登録商標))、またはSnO₂などの透明電極により構成され、発光層で発生した光を下部電極13側から取り出すようになっている(ボトムエミッション)。

【0027】

画素分離絶縁膜14は、第1電極13と第2電極16との絶縁性を確保すると共に発光領域を正確に所望の形状にするためのものであり、例えば、厚みが1μm程度であり、シリコン酸化物またはポリイミドなどの感光性樹脂により構成されている。画素分離絶縁膜14には、発光領域に対応して開口部が設けられている。なお、有機層15および第2電極16は、画素分離絶縁膜14の上にも連続して設けられているが、発光が生じるのは画素分離絶縁膜14の開口部だけである。

40

【0028】

有機層15は、例えば、第1電極13の側から順に、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入層を積層した構成を有するが、これらのうち発光層以外の層は必要に応じて設ければよい。また、有機層15は、有機発光素子10R, 10G, 10Bの発光色によってそれぞれ構成が異なってもよい。正孔注入層は、正孔注入効率を

50

高めるためのものであると共に、リークを防止するためのバッファ層である。正孔輸送層は、発光層への正孔輸送効率を高めるためのものである。発光層は、電界をかけることにより電子と正孔との再結合が起こり、光を発生するものである。電子輸送層は、発光層への電子輸送効率を高めるためのものである。電子注入層は、例えば厚みが0.3 nm程度であり、LiF, Li₂Oなどにより構成されている。

【0029】

有機発光素子10Rの正孔注入層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、4,4',4"-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDATA)あるいは4,4',4"-トリス(2-ナフチルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(2-TNATA)により構成されている。有機発光素子10Rの正孔輸送層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、ビス[(N-ナフチル)-N-フェニル]ベンジジン(-NPD)により構成されている。有機発光素子10Rの赤色発光層15CRは、例えば、厚みが10 nm以上100 nm以下であり、9,10-ジ-(2-ナフチル)アントラセン(ADN)に2,6-ビス[4'-メトキシジフェニルアミノ]スチリル-1,5-ジシアノナフタレン(BSN)を30重量%混合したもので構成されている。有機発光素子10Rの電子輸送層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム(Alq₃)により構成されている。

【0030】

有機発光素子10Gの正孔注入層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、m-MTDATAあるいは2-TNATAにより構成されている。有機発光素子10Gの正孔輸送層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、-NPDにより構成されている。有機発光素子10Gの緑色発光層15CGは、例えば、厚みが10 nm以上100 nm以下であり、ADNにクマリン6(Coumarin 6)を5体積%混合したもので構成されている。有機発光素子10Gの電子輸送層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、Alq₃により構成されている。

【0031】

有機発光素子10Bの正孔注入層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、m-MTDATAあるいは2-TNATAにより構成されている。有機発光素子10Bの正孔輸送層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、-NPDにより構成されている。有機発光素子10Bの青色発光層15CBは、例えば、厚みが10 nm以上100 nm以下であり、ADNに4,4'-ビス[2-{4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル}ピニル]ピフェニル(DPAVBi)を2.5重量%混合したもので構成されている。有機発光素子10Bの電子輸送層は、例えば、厚みが5 nm以上300 nm以下であり、Alq₃により構成されている。

【0032】

第2電極16は、例えば、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、クロム(Cr)、銅(Cu)、タングステン(W)、アルミニウム(Al)、モリブデン(Mo)あるいは銀(Ag)などの金属元素の単体または合金よりなる反射電極により構成されている。また、上部電極16は、これらの金属元素の単体または合金よりなる層と、第1電極13と同様の透明電極との複合膜により構成されていてもよい。

【0033】

薄膜トランジスタ1は、例えば、基板11に第1酸化物半導体膜20、ゲート絶縁膜30、ゲート電極40がこの順に積層されたトップゲート型(スタガ型)の構成を有している。

【0034】

基板11は、例えば、ガラス基板やプラスチックフィルムなどにより構成されている。プラスチック材料としては、例えばPET(ポリエチレンテレフタレート)、PEN(ポリエチレンナフタレート)などが挙げられる。後述のスパッタ法において、基板11を加熱することなく酸化物半導体膜20を成膜するため、安価なプラスチックフィルムを用い

10

20

30

40

50

ることができる。また、基板 11 は、目的に応じて、ステンレス鋼 (S U S) などの金属基板であってもよい。

【 0 0 3 5 】

第 1 酸化物半導体膜 20 は、基板 11 上に、ゲート電極 40 およびその近傍を含む島状に設けられ、薄膜トランジスタ 1 の活性層としての機能を有するものである。第 1 酸化物半導体膜 20 は、例えば厚みが 50 nm 程度であり、ゲート電極 40 に対向してチャネル領域 20 A を有している。チャネル領域 20 A 上には、ゲート絶縁膜 30 およびゲート電極 40 がこの順に同一形状で設けられており、チャネル領域 20 A の一方の側にはソース領域 20 S、他方の側にはドレイン領域 20 D がそれぞれ設けられている。

【 0 0 3 6 】

チャネル領域 20 A は、酸化物半導体により構成されている。ここで酸化物半導体とは、インジウム、ガリウム、亜鉛、スズ等の元素と、酸素とを含む化合物である。具体的には、非晶質の酸化物半導体としては、酸化インジウムガリウム亜鉛 (I G Z O) が挙げられ、結晶性の酸化物半導体としては、酸化亜鉛 (Z n O)、酸化インジウム亜鉛 (I Z O (登録商標))、酸化インジウムガリウム (I G O)、酸化インジウムスズ (I T O)、酸化インジウム (I n O) 等が挙げられる。

【 0 0 3 7 】

ソース領域 20 S およびドレイン領域 20 D は、それぞれ、上面から深さ方向における一部に第 1 低抵抗領域 21 を有している。第 1 低抵抗領域 21 は、例えば、チャネル領域 20 A よりも酸素濃度が低いことにより低抵抗化されている。これにより、この表示装置では、セルフアライン (自己整合) 構造を有する薄膜トランジスタ 1 の特性を安定させることが可能となっている。

【 0 0 3 8 】

第 1 低抵抗領域 21 に含まれる酸素濃度は、30 % 以下であることが望ましい。第 1 低抵抗領域 21 中の酸素濃度が 30 % を超えると、抵抗が高くなってしまうからである。

【 0 0 3 9 】

ソース領域 20 S およびドレイン領域 20 D の第 1 低抵抗領域 21 以外の領域は、チャネル領域 20 A と同様に酸化物半導体により構成されている。第 1 低抵抗領域 21 の深さについては後述する。

【 0 0 4 0 】

ゲート絶縁膜 30 は、例えば、厚みが 300 nm 程度であり、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン窒化酸化膜またはアルミニウム酸化膜などの単層膜または積層膜により構成されている。特に、シリコン酸化膜またはアルミニウム酸化膜は、酸化物半導体膜 20 を還元させにくいので好ましい。

【 0 0 4 1 】

ゲート電極 40 は、薄膜トランジスタ 1 にゲート電圧を印加し、このゲート電圧により酸化物半導体膜 20 中の電子密度を制御する役割を有するものである。ゲート電極 40 は、基板 11 上の選択的な領域に設けられ、例えば、厚みが 10 nm ~ 500 nm、具体的には 200 nm 程度であり、モリブデン (M o) により構成されている。ゲート電極 40 は低抵抗であることが望ましいので、その構成材料としては、例えば、アルミニウム (A l) または銅 (C u) などの低抵抗金属が好ましい。また、アルミニウム (A l) または銅 (C u) よりなる低抵抗層と、チタン (T i) またはモリブデン (M o) よりなるバリア層とを組み合わせた積層膜も好ましい。ゲート電極 40 の低抵抗化が可能となるからである。

【 0 0 4 2 】

更に、図 3 に示したように、基板 11 の薄膜トランジスタ 1 が設けられた領域以外の領域には、第 2 酸化物半導体膜 80 が設けられている。薄膜トランジスタ 1、第 2 酸化物半導体膜 80 および基板 11 の表面は、金属氧化物よりなる高抵抗膜 50 で覆われている。高抵抗膜 50 上には、層間絶縁膜 60 が設けられている。薄膜トランジスタ 1 の第 1 低抵抗領域 21 には、高抵抗膜 50 および層間絶縁膜 60 に設けられた接続孔を介して、ソー

