

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-227854

(P2017-227854A)

(43) 公開日 平成29年12月28日 (2017.12.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09G 3/3233 (2016.01)	G09G 3/3233	2H193
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/36	3K107
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 642F	5C006
G02F 1/133 (2006.01)	G09G 3/20 641D	5C080
H01L 51/50 (2006.01)	G09G 3/20 624B	5C380
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 48 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-149173 (P2016-149173)
 (22) 出願日 平成28年7月29日 (2016.7.29)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-150945 (P2015-150945)
 (32) 優先日 平成27年7月30日 (2015.7.30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-119606 (P2016-119606)
 (32) 優先日 平成28年6月16日 (2016.6.16)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 島 行徳
 栃木県栃木市都賀町升塚161-2 アド
 バンスト フィルム デバイス インク
 株式会社内
 (72) 発明者 秋元 健吾
 栃木県栃木市都賀町升塚161-2 アド
 バンスト フィルム デバイス インク
 株式会社内
 (72) 発明者 岡本 佑樹
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

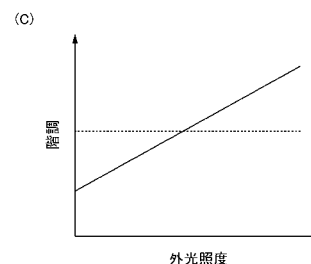
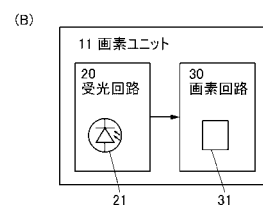
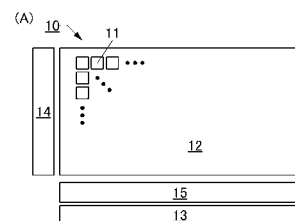
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】外光の照度に依らず視認性の高い表示装置を提供する。消費電力を低減可能な表示装置を提供する。

【解決手段】同一基板上に形成された第1の受光素子を有する第1の受光回路と、表示素子を有する画素回路を有する表示装置とする。表示素子は第1の受光素子の露光量の変化に応じて、その階調が変化する。特に、露光量が減少することに応じて、表示素子の階調が低くなるような構成とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の受光素子を有する第 1 の受光回路と、表示素子を有する画素回路を有し、前記第 1 の受光素子の露光量の変化に応じて、前記表示素子の階調が変化する、表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記露光量が減少することに応じて、前記表示素子の階調が低くなる、表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、
前記表示素子は、発光素子または液晶素子である、表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一において、
前記画素回路と、前記第 1 の受光回路とは、同一基板上に形成された、表示装置。

【請求項 5】

第 1 の受光回路と、画素回路を有する表示装置であって、
前記第 1 の受光回路は、第 1 の受光素子と、前記第 1 の受光素子と直列に接続された第 1 のトランジスタを有し、
前記画素回路は、発光素子と、前記発光素子と直列に接続された第 2 のトランジスタを有し、
前記第 2 のトランジスタは、第 1 のゲート及び第 2 のゲートを有し、
前記第 1 の受光素子と前記第 1 のトランジスタの間の第 1 のノードと、前記第 2 のトランジスタの前記第 1 のゲートまたは前記第 2 のゲートのいずれか一方とが、電氣的に接続された、
表示装置。

【請求項 6】

第 1 の受光回路と、画素回路を有する表示装置であって、
前記第 1 の受光回路は、第 1 の受光素子と、前記第 1 の受光素子と直列に接続された第 1 のトランジスタを有し、
前記画素回路は、液晶素子と、前記液晶素子と直列に接続された第 3 のトランジスタを有し、
前記第 1 の受光素子と前記第 1 のトランジスタの間の第 1 のノードと、前記第 3 のトランジスタと前記液晶素子との間の第 3 のノードとが、電氣的に接続された、
表示装置。

【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 において、
前記第 1 の受光回路は、前記第 1 の受光素子と前記第 1 のトランジスタとの間に直列に接続された第 4 のトランジスタを有し、
前記第 1 のノードは、前記第 1 のトランジスタと前記第 4 のトランジスタの間のノードであり、
前記第 1 のトランジスタが導通状態であり、且つ前記第 4 のトランジスタが非導通状態であるときに、前記第 1 のノードの電位がリセットされ、
前記第 1 のトランジスタが非導通状態であり、且つ前記第 4 のトランジスタが導通状態であるときに、前記第 1 のノードの電位が前記第 1 の受光素子における露光量に応じた電位に更新され、
前記第 1 のトランジスタ及び前記第 4 のトランジスタが非導通状態のときに、前記第 1 のノードの電位が保持される、

10

20

30

40

50

表示装置。

【請求項 8】

請求項 7 において、

前記第 4 のトランジスタは、チャンネルが形成される半導体に酸化物半導体を含む、表示装置。

【請求項 9】

請求項 5 乃至請求項 8 のいずれかーにおいて、

前記第 1 のトランジスタは、チャンネルが形成される半導体に酸化物半導体を含む、表示装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれかーにおいて、

第 2 の受光素子を有する第 2 の受光回路と、回路と、を有し、

前記第 2 の受光回路は、前記第 2 の受光素子の露光量に基づく信号を出力する機能を有し、

前記回路は、前記信号に基づいてタッチ動作を検出する機能を有する、

表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、表示装置に関する。

【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。本明細書で開示する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、入出力装置、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ことができる。

【0003】

なお、本明細書等において、半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、トランジスタ、半導体回路、演算装置、記憶装置、撮像装置、電気光学装置、発電装置（薄膜太陽電池、有機薄膜太陽電池等を含む）、及び電子機器は半導体装置の一態様である。

【背景技術】

【0004】

有機 EL (Electro Luminescence) 素子や、発光ダイオード (LED: Light Emitting Diode) 等の発光素子を備える発光装置が適用された表示装置が知られている。またそのほかにも、液晶素子が適用された表示装置が知られている。また電気泳動方式などにより表示を行う電子ペーパーなども、表示装置の一例として挙げることができる。

【0005】

例えば、有機 EL 素子の基本的な構成は、一対の電極間に発光性の有機化合物を含む層を挟持したものである。この素子に電圧を印加することにより、発光性の有機化合物から発光を得ることができる。このような有機 EL 素子が適用された表示装置は、薄型、軽量、高コントラストで且つ低消費電力な表示装置を実現できる。

【0006】

特許文献 1 には、有機 EL 素子が適用されたフレキシブルな発光装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2014 - 197522 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【0008】**

表示装置の視認性は、これを使用する環境における外光の照度に大きく依存する場合がある。例えば表示装置が表示する画像の輝度が同じ場合であっても、外光の照度が高い環境下では、表示装置の輝度が低く感じられて画像が見にくくなり、一方、外光の照度が低い環境下では、表示装置の輝度が高く、眩しく感じられてしまう場合がある。

【0009】

本発明の一態様は、外光の照度に依らず視認性の高い表示装置を提供することを課題の一とする。または、消費電力を低減可能な表示装置を提供することを課題の一とする。または、部品点数が低減された表示装置、または電子機器を提供することを課題の一とする。または、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一とする。

10

【0010】

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、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から抽出できる。

【課題を解決するための手段】**【0011】**

本発明の一態様は、第1の受光素子を有する第1の受光回路と、表示素子を有する画素回路を有し、第1の受光素子における露光量の変化に応じて、表示素子の階調が変化する、表示装置である。

20

【0012】

また、上記において、露光量が減少することに応じて、表示素子の階調が低くなることが好ましい。

【0013】

また、上記において、表示素子は、発光素子または液晶素子であることが好ましい。

【0014】

また、上記において、画素回路と、第1の受光回路とは、同一基板上に形成されていることが好ましい。

【0015】

また、本発明の他の一態様は、第1の受光回路と、画素回路を有する表示装置である。第1の受光回路は、第1の受光素子と、第1の受光素子と直列に接続された第1のトランジスタを有する。画素回路は、発光素子と、発光素子と直列に接続された第2のトランジスタを有する。第2のトランジスタは、第1のゲート及び第2のゲートを有する。また第1の受光素子と第1のトランジスタの間の第1のノードと、第2のトランジスタの第1のゲートまたは第2のゲートのいずれか一方とが、電氣的に接続されている。

30

【0016】

また、本発明の他の一態様は、第1の受光回路と、画素回路を有する表示装置である。第1の受光回路は、第1の受光素子と、第1の受光素子と直列に接続された第1のトランジスタを有する。画素回路は、液晶素子と、液晶素子と直列に接続された第3のトランジスタを有する。第1の受光素子と第1のトランジスタの間の第1のノードと、第3のトランジスタと液晶素子との間の第3のノードとが、電氣的に接続されている。

40

【0017】

また、上記第1の受光回路は、第1の受光素子と第1のトランジスタとの間に直列に接続された第4のトランジスタを有することが好ましい。このとき第1のノードは、第1のトランジスタと第4のトランジスタの間のノードである。また第1のトランジスタが導通状態であり、且つ第4のトランジスタが非導通状態であるときに、第1のノードの電位がリセットされ、第1のトランジスタが非導通状態であり、且つ第4のトランジスタが導通状態のときに、第1のノードの電位が第1の受光素子における露光量に応じた電位に更新され、第1のトランジスタ及び第4のトランジスタが非導通状態のときに、第1のノードの電位が保持されることが好ましい。。

50

【 0 0 1 8 】

また、上記第 4 のトランジスタは、チャネルが形成される半導体に酸化物半導体を含むことが好ましい。また、上記第 1 のトランジスタは、チャネルが形成される半導体に酸化物半導体を含むことが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、上記において、第 2 の受光素子を有する第 2 の受光回路と、回路と、を有することが好ましい。ここで第 2 の受光回路は、第 2 の受光素子の露光量に基づく信号を出力する機能を有する。また上記回路は、当該信号に基づいてタッチ動作を検出する機能を有する。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 2 0 】

本発明の一態様によれば、外光の照度に依らず視認性の高い表示装置を提供できる。または、消費電力を低減可能な表示装置を提供できる。または、部品点数が低減された表示装置、または電子機器を提供できる。または、信頼性の高い表示装置を提供できる。

【 0 0 2 1 】

なお、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。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から抽出することが可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

20

【 図 1 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 2 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 3 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 4 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 5 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 6 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 7 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 8 】 実施の形態に係る、表示装置を説明する図。

【 図 9 】 実施の形態に係る、トランジスタの一形態を説明する断面図。

【 図 1 0 】 実施の形態に係る、トランジスタの一形態を説明する断面図。

【 図 1 1 】 実施の形態に係る、トランジスタの一形態を説明する断面図。

30

【 図 1 2 】 実施の形態に係る表示モジュールを説明する図。

【 図 1 3 】 実施の形態に係る電子機器を説明する図。

【 図 1 4 】 実施の形態に係る電子機器を説明する図。

【 図 1 5 】 実施の形態に係る電子機器を説明する図。

【 図 1 6 】 実施の形態に係る電子機器を説明する図。

【 図 1 7 】 実施の形態に係る電子機器を説明する図。

【 図 1 8 】 試料の X R D スペクトルの測定結果を説明する図。

【 図 1 9 】 試料の T E M 像、および電子線回折パターンを説明する図。

【 図 2 0 】 試料の E D X マッピングを説明する図。

【 発明を実施するための形態 】

40

【 0 0 2 3 】

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。

【 0 0 2 4 】

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。

【 0 0 2 5 】

50

なお、本明細書で説明する各図において、各構成の大きさ、層の厚さ、または領域は、明瞭化のために誇張されている場合がある。よって、必ずしもそのスケールに限定されない。

【0026】

なお、本明細書等における「第1」、「第2」等の序数詞は、構成要素の混同を避けるために付すものであり、数的に限定するものではない。

【0027】

トランジスタは半導体素子の一種であり、電流や電圧の増幅や、導通または非導通を制御するスイッチング動作などを実現することができる。本明細書におけるトランジスタは、IGFET (Insulated Gate Field Effect Transistor) や薄膜トランジスタ (TFT: Thin Film Transistor) を含む。

10

【0028】

また、「ソース」や「ドレイン」の機能は、異なる極性のトランジスタを採用する場合や、回路動作において電流の方向が変化する場合などには入れ替わることがある。このため、本明細書においては、「ソース」や「ドレイン」の用語は、入れ替えて用いることができるものとする。

【0029】

また、本明細書等において、トランジスタのソース、又はドレインのどちらか一方のことを「第1電極」と呼び、ソース、又はドレインの他方を「第2電極」とも呼ぶことがある。なお、ゲートについては「ゲート」又は「ゲート電極」とも呼ぶ。

20

【0030】

なお、本明細書等において、ダイオードの2つの電極をそれぞれ「第1の電極」、「第2の電極」や、「第1電極」、「第2電極」、または「第1端子」、「第2端子」、若しくは「アノード」、「カソード」などと呼ぶことがある。ここで、第1電極から第2電極に向かって電流が流れる向きをダイオードの順方向、その逆を逆方向とする。また、これらの電極の一つを単純に「端子」や「一端」、「一方」などと呼ぶこともある。

【0031】

また、本明細書等において、コイルや抵抗、容量などの2端子素子の2つの端子をそれぞれ「第1の端子」、「第2の端子」や、「第1端子」、「第2端子」、または「第1の電極」、「第2の電極」や、「第1電極」、「第2電極」、などと呼ぶことがある。また、これらの端子の一つを単純に「端子」、「電極」、「一端」、「一方」などと呼ぶこともある。

30

【0032】

また、本明細書等において、「接続」及び「電氣的に接続」には、「何らかの電氣的作用を有するもの」を介して接続されている場合が含まれる。ここで、「何らかの電氣的作用を有するもの」は、接続対象間での電氣信号の授受を可能とするものであれば、特に制限を受けない。例えば、「何らかの電氣的作用を有するもの」には、電極や配線をはじめ、トランジスタなどのスイッチング素子、抵抗素子、コイル、容量素子、その他の各種機能を有する素子などが含まれる。

40

【0033】

なお、本明細書等においてノードとは、回路を構成する素子の電氣的な接続を可能とする素子（例えば、配線など）のことをいう。したがって、「Aが接続されたノード」とは、Aと電氣的に接続され、且つAと同電位と見なせる配線のことをいう。なお、配線の途中に電氣的な接続を可能とする素子（例えば、スイッチ、トランジスタ、容量素子、インダクタ、抵抗素子、ダイオードなど）が1個以上配置されていても、Aと同電位であれば、その配線はAが接続されたノードと見なせる。

【0034】

なお、本明細書等において、EL層とは発光素子の一对の電極間に設けられ、少なくとも発光性の物質を含む層（発光層とも呼ぶ）、または発光層を含む積層体を示すものとする。

50

る。

【0035】

なお、本明細書等において、表示パネルは表示面に画像等を表示（出力）する機能を有するものである。したがって表示パネルは出力装置の一態様である。

【0036】

また、本明細書等では、表示パネルの基板に、例えばFPC（Flexible Printed Circuit）もしくはTCP（Tape Carrier Package）などのコネクタが取り付けられたもの、または基板にCOG（Chip On Glass）方式等によりIC（集積回路）が実装されたものを、表示パネルモジュール、表示モジュール、または単に表示パネルなどと呼ぶ場合がある。

10

【0037】

また、本明細書等において、タッチセンサは指やスタイラスなどの被検知体が触れる、または近接することを検知する機能を有するものである。したがってタッチセンサは入力装置の一態様である。

【0038】

また、本明細書等では、タッチセンサを有する基板を、タッチセンサパネル、または単にタッチセンサなどと呼ぶ場合がある。また、本明細書等では、タッチセンサパネルの基板に、例えばFPCもしくはTCPなどのコネクタが取り付けられたもの、または基板にCOG方式等によりICが実装されたものを、タッチセンサパネルモジュール、タッチセンサモジュール、センサモジュール、または単にタッチセンサなどと呼ぶ場合がある。

20

【0039】

なお、本明細書等において、タッチパネルは表示面に画像等を表示（出力）する機能と、表示面に指やスタイラスなどの被検知体が触れる、または近接することを検知するタッチセンサとしての機能と、を有する。したがってタッチパネルは入出力装置の一態様である。

【0040】

タッチパネルは、例えばタッチセンサ付き表示パネル（または表示装置）、タッチセンサ機能付き表示パネル（または表示装置）とも呼ぶことができる。

【0041】

タッチパネルは、表示パネルとタッチセンサパネルとを有する構成とすることもできる。または、表示パネルの内部にタッチセンサとしての機能を有する構成とすることもできる。

30

【0042】

また、本明細書等では、タッチパネルの基板に、例えばFPCもしくはTCPなどのコネクタが取り付けられたもの、または基板にCOG方式等によりICが実装されたものを、タッチパネルモジュール、表示モジュール、または単にタッチパネルなどと呼ぶ場合がある。

【0043】

（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の構成例及び駆動方法について説明する。

40

【0044】

[表示装置の構成例]

図1（A）は、本発明の一態様の表示装置10のブロック図である。表示装置10は、表示領域12、回路13、回路14及び回路15を有する。表示領域12には、複数の画素ユニット11が配置されている。

【0045】

図1（B）は、画素ユニット11の構成を説明する図である。画素ユニット11は、受光回路20と、画素回路30を有する。受光回路20は、少なくとも受光素子21を有する。また、画素回路30は、少なくとも表示素子31を有する。

50

【 0 0 4 6 】

表示素子 3 1 としては、代表的には有機 E L 素子などの発光素子や、液晶素子などを用いることができる。

【 0 0 4 7 】

回路 1 3 及び回路 1 4 は、画素回路 3 0 に信号や電源電位等を供給する回路である。例えば回路 1 3 及び回路 1 4 の一方に信号線駆動回路として機能する回路を適用し、他方に走査線駆動回路として機能する回路を適用することができる。

【 0 0 4 8 】

回路 1 5 は、受光回路 2 0 に信号や電源電位等を供給する回路である。受光回路 2 0 は回路 1 5 から供給された信号に基づいて駆動することができる。回路 1 5 は画素ユニット 1 1 の構成に応じた回路を用いることができる。また受光回路 2 0 を駆動するための特別な信号を必要としない場合には、回路 1 5 を設けなくてもよい。例えば画素回路 3 0 を駆動するための信号や電源電位を受光回路 2 0 と共有できる場合には、回路 1 5 を設けなくてもよい。

【 0 0 4 9 】

受光回路 2 0 と画素回路 3 0 とは、電氣的に接続されている。図 1 (B) に示すように、受光回路 2 0 は、受光素子 2 1 への露光量 (受光素子 2 1 の受光量と言い換えることもできる) に応じた信号を画素回路 3 0 に出力する機能を有する。画素回路 3 0 は当該信号に応じて、表示素子 3 1 の階調を変化させることができる。すなわち、表示素子 3 1 からの光の強度を変化させることができる。ここで表示素子 3 1 からの光とは、表示素子 3 1 が自発光可能な発光素子であれば表示素子 3 1 が発する光に相当し、表示素子 3 1 が光の偏光、反射、透過、屈折、回折、散乱、吸収など、発光以外の光学的な現象を利用した光学素子であれば、表示素子 3 1 を介して外部に発せられる光に相当する。

