

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7641724号  
(P7641724)

(45)発行日 令和7年3月7日(2025.3.7)

(24)登録日 令和7年2月27日(2025.2.27)

|                       |                             |          |                                                   |
|-----------------------|-----------------------------|----------|---------------------------------------------------|
| (51)国際特許分類            |                             | F I      |                                                   |
| G 0 9 F               | 9/33 (2006.01)              | G 0 9 F  | 9/33                                              |
| G 0 9 F               | 9/30 (2006.01)              | G 0 9 F  | 9/30 3 3 8                                        |
| G 0 9 F               | 9/00 (2006.01)              | G 0 9 F  | 9/00 3 6 6 A                                      |
| H 1 0 H               | 20/00 (2025.01)             | G 0 9 F  | 9/00 3 6 6 G                                      |
| H 1 0 H               | 20/84 (2025.01)             | H 1 0 H  | 20/00 L                                           |
| 請求項の数 3 (全69頁) 最終頁に続く |                             |          |                                                   |
| (21)出願番号              | 特願2020-185864(P2020-185864) | (73)特許権者 | 000153878<br>株式会社半導体エネルギー研究所<br>神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 |
| (22)出願日               | 令和2年11月6日(2020.11.6)        | (72)発明者  | 山崎 舜平<br>神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会<br>社半導体エネルギー研究所内   |
| (65)公開番号              | 特開2021-89423(P2021-89423A)  | (72)発明者  | 池田 隆之<br>神奈川県厚木市長谷3 9 8 番地 株式会<br>社半導体エネルギー研究所内   |
| (43)公開日               | 令和3年6月10日(2021.6.10)        | 審査官      | ▲瀬▼戸井 綾菜                                          |
| 審査請求日                 | 令和5年11月6日(2023.11.6)        |          |                                                   |
| (31)優先権主張番号           | 特願2019-205057(P2019-205057) |          |                                                   |
| (32)優先日               | 令和1年11月12日(2019.11.12)      |          |                                                   |
| (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2019-210593(P2019-210593) |          |                                                   |
| (32)優先日               | 令和1年11月21日(2019.11.21)      |          |                                                   |
| (33)優先権主張国・地域又は機関     | 日本国(JP)                     |          |                                                   |
|                       |                             | 最終頁に続く   |                                                   |

(54)【発明の名称】 機能パネル、表示装置、入出力装置、情報処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】  
第1の画素を有し、  
前記第1の画素は、  
基材と、  
前記基材の上方の色変換層と、  
前記色変換層の上方に設けられ、且つ光を射出する機能を有する第1の素子と、  
前記第1の素子の上方に位置する領域を有する第1の機能層と、を有し、  
前記第1の素子は、窒化ガリウムを含み、  
前記色変換層は、前記第1の素子が射出する光の色を、異なる色に変換する機能を有し、  
前記第1の機能層は、第1の絶縁膜と、前記第1の絶縁膜の上方の画素回路とを有し、  
前記第1の絶縁膜は、前記画素回路と前記第1の素子との間に挟まれる領域を有し、  
前記第1の絶縁膜は、前記第1の素子の上面及び側面を覆う領域を有する第1の膜と、前記第1の膜の上面に接する領域を有し、且つ酸化シリコンを有する第2の膜と、前記第2の膜の上面に接する領域を有し、且つ窒化シリコンを有する第3の膜と、を有し、  
前記画素回路は、  
前記第1の絶縁膜の上方に設けられ、且つ第1のトランジスタの第1のゲート電極としての機能を有する第1の導電層と、  
前記第1の導電層の上方に設けられ、且つ前記第1のトランジスタのチャネル形成領域を有する酸化物半導体層と、

前記酸化物半導体層の上方に設けられ、且つ前記第1のトランジスタの第2のゲート電極としての機能を有する第2の導電層と、  
前記第2の導電層の上方に位置する領域を有する第2の絶縁膜と、  
前記第2の絶縁膜の上方に設けられ、且つ前記酸化物半導体層及び前記第1の素子の各々と電気的に接続された第3の導電層と、を有し、

前記第3の導電層は、前記第2の絶縁膜に設けられた開口部と前記第1の絶縁膜に設けられた開口部とを介して、前記第1の素子と電気的に接続されている、機能パネル。

【請求項2】

第1の画素を有し、

前記第1の画素は、

基材と、

前記基材の上方の色変換層と、

前記色変換層の上方に設けられ、且つ光を射出する機能を有する第1の素子と、

前記第1の素子の上方に位置する領域を有する第1の機能層と、を有し、

前記第1の素子は、窒化ガリウムを含み、

前記色変換層は、前記第1の素子が射出する光の色を、異なる色に変換する機能を有し、

前記第1の機能層は、第1の絶縁膜と、前記第1の絶縁膜の上方の画素回路とを有し、

前記第1の絶縁膜は、前記画素回路と前記第1の素子との間に挟まれる領域を有し、

前記第1の絶縁膜は、前記第1の素子の上面及び側面を覆う領域を有する第1の膜と、前記第1の膜の上面に接する領域を有し、且つ酸化シリコンを有する第2の膜と、前記第2

の膜の上面に接する領域を有し、且つ窒化シリコンを有する第3の膜と、を有し、

前記画素回路は、

前記第1の絶縁膜の上方に設けられ、且つ第1のトランジスタの第1のゲート電極としての機能を有する第1の導電層と、

前記第1の導電層の上方に設けられ、且つ前記第1のトランジスタのチャネル形成領域を有する酸化物半導体層と、

前記酸化物半導体層の上方に設けられ、且つ前記第1のトランジスタの第2のゲート電極としての機能を有する第2の導電層と、

前記第2の導電層の上方に位置する領域を有する第2の絶縁膜と、

前記第2の絶縁膜の上方に設けられ、且つ前記酸化物半導体層及び前記第1の素子の各々と電気的に接続された第3の導電層と、

前記第2の絶縁膜の下面に接する領域を有し、且つ前記酸化物半導体層の上方に位置する領域を有する第3の絶縁膜と、を有し、

前記第2の導電層は、前記第3の絶縁膜に設けられた開口部内に位置する領域を有し、

前記第3の導電層は、前記第2の絶縁膜に設けられた開口部と前記第1の絶縁膜に設けられた開口部とを介して、前記第1の素子と電気的に接続されている、機能パネル。

【請求項3】

請求項1又は2において、

前記酸化物半導体層は、インジウムを有する、機能パネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、機能パネル、表示装置、入出力装置、情報処理装置または半導体装置に関する。

【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。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に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、

10

20

30

40

50

それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げる事ができる。

【背景技術】

【0003】

電流密度に対してマイクロ発光ダイオードの色度変化が小さいディスプレイが知られている（特許文献1）。具体的には、複数の画素はそれぞれ、表示素子と、マイクロコントローラと、を有する。マイクロコントローラは、第1のトランジスタと、三角波生成回路と、コンパレータと、スイッチと、定電流回路と、を有する。第1のトランジスタは、オフ状態とすることで画素に書き込まれるデータに応じた電位を保持する機能を有する。三角波生成回路は、三角波の信号を生成する機能を有する。コンパレータは、保持した電位と、三角波の信号とに応じた出力信号を生成する機能を有する。スイッチは、出力信号に応じて定電流回路を流れる電流を表示素子に流すか否かを制御する機能を有するディスプレイである。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第WO2019/130138号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な入出力装置を提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な情報処理装置を提供することを課題の一とする。または、新規な機能パネル、新規な表示装置、新規な入出力装置、新規な情報処理装置または新規な半導体装置を提供することを課題の一とする。

20

【0006】

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。なお、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、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

(1) 本発明の一態様は、第1の画素を有する機能パネルである。また、第1の画素は、第1の素子、色変換層および第1の機能層を備える。

【0008】

第1の素子は色変換層との間に第1の機能層を挟み、第1の素子は光を射出する機能を備え、第1の素子は窒化ガリウムを含む。

【0009】

色変換層は第1の素子が射出する光の色を、異なる色に変換する機能を備える。

40

【0010】

第1の機能層は第1の絶縁膜および画素回路を備え、第1の絶縁膜は画素回路および第1の素子の間に挟まれる領域を備え、第1の絶縁膜は開口部を備える。

【0011】

画素回路は第1のトランジスタを備え、第1のトランジスタは第1の酸化物半導体膜を含み、第1のトランジスタは開口部において、第1の素子と電氣的に接続される。

【0012】

(2) 本発明の一態様は、第1の画素を有する機能パネルである。また、第1の画素は第1の素子および第1の機能層を備える。

【0013】

50

第1の素子は光を射出する機能を備え、第1の素子は第1の電極、第2の電極および発光性の材料を含む層を備える。発光性の材料を含む層は第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備え、発光性の材料を含む層は窒化ガリウムを含む。

【0014】

第1の機能層は第1の絶縁膜および画素回路を備える。第1の絶縁膜は画素回路および第1の素子の間に挟まれる領域を備え、第1の絶縁膜は開口部を備える。

【0015】

画素回路は第1のトランジスタを備え、第1のトランジスタは第1の酸化物半導体膜を含み、第1のトランジスタは、開口部において、第1の電極と電氣的に接続される。

【0016】

これにより、画素回路を第1の素子に重ねて配置することができる。または、第1の素子の面積が第1の画素の面積に占める割合を大きくすることができる。または、第1の素子を流れる電流密度を抑制しながら高い輝度を得ることができる。または、発光性の材料を含む層に有機化合物を用いる構成と比較して、信頼性を向上することができる。または、オフ状態の第1のトランジスタからリークする電流を抑制することができる。または、トランジスタの動作特性に分布が生じにくく、表示ムラを抑制することができる。または、画素回路の動作特性を安定することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0017】

(3) また、本発明の一態様は、上記の第1の絶縁膜が第2の絶縁膜および第3の絶縁膜を含む、機能パネルである。

【0018】

第2の絶縁膜は第1のトランジスタとの間に、第3の絶縁膜を挟む領域を備え、第2の絶縁膜はシリコンおよび酸素を含む。また、第3の絶縁膜はシリコンおよび窒素を含む。

【0019】

これにより、動作に不具合を引き起こす不純物の第1のトランジスタへの拡散を、抑制することができる。または、水または水素などの不純物の第1のトランジスタへの拡散を、抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0020】

(4) また、本発明の一態様は、一組の画素を有する上記の機能パネルである。

【0021】

一組の画素は第1の画素および第2の画素を備え、第2の画素は第2の素子を備える。

【0022】

第1の絶縁膜は第4の絶縁膜を備え、第4の絶縁膜は第2の素子を第1の素子から分離する機能を備える。

【0023】

これにより、第1の素子の動作が第2の素子の動作に与える影響を抑制することができる。または、第2の素子を第1の素子に近づけて配置することができる。または、第1の素子の面積が第1の画素の面積に占める割合および第2の素子の面積が第2の画素の面積に占める割合を大きくすることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0024】

(5) また、本発明の一態様は、第1の駆動回路を有する上記の機能パネルである。

【0025】

第1の機能層は第1の駆動回路を含み、第1の駆動回路は第2のトランジスタを含む。

【0026】

第2のトランジスタは第2の酸化物半導体膜を備え、第2の酸化物半導体膜は第1の酸化物半導体膜に含まれる元素を含む。

【0027】

10

20

30

40

50

これにより、画素回路が備えるトランジスタの半導体膜を形成する工程において、第1の駆動回路が備えるトランジスタの半導体膜を形成することができる。または、機能パネルの作製工程を簡略化することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0028】

(6) また、本発明の一態様は、第2の機能層を有する上記の機能パネルである。

【0029】

第2の機能層は第1の接点、第2の駆動回路および第5の絶縁膜を備える。

【0030】

第1の接点は第2の駆動回路と電気的に接続され、第2の駆動回路は第3のトランジスタを含み、第3のトランジスタは14族の元素を含む半導体を備える。

10

【0031】

第1の機能層は第6の絶縁膜および第2の接点を備え、第6の絶縁膜は第5の絶縁膜および第4の絶縁膜の間に挟まれる領域を備え、第6の絶縁膜は第5の絶縁膜と接合する領域を備える。

【0032】

第2の接点は第1の接点と電気的に接続され、第2の接点は画素回路と電気的に接続される。

【0033】

これにより、第2の駆動回路を用いて、例えば、画素信号を供給することができる。または、例えば、半導体に単結晶シリコンを用いたトランジスタを第2の駆動回路に用いることができる。または、例えば、第1の画素に重ねて、第2の駆動回路を配置することができる。または、機能パネルの外形を小型化できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

20

【0034】

(7) また、本発明の一態様は、第2の素子が射出する光を表示する機能を、第2の画素が備える上記の機能パネルである。

【0035】

第2の素子は第1の素子が射出する光の色と同じ色の光を射出する機能を備え、第1の画素は色変換層を備え、色変換層は第1の素子が射出する光の色を、異なる色に変換する機能を備える。