10

20

30

40

50

ス電極 70S およびドレイン電極 70D が接続されている。なお、有機発光素子 10R (または 10G, 10B) の第 1 電極 13 は、例えばドレイン電極 70D に接続されている。

【0043】

第 2 酸化物半導体膜 80 は、有機発光素子 10R (または 10G, 10B) 直下の領域に、第 1 酸化物半導体膜 20 とは分離された島状に設けられている。第 2 酸化物半導体膜 80 は、第 1 酸化物半導体膜 20 と同様に、例えば厚みが 50nm 程度であり、第 1 酸化物半導体膜 20 と同じ酸化物半導体により構成されている。

【0044】

第 2 酸化物半導体膜 80 は、上面から深さ方向における一部に、第 2 低抵抗領域 81 を有している。第 2 低抵抗領域 81 は、第 1 低抵抗領域 21 と同様に、例えば、チャネル領域 20A よりも酸素濃度が低いことにより低抵抗化されている。

10

【0045】

第 2 低抵抗領域 81 に含まれる酸素濃度は、第 1 低抵抗領域 21 と同様に、30% 以下であることが望ましい。

【0046】

第 2 酸化物半導体膜 80 の第 2 低抵抗領域 81 以外の領域は、チャネル領域 20A と同様の酸化物半導体により構成されている。第 2 低抵抗領域 81 の深さについては後述する。

【0047】

高抵抗膜 50 は、後述する製造工程において第 1 低抵抗領域 21 および第 2 低抵抗領域 81 を形成するための金属膜が酸化されたものであり、例えば、アルミニウム酸化膜により構成されている。アルミニウム酸化膜よりなる高抵抗膜 50 は、外気に対して良好なバリア性を有し、第 1 酸化物半導体膜 20 の電気的特性を変化させる酸素や水分の影響を低減することが可能である。よって、高抵抗膜 50 を設けることにより、薄膜トランジスタ 1 の電気特性を安定化させることが可能となり、層間絶縁膜 60 の効果をより高めることが可能となる。高抵抗膜 50 の厚みは、例えば 20nm 以下である。

20

【0048】

高抵抗膜 50 は、第 1 低抵抗領域 21 に接する領域に第 1 透光領域 51、第 2 低抵抗領域 81 に接する領域に第 2 透光領域 52 を有している。第 1 透光領域 51 および第 2 透光領域 52 は、化学量論比またはそれに近い比率の酸素を含む金属酸化物、具体的にはアルミニウム酸化膜により構成されている。これにより、この表示装置では、第 2 透光領域 52 での光吸収が抑えられ、有機発光素子 10R (または 10G, 10B) で発生した光を、第 2 透光領域 52 を透過して基板 11 側から取り出すことが可能となっている。

30

【0049】

高抵抗膜 50 のうち第 1 透光領域 51 および第 2 透光領域 52 以外の領域は、不透光領域 53 となっている。不透光領域 53 は、化学量論比よりも酸素の比率が低い低級酸化物、具体的にはアルミニウムの低級酸化物等により構成され、第 1 透光領域 51 および第 2 透光領域 52 よりも透過率が低くなっている。なお、第 1 透光領域 51、第 2 透光領域 52 および不透光領域 53 は、上記に例示した以外の組成のアルミニウム酸化物を一切含まないというものではない。例えば、不透光領域 53 に、化学量論比の金属酸化物、具体的にはアルミニウム酸化膜が含まれていてもよい。一方、第 1 透光領域 51 および第 2 透光領域 52 に、化学量論比よりも酸素の比率が低い低級酸化物、具体的にはアルミニウムの低級酸化物等が含まれていてもよい。

40

【0050】

層間絶縁膜 60 は、例えば、厚みが 300nm 程度であり、シリコン酸化膜、アルミニウム酸化膜などの単層膜または積層膜により構成されている。特に、シリコン酸化膜およびアルミニウム酸化膜の積層膜とすれば、第 1 酸化物半導体膜 20 への水分の混入や拡散を抑え、薄膜トランジスタ 1 の電氣的安定性や信頼性を更に高めることが可能となる。

【0051】

50

ソース電極 70 S およびドレイン電極 70 D は、層間絶縁膜 60 および高抵抗膜 50 に設けられた接続孔を介して低抵抗領域 21 に接続されている。ソース電極 70 S およびドレイン電極 70 D は、例えば、厚みが 200 nm 程度であり、モリブデン (Mo) により構成されている。また、ソース電極 70 S およびドレイン電極 70 D は、ゲート電極 40 と同様に、アルミニウム (Al) または銅 (Cu) などの低抵抗金属配線により構成されていることが好ましい。更に、アルミニウム (Al) または銅 (Cu) よりなる低抵抗層と、チタン (Ti) またはモリブデン (Mo) よりなるバリア層とを組み合わせた積層膜も好ましい。このような積層膜を用いることにより、配線遅延の少ない駆動が可能となる。

【0052】

10

また、ソース電極 70 S およびドレイン電極 70 D は、ゲート電極 40 直上の領域を回避して設けられていることが望ましい。ゲート電極 40 とソース電極 70 S およびドレイン電極 70 D との交差領域に形成される寄生容量を低減することが可能となるからである。

【0053】

この表示装置は、例えば次のようにして製造することができる。

【0054】

図 4 ないし図 6 は、この表示装置の製造方法を工程順に表したものである。まず、基板 11 の全面に、例えばスパッタリング法により、上述した材料よりなる酸化物半導体膜 (図示せず) を、50 nm 程度の厚みで形成する。その際、ターゲットとしては、形成しようとする第 1 酸化物半導体膜 20 および第 2 酸化物半導体膜 80 と同一組成のセラミックターゲットを用いる。また、酸化物半導体膜中のキャリア濃度はスパッタリングの際の酸素分圧に大きく依存するので、所望のトランジスタ特性が得られるように酸素分圧を制御する。

20

【0055】

次いで、図 4 (A) に示したように、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングにより第 1 酸化物半導体膜 20 を、チャネル領域 20 A およびその一方の側にソース領域 20 S、他方の側にドレイン領域 20 D を含む島状に成形する。同時に、第 2 酸化物半導体膜 80 を、基板 11 の薄膜トランジスタ 1 の形成予定領域以外の領域 (具体的には、有機発光素子 10 R, 10 G, 10 B の形成予定領域) を含む島状に成形する。その際、リン酸と硝酸と酢酸との混合液を用いたウェットエッチングにより加工することが好ましい。リン酸と硝酸と酢酸との混合液は、下地との選択比を十分に大きくすることが可能であり、比較的容易に加工が可能となる。

30

【0056】

続いて、図 4 (B) に示したように、基板 11, 第 1 酸化物半導体膜 20 および第 2 酸化物半導体膜 80 の全面に、例えばプラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition ; 化学気相成長) 法等により、シリコン酸化膜またはアルミニウム酸化膜などのゲート絶縁材料膜 30 A を、300 nm 程度の厚みで形成する。シリコン酸化膜はプラズマ CVD 法のほか、反応性スパッタリング法により形成することが可能である。また、アルミニウム酸化膜は、反応性スパッタリング法, CVD 法または原子層成膜法により形成することが可能である。

40

【0057】

そののち、同じく図 4 (B) に示したように、ゲート絶縁材料膜 30 A の全面に、例えばスパッタリング法により、モリブデン (Mo), チタン (Ti), アルミニウム (Al) 等の単層膜または積層膜よりなるゲート電極材料膜 40 A を、200 nm 程度の厚みで形成する。

【0058】

ゲート電極材料膜 40 A を形成したのち、図 5 (A) に示したように、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングにより、ゲート電極材料膜 40 A を所望の形状に成形して、酸化物半導体膜 20 のチャネル領域 20 A 上にゲート電極 40 を形成する。