【 0 0 5 0 】

表示素子としては、LED や OLED (Organic Light Emitting Diode)、または QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode) 等の発光素子や、液晶素子等の光学素子など、電流又は電圧によって素子からの光の輝度が制御される素子を用いることができる。

【 0 0 5 1 】

そのほかにも、表示素子として MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 素子や、電子放出素子、そのほかの光学素子などを用いることができる。MEMS を用いた表示素子としては、シャッター方式の MEMS 表示素子、光干渉方式の MEMS 表示素子などが挙げられる。電子放出素子としては、カーボンナノチューブを用いてもよい。また、そのほかの光学素子として、マイクロカプセル方式、電気泳動方式、エレクトロウェットティング方式、電子粉流体 (登録商標) 方式等を適用した素子を用いることができる。

【 0 0 5 2 】

図 1 (C) は、外光の照度に対する表示素子 3 1 の階調の変化を説明する図である。実線は本発明の一態様の表示装置 1 0 に対応し、点線は外光の照度に依らず常に一定の階調の表示を行う場合に対応する。

【 0 0 5 3 】

外光の照度に比例して受光素子 2 1 の受光量は大きくなる。表示装置 1 0 は、外光の照度に応じて表示素子 3 1 の階調を高めるように動作する。すなわち、表示装置 1 0 は、外光の照度が高い場合には、表示素子 3 1 の階調を高めて輝度の高い表示を行い、外光の照度が低い場合には、表示素子 3 1 の階調を低くして輝度の低い表示を行うことができる。これにより、表示装置 1 0 が曝される外光の照度に依らず、使用者は常に最適な輝度で表示された画像等を見ることができる。また表示装置 1 0 は、プロセッサなどによる画像処理を要することなく、このような階調を変換する処理を表示装置 1 0 自体で行うことができる。

【 0 0 5 4 】

また、表示領域 1 2 中に受光回路 2 0 を有する画素ユニット 1 1 が複数配置されていることで、表示領域 1 2 内の一つ一つの画素ユニット 1 1 で、外光の照度に応じて階調を補正することができる。その結果、表示領域 1 2 全体に亘って階調を補正するのではなく、表示領域 1 2 内の複数の箇所、それぞれ独自に階調を補正することができる。例えば表示領域 1 2 内で局所的に外光が当たっている箇所のみ、輝度の高い表示を行うこともできる。

【 0 0 5 5 】

以下では、画素ユニット 1 1 のより具体的な例について説明する。

【 0 0 5 6 】

[画素ユニット 1 1 の構成例 1]

10

図 2 (A) に、画素ユニット 1 1 の回路図の例を示す。画素ユニット 1 1 は受光回路 2 0 と画素回路 3 0 が電氣的に接続された構成を有する。本構成例では、画素回路 3 0 の表示素子 3 1 として発光素子を適用した場合の例を示す。図 2 (A) 等に示す回路では、発光素子だけでなく、素子に流れる電流、または素子にかかる電圧によりその階調が変化する様々な素子を適用することができる。

【 0 0 5 7 】

受光回路 2 0 は受光素子 2 1、トランジスタ 2 2、トランジスタ 2 3、及び容量素子 2 4 を有する。受光素子 2 1 は、カソードが配線 V P O に接続され、アノードがトランジスタ 2 2 のソース又はドレインの一方と接続されている。トランジスタ 2 2 は、ゲートが配線 T X に接続され、ソース又はドレインの他方がトランジスタ 2 3 のソース又はドレインの一方、及び容量素子 2 4 の一方の電極と接続されている。トランジスタ 2 3 はゲートが配線 P R に接続され、ソース又はドレインの他方が配線 V P R に接続されている。容量素子 2 4 は、他方の電極が配線 V C と接続されている。ここでトランジスタ 2 2 のソース又はドレインの他方、トランジスタ 2 3 のソース又はドレインの一方、及び容量素子 2 4 の一方の電極が接続されるノードをノード n とする。

20

【 0 0 5 8 】

画素回路 3 0 は、表示素子 3 1、トランジスタ 3 2、トランジスタ 3 3、容量素子 3 4 を有する。トランジスタ 3 3 は第 1 のゲート及び第 2 のゲートを有する。表示素子 3 1 はカソードが配線 V L に接続され、アノードがトランジスタ 3 3 のソース又はドレインの一方と接続されている。トランジスタ 3 2 はゲートが配線 G L に接続され、ソース又はドレインの一方が配線 S L に接続され、ソース又はドレインの他方が容量素子 3 4 の一方の電極、及びトランジスタ 3 3 の第 1 のゲートと接続されている。トランジスタ 3 3 はソース又はドレインの他方が配線 V H と接続され、第 2 のゲートが受光回路 2 0 のノード n と接続されている。容量素子 3 4 は、他方の電極が配線 V C と接続されている。

30

【 0 0 5 9 】

受光回路 2 0 において、配線 V P O には電位 $V_{V P O}$ が与えられ、配線 V P R には電位 $V_{V P R}$ が与えられる。また配線 T X、配線 P R にはそれぞれ回路 1 5 から信号が与えられる。ここで、電位 $V_{V P O}$ は電位 $V_{V P R}$ よりも高いことが好ましい。

【 0 0 6 0 】

画素回路 3 0 において、配線 G L 及び配線 S L にはそれぞれ回路 1 3 または回路 1 4 からの信号が供給される。例えば配線 G L には走査信号が与えられ、配線 S L にはビデオ信号が与えられる。配線 V H、配線 V L、及び配線 V C にはそれぞれ所定の電位が与えられる。配線 V H に与えられる電位は、配線 V L に与えられる電位よりも高い電位とする。なお、表示素子 3 1 のダイオード特性の向きに応じて、これらの大小関係を反転させた電位を与えてもよい。また表示素子 3 1 は、トランジスタ 3 3 と配線 V H との間に接続される構成としてもよい。

40

【 0 0 6 1 】

ここで、図 2 (A) では受光回路 2 0 の容量素子 2 4 と、画素回路 3 0 の容量素子 3 4 の両方に接続される配線として、配線 V C を用いる構成としたが、それぞれ別の配線に接続される構成としてもよい。またこれら別々の配線には、同じ電位が供給されてもよいし

50

、異なる電位が供給されてもよい。また容量素子 24 はノード n の電位を保持するための容量であり、ノード n の配線容量等の容量成分を利用することで容量素子 24 を省略してもよい。

【0062】

続いて、図 2 (B)、(C) を用いて画素ユニット 11 の駆動方法の一例について説明する。ここではトランジスタ 22、トランジスタ 23、トランジスタ 32、トランジスタ 33 が全て n チャネル型のトランジスタである場合について説明する。

【0063】

図 2 (B) は画素ユニット 11 の動作に係るタイミングチャートであり、図 2 (C) はトランジスタ 33 の第 1 のゲート - ソース間電圧 (V_{gs}) に対するソース - ドレイン間に流れる電流 (I_{ds}) を模式的に示した図である。図 2 (C) において、横軸は V_{gs} をリニアスケールで示し、縦軸は I_{ds} の平方根 ($\sqrt{I_{ds}}$) をリニアスケールで示している。

10

【0064】

図 2 (B) に示すように、フレーム期間は表示期間と帰線期間を有する。表示期間は画素回路 30 のデータを更新 (書き換える) 期間である。帰線期間は 2 つの表示期間の間に設けられる期間である。

【0065】

表示期間において、配線 GL にハイレベル電位が与えられることにより画素回路 30 が選択されると、トランジスタ 32 が導通状態となり、配線 SL に入力される信号に対応する電位が、トランジスタ 32 を介してトランジスタ 33 の第 1 のゲート、及び容量素子 34 の一方の電極に与えられる。その後配線 GL にローレベル電位が与えられ、トランジスタ 32 は非導通状態に遷移する。トランジスタ 33 の第 1 のゲートに与えられた電位に応じてトランジスタ 33 の導通状態が変化し、表示素子 31 に流れる電流の大きさを制御することができる。これにより、表示素子 31 の階調を制御することができる。

20

【0066】

続いて、帰線期間において、まず配線 GL にハイレベル電位が与えられることにより、トランジスタ 32 が導通状態に遷移する。このとき、配線 SL にはローレベル電位、すなわちトランジスタ 33 を非導通状態とする電位が供給されることが好ましい。これにより、表示素子 31 が最も低い階調の表示がなされる。このとき、表示装置 10 の表示領域 12 には、その全面に黒色が表示される。または、配線 SL に入力する信号を変えることにより、帰線期間において表示領域 12 の全面に単一色の表示 (例えば白色、赤色、緑色、青色等) を行ってもよい。その場合、帰線期間内であって期間 t_2 よりも後に、表示領域 12 全面に黒色表示を行う期間を設けることがより好ましい。

30

【0067】

続いて、図 2 (B) における期間 t_1 に示すように、配線 PR にトランジスタ 23 を導通状態とするハイレベル電位が与えられる。これにより、ノード n の電位は電位 V_{VPR} に近い電位となる。すなわち、ノード n の電位をリセット (初期化) することができる。具体的には、ノード n の電位は電位 V_{VPR} からトランジスタ 23 のしきい値電圧を差し引いた電位となる。

40

【0068】

続いて、図 2 (B) における期間 t_2 に示すように、配線 TX にトランジスタ 22 を導通状態とするハイレベル電位が与えられ、配線 PR にトランジスタ 23 を非導通状態とするローレベル電位が与えられる。

【0069】

期間 t_2 の初期において、ノード n の電位 V_n は電位 V_{VPR} に近い電位に保たれており、配線 VPO にはこれよりも高い電位 V_{VPO} が与えられている。このときトランジスタ 22 は導通状態であるため、受光素子 21 には逆方向バイアスの電圧が印加された状態となる。

【0070】

50

受光素子 2 1 に逆方向バイアスの電圧が印加された状態で受光素子 2 1 に光が入射すると、受光素子 2 1 のカソードからアノードに向かって電流が流れる。上記電流値は光の強さ、すなわち受光素子 2 1 の露光量（受光量ともいう）に応じて変化する。具体的に、受光素子 2 1 の露光量が大きいほど上記電流値は大きくなり、ノード n に流入する電荷量は大きくなる。逆に、受光素子 2 1 の露光量が小さいほど上記電流値は小さくなり、ノード n に流入する電荷量が小さくなる。その結果、受光素子 2 1 の露光量が大きいほど、ノード n の電位の変化は大きく、その逆に受光素子 2 1 の露光量が小さいほど、ノード n の電位の変化は小さい。

【 0 0 7 1 】

図 2 (B) では、ノード n の電位 V_n の例として、受光素子 2 1 の露光量が小さい順から実線、一点鎖線、破線でそれぞれ示している。実線で示すように露光量が小さいほどノード n の電位 V_n は電位 V_{VPR} に近い電位となり、一方、破線で示すように、露光量が大きいほどノード n の電位 V_n は電位 V_{VPO} に近い電位となる。

10

【 0 0 7 2 】

続いて、配線 TX にトランジスタ 2 2 を非導通状態とするローレベル電位が与えられる。これにより、その後の期間において、ノード n の電位 V_n は保持される。

【 0 0 7 3 】

このような動作により、帰線期間中に設けられた期間 t_1 によって、ノード n の電位をリセットし、続く期間 t_2 によって、ノード n の電位を更新することができる。したがって表示装置 1 0 にあたる外光の照度に変化した場合であっても、常にその照度をモニタすることができる。

20

【 0 0 7 4 】

ここで、配線 PR の電位がローレベル電位であり、且つ配線 TX の電位がハイレベル電位である期間 t_2 の期間中、ノード n の電位 V_n の変化が継続する。そのため、期間 t_2 の長さが長すぎると、露光量の違いに対するノード n の電位 V_n の差が小さくなる。一方、期間 t_2 の長さが短すぎても、露光量の違いに対するノード n の電位 V_n の差が小さくなってしまふ。したがって、期間 t_2 の長さは、受光素子 2 1 の感度及び電気的特性、想定される使用環境における外光の照度の上限値及び下限値、配線 VPO 及び配線 VPR の電位、ノード n の時定数、トランジスタ 3 3 の電気的特性、階調の変化量の上限値及び下限値などを考慮して定めることができる。

30

【 0 0 7 5 】

ノード n はトランジスタ 3 3 の第 2 のゲートと接続されている。そのため、トランジスタ 3 3 の第 1 のゲートを用いて駆動した場合のしきい値電圧は、ノード n の電位 V_n によって変化する。

【 0 0 7 6 】

図 2 (C) では、トランジスタ 3 3 の $V_{gs} - I_{ds}$ 特性を、受光素子 2 1 の露光量が小さい順から実線、一点鎖線、破線の順で示している。露光量が小さいほどノード n の電位 V_n が低く、実線で示すようにしきい値電圧はプラス側に位置する。一方露光量が大きいほどノード n の電位 V_n が高く、破線で示すようにしきい値電圧はマイナス側に位置する。したがって、トランジスタ 3 3 の第 1 のゲートにある電位が与えられたとき、露光量が小さいほどトランジスタ 3 3 のソース - ドレイン間に流れる電流は小さく、露光量が大きいほど当該電流は大きくなる。その結果、露光量が小さいほど表示素子 3 1 が発する光の輝度は低く、一方露光量が大きいほど表示素子 3 1 が発する光の輝度が高くなる。

40

【 0 0 7 7 】

したがって、画素ユニット 1 1 を有する表示装置 1 0 は、外光が強い場所ではその輝度が高められることで視認性が向上し、一方外光が弱い場所では、その輝度が低減されて目にやさしい表示を行うことができる。またこのような表示装置 1 0 は、外光の強さに応じて輝度を調整できるため、消費電力を削減することができる。また表示装置 1 0 は、このような機能を外部の演算装置や特別な IC などを用いることなく実現することができるため、表示装置 1 0 やこれを用いた電子機器の部品点数を増やすことなく、このような機能

50

を実現できる。

【0078】

ここで、トランジスタ33のしきい値電圧の変動幅は、電位 V_{VP0} と、電位 V_{VPR} によって定めることができる。例えば電位 V_{VPR} を負の電位とし、電位 V_{VP0} をこれよりも高い負の電位とすることで、トランジスタ33のしきい値電圧はプラス方向にシフトするため、トランジスタ33をノーマリーオフとすることができる。または、電位 V_{VPR} を負の電位とし、電位 V_{VP0} を正の電位とすることで、トランジスタ33をノーマリーオフとノーマリーオンのいずれにもすることができる。

【0079】

また、ノードnの電位 V_n は1フレーム期間中にできるだけ変動しないことが好ましい。例えば、トランジスタ22及びトランジスタ23が、非導通状態において、ソースとドレイン間に 0.5×10^{-14} A程度の電流が流れるものとし、受光素子21にはこれ以上の電流（例えば 1.0×10^{-14} A程度の電流）が流れるとする。なお、配線VP0と配線VPR間の電圧が固定されていると仮定すると、受光素子21に流れる電流は、受光素子21における露光量に応じて定まり、トランジスタ22のソースとドレイン間に流れる電流は、配線TXの電位に応じて定まり、トランジスタ23のソースとドレイン間に流れる電流は、配線PRの電位に応じて定めることができる。このとき、ノードnに流れる電流は合わせて 1.0×10^{-14} A程度となる。ノードnに付加されている各種容量の総容量値が 10^{-14} F程度であるとすれば、ノードnの電位が0.1秒の期間で0.1 Vだけ変化することとなる。

【0080】

ここで、トランジスタ22及びトランジスタ23は、チャネルが形成される半導体に酸化物半導体を用いたトランジスタであることが望ましい。例えばシリコンをチャネル形成領域に有するトランジスタでは、ゲート電圧の調整により、ドレイン電流が 10^{-14} A程度となるように制御することが困難である。一方、酸化物半導体をチャネル形成領域に有するトランジスタでは、ゲート電圧を調整することで、ドレイン電流を 10^{-23} A程度まで下げることができる。そのため、1フレーム期間中にノードnの電位の変化がほとんど生じないように制御することが、シリコンをチャネル形成領域に有するトランジスタに比べて、容易である。

【0081】

またこのとき、トランジスタ22及びトランジスタ23以外のトランジスタ（例えばトランジスタ32、トランジスタ33、またはそのほかの回路に含まれるトランジスタ）も、トランジスタ22及びトランジスタ23同様、チャネルが形成される半導体に酸化物半導体を用いたトランジスタとすることが好ましい。

【0082】

また、図2(A)等では、トランジスタ33以外の各トランジスタが、ゲート電極を半導体膜の片側にのみ有している場合を示している。各トランジスタが、半導体膜を間に挟んで存在する一対のゲート電極を有している場合、一対のゲート電極に、同じ高さの電位が与えられていても良いし、どちらか一方のゲート電極にのみグラウンドなどの固定電位が与えられていても良い。どちらか一方のゲート電極に与える電位の高さを制御することで、各トランジスタの閾値電圧を制御することができる。

【0083】

なお、図2(A)等において、トランジスタ22、トランジスタ23、トランジスタ32、トランジスタ33は、その半導体膜に、酸化物半導体が用いられていてもよいし、酸化物半導体以外の、非晶質、微結晶、多結晶、または単結晶の、シリコンまたはゲルマニウムなどの半導体が用いられていてもよい。画素ユニット11内の全てのトランジスタの半導体膜に、同じ材料の半導体を用いることで、プロセスを簡略化することができる。

【0084】

特に、トランジスタ22、トランジスタ23、及びトランジスタ32は、これと接続されたノードにおいて蓄積された電荷を保持する機能を有するため、オフ電流は小さいほう

10

20

30

40

50

が好ましい。シリコンよりもバンドギャップが広く、真性キャリア密度がシリコンよりも低い酸化物半導体膜に、チャネル形成領域が形成されるトランジスタは、通常のシリコンやゲルマニウムなどの半導体で形成されたトランジスタに比べて、オフ電流を著しく小さくすることが可能であるため、トランジスタ 22、トランジスタ 23、及びトランジスタ 32 として用いるのに好適である。

【0085】

[変形例 1]

図 3 には、図 2 (A) で例示した画素ユニット 11 と比較し、受光回路 20 の一部が異なる例を示している。具体的には、図 2 (A) で示した例におけるトランジスタ 22 が設けられず、受光素子 21 のアノードがノード n に接続されている。

10

【0086】

図 3 に示す構成では、配線 PR にトランジスタ 23 を飽和領域で動作する電位を与えることができる。これにより、受光素子 21 の露光量に応じてノード n の電位が定まる。また、例えば 1 フレーム毎など、定期的に配線 PR にトランジスタ 23 を線形領域で動作する電位を与えることで、ノード n の電位をリセットすることができる。このような構成とすることで、受光回路 20 及び周辺回路の構成を簡略化できる。