30

【0036】

これにより、第2の素子を第1の素子と同一の工程で形成することができる。または、第1の画素を用いて、第2の画素とは異なる色を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0037】

(8) また、本発明の一態様は、領域を有する上記の機能パネルである。

【0038】

領域は、一群の一群の画素および他の一群の一群の画素を備える。

【0039】

一群の一群の画素は行方向に配設され、一群の一群の画素は一群の画素を含む。また、一群の一群の画素は第1の導電膜と電気的に接続される。

40

【0040】

他の一群の一群の画素は、行方向と交差する列方向に配設され、他の一群の一群の画素は、一群の画素を含む。また、他の一群の一群の画素は、第2の導電膜と電気的に接続される。

【0041】

これにより、複数の画素に画像情報を供給することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0042】

50

(9) また、本発明の一態様は、制御部と、上記の機能パネルと、を有する表示装置である。

【0043】

制御部は画像情報および制御情報を供給され、制御部は画像情報に基づいて情報を生成し、制御部は制御情報に基づいて制御信号を生成し、制御部は情報および制御信号を供給する。

【0044】

機能パネルは情報および制御信号を供給され、一組の画素は情報に基づいて表示する。

【0045】

これにより、第1の素子を用いて画像情報を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。

10

【0046】

(10) また、本発明の一態様は、入力部と、表示部と、を有する入出力装置である。

【0047】

表示部は上記の機能パネルを備える。また、入力部は検知領域を備え、入力部は検知領域に近接するものを検知する。また、検知領域は一組の画素と重なる領域を備える。

【0048】

これにより、表示部を用いて画像情報を表示しながら、表示部と重なる領域に近接するものを検知することができる。または、表示部に近接させる指などをポインタに用いて、位置情報を入力することができる。または、位置情報を表示部に表示する画像情報に関連付けることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な入出力装置を提供することができる。

20

【0049】

(11) また、本発明の一態様は、演算装置と、入出力装置と、を有する情報処理装置である。

【0050】

演算装置は入力情報または検知情報を供給され、演算装置は、入力情報または検知情報に基づいて、制御情報および画像情報を生成し、演算装置は制御情報および画像情報を供給する。

【0051】

入出力装置は入力情報および検知情報を供給し、入出力装置は制御情報および画像情報を供給され、入出力装置は表示部、入力部および検知部を備える。

30

【0052】

表示部は上記の機能パネルを備え、表示部は制御情報に基づいて画像情報を表示し、入力部は入力情報を生成する。また、検知部は検知情報を生成する。

【0053】

これにより、入力情報または検知情報に基づいて、制御情報を生成することができる。または、入力情報または検知情報に基づいて、画像情報を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な情報処理装置を提供することができる。

【0054】

(12) また、本発明の一態様は、キーボード、ハードウェアボタン、ポインティングデバイス、タッチセンサ、照度センサ、撮像装置、音声入力装置、視線入力装置、姿勢検出装置、のうち一以上と、上記の機能パネルと、を含む、情報処理装置である。

40

【0055】

これにより、さまざまな入力装置を用いて供給する情報に基づいて、画像情報または制御情報を演算装置に生成させることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な情報処理装置を提供することができる。

【0056】

本明細書に添付した図面では、構成要素を機能ごとに分類し、互いに独立したブロックとしてブロック図を示しているが、実際の構成要素は機能ごとに完全に切り分けることが難

50

しく、一つの構成要素が複数の機能に係わることもあり得る。

【0057】

本明細書においてトランジスタが有するソースとドレインは、トランジスタの極性及び各端子に与えられる電位の高低によって、その呼び方が入れ替わる。一般的に、nチャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がソースと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれる。また、pチャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がソースと呼ばれる。本明細書では、便宜上、ソースとドレインとが固定されているものと仮定して、トランジスタの接続関係を説明する場合があるが、実際には上記電位の関係に従ってソースとドレインの呼び方が入れ替わる。

10

【0058】

本明細書においてトランジスタのソースとは、活性層として機能する半導体膜の一部であるソース領域、或いは上記半導体膜に接続されたソース電極を意味する。同様に、トランジスタのドレインとは、上記半導体膜の一部であるドレイン領域、或いは上記半導体膜に接続されたドレイン電極を意味する。また、ゲートはゲート電極を意味する。

【0059】

本明細書においてトランジスタが直列に接続されている状態とは、例えば、第1のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみが、第2のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみに接続されている状態を意味する。また、トランジスタが並列に接続されている状態とは、第1のトランジスタのソースまたはドレインの一方が第2のトランジスタのソースまたはドレインの一方に接続され、第1のトランジスタのソースまたはドレインの他方が第2のトランジスタのソースまたはドレインの他方に接続されている状態を意味する。

20

【0060】

本明細書において接続とは、電気的な接続を意味しており、電流、電圧または電位が、供給可能、或いは伝送可能な状態に相当する。従って、接続している状態とは、直接接続している状態を必ずしも指すわけではなく、電流、電圧または電位が、供給可能、或いは伝送可能であるように、配線、抵抗、ダイオード、トランジスタなどの回路素子を介して間接的に接続している状態も、その範疇に含む。

【0061】

本明細書において回路図上は独立している構成要素どうしが接続されている場合であっても、実際には、例えば配線の一部が電極として機能する場合など、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合もある。本明細書において接続とは、このような、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合も、その範疇に含める。

30

【0062】

また、本明細書中において、トランジスタの第1の電極または第2の電極の一方がソース電極を、他方がドレイン電極を指す。

【発明の効果】

【0063】

本発明の一態様によれば、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な入出力装置を提供することができる。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な情報処理装置を提供することができる。または、新規な機能パネル、新規な表示装置、新規な入出力装置、新規な情報処理装置または新規な半導体装置を提供することができる。

40

【0064】

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。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、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】図1（A）乃至（C）は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する図である。

【図2】図2は実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する上面図である。

【図3】図3は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する回路図である。

【図4】図4（A）および（B）は実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

【図5】図5（A）および（B）は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

10

【図6】図6（A）および（B）は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

【図7】図7は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する図である。

【図8】図8（A）乃至（D）は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

【図9】図9は、実施の形態に係る入出力装置の構成を説明するブロック図である。

【図10】図10（A）乃至（C）は、実施の形態に係る情報処理装置の構成を説明するブロック図および投影図である。

【図11】図11（A）および（B）は、実施の形態に係る情報処理装置の駆動方法を説明するフローチャートである。

【図12】図12（A）乃至（C）は、実施の形態に係る情報処理装置の駆動方法を説明する図である。

20

【図13】図13（A）乃至（E）は、実施の形態に係る情報処理装置の構成を説明する図である。

【図14】図14（A）乃至（E）は、実施の形態に係る情報処理装置の構成を説明する図である。

【図15】図15（A）および（B）は、実施の形態に係る情報処理装置の構成を説明する図である。

【図16】図16は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する図である。

【図17】図17（A）乃至（C）は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

30

【図18】図18（A）乃至（C）は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

【図19】図19は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する図である。

【図20】図20は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

【図21】図21（A）は本発明の一態様である半導体装置の上面図である。図21（B）乃至図21（D）本発明の一態様である半導体装置の断面図である。

【図22】図22（A）はIGZOの結晶構造の分類を説明する図である。図22（B）はCAAC-IGZO膜のXRDスペクトルを説明する図である。図22（C）はCAAC-IGZO膜の極微電子線回折パターンを説明する図である。

【図23】図23（A）および（B）は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

40

【図24】図24（A）および（B）は、電子機器の構成例を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0066】

本発明の一態様の機能パネルは第1の画素を有し、第1の画素は第1の素子、色変換層および第1の機能層を備える。第1の素子は色変換層との間に第1の機能層を挟み、第1の素子は光を射出する機能を備え、第1の素子は窒化ガリウムを含む。色変換層は第1の素子が射出する光の色を、異なる色に変換する機能を備える。第1の機能層は第1の絶縁膜および画素回路を備え、第1の絶縁膜は画素回路および第1の素子の間に挟まれる領域を備え、第1の絶縁膜は開口部を備える。画素回路は第1のトランジスタを備え、第1のト

50

ランジスタは第1の酸化物半導体膜を含み、第1のトランジスタは開口部において、第1の電極と電氣的に接続される。

【0067】

これにより、画素回路を第1の素子に重ねて配置することができる。また、第1の素子の面積が第1の画素の面積に占める割合を大きくすることができる。また、第1の素子を流れる電流密度を抑制しながら高い輝度を得ることができる。また、発光性の材料を含む層に有機化合物を用いる構成と比較して、信頼性を向上することができる。また、オフ状態の第1のトランジスタからリークする電流を抑制することができる。また、トランジスタの動作特性に分布が生じにくく、表示ムラを抑制することができる。また、画素回路の動作特性を安定することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

10

【0068】

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。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。

【0069】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルの構成について、図1乃至図6を参照しながら説明する。

20

【0070】

図1(A)は本発明の一態様の機能パネルのブロック図であり、図1(B)および図1(C)は図1(A)の一部を説明する図である。

【0071】

図2は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図1(A)の一部を説明する図である。

【0072】

図3は本発明の一態様の機能パネルに用いることができる画素回路530G(i, j)の回路図である。

30

【0073】

図4(A)は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図1(A)の切断線X1-X2、X3-X4、X9-X10および一組の画素703(i, j)における断面図である。また、図4(B)は図4(A)とは異なる本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図である。

【0074】

図5(A)は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図1(B)に示す画素702G(i, j)の断面図である。図5(B)は図5(A)の一部を説明する断面図である。

40

【0075】

図6(A)は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図1(A)の切断線X1-X2および切断線X3-X4における断面図である。図6(B)は図6(A)の一部を説明する図である。

【0076】

なお、本明細書において、1以上の整数を値にとる変数を符号に用いる場合がある。例えば、1以上の整数の値をとる変数pを含む(p)を、最大p個の構成要素のいずれかを特定する符号の一部に用いる場合がある。また、例えば、1以上の整数の値をとる変数mおよび変数nを含む(m, n)を、最大m×n個の構成要素のいずれかを特定する符号の一部に用いる場合がある。

50

## 【0077】

＜機能パネル700の構成例1＞

本実施の形態で説明する機能パネル700は、画素702G(i, j)を有する(図1(A)および図1(B)参照)。

## 【0078】

《画素702G(i, j)の構成例1》

画素702G(i, j)は、素子550G(i, j)および機能層520を備える(図1(C)および図5(A)参照)。

## 【0079】

《素子550G(i, j)の構成例1》

素子550G(i, j)は光を射出する機能を備え、素子550G(i, j)は電極551(i, j)、電極552および発光性の材料を含む層553を備える(図5(A)参照)。例えば、発光ダイオードを素子550G(i, j)に用いることができる。具体的には、垂直型の発光ダイオードを素子550G(i, j)に用いることができる。また、青色の光を射出する発光ダイオードを素子550G(i, j)に用いることができる。

## 【0080】

発光性の材料を含む層553は、電極551(i, j)および電極552の間に挟まれる領域を備え、発光性の材料を含む層553は窒化ガリウムを含む。

## 【0081】

《機能層520の構成例1》

機能層520は、絶縁膜501および画素回路530G(i, j)を備える(図4(A)、図4(B)および図5(A)参照)。機能層520は、例えば、画素回路530G(i, j)に用いるトランジスタM21を含む(図3および図5(A)参照)。

## 【0082】

《絶縁膜501の構成例1》

絶縁膜501は画素回路530G(i, j)および素子550G(i, j)の間に挟まれる領域を備え、絶縁膜501は開口部591G(i, j)を備える。

## 【0083】

《画素回路530G(i, j)の構成例》

画素回路530G(i, j)はトランジスタM21を備える(図3および図5(A)参照)。トランジスタM21は、開口部591Gにおいて、電極551(i, j)と電気的に接続される。なお、トランジスタM21は、酸化物半導体膜を含む。例えば、導電膜512Aは、トランジスタM21および電極551(i, j)を電気的に接続する。また、導電膜512Bは、トランジスタM21および導電膜ANOを電気的に接続する(図3参照)。

## 【0084】

これにより、画素回路530G(i, j)を素子550G(i, j)に重ねて配置することができる。または、素子550G(i, j)の面積が画素702G(i, j)の面積に占める割合を大きくすることができる。または、素子550G(i, j)を流れる電流密度を抑制しながら高い輝度を得ることができる。または、発光性の材料を含む層553に有機化合物を用いる構成と比較して、信頼性を向上することができる。または、オフ状態のトランジスタM21からリークする電流を抑制することができる。または、トランジスタの動作特性に分布が生じにくく、表示ムラを抑制することができる。または、画素回路530G(i, j)の動作特性を安定することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