50

【 0 0 5 9 】

引き続き、同じく図 5 (A) に示したように、ゲート電極 2 0 をマスクとしてゲート絶縁材料膜 3 0 をエッチングすることによりゲート絶縁膜 3 0 を形成する。このとき、第 1 酸化物半導体膜 2 0 および第 2 酸化物半導体膜 8 0 を ZnO 、 IZO 、 IGO 等の結晶化材料により構成した場合には、ゲート絶縁材料膜 3 0 A をエッチングする際に、フッ酸等の薬液を用いて非常に大きなエッチング選択比を維持して容易に加工することが可能となる。これにより、第 1 酸化物半導体膜 2 0 のチャネル領域 2 0 A 上に、ゲート絶縁膜 3 0 およびゲート電極 4 0 がこの順に同一形状で形成される。

【 0 0 6 0 】

ゲート絶縁膜 3 0 およびゲート電極 4 0 を形成したのち、図 5 (B) に示したように、第 1 酸化物半導体膜 2 0、ゲート絶縁膜 3 0、ゲート電極 4 0 および第 2 酸化物半導体膜 8 0 の表面に、例えばスパッタリング法により、アルミニウム (Al) 等の酸素と比較的低温で反応する金属よりなる金属膜 5 0 A を、例えば 5 nm 以上 10 nm 以下の厚みで形成する。

【 0 0 6 1 】

金属膜 5 0 A を形成したのち、熱処理を行うことにより、図 6 (A) に示したように、金属膜 5 0 A が酸化されて高抵抗膜 5 0 が形成される。この金属膜 5 0 A の酸化反応には、ソース領域 2 0 S およびドレイン領域 2 0 D、並びに第 2 酸化物半導体膜 8 0 に含まれる酸素の一部が利用される。そのため、金属膜 5 0 A の酸化の進行に伴って、ソース領域 2 0 S およびドレイン領域 2 0 D、並びに第 2 酸化物半導体膜 8 0 の金属膜 5 0 A と接する上面側から、ソース領域 2 0 S およびドレイン領域 2 0 D、並びに第 2 酸化物半導体膜 8 0 中の酸素濃度が低下していく。これにより、ソース領域 2 0 S およびドレイン領域 2 0 D の上面から深さ方向における一部に、チャネル領域 2 0 A よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域 2 1 が形成される。同時に、第 2 酸化物半導体膜 8 0 の上面から深さ方向における一部に、チャネル領域 2 0 A よりも酸素濃度が低い第 2 低抵抗領域 8 1 が形成される。

【 0 0 6 2 】

金属膜 5 0 A の酸化により形成された高抵抗膜 5 0 は、上述したように、第 1 低抵抗領域 2 1 および第 2 低抵抗領域 8 1 に接する領域にアルミニウム酸化膜よりなる第 1 透光領域 5 1 および第 2 透光領域 5 2 を有するが、それ以外の領域はアルミニウムの低級酸化物よりなる不透光領域 5 3 となる。これは、金属膜 5 0 A のうち第 1 酸化物半導体膜 2 0 および第 2 酸化物半導体膜 8 0 に接している領域では酸素が豊富に供給され、化学量論比またはそれに近い比率の酸素を含む金属酸化物が形成されるからである。一方、金属膜 5 0 A のうち第 1 酸化物半導体膜 2 0 または第 2 酸化物半導体膜 8 0 に接していない領域では酸素が不足し、化学量論比よりも酸素の比率が低い低級酸化物が形成される。

【 0 0 6 3 】

図 7 は、ガラス基板上に金属膜 (アルミニウム膜) を形成し、加熱した後の透過率を調べた結果を表したものである。化学量論比のアルミニウム酸化物であれば透明であるはずだが、図 7 から分かるように、可視光域 (約 400 nm ないし約 700 nm の波長域) での透過率は 50 % ないし 80 % 程度と低くなっている。すなわち、ガラス基板上の金属膜は酸化されても完全に透明にならず、吸収をもつ低級酸化物として残ることが分かる。従って、ボトムエミッションの有機発光素子を用いた表示装置では、基板に直接金属膜を形成して酸化した場合には、有機発光素子の下層に低級酸化物よりなる高抵抗膜が残存し、光取り出し効率の低下や輝度低下を招くことになる。そのため、低級酸化物よりなる高抵抗膜を除去する工程が必要となり、コスト増大を招く。

【 0 0 6 4 】

図 8 は、ガラス基板上に $IGZO$ よりなる酸化物半導体膜および金属膜 (アルミニウム膜) をこの順に形成し、加熱した後の透過率を調べたものである。図 8 から分かるように、可視光域 (約 400 nm ないし約 700 nm の波長域) での透過率は 70 % ないし 90 % 程度と、図 7 に比べて大幅に高くなっていることが分かる。

【 0 0 6 5 】

図 9 は、ガラス基板上に I T O よりなる酸化物半導体膜および金属膜（アルミニウム膜）をこの順に形成し、加熱した後の透過率を調べたものである。図 9 から分かるように、可視光域（約 4 0 0 n m ないし約 7 0 0 n m の波長域）での透過率は略 8 0 % 程度と、図 7 に比べて大幅に高くなっていることが分かる。

【 0 0 6 6 】

以上の結果から、金属膜 5 0 A が加熱される際に、金属膜 5 0 A が第 1 酸化物半導体膜 2 0 および第 2 酸化物半導体膜 8 0 中の酸素を吸収することにより金属膜 5 0 A の酸化が促進され、化学量論比またはそれに近い比率の酸素を含む金属酸化物が形成され、第 1 透光領域 5 1 および第 2 透光領域 5 2 の透過率が上がるということが分かる。また、このことが、第 1 低抵抗領域 2 1 および第 2 低抵抗領域 8 1 の酸素濃度が低下する一因となっていると考えられる。

10

【 0 0 6 7 】

なお、図 8 および図 9 はいずれも、ガラス表面での反射、および酸化物半導体膜と空気との界面での反射を含んでいる。実際の表示装置においては酸化物半導体膜上には有機層の積層構造が接しているため、酸化物半導体膜と空気との界面での反射は緩和される。図 1 0 はこの現象をシミュレーションにより確認した結果を表したものである。なお、シミュレーションには T F - C a l c (S o f t w a r e S p e c t r a I n c . 社製) を用いた。

【 0 0 6 8 】

20

図 1 0 から分かるように、酸化物半導体膜上に有機層が積層されている場合には、有機層がない場合に比べて透過率が上昇し、発光波長域で 9 0 % 程度となることが確認された。これは、屈折率の高い酸化物半導体膜と空気との界面での反射が緩和されるためである。

【 0 0 6 9 】

再び図 6 (A) に戻って説明を続ける。図 6 (A) に示した金属膜 5 0 A の熱処理としては、例えば、上述したように、3 0 0 程度の温度でアニールすることが好ましい。その際、酸素等を含む酸化性のガス雰囲気で行うことで、第 1 低抵抗領域 2 1 および第 2 低抵抗領域 8 1 の酸素濃度が低くなりすぎるのを抑え、第 1 酸化物半導体膜 2 0 および第 2 酸化物半導体膜 8 0 に十分な酸素を供給することが可能となる。よって、後工程で行うアニール工程を削減することが可能となり、工程の簡略化が可能となる。

30

【 0 0 7 0 】

また、例えば、図 5 (B) に示した金属膜 5 0 A を形成する工程で基板 1 1 の温度を 2 0 0 程度に比較的高い温度とすることにより、図 6 (A) に示した熱処理を行わずに第 1 低抵抗領域 2 1 および第 2 低抵抗領域 8 1 を形成することも可能である。この場合には、第 1 酸化物半導体膜 2 0 のキャリア濃度をトランジスタとして必要なレベルに低減することが可能である。

【 0 0 7 1 】

金属膜 5 0 A は、上述したように 1 0 n m 以下の厚みで形成することが好ましい。金属膜 5 0 A の厚みを 1 0 n m 以下とすれば、熱処理により金属膜 5 0 A を完全に酸化することが可能となるからである。金属膜 5 0 A が完全に酸化されていない場合には、金属膜 5 0 A をエッチングにより除去する工程が必要となる。金属膜 5 0 A が完全に酸化されて高抵抗膜 5 0 となっている場合には、エッチングして除去する工程は不要となり、製造工程の簡略化が可能となる。金属膜 5 0 A を 1 0 n m 以下の厚みで形成した場合、高抵抗膜 5 0 の厚みは結果として 2 0 n m 以下となる。