【0087】

[変形例 2]

上記では、画素ユニット 11 において、1 つの受光回路 20 が 1 つの画素回路 30 と接続する例を示したが、1 つの受光回路 20 に、複数の画素回路 30 を接続する構成とすることができる。

20

【0088】

図 4 では、受光回路 20 が、6 つの画素回路 (画素回路 30 a 乃至 30 f) と接続する例を示している。

【0089】

画素回路 30 a、画素回路 30 b、及び画素回路 30 c は、配線 GL1 を共有する。画素回路 30 d、画素回路 30 e、及び画素回路 30 f は、配線 GL2 を共有する。画素回路 30 a 及び画素回路 30 d は、配線 SL1 を共有する。画素回路 30 b 及び画素回路 30 e は、配線 SL2 を共有する。画素回路 30 c 及び画素回路 30 f は、配線 SL3 を共有する。

30

【0090】

受光回路 20 のノード n は、6 つの画素回路 (画素回路 30 a 乃至 30 f) のそれぞれのトランジスタ 33 の第 2 のゲートと接続されている。そのため受光回路 20 のノード n の電位の変化に応じて、各々の画素回路が有する表示素子 31 の輝度を変化させることができる。

【0091】

[変形例 3]

表示素子 31 に発光素子を適用した画素回路 30 としては、図 2 (A) 等 に示した構成に限られず、様々な回路を用いることができる。

【0092】

40

図 5 (A) には、図 2 (A) 等とは異なる構成の画素回路 30 の例を示している。図 5 (A) に示す画素回路 30 は、表示素子 31、トランジスタ 32、トランジスタ 33、容量素子 34、トランジスタ 35、トランジスタ 36、及びトランジスタ 37 を有する。

【0093】

表示素子 31 は、アノードがトランジスタ 37 のソース又はドレインの一方と接続され、カソードが配線 VL と接続されている。トランジスタ 32 は、ゲートが配線 GL1 と接続され、ソース又はドレインの一方が配線 SL と接続され、ソース又はドレインの他方がトランジスタ 36 のソース又はドレインの一方、及び容量素子 34 の一方の電極と接続されている。トランジスタ 33 は、第 1 のゲートがトランジスタ 35 のソース又はドレインの一方、及びトランジスタ 36 のソース又はドレインの他方と接続され、第 2 のゲートが

50

受光回路 20 のノード n と接続され、ソース又はドレインの一方が配線 V_H と接続され、ソース又はドレインの他方が容量素子 34 の他方の電極、及びトランジスタ 37 のソース又はドレインの他方と接続されている。トランジスタ 35 は、ゲートが配線 G_{L1} と接続され、ソース又はドレインの他方が配線 V₀ と接続されている。トランジスタ 36 は、ゲートが配線 G_{L2} と接続されている。

【0094】

配線 G_{L1}、配線 G_{L2}、及び配線 G_{L3} はそれぞれ回路 13 または回路 14 の一方と接続され、配線 S_L は回路 13 または回路 14 の他方と接続されている。配線 V₀ には所定の電位（例えばハイレベル電位）が供給される。

【0095】

このような構成とすることで、トランジスタ 33 のしきい値電圧が継時的に変化してしまった場合でも、その変化を補正することができる。なお、画素回路 30 と受光回路 20 の駆動方法としては、例えば、まず画素回路 30 においてトランジスタ 33 のしきい値電圧の補正を行った後に、受光回路 20 を動作させてトランジスタ 33 の第 2 のゲートにノード n の電位を供給する駆動を行えばよい。

【0096】

また、図 5 (B) には、異なる構成の画素回路 30 を示している。図 5 (B) に示す画素回路 30 は、表示素子 31、トランジスタ 32、トランジスタ 33、容量素子 34、及びトランジスタ 35 を有する。

【0097】

[画素ユニット 11 の構成例 2]

以下では、図 6 (A) を用いて表示素子 31 に液晶素子を適用した場合の画素ユニット 11 の構成例を説明する。なお図 6 (A) に示す回路では、液晶素子だけでなく、素子にかかる電圧によりその階調が変化する様々な素子を適用することができる。

【0098】

図 6 (A) では、液晶素子 41 を有する 4 つの画素回路（画素回路 40 a 乃至 40 d）に、受光回路 20 が接続されている例を示している。なお 1 つの受光回路 20 に接続される画素回路の数はこれに限られない。

【0099】

画素回路 40 a は、液晶素子 41、トランジスタ 42、容量素子 43、及び容量素子 44 を有する。また画素回路 40 b、画素回路 40 c 及び画素回路 40 d も同様の構成を有している。

【0100】

画素回路 40 a において、液晶素子 41 は、一方の電極がトランジスタ 42 のソース又はドレインの一方、容量素子 43 の一方の電極、及び容量素子 44 の一方の電極と接続され、他方の電極が配線 V_C と接続されている。トランジスタ 42 は、ゲートが配線 G_{L1} と接続され、ソース又はドレインの他方が配線 S_{L1} と接続されている。容量素子 43 は他方の電極が配線 V_{Cs} と接続されている。容量素子 44 の他方の電極は、他の画素回路の容量素子 44 の他方の電極、及び受光回路 20 のノード n と接続されている。ここで、液晶素子 41 の一方の電極が接続されるノードをノード n1 とする。

【0101】

画素回路 40 a と画素回路 40 b は、配線 G_{L1} を共有する。画素回路 40 c と画素回路 40 d は、配線 G_{L2} を共有する。画素回路 40 a と画素回路 40 c は、配線 S_{L1} を共有する。画素回路 40 b と画素回路 40 d は、配線 S_{L2} を共有する。配線 V_C、及び配線 V_{Cs} には、それぞれ所定の電位が与えられる。

【0102】

画素回路 40 a において、配線 S_{L1} にビデオ信号が入力されると、導通状態のトランジスタ 42 を介してノード n1 に所定の階調に応じた電位が与えられる。液晶素子 41 には、ノード n1 と配線 V_C の間の電圧が与えられることで、液晶の配向が制御され、液晶素子 41 を介して射出される光の輝度が変化する。このようにして液晶素子 41 の階調を

10

20

30

40

50

制御することができる。

【0103】

また、受光回路20のノードnと、画素回路40aのノードn1とは、容量素子44を介して容量性の結合が形成されている。したがって、トランジスタ42を非導通状態とすることでノードn1を電氣的にフローティングとした状態で、受光回路20の電位が変化すると、これに伴ってノードn1の電位が変化する。その結果、液晶素子41にかかる電圧が変化し、液晶素子41の階調を変化させることができる。

【0104】

図6(A)で例示した画素ユニット11を有する表示装置では、受光回路20による補正動作を帰線期間中に行うのではなく、表示期間中に行うことが好ましい。特に、1つの受光回路20に接続される複数の画素回路30の全てにビデオ信号が入力された直後に、補正動作を行うことが好ましい。

【0105】

図6(B)に、駆動方法の一例を説明するためのタイミングチャートを示す。ここで、走査する向きに対してn番目に配置される画素ユニットを画素ユニット11[n]、その次のn+1番目に配置される画素ユニットを画素ユニット11[n+1]とする。また、それぞれの画素ユニットに接続される配線に、[n]または[n+1]の符号を付している。

【0106】

図6(B)に示すように、配線GL1[n]及び配線GL2[n]に順次ハイレベル電位が供給されることで、これらの配線に接続された各画素回路に配線SLから信号が供給される。続いて、配線TX[n]にハイレベル電位を供給して、各々の画素回路の階調を補正する。この動作を順次繰り返すことで、外光の照度に応じて階調が補正された画像をタイムラグが生じることなく表示することができる。

【0107】

ここで、n番目の画素ユニット11[n]に接続される配線TX[n]と、n+1番目の画素ユニット11[n+1]に接続される配線GL1[n+1]には、同じ信号を供給してもよい。これにより、配線TXに信号を供給する回路を別途設ける必要がないため、構成を簡略化できる。

【0108】

なお、図6(A)では、1つの画素ユニット11に2本のゲート線(配線GL1、GL2)が接続される構成を示したが、これに限られず、1本でもよいし、3本以上であってもよい。

【0109】

また、図6(A)では容量素子43と容量素子44の2つの容量素子を有する例を示したが、容量素子43およびこれと接続する配線VCSを無くすこともできる。このような構成とすると、ノードnの電位の変化量に対する液晶素子41の階調の変化量の割合をより大きくすることができ、より広範囲に亘って液晶素子41の階調を変化させることができる。

【0110】

液晶素子41として、ノーマリーブラックの(電圧を印加しない状態で黒表示となる)素子を用い、配線SLから入力される電位以下の電位が、配線VCに供給されるとする。このとき、液晶素子41の階調は、ノードn1の電位が高くなると高階調側にシフトし、当該電位が低くなると、低階調側にシフトすることとなる。

【0111】

なお、配線SLから入力される電位よりも配線VCに与える電位が高い場合や、液晶素子41としてノーマリーホワイトの(電圧を印加しない状態で白表示となる)素子を用いた場合などでは、上記とは反対に、液晶素子41の階調はノードn1の電位が低くなるほど低階調側にシフトし、当該電位が高くなるほど高階調側にシフトすることとなる。したがって、受光素子21の露光量が大きくなるほど、ノードnの電位が低くなるように、受

10

20

30

40

50

光回路 20 の構成を変更すればよい。例えば、受光素子 21 のアノード及びカソードを反転し、且つ配線 VPR と配線 VPO に与える電位の大小関係を入れ替えることなどが挙げられる。

【0112】

[表示装置の変形例]

以下では、被検知体の近接または接触を検知するタッチパネルとしての機能を付加した表示装置の構成例について説明する。

【0113】

図 7 (A) に示す表示装置 50 は、図 1 (A) で例示した表示装置 10 に加えて、表示領域 12 内に複数の回路 16 と、複数の受光素子 51 を有する。また表示装置 50 は、回路 17、回路 18、及び回路 19 を有する。

10

【0114】

回路 16 は、それぞれ 1 以上の受光素子 51 を有する。回路 16 は、受光素子 51 の露光量に応じた信号を回路 18 に出力する機能を有する。回路 17 は、複数の回路 16 のそれぞれを駆動するための信号や電位を出力する回路である。回路 18 は、複数の回路 16 の 2 つから入力される信号の差分の情報を、出力信号として回路 19 に出力する機能を有する。回路 19 は、回路 18 から入力された信号に基づいて、位置情報を外部に出力する機能を有する。なお、ここでは回路 17、回路 18 及び回路 19 を分けて説明したが、これらの機能を有する IC を用いてもよい。または、これらのうち 1 以上の回路を画素ユニットと同一基板上に形成し、残りを IC として当該基板に実装してもよい。

20

【0115】

図 7 (B) に、回路 16 及び回路 18 のより具体的な例を示す。ここでは簡単のために、回路 18 に 2 つの回路 16 (回路 16 [1]、回路 16 [2]) が接続された例を示している。実際には図 7 (B) に示す構成が複数配置される。

【0116】

まず、回路 16 の構成を説明する。ここで回路 16 [1] と回路 16 [2] は同様の構成を用いることができるため、これらを総称して回路 16 と呼ぶこととする。

【0117】

回路 16 は、 n 個 (n は 1 以上の整数) の受光素子 51 (受光素子 51 [1] 乃至受光素子 51 [n])、トランジスタ 52、トランジスタ 53、トランジスタ 54、及びトランジスタ 55 を有する。ここで n 個の受光素子はそれぞれ同様の構成を用いることができるため、これらを区別せずに受光素子 51 と呼ぶこととする。 n 個の受光素子 51 はそれぞれ並列に接続されている。

30

【0118】

回路 16 は、配線 PR1 に与えられる信号に従って、トランジスタ 54 のゲートの電位が配線 VPR1 に与えられる電位にリセットされる。また配線 TX1 に与えられる信号に従って、トランジスタ 54 のゲートの電位は n 個の受光素子 51 の露光量に応じた電位に定まる。また配線 SE1 に与えられる信号に従って、トランジスタ 54 のゲートの電位に応じた電位が配線 PO1 (または配線 PO2) を介して回路 18 に出力される。

【0119】

40

回路 18 は、トランジスタ 61 乃至トランジスタ 66、及び抵抗素子 67 を有する。

【0120】

回路 18 は、配線 BR に与えられる信号に従って、トランジスタ 61 及びトランジスタ 62 のゲートの電位が配線 VPO2 に与えられる電位にリセットされる。また配線 S0 及び配線 S1 に交互に与えられる信号にしたがって、配線 PO1 及び配線 PO2 から入力される電位に応じた信号が、配線 READOUT に出力される。配線 READOUT からの出力信号は、例えば回路 19 が有するアナログデジタル変換回路等へ供給され、デジタル信号として処理することができる。

【0121】

このような構成により、例えば指等の被検知体が表示装置 50 の表示面に触れたときに

50

、その位置情報を検出することができる。例えば、回路 16 [1] において、画素を黒表示したときの検出を行うと、被検知体により外光が遮光された位置を特定できる。また回路 16 [2] において、画素を特定の色の表示をしたときの検出を行うと、被検知体による反射光が強い、すなわち被検知体が最も近づいている位置を検出できる。この動作を交互に行い、それぞれの位置情報の差分を取ることににより、より精度の高い位置検出を行うことができる。

【 0 1 2 2 】

なお、図 7 等において、回路 16 及び回路 18 に適用されるトランジスタは、その半導体膜に、酸化物半導体が用いられていてもよいし、酸化物半導体以外の、非晶質、微結晶、多結晶、または単結晶の、シリコンまたはゲルマニウムなどの半導体を用いられてもよい。回路 16 及び回路 18 内の全てのトランジスタの半導体膜に、同じ材料の半導体を用いることで、プロセスを簡略化することができる。

10

【 0 1 2 3 】

特に、トランジスタ 52 やトランジスタ 53 は、これと接続されたノードにおいて蓄積された電荷を保持する機能を有するため、オフ電流は小さいほうが好ましい。シリコンよりもバンドギャップが広く、真性キャリア密度がシリコンよりも低い酸化物半導体膜に、チャンネル形成領域が形成されるトランジスタを、トランジスタ 52 やトランジスタ 53 も用いることが好ましい。また、トランジスタ 54、トランジスタ 55、及び回路 18 を構成するトランジスタ 61 乃至トランジスタ 66 のそれぞれの半導体膜に、例えば、多結晶または単結晶のシリコンなどのように、酸化物半導体よりも高い移動度が得られる半導体材料を用いることで、回路 16 からの信号の読み出しを高速で行うことができる。

20

【 0 1 2 4 】

なお、特に断りがない限り、本明細書等においてオフ電流とは、遮断領域においてトランジスタのソースとドレイン間に流れる電流を意味する。

【 0 1 2 5 】

[半導体表示装置の断面構造]

図 8 に、本発明の一態様の表示装置の、表示領域の断面構造を一例として示す。なお、図 8 では、図 2 (A) における受光素子 21、表示素子 31、トランジスタ 33、及び容量素子 34 の断面構造を例示している。

【 0 1 2 6 】

図 8 に示す表示装置は、基板 400 上にトランジスタ 33 と、容量素子 34 と、受光素子 21 を有する。トランジスタ 33 は、第 1 のゲートとして機能する導電層 401 と、導電層 401 上の絶縁層 402 と、絶縁層 402 を間に挟んで導電層 401 と重なる半導体層 403 と、半導体層 403 に電氣的に接続されたソース又はドレインとして機能する導電層 404 及び導電層 405 と、半導体層 403、導電層 404、及び導電層 405 上の絶縁層 411 と、絶縁層 411 を間に挟んで半導体層 403 と重なり、なおかつ第 2 のゲートとして機能する導電層 412 と、を有する。

30

【 0 1 2 7 】

容量素子 34 は、電極として機能する導電層 401 と、導電層 401 上の絶縁層 402 と、絶縁層 402 を間に挟んで導電層 401 と重なり、なおかつ電極として機能する導電層 405 と、を有する。

40

【 0 1 2 8 】

絶縁層 402 としては、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化珪素、酸化窒化珪素、窒化酸化珪素、窒化珪素、酸化ガリウム、酸化ゲルマニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化ネオジム、酸化ハフニウム及び酸化タンタルを一種以上含む絶縁膜を、単層で、または積層させて用いればよい。なお、本明細書中において、酸化窒化物は、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化物は、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を指す。

【 0 1 2 9 】

また、半導体層 403 として酸化物半導体を用いる場合、絶縁層 411 は半導体層 40

50

3に酸素を供給させることが可能な材料を用いることが好ましい。上記材料を絶縁層411に用いることで、絶縁層411に含まれる酸素を半導体層403に移動させることが可能であり、半導体層403の酸素欠損量を低減することができる。絶縁層411に含まれる酸素の半導体層403への移動は、絶縁層411を形成した後に、加熱処理を行うことで効率的に行うことができる。

【0130】

また、受光素子21は、順次積層されたp型の半導体層406と、i型の半導体層407と、n型の半導体層408と、を有している。導電層409は、受光素子21の陽極として機能するp型の半導体層406に接続されている。そして、基板400と受光素子21の間には、受光素子21を透過した光を反射する機能を有する、導電層410が設けら

10

【0131】

なお、受光素子21には、単結晶基板にpn型やpin型の接合が形成されたダイオード素子を用いてもよい。または非晶質シリコン膜や微結晶シリコン膜などを用いたpin型ダイオード素子などを用いてもよい。なお、上記においては、フォトダイオードを有する構成を例示したが、他の光電変換素子であってもよい。例えば、ダイオード接続のトランジスタを用いてもよい。また、光電効果を利用した可変抵抗などをシリコン、ゲルマニウム、セレンなど用いて形成してもよい。また、アバランシェ増倍を利用したセレンを用いたフォトダイオードを用いてもよい。当該フォトダイオードでは、入射する光量に対する電子の増幅が大きい高感度の受光素子とすることができる。

20

【0132】

具体的に、導電層410上には絶縁層402が設けられており、絶縁層402上には導電層409が設けられており、導電層409上には絶縁層411が設けられており、絶縁層411上には受光素子21の半導体層406が設けられている。そして、絶縁層411には開口部が設けられており、当該開口部において、導電層409と半導体層406とが接続されている。

【0133】

トランジスタ33、容量素子34、受光素子21上には絶縁層420が設けられており、絶縁層420上には導電層421、導電層422及び導電層413が設けられている。導電層421は、絶縁層411及び絶縁層420に設けられた開口部において、導電層405に接続されている。また、導電層422は、絶縁層420に設けられた開口部において、受光素子21の半導体層408に接続されている。また導電層413は、絶縁層420に設けられた開口部において、トランジスタ33の導電層412と接続されている。

