

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7460314号
(P7460314)

(45)発行日 令和6年4月2日(2024.4.2)

(24)登録日 令和6年3月25日(2024.3.25)

(51)国際特許分類		F I	
G 0 2 F	1/1368(2006.01)	G 0 2 F	1/1368
G 0 2 F	1/1333(2006.01)	G 0 2 F	1/1333
G 0 2 F	1/1343(2006.01)	G 0 2 F	1/1343

請求項の数 2 (全91頁)

(21)出願番号	特願2023-4315(P2023-4315)	(73)特許権者	000153878
(22)出願日	令和5年1月16日(2023.1.16)		株式会社半導体エネルギー研究所
(62)分割の表示	特願2017-214384(P2017-214384)	(72)発明者	山崎 舜平
)の分割		神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会
原出願日	平成29年11月7日(2017.11.7)		社半導体エネルギー研究所内
(65)公開番号	特開2023-29646(P2023-29646A)	審査官	井亀 諭
(43)公開日	令和5年3月3日(2023.3.3)		
審査請求日	令和5年2月15日(2023.2.15)		
(31)優先権主張番号	特願2016-219157(P2016-219157)		
(32)優先日	平成28年11月9日(2016.11.9)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2016-219160(P2016-219160)		
(32)優先日	平成28年11月9日(2016.11.9)		
(33)優先権主張国・地域又は機関			
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置の作製方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に、液晶素子、第1の絶縁層、トランジスタ、走査線、信号線、タッチセンサ及び接続部を有し、

前記液晶素子は、画素電極、液晶層及び共通電極を有し、

前記第1の絶縁層は、前記画素電極と前記トランジスタの間に位置し、

前記第1の絶縁層は、第1の開口及び第2の開口を有し、

前記走査線及び前記信号線は、それぞれ、前記トランジスタと電氣的に接続され、

前記走査線及び前記信号線は、それぞれ、金属層を有し、

前記トランジスタは、前記画素電極と接続される第1の領域を有し、

前記タッチセンサは、可視光を透過する機能を有する第2の領域を有し、

前記画素電極、前記共通電極及び前記第1の領域は、それぞれ、前記可視光を透過する機能を有し、

前記可視光は、前記液晶素子、前記第1の領域、前記第2の領域、前記基板の順に透過して、表示装置の外部に射出される機能を有し、

前記接続部は、第1乃至第3の導電層を有し、且つFPCと電氣的に接続される、表示装置の作製方法であって、

前記基板上に、前記タッチセンサと、前記タッチセンサと電氣的に接続する前記第1の導電層を形成する工程と、

前記タッチセンサ上に、前記トランジスタ、前記走査線及び前記信号線を形成し、且つ前

記第 1 の導電層上に、前記第 2 の導電層を形成する工程と、
 前記トランジスタ上、前記走査線上、前記信号線上及び前記第 2 の導電層上に、前記第 1
 の絶縁層を形成する工程と、
 前記第 1 の絶縁層に、前記第 1 の開口及び前記第 2 の開口を形成する工程と、
 前記第 1 の開口を介して前記トランジスタと電氣的に接続される前記画素電極を形成し、
 且つ前記第 2 の開口を介して前記第 2 の導電層と電氣的に接続される前記第 3 の導電層を
 形成する工程と、を有する、表示装置の作製方法。

【請求項 2】

基板上に、液晶素子、第 1 の絶縁層、トランジスタ、走査線、信号線、タッチセンサ、接
 続部及び第 5 の導電層を有し、

10

前記液晶素子は、画素電極、液晶層及び共通電極を有し、

前記第 1 の絶縁層は、前記画素電極と前記トランジスタの間に位置し、

前記第 1 の絶縁層は、第 1 の開口及び第 2 の開口を有し、

前記走査線及び前記信号線は、それぞれ、前記トランジスタと電氣的に接続され、

前記走査線及び前記信号線は、それぞれ、金属層を有し、

前記トランジスタは、前記画素電極と接続される第 1 の領域を有し、

前記タッチセンサは、可視光を透過する機能を有する第 2 の領域を有し、

前記画素電極、前記共通電極及び前記第 1 の領域は、それぞれ、前記可視光を透過する機
 能を有し、

前記第 5 の導電層は、前記タッチセンサと前記トランジスタの間に位置し、且つ前記液晶
 素子を有する表示領域全体と重なっており、

20

前記可視光は、前記液晶素子、前記第 1 の領域、前記第 5 の導電層、前記第 2 の領域、前
 記基板の順に透過して、表示装置の外部に射出される機能を有し、

前記接続部は、第 1 乃至第 4 の導電層を有し、且つ F P C と電氣的に接続される、表示装
 置の作製方法であって、

前記基板上に、前記タッチセンサと、前記タッチセンサと電氣的に接続する前記第 1 の導
 電層を形成する工程と、

前記タッチセンサ上に、前記第 5 の導電層を形成し、且つ前記第 1 の導電層上に、前記第
 4 の導電層を形成する工程と、

前記タッチセンサ上に、前記第 5 の導電層を介して前記トランジスタ、前記走査線及び前
 記信号線を形成し、且つ前記第 4 の導電層上に、前記第 2 の導電層を形成する工程と、

30

前記トランジスタ上、前記走査線上、前記信号線上及び前記第 2 の導電層上に、前記第 1
 の絶縁層を形成する工程と、

前記第 1 の絶縁層に、前記第 1 の開口及び前記第 2 の開口を形成する工程と、

前記第 1 の開口を介して前記トランジスタと電氣的に接続される前記画素電極を形成し、
 且つ前記第 2 の開口を介して前記第 2 の導電層と電氣的に接続される前記第 3 の導電層を
 形成する工程と、を有する、表示装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本発明の一態様は、液晶表示装置、表示モジュール、及び電子機器に関する。本発明の一
 態様は、液晶表示装置の作製方法に関する。

【0002】

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本発明の一態様の技術分野と
 しては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、
 入力装置（例えば、タッチセンサなど）、入出力装置（例えば、タッチパネルなど）、そ
 れらの駆動方法、又はそれらの製造方法を一例として挙げるができる。

【背景技術】

【0003】

液晶表示装置及び発光表示装置等のフラットパネルディスプレイの多くに用いられている

50

トランジスタは、ガラス基板上に形成されたアモルファスシリコン、単結晶シリコン、または多結晶シリコンなどのシリコン半導体によって構成されている。また、該シリコン半導体を用いたトランジスタは、集積回路（IC）などにも利用されている。

【0004】

近年、シリコン半導体に代わって、半導体特性を示す金属酸化物をトランジスタに用いる技術が注目されている。なお、本明細書中では、半導体特性を示す金属酸化物を酸化物半導体と記すこととする。例えば、特許文献1及び特許文献2には、酸化物半導体として、酸化亜鉛、またはIn-Ga-Zn系酸化物を用いたトランジスタを作製し、該トランジスタを表示装置の画素のスイッチング素子などに用いる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2007-123861号公報

【文献】特開2007-96055号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の一態様は、開口率が高い液晶表示装置を提供することを目的の一とする。または、本発明の一態様は、消費電力の低い液晶表示装置を提供することを目的の一とする。または、本発明の一態様は、高精細な液晶表示装置を提供することを目的の一とする。または、本発明の一態様は、信頼性の高い液晶表示装置を提供することを目的の一とする。

【0007】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0008】

[1] 本発明の一態様は、液晶素子、トランジスタ、走査線、及び信号線を有する表示装置である。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電気的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。トランジスタは、画素電極と電気的に接続される。トランジスタは、画素電極と接続される第1の領域を有する。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第1の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。

【0009】

[2] 本発明の一態様は、液晶素子、トランジスタ、走査線、信号線、及びタッチセンサを有する表示装置である。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電気的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。トランジスタは、画素電極と電気的に接続される。トランジスタは、画素電極と接続される第1の領域を有する。タッチセンサは、液晶素子及びトランジスタよりも表示面側に位置する。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第1の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。タッチセンサは、一对の電極を有する。一对の電極の一方または双方は、可視光を透過する第2の領域を有することが好ましい。このとき、第1の領域及び液晶素子を透過した可視光は、第2の領域を透過して、表示装置の外部に射出される。

【0010】

[3] 本発明の一態様は、液晶素子、トランジスタ、走査線、信号線、及びタッチセンサを有する表示装置である。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電気的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。トランジスタは、画素電極と接続される第1の領域を有する

10

20

30

40

50

。タッチセンサは、可視光を透過する第2の領域を有する。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、液晶素子、第1の領域、第2の領域の順に透過して、表示装置の外部に射出される。表示装置は、さらに、着色層を有することが好ましい。このとき、可視光は、着色層、液晶素子、第1の領域、第2の領域の順に透過して、表示装置の外部に射出されることが好ましい。トランジスタのチャンネル領域と、第1の領域と、は、それぞれ、金属酸化物を有することが好ましい。このとき、第1の領域が有する金属酸化物は、チャンネル領域が有する金属酸化物に含まれる金属元素を1種類以上有することが好ましい。

【0011】

[4]本発明の一態様は、液晶素子、第1の絶縁層、トランジスタ、走査線、及び信号線を有する表示装置である。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。第1の絶縁層は、画素電極とトランジスタの間に位置する。第1の絶縁層は、開口部を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電気的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。トランジスタは、画素電極と電気的に接続される。トランジスタは、画素電極と接続される第1の領域を有する。第1の領域は、画素電極と接する第1の部分と、第1の絶縁層が有する開口部の側面と接する第2の部分と、を有する。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第1の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。

10

【0012】

[5]本発明の一態様は、液晶素子、第1の絶縁層、トランジスタ、走査線、及び信号線を有する表示装置である。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。第1の絶縁層は、画素電極とトランジスタの間に位置する。第1の絶縁層は、開口部を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電気的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。トランジスタは、画素電極と電気的に接続される。トランジスタは、金属酸化物層、ゲート、及びゲート絶縁層を有する。金属酸化物層は、第1の領域と第2の領域を有する。第1の領域は、画素電極と接する第1の部分と、第1の絶縁層が有する開口部の側面と接する第2の部分と、を有する。第2の領域は、ゲート絶縁層を介してゲートと重なる。第1の領域の抵抗率は、第2の領域の抵抗率よりも低い。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第1の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。

20

30

【0013】

[4]または[5]において、表示装置は、さらに、着色層を有してもよい。着色層は、トランジスタを挟んで、第1の絶縁層とは反対側に位置することが好ましい。

【0014】

[6]本発明の一態様は、液晶素子、第1の絶縁層、トランジスタ、走査線、信号線、及びタッチセンサを有する表示装置である。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。第1の絶縁層は、画素電極とトランジスタの間に位置する。第1の絶縁層は、開口部を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電気的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。トランジスタは、画素電極と電気的に接続される。トランジスタは、画素電極と接続される第1の領域を有する。第1の領域は、画素電極と接する第1の部分と、第1の絶縁層が有する開口部の側面と接する第2の部分と、を有する。タッチセンサは、液晶素子及びトランジスタよりも表示面側に位置する。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第1の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。

40

【0015】

[7]本発明の一態様は、液晶素子、第1の絶縁層、トランジスタ、走査線、信号線、及びタッチセンサを有する表示装置である。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。第1の絶縁層は、画素電極とトランジスタの間に位置する。第1の絶縁層は、開口部を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電気的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。トランジスタは、画素電極と電気的に

50

接続される。トランジスタは、金属酸化物層、ゲート、及びゲート絶縁層を有する。金属酸化物層は、第1の領域と第2の領域を有する。第1の領域は、画素電極と接する第1の部分と、第1の絶縁層が有する開口部の側面と接する第2の部分と、を有する。第2の領域は、ゲート絶縁層を介してゲートと重なる。第1の領域の抵抗率は、第2の領域の抵抗率よりも低い。タッチセンサは、液晶素子及びトランジスタよりも表示面側に位置する。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第1の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。

【0016】

【6】または【7】において、表示装置は、さらに、着色層を有してもよい。着色層は、トランジスタを挟んで、第1の絶縁層とは反対側に位置することが好ましい。タッチセンサは、着色層よりも表示面側に位置することが好ましい。

10

【0017】

【6】または【7】において、表示装置が有するタッチセンサは、一对の電極を有する。一对の電極の一方または双方は、可視光を透過する第3の領域を有することが好ましい。第1の領域及び液晶素子を透過した可視光は、第3の領域を透過して、表示装置の外部に射出されることが好ましい。

【0018】

【4】乃至【7】の各構成において、画素電極の液晶層側の面は、第1の絶縁層の液晶層側の面と同一面を形成することができると好ましい。

【0019】

【4】乃至【7】の各構成において、画素電極は、液晶層と第1の絶縁層の間に位置することが好ましい。

20

【0020】

【4】乃至【7】の各構成において、画素電極と共通電極の間に位置する第2の絶縁層を有することが好ましい。そして、共通電極の液晶側の面は、第2の絶縁層の液晶側の面と同一面を形成することができると好ましい。

【0021】

走査線は、トランジスタのチャンネル領域と重なる部分を有することが好ましい。

【0022】

可視光は、第1の領域、液晶素子の順に透過して、表示装置の外部に射出されてもよい。または、可視光は、液晶素子、第1の領域の順に透過して、表示装置の外部に射出されてもよい。

30

【0023】

走査線が伸長する方向は、信号線が伸長する方向と交差することが好ましい。同一の色を呈する複数の画素（副画素）が配設される方向は、信号線が伸長する方向と交差することが好ましい。

【0024】

共通電極は、トランジスタと液晶層との間に位置することが好ましい。

【0025】

画素電極、共通電極、及び金属酸化物層は、それぞれ、インジウムと、亜鉛と、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズのうち少なくとも一つと、を有することが好ましい。

40

【0026】

トランジスタはバックゲートを有することが好ましい。バックゲートは、金属酸化物層を介して、ゲートと重なる部分を有する。ゲート及びバックゲートは電気的に接続される。ゲートまたはバックゲートは、インジウムと、亜鉛と、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズのうち少なくとも一つと、を有することが好ましい。

【0027】

本発明の一態様は、上記いずれかの構成の表示装置を有し、フレキシブルプリント回路基板（Flexible printed circuit、以下、FPCと記す）もしくは

50

はTCP (Tape Carrier Package) 等のコネクタが取り付けられた表示モジュール、またはCOG (Chip On Glass) 方式もしくはCOF (Chip On Film) 方式等によりICが実装された表示モジュール等の表示モジュールである。

【0028】

本発明の一態様は、上記の表示モジュールと、アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、または操作ボタンの少なくともいずれか一と、を有する電子機器である。

【発明の効果】

【0029】

本発明の一態様により、開口率が高い液晶表示装置を提供することができる。または、本発明の一態様により、消費電力の低い液晶表示装置を提供することができる。または、本発明の一態様により、高精細な液晶表示装置を提供することができる。または、本発明の一態様により、信頼性の高い液晶表示装置を提供することができる。

10

【0030】

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】表示装置の一例を示す断面図。

20

【図2】表示装置の一例を示す断面図。

【図3】表示装置の一例を示す上面図及び断面図。

【図4】表示装置の一例を示す斜視図。

【図5】副画素の一例を示す上面図。

【図6】表示装置の一例を示す断面図。

【図7】表示装置の一例を示す断面図。

【図8】表示装置の一例を示す断面図。

【図9】表示装置の一例を示す断面図。

【図10】副画素の一例を示す上面図。

【図11】表示装置の一例を示す断面図。

30

【図12】表示装置の一例を示す断面図。

【図13】副画素の一例を示す上面図。

【図14】副画素の一例を示す上面図。

【図15】副画素の一例を示す上面図。

【図16】副画素の一例を示す上面図。

【図17】副画素の一例を示す上面図。

【図18】副画素の一例を示す上面図。

【図19】画素の配置例及び構成例を示す図。

【図20】表示装置の一例を示す斜視図。

【図21】表示装置の一例を示す断面図。

40

【図22】表示装置の一例を示す斜視図。

【図23】表示装置の一例を示す断面図。

【図24】表示装置の一例を示す断面図。

【図25】表示装置の一例を示す断面図。

【図26】入力装置の一例を示す上面図。

【図27】入力装置の一例を示す上面図。

【図28】表示装置の一例を示す断面図。

【図29】検知素子と画素の一例を示す図。

【図30】検知素子と画素の動作の一例を示す図。

【図31】検知素子と画素の一例を示す上面図。

50

- 【図 3 2】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 3 3】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 3 4】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 3 5】表示装置の一例を示す上面図及び断面図。
- 【図 3 6】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 3 7】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 3 8】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 3 9】副画素の一例を示す上面図。
- 【図 4 0】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 4 1】表示装置の一例を示す断面図。 10
- 【図 4 2】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図 4 3】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図 4 4】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図 4 5】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図 4 6】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図 4 7】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図 4 8】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 4 9】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 5 0】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図 5 1】画素回路の一例を示す回路図、及び動作モードの一例を示す図。 20
- 【図 5 2】タッチセンサのブロック図及びタイミングチャート図。
- 【図 5 3】表示装置のブロック図及びタイミングチャート図。
- 【図 5 4】表示装置及びタッチセンサの動作を説明する図。
- 【図 5 5】表示装置及びタッチセンサの動作を説明する図。
- 【図 5 6】電子機器の一例を示す図。
- 【図 5 7】電子機器の一例を示す図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0032】
- 実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。 30
- 【0033】
- なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。また、同様の機能を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。
- 【0034】
- また、図面において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。 40
- 【0035】
- なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、又は、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能である。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能である。
- 【0036】
- 本明細書等において、金属酸化物 (metal oxide) とは、広い表現での金属の酸化物である。金属酸化物は、酸化物絶縁体、酸化物導電体 (透明酸化物導電体を含む)、酸化物半導体 (Oxide Semiconductor または単に OS ともいう) などに分類される。例えば、トランジスタの半導体層に金属酸化物を用いた場合、当該金属 50

酸化物を酸化物半導体と呼称する場合がある。つまり、OSFETと記載する場合においては、金属酸化物または酸化物半導体を有するトランジスタと換言することができる。

【0037】

また、本明細書等において、窒素を有する金属酸化物も金属酸化物 (metal oxide) と総称する場合がある。また、窒素を有する金属酸化物を、金属酸窒化物 (metal oxynitride) と呼称してもよい。

【0038】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図1～図31を用いて説明する。

【0039】

<1. 表示装置の構成例1>

まず、図1～図3を用いて、本実施の形態の表示装置について説明する。

【0040】

本実施の形態の表示装置は、液晶素子及びトランジスタを有する。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。トランジスタは、画素電極と電氣的に接続される。トランジスタは、第1の領域を有する。画素電極、共通電極、及び第1の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第1の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。トランジスタが有する第1の領域は、例えば、画素電極と接続される領域であってもよい。

【0041】

本実施の形態の表示装置は、トランジスタが可視光を透過する領域を有する。例えば、トランジスタと画素電極のコンタクト部が、可視光を透過するため、当該コンタクト部を表示領域に設けることができる。これにより、画素の開口率を高め、表示装置の消費電力を低減させることができる。また、表示装置の高精細化を実現できる。

【0042】

本実施の形態の表示装置は、さらに、走査線及び信号線を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電氣的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。走査線及び信号線に金属層を用いることで、走査線及び信号線の抵抗値を下げることができる。

【0043】

また、走査線は、トランジスタのチャンネル領域と重なる部分を有することが好ましい。トランジスタのチャンネル領域に用いる材料によっては、光が照射されることでトランジスタの特性が変動することがある。走査線が、トランジスタのチャンネル領域と重なる部分を有することで、外光またはバックライトの光などが、チャンネル領域に照射されることを抑制できる。これにより、トランジスタの信頼性を高めることができる。

【0044】

図1(A)に示す表示装置10Aは、基板11、基板12、トランジスタ14、及び液晶素子15等を有する。表示装置10Aの基板12側に、バックライトユニット13が配置されている。

【0045】

液晶素子15は、画素電極21、液晶層22、及び共通電極23を有する。画素電極21は、絶縁層26に設けられた開口を介して、トランジスタ14と電氣的に接続されている。絶縁層26上には、画素電極21と同一の工程及び同一の材料を用いて形成された導電層25が設けられている。導電層25は、接続体29を介して、共通電極23と電氣的に接続されている。

【0046】

バックライトユニット13からの光45aは、基板12、絶縁層26、画素電極21、液晶層22、共通電極23、及び基板11を介して、表示装置10Aの外部に射出される。光45aが透過するこれらの層の材料には、可視光を透過する材料を用いる。

【0047】

10

20

30

40

50

バックライトユニット 1 3 からの光 4 5 b は、基板 1 2、トランジスタ 1 4、絶縁層 2 6、画素電極 2 1、液晶層 2 2、共通電極 2 3、及び基板 1 1 を介して、表示装置 1 0 A の外部に射出される。本実施の形態において、液晶素子 1 5 と電氣的に接続されるトランジスタ 1 4 は、可視光を透過する領域を有する構成である。したがって、トランジスタ 1 4 が設けられている領域も、表示領域として使用することができる。これにより、画素の開口率を高めることができる。開口率が高いほど光取り出し効率を高めることができる。したがって、表示装置の消費電力を低減することができる。また、高精細な表示装置を実現できる。

【 0 0 4 8 】

図 1 (B) に示す表示装置 1 0 B は、基板 1 1 側に、バックライトユニット 1 3 が配置されている点で、表示装置 1 0 A と異なる。その他の構成は、表示装置 1 0 A と同様であるため、説明を省略する。

10

【 0 0 4 9 】

表示装置 1 0 A では、光 4 5 b は、まず、トランジスタ 1 4 が有する可視光を透過する領域に入射する。そして、当該領域を透過した光 4 5 b は、液晶素子 1 5 に入射する。一方、表示装置 1 0 B では、光 4 5 b は、まず、液晶素子 1 5 に入射する。そして、液晶素子 1 5 を透過した光 4 5 b は、トランジスタ 1 4 が有する可視光を透過する領域に入射する。このように、バックライトユニット 1 3 からの光は、トランジスタ 1 4 と液晶素子 1 5 のどちらに先に入射してもよい。

【 0 0 5 0 】

20

また、表示装置 1 0 B では、トランジスタ 1 4 における画素電極 2 1 と接続される部分が、可視光を透過する例を示す。光 4 5 b は、トランジスタ 1 4 と画素電極 2 1 とのコンタクト部を透過する。つまり、トランジスタ 1 4 と画素電極 2 1 とのコンタクト部を、表示領域として使用することができる。これにより、画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

【 0 0 5 1 】

本発明の一態様の表示装置は、タッチセンサが搭載された表示装置（入出力装置またはタッチパネルともいう）に適用することができる。タッチセンサは、液晶素子及びトランジスタよりも表示面側に位置する。

【 0 0 5 2 】

30

図 2 (A) に示す表示装置 1 5 A は、表示装置 1 0 A の基板 1 1 側に、タッチセンサユニット 3 1 が配置された構成である。

【 0 0 5 3 】

図 2 (B) に示す表示装置 1 5 B は、表示装置 1 0 A の基板 1 1 と共通電極 2 3 との間に、タッチセンサユニット 3 1 及び絶縁層 3 2 が設けられた構成である。さらに、表示装置 1 5 B は、導電層 2 7 及び導電層 2 8 を有する。

【 0 0 5 4 】

絶縁層 2 6 上に、画素電極 2 1 と同一の工程及び同一の材料を用いて形成された導電層 2 7 が設けられている。絶縁層 3 2 に接して、共通電極 2 3 と同一の工程及び同一の材料を用いて形成された導電層 2 8 が設けられている。導電層 2 8 は、タッチセンサユニット 3 1 と電氣的に接続されている。導電層 2 8 は、接続体 2 9 を介して、導電層 2 7 と電氣的に接続されている。これにより、基板 1 2 側に接続された 1 つまたは複数の F P C によって、液晶素子 1 5 を駆動する信号とタッチセンサユニット 3 1 を駆動する信号の双方を表示装置 1 5 B に供給することができる。基板 1 1 側に F P C 等を接続する必要がなく、表示装置の構成をより簡略化できる。基板 1 1 側と基板 1 2 側の双方に F P C を接続する場合に比べて、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減できる。

40

【 0 0 5 5 】

表示装置 1 5 B では、一对の基板間に、タッチセンサユニット 3 1 を設けることができるため、基板枚数を削減し、表示装置の軽量化及び薄型化を実現できる。

【 0 0 5 6 】

50

図 2 (C) に示す表示装置 1 5 C は、表示装置 1 0 B の基板 1 2 と絶縁層 2 6 との間に、タッチセンサユニット 3 1 及び絶縁層 3 2 が設けられた構成である。さらに、表示装置 1 5 C は、導電層 3 3 を有する。

【 0 0 5 7 】

絶縁層 3 2 に接して、トランジスタ 1 4 が有する導電層の一つまたは複数と同一の工程、及び同一の材料で形成された導電層 3 3 が設けられている。導電層 3 3 は、タッチセンサユニット 3 1 と電氣的に接続されている。表示装置 1 5 C では、基板 1 1 側に接続された一つまたは複数の F P C によって、液晶素子 1 5 を駆動する信号とタッチセンサユニット 3 1 を駆動する信号の双方を表示装置 1 5 C に供給することができる。そのため、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減できる。

10

【 0 0 5 8 】

表示装置 1 5 C では、一対の基板間に、タッチセンサユニット 3 1 を設けることができるため、基板枚数を削減し、表示装置の軽量化及び薄型化を実現できる。

【 0 0 5 9 】

[画素について]

次に、本実施の形態の表示装置が有する画素について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 6 0 】

図 3 (A 1) に、画素 9 0 0 の上面概略図を示す。図 3 (A 1) に示す画素 9 0 0 は、4 つの副画素を有する。図 3 (A 1) では、画素 9 0 0 において、副画素が縦に 2 つ、横に 2 つ配列している例を示している。各副画素には、透過型の液晶素子 9 3 0 L C (図 3 (A 1) (A 2) には図示しない) 及びトランジスタ 9 1 4 等が設けられている。図 3 (A 1) では、画素 9 0 0 に、配線 9 0 2 及び配線 9 0 4 が、それぞれ 2 本ずつ設けられている。図 3 (A 1) に示す各副画素では、液晶素子の表示領域 (表示領域 9 1 8 R、表示領域 9 1 8 G、表示領域 9 1 8 B、及び表示領域 9 1 8 W) を示している。

20

【 0 0 6 1 】

画素 9 0 0 は、配線 9 0 2 及び配線 9 0 4 等を有する。配線 9 0 2 は、例えば走査線として機能する。配線 9 0 4 は、例えば信号線として機能する。配線 9 0 2 と配線 9 0 4 とは、互いに交差する部分を有する。

【 0 0 6 2 】

トランジスタ 9 1 4 は、選択トランジスタとして機能する。トランジスタ 9 1 4 のゲートは、配線 9 0 2 と電氣的に接続されている。トランジスタ 9 1 4 のソースまたはドレインの一方は、配線 9 0 4 と電氣的に接続されており、他方は、液晶素子 9 3 0 L C と電氣的に接続されている。

30

【 0 0 6 3 】

ここで、配線 9 0 2 及び配線 9 0 4 は遮光性を有する。またこれ以外の層、すなわち、トランジスタ 9 1 4、トランジスタ 9 1 4 に接続する配線、コンタクト部、容量等を構成する各層には、透光性を有する膜を用いると好適である。図 3 (A 2) は、図 3 (A 1) に示す画素 9 0 0 を、可視光を透過する透過領域 9 0 0 t と、可視光を遮る遮光領域 9 0 0 s と、に分けて明示した例である。このように、透光性を有する膜を用いてトランジスタを作製することで、配線 9 0 2 及び配線 9 0 4 が設けられる部分以外を透過領域 9 0 0 t とすることができる。液晶素子の透過領域をトランジスタ、トランジスタに接続する配線、コンタクト部、容量等と重ねることができるため、画素の開口率を高めることができる。

40

【 0 0 6 4 】

なお、画素の面積に対する透過領域の面積の割合が高いほど、透過光の光量を増大させることができる。例えば、画素の面積に対する、透過領域の面積の割合は、1 % 以上 9 5 % 以下、好ましくは 1 0 % 以上 9 0 % 以下、より好ましくは 2 0 % 以上 8 0 % 以下とすることができる。特に 4 0 % 以上または 5 0 % 以上とすることが好ましく、6 0 % 以上 8 0 % 以下であるとより好ましい。

【 0 0 6 5 】

50

また、図3(A2)に示す一点鎖線A-Bの切断面に相当する断面図を図3(B)、(C)に示す。なお、図3(B)、(C)では、上面図において図示していない、液晶素子930LC、着色膜932CF、遮光膜932BM、容量素子915、駆動回路部901等の断面も合わせて図示している。駆動回路部901は、走査線駆動回路部または信号線駆動回路部として用いることができる。また、駆動回路部901は、トランジスタ911を有する。

【0066】

図3(B)、(C)に示すように、バックライトユニット13からの光は、破線の矢印に示す方向に射出される。バックライトユニット13の光は、トランジスタ914と液晶素子930LCとのコンタクト部、トランジスタ914、及び容量素子915等を介して外部に取り出される。したがって、トランジスタ914、及び容量素子915を構成する膜などについても、透光性を有すると好ましい。トランジスタ914、容量素子915等有する透光性の領域の面積が広いほど、バックライトユニット13の光を効率良く使用することができる。

10

【0067】

なお、図3(B)、(C)に示すように、バックライトユニット13からの光は、着色膜932CFを介して外部に取り出してもよい。着色膜932CFを介して取り出すことで、所望の色に着色することができる。着色膜932CFとしては、赤(R)、緑(G)、青(B)、シアン(C)、マゼンタ(M)、黄色(Y)等から選択することができる。

20

【0068】

図3(B)では、バックライトユニット13からの光は、まず、トランジスタ914、及び容量素子915等に入射する。そして、トランジスタ914、及び容量素子915等を透過した光は、液晶素子930LCに入射する。そして、液晶素子930LCを透過した光は、着色膜932CFを介して外部に取り出される。

【0069】

図3(C)では、バックライトユニット13からの光は、まず、着色膜932CFに入射する。そして、着色膜932CFを透過した光は、液晶素子930LCに入射する。そして、液晶素子930LCを透過した光は、トランジスタ914、及び容量素子915等を介して外部に取り出される。

【0070】

図3に示すトランジスタ、配線、容量素子等には、以下に示す材料を用いることができる。なお、これらの材料は、本実施の形態で示す各構成例における可視光を透過する半導体層及び導電層にも適用することができる。

30

【0071】

トランジスタが有する半導体膜は、透光性を有する半導体材料を用いて形成することができる。透光性を有する半導体材料としては、金属酸化物、または酸化物半導体(Oxide Semiconductor)等が挙げられる。酸化物半導体は、少なくともインジウムを含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

40

【0072】

トランジスタが有する導電膜は、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。透光性を有する導電性材料は、インジウム、亜鉛、錫の中から選ばれた一種、または複数種を含むことが好ましい。具体的には、In酸化物、In-Sn酸化物(Indium Tin Oxideともいう)、In-Zn酸化物、In-W酸化物、In-W-Zn酸化物、In-Ti酸化物、In-Sn-Ti酸化物、In-Sn-Si酸化物、Zn酸化物、Ga-Zn酸化物などが挙げられる。

【0073】

50

また、トランジスタが有する導電膜に、不純物元素を含有させる等して低抵抗化させた酸化物半導体を用いてもよい。当該低抵抗化させた酸化物半導体は、酸化物導電体（Oxide Conductor）とすることができる。

【0074】

例えば、酸化物導電体は、酸化物半導体に酸素欠損を形成し、当該酸素欠損に水素を添加することで、伝導帯近傍にドナー準位が形成される。酸化物半導体にドナー準位が形成されることで、酸化物半導体は、導電性が高くなり導電体化する。

【0075】

なお、酸化物半導体は、エネルギーギャップが大きい（例えば、エネルギーギャップが2.5 eV以上である）ため、可視光に対して透光性を有する。また、上述したように酸化物導電体は、伝導帯近傍にドナー準位を有する酸化物半導体である。したがって、酸化物導電体は、ドナー準位による吸収の影響は小さく、可視光に対して酸化物半導体と同程度の透光性を有する。

【0076】

また、酸化物導電体は、トランジスタが有する半導体膜に含まれる金属元素を一種以上有することが好ましい。同一の金属元素を有する酸化物半導体を、トランジスタを構成する層のうち2層以上に用いることで、製造装置（例えば、成膜装置、加工装置等）を2以上の工程で共通で用いることが可能となるため、製造コストを抑制することができる。

【0077】

本実施の形態に示す表示装置が有する画素の構成とすることで、バックライトユニットから射出される光を効率よく使用することができる。したがって、消費電力が抑制された、優れた表示装置を提供することができる。

【0078】

< 2. 表示装置の構成例 2 >

次に、図4～図7を用いて、本実施の形態の表示装置について説明する。図4は、表示装置100Aの斜視図である。図5は、表示装置100Aが有する副画素の上面図である。図6は、表示装置100Aの断面図である。図7は、表示装置100Bの断面図である。図4では、明瞭化のため、偏光板130などの構成要素を省略して図示している。図4では、基板61を破線で示す。

【0079】

表示装置100Aは、表示部62及び駆動回路部64を有する。表示装置100Aには、FPC72及びIC73が実装されている。

【0080】

表示部62は、複数の画素を有し、画像を表示する機能を有する。

【0081】

画素は、複数の副画素を有する。例えば、赤色を呈する副画素、緑色を呈する副画素、及び青色を呈する副画素によって1つの画素が構成されることで、表示部62ではフルカラーの表示を行うことができる。なお、副画素が呈する色は、赤、緑、及び青に限られない。画素には、例えば、白、黄、マゼンタ、またはシアン等の色を呈する副画素を用いてもよい。なお、本明細書等において、副画素を単に画素と記す場合がある。

【0082】

表示装置100Aは、走査線駆動回路及び信号線駆動回路のうち、一方または双方を有していてもよい。または、走査線駆動回路及び信号線駆動回路の双方を有していなくてもよい。表示装置100Aが、タッチセンサ等のセンサを有する場合、表示装置100Aは、センサ駆動回路を有していてもよい。本実施の形態では、駆動回路部64として、走査線駆動回路を有する例を示す。走査線駆動回路は、表示部62が有する走査線に、走査信号を出力する機能を有する。

【0083】

表示装置100Aでは、IC73が、COG方式などの実装方式により、基板51に実装されている。IC73は、例えば、信号線駆動回路、走査線駆動回路、及びセンサ駆動回

10

20

30

40

50

路のうち、一つ又は複数を有する。

【 0 0 8 4 】

表示装置 1 0 0 A には、F P C 7 2 が電氣的に接続されている。F P C 7 2 を介して、I C 7 3 及び駆動回路部 6 4 には外部から信号及び電力が供給される。また、F P C 7 2 を介して、I C 7 3 から外部に信号を出力することができる。

【 0 0 8 5 】

F P C 7 2 には、I C が実装されていてもよい。例えば、F P C 7 2 には、信号線駆動回路、走査線駆動回路、及びセンサ駆動回路のうち、一つ又は複数を有する I C が実装されていてもよい。

【 0 0 8 6 】

表示部 6 2 及び駆動回路部 6 4 には、配線 6 5 から、信号及び電力が供給される。当該信号及び電力は、I C 7 3 から、または F P C 7 2 を介して外部から、配線 6 5 に入力される。

【 0 0 8 7 】

図 6 は、表示部 6 2、駆動回路部 6 4、及び配線 6 5 を含む断面図である。図 6 は、図 5 (A) における一点鎖線 X 1 - X 2 間の断面図を含む。図 6 以降に示す表示装置の断面図では、表示部 6 2 として、1 つの副画素の表示領域 6 8 とその周囲に位置する非表示領域 6 6 を示す。

【 0 0 8 8 】

図 5 (A) は、副画素のうち、ゲート 2 2 3 から共通電極 1 1 2 までの積層構造 (図 6 参照) を、共通電極 1 1 2 側から見た上面図である。図 5 (A) には、副画素の表示領域 6 8 を太い点線の枠で示す。図 5 (B) は、図 5 (A) の積層構造から共通電極 1 1 2 を除いた上面図である。