40

【 0 0 7 2 】

その際、金属膜 5 0 A を酸化させる方法としては、熱処理のほか、水蒸気雰囲気での酸化、またはプラズマ酸化などの方法により酸化を促進させることも可能である。特にプラズマ酸化は、後工程で層間絶縁膜 6 0 をプラズマ C V D 法により形成する直前に実施することが可能であり、特に工程を増やす必要がないという利点がある。プラズマ酸化では、

50

例えば、基板 11 の温度を 200 ~ 400 程度にして、酸素や二酸化酸素等の酸素を含むガス雰囲気中でプラズマを発生させて処理することが望ましい。これにより、上述したような外気に対して良好なバリア性を有する高抵抗膜 50 を形成することが可能となるからである。

【0073】

なお、高抵抗膜 50 は、酸化物半導体膜 20 のソース領域 20S およびドレイン領域 20D 以外に、ゲート絶縁膜 30 またはゲート電極 40 上などにも形成される。しかし、高抵抗膜 50 をエッチングにより除去せずに残しておいてもリーク電流の原因になることはない。

【0074】

第 1 低抵抗領域 21 および第 2 低抵抗領域 81 を形成したのち、図 6 (B) に示したように、高抵抗膜 50 上に、例えばシリコン酸化膜あるいはアルミニウム酸化膜、またはそれらの積層膜よりなる層間絶縁膜 60 を、上述した厚みで形成する。その際、シリコン酸化膜はプラズマ CVD 法により形成することが可能である。アルミニウム酸化膜は、アルミニウムをターゲットとした DC または AC 電源による反応性スパッタリング法により形成することが望ましい。高速に成膜することが可能となるからである。

【0075】

続いて、図 3 に示したように、例えばフォトリソグラフィおよびエッチングにより、層間絶縁膜 60 および高抵抗膜 50 に接続孔を形成する。そののち、層間絶縁膜 60 の上に、例えばスパッタリング法により、例えばモリブデン (Mo) 膜を 200 nm の厚みで形成し、フォトリソグラフィおよびエッチングにより所定の形状に成形する。これにより、図 3 に示したように、ソース電極 70S およびドレイン電極 70D を第 1 低抵抗領域 21 に接続する。以上により、図 3 に示した薄膜トランジスタ 1 が形成される。

【0076】

このようにして基板 11 上に薄膜トランジスタ 1 を含む画素駆動回路 140 を形成したのち、基板 11 の全面に感光性樹脂を塗布し、露光および現像することにより、接続孔 12A を有する平坦化膜 12 を形成し、焼成する。続いて、平坦化膜 12 の上に第 1 電極 13 を形成し、第 1 電極 13 の間の領域に画素分離絶縁膜 14 を形成する。そののち、例えば蒸着法により、上述した材料よりなる有機層 15 および上部電極 16 を形成する。これにより、有機発光素子 10R, 10G, 10B が形成される。

【0077】

有機発光素子 10R, 10G, 10B を形成したのち、有機発光素子 10R, 10G, 10B の上に保護膜 (図示せず) を形成し、接着層 (図示せず) を間にして封止用基板 (図示せず) を貼り合わせる。以上により、図 1 ないし図 3 に示した表示装置が完成する。

【0078】

この表示装置では、各画素に対して走査線駆動回路 130 から書き込みトランジスタ Tr2 のゲート電極を介して走査信号が供給されると共に、信号線駆動回路 120 から画像信号が書き込みトランジスタ Tr2 を介して保持容量 Cs に保持される。すなわち、この保持容量 Cs に保持された信号に応じて駆動トランジスタ Tr1 がオンオフ制御され、これにより、各有機発光素子 10R, 10G, 10B に駆動電流 Id が注入されることにより、正孔と電子とが再結合して発光が起こる。この光は、第 1 電極 13, 高抵抗膜 50 の第 2 透光領域 52, 第 2 酸化物半導体膜 80 および基板 11 を透過して (ボトムエミッション) 取り出される。

【0079】

ここでは、基板 11 の薄膜トランジスタ 1 が設けられた領域以外の領域に第 2 酸化物半導体膜 80 が設けられ、この第 2 酸化物半導体膜 80 に接して高抵抗膜 50 の第 2 透光領域 52 が設けられているので、第 2 透光領域 52 の透過率が向上し、第 2 透光領域 52 での光吸収が小さくなっている。よって、有機発光素子 10R, 10G, 10B で発生した光の取り出し効率が高くなり、輝度が向上する。

【0080】

10

20

30

40

50

また、薄膜トランジスタ 1 では、図示しない配線層を通じてゲート電極 40 に所定のしきい値電圧以上の電圧（ゲート電圧）が印加されると、第 1 酸化物半導体膜 20 のチャネル領域 20 A 中に電流（ドレイン電流）が生じる。ここでは、第 1 酸化物半導体膜 20 のソース領域 20 S およびドレイン領域 20 D の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域 20 A よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域 21 が設けられているので、素子特性が安定したものとなる。

【0081】

図 11 (B) は、実際に上述した製造方法により第 1 低抵抗領域 21 を有する薄膜トランジスタ 1 を作製し、トランジスタ特性を調べた結果を表したものである。その際、金属膜 50 A としては厚み 5 nm のアルミニウム膜を用い、熱処理として酸素雰囲気中で 300 で 1 時間アニールを行うことにより低抵抗領域 21 を形成した。

10

【0082】

一方、金属膜の形成および熱処理を行わずに薄膜トランジスタを作製し、トランジスタ特性を調べた。その結果を図 11 (A) に示す。なお、その際、プラズマ処理は行っていない。

【0083】

図 11 (A) および図 11 (B) から分かるように、金属膜 50 A の熱処理により第 1 低抵抗領域 21 を形成した薄膜トランジスタ 1 では、金属膜の形成および熱処理を行わなかったものに比べて、トランジスタのオン電流が二桁以上向上した。すなわち、第 1 酸化物半導体膜 20 のソース領域 20 S およびドレイン領域 20 D の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域 20 A よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域 21 を設けることにより、セルフアライン構造により寄生容量を低減すると共に素子特性が安定した薄膜トランジスタ 1 を実現できることが分かった。

20

【0084】

このように本実施の形態では、薄膜トランジスタ 1 の第 1 酸化物半導体膜 20 のソース領域 20 S およびドレイン領域 20 D の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域 20 A よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域 21 を設けるようにしたので、セルフアライン構造のトップゲート薄膜トランジスタの特性を安定させることが可能となる。よって、この薄膜トランジスタ 1 を用いてアクティブ駆動方式のディスプレイを構成すれば、寄生容量の小さいセルフアライン構造と共に安定した特性を有する薄膜トランジスタ 1 により、高品質な表示が可能となり、大画面化、高精細化、ハイレームレート化に対応可能となる。また、保持容量の小さいレイアウトを適用することが可能となり、画素レイアウトにおける配線の占める割合を小さくすることが可能となる。よって、配線間ショートによる欠陥の発生確率を小さくし、製造歩留まりを高めることが可能となる。

30

【0085】

また、第 1 酸化物半導体膜 20 のチャネル領域 20 A 上にゲート絶縁膜 30 およびゲート電極 40 をこの順に同一形状で形成したのち、第 1 酸化物半導体膜 20、ゲート絶縁膜 30 およびゲート電極 40 の上に、金属膜 50 A を形成し、この金属膜 50 A に対して熱処理を行うことにより、金属膜 50 A を酸化により高抵抗膜 50 とすると共に、ソース領域 20 S およびドレイン領域 20 D の上面から深さ方向の一部に、チャネル領域 20 A よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域 21 を形成するようにしたので、第 1 低抵抗領域 21 を、プラズマなどの変動要素の多い工程を使わずに形成可能となる。よって、従来のような素子特性のプラズマ工程への依存を解消し、安定した素子特性を得ることが可能となる。

40

【0086】

更に、基板 11 の薄膜トランジスタ 1 が設けられた領域以外の領域に第 2 酸化物半導体膜 80 を設けると共に、第 2 酸化物半導体膜 80 の上面から深さ方向における少なくとも一部に、チャネル領域 20 A よりも酸素濃度が低い第 2 低抵抗領域 81 を設け、薄膜トランジスタ 1、第 2 酸化物半導体膜 80 および基板 11 を高抵抗膜 50 で覆い、この高抵抗膜 50 のうち、第 1 低抵抗領域 21 に接する領域に化学量論比の金属酸化物よりなる第 1