## 【0085】

《絶縁膜501の構成例2》

絶縁膜501は、絶縁膜501Bおよび絶縁膜501Cを含む。絶縁膜501BはトランジスタM21との間に、絶縁膜501Cを挟む領域を備え、絶縁膜501Bはシリコンおよび酸素を含む。また、絶縁膜501Cはシリコンおよび窒素を含む。

10

20

30

40

50

## 【0086】

これにより、動作に不具合を引き起こす不純物のトランジスタM21への拡散を、抑制することができる。または、水または水素などの不純物のトランジスタM21への拡散を、抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

## 【0087】

<機能パネル700の構成例2>

本実施の形態で説明する機能パネルは、一組の画素703(i, j)を有する。

## 【0088】

《一組の画素703(i, j)の構成例1》

一組の画素703(i, j)は、画素702G(i, j)および画素702B(i, j)を備える(図1(B)参照)。画素702B(i, j)は素子550B(i, j)を備える。

## 【0089】

絶縁膜501は絶縁膜501Aを備え、絶縁膜501Aは素子550B(i, j)を素子550G(i, j)から分離する機能を備える(図5(A)参照)。具体的には、発光層553EMを隣接する素子から分離する機能を備える。

## 【0090】

これにより、素子550G(i, j)の動作が素子550B(i, j)の動作に与える影響を抑制することができる。具体的には、素子550G(i, j)の動作に伴い素子550B(i, j)が意図せず動作してしまう、クロストーク現象を抑制することができる。または、素子550B(i, j)を素子550G(i, j)に近づけて配置することができる。または、素子550G(i, j)の面積が画素702G(i, j)の面積に占める割合および素子550B(i, j)の面積が画素702B(i, j)の面積に占める割合を大きくすることができる。または、画素702G(i, j)の開口率を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

## 【0091】

また、機能パネル700は導電膜G1(i)と、導電膜G2(i)と、導電膜S1g(j)と、導電膜S2g(j)と、導電膜ANOと、導電膜VCOM2を有する(図3参照)。

## 【0092】

なお、例えば、導電膜G1(i)は第1の選択信号を供給され、導電膜G2(i)は第2の選択信号を供給され、導電膜S1g(j)は画像信号を供給され、導電膜S2g(j)は制御信号を供給される。

## 【0093】

《一組の画素703(i, j)の構成例2》

一組の画素703(i, j)は画素702G(i, j)を備える(図1(B)参照)。画素702G(i, j)は画素回路530G(i, j)および素子550G(i, j)を備える(図1(C)参照)。

## 【0094】

《画素回路530G(i, j)の構成例1》

画素回路530G(i, j)は第1の選択信号を供給され、画素回路530G(i, j)は、第1の選択信号に基づいて、画像信号を取得する。例えば、導電膜G1(i)を用いて、第1の選択信号を供給することができる(図3参照)。または、導電膜S1g(j)を用いて画像信号を供給することができる。なお、第1の選択信号を供給し、画像信号を画素回路530G(i, j)に取得させる動作を「書き込み」ということができる。

## 【0095】

《画素回路530G(i, j)の構成例2》

画素回路530G(i, j)は、スイッチSW21、スイッチSW22、トランジスタM21、容量C21およびノードN21を備える(図3参照)。また、画素回路530G(i, j)

10

20

30

40

50

i, j) はノード N 2 2、容量 C 2 2 およびスイッチ S W 2 3 を備える。

【0096】

トランジスタ M 2 1 は、ノード N 2 1 と電氣的に接続されるゲート電極と、素子 5 5 0 G (i, j) と電氣的に接続される第 1 の電極と、導電膜 A N O と電氣的に接続される第 2 の電極と、を備える。

【0097】

スイッチ S W 2 1 は、ノード N 2 1 と電氣的に接続される第 1 の端子と、導電膜 S 1 g (j) と電氣的に接続される第 2 の端子と、導電膜 G 1 (i) の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を備える。

【0098】

スイッチ S W 2 2 は、導電膜 S 2 g (j) と電氣的に接続される第 1 の端子と、導電膜 G 2 (i) の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を備える。

【0099】

容量 C 2 1 は、ノード N 2 1 と電氣的に接続される導電膜と、スイッチ S W 2 2 の第 2 の電極と電氣的に接続される導電膜を備える。

【0100】

これにより、画像信号をノード N 2 1 に格納することができる。または、ノード N 2 1 の電位を、スイッチ S W 2 2 を用いて、変更することができる。または、素子 5 5 0 G (i, j) が射出する光の強度を、ノード N 2 1 の電位を用いて、制御することができる。その結果、利便性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0101】

《素子 5 5 0 G (i, j) の構成例 1》

素子 5 5 0 G (i, j) は画素回路 5 3 0 G (i, j) と電氣的に接続される (図 2 および図 3 参照)。また、素子 5 5 0 G (i, j) は、画素回路 5 3 0 G (i, j) と電氣的に接続される電極 5 5 1 G (i, j) と、導電膜 V C O M 2 と電氣的に接続される電極 5 5 2 を備える (図 3 および図 5 (A) 参照)。なお、素子 5 5 0 G (i, j) は、ノード N 2 1 の電位に基づいて動作する機能を備える。

【0102】

発光ダイオードに代えて、例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子、または Q D L E D (Q u a n t u m D o t L E D) 等を、素子 5 5 0 G (i, j) に用いることができる。

【0103】

《一組の画素 7 0 3 (i, j) の構成例 3》

複数の画素を一組の画素 7 0 3 (i, j) に用いることができる。例えば、色相が互いに異なる色を表示する複数の画素を用いることができる。なお、複数の画素のそれぞれを副画素と言い換えることができる。または、複数の副画素を一組にして、画素と言い換えることができる。

【0104】

これにより、当該複数の画素が表示する色を加法混色することができる。または、個々の画素では表示することができない色相の色を、表示することができる。

【0105】

具体的には、青色を表示する画素 7 0 2 B (i, j)、緑色を表示する画素 7 0 2 G (i, j) および赤色を表示する画素 7 0 2 R (i, j) を一組の画素 7 0 3 (i, j) に用いることができる。また、画素 7 0 2 B (i, j)、画素 7 0 2 G (i, j) および画素 7 0 2 R (i, j) のそれぞれを副画素と言い換えることができる (図 1 (B) 参照)。

【0106】

また、例えば、白色等を表示する画素を上記の一組に加えて、画素 7 0 3 (i, j) に用いることができる。また、シアンを表示する画素、マゼンタを表示する画素およびイエローを表示する画素を、一組の画素 7 0 3 (i, j) に用いることができる。

【0107】

10

20

30

40

50

また、例えば、赤外線を射出する画素を上記の一組に加えて、一組の画素 703 (i, j) に用いることができる。具体的には、650nm以上1000nm以下の波長を備える光を含む光を射出する画素を、一組の画素 703 (i, j) に用いることができる。

【0108】

<機能パネル 700 の構成例 3>

本実施の形態で説明する機能パネルは、駆動回路 GD を有する (図 1 (A) 参照)。また、駆動回路 SD を有する。

【0109】

《駆動回路 GD の構成例》

駆動回路 GD は、第 1 の選択信号および第 2 の選択信号を供給する機能を備える。例えば、駆動回路 GD は導電膜 G1 (i) と電気的に接続され、第 1 の選択信号を供給し、導電膜 G2 (i) と電気的に接続され、第 2 の選択信号を供給する。

10

【0110】

《駆動回路 SD の構成例》

駆動回路 SD は、画像信号および制御信号を供給する機能を備え、制御信号は第 1 のレベルおよび第 2 のレベルを含む。例えば、駆動回路 SD は導電膜 S1g (j) と電気的に接続され、画像信号を供給し、導電膜 S2g (j) と電気的に接続され、制御信号を供給する。

【0111】

《機能層 520 の構成例 2》

機能層 520 は駆動回路 GD を備える (図 4 および図 6 (A) 参照)。機能層 520 は、例えば、駆動回路 GD に用いるトランジスタ MD を含む。

20

【0112】

《駆動回路 GD の構成例 1》

駆動回路 GD はトランジスタ MD を含み、トランジスタ MD は酸化物半導体膜を備え、当該酸化物半導体膜はトランジスタ M21 が備える酸化物半導体膜に含まれる元素を含む。

【0113】

例えば、トランジスタ M21 に用いる半導体膜と同じ組成の半導体膜を、トランジスタ MD に用いることができる。

【0114】

これにより、画素回路 530G (i, j) が備えるトランジスタの半導体膜を形成する工程において、駆動回路 GD が備えるトランジスタの半導体膜を形成することができる。または、機能パネルの作製工程を簡略化することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

30

【0115】

《トランジスタの構成例》

ボトムゲート型のトランジスタまたはトップゲート型のトランジスタなど、機能層 520 に用いることができる。具体的には、トランジスタをスイッチに用いることができる。

【0116】

トランジスタは、半導体膜 508、導電膜 504、導電膜 507A および導電膜 507B を備える (図 5 (B) 参照)。

40

【0117】

半導体膜 508 は、導電膜 507A と電気的に接続される領域 508A、導電膜 507B と電気的に接続される領域 508B を備える。半導体膜 508 は、領域 508A および領域 508B の間に領域 508C を備える。

【0118】

導電膜 504 は領域 508C と重なる領域を備え、導電膜 504 はゲート電極の機能を備える。

【0119】

絶縁膜 506 は、半導体膜 508 および導電膜 504 の間に挟まれる領域を備える。絶縁

50

膜 5 0 6 はゲート絶縁膜の機能を備える。

【 0 1 2 0 】

導電膜 5 0 7 A はソース電極の機能またはドレイン電極の機能の一方を備え、導電膜 5 0 7 B はソース電極の機能またはドレイン電極の機能の他方を備える。

【 0 1 2 1 】

また、導電膜 5 2 4 をトランジスタに用いることができる。導電膜 5 2 4 は、導電膜 5 0 4 との間に半導体膜 5 0 8 を挟む領域を備える。導電膜 5 2 4 は、第 2 のゲート電極の機能を備える。

【 0 1 2 2 】

なお、画素回路のトランジスタに用いる半導体膜を形成する工程において、駆動回路のトランジスタに用いる半導体膜を形成することができる。

10

【 0 1 2 3 】

《半導体膜 5 0 8 の構成例 1》

例えば、1 4 族の元素を含む半導体を半導体膜 5 0 8 に用いることができる。具体的には、シリコンを含む半導体を半導体膜 5 0 8 に用いることができる。

【 0 1 2 4 】

[水素化アモルファスシリコン]

例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いることができる。または、微結晶シリコンなどを半導体膜 5 0 8 に用いることができる。これにより、例えば、ポリシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いる機能パネルより、表示ムラが少ない機能パネルを提供することができる。または、機能パネルの大型化が容易である。

20

【 0 1 2 5 】

[ポリシリコン]

例えば、ポリシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いることができる。これにより、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いるトランジスタより、トランジスタの電界効果移動度を高くすることができる。または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いるトランジスタより、駆動能力を高めることができる。または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いるトランジスタより、画素の開口率を向上することができる。

【 0 1 2 6 】

または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いるトランジスタより、トランジスタの信頼性を高めることができる。

30

【 0 1 2 7 】

または、トランジスタの作製に要する温度を、例えば、単結晶シリコンを用いるトランジスタより、低くすることができる。

【 0 1 2 8 】

または、駆動回路のトランジスタに用いる半導体膜を、画素回路のトランジスタに用いる半導体膜と同一の工程で形成することができる。または、画素回路を形成する基板と同一の基板上に駆動回路を形成することができる。または、電子機器を構成する部品数を低減することができる。

40

【 0 1 2 9 】

《半導体膜 5 0 8 の構成例 2》

例えば、金属酸化物を半導体膜 5 0 8 に用いることができる。これにより、アモルファスシリコンを半導体膜に用いたトランジスタを利用する画素回路と比較して、画素回路が画像信号を保持することができる時間を長くすることができる。具体的には、フリッカーの発生を抑制しながら、選択信号を 3 0 H z 未満、好ましくは 1 H z 未満、より好ましくは一分に一回未満の頻度で供給することができる。その結果、情報処理装置の使用者に蓄積する疲労を低減することができる。また、駆動に伴う消費電力を低減することができる。

【 0 1 3 0 】

または、例えば、ポリシリコンを半導体膜 5 0 8 に用いる機能パネルより、表示ムラが少

50

ない機能パネルを提供することができる。または、デューティ比を例えば50%以下に抑制して素子550G(i, j)を駆動することができる。または、例えば、スマートグラスまたはヘッドマウントディスプレイを提供することができる。

【0131】

例えば、酸化物半導体を用いるトランジスタを利用することができる。具体的には、インジウムを含む酸化物半導体、インジウムとガリウムと亜鉛を含む酸化物半導体またはインジウムとガリウムと亜鉛と錫とを含む酸化物半導体を半導体膜に用いることができる。