【 0 0 8 9 】

表示装置 1 0 0 A は、横電界方式の液晶素子を用いた透過型の液晶表示装置の一例である。

【 0 0 9 0 】

図 6 に示すように、表示装置 1 0 0 A は、基板 5 1、トランジスタ 2 0 1、トランジスタ 2 0 6、液晶素子 4 0、補助配線 1 3 9、配向膜 1 3 3 a、配向膜 1 3 3 b、接続部 2 0 4、接着層 1 4 1、着色層 1 3 1、遮光層 1 3 2、オーバーコート 1 2 1、基板 6 1、及び偏光板 1 3 0 等を有する。

【 0 0 9 1 】

表示領域 6 8 には、液晶素子 4 0 が設けられている。液晶素子 4 0 は、F F S (F r i n g e F i e l d S w i t c h i n g) モードが適用された液晶素子である。

【 0 0 9 2 】

液晶素子 4 0 は、画素電極 1 1 1、共通電極 1 1 2、及び液晶層 1 1 3 を有する。画素電極 1 1 1 と共通電極 1 1 2 との間に生じる電界により、液晶層 1 1 3 の配向を制御することができる。液晶層 1 1 3 は、配向膜 1 3 3 a と配向膜 1 3 3 b の間に位置する。

【 0 0 9 3 】

図 6 において、画素電極 1 1 1 は、導電層 2 2 2 c を介して、低抵抗領域 2 3 1 b と電氣的に接続されている。

【 0 0 9 4 】

導電層 2 2 2 c 及び低抵抗領域 2 3 1 b は、可視光を透過する材料を用いて形成される。これにより、画素電極 1 1 1 とトランジスタとの接続部を表示領域 6 8 に設けることができる。したがって、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

【 0 0 9 5 】

共通電極 1 1 2 は、歯状の上面形状 (平面形状ともいう)、またはスリットが設けられた上面形状を有していてもよい。図 5 (A)、(B) 及び図 6 では、1 つの副画素の表示領域 6 8 に、共通電極 1 1 2 の開口が 1 つ設けられている例を示す。共通電極 1 1 2 には

10

20

30

40

50

、1つまたは複数の開口を設けることができる。表示装置の高精細化に伴い、1つの副画素の表示領域68の面積は小さくなる。そのため、共通電極112に設ける開口は複数に限られず、1つとすることができる。すなわち、高精細な表示装置においては、画素(副画素)の面積が小さいため、共通電極112の開口が1つであっても、副画素の表示領域全体に亘って、液晶を配向させるために十分な電界を生成することができる。

【0096】

画素電極111と共通電極112の間には、絶縁層220が設けられている。画素電極111は、絶縁層220を介して共通電極112と重なる部分を有する。また、画素電極111と着色層131とが重なる領域において、画素電極111上に共通電極112が配置されていない部分を有する。共通電極112上には補助配線139が設けられている。補助配線139の抵抗率は、共通電極112の抵抗率よりも低いことが好ましい。共通電極と電氣的に接続する補助配線を設けることで、共通電極の抵抗に起因する電圧降下を抑制することができる。また、このとき、金属酸化物を含む導電層と、金属を含む導電層の積層構造とする場合には、ハーフトーンマスクを用いたパターンニング技術により形成すると、工程を簡略化できるため好ましい。

10

【0097】

補助配線139は、共通電極112よりも抵抗値の低い膜とすればよい。補助配線139は、例えば、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、銀、ネオジウム、スカンジウム等の金属材料またはこれらの元素を含む合金材料を用いて、単層または積層で形成することができる。

20

【0098】

表示装置の使用者から視認されないよう、補助配線139は、遮光層132等と重なる位置に設けられることが好ましい。

【0099】

液晶層113と接する配向膜を設けることが好ましい。配向膜は、液晶層113の配向を制御することができる。表示装置100Aでは、共通電極112及び絶縁層220と液晶層113との間に配向膜133aが位置し、オーバーコート121と液晶層113との間に配向膜133bが位置している。

【0100】

液晶材料には、誘電率の異方性()が正であるポジ型の液晶材料と、負であるネガ型の液晶材料がある。本発明の一態様では、どちらの材料を用いることもでき、適用するモード及び設計に応じて最適な液晶材料を用いることができる。

30

【0101】

本発明の一態様では、ネガ型の液晶材料を用いることが好ましい。ネガ型液晶では、液晶分子の分極に由来するフレクソエレクトリック効果の影響を抑制でき、液晶層に印加される電圧の極性による透過率の差がほとんどない。したがって、表示装置の使用者からフリッカーが視認されることを抑制できる。フレクソエレクトリック効果とは、主に分子形状に起因し、配向歪みにより分極が発生する現象である。ネガ型の液晶材料は、広がり変形や曲げ変形の配向歪みが生じにくい。

【0102】

なお、ここでは液晶素子40としてFFSモードが適用された素子を用いたが、これに限られず様々なモードが適用された液晶素子を用いることができる。例えば、VA(Vertical Alignment)モード、TN(Twisted Nematic)モード、IPS(In-Plane-Switching)モード、ASM(Axially Symmetric aligned Micro-cell)モード、OCB(Optically Compensated Birefringence)モード、FLC(Ferroelectric Liquid Crystal)モード、AFLC(AntiFerroelectric Liquid Crystal)モード、ECB(Electrically Controlled Birefringence)モード、VA-IPSモード、ゲストホストモード等が適用された液晶素子を用いること

40

50

ができる。

【0103】

また、表示装置100Aにノーマリーブラック型の液晶表示装置、例えば垂直配向(VA)モードを採用した透過型の液晶表示装置を適用してもよい。垂直配向モードとしては、MVA(Multi-Domain Vertical Alignment)モード、PVA(Patterned Vertical Alignment)モード、ASV(Advanced Super View)モードなどを用いることができる。

【0104】

なお、液晶素子は、液晶の光学変調作用によって光の透過または非透過を制御する素子である。液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界(横方向の電界、縦方向の電界または斜め方向の電界を含む)によって制御される。液晶素子に用いる液晶としては、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶(PDLC: Polymer Dispersed Liquid Crystal)、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いることができる。これらの液晶材料は、条件により、コレステリック相、スメクチック相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

【0105】

また、横電界方式を採用する場合、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液晶層113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、応答速度が短く、光学的等方性を示す。また、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、配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。また配向膜を設けなくてもよいのでラビング処理も不要となるため、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中の液晶表示装置の不良または破損を軽減することができる。

【0106】

表示装置100Aは、透過型の液晶表示装置であるため、画素電極111及び共通電極112の双方に、可視光を透過する導電性材料を用いる。また、トランジスタ206が有する導電層の一つまたは複数に、可視光を透過する導電性材料を用いる。これにより、表示領域68に、トランジスタ206の少なくとも一部を設けることができる。図6では、導電層222cに、可視光を透過する導電性材料を用いる場合を例に挙げて説明する。

【0107】

可視光を透過する導電性材料としては、例えば、インジウム(In)、亜鉛(Zn)、錫(Sn)の中から選ばれた一種以上を含む材料を用いるとよい。具体的には、酸化インジウム、インジウム錫酸化物(ITO)、インジウム亜鉛酸化物、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、酸化シリコンを含むインジウム錫酸化物(ITSO)、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛などが挙げられる。なお、グラフェンを含む膜を用いることもできる。グラフェンを含む膜は、例えば酸化グラフェンを含む膜を還元して形成することができる。

【0108】

導電層222c、画素電極111、及び共通電極112のうち、一つまたは複数に酸化物導電層を用いることが好ましい。酸化物導電層は、トランジスタ206の半導体層に含まれる金属元素を一種以上有することが好ましい。例えば、導電層222cは、インジウムを含むことが好ましく、In-M-Zn酸化物(MはAl、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、La、Ce、Nd、SnまたはHf)膜であることがさらに好ましい。同様に、画素電極111及び共通電極112は、それぞれ、インジウムを含むことが好ましく、In-M-Zn酸化物膜であることがさらに好ましい。

【0109】

10

20

30

40

50

導電層 2 2 2 c、画素電極 1 1 1、及び共通電極 1 1 2 のうち、一つまたは複数、酸化物半導体を用いて形成してもよい。同一の金属元素を有する酸化物半導体を、表示装置を構成する層のうち 2 層以上に用いることで、製造装置（例えば、成膜装置、加工装置等）を 2 以上の工程で共通で用いることが可能となるため、製造コストを抑制することができる。

【 0 1 1 0 】

酸化物半導体は、膜中の酸素欠損、及び膜中の水素、水等の不純物濃度のうち少なくとも一方によって、抵抗を制御することができる半導体材料である。そのため、酸化物半導体層へ酸素欠損及び不純物濃度の少なくとも一方が増加する処理、または酸素欠損及び不純物濃度の少なくとも一方が低減する処理を選択することによって、酸化物導電層の有する抵抗率を制御することができる。

10

【 0 1 1 1 】

なお、このように、酸化物半導体層を用いて形成された酸化物導電層は、キャリア密度が高く低抵抗な酸化物半導体層、導電性を有する酸化物半導体層、または導電性の高い酸化物半導体層ということもできる。

【 0 1 1 2 】

また、酸化物半導体層と、酸化物導電層を同一の金属元素で形成することで、製造コストを低減させることができる。例えば、同一の金属組成の金属酸化物ターゲットを用いることで製造コストを低減させることができる。また、同一の金属組成の金属酸化物ターゲットを用いることによって、酸化物半導体層を加工する際のエッチングガスまたはエッチング液を共通して用いることができる。ただし、酸化物半導体層と、酸化物導電層は、同一の金属元素を有していても、組成が異なる場合がある。例えば、表示装置の作製工程中に、膜中の金属元素が脱離し、異なる金属組成となる場合がある。

20

【 0 1 1 3 】

例えば、絶縁層 2 1 6 に水素を含む窒化シリコン膜を用い、導電層 2 2 2 c に酸化物半導体を用いると、絶縁層 2 1 6 から供給される水素によって、酸化物半導体の導電率を高めることができる。同様に、例えば、絶縁層 2 2 0 に水素を含む窒化シリコン膜を用い、画素電極 1 1 1 に酸化物半導体を用いると、絶縁層 2 2 0 から供給される水素によって、酸化物半導体の導電率を高めることができる。

【 0 1 1 4 】

非表示領域 6 6 には、トランジスタ 2 0 6 が設けられている。

30

【 0 1 1 5 】

トランジスタ 2 0 6 は、ゲート 2 2 1、ゲート 2 2 3、絶縁層 2 1 1、絶縁層 2 1 3、及び半導体層（チャンネル領域 2 3 1 a 及び一対の低抵抗領域 2 3 1 b）を有する。低抵抗領域 2 3 1 b の抵抗率は、チャンネル領域 2 3 1 a の抵抗率よりも低い。本実施の形態では、半導体層として酸化物半導体層を用いる場合を例に説明する。酸化物半導体層は、インジウムを含むことが好ましく、In - M - Zn 酸化物（M は Al、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、La、Ce、Nd、Sn または Hf）膜であることがさらに好ましい。酸化物半導体層の詳細は、後述する。

【 0 1 1 6 】

ゲート 2 2 1 は、絶縁層 2 1 3 を介してチャンネル領域 2 3 1 a と重なる。ゲート 2 2 3 は、絶縁層 2 1 1 を介してチャンネル領域 2 3 1 a と重なる。絶縁層 2 1 1 及び絶縁層 2 1 3 は、それぞれゲート絶縁層として機能する。導電層 2 2 2 a は低抵抗領域 2 3 1 b の一方と、導電層 2 2 2 c は低抵抗領域 2 3 1 b の他方と、絶縁層 2 1 2 及び絶縁層 2 1 4 に設けられた開口を通じて接続している。

40

【 0 1 1 7 】

図 6 に示すトランジスタ 2 0 6 は、チャンネルの上下にゲートが設けられているトランジスタである。

【 0 1 1 8 】

図 5 (B) に示すコンタクト部 Q 1 において、ゲート 2 2 1 及びゲート 2 2 3 は、電氣的

50

に接続されている。このように２つのゲートが電氣的に接続されている構成のトランジスタは、他のトランジスタと比較して電界効果移動度を高めることが可能であり、オン電流を増大させることができる。その結果、高速動作が可能な回路を作製することができる。さらには回路部の占有面積を縮小することが可能となる。オン電流の大きなトランジスタを適用することで、表示装置を大型化、または高精細化して配線数が増大したとしても、各配線における信号遅延を低減することが可能であり、表示ムラを抑制することが可能である。また、このような構成を適用することで、信頼性の高いトランジスタを実現することができる。

【 0 1 1 9 】

図 5 (B) に示すコンタクト部 Q 2 において、導電層 2 2 2 c が、画素電極 1 1 1 と接続している。上述の通り、導電層 2 2 2 c は、可視光を透過する材料を用いて形成される。そのため、コンタクト部 Q 2 を表示領域 6 8 に設けることができる。これにより、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

10

【 0 1 2 0 】

図 5 (A)、(B) において、１つの導電層が、走査線 2 2 8 及びゲート 2 2 3 として機能するともいえる。ゲート 2 2 1 及びゲート 2 2 3 のうち、抵抗の低い方が、走査線としても機能する導電層であることが好ましい。走査線 2 2 8 として機能する導電層の抵抗は十分に低いことが好ましい。そのため、走査線 2 2 8 として機能する導電層は、金属、合金等を用いて形成されることが好ましい。走査線 2 2 8 として機能する導電層には、可視光を遮る機能を有する材料を用いてもよい。

20

【 0 1 2 1 】

図 5 (A)、(B) において、１つの導電層が、信号線 2 2 9 及び導電層 2 2 2 a として機能するともいえる。信号線 2 2 9 として機能する導電層の抵抗は十分に低いことが好ましい。そのため、信号線 2 2 9 として機能する導電層は、金属、合金等を用いて形成されることが好ましい。信号線 2 2 9 として機能する導電層には、可視光を遮る機能を有する材料を用いてもよい。つまり、本発明の一態様において、トランジスタ 2 0 6 は、導電層 2 2 2 a と導電層 2 2 2 c とに異なる材料を用いて形成されるという特徴を有する。

【 0 1 2 2 】

具体的には、導電層 2 2 2 c に用いることができる可視光を透過する導電性材料は、銅やアルミニウムなどの可視光を遮る導電性材料と比較して抵抗率が大きいことがある。よって、走査線及び信号線などのバスラインは、信号遅延を防ぐため、抵抗率が小さい可視光を遮る導電性材料（金属材料）を用いて形成することが好ましい。ただし、画素の大きさや、バスラインの幅、バスラインの厚さなどによっては、バスラインに可視光を透過する導電性材料を用いることができる。

30

【 0 1 2 3 】

ゲート 2 2 1、2 2 3 には、それぞれ、金属材料及び酸化物導電体の一方を単層で、または双方を積層して用いることができる。例えば、ゲート 2 2 1 及びゲート 2 2 3 のうち、一方に酸化物導電体を用い、他方に金属材料を用いてもよい。

【 0 1 2 4 】

トランジスタ 2 0 6 は、半導体層として酸化物半導体層を用い、ゲート 2 2 1 及びゲート 2 2 3 のうち、少なくとも一方に酸化物導電層を用いる構成とすることができる。このとき、酸化物半導体層と酸化物導電層を、酸化物半導体を用いて形成することが好ましい。

40

【 0 1 2 5 】

ゲート 2 2 3 に可視光を遮る導電層を用いることで、バックライトの光がチャンネル領域 2 3 1 a に照射されることを抑制できる。このように、チャンネル領域 2 3 1 a を、可視光を遮る導電層と重ねると、光によるトランジスタの特性変動を抑制できる。これにより、トランジスタの信頼性を高めることができる。

【 0 1 2 6 】

チャンネル領域 2 3 1 a の基板 6 1 側に、遮光層 1 3 2 が設けられ、チャンネル領域 2 3 1 a の基板 5 1 側に、可視光を遮るゲート 2 2 3 が設けられていることで、外光及びバックラ

50

イトの光がチャネル領域 2 3 1 a に照射されることを抑制できる。

【 0 1 2 7 】

本発明の一態様において、可視光を遮る導電層は、半導体層の一部と重なり、半導体層の他の一部とは重ならなくてもよい。例えば、可視光を遮る導電層は、少なくともチャネル領域 2 3 1 a と重なっていればよい。具体的には、図 6 等に示すように、チャネル領域 2 3 1 a と隣接する低抵抗領域 2 3 1 b は、ゲート 2 2 3 と重ならない領域を有する。なお、低抵抗領域 2 3 1 b を、先の説明の酸化物導電体 (O C) と読み替えてもよい。酸化物導電体 (O C) は、先の説明のように、可視光に対して透光性を有するため、低抵抗領域 2 3 1 b を透過させて光を取り出すことができる。

【 0 1 2 8 】

また、トランジスタの半導体層にシリコン、代表的にはアモルファスシリコン、または低温ポリシリコン (L T P S) などを用いる場合、上述した低抵抗領域に相当する領域は、シリコン中にリン、ボロンなどの不純物が含まれた領域ともいえる。なお、シリコンのバンドギャップは、概ね 1.1 eV である。また、シリコン中にリン、ボロンなどの不純物が含まれると、バンドギャップはさらに低くなる場合がある。したがって、トランジスタの半導体層にシリコンを用いる場合、シリコン中に形成される低抵抗領域は、可視光に対して透光性が低いため、当該低抵抗領域を透過させて光を取り出すことが難しい場合がある。しかしながら、本発明の一態様では、酸化物半導体 (O S)、及び酸化物導電体 (O C) とともに、可視光に対して透光性を有するため、画素または副画素の開口率を向上させることができる。

【 0 1 2 9 】

トランジスタ 2 0 6 は、絶縁層 2 1 2、絶縁層 2 1 4、絶縁層 2 1 5、及び絶縁層 2 1 6 に覆われている。なお、絶縁層 2 1 2、絶縁層 2 1 4、さらには絶縁層 2 1 6 を、トランジスタ 2 0 6 の構成要素とみなすこともできる。トランジスタは、トランジスタを構成する半導体への不純物の拡散を抑制する効果を奏する絶縁層で覆われていることが好ましい。絶縁層 2 1 5 は、平坦化層として機能することができる。

【 0 1 3 0 】

絶縁層 2 1 1 及び絶縁層 2 1 3 は、それぞれ、過剰酸素領域を有することが好ましい。ゲート絶縁層が過剰酸素領域を有することで、チャネル領域 2 3 1 a 中に過剰酸素を供給することができる。チャネル領域 2 3 1 a に形成されうる酸素欠損を過剰酸素により補填することができるため、信頼性の高いトランジスタを提供することができる。

【 0 1 3 1 】

絶縁層 2 1 2 は、窒素または水素を有することが好ましい。絶縁層 2 1 2 と、低抵抗領域 2 3 1 b と、が接することで、絶縁層 2 1 2 中の窒素または水素が低抵抗領域 2 3 1 b 中に添加される。低抵抗領域 2 3 1 b は、窒素または水素が添加されることで、キャリア密度が高くなる。または、絶縁層 2 1 4 が窒素または水素を有し、絶縁層 2 1 2 が窒素または水素を透過することで、窒素または水素が低抵抗領域 2 3 1 b 中に添加されてもよい。

【 0 1 3 2 】

表示装置 1 0 0 A の、液晶層 1 1 3 よりも基板 6 1 側には、着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 が設けられている。着色層 1 3 1 は、少なくとも、副画素の表示領域 6 8 と重なる部分に位置する。画素 (副画素) が有する非表示領域 6 6 には、遮光層 1 3 2 が設けられている。遮光層 1 3 2 は、トランジスタ 2 0 6 の少なくとも一部と重なる。

【 0 1 3 3 】

着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 と、液晶層 1 1 3 と、の間には、オーバーコート 1 2 1 を設けることが好ましい。オーバーコート 1 2 1 は、着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 等に含まれる不純物が液晶層 1 1 3 に拡散することを抑制できる。

【 0 1 3 4 】

基板 5 1 及び基板 6 1 は、接着層 1 4 1 によって貼り合わされている。基板 5 1、基板 6 1、及び接着層 1 4 1 に囲まれた領域に、液晶層 1 1 3 が封止されている。

【 0 1 3 5 】

10

20

30

40

50

表示装置 100A を、透過型の液晶表示装置として機能させる場合、偏光板を、表示部 62 を挟むように 2 つ配置する。図 6 では、基板 61 側の偏光板 130 を図示している。基板 51 側に設けられた偏光板よりも外側に配置されたバックライトからの光 45 は偏光板を介して入射する。このとき、画素電極 111 と共通電極 112 の間に与える電圧によって液晶層 113 の配向を制御し、光の光学変調を制御することができる。すなわち、偏光板 130 を介して射出される光の強度を制御することができる。また、入射光は着色層 131 によって特定の波長領域以外の光が吸収されるため、射出される光は例えば赤色、青色、または緑色を呈する光となる。

【0136】

また、偏光板に加えて、例えば円偏光板を用いることができる。円偏光板としては、例えば直線偏光板と 1/4 波長位相差板を積層したものをを用いることができる。円偏光板により、表示装置の表示の視野角依存を低減することができる。

10

【0137】

また、液晶素子 40 は、ゲスト・ホスト液晶モードを用いて駆動されることが好ましい。ゲスト・ホスト液晶モードを用いる場合、偏光板を用いなくてよい。偏光板による光の吸収を低減できるため、光取り出し効率を高め、表示装置の表示を明るくすることができる。

【0138】

駆動回路部 64 は、トランジスタ 201 を有する。

【0139】

トランジスタ 201 は、ゲート 221、ゲート 223、絶縁層 211、絶縁層 213、半導体層（チャネル領域 231a 及び一対の低抵抗領域 231b）、導電層 222a、及び導電層 222b を有する。導電層 222a 及び導電層 222b のうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。導電層 222a は低抵抗領域 231b の一方と、導電層 222b は低抵抗領域 231b の他方と、それぞれ電氣的に接続される。

20

【0140】

駆動回路部 64 に設けられるトランジスタは、可視光を透過する機能を有していなくてよい。そのため、導電層 222a と導電層 222b とを、同一の工程で、同一の材料を用いて形成することができる。

【0141】

接続部 204 では、配線 65 と導電層 251 が互いに接続し、導電層 251 と接続体 242 は互いに接続している。つまり、接続部 204 では、配線 65 が、導電層 251 と接続体 242 を介して、FPC72 と電氣的に接続している。このような構成とすることで、FPC72 から、配線 65 に、信号及び電力を供給することができる。

30

【0142】

配線 65 は、トランジスタ 201 が有する導電層 222a、222b、及びトランジスタ 206 が有する導電層 222a と同一の材料、同一の工程で形成することができる。導電層 251 は、液晶素子 40 が有する画素電極 111 と同一の材料、同一の工程で形成することができる。このように、接続部 204 を構成する導電層を、表示部 62 や駆動回路部 64 に用いる導電層と同一の材料、同一の工程で作製すると、工程数の増加を防ぐことができ好ましい。

40

【0143】

トランジスタ 201、206 は、同じ構造であっても、異なる構造であってもよい。つまり、駆動回路部 64 が有するトランジスタと、表示部 62 が有するトランジスタが、同じ構造であっても、異なる構造であってもよい。また、駆動回路部 64 が、複数の構造のトランジスタを有していてもよいし、表示部 62 が、複数の構造のトランジスタを有していてもよい。例えば、走査線駆動回路が有するシフトレジスタ回路、バッファ回路、及び保護回路のうち、一以上の回路に、2 つのゲートが電氣的に接続されている構成のトランジスタを用いることが好ましい。

【0144】

50

また、図7に、表示装置100Bの断面図を示す。なお、表示装置100Bの斜視図は、図4に示す表示装置100Aと同様であるため、ここでの説明は省略する。

【0145】

表示装置100Aでは、トランジスタが2つのゲートを有する例を示したが、表示装置100Bでは、トランジスタ201及びトランジスタ206が、ゲート221のみを有する。また、表示装置100Bは、スペーサ117を有する。表示装置100Bにおいて、表示装置100Aと同様の部分については、詳細な説明を省略する。

【0146】

トランジスタ201及びトランジスタ206は、絶縁層211上に設けられる。絶縁層211は下地膜として機能する。トランジスタ206は、ゲート221、絶縁層213、及び半導体層(チャンネル領域231a及び一对の低抵抗領域231b)を有する。導電層222aは低抵抗領域231bの一方と、導電層222bまたは導電層222cは低抵抗領域231bの他方と、絶縁層212及び絶縁層214に設けられた開口を通じて接続している。絶縁層215は、平坦化層として機能することができる。

10

【0147】

トランジスタ201が有する導電層222bは、導電層222aと同一の材料、同一の工程で形成することができる。トランジスタ201が有する導電層222cは、可視光を透過する材料を用いて形成する。

【0148】

スペーサ117は、基板51と基板61との距離が一定以上近づくことを防ぐ機能を有する。

20

【0149】

図7では、スペーサ117の底面が、オーバーコート121と接している例を示すが、本発明の一態様はこれに限られない。スペーサ117は、基板51側に設けられていてもよいし、基板61側に設けられていてもよい。

【0150】

図7では、スペーサ117と重なる部分で、配向膜133aと配向膜133bが接していない例を示すが、配向膜どうしは接していてもよい。また、一方の基板上に設けられたスペーサ117は、他方の基板上に設けられた構造物と接していてもよいし、接していてもよい。例えば、スペーサ117と当該構造物の間に液晶層113が位置していてもよい。

30

【0151】

スペーサ117として粒状のスペーサを用いてもよい。粒状のスペーサとしては、シリカなどの材料を用いることができる。スペーサに、樹脂またはゴムなどの弾性を有する材料を用いることが好ましい。このとき、粒状のスペーサは上下方向に潰れた形状となる場合がある。

【0152】

次に、本実施の形態の表示装置の各構成要素に用いることができる材料等の詳細について、説明を行う。なお、既に説明した構成要素については説明を省略する場合がある。また、以降に示す表示装置及びタッチパネル、並びにそれらの構成要素にも、以下の材料を適宜用いることができる。

40

【0153】

基板51、61

本発明の一態様の表示装置が有する基板の材質などに大きな制限はなく、様々な基板を用いることができる。例えば、ガラス基板、石英基板、サファイア基板、半導体基板、セラミック基板、金属基板、またはプラスチック基板等を用いることができる。

【0154】

厚さの薄い基板を用いることで、表示装置の軽量化及び薄型化を図ることができる。さらに、可撓性を有する程度の厚さの基板を用いることで、可撓性を有する表示装置を実現できる。

50

【 0 1 5 5 】

本発明の一態様の表示装置は、作製基板上にトランジスタ等を形成し、その後、別の基板にトランジスタ等を転置することで、作製される。作製基板を用いることにより、特性のよいトランジスタの形成、消費電力の小さいトランジスタの形成、壊れにくい表示装置の製造、表示装置への耐熱性の付与、表示装置の軽量化、または表示装置の薄型化を図ることができる。トランジスタが転置される基板には、トランジスタを形成することが可能な基板に限られず、紙基板、セロファン基板、石材基板、木材基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）もしくは再生繊維（アセテート、キュプラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、またはゴム基板などを用いることができる。

10

【 0 1 5 6 】

トランジスタ 2 0 1、2 0 6

本発明の一態様の表示装置が有するトランジスタは、トップゲート型またはボトムゲート型のいずれの構造としてもよい。または、チャンネルの上下にゲート電極が設けられていてもよい。トランジスタに用いる半導体材料は特に限定されず、例えば、酸化物半導体、シリコン、ゲルマニウム等が挙げられる。

【 0 1 5 7 】

トランジスタに用いる半導体材料の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、または一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

20

【 0 1 5 8 】

例えば、第 1 4 族の元素、化合物半導体または酸化物半導体を半導体層に用いることができる。代表的には、シリコンを含む半導体、ガリウムヒ素を含む半導体またはインジウムを含む酸化物半導体などを半導体層に適用できる。

【 0 1 5 9 】

トランジスタのチャンネルが形成される半導体に、酸化物半導体を適用することが好ましい。特にシリコンよりもバンドギャップの大きな酸化物半導体を適用することが好ましい。シリコンよりもバンドギャップが広く、且つキャリア密度の小さい半導体材料を用いると、トランジスタのオフ状態における電流（オフ電流）を低減できるため好ましい。

30

【 0 1 6 0 】

酸化物半導体については、上述の説明及び実施の形態 5 などを参照できる。

【 0 1 6 1 】

酸化物半導体を用いることで、電気特性の変動が抑制され、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

【 0 1 6 2 】

また、その低いオフ電流により、トランジスタを介して容量に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。このようなトランジスタを画素に適用することで、表示した画像の階調を維持しつつ、駆動回路を停止することも可能となる。その結果、極めて消費電力の低減された表示装置を実現できる。

40

【 0 1 6 3 】

トランジスタ 2 0 1、2 0 6 は、高純度化し、酸素欠損の形成を抑制した酸化物半導体層を有することが好ましい。これにより、トランジスタのオフ電流を低くすることができる。よって、画像信号等の電気信号の保持時間を長くすることができ、電源オン状態では書き込み間隔も長く設定できる。よって、リフレッシュ動作の頻度を少なくすることができるため、消費電力を抑制する効果を奏する。

【 0 1 6 4 】

また、トランジスタ 2 0 1、2 0 6 は、比較的高い電界効果移動度が得られるため、高速駆動が可能である。このような高速駆動が可能なトランジスタを表示装置に用いることで、表示部のトランジスタと、駆動回路部のトランジスタを同一基板上に形成することがで

50

きる。すなわち、駆動回路として、別途、シリコンウェハ等により形成された半導体装置を用いる必要がないため、表示装置の部品点数を削減することができる。また、表示部においても、高速駆動が可能なトランジスタを用いることで、高画質な画像を提供することができる。

【0165】

絶縁層

表示装置が有する各絶縁層、オーバーコート、スペーサ等に用いることのできる絶縁材料としては、有機絶縁材料または無機絶縁材料を用いることができる。有機絶縁材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、及びフェノール樹脂等が挙げられる。無機絶縁層としては、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等が挙げられる。

10

【0166】

導電層

トランジスタのゲート、ソース、ドレインのほか、表示装置が有する各種配線及び電極等の導電層には、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、またはタングステンなどの金属、またはこれを主成分とする合金を単層構造または積層構造として用いることができる。例えば、アルミニウム膜上にチタン膜を積層する二層構造、タングステン膜上にチタン膜を積層する二層構造、モリブデン膜上に銅膜を積層した二層構造、モリブデンとタングステンを含む合金膜上に銅膜を積層した二層構造、銅 - マグネシウム - アルミニウム合金膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜または窒化チタン膜と、そのチタン膜または窒化チタン膜上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にチタン膜または窒化チタン膜を形成する三層構造、モリブデン膜または窒化モリブデン膜と、そのモリブデン膜または窒化モリブデン膜上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にモリブデン膜または窒化モリブデン膜を形成する三層構造等がある。例えば、導電層を三層構造とする場合、一層目及び三層目には、チタン、窒化チタン、モリブデン、タングステン、モリブデンとタングステンを含む合金、モリブデンとジルコニウムを含む合金、または窒化モリブデンでなる膜を形成し、二層目には、銅、アルミニウム、金または銀、或いは銅とマンガンの合金等の低抵抗材料でなる膜を形成することが好ましい。なお、ITO、酸化タングステンを含むインジウム酸化物、酸化タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、ITO等の透光性を有する導電性材料を用いてもよい。

20

30

【0167】

なお、酸化物半導体の抵抗率を制御することで、酸化物導電層を形成してもよい。

【0168】

接着層141

接着層141としては、熱硬化樹脂、光硬化樹脂、または2液混合型の硬化性樹脂などの硬化性樹脂を用いることができる。例えば、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ樹脂、またはシロキサン樹脂などを用いることができる。

40

【0169】

接続体242

接続体242としては、例えば、異方性導電フィルム(ACF: Anisotropic Conductive Film)、または異方性導電ペースト(ACP: Anisotropic Conductive Paste)などを用いることができる。

【0170】

着色層131

着色層131は特定の波長域の光を透過する有色層である。着色層131に用いることので

50

できる材料としては、金属材料、樹脂材料、及び顔料または染料が含まれた樹脂材料などが挙げられる。

【0171】

遮光層132

遮光層132は、例えば、隣接する異なる色の着色層131の間に設けられる。例えば、金属材料、または、顔料もしくは染料を含む樹脂材料を用いて形成されたブラックマトリクスを遮光層132として用いることができる。なお、遮光層132は、駆動回路部64など、表示部62以外の領域にも設けると、導波光などによる光漏れを抑制できるため好ましい。

【0172】

表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、導電膜等）は、それぞれ、スパッタリング法、化学気相堆積（CVD：Chemical Vapor Deposition）法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積（PLD：Pulsed Laser Deposition）法、原子層成膜（ALD：Atomic Layer Deposition）法を用いて形成することができる。CVD法の例として、プラズマ化学気相堆積（PECVD）法及び熱CVD法等が挙げられる。熱CVD法の例として、有機金属化学気相堆積（MOCVD：Metal Organic CVD）法が挙げられる。

【0173】

表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、導電膜等）は、それぞれ、スピンコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット印刷、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により形成することができる。

【0174】

表示装置を構成する薄膜は、フォトリソグラフィ法等を用いて加工することができる。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を形成してもよい。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、もしくはリフトオフ法などにより薄膜を加工してもよい。フォトリソグラフィ法としては、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法と、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法と、がある。

【0175】

フォトリソグラフィ法において、露光に用いる光としては、例えばi線（波長365nm）、g線（波長436nm）、h線（波長405nm）、及びこれらを混合させた光が挙げられる。そのほか、紫外線、KrFレーザー光、またはArFレーザー光等を用いることもできる。また、液浸露光技術により露光を行ってもよい。露光に用いる光としては、極端紫外光（EUV：Extreme Ultra-violet）及びX線等が挙げられる。また、露光に用いる光に換えて、電子ビームを用いることもできる。極端紫外光、X線または電子ビームを用いると、極めて微細な加工が可能となるため好ましい。なお、電子ビームなどのビームを走査することにより露光を行う場合には、フォトマスクは不要である。

【0176】

薄膜のエッチングには、ドライエッチング法、ウエットエッチング法、サンドブラスト法などを用いることができる。

【0177】

<3. 表示装置の構成例3>

図8～図12に、表示装置の一例をそれぞれ示す。図8は、表示装置100Cの断面図である。図9（A）は、表示装置100Dの断面図である。図10は、表示装置が有する副画素の上面図である。図11は、表示装置100Eの断面図である。図12は、表示装置100Fの断面図である。なお、表示装置100C、表示装置100D、表示装置100E、及び表示装置100Fの斜視図は、図4に示す表示装置100Aと同様であるため、

10

20

30

40

50

ここでの説明は省略する。

【0178】

図8に示す表示装置100Cは、先に示した表示装置100Aと、画素電極111と共通電極112の位置関係が異なる。

【0179】

図6に示す表示装置100Aは、配向膜133aと共通電極112とが接する構成である。一方、図8に示す表示装置100Cは、配向膜133aと画素電極111とが接する構成である。

【0180】

図9に示す表示装置100Dは、先に示した表示装置100Aと、画素電極111と共通電極112の形状が異なる。

10

【0181】

画素電極111及び共通電極112の双方が、歯状の上面形状(平面形状ともいう)、またはスリットが設けられた上面形状を有していてもよい。

【0182】

図9に示す表示装置100Dでは、画素電極111及び共通電極112が、同一平面上に設けられている。

【0183】

または、上面から見て、一方の電極のスリットの端部と、他方の電極のスリットの端部が揃っている形状であってもよい。この場合の断面図を図9(B)に示す。

20

【0184】

または、上面から見て、画素電極111及び共通電極112が互いに重なる部分を有していてもよい。この場合の断面図を図9(C)に示す。

【0185】

または、表示部62は、上面から見て、画素電極111及び共通電極112の双方が設けられていない部分を有していてもよい。この場合の断面図を図9(D)に示す。

【0186】

図10(A)、(B)は、液晶素子と電氣的に接続されるトランジスタに、ボトムゲートトップコンタクト(Bottom Gate Top Contact、BGTC)構造のトランジスタを適用した場合の、副画素の上面図である。図10(A)では、トランジスタと、画素電極111と、共通電極112と、を示す。BGTC構造のトランジスタは、ゲート221、半導体層231、並びに、ソース電極及びドレイン電極である導電層222a、222cを有する。図10(B)は、図10(A)の積層構造から共通電極112を除いた上面図である。