50

透光領域 5 1 を設け、第 2 低抵抗領域 8 1 に接する領域に第 1 透光領域 5 1 と同じ金属酸化物よりなる第 2 透光領域 5 2 を設けるようにしたので、第 2 透光領域 5 2 の光吸収を抑えることが可能となる。よって、光取出し効率を高めると共に輝度を向上させ、高品質な表示を行うことが可能となる。

【 0 0 8 7 】

(変形例 1)

図 1 2 は、変形例 1 に係る表示装置の断面構成を表したものである。この表示装置は、第 1 酸化物半導体膜 2 0 と第 2 酸化物半導体膜 8 0 とを連続して設けるようにしたものである。この場合には、第 2 酸化物半導体膜 8 0 は第 2 低抵抗領域 8 1 を有しており、抵抗が低いので、電極としての機能を有することが可能である。よって、第 2 酸化物半導体膜 8 0 を有機発光素子 1 0 R , 1 0 G , 1 0 B の第 1 電極 1 3 として用いることが可能となる。このことを除いては、本変形例 1 の表示装置は上記実施の形態の表示装置と同様の構成を有し、その作用および効果も同様である。

【 0 0 8 8 】

具体的には、平坦化膜 1 2 および高抵抗膜 5 0 の第 2 透光領域 5 2 には、第 2 酸化物半導体膜 8 0 の第 2 低抵抗領域 8 1 上の領域に、開口部 8 2 が設けられている。この開口部 8 2 において、第 2 酸化物半導体膜 8 0 の第 2 低抵抗領域 8 1 と有機層 1 5 とが接触し、その領域で発光が生じるようになっている。

【 0 0 8 9 】

(変形例 2)

図 1 3 は、変形例 2 に係る表示装置の断面構成を表したものである。この表示装置は、表示素子として液晶表示素子 1 0 L を備えたことを除いては、上記実施の形態の表示装置と同様の構成を有し、その作用および効果も同様である。よって、対応する構成要素には同一の符号を付して説明する。

【 0 0 9 0 】

液晶表示素子 1 0 L は、平坦化層 1 2 の上に、例えば I T O よりなる画素電極 1 7 A を有している。また、対向基板 1 8 上には、例えば I T O よりなる共通電極 1 7 B が設けられている。画素電極 1 7 A と共通電極 1 7 B との間には液晶層 1 7 C が設けられている。基板 1 1 の裏面側には、バックライトユニットとしての照明部 1 9 が設けられている。照明部 1 9 からの光は、基板 1 1 , 第 2 酸化物半導体膜 8 0 および高抵抗膜 5 0 の第 2 透光領域 5 2 を透過して液晶表示素子 1 0 L に入射する。

【 0 0 9 1 】

ここでは、基板 1 1 の薄膜トランジスタ 1 が設けられた領域以外の領域に第 2 酸化物半導体膜 8 0 が設けられ、この第 2 酸化物半導体膜 8 0 に接して高抵抗膜 5 0 の第 2 透光領域 5 2 が設けられているので、第 2 透光領域 5 2 の透過率が高くなる。よって、照明部 1 9 からの光の透過率が高くなり、輝度が向上する。

【 0 0 9 2 】

なお、本変形例においても、変形例 1 と同様に、第 1 酸化物半導体膜 2 0 と第 2 酸化物半導体膜 8 0 とを連続して設けるようにすることが可能である。この場合には、第 2 酸化物半導体膜 8 0 を液晶表示素子 1 0 L に接続された補助容量 (図示せず) の一方の電極として用いることが可能となる。

【 0 0 9 3 】

(変形例 3)

図 1 4 は、変形例 3 に係る表示装置の断面構成を表したものである。この表示装置は、薄膜トランジスタ 1 としてボトムゲート薄膜トランジスタを用いたものである。すなわち、薄膜トランジスタ 1 は、基板 1 1 上にゲート電極 4 0 , ゲート絶縁膜 3 0 , 第 1 酸化物半導体膜 2 0 およびチャネル保護膜 9 0 をこの順に積層した構成を有している。チャネル保護膜 9 0 は、第 1 酸化物半導体膜 2 0 のチャネル領域 2 0 A 上に設けられ、例えば、厚みが 2 0 0 n m 程度であり、シリコン酸化膜 , シリコン窒化膜またはアルミニウム酸化膜の単層膜または積層膜により構成されている。このことを除いては、本変形例の表示装置

は上記実施の形態と同様の構成を有し、その作用および効果も同様である。

【 0 0 9 4 】

(モジュールおよび適用例)

以下、上述した実施の形態で説明した表示装置の適用例について説明する。上記実施の形態の表示装置は、テレビジョン装置、デジタルカメラ、ノート型パーソナルコンピュータ、携帯電話等の携帯端末装置あるいはビデオカメラなど、外部から入力された映像信号あるいは内部で生成した映像信号を、画像あるいは映像として表示するあらゆる分野の電子機器の表示装置に適用することが可能である。

【 0 0 9 5 】

(モジュール)

上記実施の形態の表示装置は、例えば、図 1 5 に示したようなモジュールとして、後述する適用例 1 ~ 5 などの種々の電子機器に組み込まれる。このモジュールは、例えば、基板 1 1 の一辺に、上記実施の形態における封止用基板 (図示せず) または変形例 2 における対向基板 1 8 から露出した領域 2 1 0 を設け、この露出した領域 2 1 0 に、信号線駆動回路 1 2 0 および走査線駆動回路 1 3 0 の配線を延長して外部接続端子 (図示せず) を形成したものである。外部接続端子には、信号の入出力のためのフレキシブルプリント配線基板 (F P C ; Flexible Printed Circuit) 2 2 0 が設けられていてもよい。

【 0 0 9 6 】

(適用例 1)

図 1 6 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるテレビジョン装置の外観を表したものである。このテレビジョン装置は、例えば、フロントパネル 3 1 0 およびフィルターガラス 3 2 0 を含む映像表示画面部 3 0 0 を有しており、この映像表示画面部 3 0 0 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【 0 0 9 7 】

(適用例 2)

図 1 7 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるデジタルカメラの外観を表したものである。このデジタルカメラは、例えば、フラッシュ用の発光部 4 1 0、表示部 4 2 0、メニュースイッチ 4 3 0 およびシャッターボタン 4 4 0 を有しており、その表示部 4 2 0 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【 0 0 9 8 】

(適用例 3)

図 1 8 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるノート型パーソナルコンピュータの外観を表したものである。このノート型パーソナルコンピュータは、例えば、本体 5 1 0、文字等の入力操作のためのキーボード 5 2 0 および画像を表示する表示部 5 3 0 を有しており、その表示部 5 3 0 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【 0 0 9 9 】

(適用例 4)

図 1 9 は、上記実施の形態の表示装置が適用されるビデオカメラの外観を表したものである。このビデオカメラは、例えば、本体部 6 1 0、この本体部 6 1 0 の前方側面に設けられた被写体撮影用のレンズ 6 2 0、撮影時のスタート / ストップスイッチ 6 3 0 および表示部 6 4 0 を有しており、その表示部 6 4 0 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【 0 1 0 0 】

(適用例 5)

図 2 0 は、上記実施の形態の表示装置が適用される携帯電話機の外観を表したものである。この携帯電話機は、例えば、上側筐体 7 1 0 と下側筐体 7 2 0 とを連結部 (ヒンジ部) 7 3 0 で連結したものであり、ディスプレイ 7 4 0、サブディスプレイ 7 5 0、ピクチャーライト 7 6 0 およびカメラ 7 7 0 を有している。そのディスプレイ 7 4 0 またはサブディスプレイ 7 5 0 は、上記各実施の形態に係る表示装置により構成されている。

【 0 1 0 1 】

以上、実施の形態を挙げて本開示を説明したが、本開示は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、低抵抗領域 21 がソース領域 20S およびド레인領域 20D の上面から深さ方向における一部に設けられている場合について説明したが、低抵抗領域 21 は、ソース領域 20S およびド레인領域 20D の上面から深さ方向における少なくとも一部に設けられていればよい。例えば、第 1 低抵抗領域 21 は、図 21 に示したように、ソース領域 20S およびド레인領域 20D の上面から深さ方向における全部に設けられていてもよい。