【0132】

一例を挙げれば、オフ状態におけるリーク電流が、半導体膜にアモルファスシリコンを用いたトランジスタより小さいトランジスタを用いることができる。具体的には、酸化物半導体を半導体膜に用いたトランジスタをスイッチ等に利用することができる。これにより、アモルファスシリコンを用いたトランジスタをスイッチに利用する回路より長い時間、フローティングノードの電位を保持することができる。

【0133】

例えば、インジウム、ガリウムおよび亜鉛を含む厚さ25nmの膜を、半導体膜508に用いることができる。

【0134】

これにより、表示のチラツキを抑制することができる。または、消費電力を低減することができる。または、動きの速い動画を滑らかに表示することができる。または、豊かな階調で写真等を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0135】

《半導体膜508の構成例3》

例えば、化合物半導体をトランジスタの半導体膜に用いることができる。具体的には、ガリウム・ヒ素を含む半導体膜を用いることができる。

【0136】

例えば、有機半導体をトランジスタの半導体膜に用いることができる。具体的には、ポリアセン類またはグラフェンを含む有機半導体を半導体膜に用いることができる。

【0137】

《容量の構成例》

容量は、一の導電膜、他の導電膜および絶縁膜を備える。当該絶縁膜は一の導電膜および他の導電膜の間に挟まれる領域を備える。

【0138】

例えば、トランジスタのソース電極またはドレイン電極に用いる導電膜と、ゲート電極に用いる導電膜と、ゲート絶縁膜に用いる絶縁膜と、を容量に用いることができる。

【0139】

《機能層520の構成例2》

機能層520は、絶縁膜521、絶縁膜518、絶縁膜516、絶縁膜506および絶縁膜501C等を備える(図5(A)および図5(B)参照)。

【0140】

絶縁膜521は、素子550G(i, j)との間に、画素回路530G(i, j)を挟む領域を備える。

【0141】

絶縁膜518は、絶縁膜521および絶縁膜501Cの間に挟まれる領域を備える。

【0142】

絶縁膜516は絶縁膜518および絶縁膜501Cの間に挟まれる領域を備える。

【0143】

絶縁膜506は絶縁膜516および絶縁膜501Cの間に挟まれる領域を備える。

【0144】

[絶縁膜521]

10

20

30

40

50

例えば、絶縁性の無機材料、絶縁性の有機材料または無機材料と有機材料を含む絶縁性の複合材料を、絶縁膜 5 2 1 に用いることができる。

【0145】

具体的には、無機酸化物膜、無機窒化物膜または無機酸化窒化物膜等またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料を、絶縁膜 5 2 1 に用いることができる。

【0146】

例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料を含む膜を、絶縁膜 5 2 1 に用いることができる。なお、窒化シリコン膜は緻密な膜であり、不純物の拡散を抑制する機能に優れる。

【0147】

例えば、ポリイミドやポリシロキサン等またはこれらと無機材料の複合材料などを絶縁膜 5 2 1 に用いることができる。ところで、ポリイミドは熱的安定性、絶縁性、靱性、低誘電率、低熱膨張率、耐薬品性などの特性において他の有機材料に比べて優れた特性を備える。これにより、特にポリイミドを絶縁膜 5 2 1 等に好適に用いることができる。ただし、本発明の一態様はこれに限定されない。絶縁膜 5 2 1 として、酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの無機材料を用いてもよい。絶縁膜 5 2 1 として、無機材料を用いることで、トランジスタ M 2 1 の信頼性を向上させることができる。

【0148】

また、感光性を有する材料を用いて、絶縁膜 5 2 1 を形成してもよい。具体的には、感光性のポリイミドまたは感光性のアクリル樹脂等を用いて形成された膜を絶縁膜 5 2 1 に用いることができる。

【0149】

これにより、絶縁膜 5 2 1 は、例えば、絶縁膜 5 2 1 と重なるさまざまな構造に由来する段差を平坦化することができる。また、絶縁膜 5 2 1 は、上記に記載の無機材料と、ポリイミドまたは感光性アクリル樹脂などの平坦化機能を有する有機材料との、積層構造としてもよい。

【0150】

〔絶縁膜 5 1 8〕

例えば、絶縁膜 5 2 1 に用いることができる材料を絶縁膜 5 1 8 に用いることができる。

【0151】

例えば、酸素、水素、水、アルカリ金属、アルカリ土類金属等の拡散を抑制する機能を備える材料を絶縁膜 5 1 8 に用いることができる。具体的には、窒化物絶縁膜を絶縁膜 5 1 8 に用いることができる。例えば、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム等を絶縁膜 5 1 8 に用いることができる。これにより、トランジスタの半導体膜への不純物の拡散を抑制することができる。

【0152】

〔絶縁膜 5 1 6〕

例えば、絶縁膜 5 2 1 に用いることができる材料を絶縁膜 5 1 6 に用いることができる。

【0153】

具体的には、絶縁膜 5 1 8 とは作製方法が異なる膜を絶縁膜 5 1 6 に用いることができる。

【0154】

〔絶縁膜 5 0 6〕

例えば、絶縁膜 5 2 1 に用いることができる材料を絶縁膜 5 0 6 に用いることができる。

【0155】

具体的には、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、酸化セリウム膜または酸化ネオジム膜を含む膜を絶縁膜 5 0 6 に用いることができる。

【0156】

10

20

30

40

50

## 〔絶縁膜 501D〕

絶縁膜 501D は、絶縁膜 501C および絶縁膜 516 の間に挟まれる領域を備える。

## 〔0157〕

例えば、絶縁膜 506 に用いることができる材料を絶縁膜 501D に用いることができる。

## 〔0158〕

## 〔絶縁膜 501C〕

例えば、絶縁膜 521 に用いることができる材料を絶縁膜 501C に用いることができる。具体的には、シリコンおよび酸素を含む材料を絶縁膜 501C に用いることができる。これにより、画素回路、素子 550G (i, j) 等への不純物の拡散を抑制することができる。

## 〔0159〕

## 《機能層 520 の構成例 3》

機能層 520 は、導電膜、配線および端子を備える。導電性を備える材料を配線、電極、端子、導電膜等に用いることができる。

## 〔0160〕

## 〔配線等〕

例えば、無機導電性材料、有機導電性材料、金属または導電性セラミックスなどを配線等に用いることができる。

## 〔0161〕

具体的には、アルミニウム、金、白金、銀、銅、クロム、タンタル、チタン、モリブデン、タングステン、ニッケル、鉄、コバルト、パラジウムまたはマンガンから選ばれた金属元素などを、配線等に用いることができる。または、上述した金属元素を含む合金などを、配線等に用いることができる。特に、銅とマンガンの合金がウエットエッチング法を用いた微細加工に好適である。

## 〔0162〕

具体的には、アルミニウム膜上にチタン膜を積層する二層構造、窒化チタン膜上にチタン膜を積層する二層構造、窒化チタン膜上にタングステン膜を積層する二層構造、窒化タンタル膜または窒化タングステン膜上にタングステン膜を積層する二層構造、チタン膜と、そのチタン膜上にアルミニウム膜を積層し、さらにその上にチタン膜を形成する三層構造等を配線等に用いることができる。

## 〔0163〕

具体的には、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、ガリウムを添加した酸化亜鉛などの導電性酸化物を、配線等に用いることができる。

## 〔0164〕

具体的には、グラフェンまたはグラファイトを含む膜を配線等に用いることができる。

## 〔0165〕

例えば、酸化グラフェンを含む膜を形成し、酸化グラフェンを含む膜を還元することにより、グラフェンを含む膜を形成することができる。還元する方法としては、熱を加える方法や還元剤を用いる方法等を挙げることができる。

## 〔0166〕

例えば、金属ナノワイヤーを含む膜を配線等に用いることができる。具体的には、銀を含むナノワイヤーを用いることができる。

## 〔0167〕

具体的には、導電性高分子を配線等に用いることができる。

## 〔0168〕

なお、例えば、導電材料を用いて、端子 519B をフレキシブルプリント基板 FPC1 と電気的に接続することができる（図 4 参照）。具体的には、導電材料 CP を用いて、端子 519B をフレキシブルプリント基板 FPC1 と電気的に接続することができる。

## 〔0169〕

＜機能パネル 700 の構成例 4＞

10

20

30

40

50

また、機能パネル 700 は、基材 510、基材 770 および封止材 705 を備える（図 5（A）参照）。また、機能パネル 700 は構造体 KB を備える。

【0170】

《基材 510、基材 770》

透光性を備える材料を、基材 510 または基材 770 に用いることができる。

【0171】

例えば、可撓性を有する材料を基材 510 または基材 770 に用いることができる。これにより、可撓性を備える機能パネルを提供することができる。

【0172】

例えば、厚さ 0.7 mm 以下厚さ 0.1 mm 以上の材料を用いることができる。具体的には、厚さ 0.1 mm 程度まで研磨した材料を用いることができる。これにより、重量を低減することができる。

10

【0173】

ところで、第 6 世代（1500 mm×1850 mm）、第 7 世代（1870 mm×2200 mm）、第 8 世代（2200 mm×2400 mm）、第 9 世代（2400 mm×2800 mm）、第 10 世代（2950 mm×3400 mm）等のガラス基板を基材 510 または基材 770 に用いることができる。これにより、大型の表示装置を作製することができる。

【0174】

有機材料、無機材料または有機材料と無機材料等の複合材料等を基材 510 または基材 770 に用いることができる。

20

【0175】

例えば、ガラス、セラミックス、金属等の無機材料を用いることができる。具体的には、無アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリガラス、クリスタルガラス、アルミノ珪酸ガラス、強化ガラス、化学強化ガラス、石英またはサファイア等を、基材 510 または基材 770 に用いることができる。または、アルミノ珪酸ガラス、強化ガラス、化学強化ガラスまたはサファイア等を、機能パネルの使用者に近い側に配置される基材 510 または基材 770 に好適に用いることができる。これにより、使用に伴う機能パネルの破損や傷付きを防止することができる。

【0176】

具体的には、無機酸化物膜、無機窒化物膜または無機酸窒化物膜等を用いることができる。例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等を用いることができる。ステンレス・スチールまたはアルミニウム等を基材 510 または基材 770 に用いることができる。

30

【0177】

例えば、シリコンや炭化シリコンからなる単結晶半導体基板、多結晶半導体基板、シリコンゲルマニウム等の化合物半導体基板、SOI 基板等を基材 510 または基材 770 に用いることができる。これにより、半導体素子を基材 510 または基材 770 に形成することができる。

【0178】

例えば、樹脂、樹脂フィルムまたはプラスチック等の有機材料を基材 510 または基材 770 に用いることができる。具体的には、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド（ナイロン、アラミド等）、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリウレタン、アクリル樹脂、エポキシ樹脂またはシリコーンなどのシロキサン結合を有する樹脂を含む材料を基材 510 または基材 770 に用いることができる。例えば、これらの材料を含む樹脂フィルム、樹脂板または積層材料等を用いることができる。これにより、重量を低減することができる。または、例えば、落下に伴う破損等の発生頻度を低減することができる。

40

【0179】

具体的には、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルサルフォン（PES）、シクロオレフィンポリマー（COP）または

50

シクロオレフィンコポリマー（COC）等を基材５１０または基材７７０に用いることができる。

【０１８０】

例えば、金属板、薄板状のガラス板または無機材料等の膜と樹脂フィルム等を貼り合わせた複合材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。例えば、繊維状または粒子状の金属、ガラスもしくは無機材料等を樹脂に分散した複合材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。例えば、繊維状または粒子状の樹脂もしくは有機材料等を無機材料に分散した複合材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。

【０１８１】

また、単層の材料または複数の層が積層された材料を、基材５１０または基材７７０に用いることができる。例えば、絶縁膜等が積層された材料を用いることができる。具体的には、酸化シリコン層、窒化シリコン層または酸化窒化シリコン層等から選ばれた一または複数の膜が積層された材料を用いることができる。これにより、例えば、基材に含まれる不純物の拡散を防ぐことができる。または、ガラスまたは樹脂に含まれる不純物の拡散を防ぐことができる。または、樹脂を透過する不純物の拡散を防ぐことができる。

10

【０１８２】

また、紙または木材などを基材５１０または基材７７０に用いることができる。

【０１８３】

例えば、作製工程中の熱処理に耐えうる程度の耐熱性を有する材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。具体的には、トランジスタまたは容量等を直接形成する作成工程に加わる熱に耐熱性を有する材料を、基材５１０または基材７７０に用いることができる。