30

【0134】

絶縁層420、導電層421、導電層422、及び導電層413上には絶縁層423が設けられており、絶縁層423上には導電層424が設けられている。導電層424は絶縁層423に設けられた開口部において、導電層421に接続されている。

【0135】

絶縁層423及び導電層424の上に絶縁層425が設けられている。絶縁層425は、導電層424と重なる位置に開口部を有し、受光素子21と重なる位置に開口部を有する。また、絶縁層425上において、絶縁層425の開口部とは異なる位置に、絶縁層426が設けられている。そして、絶縁層425及び絶縁層426上には、EL層427及び導電層428が、順に積層するように設けられている。導電層424及び導電層428が、EL層427を間に挟んで重なり合う部分が、表示素子31として機能する。そして、導電層424及び導電層428は、一方がアノード、他方がカソードとして機能する。

40

【0136】

また、表示装置は、表示素子31を間に挟んで基板400と対向する、基板430を有する。基板430上、すなわち基板430の表示素子31に近い側の面上には、光を遮蔽する機能を有する遮蔽層431が設けられている。そして、遮蔽層431は、表示素子31に重なる領域と、受光素子21に重なる領域とに、それぞれ開口部を有している。表示

50

素子 3 1 に重なる開口部において、基板 4 3 0 上には特定の波長範囲の可視光を透過する着色層 4 3 2 が設けられている。なお、基板 4 3 0 を透過して受光素子 2 1 に入射する光の強度を高めるために、着色層 4 3 2 は、受光素子 2 1 と重ならない位置に設けることが好ましい。

【 0 1 3 7 】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【 0 1 3 8 】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、上記実施の形態に示した各種トランジスタに置き換えて用いることができるトランジスタの一例について、図面を用いて説明する。

10

【 0 1 3 9 】

本発明の一態様の表示装置 1 0 は、ボトムゲート型のトランジスタや、トップゲート型トランジスタなどの様々な形態のトランジスタを用いて作製することができる。よって、既存の製造ラインに合わせて、使用する半導体層の材料やトランジスタ構造を容易に置き換えることができる。

【 0 1 4 0 】

〔ボトムゲート型トランジスタ〕

図 9 (A 1) は、ボトムゲート型のトランジスタの一種であるチャネル保護型のトランジスタ 8 1 0 の断面図である。図 9 (A 1) において、トランジスタ 8 1 0 は基板 7 7 1 上に形成されている。また、トランジスタ 8 1 0 は、基板 7 7 1 上に絶縁層 7 7 2 を介して電極 7 4 6 を有する。また、電極 7 4 6 上に絶縁層 7 2 6 を介して半導体層 7 4 2 を有する。電極 7 4 6 はゲート電極として機能できる。絶縁層 7 2 6 はゲート絶縁層として機能できる。

20

【 0 1 4 1 】

また、半導体層 7 4 2 のチャネル形成領域上に絶縁層 7 4 1 を有する。また、半導体層 7 4 2 の一部と接して、絶縁層 7 2 6 上に電極 7 4 4 a および電極 7 4 4 b を有する。電極 7 4 4 a は、ソース電極またはドレイン電極の一方として機能できる。電極 7 4 4 b は、ソース電極またはドレイン電極の他方として機能できる。電極 7 4 4 a の一部、および電極 7 4 4 b の一部は、絶縁層 7 4 1 上に形成される。

30

【 0 1 4 2 】

絶縁層 7 4 1 は、チャネル保護層として機能できる。チャネル形成領域上に絶縁層 7 4 1 を設けることで、電極 7 4 4 a および電極 7 4 4 b の形成時に生じる半導体層 7 4 2 の露出を防ぐことができる。よって、電極 7 4 4 a および電極 7 4 4 b の形成時に、半導体層 7 4 2 のチャネル形成領域がエッチングされることを防ぐことができる。本発明の一態様によれば、電気特性の良好なトランジスタを実現することができる。

【 0 1 4 3 】

また、トランジスタ 8 1 0 は、電極 7 4 4 a 、電極 7 4 4 b および絶縁層 7 4 1 上に絶縁層 7 2 8 を有し、絶縁層 7 2 8 の上に絶縁層 7 2 9 を有する。

【 0 1 4 4 】

40

例えば、絶縁層 7 7 2 は、絶縁層 7 2 2 や絶縁層 7 0 5 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、絶縁層 7 7 2 は複数の絶縁層の積層であってもよい。また、例えば、半導体層 7 4 2 は、半導体層 7 0 8 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、半導体層 7 4 2 は複数の半導体層の積層であってもよい。また、例えば、電極 7 4 6 は、電極 7 0 6 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、電極 7 4 6 は複数の導電層の積層であってもよい。また、例えば、絶縁層 7 2 6 は、絶縁層 7 0 7 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、絶縁層 7 2 6 は複数の絶縁層の積層であってもよい。また、例えば、電極 7 4 4 a および電極 7 4 4 b は、電極 7 1 4 または電極 7 1 5 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、電極 7 4 4 a および電極 7 4 4 b は複数の導電層の積層であってもよい

50

。また、例えば、絶縁層 741 は、絶縁層 726 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、絶縁層 741 は複数の絶縁層の積層であってもよい。また、例えば、絶縁層 728 は、絶縁層 710 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、絶縁層 728 は複数の絶縁層の積層であってもよい。また、例えば、絶縁層 729 は、絶縁層 711 と同様の材料および方法を用いて形成することができる。なお、絶縁層 729 は複数の絶縁層の積層であってもよい。

【0145】

本実施の形態で開示するトランジスタを構成する電極、半導体層、絶縁層などは、他の実施の形態に開示した材料および方法を用いて形成することができる。

【0146】

半導体層 742 に酸化物半導体を用いる場合、電極 744a および電極 744b の、少なくとも半導体層 742 と接する部分に、半導体層 742 の一部から酸素を奪い、酸素欠損を生じさせることが可能な材料を用いることが好ましい。半導体層 742 中の酸素欠損が生じた領域はキャリア濃度が増加し、当該領域は n 型化し、n 型領域 (n⁺ 層) となる。したがって、当該領域はソース領域またはドレイン領域として機能することができる。半導体層 742 に酸化物半導体を用いる場合、半導体層 742 から酸素を奪い、酸素欠損を生じさせることが可能な材料の一例として、タングステン、チタン等を挙げることができる。

【0147】

半導体層 742 にソース領域およびドレイン領域が形成されることにより、電極 744a および電極 744b と半導体層 742 の接触抵抗を低減することができる。よって、電界効果移動度や、しきい値電圧などの、トランジスタの電気特性を良好なものとすることができる。

【0148】

半導体層 742 にシリコンなどの半導体を用いる場合は、半導体層 742 と電極 744a の間、および半導体層 742 と電極 744b の間に、n 型半導体または p 型半導体として機能する層を設けることが好ましい。n 型半導体または p 型半導体として機能する層は、トランジスタのソース領域またはドレイン領域として機能することができる。

【0149】

絶縁層 729 は、外部からのトランジスタへの不純物の拡散を防ぐ、または低減する機能を有する材料を用いて形成することが好ましい。なお、必要に応じて絶縁層 729 を省略することもできる。

【0150】

なお、半導体層 742 に酸化物半導体を用いる場合、絶縁層 729 の形成前または形成後、もしくは絶縁層 729 の形成前後に加熱処理を行ってもよい。加熱処理を行うことで、絶縁層 729 や他の絶縁層中に含まれる酸素を半導体層 742 中に拡散させ、半導体層 742 中の酸素欠損を補填することができる。または、絶縁層 729 を加熱しながら成膜することで、半導体層 742 中の酸素欠損を補填することができる。

【0151】

なお、一般に、CVD 法は、プラズマを利用するプラズマ CVD (PECVD: Plasma Enhanced CVD) 法、熱を利用する熱 CVD (TCVD: Thermal CVD) 法などに分類できる。さらに用いる原料ガスによって金属 CVD (MCVD: Metal CVD) 法、有機金属 CVD (MOCVD: Metal Organic CVD) 法などに分類できる。

【0152】

また、一般に、蒸着法は、抵抗加熱蒸着法、電子線蒸着法、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法、PLD (Pulsed Laser Deposition) 法、IBAD (Ion Beam Assisted Deposition) 法、ALD (Atomic Layer Deposition) 法などに分類できる。

。

10

20

30

40

50

【0153】

プラズマCVD法は、比較的低温で高品質の膜が得られる。また、MOCVD法や蒸着法などの、成膜時にプラズマを用いない成膜方法を用いると、被形成面にダメージが生じにくく、また、欠陥の少ない膜が得られる。

【0154】

また、一般に、スパッタリング法は、DCスパッタリング法、マグネトロンスパッタリング法、RFスパッタリング法、イオンビームスパッタリング法、ECR (Electron Cyclotron Resonance) スパッタリング法、対向ターゲットスパッタリング法などに分類できる。

【0155】

対向ターゲットスパッタリング法では、プラズマがターゲット間に閉じこめられるため、基板へのプラズマダメージを低減することができる。また、ターゲットの傾きによっては、スパッタリング粒子の基板への入射角度を浅くすることができるため、段差被覆性を高めることができる。

【0156】

図9(A2)に示すトランジスタ811は、絶縁層729上にバックゲート電極として機能できる電極723を有する点が、トランジスタ810と異なる。電極723は、電極746と同様の材料および方法で形成することができる。

【0157】

一般に、バックゲート電極は導電層で形成され、ゲート電極とバックゲート電極で半導体層のチャネル形成領域を挟むように配置される。よって、バックゲート電極は、ゲート電極と同様に機能させることができる。バックゲート電極の電位は、ゲート電極と同電位としてもよいし、接地電位(GND電位)や、任意の電位としてもよい。また、バックゲート電極の電位をゲート電極と連動させず独立して変化させることで、トランジスタのしきい値電圧を変化させることができる。

【0158】

電極746および電極723は、どちらもゲート電極として機能することができる。よって、絶縁層726、絶縁層728、および絶縁層729は、それぞれがゲート絶縁層として機能することができる。なお、電極723は、絶縁層728と絶縁層729の間に設けてもよい。

【0159】

なお、電極746または電極723の一方を、「ゲート電極」という場合、他方を「バックゲート電極」という。例えば、トランジスタ811において、電極723を「ゲート電極」と言う場合、電極746を「バックゲート電極」と言う。また、電極723を「ゲート電極」として用いる場合は、トランジスタ811をトップゲート型のトランジスタの一種と考えることができる。また、電極746および電極723のどちらか一方を、「第1のゲート電極」といい、他方を「第2のゲート電極」という場合がある。

【0160】

半導体層742を挟んで電極746および電極723を設けることで、更には、電極746および電極723を同電位とすることで、半導体層742においてキャリアの流れる領域が膜厚方向においてより大きくなるため、キャリアの移動量が増加する。この結果、トランジスタ811のオン電流が大きくなる共に、電界効果移動度が高くなる。

【0161】

したがって、トランジスタ811は、占有面積に対して大きいオン電流を有するトランジスタである。すなわち、求められるオン電流に対して、トランジスタ811の占有面積を小さくすることができる。本発明の一態様によれば、トランジスタの占有面積を小さくすることができる。よって、本発明の一態様によれば、集積度の高い半導体装置を実現することができる。

【0162】

また、ゲート電極とバックゲート電極は導電層で形成されるため、トランジスタの外部

10

20

30

40

50

で生じる電界が、チャンネルが形成される半導体層に作用しないようにする機能（特に静電気などに対する電界遮蔽機能）を有する。なお、バックゲート電極を半導体層よりも大きく形成し、バックゲート電極で半導体層を覆うことで、電界遮蔽機能を高めることができる。

【0163】

また、電極746および電極723は、それぞれが外部からの電界を遮蔽する機能を有するため、絶縁層772側もしくは電極723上方に生じる荷電粒子等の電荷が半導体層742のチャンネル形成領域に影響しない。この結果、ストレス試験（例えば、ゲートに負の電荷を印加する - G B T (G a t e B i a s - T e m p e r a t u r e) ストレス試験）による劣化が抑制される。また、ドレイン電圧の大きさにより、オン電流が流れ始めるゲート電圧（立ち上がり電圧）が変化する現象を軽減することができる。なお、この効果は、電極746および電極723が、同電位、または異なる電位の場合において生じる。

10

【0164】

なお、B T ストレス試験は加速試験の一種であり、長期間の使用によって起こるトランジスタの特性変化（経年変化）を短時間で評価することができる。特に、B T ストレス試験前後におけるトランジスタのしきい値電圧の変動量は、信頼性を調べるための重要な指標となる。しきい値電圧の変動量が少ないほど、信頼性が高いトランジスタであるといえる。

【0165】

また、電極746および電極723を有し、且つ電極746および電極723を同電位とすることで、しきい値電圧の変動量が低減される。このため、複数のトランジスタにおける電気特性のばらつきも同時に低減される。

20

【0166】

また、バックゲート電極を有するトランジスタは、ゲートに正の電荷を印加する + G B T ストレス試験前後におけるしきい値電圧の変動も、バックゲート電極を有さないトランジスタより小さい。

【0167】

また、バックゲート電極を、遮光性を有する導電膜で形成することで、バックゲート電極側から半導体層に光が入射することを防ぐことができる。よって、半導体層の光劣化を防ぎ、トランジスタのしきい値電圧がシフトするなどの電気特性の劣化を防ぐことができる。

30

【0168】

本発明の一態様によれば、信頼性の良好なトランジスタを実現することができる。また、信頼性の良好な半導体装置を実現することができる。

【0169】

図9（B1）に、ボトムゲート型のトランジスタの1つであるチャンネル保護型のトランジスタ820の断面図を示す。トランジスタ820は、トランジスタ810とほぼ同様の構造を有しているが、絶縁層741が半導体層742の端部を覆っている点異なる。また、半導体層742と重なる絶縁層741の一部を選択的に除去して形成した開口部において、半導体層742と電極744aが電氣的に接続している。また、半導体層742と重なる絶縁層741の一部を選択的に除去して形成した他の開口部において、半導体層742と電極744bが電氣的に接続している。絶縁層741の、チャンネル形成領域と重なる領域は、チャンネル保護層として機能できる。

40

【0170】

図9（B2）に示すトランジスタ821は、絶縁層729上にバックゲート電極として機能できる電極723を有する点が、トランジスタ820と異なる。

【0171】

絶縁層741を設けることで、電極744aおよび電極744bの形成時に生じる半導体層742の露出を防ぐことができる。よって、電極744aおよび電極744bの形成

50

時に半導体層 742 の薄膜化を防ぐことができる。

【0172】

また、トランジスタ 820 およびトランジスタ 821 は、トランジスタ 810 およびトランジスタ 811 よりも、電極 744a と電極 746 の間の距離と、電極 744b と電極 746 の間の距離が長くなる。よって、電極 744a と電極 746 の間に生じる寄生容量を小さくすることができる。また、電極 744b と電極 746 の間に生じる寄生容量を小さくすることができる。本発明の一態様によれば、電気特性の良好なトランジスタを実現できる。

【0173】

図 9 (C1) に示すトランジスタ 825 は、ボトムゲート型のトランジスタの 1 つであるチャネルエッチング型のトランジスタである。トランジスタ 825 は、絶縁層 741 を用いずに電極 744a および電極 744b を形成する。このため、電極 744a および電極 744b の形成時に露出する半導体層 742 の一部がエッチングされる場合がある。一方、絶縁層 741 を設けないため、トランジスタの生産性を高めることができる。

【0174】

図 9 (C2) に示すトランジスタ 826 は、絶縁層 729 上にバックゲート電極として機能できる電極 723 を有する点が、トランジスタ 825 と異なる。

【0175】

〔トップゲート型トランジスタ〕

図 10 (A1) に、トップゲート型のトランジスタの一種であるトランジスタ 830 の断面図を示す。トランジスタ 830 は、絶縁層 772 の上に半導体層 742 を有し、半導体層 742 および絶縁層 772 上に、半導体層 742 の一部に接する電極 744a、および半導体層 742 の一部に接する電極 744b を有し、半導体層 742、電極 744a、および電極 744b 上に絶縁層 726 を有し、絶縁層 726 上に電極 746 を有する。

【0176】

トランジスタ 830 は、電極 746 および電極 744a、並びに、電極 746 および電極 744b が重ならないため、電極 746 および電極 744a の間に生じる寄生容量、並びに、電極 746 および電極 744b の間に生じる寄生容量を小さくすることができる。また、電極 746 を形成した後に、電極 746 をマスクとして用いて不純物 755 を半導体層 742 に導入することで、半導体層 742 中に自己整合 (セルフアライメント) 的に不純物領域を形成することができる (図 10 (A3) 参照)。本発明の一態様によれば、電気特性の良好なトランジスタを実現することができる。

【0177】

なお、不純物 755 の導入は、イオン注入装置、イオンドーピング装置またはプラズマ処理装置を用いて行うことができる。

【0178】

不純物 755 としては、例えば、第 13 族元素または第 15 族元素のうち、少なくとも一種の元素を用いることができる。また、半導体層 742 に酸化物半導体を用いる場合は、不純物 755 として、希ガス、水素、および窒素のうち、少なくとも一種の元素を用いることも可能である。

【0179】

図 10 (A2) に示すトランジスタ 831 は、電極 723 および絶縁層 727 を有する点がトランジスタ 830 と異なる。トランジスタ 831 は、絶縁層 772 の上に形成された電極 723 を有し、電極 723 上に形成された絶縁層 727 を有する。電極 723 は、バックゲート電極として機能することができる。よって、絶縁層 727 は、ゲート絶縁層として機能することができる。絶縁層 727 は、絶縁層 726 と同様の材料および方法により形成することができる。

【0180】

トランジスタ 811 と同様に、トランジスタ 831 は、占有面積に対して大きいオン電流を有するトランジスタである。すなわち、求められるオン電流に対して、トランジスタ

10

20

30

40

50

８３１の占有面積を小さくすることができる。本発明の一態様によれば、トランジスタの占有面積を小さくすることができる。よって、本発明の一態様によれば、集積度の高い半導体装置を実現することができる。

【０１８１】

図１０（Ｂ１）に例示するトランジスタ８４０は、トップゲート型のトランジスタの１つである。トランジスタ８４０は、電極７４４ａおよび電極７４４ｂを形成した後に半導体層７４２を形成する点が、トランジスタ８３０と異なる。また、図１０（Ｂ２）に例示するトランジスタ８４１は、電極７２３および絶縁層７２７を有する点が、トランジスタ８４０と異なる。トランジスタ８４０およびトランジスタ８４１において、半導体層７４２の一部は電極７４４ａ上に形成され、半導体層７４２の他の一部は電極７４４ｂ上に形成される。