【0102】

また、例えば、上記実施の形態では、第 1 酸化物半導体膜 20 および第 2 酸化物半導体膜 80 が基板 11 上に直接設けられている場合について説明したが、第 1 酸化物半導体 20 および第 2 酸化物半導体膜 80 は、基板 11 上に、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜またはアルミニウム酸化膜などの絶縁膜を間にして設けられていてもよい。これにより、基板 11 から第 1 酸化物半導体膜 20 に不純物や水分などが拡散することを抑えることが可能となる。

【0103】

更に、例えば、上記実施の形態において説明した各層の材料および厚み、または成膜方法および成膜条件などは限定されるものではなく、他の材料および厚みとしてもよく、または他の成膜方法および成膜条件としてもよい。

【0104】

加えて、本開示は、液晶ディスプレイおよび有機 EL ディスプレイのほか、無機エレクトロミネッセンス素子、またはエレクトロデポジション型もしくはエレクトロクロミック型の表示素子などの他の表示素子を用いた表示装置にも適用可能である。

【0105】

なお、本開示に係る技術は以下のような構成を取ることも可能である。

(1)

基板と、

前記基板に設けられた表示素子と、

前記基板に設けられると共に、チャネル領域の両側にソース領域およびド레인領域を含む第 1 酸化物半導体膜を有し、前記第 1 酸化物半導体膜は、前記ソース領域および前記ド레인領域の上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 1 低抵抗領域を有する薄膜トランジスタと、

前記基板の前記薄膜トランジスタが設けられた領域以外の領域に設けられると共に、上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャネル領域よりも酸素濃度が低い第 2 低抵抗領域を有する第 2 酸化物半導体膜と、

前記薄膜トランジスタ、前記第 2 酸化物半導体膜および前記基板を覆うと共に金属酸化物により構成され、前記第 1 低抵抗領域に接する領域に第 1 透光領域を有し、前記第 2 低抵抗領域に接する領域に第 2 透光領域を有する高抵抗膜と

を備えた表示装置。

(2)

前記第 1 透光領域および前記第 2 透光領域はアルミニウム酸化膜により構成されている前記(1)記載の表示装置。

(3)

前記第 1 酸化物半導体膜と前記第 2 酸化物半導体膜とは連続して設けられている

前記(1)または(2)に記載の表示装置。

(4)

前記第 1 酸化物半導体膜は前記基板上に設けられ、

前記第 1 酸化物半導体膜の前記チャネル領域上にゲート絶縁膜およびゲート電極がこの順に同一形状で設けられ、

前記第 1 酸化物半導体膜、前記ゲート絶縁膜および前記ゲート電極の表面に前記高抵抗膜および層間絶縁膜がこの順に設けられ、

10

20

30

40

50

前記層間絶縁膜または前記高抵抗膜に設けられた接続孔を介してソース電極およびドレイン電極が前記第1低抵抗領域に接続されている

前記(1)ないし(3)のいずれか1項に記載の表示装置。

(5)

前記表示素子は、第1電極、発光層を含む有機層および第2電極を前記基板側からこの順に有する有機発光素子であり、前記有機発光素子で発生した光は前記第2透光領域を透過して前記基板の側から取り出される

前記(1)ないし(4)のいずれか1項に記載の表示装置。

(6)

前記表示素子は液晶表示素子であり、

前記基板の裏面側に照明部が設けられ、

前記照明部からの光は前記第2透光領域を透過して前記液晶表示素子に入射する

前記(1)ないし(4)のいずれか1項に記載の表示装置。

(7)

表示装置を備え、

前記表示装置は、

基板と、

前記基板に設けられた表示素子と、

前記基板に設けられると共に、チャンネル領域の両側にソース領域およびドレイン領域を含む第1酸化物半導体膜を有し、前記第1酸化物半導体膜は、前記ソース領域および前記ドレイン領域の上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャンネル領域よりも酸素濃度が低い第1低抵抗領域を有する薄膜トランジスタと、

前記基板の前記薄膜トランジスタが設けられた領域以外の領域に設けられると共に、上面から深さ方向における少なくとも一部に、前記チャンネル領域よりも酸素濃度が低い第2低抵抗領域を有する第2酸化物半導体膜と、

前記薄膜トランジスタ、前記第2酸化物半導体膜および前記基板を覆うと共に金属酸化物により構成され、前記第1低抵抗領域に接する領域に第1透光領域を有し、前記第2低抵抗領域に接する領域に第2透光領域を有する高抵抗膜と

を備えた電子機器。

【符号の説明】

【0106】

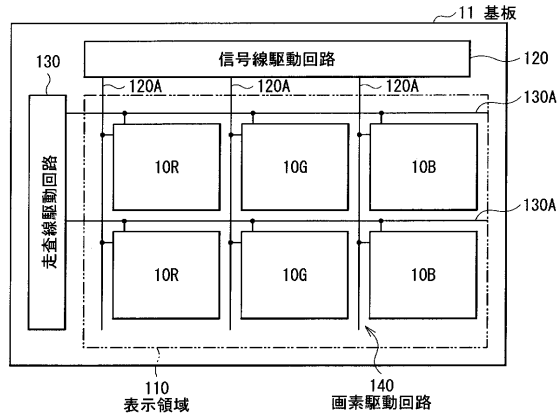
1...薄膜トランジスタ、11...基板、20...第1酸化物半導体薄膜、20A...チャンネル領域、20S...ソース領域、20D...ドレイン領域、21...第1低抵抗領域、30...ゲート絶縁膜、40...ゲート電極、50A...金属膜、50...高抵抗膜、51...第1透光領域、52...第2透光領域、53...不透光領域、60...層間絶縁膜、70S...ソース電極、70D...ドレイン電極、80...第2酸化物半導体膜、81...第2低抵抗領域、90...チャンネル保護膜、10R、10G、10B...有機発光素子、10L...液晶表示素子、110...表示領域、120...信号線駆動回路、130...走査線駆動回路、150...画素駆動回路、Tr1、Tr2...トランジスタ。