30

【0187】

図10(A)、(B)において、1つの導電層が、走査線228及びゲート221として機能するともいえる。また、図10(A)、(B)において、1つの導電層が、信号線229及び導電層222aとして機能するともいえる。

【0188】

導電層222cは、可視光を透過する材料を用いて形成される。これにより、画素電極111とトランジスタとの接続部を表示領域68に設けることができる。したがって、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

40

【0189】

図11に示す表示装置100E及び図12に示す表示装置100Fは、それぞれ、先に示す表示装置100Aと、トランジスタの形状が異なる。

【0190】

図11に示すトランジスタ201及びトランジスタ206は、それぞれ、ゲート221、絶縁層213、導電層222a、及び半導体層231を有する。トランジスタ201は、さらに導電層222bを有する。トランジスタ206は、さらに導電層222cを有する。

。

50

【0191】

ゲート221は、絶縁層213を介して半導体層231と重なる。絶縁層213はゲート絶縁層として機能する。導電層222a、導電層222b、及び導電層222cは、それぞれ、半導体層231と接続する部分を有する。導電層222aと、導電層222bまたは導電層222cと、は、一方がソース電極として機能し、他方がドレイン電極として機能する。トランジスタ201及びトランジスタ206は、絶縁層212及び絶縁層214に覆われている。

【0192】

図12に示すトランジスタ201及びトランジスタ206は、それぞれ、ゲート221、ゲート223、絶縁層212、絶縁層213、絶縁層214、導電層222a、及び半導体層231を有する。トランジスタ201は、さらに導電層222bを有する。トランジスタ206は、さらに導電層222cを有する。

10

【0193】

ゲート221は、絶縁層213を介して半導体層231と重なる。ゲート223は、絶縁層212及び絶縁層214を介して半導体層231と重なる。絶縁層212、絶縁層213、及び絶縁層214はそれぞれゲート絶縁層として機能する。導電層222a、導電層222b、及び導電層222cは、それぞれ、半導体層231と接続する部分を有する。導電層222aと、導電層222bまたは導電層222cと、は、一方がソース電極として機能し、他方がドレイン電極として機能する。トランジスタ201及びトランジスタ206は、絶縁層215に覆われている。

20

【0194】

図11及び図12において、画素電極111は、導電層222cと電氣的に接続されている。

【0195】

導電層222cは、可視光を透過する材料を用いて形成される。これにより、画素電極111とトランジスタとの接続部を表示領域68に設けることができる。したがって、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

【0196】

以上のように、本発明の一態様の表示装置には、様々な形状のトランジスタ及び液晶素子を適用することができる。

30

【0197】

< 4 . 表示装置の構成例4 >

図13～図18は、それぞれ、図5とは異なる副画素の上面図である。

【0198】

図5は、FFSモードの液晶素子を有する副画素の上面図である。図5は、トランジスタ側から画素電極111、共通電極112の順で設けられている例である。

【0199】

図13及び図14に、図5と同様、FFSモードの液晶素子を有する副画素の上面図を示す。図13及び図14も、トランジスタ側から画素電極111、共通電極112の順で設けられている例である。

40

【0200】

図13(A)、図14(A)は、副画素のうち、ゲート223から共通電極112までの積層構造を、共通電極112側から見た上面図である。図13(A)、図14(A)には、副画素の表示領域68を太い点線の枠で示す。図13(B)、図14(B)は、それぞれ、図13(A)または図14(A)の積層構造から共通電極112を除いた上面図である。

【0201】

図13(A)、図14(A)に示すように、1つの副画素の表示領域68に、共通電極112の開口を2つ以上設けることができる。

【0202】

50

図 1 3 (B) 及び図 1 4 (B) に示すコンタクト部 Q 1 において、ゲート 2 2 1 及びゲート 2 2 3 は、電氣的に接続されている。

【 0 2 0 3 】

図 1 3 (B) に示すコンタクト部 Q 2 において、導電層 2 2 2 b が、画素電極 1 1 1 と接続している。図 1 4 (B) に示すコンタクト部 Q 2 において、導電層 2 2 2 c が、画素電極 1 1 1 と接続している。

【 0 2 0 4 】

図 1 4 に示す構成は、導電層 2 2 2 c が可視光を透過する。このため、コンタクト部 Q 2 を表示領域 6 8 に設けることができる。一方、図 1 3 に示す導電層 2 2 2 b は可視光を遮る。したがって、図 1 3 に示す構成に比べて、図 1 4 に示す構成は、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

10

【 0 2 0 5 】

本発明の一態様において、画素電極とトランジスタとのコンタクト部を、表示領域 6 8 に設けることで、開口率を、10%以上、さらには20%以上高めることができる。これにより、バックライトの消費電力を、10%以上、さらには20%以上削減することができる。

【 0 2 0 6 】

図 1 3 に示す構成は、導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b を同一の材料、同一の工程で形成することができるため、作製工程が簡略化され、コストを低減することができる。

【 0 2 0 7 】

図 1 5 及び図 1 6 に、TNモードまたはVAモードなどの縦電界モードの液晶素子を有する副画素の上面図を示す。

20

【 0 2 0 8 】

図 1 5 (A)、図 1 6 (A) は、副画素のうち、ゲート 2 2 3 から画素電極 1 1 1 までの積層構造を、画素電極 1 1 1 側から見た上面図である。図 1 5 (A)、図 1 6 (A) には、副画素の表示領域 6 8 を太い点線の枠で示す。図 1 5 (B)、図 1 6 (B) は、それぞれ、図 1 5 (A) または図 1 6 (A) の積層構造から画素電極 1 1 1 を除いた上面図である。

【 0 2 0 9 】

横電界モードの液晶素子を用いる場合、画素電極 1 1 1 と共通電極 1 1 2 との間で容量を形成することができる。一方、縦電界モードの液晶素子を用いる場合、容量素子を別途形成する。

30

【 0 2 1 0 】

図 1 5 及び図 1 6 では、副画素に、容量線 2 4 4 が設けられている例を示す。容量線 2 4 4 は、トランジスタが有する導電層（例えばゲート 2 2 1）と同一の材料、同一の工程で形成される導電層と電氣的に接続される。図 1 5 では、容量線 2 4 4 と重ねて可視光を遮る導電層 2 2 2 b が設けられている。図 1 6 では、容量線 2 4 4 と重ねて可視光を透過する導電層 2 2 2 c が設けられている。図 1 5 では、導電層 2 2 2 b が、画素電極 1 1 1 と接続している。図 1 6 では、導電層 2 2 2 c が、画素電極 1 1 1 と接続している。

【 0 2 1 1 】

図 1 6 に示す構成は、導電層 2 2 2 c が可視光を透過する。このため、容量素子の少なくとも一部と、導電層 2 2 2 c と画素電極 1 1 1 のコンタクト部を表示領域 6 8 に設けることができる。一方、図 1 5 に示す導電層 2 2 2 b は可視光を遮る。したがって、図 1 5 に示す構成に比べて、図 1 6 に示す構成は、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

40

【 0 2 1 2 】

図 1 5 に示す構成は、導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b を同一の材料、同一の工程で形成することができるため、作製工程が簡略化され、コストを低減することができる。

【 0 2 1 3 】

図 1 7 及び図 1 8 に、縦電界モードの液晶素子を有する副画素の上面図を示す。

50

【0214】

図17(A)、図18(A)は、副画素のうち、ゲート223から画素電極111までの積層構造を、画素電極111側から見た上面図である。図17(A)、図18(A)には、副画素の表示領域68を太い点線の枠で示す。図17(B)、図18(B)は、それぞれ、図17(A)または図18(A)の積層構造から画素電極111を除いた上面図である。

【0215】

図17及び図18では、副画素に、容量線244が設けられている例を示す。容量線244は、トランジスタが有する導電層(例えばゲート221)と同一の材料、同一の工程で形成される導電層と電気的に接続される。図17では、容量線244と重ねて可視光を遮る導電層222bが設けられている。図18では、容量線244と重ねて可視光を透過する導電層222cが設けられている。図17では、導電層222bが、画素電極111と接続している。図18では、導電層222cが、画素電極111と接続している。

10

【0216】

図18に示す構成は、容量素子の少なくとも一部と、導電層222cと画素電極111のコンタクト部を表示領域68に設けることができる。したがって、図17に示す構成に比べて、図18に示す構成は、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

【0217】

図17に示す構成は、導電層222a及び導電層222bを同一の材料、同一の工程で形成することができるため、作製工程が簡略化され、コストを低減することができる。

20

【0218】

<5.画素の配置例>

図19(A)、(B)に画素の配置例を示す。図19(A)、(B)では、赤色の副画素R、緑色の副画素G、及び青色の副画素Bによって1つの画素が構成される例を示す。図19(A)、(B)では、複数の走査線81がx方向に伸長しており、複数の信号線82がy方向に伸長しており、走査線81と信号線82は交差している。

【0219】

図19(A)の二点鎖線の枠内に示すように、副画素は、トランジスタ206、容量素子34、及び液晶素子40を有する。トランジスタ206のゲートは、走査線81と電気的に接続される。トランジスタ206のソース及びドレインのうち、一方は、信号線82と電気的に接続され、他方は、容量素子34の一方の電極及び液晶素子40の一方の電極と電気的に接続される。容量素子34の他方の電極及び液晶素子40の他方の電極には、それぞれ、定電位が与えられる。

30

【0220】

図19(A)、(B)では、ソースライン反転駆動を適用する例を示す。信号A1と信号A2は極性が同じ信号である。信号B1と信号B2は極性が同じ信号である。信号A1と信号B1は互いに極性の異なる信号である。信号A2と信号B2は互いに極性の異なる信号である。

【0221】

表示装置の高精細化に伴い、副画素間の距離は狭くなる。そのため、例えば図19(A)の一点鎖線の枠内に示すように、信号A1が入力される副画素における、信号B1が入力される信号線82近傍では、液晶が、信号A1と信号B1の双方の電位の影響を受けやすくなる。これにより、液晶の配向不良が生じやすくなる。

40

【0222】

図19(A)では、同一の色を呈する複数の副画素が配設される方向は、y方向であり、信号線82が伸長する方向と概略平行である。図19(A)の一点鎖線の枠内に示すように、副画素の長辺側に、異なる色を呈する副画素が隣接する。

【0223】

図19(B)では、同一の色を呈する複数の副画素が配設される方向は、x方向であり、

50

信号線 8 2 が伸長する方向と交差する。図 1 9 (B) の一点鎖線の枠内に示すように、副画素の短辺側に、同じ色を呈する副画素が隣接する。

【 0 2 2 4 】

図 1 9 (B) に示すように、副画素における、信号線 8 2 が伸長する方向に概略平行な辺が、短辺であると、長辺である場合 (図 1 9 (A)) に比べて、液晶の配向不良が生じやすい領域を狭くすることができる。図 1 9 (B) に示すように、液晶の配向不良が生じやすい領域が同一の色を呈する副画素間に位置すると、異なる色を呈する副画素間に位置する場合 (図 1 9 (A)) に比べて、表示装置の使用者に、表示不良を視認されにくくなる。本発明の一態様において、同一の色を呈する複数の副画素が配設される方向は、信号線 8 2 が伸長する方向と交差することが好ましい。

10

【 0 2 2 5 】

< 6 . 表示装置の構成例 5 >

本発明の一態様は、タッチセンサが搭載された表示装置 (入出力装置またはタッチパネルともいう) に適用することができる。上述の各表示装置の構成を、タッチパネルに適用することができる。本実施の形態では、表示装置 1 0 0 A にタッチセンサを搭載する例を主に説明する。

【 0 2 2 6 】

本発明の一態様のタッチパネルが有する検知素子 (センサ素子ともいう) に限定は無い。指やスタイラスなどの被検知体の近接または接触を検知することのできる様々なセンサを、検知素子として適用することができる。

20

【 0 2 2 7 】

センサの方式としては、例えば、静電容量方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、光学方式、感圧方式など様々な方式を用いることができる。

【 0 2 2 8 】

本実施の形態では、静電容量方式の検知素子を有するタッチパネルを例に挙げて説明する。

【 0 2 2 9 】

静電容量方式としては、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等がある。また、投影型静電容量方式としては、自己容量方式、相互容量方式等がある。相互容量方式を用いると、同時多点検知が可能となるため好ましい。

30

【 0 2 3 0 】

本発明の一態様のタッチパネルは、別々に作製された表示装置と検知素子とを貼り合わせる構成、表示素子を支持する基板及び対向基板の一方または双方に検知素子を構成する電極等を設ける構成等、様々な構成を適用することができる。

【 0 2 3 1 】

図 2 0 及び図 2 1 に、タッチパネルの一例を示す。図 2 0 (A) は、タッチパネル 3 5 0 A の斜視図である。図 2 0 (B) は、図 2 0 (A) を展開した斜視概略図である。なお、明瞭化のため、代表的な構成要素のみを示している。図 2 0 (B) では、基板 6 1 及び基板 1 6 2 を破線で輪郭のみ明示している。図 2 1 は、タッチパネル 3 5 0 A の断面図である。

40

【 0 2 3 2 】

タッチパネル 3 5 0 A は、別々に作製された表示装置と検知素子とを貼り合わせた構成である。

【 0 2 3 3 】

タッチパネル 3 5 0 A は、入力装置 3 7 5 と、表示装置 3 7 0 とを有し、これらが重ねて設けられている。

【 0 2 3 4 】

入力装置 3 7 5 は、基板 1 6 2、電極 1 2 7、電極 1 2 8、複数の配線 1 3 7、及び複数の配線 1 3 8 を有する。F P C 7 2 b は、複数の配線 1 3 7 及び複数の配線 1 3 8 の各々と電氣的に接続する。F P C 7 2 b には I C 7 3 b が設けられている。

50

【 0 2 3 5 】

表示装置 3 7 0 は、対向して設けられた基板 5 1 と基板 6 1 とを有する。表示装置 3 7 0 は、表示部 6 2 及び駆動回路部 6 4 を有する。基板 5 1 上には、配線 6 5 等が設けられている。F P C 7 2 a は、配線 6 5 と電氣的に接続される。F P C 7 2 a には I C 7 3 a が設けられている。

【 0 2 3 6 】

表示部 6 2 及び駆動回路部 6 4 には、配線 6 5 から、信号及び電力が供給される。当該信号及び電力は、外部または I C 7 3 a から、F P C 7 2 a を介して配線 6 5 に入力される。

【 0 2 3 7 】

図 2 1 は、表示部 6 2、駆動回路部 6 4、F P C 7 2 a を含む領域、及び F P C 7 2 b を含む領域等の断面図である。

10

【 0 2 3 8 】

基板 5 1 と基板 6 1 とは、接着層 1 4 1 によって貼り合わされている。基板 6 1 と基板 1 6 2 とは、接着層 1 6 9 によって貼り合わされている。ここで、基板 5 1 から基板 6 1 までの各層が、表示装置 3 7 0 に相当する。また、基板 1 6 2 から電極 1 2 4 までの各層が入力装置 3 7 5 に相当する。つまり、接着層 1 6 9 は、表示装置 3 7 0 と入力装置 3 7 5 を貼り合わせているといえる。

【 0 2 3 9 】

図 2 1 に示す表示装置 3 7 0 の構成は、図 6 に示す表示装置 1 0 0 A と同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。

20

【 0 2 4 0 】

基板 5 1 には、接着層 1 6 7 によって、偏光板 1 6 5 が貼り合わされている。偏光板 1 6 5 には、接着層 1 6 3 によって、バックライト 1 6 1 が貼り合わされている。

【 0 2 4 1 】

バックライト 1 6 1 としては、直下型のバックライト、またはエッジライト型のバックライト等が挙げられる。L E D を備える直下型のバックライトを用いると、複雑なローカルディミングが可能となり、コントラストを高めることができるため好ましい。また、エッジライト型のバックライトを用いると、バックライトを含めたモジュールの厚さを低減できるため好ましい。

30

【 0 2 4 2 】

基板 1 6 2 には、接着層 1 6 8 によって、偏光板 1 6 6 が貼り合わされている。偏光板 1 6 6 には、接着層 1 6 4 によって、保護基板 1 6 0 が貼り合わされている。電子機器にタッチパネル 3 5 0 A を組み込む際、保護基板 1 6 0 を、指またはスタイラスなどの被検知体が直接接触する基板として用いてもよい。保護基板 1 6 0 には、基板 5 1 及び基板 6 1 等に用いることができる基板を適用することができる。保護基板 1 6 0 には、基板 5 1 及び基板 6 1 等に用いることができる基板の表面に保護層を形成した構成、または強化ガラス等を用いることが好ましい。当該保護層は、セラミックコートにより形成することができる。または、当該保護層は、酸化シリコン、酸化アルミニウム、酸化イットリウム、イットリア安定化ジルコニア (Y S Z) などの無機絶縁材料を用いて形成することができる。

40

【 0 2 4 3 】

入力装置 3 7 5 と表示装置 3 7 0 の間に偏光板 1 6 6 を配置してもよい。その場合、図 2 1 に示す保護基板 1 6 0、接着層 1 6 4、及び接着層 1 6 8 を設けなくてよい。つまり、タッチパネル 3 5 0 A の最表面に基板 1 6 2 が位置する構成とすることができる。基板 1 6 2 には、上記の保護基板 1 6 0 に用いることができる材料を適用することが好ましい。

【 0 2 4 4 】

基板 1 6 2 の基板 6 1 側には、電極 1 2 7 及び電極 1 2 8 が設けられている。電極 1 2 7 及び電極 1 2 8 は同一平面上に形成されている。絶縁層 1 2 5 は、電極 1 2 7 及び電極 1 2 8 を覆うように設けられている。電極 1 2 4 は、絶縁層 1 2 5 に設けられた開口を介して、電極 1 2 7 を挟むように設けられる 2 つの電極 1 2 8 と電氣的に接続している。

50

【 0 2 4 5 】

入力装置 3 7 5 が有する導電層のうち、表示領域 6 8 と重なる導電層（電極 1 2 7、1 2 8 等）には、可視光を透過する材料を用いる。

【 0 2 4 6 】

電極 1 2 7、1 2 8 と同一の導電層を加工して得られた配線 1 3 7 が、電極 1 2 4 と同一の導電層を加工して得られた導電層 1 2 6 と接続している。導電層 1 2 6 は、接続体 2 4 2 b を介して F P C 7 2 b と電氣的に接続される。

【 0 2 4 7 】

< 7 . 表示装置の構成例 6 >

図 2 2 及び図 2 3 に、タッチパネルの一例を示す。図 2 2 (A) は、タッチパネル 3 5 0 B の斜視図である。図 2 2 (B) は、図 2 2 (A) を展開した斜視概略図である。なお、明瞭化のため、代表的な構成要素のみを示している。図 2 2 (B) では、基板 6 1 を破線で輪郭のみ明示している。図 2 3 は、タッチパネル 3 5 0 B の断面図である。

10

【 0 2 4 8 】

タッチパネル 3 5 0 B は、画像を表示する機能と、タッチセンサとしての機能と、を有する、インセル型のタッチパネルである。

【 0 2 4 9 】

タッチパネル 3 5 0 B は、対向基板のみに、検知素子を構成する電極等を設けた構成である。このような構成は、別々に作製された表示装置と検知素子とを貼り合わせる構成に比べて、タッチパネルを薄型化もしくは軽量化することができる、または、タッチパネルの部品点数を少なくすることができる。

20

【 0 2 5 0 】

図 2 2 (A)、(B) において、入力装置 3 7 6 は、基板 6 1 に設けられている。また、入力装置 3 7 6 の配線 1 3 7 及び配線 1 3 8 等は、表示装置 3 7 9 に設けられた F P C 7 2 と電氣的に接続する。

【 0 2 5 1 】

このような構成とすることで、タッチパネル 3 5 0 B に接続する F P C を 1 つの基板側（ここでは基板 5 1 側）にのみ配置することができる。また、タッチパネル 3 5 0 B に 2 以上の F P C を取り付けるとしてもよいが、図 2 2 (A)、(B) に示すように、タッチパネル 3 5 0 B には 1 つの F P C 7 2 を設け、F P C 7 2 から、表示装置 3 7 9 と入力装置 3 7 6 の両方に信号を供給する構成とすると、構成をより簡略化できるため好ましい。

30

【 0 2 5 2 】

I C 7 3 は入力装置 3 7 6 を駆動する機能を有していてもよい。入力装置 3 7 6 を駆動する I C をさらに F P C 7 2 上に設けてもよい。または、入力装置 3 7 6 を駆動する I C を基板 5 1 上に実装してもよい。

【 0 2 5 3 】

図 2 3 は、図 2 2 (A) における F P C 7 2 を含む領域、接続部 6 3、駆動回路部 6 4、及び表示部 6 2 を含む断面図である。

【 0 2 5 4 】

接続部 6 3 では、配線 1 3 7（または配線 1 3 8）の 1 つと、基板 5 1 側に設けられた導電層とが、接続体 2 4 3 を介して電氣的に接続している。

40

【 0 2 5 5 】

接続体 2 4 3 としては、例えば導電性の粒子を用いることができる。導電性の粒子としては、有機樹脂またはシリカなどの粒子の表面を金属材料で被覆したものをを用いることができる。金属材料としてニッケルや金を用いると接触抵抗を低減できるため好ましい。またニッケルをさらに金で被覆するなど、2 種類以上の金属材料を層状に被覆させた粒子を用いることが好ましい。また接続体 2 4 3 として弾性変形もしくは塑性変形する材料を用いることが好ましい。このとき導電性の粒子は図 2 3 等に示すように上下方向に潰れた形状となる場合がある。こうすることで、接続体 2 4 3 と、これと電氣的に接続する導電層と

50

の接触面積が増大し、接触抵抗が低減できるほか、接続不良などの不具合を抑制できる。

【0256】

接続体243は接着層141に覆われるように配置することが好ましい。例えば硬化前の接着層141に、接続体243を分散させておけばよい。

【0257】

基板61に接して遮光層132が設けられている。そのため、タッチセンサに用いる導電層が使用者から視認されることを抑制できる。遮光層132は絶縁層122によって覆われている。絶縁層122と絶縁層125の間には、電極127が設けられている。絶縁層125と絶縁層123の間には電極128が設けられている。電極127及び電極128には、金属や合金を用いることができる。絶縁層123に接して着色層131が設けられている。なお、図24に示すタッチパネル350Cのように、基板61に接して設けられる遮光層132bとは別に、絶縁層123に接して遮光層132aを配置してもよい。

10

【0258】

電極127と同一の導電層を加工して得られた配線137が、電極128と同一の導電層を加工して得られた導電層285と接続している。導電層285は、導電層286と接続している。導電層286は、接続体243を介して導電層284と電気的に接続される。なお、導電層286を設けず、導電層285と接続体243とを接続させてもよい。

【0259】

タッチパネル350Bは、一つのFPCにより、画素を駆動する信号と検知素子を駆動する信号が供給される。そのため、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減することが可能となる。

20

【0260】

< 8 . 表示装置の構成例7 >

図25にタッチパネル350Dの断面図を示す。タッチパネル350Dは、基板51上に入力装置が設けられている構成である。

【0261】

タッチパネル350Dは、トランジスタ等を形成する基板のみに、検知素子を構成する電極等を設けた構成である。このような構成は、別々に作製された表示装置と検知素子とを貼り合わせる構成に比べて、タッチパネルを薄型化もしくは軽量化することができる、または、タッチパネルの部品点数を少なくすることができる。また、基板61側の構成要素の数を減らすことができる。

30

【0262】

また、基板51側に接続された1つまたは複数のFPCによって、液晶素子40を駆動する信号と、検知素子を駆動する信号の双方を供給することができる。

【0263】

まず、基板51上に形成する各構成要素について説明する。

【0264】

基板51上には、電極127、電極128、及び配線137が設けられている。電極127、電極128、及び配線137上に、絶縁層125が設けられている。絶縁層125上に、電極124及び導電層126が設けられている。電極124は、絶縁層125に設けられた開口を介して、電極127を挟むように設けられる2つの電極128と電気的に接続している。導電層126は、絶縁層125に設けられた開口を介して、配線137と電気的に接続されている。電極124及び導電層126上に、絶縁層170が設けられている。絶縁層170上には、導電層227が設けられている。導電層227は、表示部62全体に設けられることが好ましい。導電層227には、定電位が供給される。導電層227は、ノイズを遮蔽するためのシールドとして機能することができる。これによりトランジスタや検知素子を安定に動作させることができる。導電層227上には絶縁層171が設けられている。

40

【0265】

入力装置が有する導電層のうち、表示領域68と重なる導電層(電極127、128等)

50

には、可視光を透過する材料を用いる。なお、図 2 3 及び図 2 4 等のように、入力装置が有する導電層を非表示領域 6 6 にのみ配置してもよい。入力装置が有する導電層を表示領域 6 8 と重ねない構成とすることで、入力装置が有する導電層の材料の可視光の透過性が限定されない。入力装置が有する導電層に、金属等の抵抗率の低い材料を用いることができる。例えば、タッチセンサの配線及び電極として、メタルメッシュを用いることが好ましい。これにより、タッチセンサの配線及び電極の抵抗を下げるができる。また、大型の表示装置のタッチセンサとして好適である。なお、一般的に金属は反射率が大きい材料であるが、酸化処理などを施すことにより暗色にすることができる。したがって、表示面側から視認した場合においても、外光の反射による視認性の低下を抑えることができる。

10

【 0 2 6 6 】

また、当該配線及び当該電極を、金属層と反射率の小さい層（「暗色層」ともいう。）の積層で形成してもよい。暗色層の一例としては、酸化銅を含む層、塩化銅または塩化テルルを含む層などがある。また、暗色層を、A g 粒子、A g ファイバー、C u 粒子等の金属微粒子、カーボンナノチューブ（C N T）、グラフェン等のナノ炭素粒子、並びに、P E D O T、ポリアニリン、ポリピロールなどの導電性高分子などを用いて形成してもよい。

【 0 2 6 7 】

導電層 1 2 6 は、複数の導電層と接続体 2 4 2 b を介して F P C 7 2 b と電氣的に接続される。当該複数の導電層は、導電層 2 2 7 と同一の材料、同一の工程で形成された導電層、トランジスタが有する導電層と同一の材料、同一の工程で形成された導電層、及び、導電層 2 5 1 等が挙げられる。

20

【 0 2 6 8 】

絶縁層 1 7 1 上に設けられる構成要素は、図 6 に示す表示装置 1 0 0 A における基板 5 1 上に設けられる構成要素と同様である。

【 0 2 6 9 】

タッチパネル 3 5 0 D の作製方法例を説明する。タッチパネル 3 5 0 D の作製方法は、基板 5 1 上に、タッチセンサを形成する工程と、タッチセンサ上に、トランジスタ 2 0 6、第 1 の導電層、及び第 2 の導電層などを形成する工程と、トランジスタ 2 0 6 と電氣的に接続される液晶素子 4 0 を形成する工程と、を有する。

【 0 2 7 0 】

タッチセンサは、まず、基板 5 1 上に電極 1 2 7、電極 1 2 8、及び配線 1 3 7 を形成し、電極 1 2 7、電極 1 2 8、及び配線 1 3 7 上に絶縁層 1 2 5 を形成し、絶縁層 1 2 5 に、電極 1 2 8 に達する開口及び配線 1 3 7 に達する開口を形成し、絶縁層 1 2 5 に設けられた開口を介して電極 1 2 8 と接する電極 1 2 4 と、絶縁層 1 2 5 に設けられた開口を介して配線 1 3 7 と接する導電層 1 2 6 と、を形成することで形成される。第 1 の導電層は、タッチセンサと電氣的に接続するように形成される。具体的には、第 1 の導電層は、配線 1 3 7 及び導電層 1 2 6 を介して、電極 1 2 7 または電極 1 2 8 と電氣的に接続される。第 2 の導電層は、トランジスタ 2 0 6 と電氣的に接続するように形成される。第 1 の導電層及び第 2 の導電層は、それぞれ、トランジスタ 2 0 6 が有する導電層の一つまたは複数と同一の工程、及び同一の材料で形成される。

30

40

【 0 2 7 1 】

基板 6 1 には、接着層 1 6 7 によって、偏光板 1 6 5 が貼り合わされている。偏光板 1 6 5 には、接着層 1 6 3 によって、バックライト 1 6 1 が貼り合わされている。

【 0 2 7 2 】

基板 5 1 には、接着層 1 6 8 によって、偏光板 1 6 6 が貼り合わされている。偏光板 1 6 6 には、接着層 1 6 4 によって、保護基板 1 6 0 が貼り合わされている。

【 0 2 7 3 】

バックライト 1 6 1 からの光は、基板 6 1、着色層 1 3 1、液晶素子 4 0 を透過した後、トランジスタと画素電極のコンタクト部に入射する。本発明の一態様では、トランジスタと画素電極のコンタクト部が可視光を透過する構成であるため、当該コンタクト部を表示

50

領域 6 8 に設けることができる。当該コンタクト部を透過した光は、基板 5 1 等を透過して、タッチパネル 3 5 0 D の外部に射出される。

【 0 2 7 4 】

< 9 . タッチセンサの構成例 >

以下では、入力装置（タッチセンサ）の構成例について説明する。当該入力装置は、本実施の形態で例示する各タッチパネルに適用することができる。

【 0 2 7 5 】

図 2 6 (A) に、入力装置 4 1 5 の上面図を示す。入力装置 4 1 5 は、基板 4 1 6 上に複数の電極 4 7 1、複数の電極 4 7 2、複数の配線 4 7 6、及び複数の配線 4 7 7 を有する。基板 4 1 6 には、複数の配線 4 7 6 及び複数の配線 4 7 7 の各々と電氣的に接続する F P C 4 5 0 が設けられている。また、図 2 6 (A) では、F P C 4 5 0 に I C 4 4 9 が設けられている例を示している。

10

【 0 2 7 6 】

図 2 6 (B) に、図 2 6 (A) 中の一点鎖線で囲った領域の拡大図を示す。電極 4 7 1 は、複数の菱形の電極パターンが、横方向に連なった形状を有している。一列に並んだ菱形の電極パターンは、それぞれ電氣的に接続されている。電極 4 7 2 も同様に、複数の菱形の電極パターンが、縦方向に連なった形状を有し、一列に並んだ菱形の電極パターンはそれぞれ電氣的に接続されている。電極 4 7 1 と電極 4 7 2 とは、これらの一部が重畳し、互いに交差している。この交差部分では電極 4 7 1 と電極 4 7 2 とが電氣的に短絡（ショート）しないように、絶縁体が挟持されている。

20

【 0 2 7 7 】

図 2 6 (C) に示すように、電極 4 7 2 は、菱形の形状を有する複数の電極 4 7 3 と、ブリッジ電極 4 7 4 によって構成されていてもよい。島状の電極 4 7 3 は、縦方向に並べて配置され、ブリッジ電極 4 7 4 により隣接する 2 つの電極 4 7 3 が電氣的に接続されている。このような構成とすることで、電極 4 7 3 と、電極 4 7 1 を同一の導電膜を加工することで同時に形成することができる。そのためこれらの膜厚のばらつきを抑制することができ、それぞれの電極の抵抗値や光透過率が場所によってばらつくことを抑制できる。なお、ここでは電極 4 7 2 がブリッジ電極 4 7 4 を有する構成としたが、電極 4 7 1 がこのような構成であってもよい。

【 0 2 7 8 】

図 2 6 (D) に示すように、図 2 6 (B) で示した電極 4 7 1 及び電極 4 7 2 の菱形の電極パターンの内側をくりぬいて、輪郭部のみを残したような形状としてもよい。このとき、電極 4 7 1 及び電極 4 7 2 の幅が、使用者から視認されない程度に細い場合には、後述するように電極 4 7 1 及び電極 4 7 2 に金属や合金などの遮光性の材料を用いてもよい。また、図 2 6 (D) に示す電極 4 7 1 または電極 4 7 2 が、上記ブリッジ電極 4 7 4 を有する構成としてもよい。

30

【 0 2 7 9 】

1 つの電極 4 7 1 は、1 つの配線 4 7 6 と電氣的に接続している。1 つの電極 4 7 2 は、1 つの配線 4 7 7 と電氣的に接続している。ここで、電極 4 7 1 と電極 4 7 2 のいずれか一方が、行配線に相当し、いずれか他方が列配線に相当する。

40

【 0 2 8 0 】

I C 4 4 9 は、タッチセンサを駆動する機能を有する。I C 4 4 9 から出力された信号は配線 4 7 6 または配線 4 7 7 を介して、電極 4 7 1 または電極 4 7 2 のいずれかに供給される。電極 4 7 1 または電極 4 7 2 のいずれかに流れる電流（または電位）が、配線 4 7 6 または配線 4 7 7 を介して I C 4 4 9 に入力される。ここでは I C 4 4 9 を F P C 4 5 0 上に実装した例を示したが、I C 4 4 9 を基板 4 1 6 上に実装してもよい。

【 0 2 8 1 】

入力装置 4 1 5 を表示パネルの表示面に重ねる場合には、電極 4 7 1 及び電極 4 7 2 に透光性を有する導電性材料を用いることが好ましい。また、電極 4 7 1 及び電極 4 7 2 に透光性の導電性材料を用い、表示パネルからの光を電極 4 7 1 または電極 4 7 2 を介して取

50

り出す場合には、隣り合う電極 471 と電極 472 との間に、同一の導電性材料を含む導電膜をダミーパターンとして配置することが好ましい。このように、電極 471 と電極 472 との間の隙間の一部をダミーパターンにより埋めることにより、光透過率のばらつきを低減できる。その結果、入力装置 415 を透過する光の輝度ムラを低減することができる。

【0282】

透光性を有する導電性材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウム亜鉛酸化物などの導電性酸化物を用いることができる。なお、グラフェンを含む膜を用いることもできる。

【0283】

または、透光性を有する程度に薄い金属または合金を用いることができる。例えば、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、またはチタンなどの金属や、該金属を含む合金を用いることができる。または、該金属または合金の窒化物（例えば、窒化チタン）などを用いてもよい。また、上述した材料を含む導電膜のうち、2以上を積層した積層膜を用いてもよい。

【0284】

また、電極 471 及び電極 472 には、使用者から視認されない程度に細く加工された導電膜を用いてもよい。例えば、このような導電膜を格子状（メッシュ状）に加工することで、高い導電性と表示装置の高い視認性の両方を得ることができる。このとき、導電膜は 30 nm 以上 100 μm 以下、好ましくは 50 nm 以上 50 μm 以下、より好ましくは 50 nm 以上 20 μm 以下の幅である部分を有することが好ましい。特に、10 μm 以下のパターン幅を有する導電膜は、使用者が視認することが極めて困難となるため好ましい。

【0285】

一例として、図 27 (A) ~ (D) に、図 26 (B) に示す領域 460 を拡大した概略図を示す。

【0286】

図 27 (A) は、格子状の導電膜 461 を用いた場合の例を示している。このとき、表示装置が有する表示素子と重ならないように、導電膜 461 を配置することで、当該表示素子からの光を遮ることがないため好ましい。その場合、格子の向きを表示素子の配列と同じ向きとし、また格子の周期を表示素子の配列の周期の整数倍とすることが好ましい。

【0287】

図 27 (B) には、三角形の開口が形成されるように加工された格子状の導電膜 462 の例を示している。このような構成とすることで、図 27 (A) に示した場合に比べて抵抗をより低くすることが可能となる。

【0288】

また、図 27 (C) に示すように、周期性を有さないパターン形状を有する導電膜 463 としてもよい。このような構成とすることで、表示装置の表示部と重ねたときにモアレが生じることを抑制できる。