10

【０１８２】

トランジスタ８１１と同様に、トランジスタ８４１は、占有面積に対して大きいオン電流を有するトランジスタである。すなわち、求められるオン電流に対して、トランジスタ８４１の占有面積を小さくすることができる。本発明の一態様によれば、トランジスタの占有面積を小さくすることができる。よって、本発明の一態様によれば、集積度の高い半導体装置を実現することができる。

【０１８３】

図１１（Ａ１）に例示するトランジスタ８４２は、トップゲート型のトランジスタの１つである。トランジスタ８４２は、絶縁層７２９を形成した後に電極７４４ａおよび電極７４４ｂを形成する点がトランジスタ８３０やトランジスタ８４０と異なる。電極７４４ａおよび電極７４４ｂは、絶縁層７２８および絶縁層７２９に形成した開口部において半導体層７４２と電氣的に接続する。

20

【０１８４】

また、電極７４６と重ならない絶縁層７２６の一部を除去し、電極７４６と残りの絶縁層７２６をマスクとして用いて不純物７５５を半導体層７４２に導入することで、半導体層７４２中に自己整合（セルフアライメント）的に不純物領域を形成することができる（図１１（Ａ３）参照）。トランジスタ８４２は、絶縁層７２６が電極７４６の端部を越えて延伸する領域を有する。不純物７５５を半導体層７４２に導入する際に、半導体層７４２の絶縁層７２６を介して不純物７５５が導入された領域の不純物濃度は、絶縁層７２６を介さずに不純物７５５が導入された領域よりも小さくなる。よって、半導体層７４２中の電極７４６と重なる部分に隣接する領域にＬＤＤ（Lightly Doped Drain）領域が形成される。

30

【０１８５】

図１１（Ａ２）に示すトランジスタ８４３は、電極７２３を有する点がトランジスタ８４２と異なる。トランジスタ８４３は、基板７７１の上に形成された電極７２３を有し、絶縁層７７２を介して半導体層７４２と重なる。電極７２３は、バックゲート電極として機能することができる。

【０１８６】

また、図１１（Ｂ１）に示すトランジスタ８４４および図１１（Ｂ２）に示すトランジスタ８４５のように、電極７４６と重ならない領域の絶縁層７２６を全て除去してもよい。また、図１１（Ｃ１）に示すトランジスタ８４６および図１１（Ｃ２）に示すトランジスタ８４７のように、絶縁層７２６を残してもよい。

40

【０１８７】

トランジスタ８４２乃至トランジスタ８４７も、電極７４６を形成した後に、電極７４６をマスクとして用いて不純物７５５を半導体層７４２に導入することで、半導体層７４２中に自己整合的に不純物領域を形成することができる。本発明の一態様によれば、電気特性の良好なトランジスタを実現することができる。また、本発明の一態様によれば、集積度の高い半導体装置を実現することができる。

【０１８８】

50

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせる実施することができる。

【0189】

(実施の形態3)

<CAC - OSの構成>

以下では、本発明の一態様で開示されるトランジスタに用いることができるCAC (Cloud Aligned Complementary) - OSの構成について説明する。

【0190】

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、トランジスタの活性層に金属酸化物を用いた場合、当該金属酸化物を酸化物半導体と呼称する場合がある。つまり、OS FET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。

【0191】

本明細書において、金属酸化物が、導電体の機能を有する領域と、誘電体の機能を有する領域とが混合し、金属酸化物全体では半導体としての機能する場合、CAC (Cloud Aligned Complementary) - OS (Oxide Semiconductor)、またはCAC - metal oxideと定義する。

【0192】

つまり、CAC - OSとは、例えば、酸化物半導体を構成する元素が、0.5 nm以上10 nm以下、好ましくは、0.5 nm以上3 nm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、酸化物半導体において、一つあるいはそれ以上の元素が偏在し、該元素を有する領域が、0.5 nm以上10 nm以下、好ましくは、0.5 nm以上3 nm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。

【0193】

特定の元素が偏在した領域は、該元素が有する性質により、物理特性が決定する。例えば、金属酸化物を構成する元素の中でも比較的、絶縁体となる傾向がある元素が偏在した領域は、誘電体領域となる。一方、金属酸化物を構成する元素の中でも比較的、導体となる傾向がある元素が偏在した領域は、導電体領域となる。また、導電体領域、および誘電体領域がモザイク状に混合することで、材料としては、半導体として機能する。

【0194】

つまり、本発明の一態様における金属酸化物は、物理特性が異なる材料が混合した、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) の一種である。

【0195】

なお、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。特にインジウムおよび亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、元素M (Mは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、銅、バナジウム、ペリリウム、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。

【0196】

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_{x_1} (x_1 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、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ (x_2 、 y_2 、および z_2 は0よりも大きい実数) とする。) と、ガリウム酸化物 (以下、 GaO_{x_3} (x_3 は0よりも大きい実数) とす

10

20

30

40

50

る。)、またはガリウム亜鉛酸化物(以下、 $Ga_{x_4}Zn_{y_4}O_{z_4}$ (x_4 、 y_4 、および z_4 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_{x_1} 、または $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 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。

【0197】

つまり、CAC-OSは、 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が、混合している構成を有する複合酸化物半導体である。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。

10

【0198】

なお、IGZOは通称であり、In、Ga、Zn、およびOによる1つの化合物をいう場合がある。代表例として、 $InGaO_3(ZnO)_{m_1}$ (m_1 は自然数)、または $In_{(1+x_0)}Ga_{(1-x_0)}O_3(ZnO)_{m_0}$ ($-1 < x_0 < 1$ 、 m_0 は任意数)で表される結晶性の化合物が挙げられる。

【0199】

上記結晶性の化合物は、単結晶構造、多結晶構造、またはCAAC構造を有する。なお、CAAC構造とは、複数のIGZO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。

【0200】

一方、CAC-OSは、酸化物半導体の材料構成に関する。CAC-OSとは、In、Ga、Zn、およびOを含む材料構成において、一部にGaを主成分とするナノ粒子状に観察される領域と、一部にIn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、CAC-OSにおいて、結晶構造は副次的な要素である。

20

【0201】

なお、CAC-OS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、Inを主成分とする膜と、Gaを主成分とする膜との2層からなる構造は、含まない。

【0202】

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。

30

【0203】

なお、ガリウムの代わりに、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、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、CAC-OSは、一部に該元素を主成分とするナノ粒子状領域が観察され、一部にInを主成分とするナノ粒子状領域が観察され、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。

【0204】

<CAC-OSの解析>

続いて、各種測定方法を用い、基板上に成膜した酸化物半導体について測定を行った結果について説明する。

40

【0205】

試料の構成と作製方法

以下では、本発明の一態様に係る9個の試料について説明する。各試料は、それぞれ、酸化物半導体を成膜する際の基板温度、および酸素ガス流量比を異なる条件で作製する。なお、試料は、基板と、基板上の酸化物半導体と、を有する構造である。

【0206】

各試料の作製方法について、説明する。

50

【0207】

まず、基板として、ガラス基板を用いる。続いて、スパッタリング装置を用いて、ガラス基板上に酸化物半導体として、厚さ100nmのIn-Ga-Zn酸化物を形成する。成膜条件は、チャンバー内の圧力を0.6Paとし、ターゲットには、酸化物ターゲット(In:Ga:Zn=4:2:4.1[原子数比])を用いる。また、スパッタリング装置内に設置された酸化物ターゲットに2500WのAC電力を供給する。

【0208】

なお、酸化物を成膜する際の条件として、基板温度を、意図的に加熱しない温度(以下、室温またはR.T.ともいう。)、130℃、または170℃とした。また、Arと酸素の混合ガスに対する酸素ガスの流量比(以下、酸素ガス流量比ともいう。)を、10%、30%、または100%とすることで、9個の試料を作製する。

10

【0209】

X線回折による解析

本項目では、9個の試料に対し、X線回折(XRD:X-ray diffraction)測定を行った結果について説明する。なお、XRD装置として、Bruker社製D8 ADVANCEを用いた。また、条件は、Out-of-plane法による $\theta/2$ スキャンにて、走査範囲を15deg.乃至50deg.、ステップ幅を0.02deg.、走査速度を3.0deg./分とした。

【0210】

図18にOut-of-plane法を用いてXRDスペクトルを測定した結果を示す。なお、図18において、上段には成膜時の基板温度条件が170℃の試料における測定結果、中段には成膜時の基板温度条件が130℃の試料における測定結果、下段には成膜時の基板温度条件がR.T.の試料における測定結果を示す。また、左側の列には酸素ガス流量比の条件が10%の試料における測定結果、中央の列には酸素ガス流量比の条件が30%の試料における測定結果、右側の列には酸素ガス流量比の条件が100%の試料における測定結果、を示す。

20

【0211】

図18に示すXRDスペクトルは、成膜時の基板温度を高くする、または、成膜時の酸素ガス流量比の割合を大きくすることで、 $2\theta = 31^\circ$ 付近のピーク強度が高くなる。なお、 $2\theta = 31^\circ$ 付近のピークは、被形成面または上面に略垂直方向に対してc軸に配向した結晶性IGZO化合物(CAAC(c-axis aligned crystalline)-IGZOともいう。)であることに由来することが分かっている。

30

【0212】

また、図18に示すXRDスペクトルは、成膜時の基板温度が低い、または、酸素ガス流量比が小さいほど、明確なピークが現れなかった。従って、成膜時の基板温度が低い、または、酸素ガス流量比が小さい試料は、測定領域のa-b面方向、およびc軸方向の配向は見られないことが分かる。

【0213】

電子顕微鏡による解析

本項目では、成膜時の基板温度R.T.、および酸素ガス流量比10%で作製した試料を、HAADF(High-Angle Annular Dark Field)-STEM(Scanning Transmission Electron Microscope)によって観察、および解析した結果について説明する(以下、HAADF-STEMによって取得した像は、TEM像ともいう。)

40

【0214】

HAADF-STEMによって取得した平面像(以下、平面TEM像ともいう。)、および断面像(以下、断面TEM像ともいう。)の画像解析を行った結果について説明する。なお、TEM像は、球面収差補正機能を用いて観察した。なお、HAADF-STEM像の撮影には、日本電子株式会社製原子分解能分析電子顕微鏡JEM-ARM200Fを用いて、加速電圧200kV、ビーム径約0.1nmの電子線を照射して行った。

50

【0215】

図19(A)は、成膜時の基板温度R.T.、および酸素ガス流量比10%で作製した試料の平面TEM像である。図19(B)は、成膜時の基板温度R.T.、および酸素ガス流量比10%で作製した試料の断面TEM像である。

【0216】

電子線回折パターンの解析

本項目では、成膜時の基板温度R.T.、および酸素ガス流量比10%で作製した試料に、プローブ径が1nmの電子線(ナノビーム電子線ともいう。)を照射することで、電子線回折パターンを取得した結果について説明する。

【0217】

図19(A)に示す、成膜時の基板温度R.T.、および酸素ガス流量比10%で作製した試料の平面TEM像において、黒点a1、黒点a2、黒点a3、黒点a4、および黒点a5で示す電子線回折パターンを観察する。なお、電子線回折パターンの観察は、電子線を照射しながら0秒の位置から35秒の位置まで一定の速度で移動させながら行う。黒点a1の結果を図19(C)、黒点a2の結果を図19(D)、黒点a3の結果を図19(E)、黒点a4の結果を図19(F)、および黒点a5の結果を図19(G)に示す。

【0218】

図19(C)、図19(D)、図19(E)、図19(F)、および図19(G)より、円を描くように(リング状に)輝度の高い領域が観測できる。また、リング状の領域に複数のスポットが観測できる。

【0219】

また、図19(B)に示す、成膜時の基板温度R.T.、および酸素ガス流量比10%で作製した試料の断面TEM像において、黒点b1、黒点b2、黒点b3、黒点b4、および黒点b5で示す電子線回折パターンを観察する。黒点b1の結果を図19(H)、黒点b2の結果を図19(I)、黒点b3の結果を図19(J)、黒点b4の結果を図19(K)、および黒点b5の結果を図19(L)に示す。

【0220】

図19(H)、図19(I)、図19(J)、図19(K)、および図19(L)より、リング状に輝度の高い領域が観測できる。また、リング状の領域に複数のスポットが観測できる。

【0221】

ここで、例えば、 InGaZnO_4 の結晶を有するCAAC-OSに対し、試料面に平行にプローブ径が300nmの電子線を入射させると、 InGaZnO_4 の結晶の(009)面に起因するスポットが含まれる回折パターンが見られる。つまり、CAAC-OSは、c軸配向性を有し、c軸が被形成面または上面に略垂直な方向を向いていることがわかる。一方、同じ試料に対し、試料面に垂直にプローブ径が300nmの電子線を入射させると、リング状の回折パターンが確認される。つまり、CAAC-OSは、a軸およびb軸は配向性を有さないことがわかる。

【0222】

また、微結晶を有する酸化物半導体(nano crystalline oxide semiconductor。以下、nc-OSという。)に対し、大きいプローブ径(例えば50nm以上)の電子線を用いる電子線回折を行うと、ハローパターンのような回折パターンが観測される。また、nc-OSに対し、小さいプローブ径の電子線(例えば50nm未満)を用いるナノビーム電子線回折を行うと、輝点(スポット)が観測される。また、nc-OSに対しナノビーム電子線回折を行うと、円を描くように(リング状に)輝度の高い領域が観測される場合がある。さらに、リング状の領域に複数の輝点が観測される場合がある。

【0223】

成膜時の基板温度R.T.、および酸素ガス流量比10%で作製した試料の電子線回折パターンは、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を有する。従って

、成膜時の基板温度 R・T・、および酸素ガス流量比 10% で作製した試料は、電子線回折パターンが、nc-OS になり、平面方向、および断面方向において、配向性は有さない。

【0224】

以上より、成膜時の基板温度が低い、または、酸素ガス流量比が小さい酸化物半導体は、アモルファス構造の酸化物半導体膜とも、単結晶構造の酸化物半導体膜とも明確に異なる性質を有すると推定できる。

【0225】

元素分析

本項目では、エネルギー分散型 X 線分光法 (EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy) を用い、EDX マッピングを取得し、評価することによって、成膜時の基板温度 R・T・、および酸素ガス流量比 10% で作製した試料の元素分析を行った結果について説明する。なお、EDX 測定には、元素分析装置として日本電子株式会社製エネルギー分散型 X 線分析装置 JED-2300T を用いる。なお、試料から放出された X 線の検出には Si ドリフト検出器を用いる。

10

【0226】

EDX 測定では、試料の分析対象領域の各点に電子線照射を行い、これにより発生する試料の特性 X 線のエネルギーと発生回数を測定し、各点に対応する EDX スペクトルを得る。本実施の形態では、各点の EDX スペクトルのピークを、In 原子の L 殻への電子遷移、Ga 原子の K 殻への電子遷移、Zn 原子の K 殻への電子遷移及び O 原子の K 殻への電子遷移に帰属させ、各点におけるそれぞれの原子の比率を算出する。これを試料の分析対象領域について行うことにより、各原子の比率の分布が示された EDX マッピングを得ることができる。

20

【0227】

図 20 には、成膜時の基板温度 R・T・、および酸素ガス流量比 10% で作製した試料の断面における EDX マッピングを示す。図 20 (A) は、Ga 原子の EDX マッピング (全原子に対する Ga 原子の比率は 1.18 乃至 18.64 [atomic%] の範囲とする。) である。図 20 (B) は、In 原子の EDX マッピング (全原子に対する In 原子の比率は 9.28 乃至 33.74 [atomic%] の範囲とする。) である。図 20 (C) は、Zn 原子の EDX マッピング (全原子に対する Zn 原子の比率は 6.69 乃至 24.99 [atomic%] の範囲とする。) である。また、図 20 (A)、図 20 (B)、および図 20 (C) は、成膜時の基板温度 R・T・、および酸素ガス流量比 10% で作製した試料の断面において、同範囲の領域を示している。なお、EDX マッピングは、範囲における、測定元素が多いほど明るくなり、測定元素が少ないほど暗くなるように、明暗で元素の割合を示している。また、図 20 に示す EDX マッピングの倍率は 720 万倍である。

30

【0228】

図 20 (A)、図 20 (B)、および図 20 (C) に示す EDX マッピングでは、画像に相対的な明暗の分布が見られ、成膜時の基板温度 R・T・、および酸素ガス流量比 10% で作製した試料において、各原子が分布を持って存在している様子が確認できる。ここで、図 20 (A)、図 20 (B)、および図 20 (C) に示す実線で囲む範囲と破線で囲む範囲に注目する。

40

【0229】

図 20 (A) では、実線で囲む範囲は、相対的に暗い領域を多く含み、破線で囲む範囲は、相対的に明るい領域を多く含む。また、図 20 (B) では実線で囲む範囲は、相対的に明るい領域を多く含み、破線で囲む範囲は、相対的に暗い領域を多く含む。

【0230】

つまり、実線で囲む範囲は In 原子が相対的に多い領域であり、破線で囲む範囲は In 原子が相対的に少ない領域である。ここで、図 20 (C) では、実線で囲む範囲において、右側は相対的に明るい領域であり、左側は相対的に暗い領域である。従って、実線で囲

50

む範囲は、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} などが主成分である領域である。

【0231】

また、実線で囲む範囲はGa原子が相対的に少ない領域であり、破線で囲む範囲はGa原子が相対的に多い領域である。図20(C)では、破線で囲む範囲において、左上の領域は、相対的に明るい領域であり、右下側の領域は、相対的に暗い領域である。従って、破線で囲む範囲は、 GaO_{x_3} 、または $\text{Ga}_{x_4}\text{Zn}_{y_4}\text{O}_{z_4}$ などが主成分である領域である。

【0232】

また、図20(A)、図20(B)、および図20(C)より、In原子の分布は、Ga原子よりも、比較的、均一に分布しており、 InO_{x_1} が主成分である領域は、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ が主成分となる領域を介して、互いに繋がって形成されているように見える。このように、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域は、クラウド状に広がって形成されている。

10

【0233】

このように、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} 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In-Ga-Zn酸化物を、CAC-OSと呼称することができる。

【0234】

また、CAC-OSにおける結晶構造は、nc構造を有する。CAC-OSが有するnc構造は、電子線回折像において、単結晶、多結晶、またはCAAC構造を含むIGZOに起因する輝点(スポット)以外にも、数か所以上の輝点(スポット)を有する。または、数か所以上の輝点(スポット)に加え、リング状に輝度の高い領域が現れるとして結晶構造が定義される。

20

【0235】

また、図20(A)、図20(B)、および図20(C)より、 GaO_{x_3} が主成分である領域、及び $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域のサイズは、0.5nm以上10nm以下、または1nm以上3nm以下で観察される。なお、好ましくは、EDXマッピングにおいて、各元素が主成分である領域の径は、1nm以上2nm以下とする。

【0236】

以上より、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_3} などが主成分である領域と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} 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。