20

【０１８４】

例えば、作製工程に加わる熱に耐熱性を有する工程用基板に絶縁膜、トランジスタまたは容量等を形成し、形成された絶縁膜、トランジスタまたは容量等を、例えば、基材５１０または基材７７０に転置する方法を用いることができる。これにより、例えば、可撓性を有する基板に絶縁膜、トランジスタまたは容量等を形成できる。

【０１８５】

《封止材》

封止材７０５は、機能層５２０および基材７７０の間に挟まれる領域を備え、機能層５２０および基材７７０を貼り合わせる機能を備える（図５（Ａ）参照）。また、封止材５０５は、機能層５２０および基材５１０の間に挟まれる領域を備え、機能層５２０および基材５１０を貼り合わせる機能を備える。

30

【０１８６】

無機材料、有機材料または無機材料と有機材料の複合材料等を封止材７０５および封止材５０５に用いることができる。

【０１８７】

例えば、熱溶融性の樹脂または硬化性の樹脂等の有機材料を、封止材７０５および封止材５０５に用いることができる。

【０１８８】

例えば、反応硬化型接着剤、光硬化型接着剤、熱硬化型接着剤または／および嫌気型接着剤等の有機材料を封止材７０５および封止材５０５に用いることができる。

40

【０１８９】

具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、PVC（ポリビニルクロライド）樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）樹脂、EVA（エチレンビニルアセテート）樹脂等を含む接着剤を封止材７０５および封止材５０５に用いることができる。

【０１９０】

《構造体ＫＢ》

構造体ＫＢは、機能層５２０および基材７７０の間に挟まれる領域を備える。また、構造

50

体 K B は、機能層 5 2 0 および基材 7 7 0 の間に所定の間隙を設ける機能を備える。

【 0 1 9 1 】

<機能パネル 7 0 0 の作製方法>

機能パネル 7 0 0 の作製方法は、例えば、以下の 1 8 のステップを備える。

【 0 1 9 2 】

第 1 のステップにおいて、N 型のクラッド層 5 5 3 N を、例えばサファイア基板上に形成する。

【 0 1 9 3 】

第 2 のステップにおいて、発光層 5 5 3 E M を、N 型のクラッド層 5 5 3 N に重ねて形成する。

【 0 1 9 4 】

第 3 のステップにおいて、P 型のクラッド層 5 5 3 P を、発光層 5 5 3 E M に重ねて形成する。

【 0 1 9 5 】

第 4 のステップにおいて、電極 5 5 1 ( i , j ) を、P 型のクラッド層 5 5 3 P に重ねて形成する。

【 0 1 9 6 】

第 5 のステップにおいて、電極 5 5 1 ( i , j ) 、P 型のクラッド層 5 5 3 P および発光層 5 5 3 E M を、エッチング法を用いて所定の形状に形成する。

【 0 1 9 7 】

第 6 のステップにおいて、絶縁膜 5 0 1 A を、電極 5 5 1 ( i , j ) を覆うように形成する。

【 0 1 9 8 】

第 7 のステップにおいて、絶縁膜 5 0 1 A を、例えば、化学研磨法を用いて所定の形状に形成する。

【 0 1 9 9 】

第 8 のステップにおいて、絶縁膜 5 0 1 B を、絶縁膜 5 0 1 A 上に形成する。

【 0 2 0 0 】

第 9 のステップにおいて、絶縁膜 5 0 1 C を、絶縁膜 5 0 1 B 上に形成する。

【 0 2 0 1 】

第 1 0 のステップにおいて、トランジスタ M 2 1 および絶縁膜 5 1 6 を、絶縁膜 5 0 1 C 上に形成する。

【 0 2 0 2 】

第 1 1 のステップにおいて、開口部 5 9 1 G を含む開口部を、エッチング法を用いて形成する。

【 0 2 0 3 】

第 1 2 のステップにおいて、トランジスタ M 2 1 および電極 5 5 1 ( i , j ) を電氣的に接続する。

【 0 2 0 4 】

第 1 3 のステップにおいて、絶縁膜 5 1 8 および絶縁膜 5 2 1 を、トランジスタ M 2 1 上に形成する。

【 0 2 0 5 】

第 1 4 のステップにおいて、基材 5 1 0 および絶縁膜 5 2 1 を、封止材 5 0 5 を用いて貼り合わせる。

【 0 2 0 6 】

第 1 5 のステップにおいて、例えば、サファイア基板を、N 型のクラッド層 5 5 3 N から分離する。なお、第 1 5 のステップにおいて、例えば、レーザーリフトオフ法を用いることができる。

【 0 2 0 7 】

第 1 6 のステップにおいて、電極 5 5 2 を、N 型のクラッド層 5 5 3 N に重なるように形

10

20

30

40

50

成する。

【0208】

第17のステップにおいて、色変換層CC(G)を発光層553EMとの間に電極552を挟むように形成する。

【0209】

第18のステップにおいて、基材770および色変換層CC(G)を、封止材705を用いて貼り合わせる。

【0210】

<機能パネル700の構成例5>

本実施の形態で説明する機能パネル700は、画素702G(i, j)を有する(図4(B)および図23(A)参照)。

【0211】

《画素702G(i, j)の構成例1》

画素702G(i, j)は素子550G(i, j)、色変換層CC(G)および機能層520を備える(図23(A)参照)。

【0212】

《素子550G(i, j)の構成例1》

素子550G(i, j)は色変換層CC(G)との間に機能層520を挟み、素子550G(i, j)は、光を射出する機能を備え、素子550G(i, j)は、窒化ガリウムを含む。

【0213】

例えば、発光ダイオードを素子550G(i, j)に用いることができる。具体的には、垂直型の発光ダイオードを素子550G(i, j)に用いることができる。また、青色の光を射出する発光ダイオードを素子550G(i, j)に用いることができる。なお、N型のクラッド層553Nは導電性を備える。これにより、N型のクラッド層553Nは、素子550G(i, j)と隣接する素子、例えば、素子550B(i, j)を電氣的に接続することができる。言い換えると、N型のクラッド層553Nは電極の機能を兼ねる。

【0214】

《色変換層CC(G)の構成例1》

色変換層CC(G)は素子550G(i, j)が射出する光の色を、異なる色に変換する機能を備える。例えば、素子550G(i, j)が射出した光は、機能層520を透過して、色変換層CC(G)に到達する。また、例えば、素子550G(i, j)が青色の光を射出する場合、色変換層CC(G)は、青色の光を、例えば、緑色の光に変換することができる。なお、フォトリソグラフィ法を用いて色変換層CC(G)を形成することができる。または、例えば、フォトリソグラフィ法を用いて構造体KBを形成し、当該構造体KBに囲まれた領域に、インクジェット法を用いて色変換層CC(G)を形成することができる。

【0215】

《機能層520の構成例1》

機能層520は絶縁膜501および画素回路530G(i, j)を備える。

【0216】

絶縁膜501は画素回路530G(i, j)および素子550G(i, j)の間に挟まれる領域を備え、絶縁膜501は開口部591Gを備える。

【0217】

画素回路530G(i, j)はトランジスタM21を備え、トランジスタM21は酸化物半導体膜を含む。また、トランジスタM21は、開口部591Gにおいて、素子550G(i, j)と電氣的に接続される。例えば、導電膜512Aは、トランジスタM21および電極551(i, j)を電氣的に接続する(図23(B)参照)。また、導電膜512Bは、トランジスタM21および導電膜ANOを電氣的に接続する(図3参照)。

【0218】

10

20

30

40

50

なお、素子550G(i, j)と、トランジスタM21との間に遮光層を設けてもよい。また、導電膜524に遮光性を備える材料を用いることができる。当該遮光層を設けることによって、素子550G(i, j)から射出された光が、トランジスタM21に照射されるのを防止できる。

【0219】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0220】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルの構成について、図16乃至図20を参照しながら説明する。

【0221】

図16は本発明の一態様の機能パネルのブロック図である。

【0222】

図17(A)は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図16の切断線X1-X2、X3-X4、X9-X10および一組の画素703(i, j)における断面図である。また、図17(B)は図17(A)とは異なる本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図17(C)は図17(A)および図17(B)とは異なる本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図である。

【0223】

図18(A)は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図17(B)に示す画素702G(i, j)の断面図である。図18(B)は図18(A)の一部を説明する断面図であり、図18(C)は図18(A)の他の一部を説明する断面図である。

【0224】

図19は本発明の一態様の機能パネルのブロック図である。

【0225】

図20は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図19の切断線X1-X2、X3-X4、X9-X10および一組の画素703(i, j)における断面図である。

【0226】

<機能パネル700の構成例1>

本実施の形態で説明する機能パネル700は、機能層520Bを有する(図17(A)および図18(A)参照)。

【0227】

《機能層520Bの構成例1》

機能層520Bは接点519gb(j)、駆動回路SDおよび絶縁膜521Cを備える(図18(A)参照)。接点519gb(j)は駆動回路SDと電氣的に接続される。

【0228】

また、機能層520Bは絶縁膜521Dを備える。絶縁膜521Dは駆動回路SDおよび絶縁膜521Cの間に挟まれる領域を備える。例えば、シリコンと窒素を含む膜を絶縁膜521Dに用いることができる。これにより、駆動回路SDへの不純物の拡散を抑制できる。なお、当該不純物は、動作不良を引き起こす可能性がある。

【0229】

駆動回路SDはトランジスタMD2を含み、トランジスタMD2は14族の元素を含む半導体を備える。例えば、単結晶シリコン基板に形成したトランジスタをトランジスタMD2に用いることができる。

【0230】

トランジスタMD2は、半導体膜108、導電膜104、導電膜112Aおよび導電膜112Bを備える(図18(C)参照)。

【0231】

半導体膜108は、導電膜112Aと電氣的に接続される領域108A、導電膜112B

10

20

30

40

50

と電氣的に接続される領域 108B を備える。半導体膜 108 は、領域 108A および領域 108B の間に領域 108C を備える。

【0232】

導電膜 104 は領域 108C と重なる領域を備え、導電膜 104 はゲート電極の機能を備える。

【0233】

絶縁膜 106 は、半導体膜 108 および導電膜 104 の間に挟まれる領域を備える。絶縁膜 106 はゲート絶縁膜の機能を備える。

【0234】

導電膜 112A はソース電極の機能またはドレイン電極の機能の一方を備え、導電膜 112B はソース電極の機能またはドレイン電極の機能の他方を備える。

【0235】

《機能層 520 の構成例 1》

機能層 520 は絶縁膜 521B および接点 519ga (j) を備える (図 18 (A) 参照)。

【0236】

絶縁膜 521B は絶縁膜 521C および絶縁膜 521 の間に挟まれる領域を備える。絶縁膜 521B は絶縁膜 521C と接合する領域を備える。

【0237】

例えば、シリコンおよび酸素を含む絶縁膜を、絶縁膜 521B および絶縁膜 521C に用いることができる。これにより、例えば、表面活性化接合法を用いて、絶縁膜 521B および絶縁膜 521C を接合することができる。または、機能層 520 および機能層 520B を貼り合わせることができる。

【0238】

接点 519ga (j) は接点 519gb (j) と電氣的に接続され、接点 519ga (j) は画素回路 530G (i, j) と電氣的に接続される。

【0239】

例えば、金属を接点 519ga (j) および接点 519gb (j) に用いることができる。具体的には、銅または金などを接点 519ga (j) および接点 519gb (j) に用いることができる。

【0240】

これにより、例えば、表面活性化接合法を用いて、接点 519ga (j) および接点 519gb (j) を電氣的に接続することができる。または、導電膜 S1g (j) を駆動回路 SD と電氣的に接続することができる。または、駆動回路 SD を用いて、例えば、画素信号を供給することができる。または、例えば、半導体に単結晶シリコンを用いたトランジスタを、駆動回路 SD に用いることができる。または、例えば、画素 702G (i, j) に重ねて、駆動回路 SD を配置することができる。または、機能パネルの外形を小型化できる。または、部品点数を削減することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0241】

<機能パネル 700 の構成例 2>

本発明の一態様の機能パネルの別の構成について、図 17 (B) を参照しながら説明する。なお、機能パネルの構成例 2 は、機能層 520B が駆動回路 GD を備える点および機能層 520B が端子 519B を備える点が、図 17 (A) を参照しながら説明する機能パネルとは異なる。ここでは、異なる点について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分について上記の説明を援用する。

【0242】

駆動回路 GD に、例えば、14 族の元素を含む半導体を備えるトランジスタを用いることができる。具体的には、単結晶シリコンを用いたトランジスタを駆動回路 GD に用いることができる。これにより、駆動回路 GD を小型化できる。または、機能パネルの外形を小

10

20

30

40

50

さくすることができる。

【0243】

＜機能パネル700の構成例3＞

本発明の一態様の機能パネルの別の構成について、図17(C)を参照しながら説明する。なお、機能パネルの構成例3は、機能層520Bが駆動回路GDを備える点および端子519Bの位置が、図17(A)を参照しながら説明する機能パネルとは異なる。