【0289】

また、電極 471 及び電極 472 に、導電性のナノワイヤを用いてもよい。図 27 (D) には、ナノワイヤ 464 を用いた場合の例を示している。隣接するナノワイヤ 464 同士が接触するように、適当な密度で分散することにより、2 次元的なネットワークが形成され、極めて透光性の高い導電膜として機能させることができる。例えば直径の平均値が 1 nm 以上 100 nm 以下、好ましくは 5 nm 以上 50 nm 以下、より好ましくは 5 nm 以上 25 nm 以下のナノワイヤを用いることができる。ナノワイヤ 464 としては、Ag ナノワイヤ、Cu ナノワイヤ、Al ナノワイヤ等の金属ナノワイヤ、または、カーボンナノチューブなどを用いることができる。例えば Ag ナノワイヤの場合、光透過率は 89% 以上、シート抵抗値は 40 / 以上 100 / 以下を実現することができる。

【0290】

また、図 26 (B) における電極 471 及び電極 472 のより詳細な構成例を図 27 (E)

10

20

30

40

50

)に示す。図27(E)は、電極471及び電極472のそれぞれに、格子状に加工された導電膜を用いた場合の一例である。

【0291】

図26(A)等では、電極471及び電極472の上面形状として、複数の菱形が一方向に連なった形状とした例を示したが、電極471及び電極472の形状としてはこれに限られず、帯状(長方形状)、曲線を有する帯状、ジグザグ形状など、様々な上面形状とすることができる。また、上記では電極471と電極472とが直交するように配置されているように示しているが、これらは必ずしも直交して配置される必要はなく、2つの電極の成す角が90度未満であってもよい。

【0292】

<10.表示装置の構成例8>

図28に、タッチパネルの一例を示す。図28は、タッチパネル350Eの断面図である。

【0293】

タッチパネル350Eは、画像を表示する機能と、タッチセンサとしての機能と、を有する、インセル型のタッチパネルである。

【0294】

タッチパネル350Eは、表示素子を支持する基板のみに、検知素子を構成する電極等を設けた構成である。このような構成は、別々に作製された表示装置と検知素子とを貼り合わせる構成や、対向基板側に検知素子を作製する構成に比べて、タッチパネルを薄型化もしくは軽量化することができる、または、タッチパネルの部品点数を少なくすることができる。

【0295】

図28に示すタッチパネル350Eは、先に示す表示装置100Aとは、共通電極及び補助配線139のレイアウトが異なる。

【0296】

複数の補助配線139は、それぞれ、共通電極112aまたは共通電極112bと電気的に接続される。

【0297】

図28に示すタッチパネル350Eでは、共通電極112aと、共通電極112bとの間に形成される容量を利用して、被検知体の近接または接触等を検知することができる。すなわちタッチパネル350Eにおいて、共通電極112a、112bは、液晶素子の共通電極と、検知素子の電極と、の両方を兼ねる。

【0298】

このように、本発明の一態様のタッチパネルでは、液晶素子を構成する電極が、検知素子を構成する電極を兼ねるため、作製工程を簡略化でき、かつ作製コストを低減できる。また、タッチパネルの薄型化、軽量化を図ることができる。

【0299】

共通電極は、補助配線139と電気的に接続される。補助配線139を設けることで、検知素子の電極の抵抗を低減させることができる。検知素子の電極の抵抗が低下することで、検知素子の電極の時定数を小さくすることができる。検知素子の電極の時定数が小さいほど、検出感度を高めることができ、さらには、検出の精度を高めることができる。

【0300】

検知素子の電極の時定数は、例えば、0秒より大きく 1×10^{-4} 秒以下、好ましくは0秒より大きく 5×10^{-5} 秒以下、より好ましくは0秒より大きく 5×10^{-6} 秒以下、より好ましくは0秒より大きく 5×10^{-7} 秒以下、より好ましくは0秒より大きく 2×10^{-7} 秒以下であるとよい。特に、時定数を 1×10^{-6} 秒以下とすることで、ノイズの影響を抑制しつつ高い検出感度を実現することができる。

【0301】

タッチパネル350Eは、一つのFPCにより、画素を駆動する信号と検知素子を駆動す

10

20

30

40

50

る信号が供給される。そのため、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減することが可能となる。

【0302】

以下では、タッチパネル350Eの動作方法の例などを示す。

【0303】

図29(A)は、タッチパネル350Eの表示部62に設けられる画素回路の一部における等価回路図である。

【0304】

一つの画素(副画素)は少なくともトランジスタ206と液晶素子40を有する。トランジスタ206のゲートには、配線3501が電氣的に接続されている。また、トランジスタ206のソースまたはドレインの一方には、配線3502が電氣的に接続されている。

10

【0305】

画素回路は、X方向に延在する複数の配線(例えば、配線3510__1、配線3510__2)と、Y方向に延在する複数の配線(例えば、配線3511__1)を有し、これらは互いに交差して設けられ、その間に容量が形成される。

【0306】

また、画素回路に設けられる画素のうち、一部の隣接する複数の画素は、それぞれに設けられる液晶素子の一方の電極が電氣的に接続され、一つのブロックを形成する。当該ブロックは、島状のブロック(例えば、ブロック3515__1、ブロック3515__2)と、X方向またはY方向に延在するライン状のブロック(例えば、Y方向に延在するブロック3516)の、2種類に分類される。なお、図29(A)では、画素回路の一部のみを示しているが、実際にはこれら2種類のブロックがX方向及びY方向に繰り返し配置される。ここで、液晶素子の一方の電極としては、例えば共通電極などが挙げられる。一方、液晶素子の他方の電極としては、例えば画素電極などが挙げられる。

20

【0307】

X方向に延在する配線3510__1(または3510__2)は、島状のブロック3515__1(またはブロック3515__2)と電氣的に接続される。なお、図示しないが、X方向に延在する配線3510__1は、ライン状のブロックを介してX方向に沿って不連続に配置される複数の島状のブロック3515__1を電氣的に接続する。また、Y方向に延在する配線3511__1は、ライン状のブロック3516と電氣的に接続される。

30

【0308】

図29(B)は、X方向に延在する複数の配線(配線3510__1乃至配線3510__6、まとめて配線3510とも記す)と、Y方向に延在する複数の配線(配線3511__1乃至配線3511__6、まとめて配線3511とも記す)の接続構成を示した等価回路図である。X方向に延在する配線3510の各々、及びY方向に延在する配線3511の各々には、共通電位を入力することができる。また、X方向に延在する配線3510の各々には、パルス電圧出力回路からパルス電圧を入力することができる。また、Y方向に延在する配線3511の各々は、検出回路と電氣的に接続することができる。なお、配線3510と配線3511とは入れ替えることができる。

【0309】

図30(A)、(B)を用いて、タッチパネル350Eの動作方法の一例について説明する。

40

【0310】

ここでは1フレーム期間を、書き込み期間と検知期間とに分ける。書き込み期間は画素への画像データの書き込みを行う期間であり、配線3501(ゲート線、または走査線ともいう)が順次選択される。一方、検知期間は、検知素子によるセンシングを行う期間である。

【0311】

図30(A)は、書き込み期間における等価回路図である。書き込み期間では、X方向に延在する配線3510と、Y方向に延在する配線3511の両方に、共通電位が入力され

50

る。

【 0 3 1 2 】

図 3 0 (B) は、検知期間における等価回路図である。検知期間では、Y 方向に延在する配線 3 5 1 1 の各々は、検出回路と電氣的に接続する。また、X 方向に延在する配線 3 5 1 0 には、パルス電圧出力回路からパルス電圧が入力される。

【 0 3 1 3 】

図 3 0 (C) は、相互容量方式の検知素子における入出力波形のタイミングチャートの一例である。

【 0 3 1 4 】

図 3 0 (C) では、1 フレーム期間で各行列での被検知体の検知を行うものとする。また、図 3 0 (C) では、検知期間における、被検知体を検知しない場合（非タッチ）と被検知体を検知する場合（タッチ）との 2 つの場合について示している。

10

【 0 3 1 5 】

配線 3 5 1 0 __ 1 乃至配線 3 5 1 0 __ 6 は、パルス電圧出力回路からパルス電圧が与えられる配線である。配線 3 5 1 0 __ 1 乃至配線 3 5 1 0 __ 6 にパルス電圧が印加されることで、容量を形成する一対の電極間には電界が生じ、容量に電流が流れる。この電極間に生じる電界が、指やペンなどのタッチによる遮蔽等により変化する。つまり、タッチなどにより、容量の容量値に変化が生じる。このことを利用して、被検知体の近接または接触を検知することができる。

【 0 3 1 6 】

配線 3 5 1 1 __ 1 乃至配線 3 5 1 1 __ 6 は、容量の容量値の変化による、配線 3 5 1 1 __ 1 乃至配線 3 5 1 1 __ 6 での電流の変化を検出するための検出回路と接続されている。配線 3 5 1 1 __ 1 乃至配線 3 5 1 1 __ 6 では、被検知体の近接または接触がないと検出される電流値に変化はないが、検出する被検知体の近接または接触により容量値が減少する場合には電流値が減少する。なお、電流の検出は、電流量の総和を検出してもよい。その場合には、積分回路等を用いて検出を行えばよい。または、電流のピーク値を検出してもよい。その場合には、電流を電圧に変換して、電圧値のピーク値を検出してもよい。

20

【 0 3 1 7 】

なお、図 3 0 (C) において、配線 3 5 1 1 __ 1 乃至配線 3 5 1 1 __ 6 については、検出される電流値に対応する電圧値とした波形を示している。なお、図 3 0 (C) のように、表示動作のタイミングと、検知動作のタイミングとは、同期させて動作することが望ましい。

30

【 0 3 1 8 】

配線 3 5 1 0 __ 1 乃至配線 3 5 1 0 __ 6 に与えられたパルス電圧にしたがって、配線 3 5 1 1 __ 1 乃至配線 3 5 1 1 __ 6 での波形が変化する。被検知体の近接または接触がない場合には、配線 3 5 1 0 __ 1 乃至配線 3 5 1 0 __ 6 の電圧の変化に応じて配線 3 5 1 1 __ 1 乃至配線 3 5 1 1 __ 6 の波形が一様に変化する。一方、被検知体が近接または接触する箇所では、電流値が減少するため、これに対応する電圧値の波形も変化する。

【 0 3 1 9 】

このように、容量値の変化を検出することにより、被検知体の近接または接触を検知することができる。なお、指やペンなどの被検知体は、タッチパネルに接触せず、近接した場合でも、信号が検出される場合がある。

40

【 0 3 2 0 】

なお、図 3 0 (C) では、配線 3 5 1 0 において、書き込み期間に与えられる共通電位と、検知期間に与えられる低電位が等しい例を示すが、本発明の一態様はこれに限られず、共通電位と低電位は異なる電位であってよい。

【 0 3 2 1 】

またパルス電圧出力回路及び検出回路は、例えば 1 個の IC の中に形成されていることが好ましい。当該 IC は、例えばタッチパネルに実装されること、もしくは電子機器の筐体内の基板に実装されることが好ましい。また可撓性を有するタッチパネルとする場合には

50

、曲げた部分では寄生容量が増大し、ノイズの影響が大きくなってしまふ恐れがあるため、ノイズの影響を受けにくい駆動方法が適用されたICを用いることが好ましい。例えばシグナル - ノイズ比 (S/N比) を高める駆動方法が適用されたICを用いることが好ましい。

【0322】

このように、画像の書き込み期間と検知素子によるセンシングを行う期間とを、独立して設けることが好ましい。これにより、画素の書き込み時のノイズに起因する検知素子の感度の低下を抑制することができる。

【0323】

本発明の一態様では、図30(D)に示すように、1フレーム期間に書き込み期間と検知期間をそれぞれ1つ有する。または、図30(E)に示すように、1フレーム期間に検知期間を2つ有していてもよい。1フレーム期間に検知期間を複数設けることで、検出感度をより高めることができる。例えば、1フレーム期間に検知期間を2つ以上4つ以下有していてもよい。

10

【0324】

次に、タッチパネル350Eが有する検知素子の上面構成例について、図31を用いて説明する。

【0325】

図31(A)に、検知素子の上面図を示す。検知素子は、導電層56a及び導電層56bを有する。導電層56aは、検知素子の一方の電極として機能し、導電層56bは、検知素子の他方の電極として機能する。検知素子は、導電層56aと、導電層56bとの間に形成される容量を利用して、被検知体の近接または接触等を検知することができる。なお、導電層56a及び導電層56bは、歯状の上面形状、またはスリットが設けられた上面形状を有している場合があるが、ここでは省略する。

20

【0326】

本発明の一態様において、導電層56a及び導電層56bは、液晶素子の共通電極としての機能も有する。

【0327】

Y方向に複数配設された導電層56aは、それぞれX方向に延在して設けられている。また、Y方向に複数配設された導電層56bは、Y方向に延在して設けられた導電層58によって、電氣的に接続されている。図31(A)では、m本の導電層56aと、n本の導電層58を有する例を示す。

30

【0328】

なお、導電層56aは、X方向に複数配設されていてもよく、その場合、Y方向に延在して設けられていてもよい。また、X方向に延在して設けられた導電層58によって、X方向に複数配設された導電層56bが電氣的に接続されていてもよい。

【0329】

図31(B)に示すように、検知素子の電極として機能する導電層56は、複数の画素60にわたって設けられる。導電層56は、図31(A)の導電層56a、56bのそれぞれに相当する。画素60は、それぞれ異なる色を呈する複数の副画素からなる。図31(B)では、3つの副画素60a、60b、60cにより、画素60が構成されている例を示す。

40

【0330】

また、検知素子が有する一对の電極は、それぞれ、補助配線と電氣的に接続されていることが好ましい。図31(C)に示すように、導電層56が補助配線57と電氣的に接続されていてもよい。なお、図31(C)では、導電層上に補助配線が重ねて設けられている例を示すが、補助配線上に導電層が重ねて設けられていてもよい。X方向に複数配設された導電層56は、補助配線57を介して、導電層58と電氣的に接続されていてもよい。

【0331】

可視光を透過する導電層の抵抗値は比較的高い場合がある。そのため、補助配線と電氣的

50

に接続させることで、検知素子が有する一对の電極の抵抗をそれぞれ低減することが好ましい。

【0332】

検知素子が有する一对の電極の抵抗を低減することで、一对の電極の時定数をそれぞれ小さくすることができる。これにより、検知素子の検出感度を向上させ、さらには、検知素子の検出精度を向上させることができる。

【0333】

< 11 . 表示装置の構成例 9 >

図32に、本実施の形態の表示装置が有する画素の一例である断面図を示す。

【0334】

図32は、透過型の液晶表示装置の一例である。図32に示すように、バックライトユニット13からの光は、破線の矢印に示す方向に射出される。

【0335】

図32において、バックライトユニット13の光は、トランジスタ914と液晶素子930LCとのコンタクト部、トランジスタ914、及び容量部916等を介して外部に取り出される。

【0336】

図32では、トランジスタ914の半導体層と、ソース電極またはドレイン電極の一方と、が可視光に対する透過性を有する例を示す。ソース電極またはドレイン電極の一方は、液晶素子930LCと電気的に接続されている。

【0337】

図32において、配線904は、トランジスタ914のソース電極またはドレイン電極の他方として機能する。また、配線902は、トランジスタ914のゲートとして機能する。これら配線は抵抗率の低い導電性材料を用いて形成されることが好ましい。配線902及び配線904は遮光性を有していてもよい。図32に示すトランジスタ914はバックゲートを有する。バックゲートの透光性は特に限定されない。

【0338】

図32では、容量部916において、それぞれ可視光に対する透過性を有する2つの導電層の間に絶縁層が挟持されている。2つの導電層の一方である第1の導電層は、配線902と接続されている。2つの導電層の他方である第2の導電層は、半導体層と同一の工程、同一の材料で形成されており、かつ、可視光に対する透過性を有する第3の導電層と接続されている。第3の導電層は、ソース電極またはドレイン電極の一方と同一の工程、同一の材料で形成されている。

【0339】

トランジスタ914、容量部916等が有する透光性の領域の面積が広いほど、バックライトユニット13の光を効率良く使用することができる。

【0340】

本実施の形態の表示装置は、トランジスタが可視光を透過する領域を有するため、画素の開口率を高めることができる。これにより、表示装置の消費電力を低減させることができる。また、表示装置の高精細化を実現できる。

【0341】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

【0342】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図33～図50を用いて説明する。

【0343】

< 1 . 表示装置の構成例 1 >

10

20

30

40

50

まず、図 3 3 ~ 図 3 5 を用いて、本実施の形態の表示装置について説明する。

【 0 3 4 4 】

本実施の形態の表示装置は、液晶素子、第 1 の絶縁層、及びトランジスタを有する。液晶素子は、画素電極、液晶層、及び共通電極を有する。第 1 の絶縁層は、画素電極とトランジスタの間に位置する。第 1 の絶縁層は、開口部を有する。トランジスタは、画素電極と電氣的に接続される。

【 0 3 4 5 】

トランジスタは、第 1 の領域を有する。トランジスタは、画素電極と接する第 1 の部分と、第 1 の絶縁層が有する開口部の側面と接する第 2 の部分と、を有する。画素電極、共通電極、及び第 1 の領域は、可視光を透過する機能を有する。可視光は、第 1 の領域及び液晶素子を透過して、表示装置の外部に射出される。トランジスタが有する第 1 の領域は、画素電極と接続される領域であってもよい。

10

【 0 3 4 6 】

本実施の形態の表示装置は、トランジスタが可視光を透過する領域を有する。例えば、トランジスタと画素電極のコンタクト部が、可視光を透過するため、当該コンタクト部を表示領域に設けることができる。これにより、画素の開口率を高め、表示装置の消費電力を低減させることができる。また、表示装置の高精細化を実現できる。

【 0 3 4 7 】

また、本実施の形態の表示装置では、液晶素子の電極が平坦に設けられる。具体的には、画素電極ではなく、トランジスタの構成要素が、トランジスタと画素電極との間の絶縁層に設けられた開口部を埋めるように設けられる。そのため、トランジスタと画素電極のコンタクト部において、画素電極に凹凸が形成されることを抑制できる。液晶素子の電極を平坦に形成することで、液晶素子のセルギャップのばらつきを低減することができる。また、液晶の初期配向のばらつきを低減することができる。これにより、表示装置における、表示不良の抑制が可能となる。また、液晶の配向不良に起因する開口率の縮小を抑制できる。

20

【 0 3 4 8 】

本実施の形態の表示装置は、さらに、走査線及び信号線を有する。走査線及び信号線は、それぞれ、トランジスタと電氣的に接続される。走査線及び信号線は、それぞれ、金属層を有する。走査線及び信号線に金属層を用いることで、走査線及び信号線の抵抗値を下げるることができる。

30

【 0 3 4 9 】

また、走査線は、トランジスタのチャネル領域と重なる部分を有することが好ましい。トランジスタのチャネル領域に用いる材料によっては、光が照射されることでトランジスタの特性が変動することがある。走査線が、トランジスタのチャネル領域と重なる部分を有することで、外光またはバックライトの光などが、チャネル領域に照射されることを抑制できる。これにより、トランジスタの信頼性を高めることができる。

【 0 3 5 0 】

図 3 3 (A) に示す表示装置 2 0 A は、基板 1 1、基板 1 2、接着層 1 6、トランジスタ 1 4、及び液晶素子 1 5 等を有する。表示装置 2 0 A の基板 1 2 側に、バックライトユニット 1 3 が配置されている。

40

【 0 3 5 1 】

液晶素子 1 5 は、画素電極 2 1、液晶層 2 2、及び共通電極 2 3 を有する。トランジスタ 1 4 は、画素電極 2 1 と接する部分と、絶縁層 2 6 が有する開口部の側面と接する部分と、を有する。このように、画素電極 2 1 とトランジスタ 1 4 とは、絶縁層 2 6 に設けられた開口を介して、互いに電氣的に接続されている。導電層 2 5 は、接続体 2 9 を介して、共通電極 2 3 と電氣的に接続されている。導電層 2 5 は、画素電極 2 1 と同一の工程及び同一の材料を用いて形成することができる。

【 0 3 5 2 】

バックライトユニット 1 3 からの光 4 5 a は、基板 1 2、接着層 1 6、絶縁層 2 6、画素

50

電極 2 1、液晶層 2 2、共通電極 2 3、及び基板 1 1 を介して、表示装置 2 0 A の外部に射出される。光 4 5 a が透過するこれらの層の材料には、可視光を透過する材料を用いる。

【 0 3 5 3 】

バックライトユニット 1 3 からの光 4 5 b は、基板 1 2、接着層 1 6、トランジスタ 1 4、絶縁層 2 6、画素電極 2 1、液晶層 2 2、共通電極 2 3、及び基板 1 1 を介して、表示装置 2 0 A の外部に射出される。本実施の形態において、液晶素子 1 5 と電氣的に接続されるトランジスタ 1 4 は、可視光を透過する領域を有する構成である。したがって、トランジスタ 1 4 が設けられている領域も、表示領域として使用することができる。これにより、画素の開口率を高めることができる。開口率が高いほど光取り出し効率を高めることができる。したがって、表示装置の消費電力を低減することができる。また、高精細な表示装置を実現できる。

10

【 0 3 5 4 】

本発明の一態様の表示装置の作製方法では、第 1 の基板上に、液晶素子の電極を形成した後、トランジスタを形成する。次に、第 1 の基板と第 2 の基板を貼り合わせる。そして、第 1 の基板と第 2 の基板を分離することで、液晶素子の電極及びトランジスタを第 1 の基板から第 2 の基板に転置する。液晶素子の電極をトランジスタよりも先に形成することで、画素電極とトランジスタのコンタクト部、及びトランジスタ自体に起因する凹凸の影響を受けず、液晶素子の電極を平坦に形成することができる。液晶素子の電極を平坦に形成することで、液晶素子のセルギャップのばらつきを低減することができる。また、液晶の初期配向のばらつきを低減することができる。これにより、表示装置における、表示不良の抑制が可能となる。また、液晶の配向不良に起因する開口率の縮小を抑制できる。

20

【 0 3 5 5 】

さらに、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、トランジスタを形成する際に用いる第 1 の基板が作製工程中で分離される。つまり、表示装置の構成要素に含まれる基板の材質によって、トランジスタの作製条件が限定されない。例えば、第 1 の基板上で高い温度をかけてトランジスタを作製することで、トランジスタの信頼性を高めることができる。そして、トランジスタ等を転置する第 2 の基板、及び、第 2 の基板と共に液晶層を封止する対向基板に、第 1 の基板よりも、軽量、薄型、または可撓性の高い基板を用いることで、表示装置の軽量化、薄型化、またはフレキシブル化が可能となる。

30

【 0 3 5 6 】

図 3 3 (B) に示す表示装置 2 0 B は、基板 1 1 側に、バックライトユニット 1 3 が配置されている点で、表示装置 2 0 A と異なる。その他の構成は、表示装置 2 0 A と同様であるため、説明を省略する。

【 0 3 5 7 】

表示装置 2 0 A では、光 4 5 b は、まず、トランジスタ 1 4 が有する可視光を透過する領域に入射する。そして、当該領域を透過した光 4 5 b は、液晶素子 1 5 に入射する。一方、表示装置 2 0 B では、光 4 5 b は、まず、液晶素子 1 5 に入射する。そして、液晶素子 1 5 を透過した光 4 5 b は、トランジスタ 1 4 が有する可視光を透過する領域に入射する。このように、バックライトユニット 1 3 からの光は、トランジスタ 1 4 と液晶素子 1 5 のどちらに先に入射してもよい。

40

【 0 3 5 8 】

また、表示装置 2 0 B では、トランジスタ 1 4 における画素電極 2 1 と接続される部分が、可視光を透過する例を示す。光 4 5 b は、トランジスタ 1 4 と画素電極 2 1 とのコンタクト部を透過する。つまり、トランジスタ 1 4 と画素電極 2 1 とのコンタクト部を、表示領域として使用することができる。これにより、画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

【 0 3 5 9 】

本発明の一態様の表示装置は、タッチセンサが搭載された表示装置（入出力装置またはタッチパネルともいう）に適用することができる。タッチセンサは、液晶素子及びトランジ

50

スタよりも表示面側に位置する。

【0360】

図34(A)に示す表示装置35Aは、表示装置20Aの基板11側に、タッチセンサユニット31が配置された構成である。

【0361】

図34(B)に示す表示装置35Bは、表示装置20Aの基板11と共通電極23との間に、タッチセンサユニット31及び絶縁層32が設けられた構成である。さらに、表示装置35Bは、導電層27及び導電層28を有する。

【0362】

導電層28は、タッチセンサユニット31と電気的に接続されている。導電層28は、接続体29を介して、導電層27と電気的に接続されている。これにより、一つの基板側にのみFPCを配置しても、液晶素子15を駆動する信号とタッチセンサユニット31を駆動する信号の双方を表示装置35Bに供給することができる。または、液晶素子15を駆動する信号を供給するFPCとタッチセンサユニット31を駆動する信号を供給するFPCとを同一面上に接続させることができる。一对の基板のそれぞれにFPC等を接続する必要がなく、表示装置の構成をより簡略化できる。基板11側と基板12側の双方にFPCを接続する場合に比べて、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減できる。なお、本発明の一態様の表示装置には、1つまたは複数のFPCを接続させることができる。導電層27は、画素電極21と同一の工程及び同一の材料を用いて形成することができる。導電層28は、共通電極23と同一の工程及び同一の材料を用いて形成することができる。

10

20

【0363】

表示装置35Bでは、一对の基板間に、タッチセンサユニット31を設けることができるため、基板枚数を削減し、表示装置の軽量化及び薄型化を実現できる。

【0364】

図34(C)に示す表示装置35Cは、表示装置20Bの基板12とトランジスタ14との間に、タッチセンサユニット31及び絶縁層32が設けられた構成である。さらに、表示装置35Cは、導電層33を有する。

【0365】

絶縁層26に接して、トランジスタ14が有する導電層の一つまたは複数と同一の工程、及び同一の材料で形成された導電層33が設けられている。導電層33は、タッチセンサユニット31と電気的に接続されている。表示装置35Cでは、一つの基板側にのみFPCを配置しても、液晶素子15を駆動する信号とタッチセンサユニット31を駆動する信号の双方を表示装置35Cに供給することができる。または、液晶素子15を駆動する信号を供給するFPCとタッチセンサユニット31を駆動する信号を供給するFPCとを同一面上に接続させることができる。そのため、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減できる。

30

【0366】

表示装置35Cでは、一对の基板間に、タッチセンサユニット31を設けることができるため、基板枚数を削減し、表示装置の軽量化及び薄型化を実現できる。

40

【0367】

[画素について]

次に、本実施の形態の表示装置が有する画素について、図35を用いて説明する。なお、実施の形態1で図3を用いて説明した内容も参酌することができる。

【0368】

図35(A1)に、画素900の上面概略図を示す。図35(A1)に示す画素900は、4つの副画素を有する。図35(A1)では、画素900において、副画素が縦に2つ、横に2つ配列している例を示している。各副画素には、透過型の液晶素子930LC(図35(A1)(A2)には図示しない)及びトランジスタ914等が設けられている。図35(A1)では、画素900に、配線902及び配線904が、それぞれ2本ずつ設

50

けられている。図35(A1)に示す各副画素では、液晶素子の表示領域(表示領域918R、表示領域918G、表示領域918B、及び表示領域918W)を示している。

【0369】

画素900は、配線902及び配線904等を有する。配線902は、例えば走査線として機能する。配線904は、例えば信号線として機能する。配線902と配線904とは、互いに交差する部分を有する。

【0370】

トランジスタ914は、選択トランジスタとして機能する。トランジスタ914のゲートは、配線902と電気的に接続されている。トランジスタ914のソースまたはドレインの一方は、配線904と電気的に接続されており、他方は、液晶素子930LCと電気的に接続されている。

10

【0371】

ここで、配線902及び配線904は遮光性を有する。またこれ以外の層、すなわち、トランジスタ914、トランジスタ914に接続する配線、コンタクト部、容量等を構成する各層には、透光性を有する膜を用いると好適である。図35(A2)は、図35(A1)に示す画素900を、可視光を透過する透過領域900tと、可視光を遮る遮光領域900sと、に分けて明示した例である。このように、透光性を有する膜を用いてトランジスタを作製することで、配線902及び配線904が設けられる部分以外を透過領域900tとすることができる。液晶素子の透過領域をトランジスタ、トランジスタに接続する配線、コンタクト部、容量等と重ねることができるため、画素の開口率を高めることができる。

20

【0372】

また、図35(A2)に示す一点鎖線A-Bの切断面に相当する断面図を図35(B)、(C)に示す。なお、図35(B)、(C)では、上面図において図示していない、液晶素子930LC、着色膜932CF、遮光膜932BM、容量素子915、駆動回路部901等の断面も合わせて図示している。駆動回路部901は、走査線駆動回路部または信号線駆動回路部として用いることができる。また、駆動回路部901は、トランジスタ911を有する。

【0373】

図35(B)、(C)に示すように、バックライトユニット13からの光は、破線の矢印に示す方向に射出される。バックライトユニット13の光は、トランジスタ914と液晶素子930LCとのコンタクト部、トランジスタ914、及び容量素子915等を介して外部に取り出される。したがって、トランジスタ914、及び容量素子915を構成する膜などについても、透光性を有すると好ましい。トランジスタ914、容量素子915等が有する透光性の領域の面積が広いほど、バックライトユニット13の光を効率良く使用することができる。

30

【0374】

なお、図35(B)、(C)に示すように、バックライトユニット13からの光は、着色膜932CFを介して外部に取り出してもよい。着色膜932CFを介して取り出すことで、所望の色に着色することができる。

40

【0375】

図35(B)では、バックライトユニット13からの光は、まず、着色膜932CFに入射する。そして、着色膜932CFを透過した光は、液晶素子930LCに入射する。そして、液晶素子930LCを透過した光は、トランジスタ914、及び容量素子915等を介して外部に取り出される。

【0376】

図35(C)では、バックライトユニット13からの光は、まず、トランジスタ914、及び容量素子915等に入射する。そして、トランジスタ914、及び容量素子915等を透過した光は、液晶素子930LCに入射する。そして、液晶素子930LCを透過した光は、着色膜932CFを介して外部に取り出される。

50

【0377】

図35に示すトランジスタ、配線、容量素子等は、実施の形態1で例示した材料を用いて形成することができる。

【0378】

本実施の形態に示す表示装置が有する画素の構成とすることで、バックライトユニットから射出される光を効率よく使用することができる。したがって、消費電力が抑制された、優れた表示装置を提供することができる。

【0379】

<2.表示装置の構成例2>

次に、図36~図37を用いて、本実施の形態の表示装置について説明する。図36(A)は、表示装置110の断面図である。表示装置110の斜視図は、表示装置100Aと同様であるため、図4及び実施の形態1の記載を参照できる。図37は、タッチパネル355の断面図である。

10

【0380】

表示装置110は、横電界方式の液晶素子を用いた透過型の液晶表示装置の一例である。

【0381】

図36(A)に示すように、表示装置110は、基板51、接着層142、トランジスタ201、トランジスタ206、液晶素子40、配向膜133a、配向膜133b、接続部204、接着層141、スペーサ117、着色層131、遮光層132、基板61、及び偏光板130等を有する。

20

【0382】

表示部62は、トランジスタ206及び液晶素子40を有する。

【0383】

トランジスタ206は、ゲート221、絶縁層213、及び半導体層(チャネル領域231a及び低抵抗領域231b)を有する。絶縁層213はゲート絶縁層として機能する。低抵抗領域231bの抵抗率は、チャネル領域231aの抵抗率よりも低い。半導体層は、可視光を透過することができる。本実施の形態では、半導体層として酸化物半導体層を用いる場合を例に説明する。酸化物半導体層は、インジウムを含むことが好ましく、In-M-Zn酸化物(MはAl、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、La、Ce、Nd、SnまたはHf)膜であることがさらに好ましい。酸化物半導体層の詳細は、後述する。

30

【0384】

導電層222は、絶縁層212及び絶縁層214に設けられた開口を通じて、低抵抗領域231bと接続している。

【0385】

トランジスタ206は、絶縁層212及び絶縁層214に覆われている。なお、絶縁層212、さらには絶縁層214を、トランジスタ206の構成要素とみなすこともできる。トランジスタは、トランジスタを構成する半導体への不純物の拡散を抑制する効果を奏する絶縁層で覆われていることが好ましい。

【0386】

絶縁層213は、過剰酸素領域を有することが好ましい。絶縁層213が過剰酸素領域を有することで、チャネル領域231a中に過剰酸素を供給することができる。チャネル領域231aに形成されうる酸素欠損を過剰酸素により補填することができるため、信頼性の高いトランジスタを提供することができる。

40

【0387】

絶縁層212は、窒素または水素を有することが好ましい。絶縁層212と、低抵抗領域231bと、が接することで、絶縁層212中の窒素または水素が低抵抗領域231b中に添加される。低抵抗領域231bは、窒素または水素が添加されることで、キャリア密度が高くなる。

【0388】

液晶素子40は、FFSモードが適用された液晶素子である。液晶素子40は、画素電極

50

111、共通電極112、及び液晶層113を有する。画素電極111と共通電極112との間に生じる電界により、液晶層113の配向を制御することができる。液晶層113は、配向膜133aと配向膜133bの間に位置する。

【0389】

画素電極111は、トランジスタ206が有する半導体層の低抵抗領域231bと電氣的に接続される。

【0390】

接続部207では、半導体層の低抵抗領域231bが、画素電極111と接続している。半導体層の低抵抗領域231bは、絶縁層211の開口部の側面と接する部分を有する。半導体層の低抵抗領域231bは、絶縁層211の開口部の側面と接し、かつ、画素電極111と接続する。これにより、画素電極111を平坦に設けることができる。

10

【0391】

半導体層に、可視光を透過する材料を用いることで、接続部207を、画素の開口部69（副画素の開口部、表示領域ともいえる）に設けることができる。

【0392】

接続部207は基板61側に凹凸を有さない。そのため、接続部207と重なり、かつ接続部207よりも基板61側に位置する、画素電極111、絶縁層220、共通電極112及び配向膜133aの基板61側の表面は、それぞれ、平坦である。したがって、液晶層113の接続部207と重なる部分を、他の部分と同様に表示に用いることができる。すなわち、接続部207が設けられている領域を画素の開口部として用いることができる。これにより、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

20

【0393】

なお、絶縁層212よりも基板51側に設けられた導電層を用いて、低抵抗領域231bと画素電極111を電氣的に接続してもよい。その場合には当該導電層と低抵抗領域231bとの接続部と、当該導電層と画素電極111の接続部の2つの接続部を設ける必要が生じる。一方、図36(A)等に示す構成では、接続部を減らすことが可能となる。そのため、デザインルールを変更することなく、画素を縮小することが可能で、高精細な表示装置を実現できる。このように、半導体層の低抵抗領域231bが直接、画素電極111と接続することにより、画素のレイアウトの自由度を高めることができる。

30

【0394】

図36(A)に示す共通電極112は、歯状の上面形状、またはスリットが設けられた上面形状を有する。画素電極111と共通電極112の間には、絶縁層220が設けられている。画素電極111は、絶縁層220を介して共通電極112と重なる部分を有する。また、画素電極111と着色層131とが重なる領域において、画素電極111上に共通電極112が配置されていない部分を有する。

【0395】

液晶層113と接する配向膜を設けることが好ましい。配向膜は、液晶層113の配向を制御することができる。表示装置110では、共通電極112及び絶縁層220と液晶層113との間に配向膜133aが位置し、オーバーコート121と液晶層113との間に配向膜133bが位置している。

40

【0396】

画素電極111は、絶縁層211に埋め込まれている。画素電極111の液晶層113側の面は、絶縁層211の液晶層113側の面と同一面（または同一平面）を形成することができる。つまり、画素電極111の液晶層113側の面と、絶縁層211の液晶層113側の面とは、同一面上に位置する、同一面に接する、境界に段差が（実質的に）ない、または高さが一致する等ということができる。