30

【0237】

ここで、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域は、 GaO_{x_3} 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、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} 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、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} 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。

40

【0238】

一方、 GaO_{x_3} などが主成分である領域は、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} 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_3} 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。

【0239】

従って、CAC-OSを半導体素子に用いた場合、 GaO_{x_3} などに起因する絶縁性と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} 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})、および高い電界効果移動度(μ)を実現すること

50

ができる。

【0240】

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。

【0241】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせる実施することができる。

【0242】

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置を有する表示モジュール及び電子機器について、図12乃至図17を用いて説明を行う。

10

【0243】

図12に示す表示モジュール8000は、上部カバー8001と下部カバー8002との間に、FPC8003に接続されたタッチパネル8004、フレーム8009、プリント基板8010、バッテリー8011を有する。

【0244】

本発明の一態様の表示パネル、タッチパネル、またはタッチパネルモジュールは、例えば、タッチパネル8004に用いることができる。

【0245】

上部カバー8001及び下部カバー8002は、タッチパネル8004のサイズに合わせて、形状や寸法を適宜変更することができる。

20

【0246】

タッチパネル8004は、抵抗膜方式または静電容量方式のタッチパネルを表示パネルに重畳して用いることができる。また、タッチパネル8004の対向基板(封止基板)に、タッチパネル機能を持たせるようにすることも可能である。また、タッチパネル8004の各画素内に光センサを設け、光学式のタッチパネルとすることも可能である。

【0247】

また、透過型、または半透過型の液晶素子を用いた場合には、タッチパネル8004とフレーム8009の間にバックライトを設けてもよい。バックライトは、光源を有する。なお、バックライト上に光源を配置する構成としてもよいし、バックライトの端部に光源を配置し、さらに光拡散板を用いる構成としてもよい。なお、有機EL素子等の自発光型の発光素子を用いる場合、または反射型パネル等の場合においては、バックライトを設けない構成としてもよい。

30

【0248】

フレーム8009は、タッチパネル8004の保護機能の他、プリント基板8010の動作により発生する電磁波を遮断するための電磁シールドとしての機能を有する。またフレーム8009は、放熱板としての機能を有していてもよい。

【0249】

プリント基板8010は、電源回路、ビデオ信号及びクロック信号を出力するための信号処理回路を有する。電源回路に電力を供給する電源としては、外部の商用電源であってもよいし、別途設けたバッテリー8011による電源であってもよい。バッテリー8011は、商用電源を用いる場合には、省略可能である。

40

【0250】

また、タッチパネル8004は、偏光板、位相差板、プリズムシートなどの部材を追加して設けてもよい。

【0251】

本発明の一態様の表示パネル、発光パネル、センサパネル、タッチパネル、タッチパネルモジュール、入力装置、表示装置、または入出力装置を用いて、電子機器や照明装置を作製できる。本発明の一態様の入力装置、表示装置、または入出力装置を用いて、曲面を有し、信頼性の高い電子機器や照明装置を作製できる。また、本発明の一態様の入力装置

50

、表示装置、または入出力装置を用いて、可撓性を有し、信頼性の高い電子機器や照明装置を作製できる。また本発明の一態様の入力装置、または入出力装置を用いて、タッチセンサの検出感度が向上した電子機器や照明装置を作製できる。

【0252】

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置（テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

【0253】

また、本発明の一態様の電子機器又は照明装置は可撓性を有する場合、家屋やビルの内壁もしくは外壁、又は、自動車の内装もしくは外装の曲面に沿って組み込むことも可能である。

10

【0254】

また、本発明の一態様の電子機器は、二次電池を有していてもよく、非接触電力伝送を用いて、二次電池を充電することができると好ましい。

【0255】

二次電池としては、例えば、ゲル状電解質を用いるリチウムポリマー電池（リチウムイオンポリマー電池）等のリチウムイオン二次電池、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、ニカド電池、有機ラジカル電池、鉛蓄電池、空気二次電池、ニッケル亜鉛電池、銀亜鉛電池などが挙げられる。

20

【0256】

本発明の一態様の電子機器は、アンテナを有していてもよい。アンテナで信号を受信することで、表示部で映像や情報等の表示を行うことができる。また、電子機器が二次電池を有する場合、アンテナを、非接触電力伝送に用いてもよい。

【0257】

図13（A）乃至図13（H）、及び図14（A）、（B）は、電子機器を示す図である。これらの電子機器は、筐体5000、表示部5001、スピーカ5003、LEDランプ5004、操作キー5005（電源スイッチ、又は操作スイッチを含む）、接続端子5006、センサ5007（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン5008、等を有することができる。

30

【0258】

図13（A）はモバイルコンピュータであり、上述したものの他に、スイッチ5009、赤外線ポート5010、等を有することができる。

【0259】

図13（B）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（例えば、DVD再生装置）であり、上述したものの他に、第2表示部5002、記録媒体読込部5011、等を有することができる。

【0260】

図13（C）はテレビジョン装置であり、上述したものの他に、スタンド5012等を有することができる。また、テレビジョン装置の操作は、筐体5000が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機5013により行うことができる。リモコン操作機5013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5001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5013に、当該リモコン操作機5013から出力する情報を表示する表示部を設ける構成としてもよい。

40

【0261】

図13（D）は携帯型遊技機であり、上述したものの他に、記録媒体読込部5011、等を有することができる。

【0262】

50

図 1 3 (E) はテレビ受像機能付きデジタルカメラであり、上述したものの他に、アンテナ 5 0 1 4、シャッターボタン 5 0 1 5、受像部 5 0 1 6、等を有することができる。

【 0 2 6 3 】

図 1 3 (F) は携帯型遊技機であり、上述したものの他に、第 2 表示部 5 0 0 2、記録媒体読込部 5 0 1 1、等を有することができる。

【 0 2 6 4 】

図 1 3 (G) は持ち運び型テレビ受像器であり、上述したものの他に、信号の送受信が可能な充電器 5 0 1 7、等を有することができる。

【 0 2 6 5 】

図 1 3 (H) は腕時計型情報端末であり、上述したもののほかに、バンド 5 0 1 8、留め金 5 0 1 9、等を有することができる。ベゼル部分を兼ねる筐体 5 0 0 0 に搭載された表示部 5 0 0 1 は、非矩形状の表示領域を有している。表示部 5 0 0 1 は、時刻を表すアイコン 5 0 2 0、その他のアイコン 5 0 2 1 等を表示することができる。

10

【 0 2 6 6 】

図 1 4 (A) はデジタルサイネージ (Digital Signage : 電子看板) である。図 1 4 (B) は円柱状の柱に取り付けられたデジタルサイネージである。

【 0 2 6 7 】

図 1 3 (A) 乃至図 1 3 (H)、及び図 1 4 (A)、(B) に示す電子機器は、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、日付又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又は受信を行う機能、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能、等を有することができる。さらに、複数の表示部を有する電子機器においては、一つの表示部を主として画像情報を表示し、別の一つの表示部を主として文字情報を表示する機能、または、複数の表示部に視差を考慮した画像を表示することで立体的な画像を表示する機能、等を有することができる。さらに、受像部を有する電子機器においては、静止画を撮影する機能、動画を撮影する機能、撮影した画像を自動または手動で補正する機能、撮影した画像を記録媒体 (外部又はカメラに内蔵) に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有することができる。なお、図 1 3 (A) 乃至図 1 3 (H)、及び図 1 4 (A)、(B) に示す電子機器が有することのできる機能はこれらに限定されず、様々な機能を有することができる。

20

30

【 0 2 6 8 】

図 1 5 (A)、(B)、(C 1)、(C 2)、(D)、(E) に、湾曲した表示部 7 0 0 0 を有する電子機器の一例を示す。表示部 7 0 0 0 はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。なお、表示部 7 0 0 0 は可撓性を有していてもよい。

【 0 2 6 9 】

表示部 7 0 0 0 は、本発明の一態様の機能パネル、表示パネル、発光パネル、センサパネル、タッチパネル、表示装置、または入出力装置等を用いて作製される。本発明の一態様により、湾曲した表示部を備え、且つ信頼性の高い電子機器を提供できる。

40

【 0 2 7 0 】

図 1 5 (A) に携帯電話機の一例を示す。携帯電話機 7 1 0 0 は、筐体 7 1 0 1、表示部 7 0 0 0、操作ボタン 7 1 0 3、外部接続ポート 7 1 0 4、スピーカ 7 1 0 5、マイク 7 1 0 6 等を有する。

【 0 2 7 1 】

図 1 5 (A) に示す携帯電話機 7 1 0 0 は、表示部 7 0 0 0 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 7 0 0 0 に触れることで行うことができる。

【 0 2 7 2 】

50

また、操作ボタン 7103 の操作により、電源の ON、OFF 動作や、表示部 7000 に表示される画像の種類を切り替えることができる。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。

【0273】

図 15 (B) にテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置 7200 は、筐体 7201 に表示部 7000 が組み込まれている。ここでは、スタンド 7203 により筐体 7201 を支持した構成を示している。

【0274】

図 15 (B) に示すテレビジョン装置 7200 の操作は、筐体 7201 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機 7211 により行うことができる。または、表示部 7000 にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部 7000 に触れることで操作してもよい。リモコン操作機 7211 は、当該リモコン操作機 7211 から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機 7211 が備える操作キー又はタッチパネルにより、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部 7000 に表示される映像を操作することができる。

【0275】

なお、テレビジョン装置 7200 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る。また、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。

【0276】

図 15 (C1)、(C2)、(D)、(E) に携帯情報端末の一例を示す。各携帯情報端末は、筐体 7301 及び表示部 7000 を有する。さらに、操作ボタン、外部接続ポート、スピーカ、マイク、アンテナ、又はバッテリー等を有していてもよい。表示部 7000 にはタッチセンサを備える。携帯情報端末の操作は、指やスタイラスなどで表示部 7000 に触れることで行うことができる。

【0277】

図 15 (C1) は、携帯情報端末 7300 の斜視図であり、図 15 (C2) は携帯情報端末 7300 の上面図である。図 15 (D) は、携帯情報端末 7310 の斜視図である。図 15 (E) は、携帯情報端末 7320 の斜視図である。

【0278】

本実施の形態で例示する携帯情報端末は、例えば、電話機、手帳又は情報閲覧装置等から選ばれた一つ又は複数の機能を有する。具体的には、スマートフォンとしてそれぞれ用いることができる。本実施の形態で例示する携帯情報端末は、例えば、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、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。

【0279】

携帯情報端末 7300、携帯情報端末 7310 及び携帯情報端末 7320 は、文字や画像情報をその複数の面に表示することができる。例えば、図 15 (C1)、(D) に示すように、3つの操作ボタン 7302 を一の面に表示し、矩形で示す情報 7303 を他の面に表示することができる。図 15 (C1)、(C2) では、携帯情報端末の上側に情報が表示される例を示し、図 15 (D) では、携帯情報端末の横側に情報が表示される例を示す。また、携帯情報端末の3面以上に情報を表示してもよく、図 15 (E) では、情報 7304、情報 7305、情報 7306 がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。

【0280】

なお、情報の例としては、SNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）の通知、電子メールや電話などの着信を知らせる表示、電子メールなどの題名もしくは送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、アンテナ受信の強度などがある。または、情報が表示されている位置に、情報の代わりに、操作ボタン、アイコンなどを表示してもよい。

【0281】

10

20

30

40

50

例えば、携帯情報端末 7 3 0 0 の使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末 7 3 0 0 を収納した状態で、その表示（ここでは情報 7 3 0 3）を確認することができる。

【0 2 8 2】

具体的には、着信した電話の発信者の電話番号又は氏名等を、携帯情報端末 7 3 0 0 の上方から観察できる位置に表示する。使用者は、携帯情報端末 7 3 0 0 をポケットから取り出すことなく、表示を確認し、電話を受けるか否かを判断できる。

【0 2 8 3】

図 1 5 (F) ~ (H) に、湾曲した発光部を有する照明装置の一例を示している。

【0 2 8 4】

図 1 5 (F) ~ (H) に示す各照明装置が有する発光部は、本発明の一態様の機能パネル、表示パネル、発光パネル、センサパネル、タッチパネル、表示装置、または入出力装置等を用いて作製される。本発明の一態様により、湾曲した発光部を備え、且つ信頼性の高い照明装置を提供できる。

【0 2 8 5】

図 1 5 (F) に示す照明装置 7 4 0 0 は、波状の発光面を有する発光部 7 4 0 2 を備える。したがってデザイン性の高い照明装置となっている。

【0 2 8 6】

図 1 5 (G) に示す照明装置 7 4 1 0 の備える発光部 7 4 1 2 は、凸状に湾曲した 2 つの発光部が対称的に配置された構成となっている。したがって照明装置 7 4 1 0 を中心に全方位を照らすことができる。

【0 2 8 7】

図 1 5 (H) に示す照明装置 7 4 2 0 は、凹状に湾曲した発光部 7 4 2 2 を備える。したがって、発光部 7 4 2 2 からの発光を、照明装置 7 4 2 0 の前面に集光するため、特定の範囲を明るく照らす場合に適している。また、このような形態とすることで、影ができてにくいという効果を奏する。

【0 2 8 8】

また、照明装置 7 4 0 0、照明装置 7 4 1 0 及び照明装置 7 4 2 0 の備える各々の発光部は可撓性を有していてもよい。発光部を可塑性の部材や可動なフレームなどの部材で固定し、用途に合わせて発光部の発光面を自在に湾曲可能な構成としてもよい。

【0 2 8 9】

照明装置 7 4 0 0、照明装置 7 4 1 0 及び照明装置 7 4 2 0 は、それぞれ、操作スイッチ 7 4 0 3 を備える台部 7 4 0 1 と、台部 7 4 0 1 に支持される発光部を有する。

【0 2 9 0】

なおここでは、台部によって発光部が支持された照明装置について例示したが、発光部を備える筐体を天井に固定する、又は天井からつり下げるように用いることもできる。発光面を湾曲させて用いることができるため、発光面を凹状に湾曲させて特定の領域を明るく照らす、又は発光面を凸状に湾曲させて部屋全体を明るく照らすこともできる。

【0 2 9 1】

図 1 6 (A 1)、(A 2)、(B) ~ (I) に、可撓性を有する表示部 7 0 0 1 を有する携帯情報端末の一例を示す。

【0 2 9 2】

表示部 7 0 0 1 は、本発明の一態様の機能パネル、表示パネル、発光パネル、センサパネル、タッチパネル、表示装置、または入出力装置等を用いて作製される。例えば、曲率半径 0 . 0 1 mm 以上 1 5 0 mm 以下で曲げることができる表示装置、または入出力装置等を適用できる。また、表示部 7 0 0 1 はタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部 7 0 0 1 に触れることで携帯情報端末を操作することができる。本発明の一態様により、可撓性を有する表示部を備え、且つ信頼性の高い電子機器を提供できる。

【0 2 9 3】

図 1 6 (A 1) は、携帯情報端末の一例を示す斜視図であり、図 1 6 (A 2) は、携帯情報端末の一例を示す側面図である。携帯情報端末 7 5 0 0 は、筐体 7 5 0 1、表示部 7

10

20

30

40

50

001、引き出し部材7502、操作ボタン7503等を有する。

【0294】

携帯情報端末7500は、筐体7501内にロール状に巻かれた可撓性を有する表示部7001を有する。

【0295】

また、携帯情報端末7500は内蔵された制御部によって映像信号を受信可能で、受信した映像を表示部7001に表示することができる。また、携帯情報端末7500にはバッテリーが内蔵されている。また、筐体7501にコネクタを接続する端子部を備え、映像信号や電力を有線により外部から直接供給する構成としてもよい。

【0296】

また、操作ボタン7503によって、電源のON、OFF動作や表示する映像の切り替え等を行うことができる。なお、図16(A1)、(A2)、(B)では、携帯情報端末7500の側面に操作ボタン7503を配置する例を示すが、これに限られず、携帯情報端末7500の表示面と同じ面(おもて面)や、裏面に配置してもよい。

【0297】

図16(B)には、表示部7001を引き出し部材7502により引き出した状態の携帯情報端末7500を示す。この状態で表示部7001に映像を表示することができる。また、表示部7001の一部がロール状に巻かれた図16(A1)の状態と表示部7001を引き出し部材7502により引き出した図16(B)の状態とで、携帯情報端末7500が異なる表示を行う構成としてもよい。例えば、図16(A1)の状態のときに、表示部7001のロール状に巻かれた部分を非表示とすることで、携帯情報端末7500の消費電力を下げることができる。

【0298】

なお、表示部7001を引き出した際に表示部7001の表示面が平面状となるように固定するため、表示部7001の側部に補強のためのフレームを設けていてもよい。

【0299】

なお、この構成以外に、筐体にスピーカを設け、映像信号と共に受信した音声信号によって音声を出力する構成としてもよい。

【0300】

図16(C)~(E)に、折りたたみ可能な携帯情報端末の一例を示す。図16(C)では、展開した状態、図16(D)では、展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態、図16(E)では、折りたたんだ状態の携帯情報端末7600を示す。携帯情報端末7600は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により一覧性に優れる。

【0301】

表示部7001はヒンジ7602によって連結された3つの筐体7601に支持されている。ヒンジ7602を介して2つの筐体7601間を屈曲させることにより、携帯情報端末7600を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。

【0302】

図16(F)、(G)に、折りたたみ可能な携帯情報端末の一例を示す。図16(F)では、表示部7001が内側になるように折りたたんだ状態、図16(G)では、表示部7001が外側になるように折りたたんだ状態の携帯情報端末7650を示す。携帯情報端末7650は表示部7001及び非表示部7651を有する。携帯情報端末7650を使用しない際に、表示部7001が内側になるように折りたたむことで、表示部7001の汚れや傷つきを抑制できる。

【0303】

図16(H)に、可撓性を有する携帯情報端末の一例を示す。携帯情報端末7700は、筐体7701及び表示部7001を有する。さらに、入力手段であるボタン7703a、7703b、音声出力手段であるスピーカ7704a、7704b、外部接続ポート7705、マイク7706等を有していてもよい。また、携帯情報端末7700は、可撓性

10

20

30

40

50

を有するバッテリー 7709 を搭載することができる。バッテリー 7709 は例えば表示部 7001 と重ねて配置してもよい。

【0304】

筐体 7701、表示部 7001、及びバッテリー 7709 は可撓性を有する。そのため、携帯情報端末 7700 を所望の形状に湾曲させることや、携帯情報端末 7700 に捻りを加えることが容易である。例えば、携帯情報端末 7700 は、表示部 7001 が内側又は外側になるように折り曲げて使用することができる。または、携帯情報端末 7700 をロール状に巻いた状態で使用することもできる。このように筐体 7701 及び表示部 7001 を自由に変形することが可能であるため、携帯情報端末 7700 は、落下した場合、又は意図しない外力が加わった場合であっても、破損しにくいという利点がある。