10

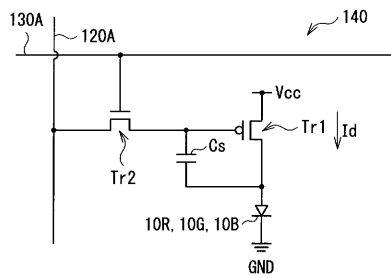
20

30

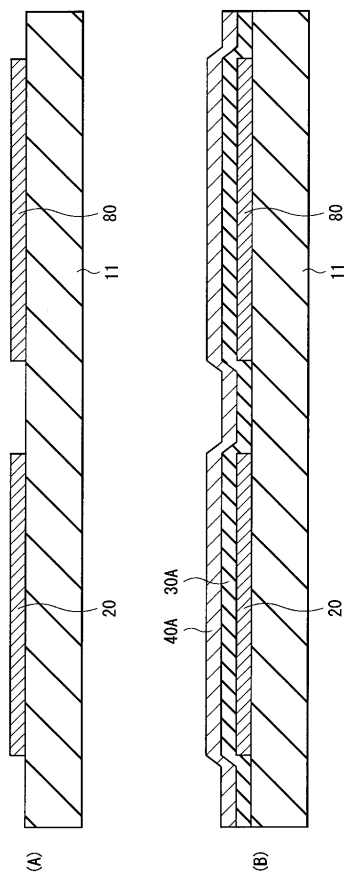
【 図 3 】



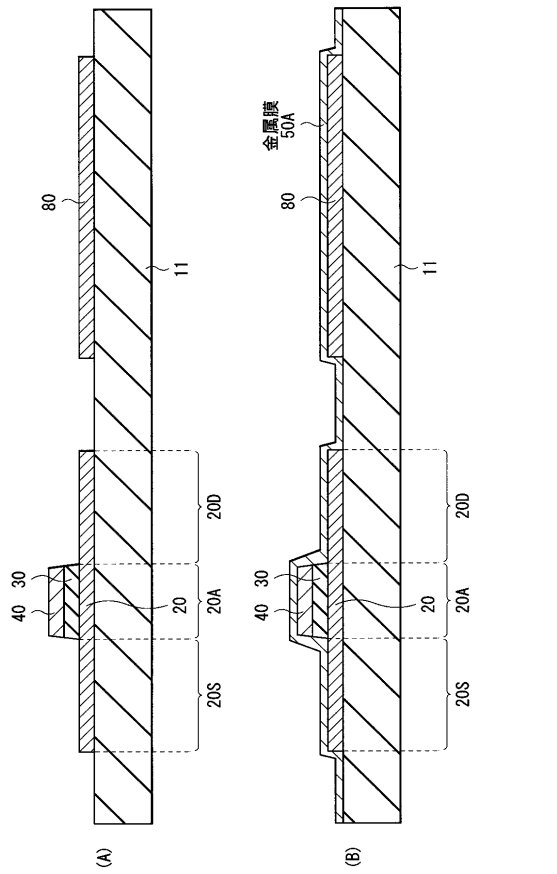
【 図 2 】



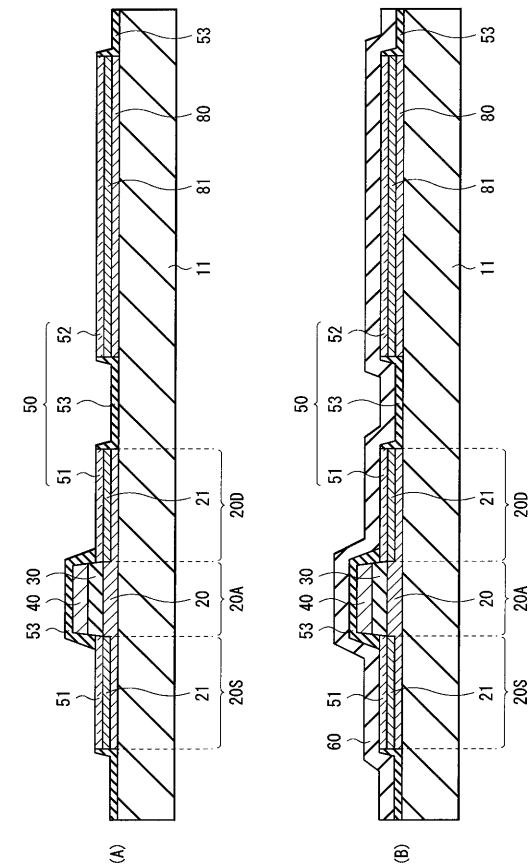
【圖 4】



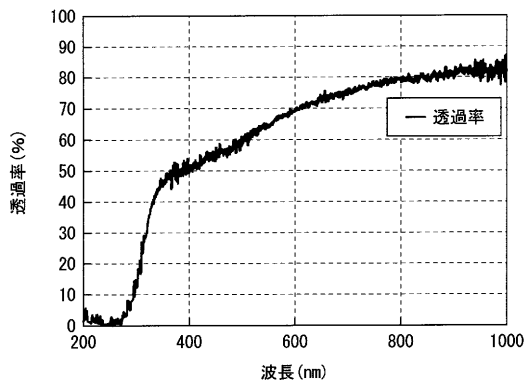
【 図 5 】



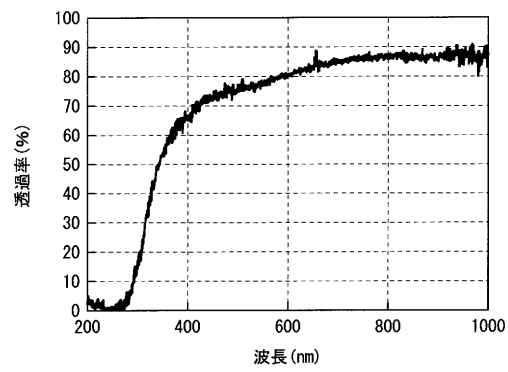
【図 6】



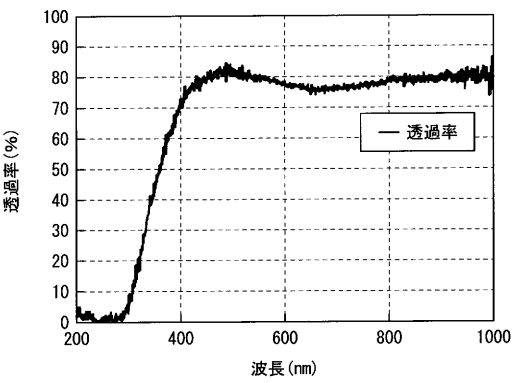
【図 7】



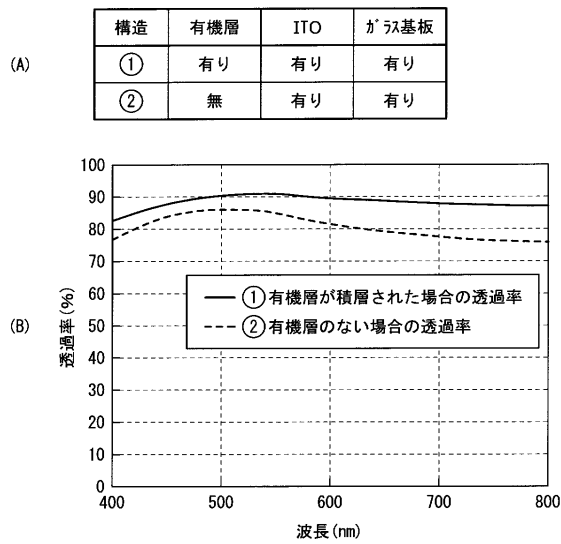
【図 8】



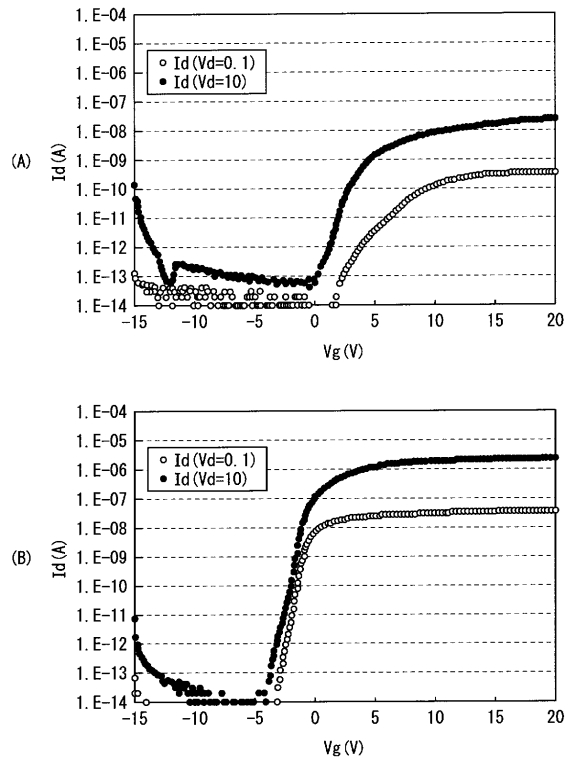
【図 9】



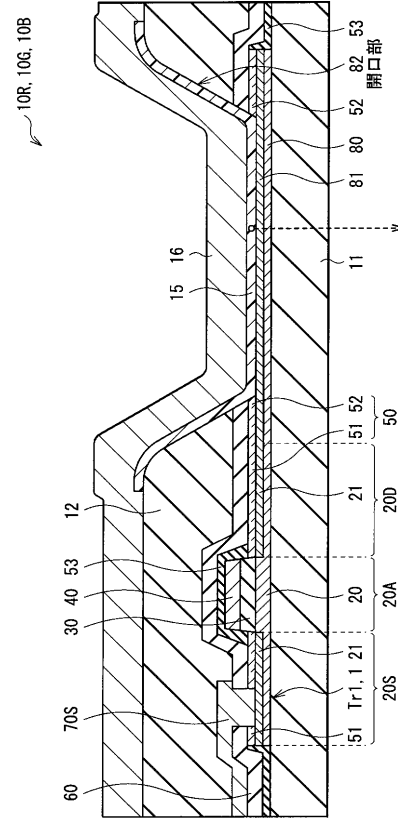
【図 10】



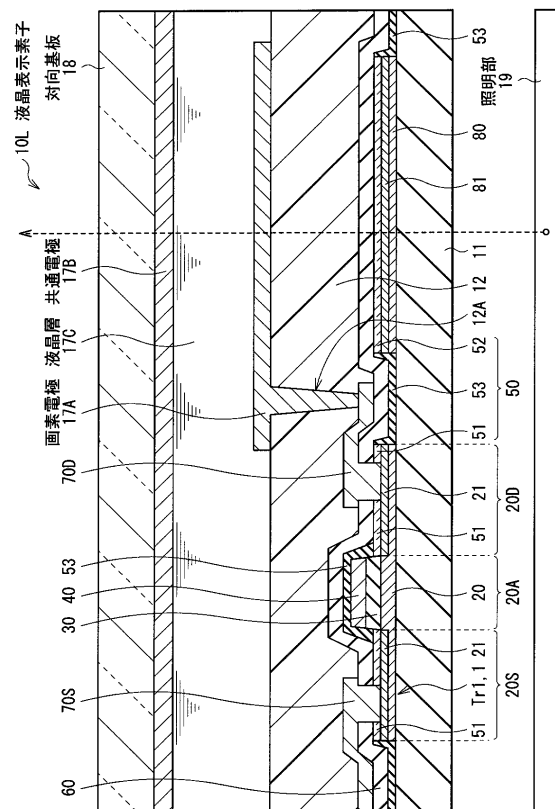
【図 1 1】



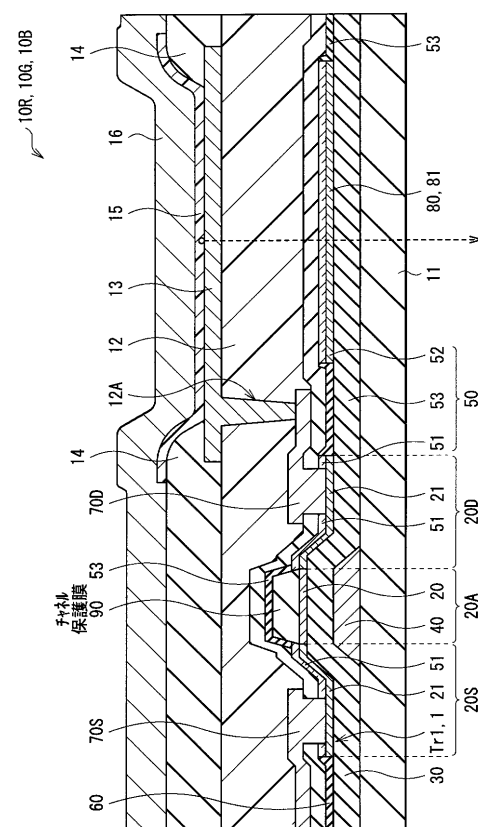
【図 1 2】



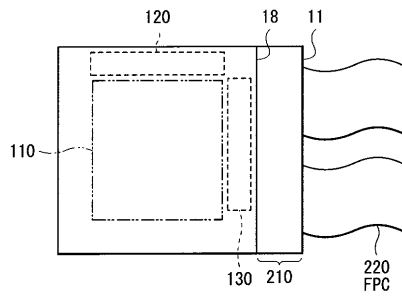
【図 1 3】



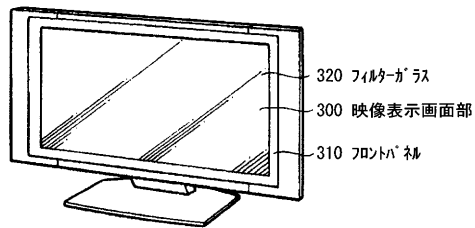
【図 1 4】



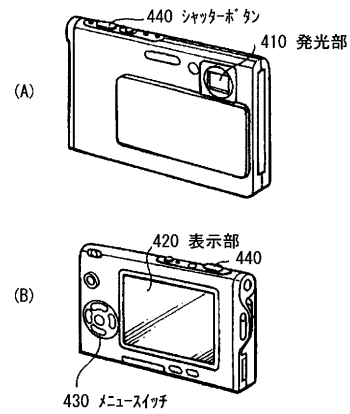