【0397】

表示装置110において、絶縁層211、絶縁層212、及び絶縁層214の厚さは、トランジスタ201及びトランジスタ206の特性に直接的な影響を与えない。そのため、

50

絶縁層 2 1 1、絶縁層 2 1 2、及び絶縁層 2 1 4 を、それぞれ、厚く設けることができる。これにより、画素電極 1 1 1 とゲート 2 2 1 との間の寄生容量、画素電極 1 1 1 と導電層 2 2 2 との間の寄生容量、または画素電極 1 1 1 と半導体層との間の寄生容量等を低減することができる。

【 0 3 9 8 】

図 3 6 (B) に、表示装置 1 1 0 が有する画素の開口部 6 9 における、液晶層 1 1 3 とその周囲の断面図を示す。図 3 6 (B) に示すように、共通電極 1 1 2 は絶縁層 2 2 0 に埋め込まれている。共通電極 1 1 2 の液晶層 1 1 3 側の面と、絶縁層 2 2 0 の液晶層 1 1 3 側の面とは、同一面（または同一平面）を形成することができる。つまり、共通電極 1 1 2 の液晶層 1 1 3 側の面と、絶縁層 2 2 0 の液晶層 1 1 3 側の面とは、同一面上に位置する、同一面に接する、境界に段差が（実質的に）ない、または高さが一致する等ということができる。そして、配向膜 1 3 3 a は平坦に設けられる。

10

【 0 3 9 9 】

一方、図 3 6 (C) では、絶縁層 2 2 0 の液晶層 1 1 3 側の面上に共通電極 1 1 2 が設けられている。そして、配向膜 1 3 3 a は、共通電極 1 1 2 の厚みに起因した凹凸を有する（一点鎖線の枠内参照）。そのため、画素の開口部 6 9 内で、液晶層 1 1 3 の厚さ（セルギャップともいえる）がばらつき、良好な表示が得られにくくなる場合がある。

【 0 4 0 0 】

また、共通電極 1 1 2 の端部付近では、配向膜 1 3 3 a の表面の凹凸に起因して、液晶層 1 1 3 の初期配向がばらつきやすくなる場合がある。液晶層 1 1 3 の初期配向が揃いにくい領域を表示に用いると、コントラストが低下することがある。また、隣接する 2 つの副画素間に、液晶層 1 1 3 の初期配向が揃いにくい領域が生じた場合は、当該領域を遮光層 1 3 2 等で覆うことでコントラストの低下を抑制できるが、開口率が低下することがある。

20

【 0 4 0 1 】

図 3 6 (A)、(B) に示すように、共通電極 1 1 2 の液晶層 1 1 3 側の面と、絶縁層 2 2 0 の液晶層 1 1 3 側の面とが、同一面を形成できると、画素の開口部 6 9 内で、配向膜 1 3 3 a と配向膜 1 3 3 b の間隔を均一にすることができる。つまり、共通電極 1 1 2 の厚さが、液晶層 1 1 3 の厚さに影響を与えない。液晶層 1 1 3 の厚さは、画素の開口部 6 9 内で均一となる。これにより、表示装置 1 1 0 は、色再現性を高め、良好な表示を行うことができる。

30

【 0 4 0 2 】

また、配向膜 1 3 3 a が平坦に設けられることで、共通電極 1 1 2 の端部においても、初期配向を揃えやすくなる。隣接する 2 つの副画素間に、液晶層 1 1 3 の初期配向が揃いにくい領域が生じることを抑制できる。したがって、開口率を高めることができ、表示装置の高精細化が容易となる。また、表示装置の消費電力を低減させることができる。

【 0 4 0 3 】

以上のように、本発明の一態様の表示装置では、共通電極 1 1 2 の端部に生じる段差を低減し、段差に基づく配向欠陥を生じにくくすることができる。

【 0 4 0 4 】

表示装置 1 1 0 は、透過型の液晶表示装置であるため、画素電極 1 1 1 及び共通電極 1 1 2 の双方に、可視光を透過する導電性材料を用いる。画素電極 1 1 1 及び共通電極 1 1 2 のうち、少なくとも一方に酸化物導電層を用いることが好ましい。なお、画素電極 1 1 1 及び共通電極 1 1 2 のうち、少なくとも一方を、酸化物半導体を用いて形成してもよい。同一の金属元素を有する酸化物半導体を、表示装置を構成する層のうち 2 層以上に用いることで、製造装置（例えば、成膜装置、加工装置等）を 2 以上の工程で共通で用いることが可能となるため、製造コストを抑制することができる。

40

【 0 4 0 5 】

画素電極 1 1 1 と半導体層の双方に酸化物を用いることが好ましい。例えば、一方に酸化物以外の材料（金属など）を用い、他方に酸化物を用いると、当該酸化物以外の材料が酸

50

化して画素電極 1 1 1 と半導体層の間に生じる接触抵抗が増大するなどの不具合が生じる場合がある。画素電極 1 1 1 と半導体層の双方に酸化物を用いることで、接触抵抗が低減され、表示装置 1 1 0 の信頼性を高めることができる。

【0406】

画素電極 1 1 1 と半導体層の双方に、同一の金属元素を有する酸化物半導体を用いることで、画素電極 1 1 1 と半導体層の低抵抗領域 2 3 1 b との密着性を高められる場合がある。

【0407】

例えば、絶縁層 2 1 1 に水素を含む窒化シリコン膜を用い、画素電極 1 1 1 に酸化物半導体を用いると、絶縁層 2 1 1 から供給される水素によって、酸化物半導体の導電率を高めることができる。

10

【0408】

例えば、絶縁層 2 2 0 に水素を含む窒化シリコン膜を用い、共通電極 1 1 2 に酸化物半導体を用いると、絶縁層 2 2 0 から供給される水素によって、酸化物半導体の導電率を高めることができる。

【0409】

トランジスタ 2 0 1 及びトランジスタ 2 0 6 は、絶縁層 2 1 5 で覆われており、絶縁層 2 1 5 上には、着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 が設けられている。着色層 1 3 1 は、少なくとも、画素の開口部 6 9 (副画素の開口部ともいえる) と重なる部分に位置する。画素(副画素)が有する遮光領域 6 7 には、遮光層 1 3 2 が設けられている。遮光層 1 3 2 は、トランジスタ 2 0 6 の少なくとも一部と重なる。着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 上には、接着層 1 4 2 を介して、基板 5 1 が貼り合わされている。

20

【0410】

スペーサ 1 1 7 は、基板 5 1 と基板 6 1 との距離が一定以上近づくことを防ぐ機能を有する。図 3 6 (A) では、スペーサ 1 1 7 の底面が、基板 6 1 と接している例を示す。また、図 3 6 (A) では、スペーサ 1 1 7 と重なる部分で、配向膜 1 3 3 a と配向膜 1 3 3 b が接する例を示す。

【0411】

基板 5 1 及び基板 6 1 は、接着層 1 4 1 によって貼り合わされている。基板 5 1、基板 6 1、及び接着層 1 4 1 に囲まれた領域に、液晶層 1 1 3 が封止されている。

30

【0412】

表示装置 1 1 0 を、透過型の液晶表示装置として機能させる場合、偏光板を、表示部 6 2 を挟むように 2 つ配置する。図 3 6 (A) では、基板 5 1 側の偏光板 1 3 0 を図示している。基板 6 1 側に設けられた偏光板よりも外側に配置されたバックライトからの光 4 5 は偏光板を介して入射する。このとき、画素電極 1 1 1 と共通電極 1 1 2 の間に与える電圧によって液晶層 1 1 3 の配向を制御し、光の光学変調を制御することができる。すなわち、偏光板 1 3 0 を介して射出される光の強度を制御することができる。また、入射光は着色層 1 3 1 によって特定の波長領域以外の光が吸収されるため、射出される光は例えば赤色、青色、または緑色を呈する光となる。

【0413】

駆動回路部 6 4 は、トランジスタ 2 0 1 を有する。

40

【0414】

トランジスタ 2 0 1 は、ゲート 2 2 1、絶縁層 2 1 3、半導体層(チャネル領域 2 3 1 a 及び低抵抗領域 2 3 1 b)、導電層 2 2 2 a、及び導電層 2 2 2 b を有する。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b のうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b は、それぞれ、低抵抗領域 2 3 1 b と電氣的に接続される。

【0415】

接続部 2 0 4 では、配線 6 5 と導電層 2 5 5 が互いに接続し、導電層 2 5 5 と導電層 2 5 3 が互いに接続し、導電層 2 5 3 と導電層 2 5 1 が互いに接続している。導電層 2 5 1 と

50

接続体 2 4 2 は互いに接続している。つまり、接続部 2 0 4 は接続体 2 4 2 を介して F P C 7 2 と電氣的に接続している。このような構成とすることで、F P C 7 2 から、配線 6 5 に、信号及び電力を供給することができる。

【 0 4 1 6 】

配線 6 5 は、トランジスタ 2 0 6 が有する導電層 2 2 2 と同一の材料、同一の工程で形成することができる。導電層 2 5 5 は、半導体層の低抵抗領域 2 3 1 b と同一の材料、同一の工程で形成することができる。導電層 2 5 3 は、液晶素子 4 0 が有する画素電極 1 1 1 と同一の材料、同一の工程で形成することができる。導電層 2 5 1 は、液晶素子 4 0 が有する共通電極 1 1 2 と同一の材料、同一の工程で形成することができる。このように、接続部 2 0 4 を構成する導電層を、表示部 6 2 や駆動回路部 6 4 に用いる導電層と同一の材料、同一の工程で作製すると、工程数の増加を防ぐことができ好ましい。

10

【 0 4 1 7 】

図 3 7 に示すタッチパネル 3 5 5 は、図 3 6 (A) に示す表示装置 1 1 0 の構成に加えて、以下の構成を有する。表示装置 1 1 0 と共通する構成については、説明を省略する。

【 0 4 1 8 】

タッチパネル 3 5 5 は、着色層 1 3 1 と、接着層 1 4 2 との間に、オーバーコート 1 2 1 及びタッチセンサを有する。

【 0 4 1 9 】

着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 上には、オーバーコート 1 2 1 を設けることが好ましい。オーバーコート 1 2 1 は、着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 等に含まれる不純物がタッチセンサに拡散することを抑制できる。

20

【 0 4 2 0 】

オーバーコート 1 2 1 上には、電極 1 2 7、電極 1 2 8、及び配線 1 3 6 が設けられている。電極 1 2 7、電極 1 2 8、及び配線 1 3 6 上に、絶縁層 1 2 5 が設けられている。絶縁層 1 2 5 上に、電極 1 2 4 及び導電層 1 2 6 が設けられている。電極 1 2 4 は、絶縁層 1 2 5 に設けられた開口を介して、電極 1 2 7 を挟むように設けられる 2 つの電極 1 2 8 と電氣的に接続している。導電層 1 2 6 は、絶縁層 1 2 5 に設けられた開口を介して、配線 1 3 6 と電氣的に接続されている。電極 1 2 4 及び導電層 1 2 6 上に、接着層 1 4 2 を介して基板 5 1 が貼り合わされている。

【 0 4 2 1 】

本発明の一態様では、液晶素子の電極、トランジスタ、着色層、タッチセンサ等を同一の基板上に形成することができる。そのため、基板 6 1 側の構成要素の数を減らすことができる。

30

【 0 4 2 2 】

また、トランジスタとタッチセンサの間に着色層を配置することで、トランジスタとタッチセンサの距離を離すことができる。これにより、トランジスタの駆動時のノイズがタッチセンサに伝搬することを抑制できる。これによりタッチセンサを安定に動作させることができる。なお、トランジスタとタッチセンサの間に、ノイズを遮蔽するためのシールドとして機能する層を設けてもよい。例えば、定電位が供給される導電層を、配置してもよい。

40

【 0 4 2 3 】

入力装置が有する導電層のうち、開口部 6 9 と重なる導電層（電極 1 2 7、1 2 8 等）には、可視光を透過する材料を用いる。

【 0 4 2 4 】

なお、入力装置が有する導電層を遮光領域 6 7 にのみ配置してもよい。入力装置が有する導電層を開口部 6 9 と重ねない構成とすることで、入力装置が有する導電層の材料の可視光の透過性が限定されない。入力装置が有する導電層に、金属等の抵抗率の低い材料を用いることができる。例えば、タッチセンサの配線及び電極として、メタルメッシュを用いることが好ましい。これにより、タッチセンサの配線及び電極の抵抗を下げるができる。また、大型の表示装置のタッチセンサとして好適である。なお、一般的に金属は反射

50

率が大きい材料であるが、酸化処理などを施すことにより暗色にすることができる。したがって、表示面側から視認した場合においても、外光の反射による視認性の低下を抑えることができる。

【0425】

また、当該配線及び当該電極を、金属層と反射率の小さい層（「暗色層」ともいう。）の積層で形成してもよい。暗色層の一例としては、酸化銅を含む層、塩化銅または塩化テルルを含む層などがある。また、暗色層を、Ag粒子、Agファイバー、Cu粒子等の金属微粒子、カーボンナノチューブ（CNT）、グラフェン等のナノ炭素粒子、並びに、PEDOT、ポリアニリン、ポリピロールなどの導電性高分子などを用いて形成してもよい。

【0426】

導電層126は、配線65、導電層255、導電層253、導電層251、及び接続体242を介してFPC72と電気的に接続される。これにより、一つの基板側にのみFPCを配置しても、液晶素子40を駆動する信号とタッチセンサを駆動する信号の双方を供給することができる。または、液晶素子40を駆動する信号を供給するFPCとタッチセンサを駆動する信号を供給するFPCとを同一面上に接続させることができる。一对の基板のそれぞれにFPC等を接続する必要がなく、表示装置の構成をより簡略化できる。基板51側と基板61側の双方にFPCを接続する場合に比べて、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減できる。なお、表示装置には、1つまたは複数のFPCを接続させることができる。

【0427】

バックライトからの光は、基板61、液晶素子40を透過した後、トランジスタと画素電極111のコンタクト部に入射する。本発明の一態様では、トランジスタと画素電極111のコンタクト部が可視光を透過する構成であるため、当該コンタクト部を開口部69に設けることができる。当該コンタクト部を透過した光は、着色層131、タッチセンサ、基板51等を透過して、タッチパネル355の外部に射出される。

【0428】

本実施の形態の表示装置及びタッチパネルの各構成要素に用いることができる材料等の詳細は、実施の形態1を参照できる。

【0429】

<3. 表示装置の構成例3>

図38～図41に、表示装置の一例をそれぞれ示す。図38は、表示装置110Aの断面図であり、図39は、本発明の一態様の表示装置が有する副画素の上面図であり、図40は、表示装置110Bの断面図であり、図41は、タッチパネル355Aの断面図である。なお、表示装置110A、表示装置110B、及びタッチパネル355Aの斜視図は、図4に示す表示装置100Aと同様であるため、ここでの説明は省略する。

【0430】

図38に示す表示装置110Aは、先に示す表示装置110と、画素電極111と共通電極112の位置関係が異なる。

【0431】

図36(A)に示す表示装置110は、配向膜133aと共通電極112とが接する構成である。一方、図38に示す表示装置110Aは、配向膜133aと画素電極111とが接する構成である。

【0432】

図38に示すように、表示装置110Aでは、半導体層の低抵抗領域231bが、絶縁層211及び絶縁層220の開口部の側面と接し、かつ、画素電極111と接続する。これにより、画素電極111を平坦に設けることができる。

【0433】

表示装置110Aにおいて、共通電極112は絶縁層211に埋め込まれている。共通電極112の液晶層113側の面は、絶縁層211の液晶層113側の面と同一面を形成することができる。

10

20

30

40

50

【0434】

画素電極111は、絶縁層220に埋め込まれている。画素電極111の液晶層113側の面は、絶縁層220の液晶層113側の面と同一面を形成することができる。そして、配向膜133aは平坦に設けられる。

【0435】

図38に示すように、画素電極111の液晶層113側の面と、絶縁層220の液晶層113側の面とが、同一面を形成できると、画素の開口部69内で、配向膜133aと配向膜133bの間隔を均一にすることができる。つまり、画素電極111の厚さが、液晶層113の厚さに影響を与えない。液晶層113の厚さは、画素の開口部69内で均一となる。これにより、表示装置110Aは、色再現性を高め、良好な表示を行うことができる。

10

【0436】

また、配向膜133aが平坦に設けられることで、画素電極111の端部においても、初期配向を揃えやすくなる。隣接する2つの副画素間に、液晶層113の初期配向が揃にくい領域が生じることを抑制できる。したがって、開口率を高めることができ、表示装置の高精細化が容易となる。

【0437】

図39(A)、(B)に、本発明の一態様の表示装置が有する副画素の上面図を示す。図39(A)は、副画素のうち、共通電極112から導電層222までの積層構造(例えば、図40参照)を、共通電極112側から見た上面図である。図39(A)には、副画素の開口部69を一点鎖線の枠で示す。図39(B)は、図39(A)の積層構造から共通電極112を除いた上面図である。

20

【0438】

図40に、表示装置110Bの断面図を示す。図40に示す表示装置110Bは、先に示す表示装置110の構成に加え、絶縁層211b及びゲート223を有する。

【0439】

本発明の一態様の表示装置では、チャンネルの上下にゲートが設けられているトランジスタを適用することができる。

【0440】

図39に示すコンタクト部Q1において、ゲート221及びゲート223は、電氣的に接続されている。

30

【0441】

図39に示すコンタクト部Q2において、半導体層の低抵抗領域231bが、画素電極111と接続している。半導体層に可視光を透過する材料を用いることで、コンタクト部Q2を副画素の開口部69に設けることができる。これにより、副画素の開口率を高めることができる。また、表示装置の消費電力を低減することができる。

【0442】

図39において、1つの導電層が、走査線228及びゲート223として機能するともいえる。図39において、1つの導電層が、信号線229及び導電層222として機能するともいえる。

40

【0443】

ゲート221、223には、それぞれ、金属材料及び酸化物導電体(OC)の一方を単層で、または双方を積層して用いることができる。例えば、ゲート221及びゲート223のうち、一方に、酸化物導電体を用い、他方に金属材料を用いてもよい。

【0444】

トランジスタ206は、半導体層として酸化物半導体層を用い、ゲート221及びゲート223のうち、少なくとも一方に酸化物導電層を用いる構成とすることができる。このとき、酸化物半導体層と酸化物導電層を、酸化物半導体を用いて形成することが好ましい。

【0445】

ゲート223に可視光を遮る導電層を用いることで、バックライトの光がチャンネル領域2

50

3 1 a に照射されることを抑制できる。このように、チャンネル領域 2 3 1 a を、可視光を遮る導電層と重ねると、光によるトランジスタの特性変動を抑制できる。これにより、トランジスタの信頼性を高めることができる。

【0446】

チャンネル領域 2 3 1 a の基板 5 1 側に、遮光層 1 3 2 が設けられ、チャンネル領域 2 3 1 a の基板 6 1 側に、可視光を遮るゲート 2 2 3 が設けられていることで、バックライトの光及び外光が、チャンネル領域 2 3 1 a に照射されることを抑制できる。

【0447】

図 3 9 (A) 及び図 4 0 では、1 つの副画素の開口部 6 9 に、共通電極 1 1 2 の開口が 1 つ設けられている例を示す。

【0448】

< 4 . 表示装置の作製方法例 >

図 4 1 に示すタッチパネル 3 5 5 A の作製方法の一例について、図 4 2 ~ 図 4 7 を用いて説明する。なお、本作製方法例において、作製するトランジスタや液晶素子の構成を変えることで、本実施の形態の他の表示装置及びタッチパネルも作製することができる。

【0449】

作製基板上に機能素子を形成した後、機能素子を作製基板から分離して別の基板に転置することができる。この方法によれば、例えば、耐熱性の高い作製基板上で形成した機能素子を、耐熱性の低い基板に転置することができる。このため、機能素子の作製温度が、耐熱性の低い基板によって制限されない。また、作製基板に比べて軽い、薄い、または可撓性が高い基板等に機能素子を転置することが可能であり、半導体装置、表示装置等の各種装置の軽量化、薄型化、フレキシブル化を実現できる。

【0450】

具体的には、第 1 の基板上に分離層を形成し、分離層上に機能素子を形成し、第 1 の基板と第 2 の基板とを、接着層を用いて貼り合わせた後、分離層を用いて第 1 の基板と第 2 の基板を分離することで、第 1 の基板上で形成した機能素子を第 2 の基板に転置することができる。

【0451】

分離層に用いることができる材料は、例えば無機材料または有機材料等が挙げられる。

【0452】

無機材料としては、タングステン、モリブデン、チタン、タンタル、ニオブ、ニッケル、コバルト、ジルコニウム、亜鉛、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、シリコンから選択された元素を含む金属、該元素を含む合金または該元素を含む化合物等を挙げることができる。

【0453】

有機材料としては、ポリイミド、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリカーボネート若しくはアクリル樹脂等を挙げることができる。

【0454】

分離層は、単層構造または積層構造等を有していてもよい。例えば、タングステンを含む層とタングステンの酸化物を含む層の積層構造を適用できる。また、金属酸化物層と樹脂層の積層構造を適用できる。

【0455】

分離層の材料によって、分離界面は異なる。具体的には、第 1 の基板と分離層との界面、分離層中、または分離層と分離層に接して設けられた被剥離層との界面で、分離が生じる。

【0456】

本実施の形態では、金属酸化物層と樹脂層の積層構造を分離層に用いて、金属酸化物層と樹脂層の界面（分離層中ともいえる）で分離させる例を示す。

【0457】

まず、図 4 2 (A) に示すように、作製基板 3 0 1 上に金属酸化物層 3 0 3 を形成し、金

10

20

30

40

50

属酸化物層 303 上に、樹脂層 305 を形成する。

【0458】

作製基板 301 は、搬送が容易となる程度に剛性を有し、かつ作製工程にかかる温度に対して耐熱性を有する。作製基板 301 に用いることができる材料としては、例えば、ガラス、石英、セラミック、サファイア、樹脂、半導体、金属または合金などが挙げられる。ガラスとしては、例えば、無アルカリガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス等が挙げられる。

【0459】

作製基板 301 の厚さは、例えば、0.5 mm 以上 1 mm 以下であり、具体的には 0.5 mm や 0.7 mm が挙げられる。

【0460】

金属酸化物層 303 には、各種金属の酸化物を用いることができる。金属酸化物としては、例えば、酸化チタン (TiO_x)、酸化モリブデン、酸化アルミニウム、酸化タングステン、シリコンを含むインジウム錫酸化物 (ITSO)、インジウム亜鉛酸化物、In-Ga-Zn 酸化物等が挙げられる。

【0461】

そのほか、金属酸化物としては、酸化インジウム、チタンを含むインジウム酸化物、タングステンを含むインジウム酸化物、インジウム錫酸化物 (ITO)、チタンを含む ITO、タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛 (ZnO)、ガリウムを含む ZnO、酸化ハフニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ガリウム、酸化タンタル、酸化マグネシウム、酸化ランタン、酸化セリウム、酸化ネオジム、酸化スズ、酸化ビスマス、チタン酸塩、タンタル酸塩、ニオブ酸塩等が挙げられる。

【0462】

金属酸化物層 303 の形成方法に特に限定は無い。例えば、スパッタリング法、プラズマ CVD 法、蒸着法、ゾルゲル法、電気泳動法、スプレー法等を用いて形成することができる。

【0463】

金属層を成膜した後に、当該金属層に酸素を導入することで、金属酸化物層 303 を形成することができる。このとき、金属層の表面のみ、または金属層全体を酸化させる。前者の場合、金属層に酸素を導入することで、金属層と金属酸化物層 303 との積層構造が形成される。分離層は、金属層、金属酸化物層 303、及び樹脂層 305 の積層構造であってもよい。

【0464】

例えば、酸素を含む雰囲気下で金属層を加熱することで、金属層を酸化させることができる。酸素を含むガスを流しながら金属層を加熱することが好ましい。金属層を加熱する温度は、100 以上 500 以下が好ましく、100 以上 450 以下がより好ましく、100 以上 400 以下がより好ましく、100 以上 350 以下がさらに好ましい。

【0465】

金属層は、トランジスタの作製における最高温度以下で加熱されることが好ましい。これにより、表示装置の作製における最高温度が高くなることを防止できる。トランジスタの作製における最高温度以下とすることで、トランジスタの作製工程における製造装置などを流用することが可能となるため、追加の設備投資などを抑制することができる。したがって、生産コストが抑制された表示装置とすることができる。例えば、トランジスタの作製温度が 350 までである場合、加熱処理の温度は 350 以下とすることが好ましい。

【0466】

または、金属層の表面にラジカル処理を行うことで金属層を酸化させることができる。ラジカル処理では、酸素ラジカル及びヒドロキシルラジカルのうち少なくとも一方を含む雰囲気、金属層の表面を曝すことが好ましい。例えば、酸素または水蒸気 (H_2O) のうち

10

20

30

40

50

一方または双方を含む雰囲気中でプラズマ処理を行うことが好ましい。

【0467】

金属酸化物層303の表面または内部に、水素、酸素、水素ラジカル(H^*)、酸素ラジカル(O^*)、ヒドロキシラジカル(OH^*)等を含ませることで、金属酸化物層303と樹脂層305との分離に要する力を低減できる。このことから、金属酸化物層303の形成に、ラジカル処理もしくはプラズマ処理を行うことは好適である。

【0468】

金属層の表面にラジカル処理もしくはプラズマ処理を行うことで金属層を酸化させる場合、金属層を高温で加熱する工程が不要となる。そのため、表示装置の作製における最高温度が高くなることを防止できる。

【0469】

または、酸素雰囲気下で、金属酸化物層303を形成することができる。例えば、酸素を含むガスを流しながら、スパッタリング法を用いて金属酸化物膜を成膜することで、金属酸化物層303を形成できる。この場合も、金属酸化物層303の表面にラジカル処理を行うことが好ましい。ラジカル処理では、酸素ラジカル、水素ラジカル、及びヒドロキシラジカルのうち少なくとも1種を含む雰囲気中に、金属酸化物層303の表面を曝すことが好ましい。例えば、酸素、水素、または水蒸気(H_2O)のうち一つまたは複数を含む雰囲気中でプラズマ処理を行うことが好ましい。

【0470】

ラジカル処理は、プラズマ発生装置またはオゾン発生装置を用いて行うことができる。

【0471】

例えば、酸素プラズマ処理、水素プラズマ処理、水プラズマ処理、オゾン処理等を行うことができる。酸素プラズマ処理は、酸素を含む雰囲気下でプラズマを生成して行うことができる。水素プラズマ処理は、水素を含む雰囲気下でプラズマを生成して行うことができる。水プラズマ処理は、水蒸気(H_2O)を含む雰囲気下でプラズマを生成して行うことができる。特に水プラズマ処理を行うことで、金属酸化物層303の表面または内部に水分を多く含ませることができ好ましい。

【0472】

酸素、水素、水(水蒸気)、及び不活性ガス(代表的にはアルゴン)のうち2種以上を含む雰囲気下でのプラズマ処理を行ってもよい。当該プラズマ処理としては、例えば、酸素と水素とを含む雰囲気下でのプラズマ処理、酸素と水とを含む雰囲気下でのプラズマ処理、水とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理、酸素とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理、または酸素と水とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理などが挙げられる。プラズマ処理のガスの一つとして、アルゴンガスを用いることで金属層または金属酸化物層303にダメージを与えながら、プラズマ処理を行うことが可能となるため好適である。

【0473】

2種以上のプラズマ処理を大気に暴露することなく連続で行ってもよい。例えば、アルゴンプラズマ処理を行った後に、水プラズマ処理を行ってもよい。

【0474】

そのほか、酸素、水素、水等の導入方法としては、イオン注入法、イオンドーピング法、プラズマイメージョンイオン注入法等を用いることができる。

【0475】

金属酸化物層303の厚さは、例えば、1nm以上200nm以下が好ましく、5nm以上100nm以下がより好ましく、5nm以上50nm以下がより好ましい。なお、金属層を用いて金属酸化物層303を形成する場合、最終的に形成される金属酸化物層303の厚さは、成膜した金属層の厚さよりも厚くなることもある。

【0476】

金属酸化物層303には、酸化チタン、酸化タングステン等が好適である。酸化チタンを用いると、酸化タングステンよりもコストを低減でき、好ましい。

10

20

30

40

50

【0477】

樹脂層305は、各種樹脂材料（樹脂前駆体を含む）を用いて形成することができる。

【0478】

樹脂層305は、熱硬化性を有する材料を用いて形成することが好ましい。

【0479】

樹脂層305は、感光性を有する材料を用いて形成してもよく、感光性を有さない材料（非感光性の材料ともいう）を用いて形成してもよい。

【0480】

感光性を有する材料を用いると、フォトリソグラフィ法により、所望の形状の樹脂層305を形成することができる。具体的には、樹脂層305となる膜を成膜した後、溶媒を除去するための熱処理（プリベーク処理）を行い、その後フォトマスクを用いて露光を行う。続いて、現像処理を施すことで、不要な部分を除去することができる。

10

【0481】

また、樹脂層305となる層または樹脂層305上にレジストマスク、ハードマスク等のマスクを形成し、エッチングすることで、所望の形状の樹脂層305を形成することができる。この方法は、非感光性の材料を用いる場合に特に好適である。

【0482】

例えば、樹脂層305上に無機膜を形成し、無機膜上にレジストマスクを形成する。レジストマスクを用いて、無機膜をエッチングした後、無機膜をハードマスクに用いて、樹脂層305をエッチングすることができる。

20

【0483】

ハードマスクとして用いることができる無機膜としては、各種無機絶縁膜や、導電層に用いることができる金属膜及び合金膜などが挙げられる。

【0484】

マスクを極めて薄い厚さで形成し、エッチングと同時にマスクを除去することができると、マスクを除去する工程を削減でき、好ましい。

【0485】

樹脂層305は、ポリイミド樹脂またはポリイミド樹脂前駆体を含む材料を用いて形成されることが好ましい。樹脂層305は、例えば、ポリイミド樹脂と溶媒を含む材料、またはポリアミック酸と溶媒を含む材料等を用いて形成できる。ポリイミドは、表示装置の平坦化膜等に好適に用いられる材料であるため、成膜装置や材料を共有することができる。そのため本発明の一態様の構成を実現するために新たな装置や材料を必要としない。

30

【0486】

そのほか、樹脂層305の形成に用いることができる樹脂材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。

【0487】

樹脂層305は、スピンコータを用いて形成することが好ましい。スピンコート法を用いることで、大判基板に薄い膜を均一に形成することができる。

【0488】

樹脂層305は、粘度が5cP以上500cP未満、好ましくは5cP以上100cP未満、より好ましくは10cP以上50cP以下の溶液を用いて形成することが好ましい。溶液の粘度が低いほど、塗布が容易となる。また、溶液の粘度が低いほど、気泡の混入を抑制でき、良質な膜を形成できる。

40

【0489】

そのほか、樹脂層305の形成方法としては、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等が挙げられる。

【0490】

加熱処理は、例えば、加熱装置のチャンバーの内部に、酸素、窒素、及び希ガス（アルゴ

50

ンなど)のうち一つまたは複数を含むガスを流しながら行うことができる。または、加熱処理は、大気雰囲気下で加熱装置のチャンバー、ホットプレート等を用いて行うことができる。

【0491】

大気雰囲気下や酸素を含むガスを流しながら加熱を行うと、樹脂層305が酸化により着色し、可視光に対する透過性が低下することがある。

【0492】

そのため、窒素ガスを流しながら、加熱を行うことが好ましい。これにより、樹脂層305の可視光に対する透過性を高めることができる。

【0493】

加熱処理により、樹脂層305中の脱ガス成分(例えば、水素、水等)を低減することができる。特に、樹脂層305上に形成する各層の作製温度以上の温度で加熱することが好ましい。これにより、トランジスタの作製工程における、樹脂層305からの脱ガスを大幅に抑制することができる。

【0494】

例えば、トランジスタの作製温度が350 までである場合、樹脂層305となる膜を350 以上450 以下で加熱することが好ましく、400 以下がより好ましく、375 以下がさらに好ましい。これにより、トランジスタの作製工程における、樹脂層305からの脱ガスを大幅に抑制することができる。

【0495】

加熱処理の温度は、トランジスタの作製における最高温度以下とすることが好ましい。トランジスタの作製における最高温度以下とすることで、トランジスタの作製工程における製造装置などを流用することが可能となるため、追加の設備投資などを抑制することができる。したがって、生産コストが抑制された表示装置とすることができ。例えば、トランジスタの作製温度が350 までである場合、加熱処理の温度は350 以下とすることが好ましい。

【0496】

トランジスタの作製における最高温度と、加熱処理の温度を等しくすると、加熱処理を行うことで表示装置の作製における最高温度が高くなることを防止でき、かつ樹脂層305の脱ガス成分を低減できるため、好ましい。

【0497】

処理時間を長くすることで、加熱温度が比較的低い場合であっても、加熱温度がより高い条件の場合と同等の剥離性を実現できる場合がある。そのため、加熱装置の構成により加熱温度を高められない場合には、処理時間を長くすることが好ましい。

【0498】

加熱処理の時間は、例えば、5分以上24時間以下が好ましく、30分以上12時間以下がより好ましく、1時間以上6時間以下がさらに好ましい。なお、加熱処理の時間はこれに限定されない。例えば、加熱処理を、RTA(Rapid Thermal Annealing)法を用いて行う場合などは、5分未満としてもよい。

【0499】

加熱装置としては、電気炉や、抵抗発熱体などの発熱体からの熱伝導または熱輻射によって被処理物を加熱する装置等、様々な装置を用いることができる。例えば、GRTA(Gas Rapid Thermal Anneal)装置、LRTA(Lamp Rapid Thermal Anneal)装置等のRTA装置を用いることができる。LRTA装置は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどのランプから発する光(電磁波)の輻射により、被処理物を加熱する装置である。GRTA装置は、高温のガスをを用いて加熱処理を行う装置である。RTA装置を用いることによって、処理時間を短縮することができるので、量産する上で好ましい。また、加熱処理はインライン型の加熱装置を用いて行ってもよい。

10

20

30

40

50

【0500】

加熱処理を行う前に、樹脂層305となる膜に含まれる溶媒を除去するための熱処理（プリベーク処理ともいう）を行ってもよい。プリベーク処理の温度は用いる材料に応じて適宜決定することができる。例えば、50以上180以下、80以上150以下、または90以上120以下で行うことができる。または、加熱処理がプリベーク処理を兼ねてもよく、加熱処理によって、樹脂層305となる膜に含まれる溶媒を除去してもよい。

【0501】

樹脂層305は、可撓性を有する。作製基板301は、樹脂層305よりも可撓性が低い。

10

【0502】

樹脂層305の厚さは、0.01 μm 以上10 μm 未満であることが好ましく、0.1 μm 以上5 μm 以下であることがより好ましく、0.5 μm 以上3 μm 以下であることがさらに好ましい。樹脂層を薄く形成することで、低コストで表示装置を作製できる。また、表示装置の軽量化及び薄型化が可能となる。また、表示装置の可撓性を高めることができる。低粘度の溶液を用いることで、樹脂層305を薄く形成することが容易となる。ただし、これに限定されず、樹脂層305の厚さは、10 μm 以上としてもよい。例えば、樹脂層305の厚さを10 μm 以上200 μm 以下としてもよい。樹脂層305の厚さを10 μm 以上とすることで、表示装置の剛性を高めることができるため好適である。

【0503】

樹脂層305の熱膨張係数は、0.1ppm/以上50ppm/以下であることが好ましく、0.1ppm/以上20ppm/以下であることがより好ましく、0.1ppm/以上10ppm/以下であることがさらに好ましい。樹脂層305の熱膨張係数が低いほど、加熱により、トランジスタ等を構成する層にクラックが生じることや、トランジスタ等が破損することを抑制できる。

20

【0504】

次に、樹脂層305上に、共通電極112及び導電層251を形成する。なお、共通電極112を形成する前に、樹脂層305上に絶縁層（窒化物絶縁層、酸化物絶縁層等）を形成してもよい。

【0505】

本発明の一態様では、トランジスタを形成する前に共通電極112を形成するため、平坦な面上に共通電極112を形成することができる。

30

【0506】

次に、共通電極112及び導電層251を覆う絶縁層220を形成する。次に、絶縁層220上に、画素電極111及び導電層253を形成する。次に、画素電極111及び導電層253を覆う絶縁層211aを形成する（図42（B））。