【0244】

＜機能パネル700の構成例4＞

本発明の一態様の機能パネルの別の構成について、図19および図20を参照しながら説明する。

【0245】

なお、機能パネルの構成例4は、機能層520が駆動回路DXを備える点、機能層520Bが駆動回路DYを備える点および素子550B(i, j)がパッシブ駆動される点が、図17(A)を参照しながら説明する機能パネルとは異なる。

【0246】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0247】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルの構成について、図5(A)および図5(B)を参照しながら説明する。

【0248】

＜機能パネル700の構成例1＞

機能パネル700は、一組の画素703(i, j)を有し、一組の画素703(i, j)は、画素702G(i, j)および画素702B(i, j)を備える(図1(B)参照)。

【0249】

《画素702B(i, j)の構成例1》

画素702B(i, j)は素子550B(i, j)が射出する光を表示する機能を備え、素子550B(i, j)は素子550G(i, j)が射出する光の色と同じ色の光を射出する機能を備える。例えば、素子550B(i, j)および素子550G(i, j)は、青色の光を射出する機能を備える。

【0250】

《画素702G(i, j)の構成例2》

画素702G(i, j)は色変換層CC(G)を備える。色変換層CC(G)は素子550G(i, j)が射出する光の色を、異なる色に変換する機能を備える。

【0251】

これにより、素子550B(i, j)を素子550G(i, j)と同一の工程で形成することができる。または、画素702G(i, j)を用いて、画素702B(i, j)とは異なる色を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0252】

《素子550G(i, j)の構成例1》

素子550G(i, j)は、電極551G(i, j)、電極552および発光性の材料を含む層553を備える(図5(A)参照)。また、発光性の材料を含む層553は、電極551G(i, j)および電極552に挟まれる領域を備える。

【0253】

例えば、ミニLEDを素子550G(i, j)に用いることができる。具体的には、光を射出する領域の面積が $1\text{mm}^2$ 以下、好ましくは $50000\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $30000\mu\text{m}^2$ 以下、さらに好ましくは $10000\mu\text{m}^2$ 以下、 $200\mu\text{m}^2$ 以上であるミニLEDを素子550G(i, j)に用いることができる。

【0254】

10

20

30

40

50

または、マイクロLEDを素子550G(i, j)に用いることができる。具体的には、光を射出する領域の面積が $200\mu\text{m}^2$ 未満、好ましくは $60\mu\text{m}^2$ 以下、より好ましくは $15\mu\text{m}^2$ 以下、さらに好ましくは $5\mu\text{m}^2$ 以下、 $3\mu\text{m}^2$ 以上であるマイクロLEDを素子550G(i, j)に用いることができる。

【0255】

〔発光性の材料を含む層553の構成例1〕

発光性の材料を含む層553は、例えば、P型のクラッド層553P、N型のクラッド層553N、発光層553EMを備える。発光層553EMはP型のクラッド層553PおよびN型のクラッド層553Nに挟まれる領域を備える。これにより、キャリアを発光層553EMにおいて再結合させることができる。その結果、キャリアの再結合にともなう発光を得ることができる。

10

【0256】

例えば、青色の光を射出するように積層された積層材料、緑色の光を射出するように積層された積層材料または赤色の光を射出するように積層された積層材料等を画素に用いることができる。具体的には、ガリウム・リン化合物、ガリウム・ヒ素化合物、ガリウム・アルミニウム・ヒ素化合物、アルミニウム・ガリウム・インジウム・リン化合物、インジウム・窒化ガリウム化合物等を、画素に用いることができる。

【0257】

特に、青色の光を射出する素子を素子550G(i, j)および素子550B(i, j)に用いることができる。これにより、素子550G(i, j)および素子550B(i, j)を同一の工程で形成することができる。

20

【0258】

また、紫外線を射出する素子を素子550G(i, j)および素子550B(i, j)に用いることもできる。なお、素子550B(i, j)に重なるように色変換層を配置して、紫外線を青色の光に変換することができる。

【0259】

《色変換層》

色変換層は、基材770および素子550G(i, j)の間に挟まれる領域を備える。

【0260】

例えば、入射する光の波長より長い波長を有する光を射出する材料を色変換層に用いることができる。例えば、青色の光または紫外線を吸収して緑色の光に変換して放出する材料、青色の光または紫外線を吸収して赤色の光に変換して放出する材料、または紫外線を吸収して青色の光に変換して放出する材料を色変換層に用いることができる。例えば、蛍光体を色変換層に用いることができる。具体的には、直径数nmの量子ドットを色変換層に用いることができる。これにより、半値幅が狭いスペクトルを有する光を放出できる。または、彩度の高い光を放出することができる。

30

【0261】

＜機能パネル700の構成例2＞

機能パネル700は、機能膜770Pなどを備える（図5（A）参照）。

【0262】

《機能膜770P等》

機能膜770Pは、素子550G(i, j)と重なる領域を備える。

【0263】

例えば、反射防止フィルム、偏光フィルム、位相差フィルム、光拡散フィルムまたは集光フィルム等を機能膜770Pに用いることができる。

【0264】

例えば、厚さ $1\mu\text{m}$ 以下の反射防止膜を、機能膜770Pに用いることができる。具体的には、誘電体を3層以上、好ましくは5層以上、より好ましくは15層以上積層した積層膜を機能膜770Pに用いることができる。これにより、反射率を0.5%以下好ましくは0.08%以下に抑制することができる。

50

【0265】

例えば、円偏光フィルムを機能膜770Pに用いることができる。

【0266】

また、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、汚れを付着しにくくする撥油性の膜、反射防止膜（アンチ・リフレクション膜）、非光沢処理膜（アンチ・グレア膜）、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、発生した傷が修復する自己修復性のフィルムなどを、機能膜770Pに用いることができる。

【0267】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0268】

（実施の形態4）

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルの構成について、図7を参照しながら説明する。

【0269】

図7は、本発明の一態様の機能パネルの構成を説明するブロック図である。

【0270】

<機能パネル700の構成例1>

本実施の形態で説明する機能パネル700は、領域231を有する（図7参照）。

【0271】

《領域231の構成例1》

領域231は、一群の一組の画素703（ $i, 1$ ）乃至一組の画素703（ $i, n$ ）および他の一群の一組の画素703（ $1, j$ ）乃至一組の画素703（ $m, j$ ）を備える。なお、領域231は、導電膜G1（ $i$ ）および導電膜S1g（ $j$ ）を備える。

【0272】

一群の一組の画素703（ $i, 1$ ）乃至一組の画素703（ $i, n$ ）は、行方向（図中に矢印R1で示す方向）に配設され、一群の一組の画素703（ $i, 1$ ）乃至一組の画素703（ $i, n$ ）は、一組の画素703（ $i, j$ ）を含む。

【0273】

また、一群の一組の画素703（ $i, 1$ ）乃至一組の画素703（ $i, n$ ）は、導電膜G1（ $i$ ）と電氣的に接続される。また、一群の一組の画素703（ $i, 1$ ）乃至一組の画素703（ $i, n$ ）は、導電膜G2（ $i$ ）と電氣的に接続される。

【0274】

他の一群の一組の画素703（ $1, j$ ）乃至一組の画素703（ $m, j$ ）は、行方向と交差する列方向（図中に矢印C1で示す方向）に配設され、他の一群の一組の画素703（ $1, j$ ）乃至一組の画素703（ $m, j$ ）は、一組の画素703（ $i, j$ ）を含む。

【0275】

また、他の一群の一組の画素703（ $1, j$ ）乃至一組の画素703（ $m, j$ ）は、導電膜S1g（ $j$ ）と電氣的に接続される。また、他の一群の一組の画素703（ $1, j$ ）乃至一組の画素703（ $m, j$ ）は、導電膜S2g（ $j$ ）と電氣的に接続される。

【0276】

これにより、複数の画素に画像情報を供給することができる。または、複数の画素から撮像情報を取得することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0277】

《領域231の構成例2》

領域231は、例えば、1インチあたり600個以上の複数の一組の画素を備える。なお、複数の一組の画素は一組の画素703（ $i, j$ ）を含む。好ましくは、1インチあたり1000個以上、より好ましくは1インチあたり3000個以上、さらに好ましくは1インチあたり6000個以上の一組の画素を備える。これにより、例えば、スクリーン・ドア効果を軽減することができる。

10

20

30

40

50

【0278】

《領域231の構成例3》

領域231は、複数の一組の画素を行列状に備える。例えば、領域231は、7600個以上の一組の画素を行方向に備え、領域231は4300個以上の一組の画素を列方向に備える。具体的には、7680個の一組の画素を行方向に備え、4320個の一組の画素を列方向に備える。

【0279】

これにより、精細な画像を表示することができる。その結果、利便性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

【0280】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0281】

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成について、図8を参照しながら説明する。

【0282】

図8(A)は本発明の一態様の表示装置のブロック図であり、図8(B)乃至図8(D)は本発明の一態様の表示装置の外観を説明する斜視図である。

【0283】

＜表示装置の構成例＞

本実施の形態で説明する表示装置は、制御部238と、機能パネル700と、を有する(図8(A)参照)。

【0284】

《制御部238の構成例1》

制御部238は画像情報V Iおよび制御情報C Iを供給される。例えば、クロック信号またはタイミング信号などを制御情報C Iに用いることができる。

【0285】

制御部238は画像情報V Iに基づいて情報を生成し、制御部238は制御情報C Iに基づいて制御信号を生成する。また、制御部238は情報および制御信号を供給する。

【0286】

例えば、情報は、8bit以上好ましくは12bit以上の階調を含む。また、例えば、駆動回路に用いるシフトレジスタのクロック信号またはスタートパルスなどを、制御信号に用いることができる。

【0287】

《制御部238の構成例2》

例えば、伸張回路234および画像処理回路235を制御部238に用いることができる。

【0288】

《伸張回路234》

伸張回路234は、圧縮された状態で供給される画像情報V Iを伸張する機能を備える。伸張回路234は、記憶部を備える。記憶部は、例えば伸張された画像情報を記憶する機能を備える。

【0289】

《画像処理回路235》

画像処理回路235は、例えば、記憶領域を備える。記憶領域は、例えば、画像情報V Iに含まれる情報を記憶する機能を備える。

【0290】

画像処理回路235は、例えば、所定の特性曲線に基づいて画像情報V Iを補正して情報を生成する機能と、情報を供給する機能を備える。

【0291】

《機能パネル700の構成例1》

10

20

30

40

50

機能パネル 700 は情報および制御信号を供給される。例えば、実施の形態 1 乃至実施の形態 4 のいずれか一において説明する機能パネル 700 を用いることができる。

【0292】

《画素 703 (i, j) の構成例 3》

画素 703 (i, j) は情報に基づいて表示する。

【0293】

これにより、素子 550 G (i, j) を用いて画像情報 V I を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。または、例えば、情報機器端末 (図 8 (B) 参照)、映像表示システム (図 8 (C) 参照) またはコンピュータ (図 8 (D) 参照) などを提供することができる。

10

【0294】

《機能パネル 700 の構成例 2》

例えば、機能パネル 700 は駆動回路および制御回路を備える。

【0295】

《駆動回路》

駆動回路は制御信号に基づいて動作する。制御信号を用いることにより、複数の駆動回路の動作を同期することができる (図 8 (A) 参照)。

【0296】

例えば、駆動回路 G D を機能パネル 700 に用いることができる。駆動回路 G D は、制御信号を供給され、第 1 の選択信号を供給する機能を備える。

20

【0297】

また、例えば、駆動回路 S D を機能パネル 700 に用いることができる。駆動回路 S D は、制御信号および情報を供給され、画像信号を供給することができる。

【0298】

《制御回路》

制御回路は制御信号を生成し、供給する機能を備える。例えば、クロック信号またはタイミング信号などを制御信号に用いることができる。

【0299】

具体的には、リジッド基板上に形成された制御回路を機能パネルに用いることができる。または、リジッド基板上に形成された制御回路を、フレキシブルプリント基板を用いて、制御部 238 と電氣的に接続することができる。

30

【0300】

例えば、タイミングコントローラ 233 を制御回路に用いることができる。

【0301】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0302】

(実施の形態 6)

本実施の形態では、本発明の一態様の入出力装置の構成について、図 9 を参照しながら説明する。

【0303】

図 9 は本発明の一態様の入出力装置の構成を説明するブロック図である。

40

【0304】

<入出力装置の構成例 1>

本実施の形態で説明する入出力装置は、入力部 240 と、表示部 230 と、を有する (図 9 参照)。

【0305】

《表示部 230 の構成例 1》

表示部 230 は、機能パネル 700 を備える。例えば、実施の形態 1 乃至実施の形態 4 のいずれか一に記載の機能パネル 700 を表示部 230 に用いることができる。なお、入力部 240 および表示部 230 を有する構成を機能パネル 700 T P ということができる。