【図 15】



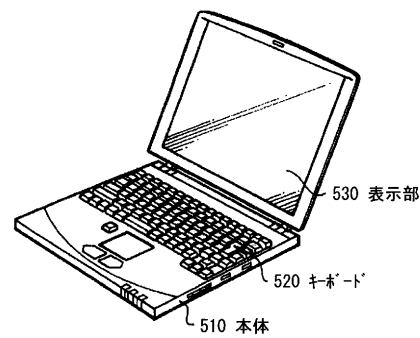
【図 16】



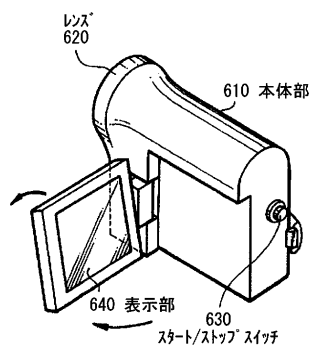
【図 17】



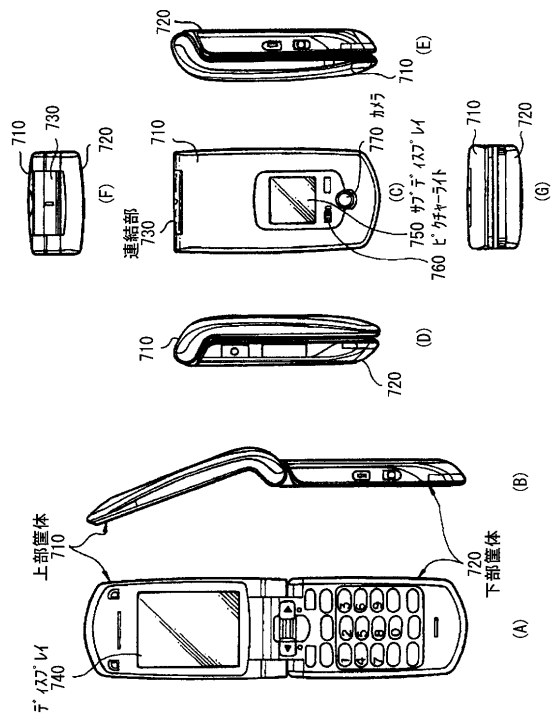
【図 18】



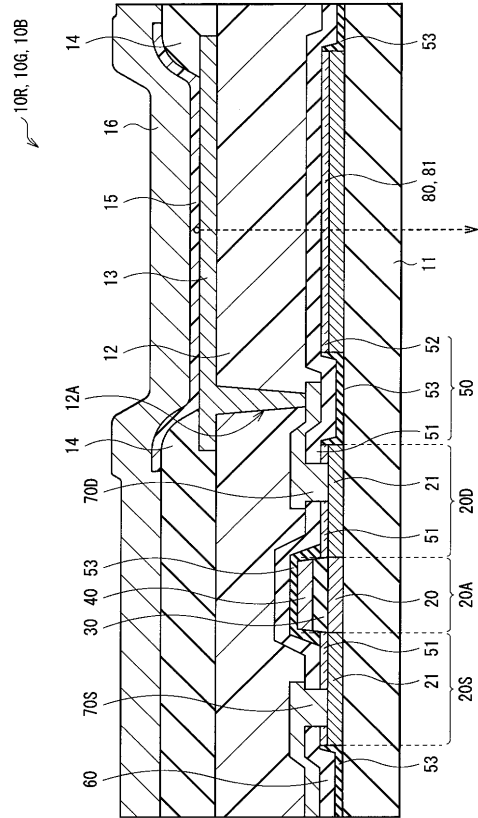
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

審査官 山口 大志

- (56)参考文献 特開2010-156963(JP,A)
特開2010-232647(JP,A)
特開2010-092037(JP,A)
特開2011-040730(JP,A)
国際公開第2009/093625(WO,A1)
特開2009-260002(JP,A)
特開2009-141221(JP,A)
特開2010-114413(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0294772(US,A1)
米国特許出願公開第2010/0224873(US,A1)
米国特許出願公開第2010/0065839(US,A1)
米国特許出願公開第2011/0012106(US,A1)
米国特許出願公開第2009/0261325(US,A1)
米国特許出願公開第2011/0180802(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L	21/336
G09F	9/30
H01L	29/786