【0507】

次に、絶縁層211a上に、ゲート223を形成し、ゲート223を覆う絶縁層211bを形成する（図42（C））。

【0508】

次に、絶縁層211a及び絶縁層211bの一部をエッチングすることで、画素電極111に達する開口部と導電層253に達する開口部を形成する（図43（A））。ここでは、絶縁層211aと絶縁層211bをまとめてエッチングする例を示すが、本発明の一態様はこれに限られない。

40

【0509】

次に、絶縁層に設けられた開口部を覆うように、島状の半導体層231を形成する（図43（B））。

【0510】

次に、半導体層231を覆う絶縁層213__0を形成し、絶縁層213__0上に導電層221__0を形成する（図44（A））。

50

【0511】

次に、絶縁層213₀及び導電層221₀を加工することで、島状の絶縁層213及び島状のゲート221を形成する。そして、絶縁層213及びゲート221を覆う絶縁層212を形成する(図44(B))。

【0512】

窒素または水素を含む絶縁層212を形成すること、さらには加熱処理を行うことで、半導体層のうちゲート221及び絶縁層213と重ならない部分に窒素または水素を供給し、低抵抗領域231bを形成することができる。

【0513】

または、島状の絶縁層213及び島状のゲート221を形成後かつ絶縁層212を形成する前に、半導体層231に不純物を添加し、低抵抗領域231bを形成してもよい。または、絶縁層212を形成した後に、半導体層231に不純物を添加し、低抵抗領域231bを形成してもよい。後述する絶縁層214、215の少なくとも一方を形成した後に半導体層231に不純物を添加してもよい。

10

【0514】

半導体層のうちゲート221及び絶縁層213と重なる部分は、重ならない部分に比べて不純物の供給が妨げられるため、抵抗率の低下が抑制され、チャンネル領域231aとして機能することができる。

【0515】

次に、絶縁層214を形成する。絶縁層212及び絶縁層214の一部をエッチングすることで、低抵抗領域231bに達する開口部と導電層255に達する開口部を形成する。なお、複数の絶縁層は、それぞれ別の工程で加工してもよいし、2層以上をまとめて加工してもよい。次に、絶縁層に設けられた開口部を覆うように、低抵抗領域231b上に導電層を形成し、当該導電層を所望の形状に加工することで、導電層222及び配線65を形成する(図45(A))。

20

【0516】

次に、図45(B)に示すように、絶縁層215を形成し、絶縁層215上に、着色層131及び遮光層132を形成する。

【0517】

絶縁層215は平坦化機能を有していてもよい。

30

【0518】

着色層131は、感光性の材料を用いて形成することで、フォトリソグラフィ法等により島状に加工することができる。遮光層132は、金属または樹脂等を用いて形成することができる。

【0519】

次に、着色層131及び遮光層132を覆うオーバーコート121を形成する。そして、オーバーコート121及び絶縁層215に、配線65に達する開口部を設ける。

【0520】

次に、オーバーコート121上に、検知素子を形成する。具体的には、オーバーコート121上に、電極127、電極128、及び配線136を形成する。配線136は、オーバーコート121及び絶縁層215に設けられた開口部を覆うように形成され、配線65と電氣的に接続する。次に、電極127、電極128、及び配線136を覆う絶縁層125を形成する。絶縁層125に電極128に達する開口部と配線136に達する開口部を設ける。次に、絶縁層125上に、電極124及び導電層126を設ける。電極124は、絶縁層125に設けられた開口部を覆うように形成され、電極128と電氣的に接続する。導電層126は、絶縁層125に設けられた開口部を覆うように形成され、配線136と電氣的に接続する。

40

【0521】

その後、作製基板301と基板51とを、接着層142を用いて貼り合わせる(図45(B))。

50

【0522】

次に、図46に示すように、金属酸化物層303と樹脂層305とを分離する。

【0523】

本実施の形態では、光を照射することで、金属酸化物層303と樹脂層305とを分離する。なお、加熱処理等により、分離を行ってもよい。

【0524】

光照射工程において、レーザー光を、作製基板301を介して金属酸化物層303と樹脂層305との界面またはその近傍に照射することが好ましい。また、レーザー光は、金属酸化物層303中に照射されてもよく、樹脂層305中に照射されてもよい。

【0525】

金属酸化物層303は、レーザー光を吸収する。樹脂層305は、レーザー光を吸収してもよい。

10

【0526】

作製基板301と金属酸化物層303の積層構造におけるレーザー光の吸収率は、50%以上100%以下が好ましく、75%以上100%以下がより好ましく、80%以上100%以下がさらに好ましい。当該積層構造が、レーザー光の大半を吸収することで、金属酸化物層303と樹脂層305との界面で確実に剥離することが可能となる。また、樹脂層305が光から受けるダメージを低減できる。

【0527】

レーザー光の照射により、金属酸化物層303と樹脂層305の密着性もしくは接着性が低下する。レーザー光の照射により、樹脂層305が脆弱化されることがある。

20

【0528】

レーザー光としては、少なくともその一部が作製基板301を透過し、かつ金属酸化物層303に吸収される波長の光を選択して用いる。レーザー光は、可視光線から紫外線の波長領域の光であることが好ましい。例えば波長が180nm以上450nm以下の光、好ましくは200nm以上400nm以下の光、より好ましくは波長が250nm以上350nm以下の光を用いることができる。

【0529】

レーザー光は、金属酸化物層303のエネルギーギャップよりも高いエネルギーを有することが好ましい。例えば、酸化チタンのエネルギーギャップは、約3.2eVである。したがって、金属酸化物層303に酸化チタンを用いる場合、光は、3.2eVより高いエネルギーを有することが好ましい。

30

【0530】

特に、波長308nmのエキシマレーザを用いると、生産性に優れるため好ましい。エキシマレーザは、LTFSにおけるレーザ結晶化にも用いるため、既存のLTFS製造ラインの装置を流用することができ、新たな設備投資を必要としないため好ましい。波長308nmの光のエネルギーは、約4.0eVである。つまり、金属酸化物層303に酸化チタンを用いる場合、波長308nmのエキシマレーザは好適である。また、Nd:YAGレーザの第三高調波である波長355nmのUVレーザなどの固体UVレーザ(半導体UVレーザともいう)を用いてもよい。固体レーザはガスを用いないため、エキシマレーザに比べて、ランニングコストを低減でき、好ましい。また、ピコ秒レーザ等のパルスレーザを用いてもよい。

40

【0531】

レーザー光として、線状のレーザー光を用いる場合には、作製基板301と光源とを相対的に移動させることでレーザー光を走査し、剥離したい領域に亘ってレーザー光を照射する。

【0532】

ここで、分離時に、分離界面に水や水溶液など、水を含む液体を添加し、該液体が分離界面に浸透するように分離を行うことで、分離を容易に行うことができる。また、分離時に生じる静電気が、トランジスタなどの機能素子に悪影響を及ぼすこと(半導体素子が静電気により破壊されるなど)を抑制できる。

50

【0533】

供給する液体としては、水（好ましくは純水）、中性、アルカリ性、もしくは酸性の水溶液や、塩が溶けている水溶液が挙げられる。また、エタノール、アセトン等が挙げられる。また、各種有機溶剤を用いてもよい。

【0534】

また、作製基板301と樹脂層305とを分離する前に、レーザ光または鋭利な刃物等を用いて、分離の起点を形成することが好ましい。樹脂層305の一部にクラックを入れる（膜割れやひびを生じさせる）ことで、分離の起点を形成できる。例えば、レーザ光の照射によって、樹脂層305の一部を溶解、蒸発、または熱的に破壊することができる。

【0535】

そして、形成した分離の起点から、物理的な力（人間の手や治具で引き剥がす処理や、基板に密着させたローラーを回転させることで分離する処理等）によって樹脂層305と作製基板301とを分離する。図46の下部に、樹脂層305から分離された金属酸化物層303と作製基板301を示す。

【0536】

次に、樹脂層305の一部または全部を除去してもよい。樹脂層305は、ウエットエッチング装置、ドライエッチング装置、アッシング装置等を用いて除去することができる。特に、酸素プラズマを用いたアッシングを行って樹脂層305を除去することが好適である。樹脂層305の厚さが薄いと、樹脂層305を除去する工程にかかる時間を短縮でき好ましい。樹脂層305を除去することで、共通電極112及び導電層251を露出することができる（図47）。また、導電層251が露出するように、樹脂層305の一部を除去してもよい。なお、樹脂層305を配向膜133aとして用いてもよい。

【0537】

次に、共通電極112上に配向膜133aを形成する。

【0538】

その後、接着層141を用いて、配向膜133bが形成された基板61と、基板51と、の間に、液晶層113を封止する。以上により、タッチパネル355A（図41）を作製することができる。

【0539】

以上のように、本発明の一態様では、表示装置を構成するトランジスタ及び液晶素子等の機能素子を、作製基板上で形成する。したがって、機能素子の形成工程にかかる熱に対する制限がほとんど無い。高温プロセスにて作製した極めて信頼性の高い機能素子を、表示装置を構成する基板上に歩留まりよく転置することができる。これにより、信頼性の高い表示装置を実現できる。

【0540】

本発明の一態様では、トランジスタを形成する前に、液晶素子の電極を形成するため、液晶素子の電極を平坦な面上に形成できる。したがって、セルギャップのばらつき及び液晶の初期配向のばらつきを抑制することができる。これにより、開口率を高くすること、さらには、表示装置の高精細化が可能となる。

【0541】

< 5 . 表示装置の構成例4 >

図48(A)に、表示装置の一例をそれぞれ示す。図48(A)は、表示装置110Cの断面図である。なお、表示装置110Cの斜視図は、図4に示す表示装置100Aと同様であるため、ここでの説明は省略する。

【0542】

図48(A)に示す表示装置110Cは、先に示す表示装置110Bと、画素電極111と共通電極112の形状が異なる。

【0543】

画素電極111及び共通電極112の双方が、歯状の上面形状、またはスリットが設けられた上面形状を有していてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 5 4 4 】

図 4 8 (A) に示す表示装置 1 1 0 C の表示部 6 2 は、上面から見て、画素電極 1 1 1 及び共通電極 1 1 2 の双方が設けられていない部分を有する。

【 0 5 4 5 】

または、上面から見て、一方の電極のスリットの端部と、他方の電極のスリットの端部が重なる形状であってもよい。この場合の断面図を図 4 8 (B) に示す。

【 0 5 4 6 】

または、上面から見て、画素電極 1 1 1 及び共通電極 1 1 2 が互いに重なる部分を有していてもよい。この場合の断面図を図 4 8 (C) に示す。

【 0 5 4 7 】

または、上面から見て、一方の電極の一方の端部は、他方の電極と重なり、他方の端部は、他方の電極と重ならなくてもよい。この場合の断面図を図 4 8 (D) に示す。

【 0 5 4 8 】

または、図 4 8 (E) に示すように、画素電極 1 1 1 及び共通電極 1 1 2 は、同一平面上に設けられていてもよい。

【 0 5 4 9 】

< 6 . 表示装置の構成例 5 >

図 4 9 は、タッチパネル 3 5 5 B の断面図である。タッチパネル 3 5 5 B の斜視図は、図 2 0 に示すタッチパネル 3 5 0 A と同様であるため、実施の形態 1 の説明を参照できる。

【 0 5 5 0 】

タッチパネル 3 5 5 B は、別々に作製された表示装置と検知素子とを貼り合わせた構成である。

【 0 5 5 1 】

タッチパネル 3 5 5 B は、入力装置 3 7 5 と、表示装置 3 7 0 とを有し、これらが重ねて設けられている。

【 0 5 5 2 】

図 4 9 は、表示部 6 2、駆動回路部 6 4、F P C 7 2 a を含む領域、及び F P C 7 2 b を含む領域等の断面図である。

【 0 5 5 3 】

基板 5 1 と基板 6 1 とは、接着層 1 4 1 によって貼り合わされている。基板 6 1 と基板 1 6 2 とは、接着層 1 6 9 によって貼り合わされている。ここで、基板 5 1 から基板 6 1 までの各層が、表示装置 3 7 0 に相当する。また、基板 1 6 2 から電極 1 2 4 までの各層が入力装置 3 7 5 に相当する。つまり、接着層 1 6 9 は、表示装置 3 7 0 と入力装置 3 7 5 を貼り合わせているといえる。

【 0 5 5 4 】

図 4 9 に示す表示装置 3 7 0 の構成は、図 3 8 に示す表示装置 1 1 0 A と同様の構成であるため、詳細な説明は省略する。

【 0 5 5 5 】

基板 5 1 には、接着層 1 6 7 によって、偏光板 1 6 5 が貼り合わされている。偏光板 1 6 5 には、接着層 1 6 3 によって、バックライト 1 6 1 が貼り合わされている。

【 0 5 5 6 】

基板 1 6 2 には、接着層 1 6 8 によって、偏光板 1 6 6 が貼り合わされている。偏光板 1 6 6 には、接着層 1 6 4 によって、保護基板 1 6 0 が貼り合わされている。

【 0 5 5 7 】

入力装置 3 7 5 と表示装置 3 7 0 の間に偏光板 1 6 6 を配置してもよい。その場合、図 4 9 に示す保護基板 1 6 0、接着層 1 6 4、及び接着層 1 6 8 を設けなくてもよい。つまり、タッチパネル 3 5 5 B の最表面に基板 1 6 2 が位置する構成とすることができる。

【 0 5 5 8 】

基板 1 6 2 の基板 6 1 側には、電極 1 2 7 及び電極 1 2 8 が設けられている。電極 1 2 7 及び電極 1 2 8 は同一平面上に形成されている。絶縁層 1 2 5 は、電極 1 2 7 及び電極 1

10

20

30

40

50

28を覆うように設けられている。電極124は、絶縁層125に設けられた開口を介して、電極127を挟むように設けられる2つの電極128と電氣的に接続している。

【0559】

入力装置375が有する導電層のうち、画素の開口部と重なる導電層（電極127、128等）には、可視光を透過する材料を用いる。

【0560】

電極127、128と同一の導電層を加工して得られた配線136が、電極124と同一の導電層を加工して得られた導電層126と接続している。導電層126は、接続体242bを介してFPC72bと電氣的に接続される。

【0561】

<7. 表示装置の構成例6>

図50に、タッチパネルの一例を示す。図50は、タッチパネル355Cの断面図である。

【0562】

タッチパネル355Cは、画像を表示する機能と、タッチセンサとしての機能と、を有する、インセル型のタッチパネルである。

【0563】

タッチパネル355Cは、表示素子を支持する基板のみに、検知素子を構成する電極等を設けた構成である。このような構成は、別々に作製された表示装置と検知素子とを貼り合わせる構成や、対向基板側に検知素子を作製する構成に比べて、タッチパネルを薄型化もしくは軽量化することができる、または、タッチパネルの部品点数を少なくすることができる。

【0564】

図50に示すタッチパネル355Cは、先に示す表示装置110Bの構成に加え、補助配線119を有する。

【0565】

補助配線119は、共通電極112と電氣的に接続されている。共通電極と電氣的に接続する補助配線を設けることで、共通電極の抵抗に起因する電圧降下を抑制することができる。また、このとき、金属酸化物を含む導電層と、金属を含む導電層の積層構造とする場合には、ハーフトーンマスクを用いたパターニング技術により形成すると、工程を簡略化できるため好ましい。

【0566】

タッチパネルの使用者から視認されないよう、補助配線119は、遮光層132等と重なる位置に設けられることが好ましい。

【0567】

図50では、隣り合う2つの副画素を含む断面図を示す。図50に示す2つの副画素はそれぞれ異なる画素が有する副画素である。

【0568】

図50に示すタッチパネル355Cでは、左の副画素が有する共通電極112と、右の副画素が有する共通電極112との間に形成される容量を利用して、被検知体の近接または接触等を検知することができる。すなわちタッチパネル355Cにおいて、共通電極112は、液晶素子の共通電極と、検知素子の電極と、の両方を兼ねる。

【0569】

このように、本発明の一態様のタッチパネルでは、液晶素子を構成する電極が、検知素子を構成する電極を兼ねるため、作製工程を簡略化でき、かつ作製コストを低減できる。また、タッチパネルの薄型化、軽量化を図ることができる。

【0570】

共通電極112は、補助配線119と電氣的に接続されている。補助配線119を設けることで、検知素子の電極の抵抗を低減させることができる。検知素子の電極の抵抗が低下することで、検知素子の電極の時定数を小さくすることができる。検知素子の電極の時定

10

20

30

40

50

数が小さいほど、検出感度を高めることができ、さらには、検出の精度を高めることができる。

【0571】

タッチパネル355Cは、一つのFPCにより、画素を駆動する信号と検知素子を駆動する信号が供給される。そのため、電子機器に組み込みやすく、また、部品点数を削減することが可能となる。

【0572】

タッチパネル355Cには、実施の形態1のタッチパネル350Eの動作方法の例など(図29~図31参照)を適用することができる。

【0573】

本実施の形態の表示装置は、トランジスタが可視光を透過する領域を有するため、画素の開口率を高めることができる。これにより、表示装置の消費電力を低減させることができる。また、表示装置の高精細化を実現できる。

【0574】

本実施の形態の表示装置では、液晶素子の電極が平坦に設けられる。表示装置における、表示不良の抑制が可能となる。また、液晶の配向不良に起因する開口率の縮小を抑制できる。

【0575】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0576】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置で行うことができる動作モードについて図51を用いて説明する。

【0577】

なお、以下では、通常のフレーム周波数(代表的には60Hz以上240Hz以下)で動作する通常動作モード(Normal mode)と、低速のフレーム周波数で動作するアイドル・ストップ(IDS)駆動モードと、を例示して説明する。

【0578】

なお、IDS駆動モードとは、画像データの書き込み処理を実行した後、画像データの書き換えを停止する駆動方法のことをいう。一旦画像データの書き込みをして、その後、次の画像データの書き込みまでの間隔を延ばすことで、その間の画像データの書き込みに要する分の消費電力を削減することができる。IDS駆動モードは、例えば、通常動作モードの1/100乃至1/10程度のフレーム周波数とすることができる。静止画は、連続するフレーム間でビデオ信号が同じである。よって、IDS駆動モードは、静止画を表示する場合に特に有効である。IDS駆動を用いて画像を表示させることで、消費電力が低減されるとともに、画面のちらつき(フリッカー)が抑制され、眼精疲労も低減できる。

【0579】

図51(A)~図51(C)は、画素回路、及び、通常駆動モードとIDS駆動モードを説明するタイミングチャートである。なお、図51(A)では、第1の表示素子501(ここでは反射型の液晶素子)と、第1の表示素子501に電氣的に接続される画素回路506と、を示している。また、図51(A)に示す画素回路506では、信号線SLと、ゲート線GLと、信号線SL及びゲート線GLに接続されたトランジスタM1と、トランジスタM1に接続される容量素子C_{SLC}とを示している。

【0580】

トランジスタM1は、データD₁のリークパスと成り得る。よって、トランジスタM1のオフ電流は小さいほど好ましい。トランジスタM1としては、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を有するトランジスタを用いることが好ましい。金属酸化物が増幅作用、整流作用、及びスイッチング作用の少なくとも1つを有する場合、当該金属酸化物を、金属酸化物半導体(metal oxide semiconductor)または酸化物半導体(oxide semiconductor)、略してOSと呼ぶことができる

10

20

30

40

50

。以下、トランジスタの代表例として、チャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を用いたトランジスタ（「OSトランジスタ」ともいう。）を用いて説明する。OSトランジスタは、多結晶シリコンなどを用いたトランジスタよりも非導通状態時のリーク電流（オフ電流）が極めて低い特徴を有する。トランジスタM1にOSトランジスタを用いることでノードND1に供給された電荷を長期間保持することができる。

【0581】

なお、図51（A）に示す回路図において、液晶素子LCはデータD1のリークパスとなる。したがって、適切にIDS駆動を行うには、液晶素子LCの抵抗率を $1.0 \times 10^{14} \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$ 以上とすることが好ましい。

【0582】

なお、上記OSトランジスタのチャンネル領域には、例えば、In-Ga-Zn酸化物、In-Zn酸化物などを好適に用いることができる。また、上記In-Ga-Zn酸化物としては、代表的には、In:Ga:Zn=4:2:4.1[原子数比]近傍の組成を用いることができる。

【0583】

図51（B）は、通常駆動モードでの信号線SL及びゲート線GLにそれぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。通常駆動モードでは通常のフレーム周波数（例えば60Hz）で動作する。図51（B）に期間T1からT3までを表す。各フレーム期間でゲート線GLに走査信号を与え、信号線SLからデータD1をノードND1に書き込む動作を行う。この動作は、期間T1からT3までで同じデータD1を書き込む場合、または異なるデータを書き込む場合でも同じである。

【0584】

一方、図51（C）は、IDS駆動モードでの信号線SL及びゲート線GLに、それぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。IDS駆動では低速のフレーム周波数（例えば1Hz）で動作する。1フレーム期間を期間T1で表し、その中でデータの書き込み期間を期間TW、データの保持期間を期間TRETで表す。IDS駆動モードは、期間TWでゲート線GLに走査信号を与え、信号線SLのデータD1を書き込み、期間TRETでゲート線GLをローレベルの電圧に固定し、トランジスタM1を非導通状態として一旦書き込んだデータD1を保持させる動作を行う。なお、低速のフレーム周波数としては、例えば、0.1Hz以上60Hz未満とすればよい。

【0585】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0586】

（実施の形態4）

本実施の形態では、タッチセンサの駆動方法の例について、図面を参照して説明する。

【0587】

<センサの検知方法の例>

図52（A）は、相互容量方式のタッチセンサの構成を示すブロック図である。図52（A）では、パルス電圧出力回路551、電流検出回路552を示している。なお図52（A）では、パルス電圧が与えられる電極521、電流の変化を検知する電極522をそれぞれ、X1乃至X6、Y1乃至Y6のそれぞれ6本の配線として示している。また図52（A）は、電極521及び電極522が重畳することで形成される容量553を図示している。なお、電極521と電極522とはその機能を互いに置き換えてもよい。

【0588】

パルス電圧出力回路551は、X1乃至X6の配線に順にパルス電圧を印加するための回路である。X1乃至X6の配線にパルス電圧が印加されることで、容量553を形成する電極521と電極522の間に電界が生じる。この電極間に生じる電界が遮蔽等により容量553の相互容量に変化を生じさせることを利用して、被検知体の近接または接触を検出することができる。

【0589】

10

20

30

40

50

電流検出回路 5 5 2 は、容量 5 5 3 での相互容量の変化による、Y 1 乃至 Y 6 の配線での電流の変化を検出するための回路である。Y 1 乃至 Y 6 の配線では、被検知体の近接または接触がないと検出される電流値に変化はないが、検出する被検知体の近接または接触により相互容量が減少する場合には電流値が減少する変化を検出する。なお電流の検出は、積分回路等を用いて行えばよい。

【 0 5 9 0 】

なお、パルス電圧出力回路 5 5 1 及び電流検出回路 5 5 2 の一方または両方を、図 4 等に示す基板 5 1 上または基板 6 1 上に形成してもよい。例えば、表示部 6 2 や駆動回路部 6 4 などと同時に形成すると、工程を簡略化できることに加え、タッチセンサの駆動に用いる部品数を削減することができるため好ましい。また、パルス電圧出力回路 5 5 1 及び電流検出回路 5 5 2 の一方または両方を、IC 7 3 に実装してもよい。

10

【 0 5 9 1 】

特に、基板 5 1 に形成されるトランジスタとして、チャンネルが形成される半導体層に多結晶シリコンや単結晶シリコンなどの結晶性シリコンを用いると、パルス電圧出力回路 5 5 1 や電流検出回路 5 5 2 等の回路の駆動能力が向上し、タッチセンサの感度を向上させることができる。

【 0 5 9 2 】

図 5 2 (B) には、図 5 2 (A) で示す相互容量方式のタッチセンサにおける入出力波形のタイミングチャートを示す。図 5 2 (B) では、1 フレーム期間で各行列での被検知体の検出を行うものとする。また図 5 2 (B) では、被検知体を検出しない場合（非タッチ）と被検知体を検出する場合（タッチ）との 2 つの場合について示している。なお Y 1 乃至 Y 6 の配線については、検出される電流値に対応する電圧値とした波形を示している。

20

【 0 5 9 3 】

X 1 - X 6 の配線には、順にパルス電圧が与えられ、該パルス電圧にしたがって Y 1 乃至 Y 6 の配線での波形が変化する。被検知体の近接または接触がない場合には、X 1 乃至 X 6 の配線の電圧の変化に応じて Y 1 乃至 Y 6 の波形が一様に変化する。一方、被検知体が近接または接触する箇所では、電流値が減少するため、これに対応する電圧値の波形も変化する。

【 0 5 9 4 】

このように、相互容量の変化を検出することにより、被検知体の近接または接触を検知することができる。

30

【 0 5 9 5 】

< 表示装置の駆動方法例 >

図 5 3 (A) は、表示装置の構成例を示すブロック図である。図 5 3 (A) ではゲート駆動回路 G D (走査線駆動回路)、ソース駆動回路 S D (信号線駆動回路)、複数の画素 p i x を有する表示部を示している。なお図 5 3 (A) では、ゲート駆動回路 G D に電氣的に接続されるゲート線 x _ 1 乃至 x _ m (m は自然数)、ソース駆動回路 S D に電氣的に接続されるソース線 y _ 1 乃至 y _ n (n は自然数) に対応して、画素 p i x ではそれぞれに (1 , 1) 乃至 (n , m) の符号を付している。

【 0 5 9 6 】

図 5 3 (B) は、図 5 3 (A) で示す表示装置におけるゲート線及びソース線に与える信号のタイミングチャート図である。図 5 3 (B) では、1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換える場合と、データ信号を書き換えない場合と、に分けて示している。なお図 5 3 (B) では、帰線期間等の期間を考慮していない。

40

【 0 5 9 7 】

1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換える場合、x _ 1 乃至 x _ m のゲート線には、順に走査信号が与えられる。走査信号が H レベルの期間である水平走査期間 1 H では、各列のソース線 y _ 1 乃至 y _ n にデータ信号 D が与えられる。

【 0 5 9 8 】

1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換えない場合、ゲート線 x _ 1 乃至 x _ m に与え

50

る走査信号を停止する。また水平走査期間 1 H では、各列のソース線 y_{-1} 乃至 y_{-n} に与えるデータ信号を停止する。

【0599】

1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換えない駆動方法は、特に、画素 $p_{i,x}$ が有するトランジスタとしてチャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を適用する場合に有効である。酸化物半導体が適用されたトランジスタはシリコン等の半導体が適用されたトランジスタに比べて極めてオフ電流を小さくすることが可能である。そのため、1 フレーム期間ごとにデータ信号の書き換えを行わずに前の期間に書き込んだデータ信号を保持させることができ、例えば 1 秒以上、好ましくは 5 秒以上に亘って画素の階調を保持することもできる。

10

【0600】

また、画素 $p_{i,x}$ が有するトランジスタとしてチャンネルが形成される半導体層に多結晶シリコンなどを適用する場合には、画素が有する保持容量の大きさをあらかじめ大きくしておくことが好ましい。保持容量が大きいほど、画素の階調を長時間に亘って保持することができる。保持容量の大きさは、保持容量に電氣的に接続するトランジスタや表示素子のリーク電流に応じて設定すればよいが、例えば、1 画素あたりの保持容量を $5 fF$ 以上 $5 pF$ 以下、好ましくは $10 fF$ 以上 $5 pF$ 以下、より好ましくは $20 fF$ 以上 $1 pF$ 以下とすると、1 フレーム期間ごとにデータ信号の書き換えを行わずに前の期間に書き込んだデータ信号を保持させることができ、例えば数フレームまたは数 10 フレームの期間に亘って画素の階調を保持することが可能となる。

20

【0601】

< 表示部とタッチセンサの駆動方法の例 >

図 5 4 (A) 乃至 (D) は、一例として図 5 2 (A)、(B) で説明したタッチセンサと、図 5 3 (A)、(B) で説明した表示部を $1 sec.$ (1 秒間) 駆動する場合に、連続するフレーム期間の動作について説明する図である。なお図 5 4 (A) では、表示部の 1 フレーム期間を $16.7 ms$ (フレーム周波数 : $60 Hz$)、タッチセンサの 1 フレーム期間を $16.7 ms$ (フレーム周波数 : $60 Hz$) とした場合について示している。

【0602】

本発明の一態様の表示装置は、表示部の動作とタッチセンサの動作は互いに独立しており、表示期間と平行してタッチ検知期間を設けることができる。そのため図 5 4 (A) に示すように、表示部及びタッチセンサの 1 フレーム期間を共に $16.7 ms$ (フレーム周波数 : $60 Hz$) と設定することができる。また、タッチセンサと表示部のフレーム周波数を異ならせてもよい。例えば図 5 4 (B) に示すように、表示部の 1 フレーム期間を $8.3 ms$ (フレーム周波数 : $120 Hz$) と設定し、タッチセンサの 1 フレーム期間を $16.7 ms$ (フレーム周波数 : $60 Hz$) とすることもできる。また、図示しないが、表示部のフレーム周波数を $33.3 ms$ (フレーム周波数 : $30 Hz$) としてもよい。

30

【0603】

また表示部のフレーム周波数を切り替え可能な構成とし、動画像の表示の際にはフレーム周波数を大きく (例えば $60 Hz$ 以上または $120 Hz$ 以上) し、静止画像の表示の際にはフレーム周波数を小さく (例えば $60 Hz$ 以下、 $30 Hz$ 以下、または $1 Hz$ 以下) することで、表示装置の消費電力を低減することができる。またタッチセンサのフレーム周波数を切り替え可能な構成とし、待機時と、タッチを感知した時とでフレーム周波数を異ならせてもよい。

40

【0604】

また本発明の一態様の表示装置は、表示部におけるデータ信号の書き換えを行わずに、前の期間に書き換えたデータ信号を保持することで、表示部の 1 フレーム期間を $16.7 ms$ よりも長い期間とすることができる。そのため、図 5 4 (C) に示すように、表示部の 1 フレーム期間を $1 sec.$ (フレーム周波数 : $1 Hz$) と設定し、タッチセンサの 1 フレーム期間を $16.7 ms$ (フレーム周波数 : $60 Hz$) とすることもできる。

【0605】

50

なお、表示部におけるデータ信号の書き換えを行わずに、前の期間に書き換えたデータ信号を保持する構成については、先に説明のIDS駆動モードを参照することができる。なお、IDS駆動モードについては、表示部におけるデータ信号の書き換えを特定の領域だけ行う、部分IDS駆動モードとしてもよい。部分IDS駆動モードとは、表示部におけるデータ信号の書き換えを特定の領域だけ行い、それ以外の領域においては、前の期間に書き換えたデータ信号を保持する構成である。

【0606】

また、本実施の形態に開示するタッチセンサの駆動方法によれば、図54(C)に示す駆動を行う場合、継続してタッチセンサの駆動を行うことができる。そのため、図54(D)に示すようにタッチセンサにおける被検知体の近接または接触を検知したタイミングで、表示部のデータ信号を書き換えることもできる。

10

【0607】

ここで、タッチセンサのセンシング期間に表示部のデータ信号の書き換え動作を行うと、データ信号の書き換え時に生じるノイズがタッチセンサに伝わることで、タッチセンサの感度を低下させてしまう恐れがある。したがって、表示部のデータ信号の書き換え期間と、タッチセンサのセンシング期間とをずらすように駆動することが好ましい。

【0608】

図55(A)では、表示部のデータ信号の書き換えと、タッチセンサのセンシングとを交互に行う例を示している。また、図55(B)では、表示部のデータ信号の書き換え動作を2回行うごとに、タッチセンサのセンシングを1回行う例を示している。なお、これに限られず3回以上の書き換え動作を行うごとにタッチセンサのセンシングを1回行う構成としてもよい。

20

【0609】

また、画素 $p \times i$ に適用されるトランジスタに、チャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を用いる場合、オフ電流を極めて低減することが可能なため、データ信号の書き換えの頻度を十分に低減することができる。具体的には、データ信号の書き換えを行った後、次にデータ信号を書き換えるまでの間に、十分に長い休止期間を設けることが可能となる。休止期間は、例えば0.5秒以上、1秒以上、または5秒以上とすることができる。休止期間の上限は、トランジスタに接続される容量や表示素子等のリーク電流によって制限されるが、例えば1分以下、10分以下、1時間以下、または1日以下などとすることができる。

30

【0610】

図55(C)では、5秒間に1度の頻度で表示部のデータ信号の書き換えを行う例を示している。図55(C)では、表示部はデータ信号を書き換えたのち、次のデータ信号の書き換え動作までの期間は、書き換え動作を停止する休止期間が設けられている。休止期間では、タッチセンサがフレーム周波数 $i \text{ Hz}$ (i は表示装置のフレーム周波数以上、ここでは 0.2 Hz 以上)で駆動することができる。また図55(C)に示すように、タッチセンサのセンシングを休止期間に行い、表示部のデータ信号の書き換え期間には行わないようにすると、タッチセンサの感度を向上させることができ好ましい。また、図55(D)に示すように、表示部のデータ信号の書き換えとタッチセンサのセンシングを同時に行うと、駆動のための信号を簡略化することができる。

40

【0611】

また、表示部のデータ信号の書き換え動作を行わない休止期間では、表示部へのデータ信号の供給を停止するだけでなく、ゲート駆動回路GD及びソース駆動回路SDの一方または双方の動作を停止してもよい。さらに、ゲート駆動回路GD及びソース駆動回路SDの一方または双方への電力供給を停止してもよい。このようにすることで、ノイズをより低減し、タッチセンサの感度をさらに良好なものとする事ができる。また、表示装置の消費電力をさらに低減することができる。

【0612】

本発明の一態様の表示装置は、2つの基板で表示部とタッチセンサが挟持された構成を有

50

する。よって、表示部とタッチセンサの距離を極めて近づけることができる。このとき、表示部の駆動時のノイズがタッチセンサに伝搬しやすくなり、タッチセンサの感度が低下してしまう恐れがある。本実施の形態で例示した駆動方法を適用することで、薄型化と高い検出感度を両立した、タッチセンサを有する表示装置を実現できる。

【0613】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0614】

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様で開示されるトランジスタの半導体層に用いることができる金属酸化物について説明する。なお、トランジスタの半導体層に金属酸化物を用いる場合、当該金属酸化物を酸化物半導体と読み替えてもよい。

10

【0615】

酸化物半導体は、単結晶酸化物半導体と、非単結晶酸化物半導体と、に分けられる。非単結晶酸化物半導体としては、CAAC-OS (c-axis-aligned crystalline oxide semiconductor)、多結晶酸化物半導体、nc-OS (nanocrystalline oxide semiconductor)、擬似非晶質酸化物半導体 (a-like OS: amorphous-like oxide semiconductor)、及び非晶質酸化物半導体などがある。

【0616】

また、本発明の一態様で開示されるトランジスタの半導体層には、CAC-OS (Cloud-Aligned Composite oxide semiconductor) を用いてもよい。

20

【0617】

なお、本発明の一態様で開示されるトランジスタの半導体層は、上述した非単結晶酸化物半導体またはCAC-OSを好適に用いることができる。また、非単結晶酸化物半導体としては、nc-OSまたはCAAC-OSを好適に用いることができる。

【0618】

なお、本発明の一態様では、トランジスタの半導体層として、CAC-OSを用いると好ましい。CAC-OSを用いることで、トランジスタに高い電気特性または高い信頼性を付与することができる。

30

【0619】

以下では、CAC-OSの詳細について説明する。

【0620】

CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、材料の一部では導電性の機能と、材料の一部では絶縁性の機能とを有し、材料の全体では半導体としての機能を有する。なお、CAC-OSまたはCAC-metal oxideを、トランジスタのチャネル形成領域に用いる場合、導電性の機能は、キャリアとなる電子(またはホール)を流す機能であり、絶縁性の機能は、キャリアとなる電子を流さない機能である。導電性の機能と、絶縁性の機能とを、それぞれ相補的に作用させることで、スイッチングさせる機能(On/Offさせる機能)をCAC-OSまたはCAC-metal oxideに付与することができる。CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、それぞれの機能を分離させることで、双方の機能を最大限に高めることができる。