50

## 【0306】

## 《入力部240の構成例1》

入力部240は検知領域241を備える。入力部240は検知領域241に近接するものを検知する。

## 【0307】

検知領域241は一組の画素703(i, j)と重なる領域を備える。

## 【0308】

これにより、表示部230を用いて画像情報を表示しながら、表示部230と重なる領域に近接するものを検知することができる。または、表示部230に近接させる指などをポインタに用いて、位置情報を入力することができる。または、位置情報を表示部230に表示する画像情報に関連付けることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な入出力装置を提供することができる。

## 【0309】

## 《検知領域241の構成例1》

検知領域241は、例えば、単数または複数の検知器を備える。

## 【0310】

検知領域241は、一群の検知器802(g, 1)乃至検知器802(g, q)と、他の一群の検知器802(1, h)乃至検知器802(p, h)と、を有する。なお、gは1以上p以下の整数であり、hは1以上q以下の整数であり、pおよびqは1以上の整数である。

## 【0311】

一群の検知器802(g, 1)乃至検知器802(g, q)は、検知器802(g, h)を含み、行方向(図中に矢印R2で示す方向)に配設され、配線CL(g)と電気的に接続されている。なお、矢印R2で示す方向は、矢印R1で示す方向と同じであっても良いし、異なってもよい。

## 【0312】

また、他の一群の検知器802(1, h)乃至検知器802(p, h)は、検知器802(g, h)を含み、行方向と交差する列方向(図中に矢印C2で示す方向)に配設され、配線ML(h)と電気的に接続されている。

## 【0313】

## 《検知器》

検知器は近接するポインタを検知する機能を備える。例えば、指やスタイラスペン等をポインタに用いることができる。例えば、金属片またはコイル等を、スタイラスペンに用いることができる。

## 【0314】

具体的には、静電容量方式の近接センサ、電磁誘導方式の近接センサ、光学方式の近接センサ、抵抗膜方式の近接センサなどを、検知器に用いることができる。

## 【0315】

また、複数の方式の検知器を併用することもできる。例えば、指を検知する検知器と、スタイラスペンを検知する検知器とを、併用することができる。

## 【0316】

これにより、ポインタの種類を判別することができる。または、判別したポインタの種類に基づいて、異なる命令を検知情報に関連付けることができる。具体的には、ポインタに指を用いたと判別した場合は、検知情報をジェスチャーと関連付けることができる。または、ポインタにスタイラスペンを用いたと判別した場合は、検知情報を描画処理と関連付けることができる。

## 【0317】

具体的には、静電容量方式、感圧方式または光学方式の近接センサを用いて、指を検知することができる。または、電磁誘導方式または光学方式の近接センサを用いて、スタイラスペンを検知することができる。

10

20

30

40

50

【0318】

《入力部240の構成例2》

入力部240は発振回路OSCおよび検知回路DCを備える（図9参照）。

【0319】

発振回路OSCは探索信号を検知器802（g，h）に供給する。例えば、矩形波、のこぎり波、三角波、サイン波等を、探索信号に用いることができる。

【0320】

検知器802（g，h）は、検知器802（g，h）に近接するポイントまでの距離および探索信号に基づいて変化する検知信号を生成し供給する。

【0321】

検知回路DCは検知信号に基づいて入力情報を供給する。

【0322】

これにより、近接するポイントから検知領域241までの距離を検知することができる。または、検知領域241内においてポイントが最も近接する位置を検知することができる。

【0323】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0324】

（実施の形態7）

本実施の形態では、本発明の一態様の情報処理装置の構成について、図10乃至図12を参照しながら説明する。

【0325】

図10（A）は本発明の一態様の情報処理装置の構成を説明するブロック図である。図10（B）および図10（C）は、情報処理装置の外観の一例を説明する投影図である。

【0326】

図11は、本発明の一態様のプログラムを説明するフローチャートである。図11（A）は、本発明の一態様のプログラムの主の処理を説明するフローチャートであり、図11（B）は、割り込み処理を説明するフローチャートである。

【0327】

図12は、本発明の一態様のプログラムを説明する図である。図12（A）は、本発明の一態様のプログラムの割り込み処理を説明するフローチャートである。また、図12（B）は、情報処理装置の操作を説明する模式図であり、図12（C）は、本発明の一態様の情報処理装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【0328】

＜情報処理装置の構成例1＞

本実施の形態で説明する情報処理装置は、演算装置210と、入出力装置220と、を有する（図10（A）参照）。なお、入出力装置220は、演算装置210と電氣的に接続される。また、情報処理装置200は筐体を備えることができる（図10（B）および図10（C）参照）。

【0329】

《演算装置210の構成例1》

演算装置210は入力情報IIまたは検知情報DSを供給される。演算装置210は入力情報IIまたは検知情報DSに基づいて、制御情報CIおよび画像情報VIを生成し、制御情報CIおよび画像情報VIを供給する。

【0330】

演算装置210は、演算部211および記憶部212を備える。また、演算装置210は、伝送路214および入出力インターフェース215を備える。

【0331】

伝送路214は、演算部211、記憶部212、および入出力インターフェース215と電氣的に接続される。

【0332】

10

20

30

40

50

## 《演算部 211》

演算部 211 は、例えばプログラムを実行する機能を備える。

## 【0333】

## 《記憶部 212》

記憶部 212 は、例えば演算部 211 が実行するプログラム、初期情報、設定情報または画像等を記憶する機能を有する。

## 【0334】

具体的には、ハードディスク、フラッシュメモリまたは酸化物半導体を含むトランジスタを用いたメモリ等を用いることができる。

## 【0335】

## 《入出力インターフェース 215、伝送路 214》

入出力インターフェース 215 は端子または配線を備え、情報を供給し、情報を供給される機能を備える。例えば、伝送路 214 と電氣的に接続することができる。また、入出力装置 220 と電氣的に接続することができる。

## 【0336】

伝送路 214 は配線を備え、情報を供給し、情報を供給される機能を備える。例えば、入出力インターフェース 215 と電氣的に接続することができる。また、演算部 211、記憶部 212 または入出力インターフェース 215 と電氣的に接続することができる。

## 【0337】

## 《入出力装置 220 の構成例》

入出力装置 220 は、入力情報 I I および検知情報 D S を供給する。入出力装置 220 は、制御情報 C I および画像情報 V I を供給される（図 10（A）参照）。

## 【0338】

例えば、キーボードのスキャンコード、位置情報、ボタンの操作情報、音声情報または画像情報等を入力情報 I I に用いることができる。または、例えば、情報処理装置 200 が使用される環境等の照度情報、姿勢情報、加速度情報、方位情報、圧力情報、温度情報または湿度情報等を検知情報 D S に用いることができる。

## 【0339】

例えば、画像情報 V I を表示する輝度を制御する信号、彩度を制御する信号、色相を制御する信号を、制御情報 C I に用いることができる。または、画像情報 V I の一部の表示を変化する信号を、制御情報 C I に用いることができる。

## 【0340】

入出力装置 220 は、表示部 230、入力部 240 および検知部 250 を備える。例えば、実施の形態 6 において説明する入出力装置を、入出力装置 220 に用いることができる。また、入出力装置 220 は通信部 290 を備えることができる。

## 【0341】

## 《表示部 230 の構成例》

表示部 230 は制御情報 C I に基づいて、画像情報 V I を表示する。例えば、実施の形態 5 において説明する表示装置を表示部 230 に用いることができる。

## 【0342】

## 《入力部 240 の構成例》

入力部 240 は入力情報 I I を生成する。例えば、入力部 240 は、位置情報を供給する機能を備える。

## 【0343】

例えば、ヒューマンインターフェイス等を入力部 240 に用いることができる（図 10（A）参照）。具体的には、キーボード、マウス、タッチセンサ、マイクまたはカメラ等を入力部 240 に用いることができる。

## 【0344】

また、表示部 230 に重なる領域を備えるタッチセンサを用いることができる。なお、表示部 230 と表示部 230 に重なる領域を備えるタッチセンサを備える入出力装置を、タ

10

20

30

40

50

タッチパネルまたはタッチスクリーンということができる。

【0345】

例えば、使用者は、タッチパネルに触れた指をポインタに用いて様々なジェスチャー（タップ、ドラッグ、スワイプまたはピンチイン等）をすることができる。

【0346】

例えば、演算装置210は、タッチパネルに接触する指の位置または軌跡等の情報を解析し、解析結果が所定の条件を満たすとき、所定のジェスチャーが供給されたとすることができる。これにより、使用者は、所定のジェスチャーにあらかじめ関連付けられた所定の操作命令を、当該ジェスチャーを用いて供給できる。

【0347】

一例を挙げれば、使用者は、画像情報の表示位置を変更する「スクロール命令」を、タッチパネルに沿ってタッチパネルに接触する指を移動するジェスチャーを用いて供給できる。

【0348】

また、使用者は、領域231の端部にナビゲーションパネルNPを引き出して表示する「ドラッグ命令」を、領域231の端部に接する指を移動するジェスチャーを用いて供給できる（図10（C）参照）。また、使用者は、ナビゲーションパネルNPにインデックス画像IND、他のページの一部または他のページのサムネイル画像TNを、所定の順番でパラパラ表示する「リーフスルー命令」を、指を強く押し付ける位置を移動するジェスチャーを用いて供給できる。または、指を押し付ける圧力を用いて供給できる。これにより、紙の書籍のページをパラパラめくるように、電子書籍端末のページをめくることができる。または、サムネイル画像TNまたはインデックス画像INDを頼りに、所定のページを探することができる。

【0349】

《検知部250の構成例》

検知部250は検知情報DSを生成する。例えば、検知部250は、情報処理装置200が使用される環境の照度を検出する機能を備え、照度情報を供給する機能を備える。

【0350】

検知部250は、周囲の状態を検知して検知情報を供給する機能を備える。具体的には、照度情報、姿勢情報、加速度情報、方位情報、圧力情報、温度情報または湿度情報等を供給できる。

【0351】

例えば、光検出器、姿勢検出器、加速度センサ、方位センサ、GPS（Global positioning System）信号受信回路、感圧スイッチ、圧力センサ、温度センサ、湿度センサまたはカメラ等を、検知部250に用いることができる。

【0352】

《通信部290》

通信部290は、ネットワークに情報を供給し、ネットワークから情報を取得する機能を備える。

【0353】

《筐体》

なお、筐体は入出力装置220または演算装置210を収納する機能を備える。または、筐体は表示部230または演算装置210を支持する機能を備える。

【0354】

これにより、入力情報IIまたは検知情報DSに基づいて、制御情報CIを生成することができる。または、入力情報IIまたは検知情報DSに基づいて、画像情報VIを表示することができる。または、情報処理装置は、情報処理装置が使用される環境において、情報処理装置の筐体を受ける光の強さを把握して動作することができる。または、情報処理装置の使用者は、表示方法を選択することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な情報処理装置を提供することができる。

【0355】

なお、これらの構成は明確に分離できず、一つの構成が他の構成を兼ねる場合や他の構成の一部を含む場合がある。例えば、表示パネルにタッチセンサが重ねられたタッチパネルは、表示部であるとともに入力部でもある。

【0356】

《演算装置210の構成例2》

演算装置210は人工知能部213を備える（図10（A）参照）。

【0357】

人工知能部213は入力情報IIまたは検知情報DSを供給され、人工知能部213は入力情報IIまたは検知情報DSに基づいて、制御情報CIを推論する。また、人工知能部213は制御情報CIを供給する。

【0358】

これにより、好適であると感じられるように表示する制御情報CIを生成することができる。または、好適であると感じられるように表示することができる。または、快適であると感じられるように表示する制御情報CIを生成することができる。または、快適であると感じられるように表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な情報処理装置を提供することができる。

【0359】

〔入力情報IIに対する自然言語処理〕

具体的には、人工知能部213は入力情報IIを自然言語処理して、入力情報II全体から1つの特徴を抽出することができる。例えば、人工知能部213は、入力情報IIに込められた感情等を推論し特徴にすることができる。また、当該特徴に好適であると経験的に感じられる色彩、模様または書体等を推論することができる。また、人工知能部213は、文字の色、模様または書体を指定する情報、背景の色または模様を指定する情報を生成し、制御情報CIに用いることができる。

【0360】

具体的には、人工知能部213は入力情報IIを自然言語処理して、入力情報IIに含まれる一部の言葉を抽出することができる。例えば、人工知能部213は文法的な誤り、事実誤認または感情を含む表現等を抽出することができる。また、人工知能部213は、抽出した一部を他の一部とは異なる色彩、模様または書体等で表示する情報を生成し、制御情報CIに用いることができる。