10

【0305】

また、携帯情報端末 7700 は軽量であるため、筐体 7701 の上部をクリップ等で把持してぶら下げて使用する、又は、筐体 7701 を磁石等で壁面に固定して使用するなど、様々な状況において利便性良く使用することができる。

【0306】

図 16 (I) に腕時計型の携帯情報端末の一例を示す。携帯情報端末 7800 は、バンド 7801、表示部 7001、入出力端子 7802、操作ボタン 7803 等を有する。バンド 7801 は、筐体としての機能を有する。また、携帯情報端末 7800 は、可撓性を有するバッテリー 7805 を搭載することができる。バッテリー 7805 は例えば表示部 7001 やバンド 7801 と重ねて配置してもよい。

20

【0307】

バンド 7801、表示部 7001、及びバッテリー 7805 は可撓性を有する。そのため、携帯情報端末 7800 を所望の形状に湾曲させることが容易である。

【0308】

操作ボタン 7803 は、時刻設定のほか、電源のオン、オフ動作、無線通信のオン、オフ動作、マナーモードの実行及び解除、省電力モードの実行及び解除など、様々な機能を持たせることができる。例えば、携帯情報端末 7800 に組み込まれたオペレーティングシステムにより、操作ボタン 7803 の機能を自由に設定することもできる。

【0309】

また、表示部 7001 に表示されたアイコン 7804 に指等で触れることで、アプリケーションを起動することができる。

30

【0310】

また、携帯情報端末 7800 は、通信規格に準拠した近距離無線通信を実行することが可能である。例えば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。

【0311】

また、携帯情報端末 7800 は入出力端子 7802 を有していてもよい。入出力端子 7802 を有する場合、他の情報端末とコネクタを介して直接データのやりとりを行うことができる。また入出力端子 7802 を介して充電を行うこともできる。なお、本実施の形態で例示する携帯情報端末の充電動作は、入出力端子を介さずに非接触電力伝送により行ってもよい。

40

【0312】

図 17 (A)、(B)、(C) に折り畳み可能な腕時計型の携帯情報端末の一例を示す。携帯情報端末 7900 は、表示部 7901、筐体 7902、第 2 の筐体 7903、バンド 7904、操作ボタン 7905 等を有する。

【0313】

携帯情報端末 7900 は、図 17 (A) に示すように筐体 7902 が筐体 7903 上に重ねられた状態から、図 17 (B) に示すように筐体 7902 を持ち上げることにより、図 17 (C) に示すように、表示部 7901 が展開された状態に可逆的に変形させることができる。そのため携帯情報端末 7900 は、例えば通常は表示部 7901 を折り畳んだ

50

状態で使用することが可能で、また表示部 7901 を展開することにより表示領域を広げて使用することができる。

【0314】

また、表示部 7901 がタッチパネルとしての機能を有することで、表示部 7901 を触れることで携帯情報端末 7900 を操作することができる。また操作ボタン 7905 を押す、回す、若しくは上下方向、手前方向、または奥行方向にずらすなどの操作により、携帯情報端末 7900 を操作することができる。

【0315】

図 17 (A) に示すように、筐体 7902 と筐体 7903 とが重なった状態のとき、筐体 7902 と筐体 7903 とが意図せずに離れないようにロック機構を有することが好ましい。このとき、例えば操作ボタン 7905 を押すなどの操作により、ロック状態を解除できる構成とすることが好ましい。また、バネなどの復元力を利用して、ロック状態を解除したときに、図 17 (A) に示す状態から図 17 (C) に示す状態に自動的に変形する機構を有していてもよい。または、ロック機構に代えて磁石を用い、磁力により筐体 7902 と筐体 7903 の相対的な位置を固定してもよい。磁力を用いることで容易に筐体 7902 と筐体 7903 とを脱着させることができる。

10

【0316】

図 17 (A)、(B)、(C) では、バンド 7904 の曲がる向きに対して概略垂直な方向に表示部 7901 が展開できる構成を示したが、図 17 (D)、(E) に示すように、バンド 7904 の曲がる向きに概略平行な方向に表示部 7901 を展開できる構成としてもよい。またこのとき、バンド 7904 に巻きつけるように、表示部 7901 を湾曲させて用いてもよい。

20

【0317】

本実施の形態において述べた電子機器は、何らかの情報を表示するための表示部を有することを特徴とする。該表示部に、本発明の一態様の表示装置、タッチパネル、またはタッチパネルモジュール等を適用することができる。

【0318】

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせる実施することができる。

30

【符号の説明】

【0319】

- 10 表示装置
- 11 画素ユニット
- 12 表示領域
- 13 回路
- 14 回路
- 15 回路
- 16 回路
- 17 回路
- 18 回路
- 19 回路
- 20 受光回路
- 21 受光素子
- 22 トランジスタ
- 23 トランジスタ
- 24 容量素子
- 30 画素回路
- 30 a 画素回路
- 30 b 画素回路
- 30 c 画素回路

40

50

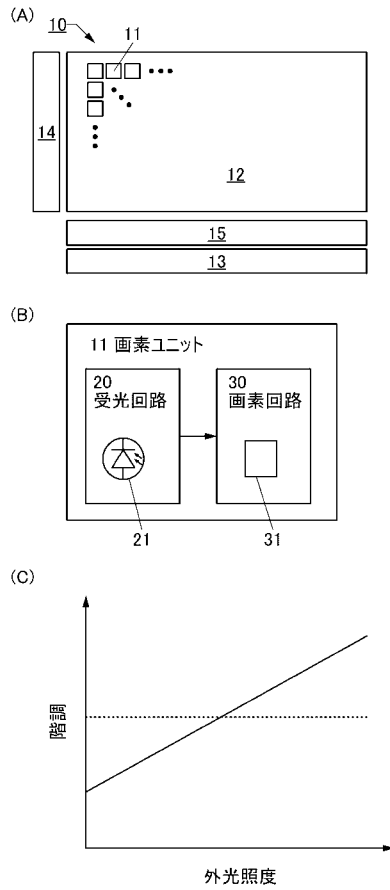
3 0 d	画素回路	
3 0 e	画素回路	
3 0 f	画素回路	
3 1	表示素子	
3 2	トランジスタ	
3 3	トランジスタ	
3 4	容量素子	
3 5	トランジスタ	
3 6	トランジスタ	
3 7	トランジスタ	10
4 0 a	画素回路	
4 0 b	画素回路	
4 0 c	画素回路	
4 0 d	画素回路	
4 1	液晶素子	
4 2	トランジスタ	
4 3	容量素子	
4 4	容量素子	
5 0	表示装置	
5 1	受光素子	20
5 2	トランジスタ	
5 3	トランジスタ	
5 4	トランジスタ	
5 5	トランジスタ	
6 1	トランジスタ	
6 2	トランジスタ	
6 6	トランジスタ	
6 7	抵抗素子	
4 0 0	基板	
4 0 1	導電層	30
4 0 2	絶縁層	
4 0 3	半導体層	
4 0 4	導電層	
4 0 5	導電層	
4 0 6	半導体層	
4 0 7	半導体層	
4 0 8	半導体層	
4 0 9	導電層	
4 1 0	導電層	
4 1 1	絶縁層	40
4 1 2	導電層	
4 1 3	導電層	
4 2 0	絶縁層	
4 2 1	導電層	
4 2 2	導電層	
4 2 3	絶縁層	
4 2 4	導電層	
4 2 5	絶縁層	
4 2 6	絶縁層	
4 2 7	E L 層	50

4 2 8	導電層	
4 3 0	基板	
4 3 1	遮蔽層	
4 3 2	着色層	
7 0 5	絶縁層	
7 0 6	電極	
7 0 7	絶縁層	
7 0 8	半導体層	
7 1 0	絶縁層	
7 1 1	絶縁層	10
7 1 4	電極	
7 1 5	電極	
7 2 2	絶縁層	
7 2 3	電極	
7 2 6	絶縁層	
7 2 7	絶縁層	
7 2 8	絶縁層	
7 2 9	絶縁層	
7 4 1	絶縁層	
7 4 2	半導体層	20
7 4 4 a	電極	
7 4 4 b	電極	
7 4 6	電極	
7 5 5	不純物	
7 7 1	基板	
7 7 2	絶縁層	
8 1 0	トランジスタ	
8 1 1	トランジスタ	
8 2 0	トランジスタ	
8 2 1	トランジスタ	30
8 2 5	トランジスタ	
8 2 6	トランジスタ	
8 3 0	トランジスタ	
8 3 1	トランジスタ	
8 4 0	トランジスタ	
8 4 1	トランジスタ	
8 4 2	トランジスタ	
8 4 3	トランジスタ	
8 4 4	トランジスタ	
8 4 5	トランジスタ	40
8 4 6	トランジスタ	
8 4 7	トランジスタ	
5 0 0 0	筐体	
5 0 0 1	表示部	
5 0 0 2	表示部	
5 0 0 3	スピーカ	
5 0 0 4	LEDランプ	
5 0 0 5	操作キー	
5 0 0 6	接続端子	
5 0 0 7	センサ	50

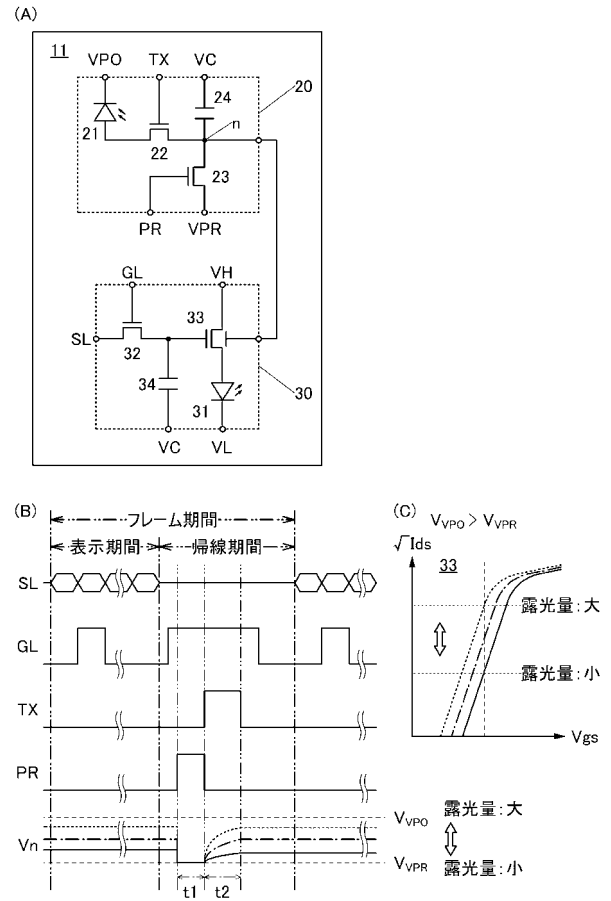
5 0 0 8	マイクロフォン	
5 0 0 9	スイッチ	
5 0 1 0	赤外線ポート	
5 0 1 1	記録媒体読込部	
5 0 1 2	スタンド	
5 0 1 3	リモコン操作機	
5 0 1 4	アンテナ	
5 0 1 5	シャッターボタン	
5 0 1 6	受像部	
5 0 1 7	充電器	10
5 0 1 8	バンド	
5 0 1 9	留め金	
5 0 2 0	アイコン	
5 0 2 1	アイコン	
7 0 0 0	表示部	
7 0 0 1	表示部	
7 1 0 0	携帯電話機	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	操作ボタン	
7 1 0 4	外部接続ポート	20
7 1 0 5	スピーカ	
7 1 0 6	マイク	
7 2 0 0	テレビジョン装置	
7 2 0 1	筐体	
7 2 0 3	スタンド	
7 2 1 1	リモコン操作機	
7 3 0 0	携帯情報端末	
7 3 0 1	筐体	
7 3 0 2	操作ボタン	
7 3 0 3	情報	30
7 3 0 4	情報	
7 3 0 5	情報	
7 3 0 6	情報	
7 3 1 0	携帯情報端末	
7 3 2 0	携帯情報端末	
7 4 0 0	照明装置	
7 4 0 1	台部	
7 4 0 2	発光部	
7 4 0 3	操作スイッチ	
7 4 1 0	照明装置	40
7 4 1 2	発光部	
7 4 2 0	照明装置	
7 4 2 2	発光部	
7 5 0 0	携帯情報端末	
7 5 0 1	筐体	
7 5 0 2	部材	
7 5 0 3	操作ボタン	
7 6 0 0	携帯情報端末	
7 6 0 1	筐体	
7 6 0 2	ヒンジ	50

7 6 5 0	携 帯 情 報 端 末	
7 6 5 1	非 表 示 部	
7 7 0 0	携 帯 情 報 端 末	
7 7 0 1	筐 体	
7 7 0 3 a	ボ タ ン	
7 7 0 3 b	ボ タ ン	
7 7 0 4 a	ス ピ ー カ	
7 7 0 4 b	ス ピ ー カ	
7 7 0 5	外 部 接 続 ポ ー ト	
7 7 0 6	マ イ ク	10
7 7 0 9	バ ッ テ リ	
7 8 0 0	携 帯 情 報 端 末	
7 8 0 1	バ ン ド	
7 8 0 2	入 出 力 端 子	
7 8 0 3	操 作 ボ タ ン	
7 8 0 4	ア イ コ ン	
7 8 0 5	バ ッ テ リ	
7 9 0 0	携 帯 情 報 端 末	
7 9 0 1	表 示 部	
7 9 0 2	筐 体	20
7 9 0 3	筐 体	
7 9 0 4	バ ン ド	
7 9 0 5	操 作 ボ タ ン	
8 0 0 0	表 示 モ ジ ュ ー ル	
8 0 0 1	上 部 カ バ ー	
8 0 0 2	下 部 カ バ ー	
8 0 0 3	F P C	
8 0 0 4	タ ッ チ パ ネ ル	
8 0 0 9	フ レ ー ム	
8 0 1 0	プ リ ン ト 基 板	30
8 0 1 1	バ ッ テ リ	