40

【0621】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、導電性領域、及び絶縁性領域を有する。導電性領域は、上述の導電性の機能を有し、絶縁性領域は、上述の絶縁性の機能を有する。また、材料中において、導電性領域と、絶縁性領域とは、ナノ粒子レベルで分離している場合がある。また、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ材料中に偏在する場合がある。また、導電性領域は、周辺がぼけてクラウド状に連結して観察される場合がある。

【0622】

50

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ0.5nm以上10nm以下、好ましくは0.5nm以上3nm以下のサイズで材料中に分散している場合がある。

【0623】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、異なるバンドギャップを有する成分により構成される。例えば、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、絶縁性領域に起因するワイドギャップを有する成分と、導電性領域に起因するナローギャップを有する成分と、により構成される。当該構成の場合、キャリアを流す際に、ナローギャップを有する成分において、主にキャリアが流れる。また、ナローギャップを有する成分が、ワイドギャップを有する成分に相補的に作用し、ナローギャップを有する成分に連動してワイドギャップを有する成分にもキャリアが流れる。このため、上記CAC-OSまたはCAC-metal oxideをトランジスタのチャンネル形成領域に用いる場合、トランジスタのオン状態において高い電流駆動力、つまり大きなオン電流、及び高い電界効果移動度を得ることができる。

10

【0624】

すなわち、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、マトリックス複合材(matrix composite)または金属マトリックス複合材(metal matrix composite)と呼称することもできる。

【0625】

CAC-OSは、例えば、金属酸化物を構成する元素が、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上2nm以下またはその近傍のサイズで偏在した材料の一構成である。なお、以下では、金属酸化物において、一つあるいはそれ以上の金属元素が偏在し、該金属元素を有する領域が、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上2nm以下またはその近傍のサイズで混合した状態をモザイク状またはパッチ状ともいう。

20

【0626】

なお、金属酸化物は、少なくともインジウムを含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、銅、バナジウム、ペリリウム、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムなどから選ばれた一種または複数種が含まれていてもよい。

30

【0627】

例えば、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-OS(CAC-OSの中でもIn-Ga-Zn酸化物を、特にCAC-IGZOと呼称してもよい。)とは、インジウム酸化物(以下、 InO_{X1} ($X1$ は0よりも大きい実数)とする。)、またはインジウム亜鉛酸化物(以下、 $In_{X2}Zn_{Y2}O_{Z2}$ ($X2$ 、 $Y2$ 、及び $Z2$ は0よりも大きい実数)とする。)と、ガリウム酸化物(以下、 GaO_{X3} ($X3$ は0よりも大きい実数)とする。)、またはガリウム亜鉛酸化物(以下、 $Ga_{X4}Zn_{Y4}O_{Z4}$ ($X4$ 、 $Y4$ 、及び $Z4$ は0よりも大きい実数)とする。)などと、に材料が分離することでモザイク状となり、モザイク状の InO_{X1} 、または $In_{X2}Zn_{Y2}O_{Z2}$ が、膜中に均一に分布した構成(以下、クラウド状ともいう。)である。

40

【0628】

つまり、CAC-OSは、 GaO_{X3} が主成分である領域と、 $In_{X2}Zn_{Y2}O_{Z2}$ 、または InO_{X1} が主成分である領域とが、混合している構成を有する複合金属酸化物である。なお、本明細書において、例えば、第1の領域の元素Mに対するInの原子数比が、第2の領域の元素Mに対するInの原子数比よりも大きいことを、第1の領域は、第2の領域と比較して、Inの濃度が高いとする。

【0629】

なお、IGZOは通称であり、In、Ga、Zn、及びOによる1つの化合物をいう場合がある。代表例として、 $InGaO_3(ZnO)_{m1}$ ($m1$ は自然数)、または $In(1$

50

$+x_0)Ga(1-x_0)O_3(ZnO)_{m_0}$ ($-1 < x_0 < 1$, m_0 は任意数) で表される結晶性の化合物が挙げられる。

【0630】

上記結晶性の化合物は、単結晶構造、多結晶構造、または C A A C (c - a x i s a l i g n e d c r y s t a l) 構造を有する。なお、C A A C 構造とは、複数の I G Z O のナノ結晶が c 軸配向を有し、かつ a - b 面においては配向せずに連結した結晶構造である。

【0631】

一方、C A C - O S は、金属酸化物の材料構成に関する。C A C - O S とは、I n、G a、Z n、及び O を含む材料構成において、一部に G a を主成分とするナノ粒子状に観察される領域と、一部に I n を主成分とするナノ粒子状に観察される領域とが、それぞれモザイク状にランダムに分散している構成をいう。従って、C A C - O S において、結晶構造は副次的な要素である。

10

【0632】

なお、C A C - O S は、組成の異なる二種類以上の膜の積層構造は含まないものとする。例えば、I n を主成分とする膜と、G a を主成分とする膜との 2 層からなる構造は、含まない。

【0633】

なお、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域とは、明確な境界が観察できない場合がある。

20

【0634】

なお、ガリウムの代わりに、アルミニウム、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムなどから選ばれた一種、または複数種が含まれている場合、C A C - O S は、一部に該金属元素を主成分とするナノ粒子状に観察される領域と、一部に I n を主成分とするナノ粒子状に観察される領域とが、それぞれモザイク状にランダムに分散している構成をいう。

【0635】

C A C - O S は、例えば基板を意図的に加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、C A C - O S をスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス(代表的にはアルゴン)、酸素ガス、及び窒素ガスの中から選ばれたいずれか一つまたは複数を用いればよい。また、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比は低いほど好ましく、例えば酸素ガスの流量比を 0 % 以上 3 0 % 未満、好ましくは 0 % 以上 1 0 % 以下とすることが好ましい。

30

【0636】

C A C - O S は、X 線回折 (X R D : X - r a y d i f f r a c t i o n) 測定法のひとつである O u t - o f - p l a n e 法による $\theta / 2$ スキャンを用いて測定したときに、明確なピークが観察されないという特徴を有する。すなわち、X 線回折から、測定領域の a - b 面方向、及び c 軸方向の配向は見られないことが分かる。

40

【0637】

また C A C - O S は、プローブ径が 1 n m の電子線 (ナノビーム電子線ともいう。) を照射することで得られる電子線回折パターンにおいて、リング状に輝度の高い領域と、該リング領域に複数の輝点が観測される。従って、電子線回折パターンから、C A C - O S の結晶構造が、平面方向、及び断面方向において、配向性を有さない n c (n a n o - c r y s t a l) 構造を有することがわかる。

【0638】

また例えば、I n - G a - Z n 酸化物における C A C - O S では、エネルギー分散型 X 線分光法 (E D X : E n e r g y D i s p e r s i v e X - r a y s p e c t r o s c o p y) を用いて取得した E D X マッピングにより、 GaO_{x_3} が主成分である領域と

50

、 $In_x Z_n Y_2 O_z$ 、または InO_x が主成分である領域とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

【0639】

CAC-OSは、金属元素が均一に分布したIGZO化合物とは異なる構造であり、IGZO化合物と異なる性質を有する。つまり、CAC-OSは、 GaO_x などが主成分である領域と、 $In_x Z_n Y_2 O_z$ 、または InO_x が主成分である領域と、に互いに相分離し、各元素を主成分とする領域がモザイク状である構造を有する。

【0640】

ここで、 $In_x Z_n Y_2 O_z$ 、または InO_x が主成分である領域は、 GaO_x などが主成分である領域と比較して、導電性が高い領域である。つまり、 $In_x Z_n Y_2 O_z$ 、または InO_x が主成分である領域を、キャリアが流れることにより、酸化物半導体としての導電性が発現する。従って、 $In_x Z_n Y_2 O_z$ 、または InO_x が主成分である領域が、酸化物半導体中にクラウド状に分布することで、高い電界効果移動度(μ)が実現できる。

10

【0641】

一方、 GaO_x などが主成分である領域は、 $In_x Z_n Y_2 O_z$ 、または InO_x が主成分である領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、 GaO_x などが主成分である領域が、酸化物半導体中に分布することで、リーク電流を抑制し、良好なスイッチング動作を実現できる。

【0642】

従って、CAC-OSを半導体素子に用いた場合、 GaO_x などに起因する絶縁性と、 $In_x Z_n Y_2 O_z$ 、または InO_x に起因する導電性とが、相補的に作用することにより、高いオン電流(I_{on})、及び高い電界効果移動度(μ)を実現することができる。

20

【0643】

また、CAC-OSを用いた半導体素子は、信頼性が高い。従って、CAC-OSは、ディスプレイをはじめとするさまざまな半導体装置に最適である。

【0644】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0645】

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について説明する。

30

【0646】

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、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。

【0647】

図56(A)~(C)に、携帯情報端末を示す。本実施の形態の携帯情報端末は、例えば、電話機、手帳、または情報閲覧装置等から選ばれた一つまたは複数の機能を有する。具体的には、スマートフォンまたはスマートウォッチとして用いることができる。本実施の形態の携帯情報端末は、例えば、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、動画再生、インターネット通信、ゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。

40

図56(A)~(C)に示す携帯情報端末は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能、無線通信機能、無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能、無線通信機能を用いて様々なデータの送信または受信を行う機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して表示部に

50

表示する機能、等を有することができる。なお、図56(A)~(C)に示す携帯情報端末が有する機能はこれらに限定されず、その他の機能を有していてもよい。

【0648】

図56(A)~(C)に示す携帯情報端末は、携帯電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。また、図56(A)~(C)に示す携帯情報端末は、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。例えば、図56(C)に示す腕時計型の携帯情報端末820は、無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。

【0649】

図56(A)に示す携帯情報端末800は、筐体811、表示部812、操作ボタン813、外部接続ポート814、スピーカ815、マイク816等を有する。携帯情報端末800の表示部812は平面を有する。

【0650】

図56(B)に示す携帯情報端末810は、筐体811、表示部812、操作ボタン813、外部接続ポート814、スピーカ815、マイク816、カメラ817等を有する。携帯情報端末810の表示部812は曲面を有する。

【0651】

図56(C)に、腕時計型の携帯情報端末820を示す。携帯情報端末820は、筐体811、表示部812、スピーカ815、操作キー818(電源スイッチまたは操作スイッチを含む)等を有する。携帯情報端末820の表示部812の外形は円形状である。携帯情報端末の表示部812は、平面を有する。

【0652】

本発明の一態様の表示装置を、表示部812に用いることができる。これにより、開口率が高い表示部を有する携帯情報端末を作製することができる。

【0653】

本実施の形態の携帯情報端末は、表示部812にタッチセンサを備える。電話を掛ける、或いは文字を入力するなどのあらゆる操作は、指やスタイラスなどで表示部812に触れることで行うことができる。

【0654】

また、操作ボタン813の操作により、電源のON、OFF動作や、表示部812に表示される画像の種類の変更を行うことができる。例えば、メール作成画面から、メインメニュー画面に切り替えることができる。

【0655】

また、携帯情報端末の内部に、ジャイロセンサまたは加速度センサ等の検出装置を設けることで、携帯情報端末の向き(縦か横か)を判断して、表示部812の画面表示の向きを自動的に切り替えることができる。また、画面表示の向きの変更は、表示部812に触れること、操作ボタン813の操作、またはマイク816を用いた音声入力等により行うこともできる。

【0656】

図57(A)に示すテレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7102が組み込まれている。表示部7102では、映像を表示することが可能である。本発明の一態様の表示装置を表示部7102に用いることができる。これにより、開口率が高い表示部を有するテレビジョン装置を作製することができる。また、ここでは、スタンド7103により筐体7101を支持した構成を示している。

【0657】

テレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7111により行うことができる。リモコン操作機7111が備える操作キーにより、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部7102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7111に、当該リモコン操作機7111

10

20

30

40

50

から出力する情報を表示する表示部を設ける構成としてもよい。

【0658】

なお、テレビジョン装置7100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又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）又は双方向（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。

【0659】

図57(B)に示すコンピュータ7200は、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、コンピュータは、本発明の一態様の表示装置をその表示部7203に用いることにより作製される。これにより、開口率が高い表示部を有するコンピュータを作製することができる。

10

【0660】

図57(C)に示すカメラ7300は、筐体7301、表示部7302、操作ボタン7303、シャッターボタン7304等を有する。またカメラ7300には、着脱可能なレンズ7306が取り付けられている。

【0661】

本発明の一態様の表示装置を、表示部7302に用いることができる。これにより、開口率が高い表示部を有するカメラを作製することができる。

【0662】

ここではカメラ7300を、レンズ7306を筐体7301から取り外して交換することが可能な構成としたが、レンズ7306と筐体7301とが一体となってもよい。

20

【0663】

カメラ7300は、シャッターボタン7304を押すことにより、静止画または動画を撮像することができる。また、表示部7302はタッチパネルとしての機能を有し、表示部7302をタッチすることにより撮像することも可能である。

【0664】

なお、カメラ7300は、ストロボ装置や、ビューファインダーなどを別途装着することができる。または、これらが筐体7301に組み込まれていてもよい。

【0665】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

30

【符号の説明】

【0666】

10A 表示装置

10B 表示装置

11 基板

12 基板

13 バックライトユニット

14 トランジスタ

15 液晶素子

15A 表示装置

15B 表示装置

15C 表示装置

16 接着層

20A 表示装置

20B 表示装置

21 画素電極

22 液晶層

23 共通電極

25 導電層

40

50

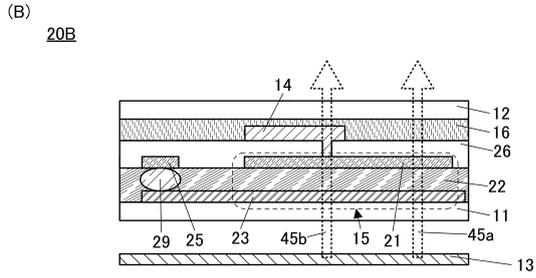
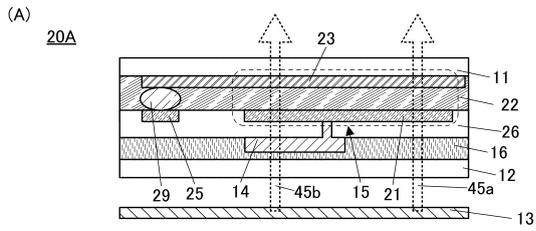
2 6	絶縁層	
2 7	導電層	
2 8	導電層	
2 9	接続体	
3 1	タッチセンサユニット	
3 2	絶縁層	
3 3	導電層	
3 4	容量素子	
3 5 A	表示装置	
3 5 B	表示装置	10
3 5 C	表示装置	
4 0	液晶素子	
4 5	光	
4 5 a	光	
4 5 b	光	
5 1	基板	
5 6	導電層	
5 6 a	導電層	
5 6 b	導電層	
5 7	補助配線	20
5 8	導電層	
6 0	画素	
6 0 a	副画素	
6 0 b	副画素	
6 0 c	副画素	
6 1	基板	
6 2	表示部	
6 3	接続部	
6 4	駆動回路部	
6 5	配線	30
6 6	非表示領域	
6 7	遮光領域	
6 8	表示領域	
6 9	開口部	
7 2	F P C	
7 2 a	F P C	
7 2 b	F P C	
7 3	I C	
7 3 a	I C	
7 3 b	I C	40
8 1	走査線	
8 2	信号線	
1 0 0 A	表示装置	
1 0 0 B	表示装置	
1 0 0 C	表示装置	
1 0 0 D	表示装置	
1 0 0 E	表示装置	
1 0 0 F	表示装置	
1 1 0	表示装置	
1 1 0 A	表示装置	50

1 1 0 B	表示装置	
1 1 0 C	表示装置	
1 1 1	画素電極	
1 1 2	共通電極	
1 1 2 a	共通電極	
1 1 2 b	共通電極	
1 1 3	液晶層	
1 1 7	スペーサ	
1 1 9	補助配線	
1 2 1	オーバーコート	10
1 2 2	絶縁層	
1 2 3	絶縁層	
1 2 4	電極	
1 2 5	絶縁層	
1 2 6	導電層	
1 2 7	電極	
1 2 8	電極	
1 3 0	偏光板	
1 3 1	着色層	
1 3 2	遮光層	20
1 3 2 a	遮光層	
1 3 2 b	遮光層	
1 3 3 a	配向膜	
1 3 3 b	配向膜	
1 3 6	配線	
1 3 7	配線	
1 3 8	配線	
1 3 9	補助配線	
1 4 1	接着層	
1 4 2	接着層	30
2 0 1	トランジスタ	
2 0 4	接続部	
2 0 6	トランジスタ	
2 0 7	接続部	
2 1 1	絶縁層	
2 1 1 a	絶縁層	
2 1 1 b	絶縁層	
2 1 2	絶縁層	
2 1 3	絶縁層	
2 1 4	絶縁層	40
2 1 5	絶縁層	
2 1 6	絶縁層	
2 2 0	絶縁層	
2 2 1	ゲート	
2 2 2	導電層	
2 2 2 a	導電層	
2 2 2 b	導電層	
2 2 2 c	導電層	
2 2 3	ゲート	
2 2 7	導電層	50

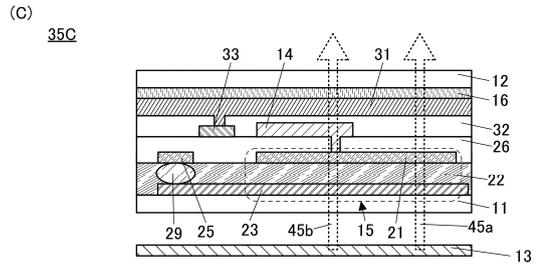
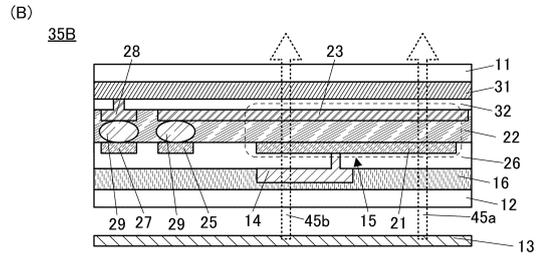
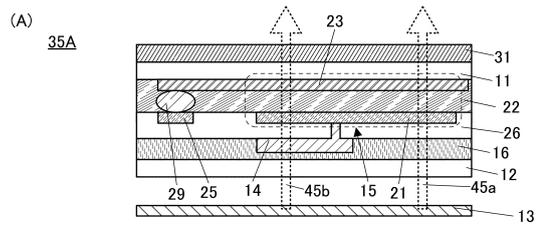
2 2 8	走査線	
2 2 9	信号線	
2 3 1	半導体層	
2 3 1 a	チャネル領域	
2 3 1 b	低抵抗領域	
2 4 2	接続体	
2 4 2 b	接続体	
2 4 3	接続体	
2 4 4	容量線	
2 5 1	導電層	10
2 5 3	導電層	
2 5 5	導電層	
2 8 4	導電層	
2 8 5	導電層	
2 8 6	導電層	
9 0 0	画素	
9 0 0 s	遮光領域	
9 0 0 t	透過領域	
9 0 1	駆動回路部	
9 0 2	配線	20
9 0 4	配線	
9 1 1	トランジスタ	
9 1 4	トランジスタ	
9 1 5	容量素子	
9 1 6	容量部	
9 1 8 B	表示領域	
9 1 8 G	表示領域	
9 1 8 R	表示領域	
9 1 8 W	表示領域	
9 3 0 L C	液晶素子	30
9 3 2 B M	遮光膜	
9 3 2 C F	着色膜	

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

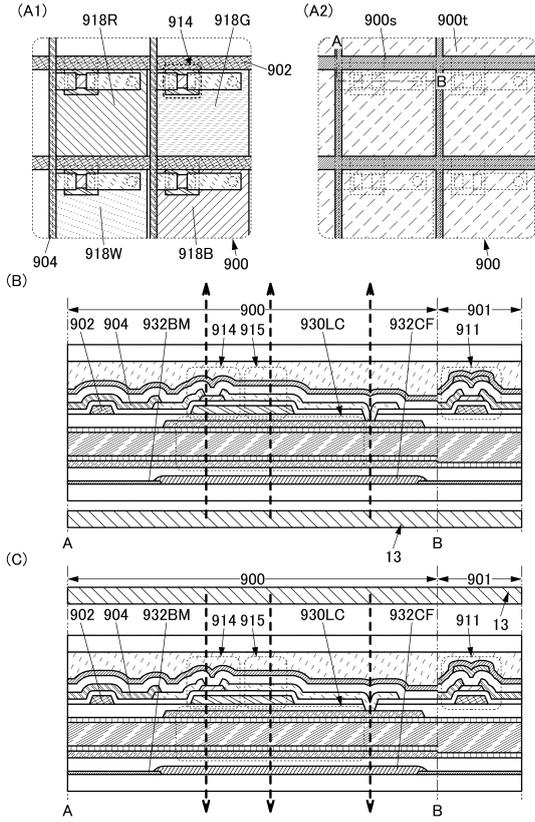
20

30

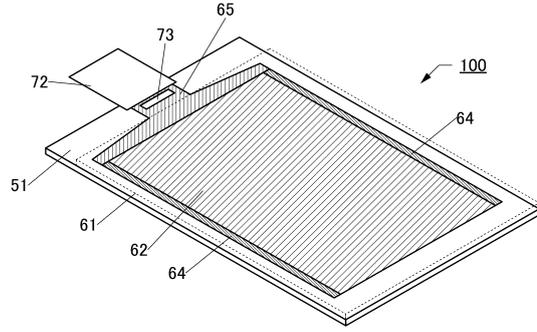
40

50

【 図 3 】

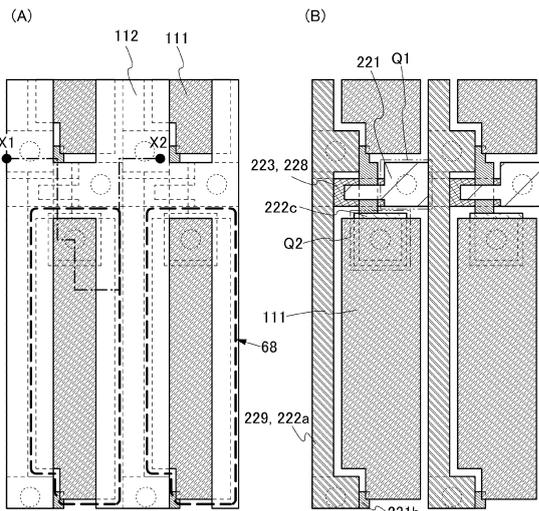


【 図 4 】

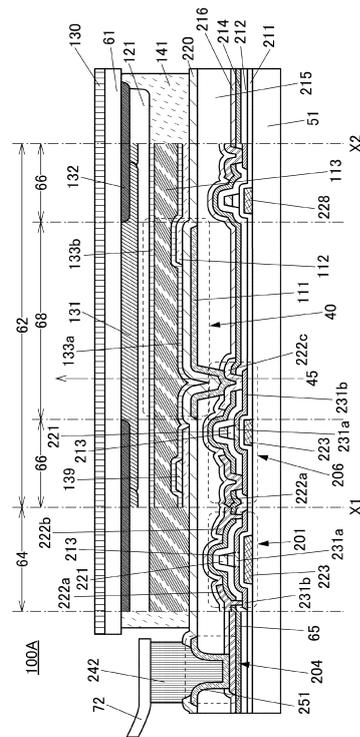


10

【 図 5 】



【 図 6 】

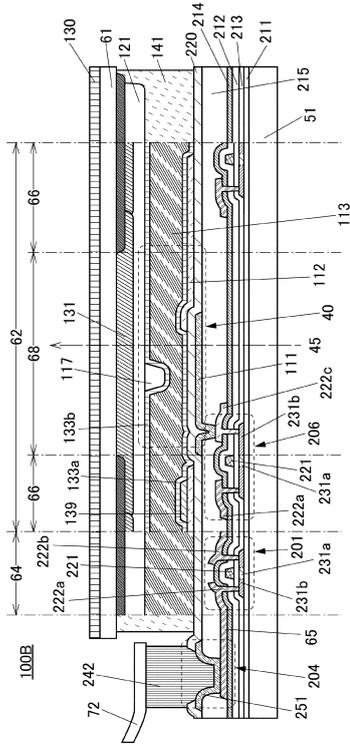


30

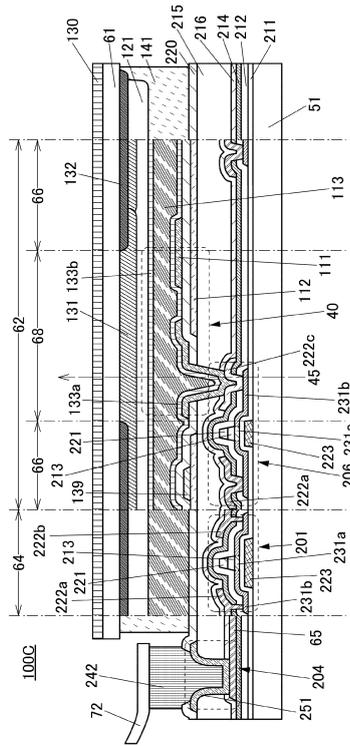
40

50

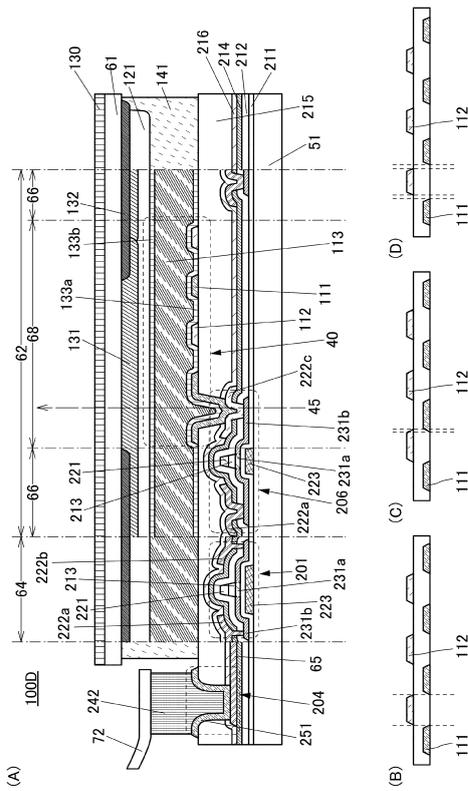
【 7 】



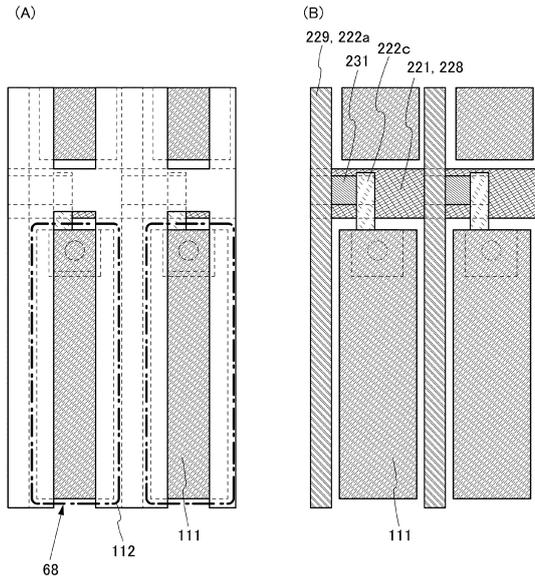
【 8 】



【 9 】



【 10 】



10

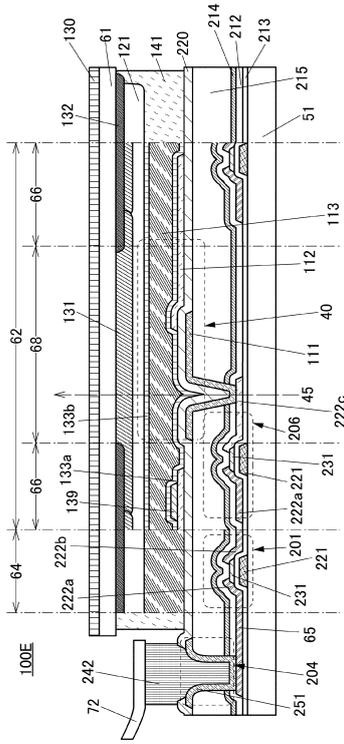
20

30

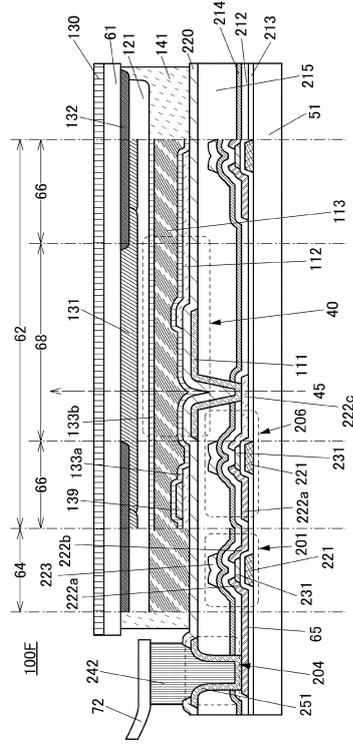
40

50

【 1 1 】



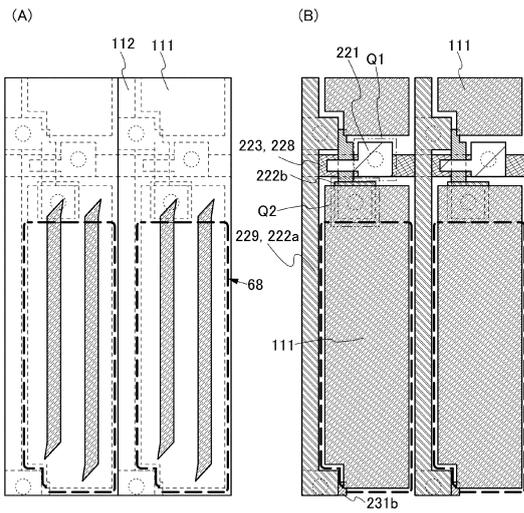
【 1 2 】



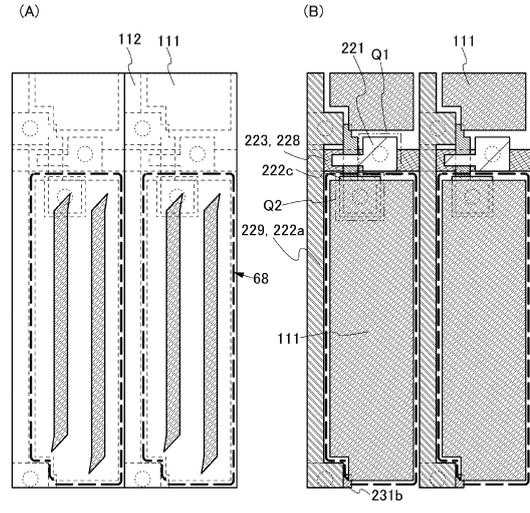
10

20

【 1 3 】



【 1 4 】

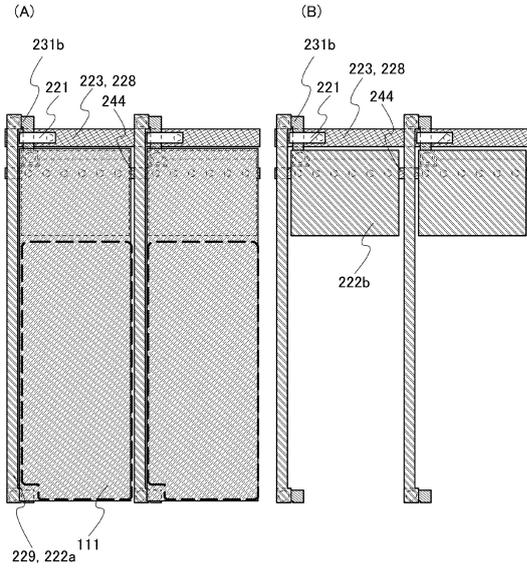


30

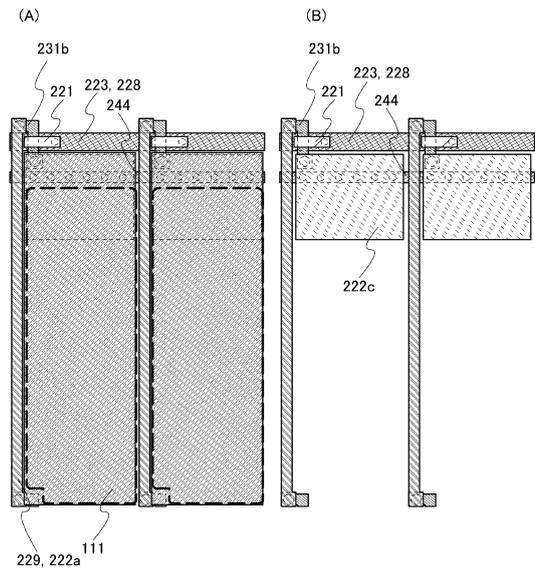
40

50

【 15 】

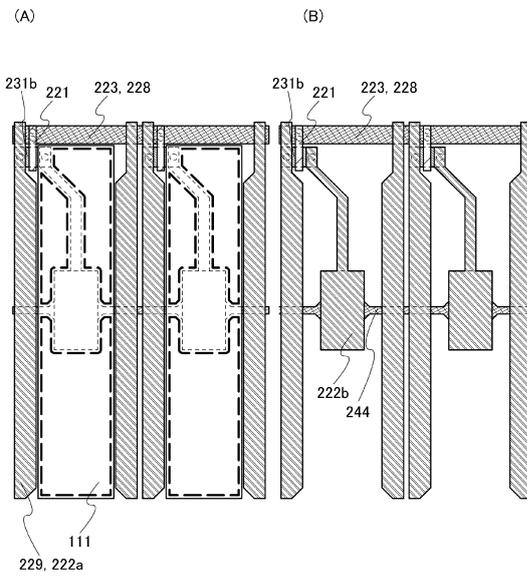


【 16 】

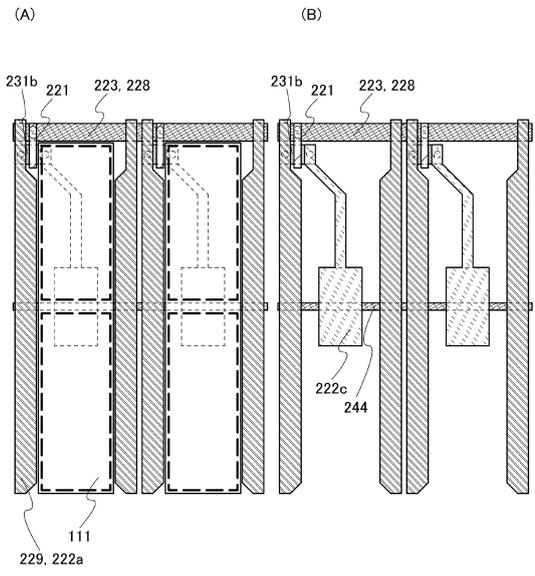


10

【 17 】



【 18 】



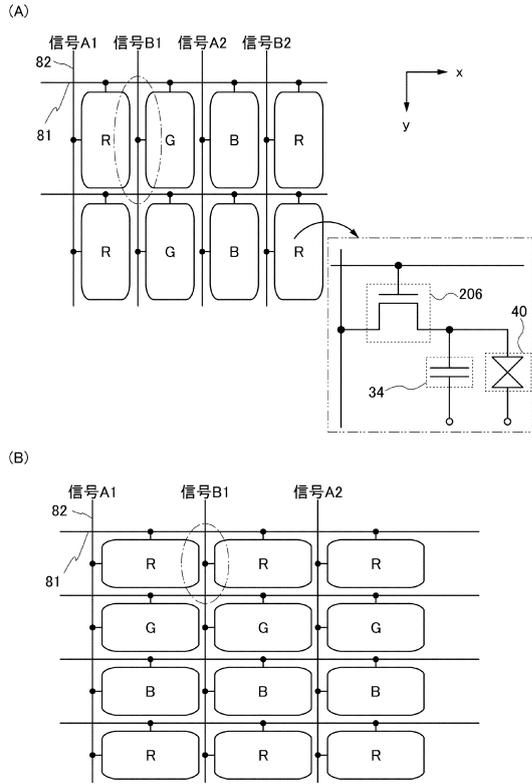
20

30

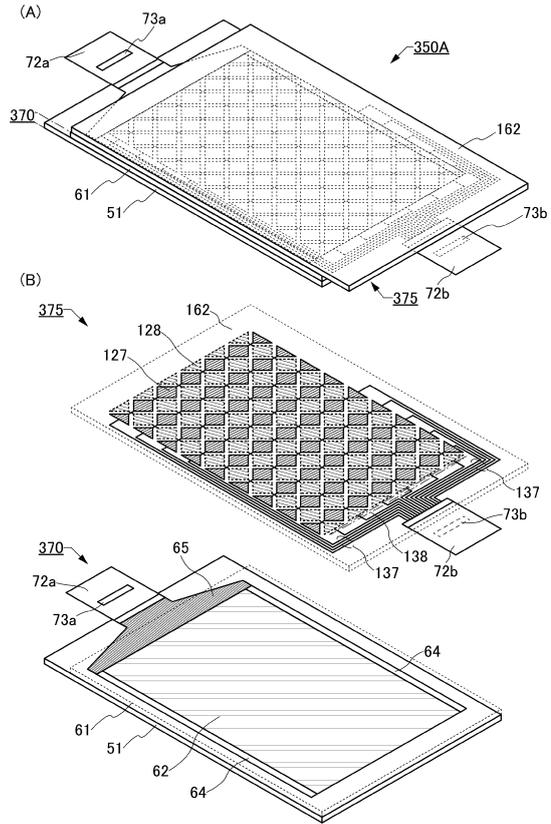
40

50

【図 19】



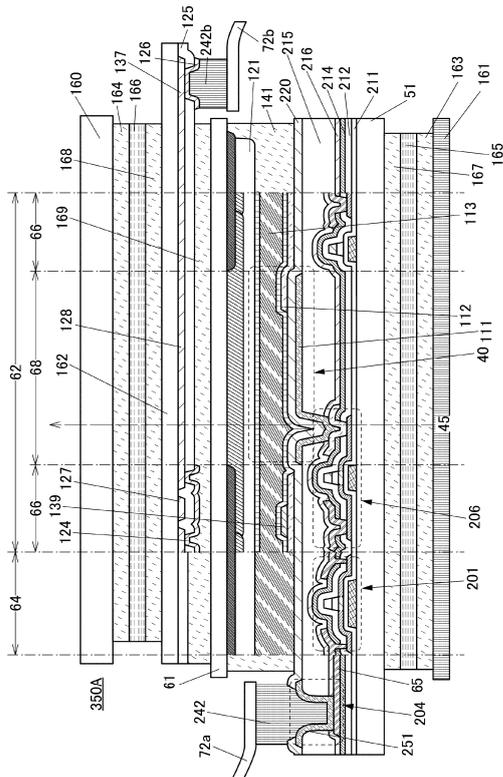
【図 20】



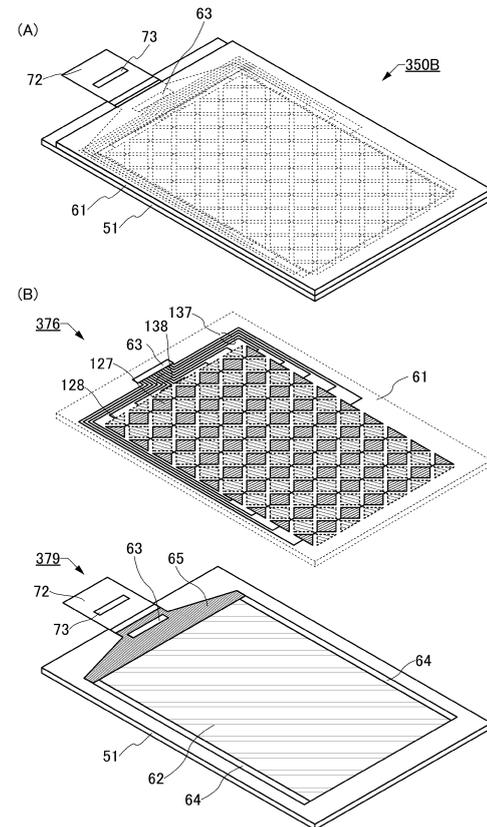
10

20

【図 21】



【図 22】

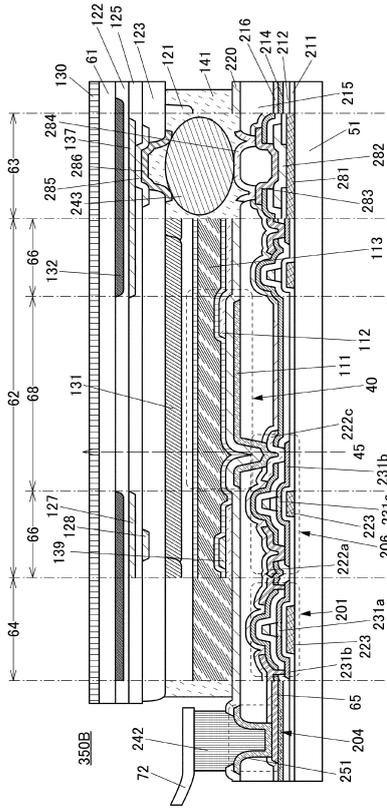


30

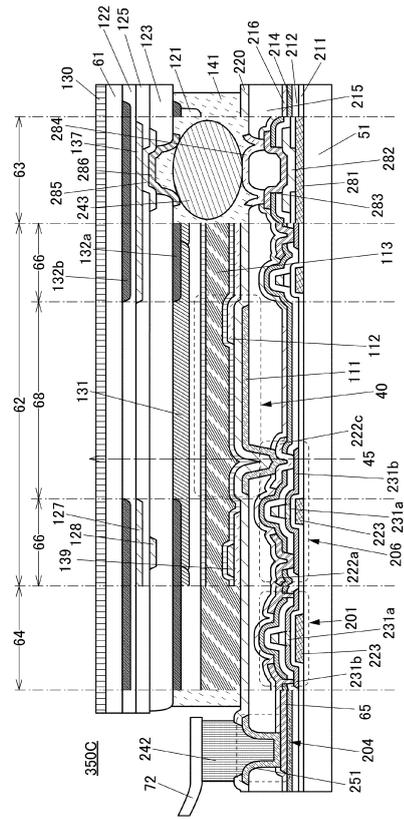
40

50

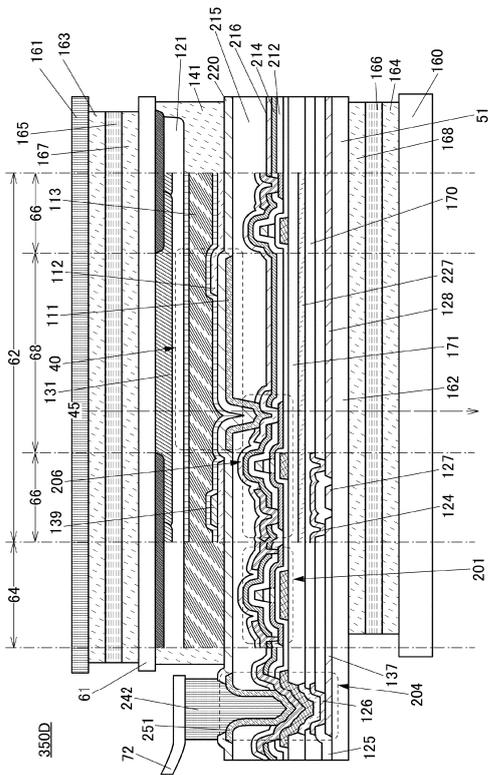
【図 23】



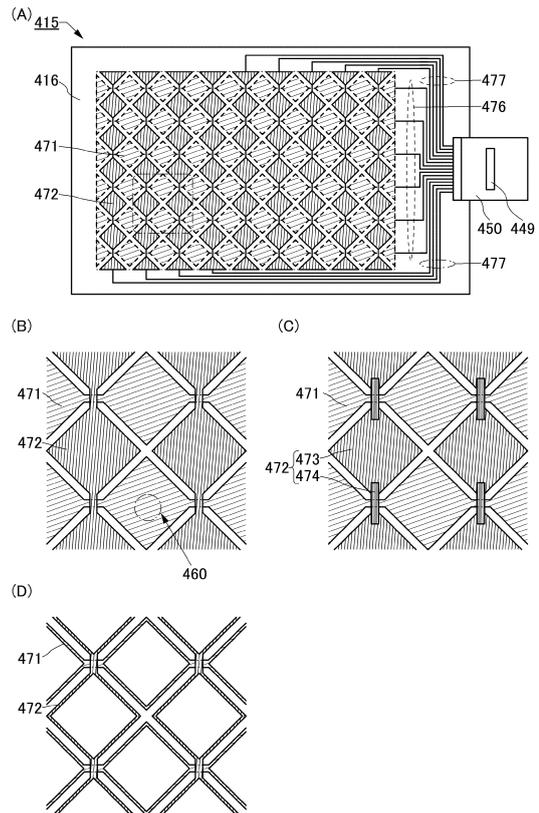
【図 24】



【図 25】



【図 26】



10

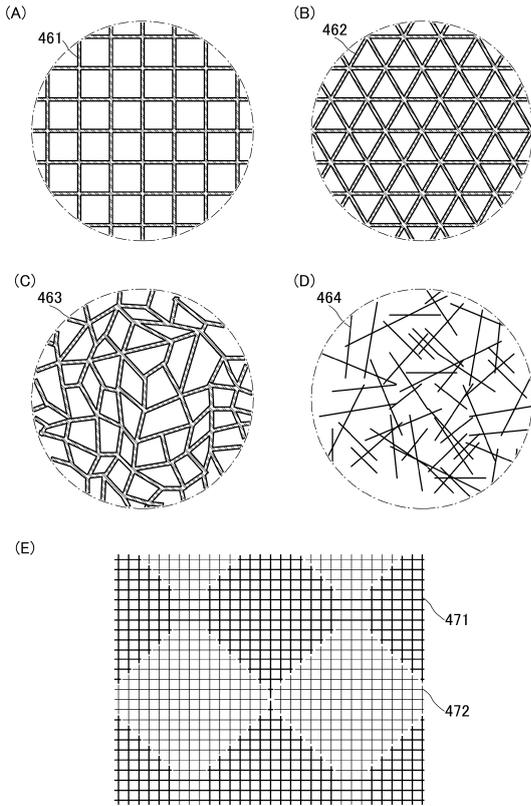
20

30

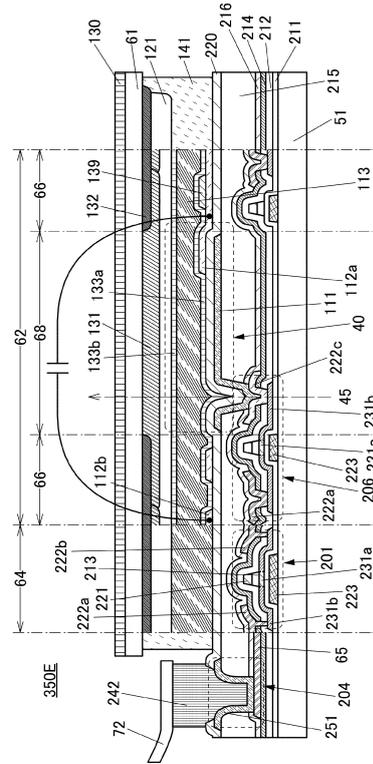
40

50

【図 27】



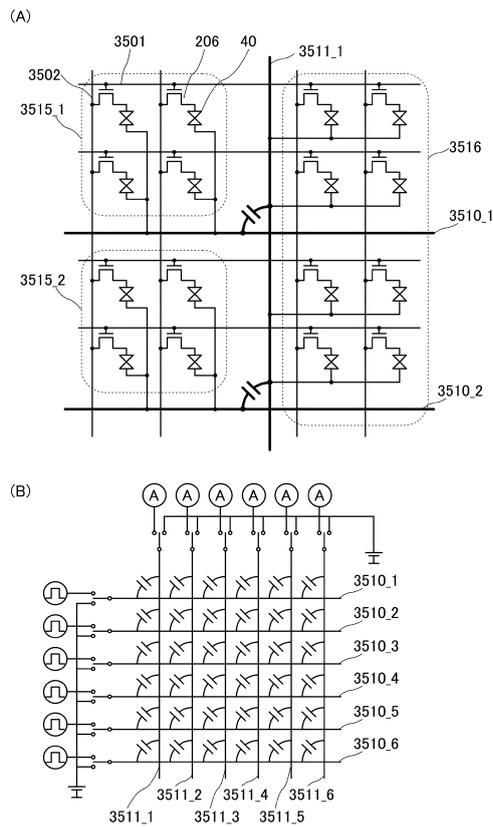
【図 28】



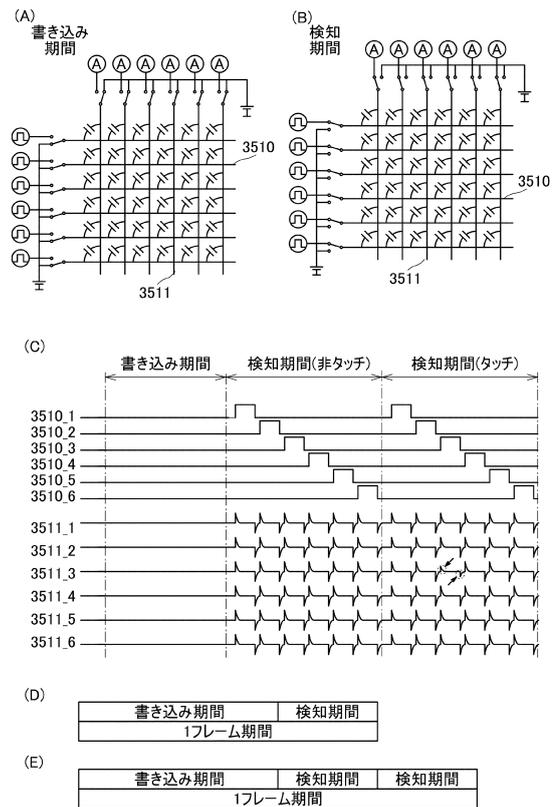
10

20

【図 29】



【図 30】

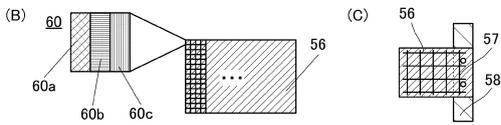
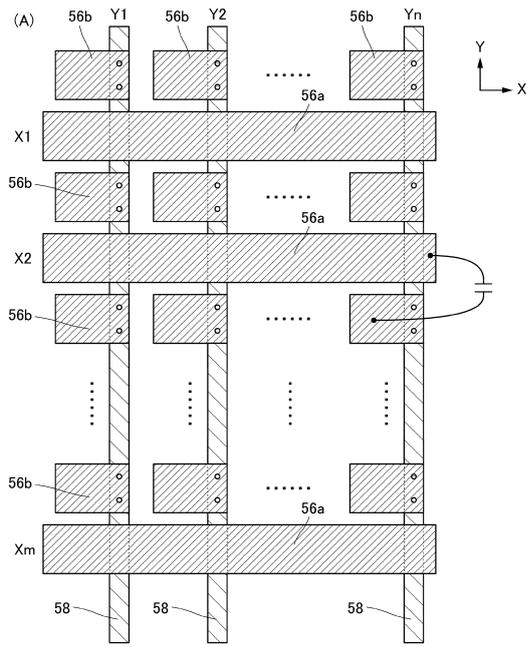


30

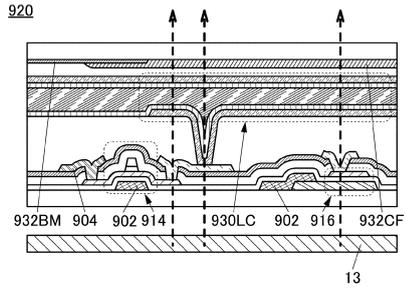
40

50

【 図 3 1 】



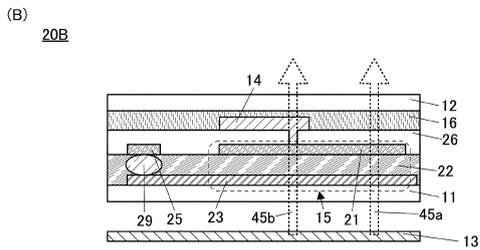
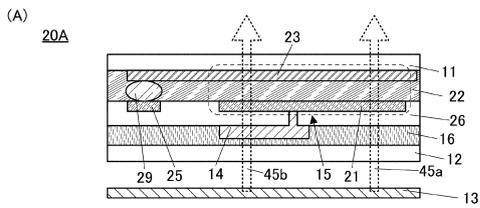
【 図 3 2 】



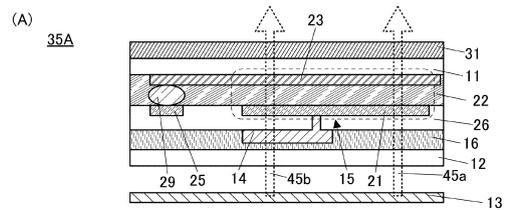
10

20

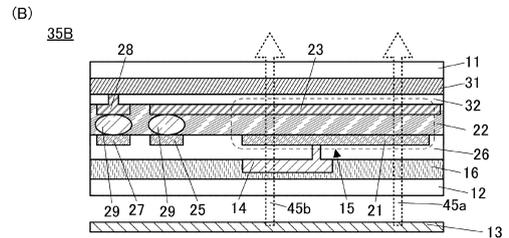
【 図 3 3 】



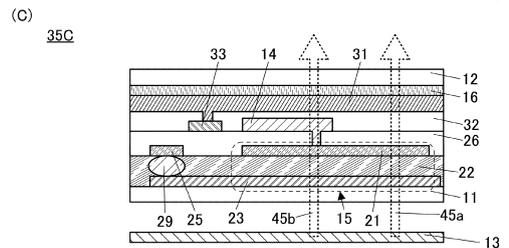
【 図 3 4 】



30

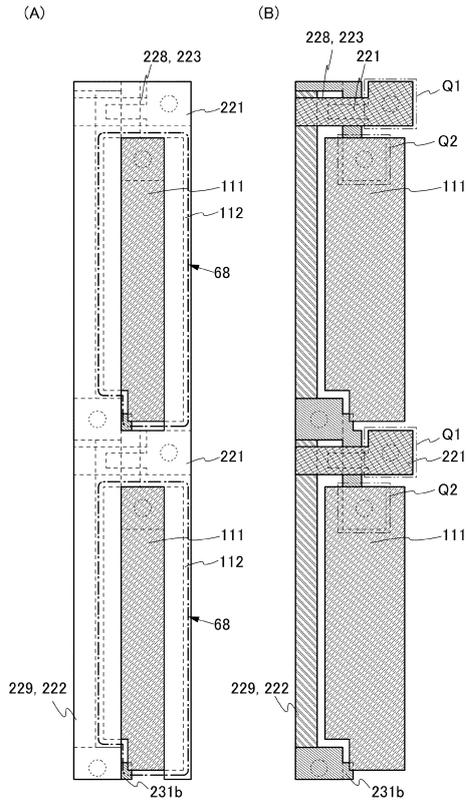


40

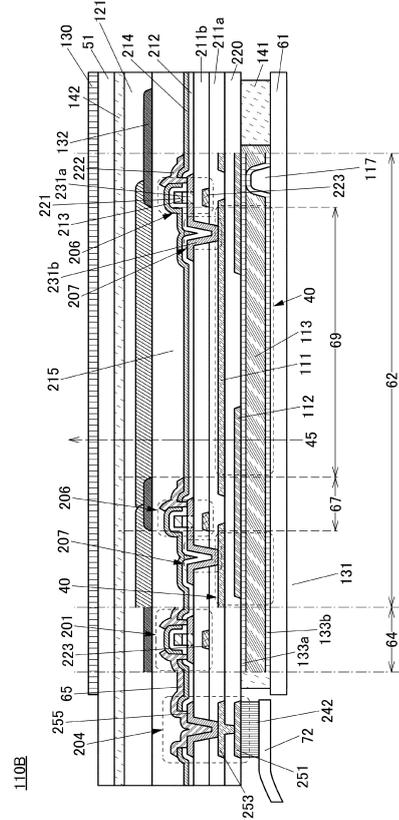


50

【 3 9 】



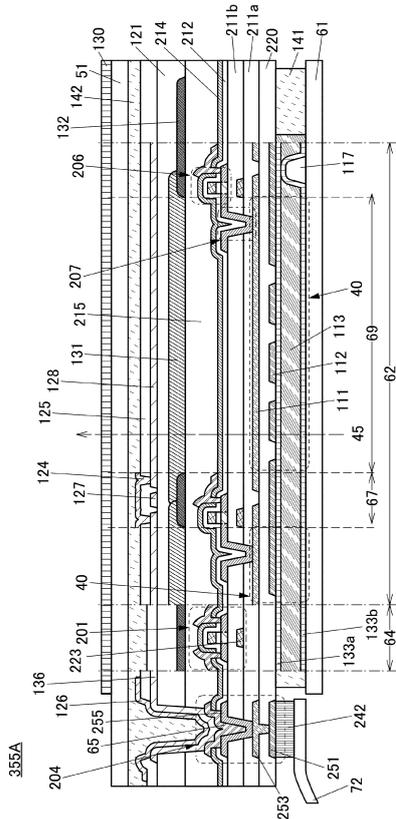
【 4 0 】



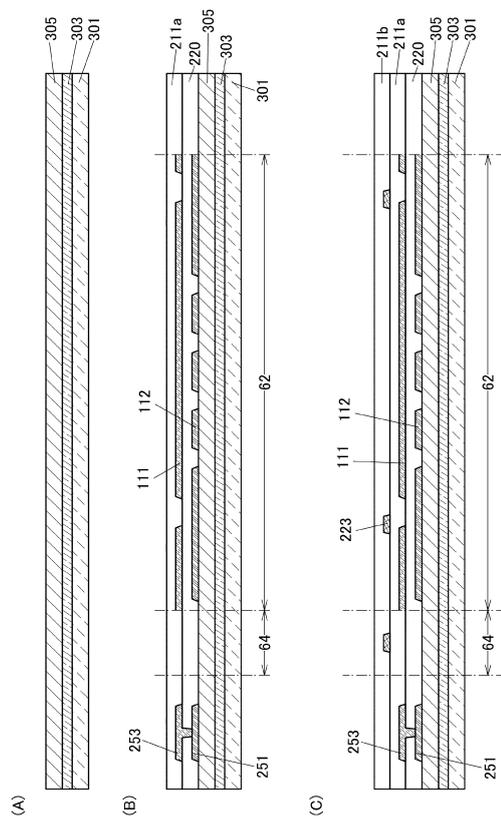
10

20

【 4 1 】



【 4 2 】

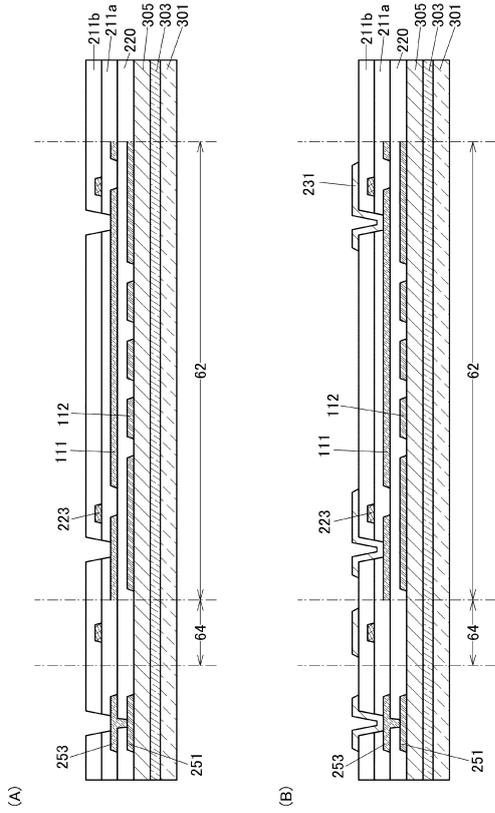


30

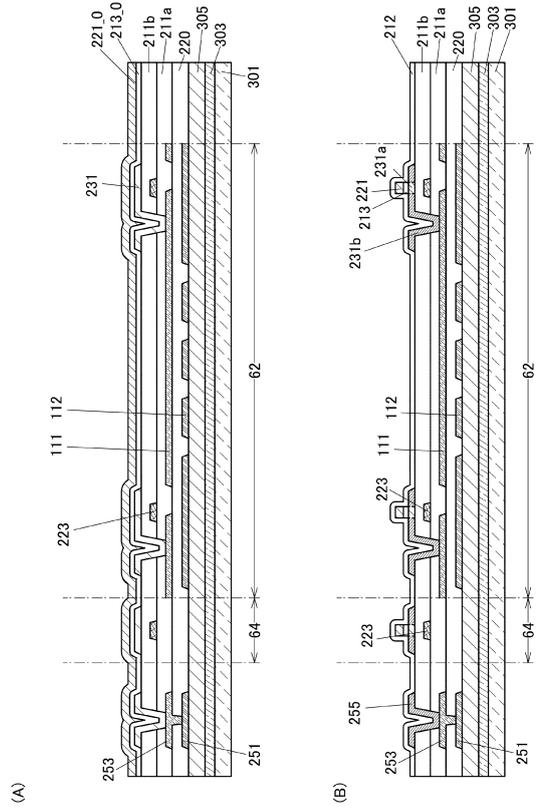
40

50

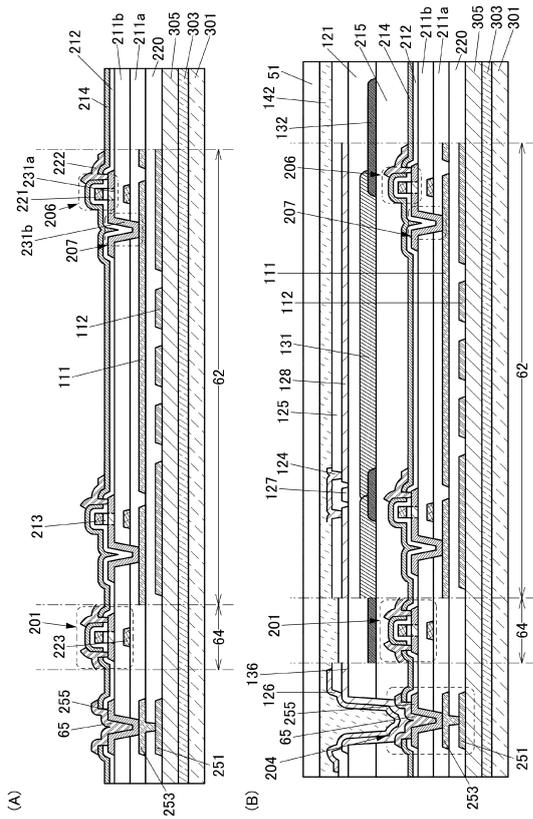
【 図 4 3 】



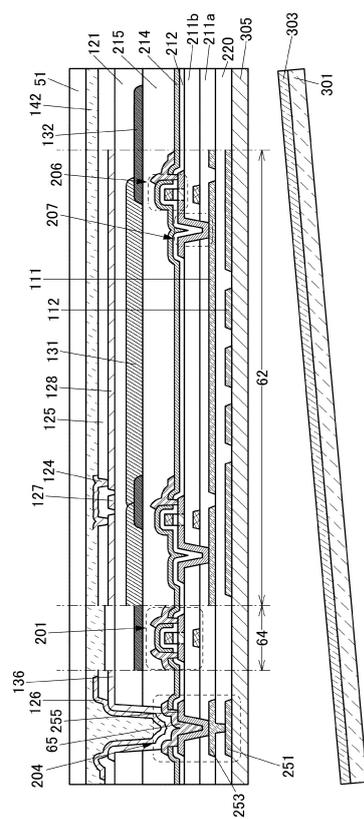
【 図 4 4 】



【 図 4 5 】



【 図 4 6 】



10

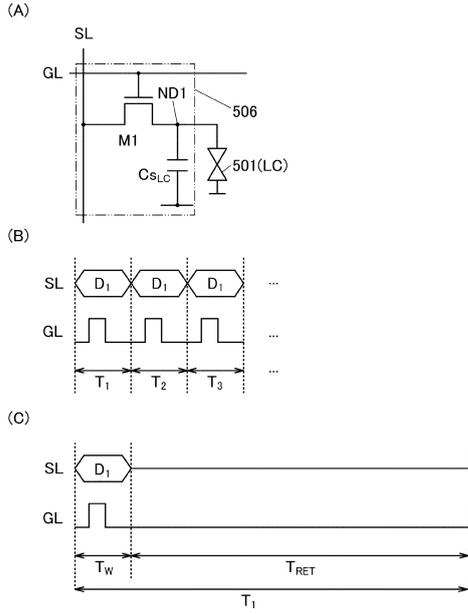
20

30

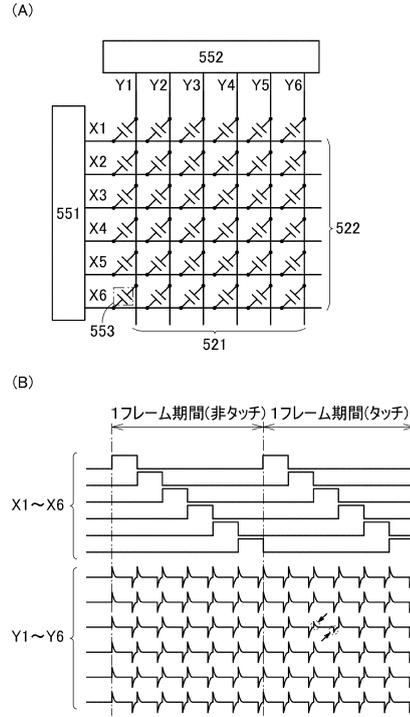
40

50

【図 5 1】



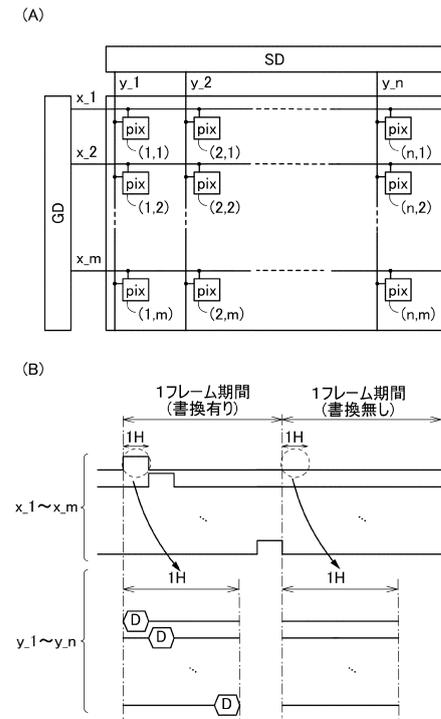
【図 5 2】



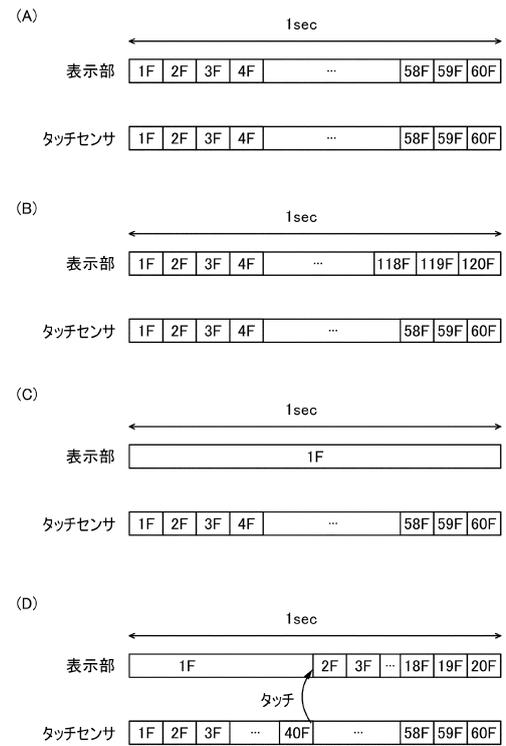
10

20

【図 5 3】



【図 5 4】

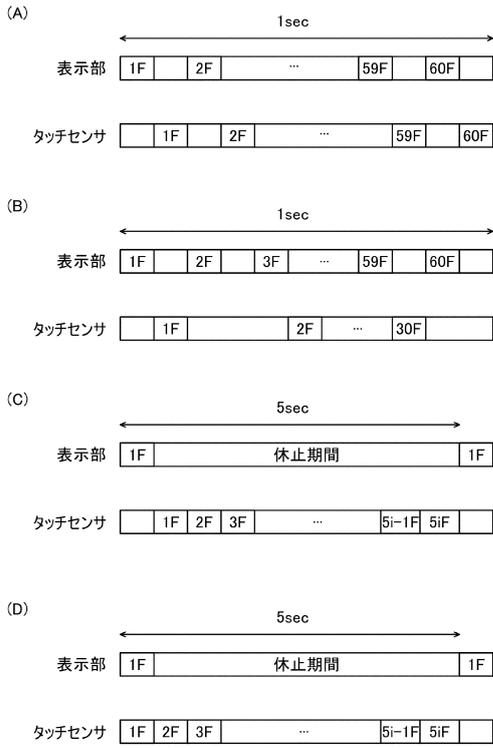


30

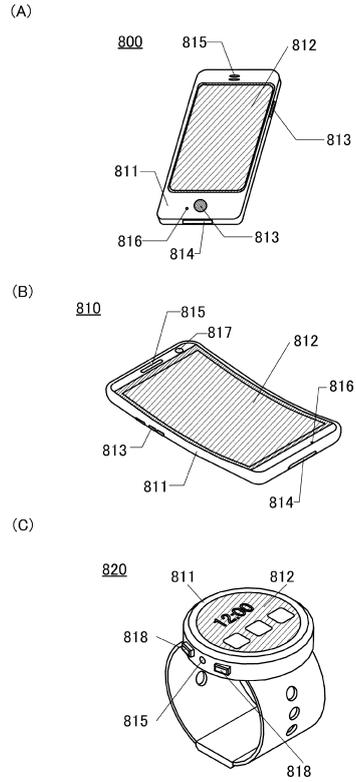
40

50

【図 5 5】



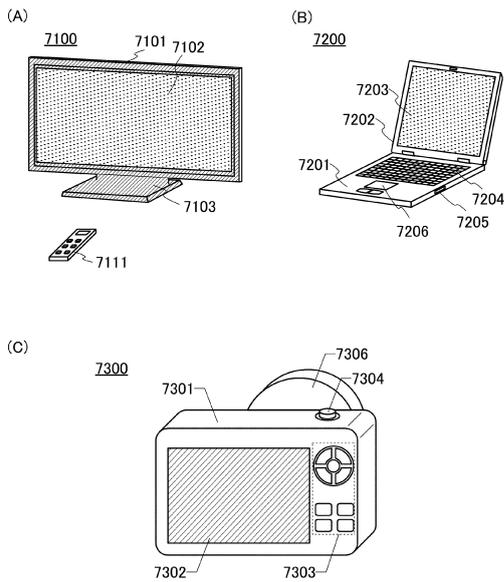
【図 5 6】



10

20

【図 5 7】



30

40

50

フロントページの続き

- 日本国(JP)
(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 0 5 3 2 6 1 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 1 5 6 9 6 3 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 F 1 / 1 3 6 8
G 0 2 F 1 / 1 3 3 3
G 0 2 F 1 / 1 3 4 3