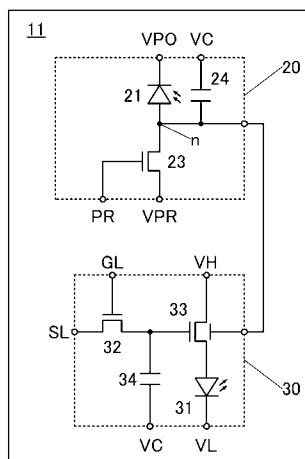
【図 1】



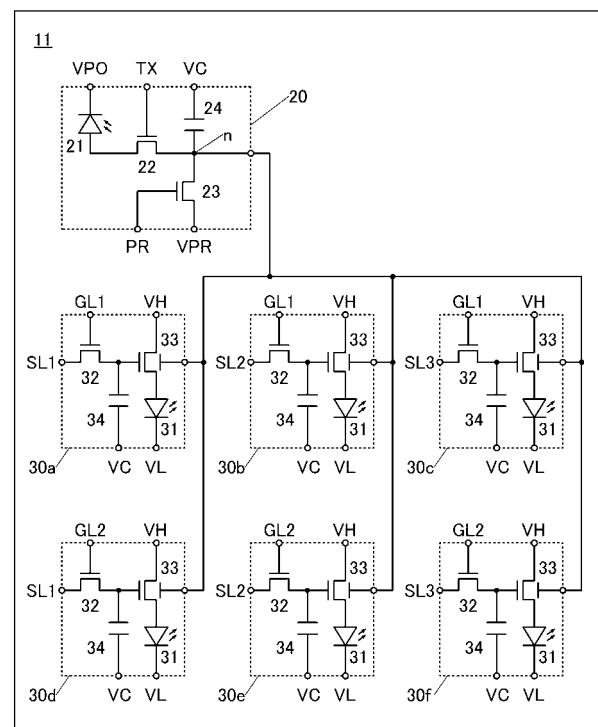
【図 2】



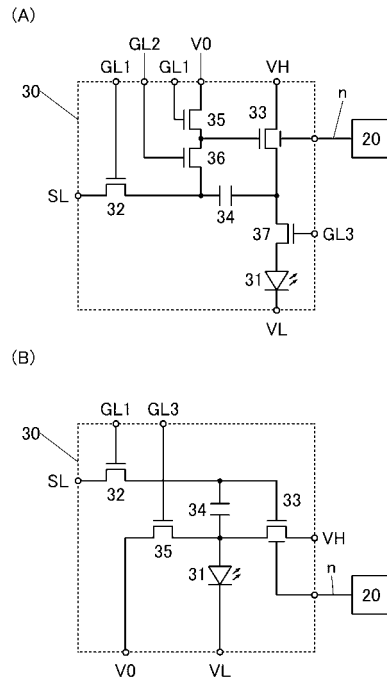
【図 3】



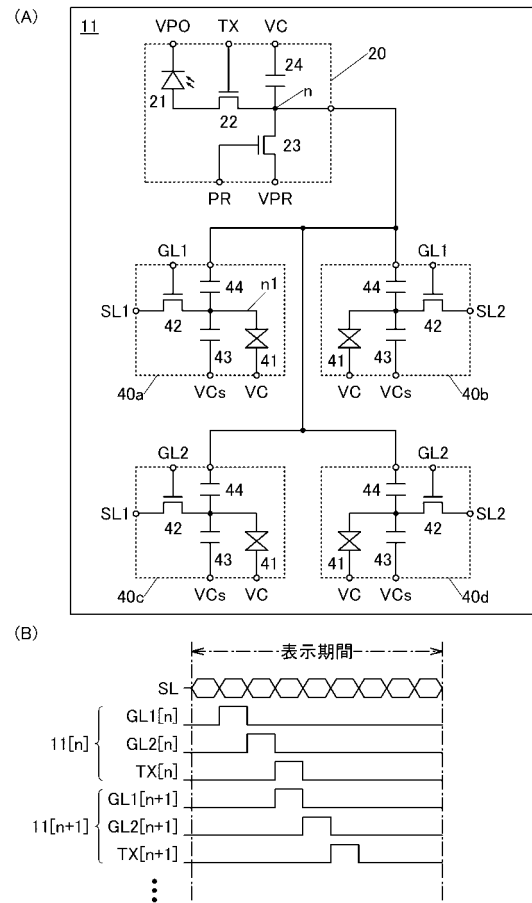
【図 4】



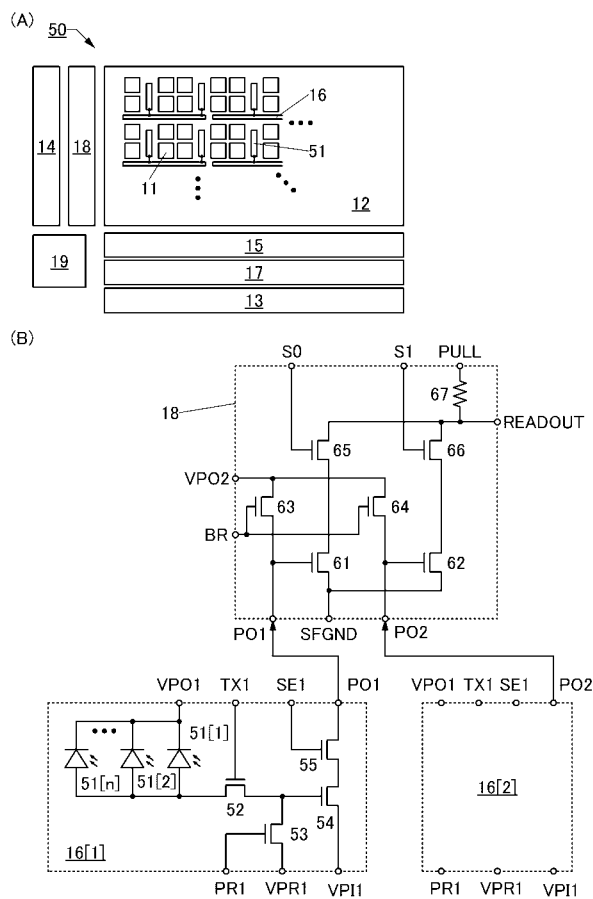
【図 5】



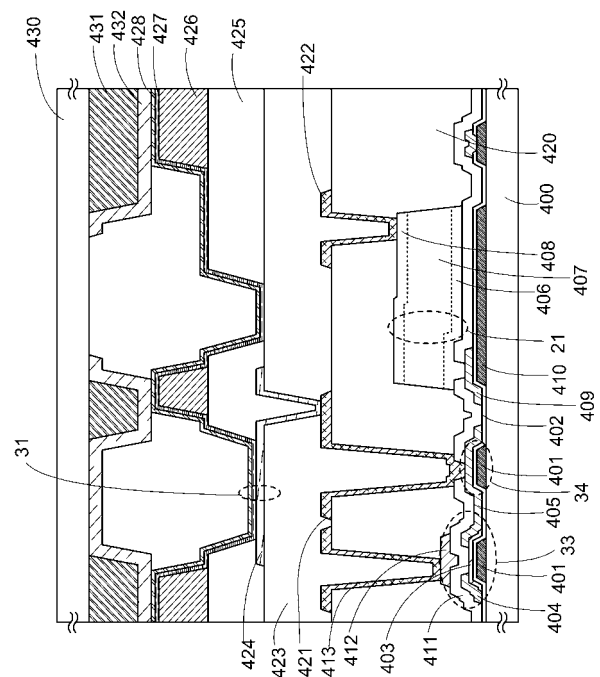
【図 6】



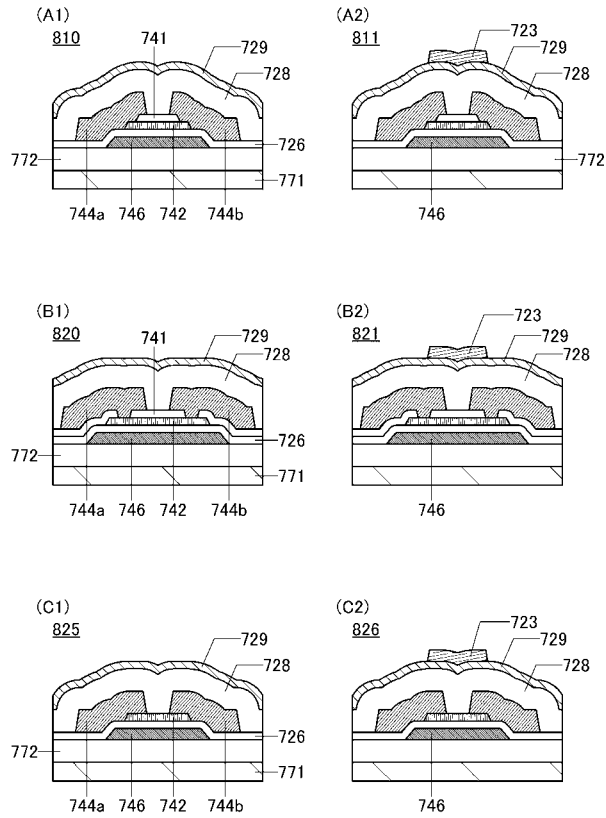
【図 7】



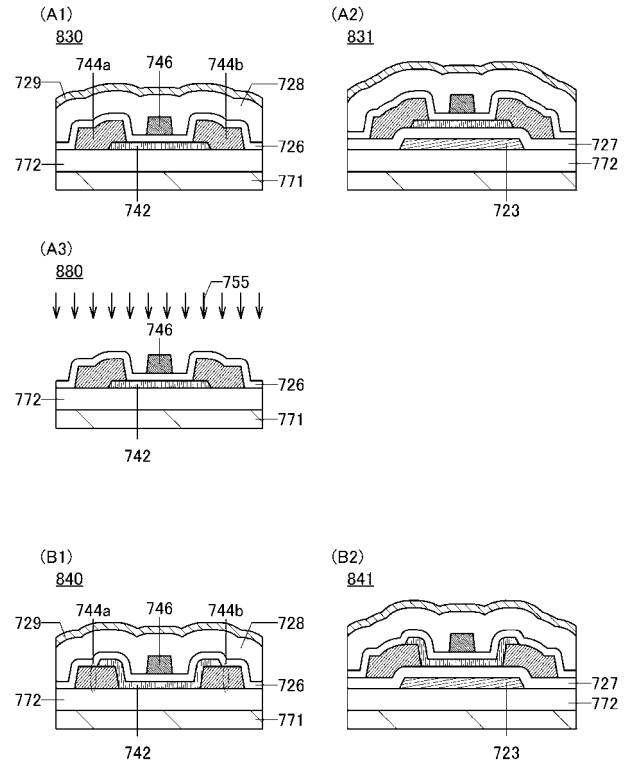
【図 8】



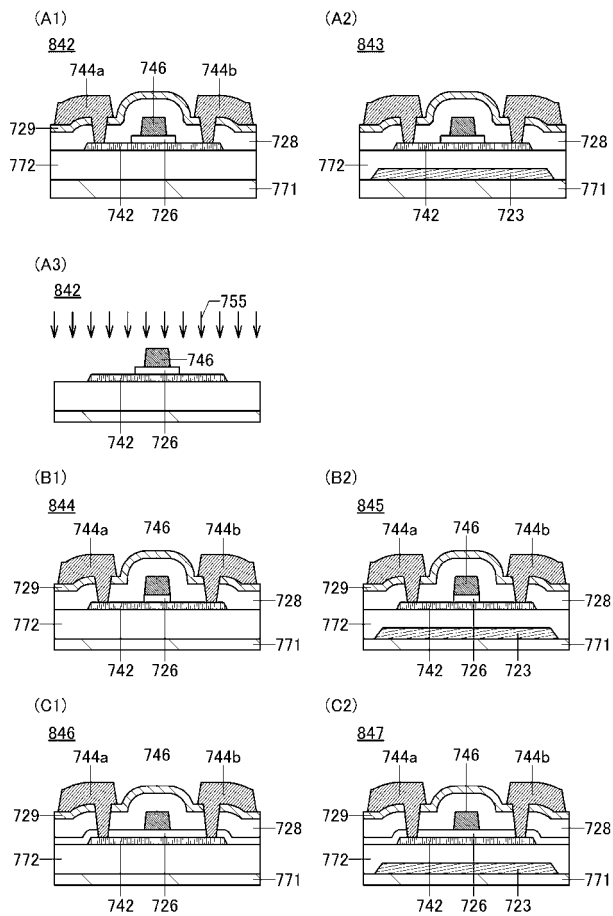
【図 9】



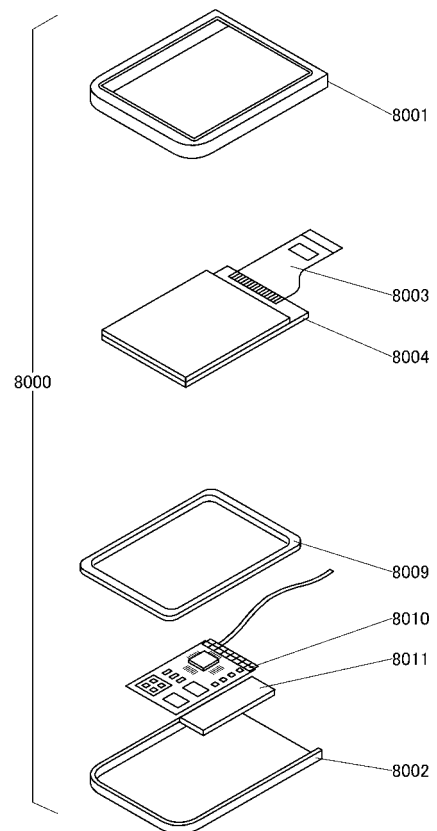
【図 10】



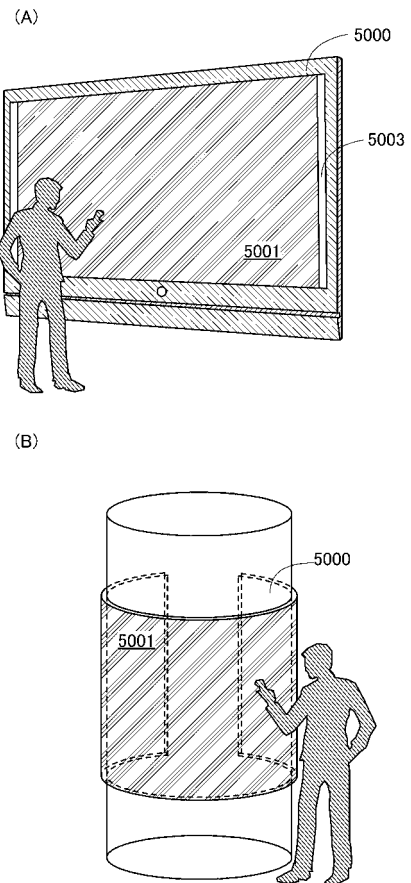
【図 11】



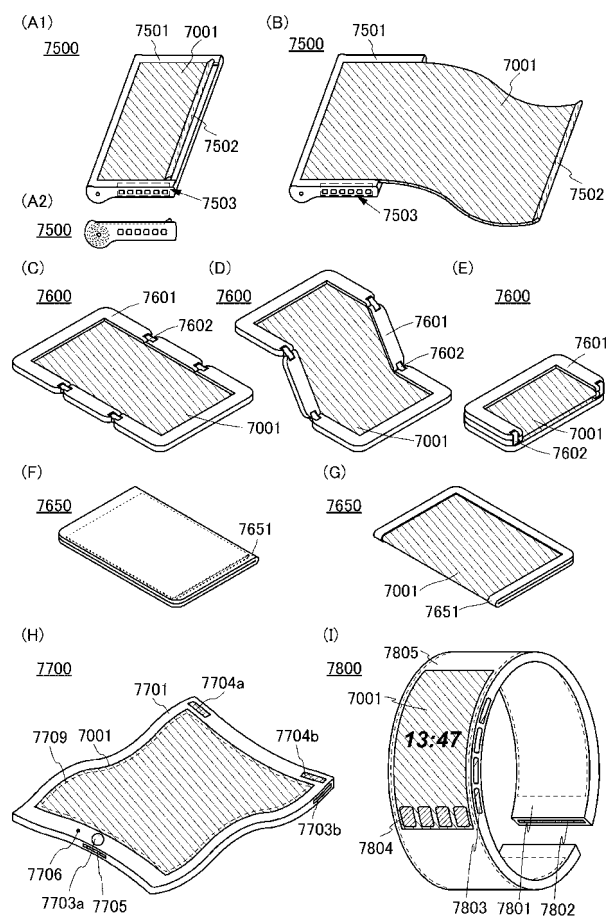
【図 12】



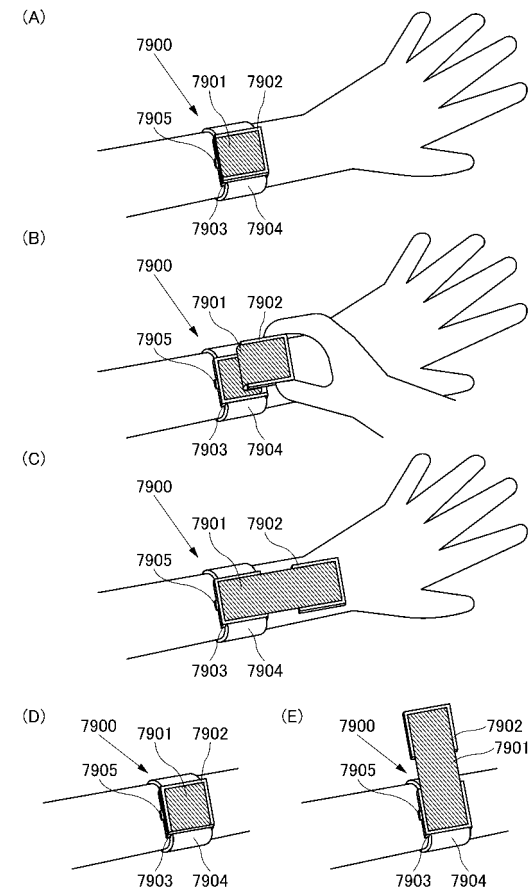
【 図 1 4 】



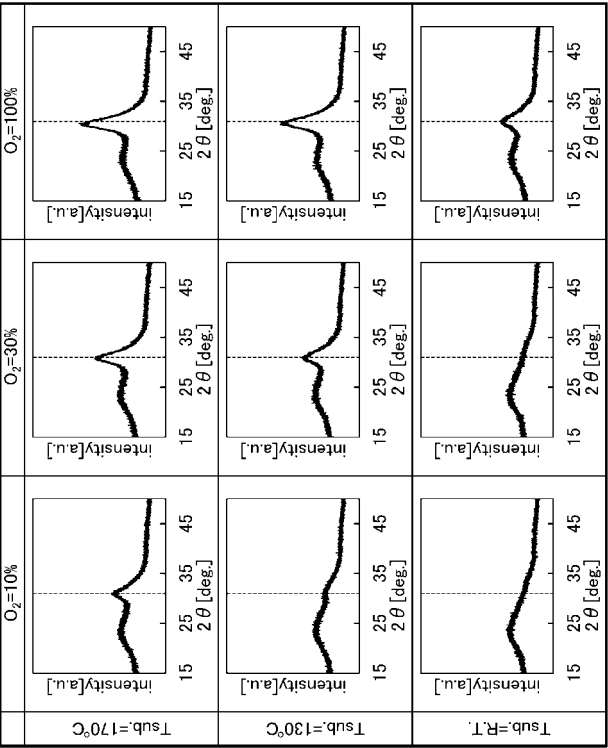
【 図 1 6 】



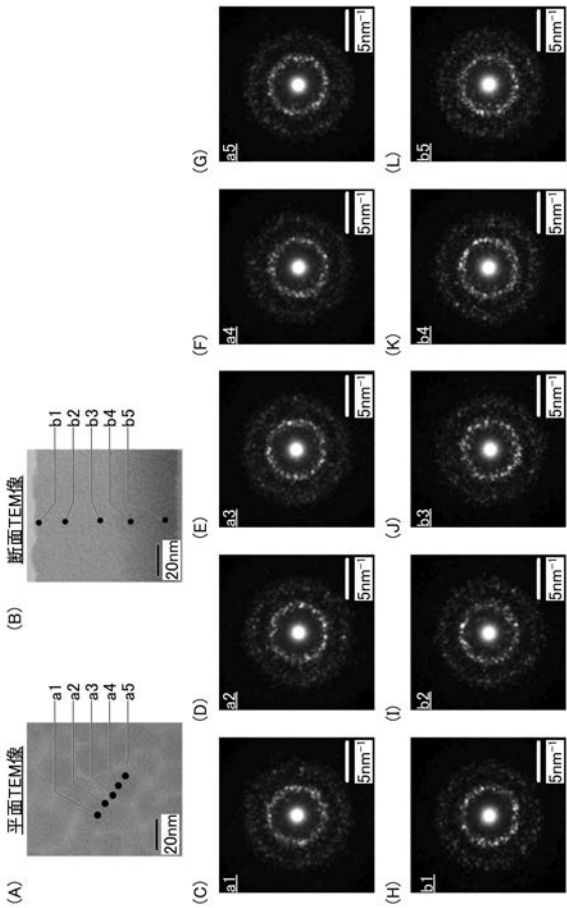
【 図 1 7 】



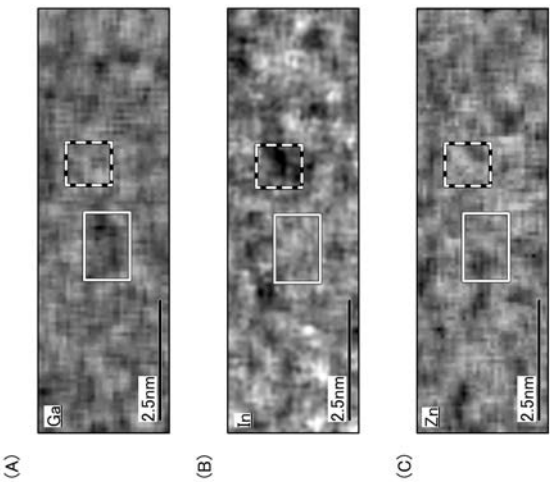
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)

G 0 6 F 3/042 (2006.01)

G 0 9 G	3/20	6 1 2 T
G 0 9 G	3/20	6 4 1 C
G 0 9 G	3/20	6 9 1 D
G 0 2 F	1/133	5 8 0
G 0 2 F	1/133	5 5 0
H 0 5 B	33/14	A
G 0 6 F	3/042	4 7 1

F ターム(参考) 2H193 ZA04 ZA07 ZD23 ZF36 ZH04 ZH07 ZH13 ZH37 ZH53
 3K107 AA01 BB01 CC02 CC14 CC21 CC32 CC45 EE03 EE66 EE68
 HH04
 5C006 AA16 AF63 AF73 AF81 BB16 BC06 BC08 BC20 BF39 EC05
 5C080 AA06 AA10 BB05 DD04 DD22 EE29 FF11 FF12 GG01 HH09
 JJ02 JJ03 JJ04 JJ05 JJ06 KK01 KK07 KK43 KK47 KK49
 KK50
 5C380 AA01 AB06 AB19 AB21 AB22 AB23 AB28 AC07 AC08 AC09
 AC11 AC12 BA43 CC02 CC27 CC33 CC39 CC48 CC62 CC63
 CC64 CD012 CD013 CD015 CF49 CF68 DA06 DA19 DA34 DA49
 FA06