【0361】

〔入力情報IIに対する画像処理〕

具体的には、人工知能部213は入力情報IIを画像処理して、入力情報IIから1つの特徴を抽出することができる。例えば、人工知能部213は、入力情報IIが撮影された年代、屋内または屋外、昼または夜等を推論し特徴にすることができる。また、当該特徴に好適であると経験的に感じられる色調を推論し、当該色調を表示に用いるための制御情報CIを生成することができる。具体的には、濃淡の表現に用いる色（例えば、フルカラー、白黒または茶褐色等）を指定する情報を制御情報CIに用いることができる。

【0362】

具体的には、人工知能部213は入力情報IIを画像処理して、入力情報IIに含まれる一部の画像を抽出することができる。例えば、抽出した画像の一部と他の一部の間に境界を表示する制御情報CIを生成することができる。具体的には、抽出した画像の一部を囲む矩形を表示する制御情報CIを生成することができる。

【0363】

〔検知情報DSを用いる推論〕

具体的には、人工知能部213は検知情報DSを用いて、推論を生成することができる。または、推論に基づいて、情報処理装置200の使用者が快適であると感じられるように制御情報CIを生成することができる。

【0364】

具体的には、環境の照度等に基づいて、人工知能部213は、表示の明るさが快適である

10

20

30

40

50

と感じられるように、表示の明るさを調整する制御情報 C I を生成することができる。または、人工知能部 2 1 3 は環境の騒音等に基づいて大きさが快適であると感じられるように、音量を調整する制御情報 C I を生成することができる。

【0365】

なお、表示部 2 3 0 が備える制御部 2 3 8 に供給するクロック信号またはタイミング信号などを制御情報 C I に用いることができる。または、入力部 2 4 0 が備える制御部に供給するクロック信号またはタイミング信号などを制御情報 C I に用いることができる。

【0366】

<情報処理装置の構成例 2>

本発明の一態様の情報処理装置の別の構成について、図 1 1 (A) および図 1 1 (B) を参照しながら説明する。

【0367】

《プログラム》

本発明の一態様のプログラムは、下記のステップを有する(図 1 1 (A) 参照)。

【0368】

[第 1 のステップ]

第 1 のステップにおいて、設定を初期化する(図 1 1 (A) (S 1) 参照)。

【0369】

例えば、起動時に表示する所定の画像情報と、当該画像情報を表示する所定のモードと、当該画像情報を表示する所定の表示方法を特定する情報と、を記憶部 2 1 2 から取得する。具体的には、一の静止画像情報または他の動画像情報を所定の画像情報に用いることができる。また、第 1 のモードまたは第 2 のモードを所定のモードに用いることができる。

【0370】

[第 2 のステップ]

第 2 のステップにおいて、割り込み処理を許可する(図 1 1 (A) (S 2) 参照)。なお、割り込み処理が許可された演算装置は、主の処理と並行して割り込み処理を行うことができる。割り込み処理から主の処理に復帰した演算装置は、割り込み処理をして得た結果を主の処理に反映することができる。

【0371】

なお、カウンタの値が初期値であるとき、演算装置に割り込み処理をさせ、割り込み処理から復帰する際に、カウンタを初期値以外の値としてもよい。これにより、プログラムを起動した後に常に割り込み処理をさせることができる。

【0372】

[第 3 のステップ]

第 3 のステップにおいて、第 1 のステップまたは割り込み処理において選択された、所定のモードまたは所定の表示方法を用いて画像情報を表示する(図 1 1 (A) (S 3) 参照)。なお、所定のモードは情報を表示するモードを特定し、所定の表示方法は情報を表示する方法を特定する。また、例えば、画像情報 V I を表示する情報に用いることができる。

【0373】

例えば、画像情報 V I を表示する一の方法を、第 1 のモードに関連付けることができる。または、画像情報 V I を表示する他の方法を第 2 のモードに関連付けることができる。これにより、選択されたモードに基づいて表示方法を選択することができる。

【0374】

《第 1 のモード》

具体的には、30 Hz 以上、好ましくは 60 Hz 以上の頻度で一の走査線に選択信号を供給し、選択信号に基づいて表示をする方法を、第 1 のモードに関連付けることができる。

【0375】

例えば、30 Hz 以上、好ましくは 60 Hz 以上の頻度で選択信号を供給すると、動画像の動きを滑らかに表示することができる。

【0376】

例えば、30Hz以上、好ましくは60Hz以上の頻度で画像を更新すると、使用者の操作に滑らかに追従するように変化する画像を、使用者が操作中の情報処理装置200に表示することができる。

【0377】

《第2のモード》

具体的には、30Hz未満、好ましくは1Hz未満、より好ましくは1分に1回未満の頻度で一の走査線に選択信号を供給し、選択信号に基づいて表示をする方法を、第2のモードに関連付けることができる。

【0378】

30Hz未満、好ましくは1Hz未満、より好ましくは1分に1回未満の頻度で選択信号を供給すると、フリッカーまたはちらつきが抑制された表示をすることができる。また、消費電力を低減することができる。

【0379】

例えば、情報処理装置200を時計に用いる場合、1秒に1回の頻度または1分に1回の頻度等で表示を更新することができる。

【0380】

[第4のステップ]

第4のステップにおいて、終了命令が供給された場合は第5のステップに進み、終了命令が供給されなかった場合は第3のステップに進むように選択する(図11(A)(S4)参照)。

【0381】

例えば、割り込み処理において供給された終了命令を判断に用いてもよい。

【0382】

[第5のステップ]

第5のステップにおいて、終了する(図11(A)(S5)参照)。

【0383】

《割り込み処理》

割り込み処理は以下の第6のステップ乃至第8のステップを備える(図11(B)参照)。

【0384】

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、例えば、検知部250を用いて、情報処理装置200が使用される環境の照度を検出する(図11(B)(S6)参照)。なお、環境の照度に代えて環境光の色温度や色度を検出してもよい。

【0385】

[第7のステップ]

第7のステップにおいて、検出した照度情報に基づいて表示方法を決定する(図11(B)(S7)参照)。例えば、表示の明るさを暗すぎないように、または明るすぎないように決定する。

【0386】

なお、第6のステップにおいて環境光の色温度や環境光の色度を検出した場合は、表示の色味を調節してもよい。

【0387】

[第8のステップ]

第8のステップにおいて、割り込み処理を終了する(図11(B)(S8)参照)。

【0388】

<情報処理装置の構成例3>

本発明の一態様の情報処理装置の別の構成について、図12を参照しながら説明する。

【0389】

図12(A)は、本発明の一態様のプログラムを説明するフローチャートである。図12(A)は、図11(B)に示す割り込み処理とは異なる割り込み処理を説明するフローチ

10

20

30

40

50

ャートである。

【0390】

なお、情報処理装置の構成例3は、供給された所定のイベントに基づいて、モードを変更するステップを割り込み処理に有する点が、図11(B)を参照しながら説明する割り込み処理とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分について上記の説明を援用する。

【0391】

《割り込み処理》

割り込み処理は以下の第6のステップ乃至第8のステップを備える(図12(A)参照)。

【0392】

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、所定のイベントが供給された場合は、第7のステップに進み、所定のイベントが供給されなかった場合は、第8のステップに進む(図12(A)(U6)参照)。例えば、所定の期間に所定のイベントが供給されたか否かを条件に用いることができる。具体的には、5秒以下、1秒以下または0.5秒以下好ましくは0.1秒以下であって0秒より長い期間を所定の期間とすることができる。

【0393】

[第7のステップ]

第7のステップにおいて、モードを変更する(図12(A)(U7)参照)。具体的には、第1のモードを選択していた場合は、第2のモードを選択し、第2のモードを選択していた場合は、第1のモードを選択する。

【0394】

例えば、表示部230の一部の領域について、表示モードを変更することができる。具体的には、駆動回路GDA、駆動回路GDBおよび駆動回路GDCを備える表示部230の一の駆動回路が選択信号を供給する領域について、表示モードを変更することができる(図12(B)参照)。

【0395】

例えば、駆動回路GDBが選択信号を供給する領域と重なる領域にある入力部240に、所定のイベントが供給された場合に、駆動回路GDBが選択信号を供給する領域の表示モードを変更することができる(図12(B)および図12(C)参照)。具体的には、指等を用いてタッチパネルに供給する「タップ」イベントに応じて、駆動回路GDBが供給する選択信号の頻度を変更することができる。

【0396】

なお、信号GCLKは駆動回路GDBの動作を制御するクロック信号であり、信号PWC1および信号PWC2は駆動回路GDBの動作を制御するパルス幅制御信号である。駆動回路GDBは、信号GCLK、信号PWC1および信号PWC2等に基づいて、選択信号を導電膜G2(m+1)乃至導電膜G2(2m)に供給する。

【0397】

これにより、例えば、駆動回路GDAおよび駆動回路GDCが選択信号を供給することなく、駆動回路GDBが選択信号を供給することができる。または、駆動回路GDAおよび駆動回路GDCが選択信号を供給する領域の表示を変えることなく、駆動回路GDBが選択信号を供給する領域の表示を更新することができる。または、駆動回路が消費する電力を抑制することができる。

【0398】

[第8のステップ]

第8のステップにおいて、割り込み処理を終了する(図12(A)(U8)参照)。なお、主の処理を実行している期間に割り込み処理を繰り返し実行してもよい。

【0399】

《所定のイベント》

例えば、マウス等のポインティング装置を用いて供給する、「クリック」や「ドラッグ」

10

20

30

40

50

等のイベント、指等をポインタに用いてタッチパネルに供給する、「タップ」、「ドラッグ」または「スワイプ」等のイベントを用いることができる。

【0400】

また、例えば、ポインタが指し示すスライドバーの位置、スワイプの速度、ドラッグの速度等を用いて、所定のイベントに関連付けられた命令の引数を与えることができる。

【0401】

例えば、検知部250が検知した情報をあらかじめ設定された閾値と比較して、比較結果をイベントに用いることができる。

【0402】

具体的には、筐体に押し込むことができるように配設されたボタン等に接する感圧検知器等を検知部250に用いることができる。

【0403】

《所定のイベントに関連付ける命令》

例えば、終了命令を、所定のイベントに関連付けることができる。

【0404】

例えば、表示されている一の画像情報から他の画像情報に表示を切り替える「ページめくり命令」を、所定のイベントに関連付けることができる。なお、「ページめくり命令」を実行する際に用いるページをめくる速度などを決定する引数を、所定のイベントを用いて与えることができる。

【0405】

例えば、一の画像情報の表示されている一部分の表示位置を移動して、一部分に連続する他の部分を表示する「スクロール命令」などを、所定のイベントに関連付けることができる。なお、「スクロール命令」を実行する際に用いる表示を移動する速度などを決定する引数を、所定のイベントを用いて与えることができる。

【0406】

例えば、表示方法を設定する命令または画像情報を生成する命令などを、所定のイベントに関連付けることができる。なお、生成する画像の明るさを決定する引数を所定のイベントに関連付けることができる。また、生成する画像の明るさを決定する引数を、検知部250が検知する環境の明るさに基づいて決定してもよい。

【0407】

例えば、プッシュ型のサービスを用いて配信される情報を、通信部290を用いて取得する命令などを、所定のイベントに関連付けることができる。

【0408】

なお、情報を取得する資格の有無を、検知部250が検知する位置情報を用いて判断してもよい。具体的には、所定の教室、学校、会議室、企業、建物等の内部または領域にいる場合に、情報を取得する資格を有すると判断してもよい。これにより、例えば、学校または大学等の教室で配信される教材を受信して、情報処理装置200を教科書等に用いることができる(図10(C)参照)。または、企業等の会議室で配信される資料を受信して、会議資料に用いることができる。

【0409】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0410】

(実施の形態8)

本実施の形態では、本発明の一態様の情報処理装置の構成について、図13乃至図15を参照しながら説明する。

【0411】

図13乃至図15は、本発明の一態様の情報処理装置の構成を説明する図である。図13(A)は情報処理装置のブロック図であり、図13(B)乃至図13(E)は情報処理装置の構成を説明する斜視図である。また、図14(A)乃至図14(E)は情報処理装置の構成を説明する斜視図である。また、図15(A)および図15(B)は情報処理装置

10

20

30

40

50

の構成を説明する斜視図である。

【0412】

＜情報処理装置＞

本実施の形態で説明する情報処理装置5200Bは、演算装置5210と、入出力装置5220と、を有する（図13（A）参照）。

【0413】

演算装置5210は、操作情報を供給される機能を備え、操作情報に基づいて画像情報を供給する機能を備える。

【0414】

入出力装置5220は、表示部5230、入力部5240、検知部5250、通信部5290、操作情報を供給する機能および画像情報を供給される機能を備える。また、入出力装置5220は、検知情報を供給する機能、通信情報を供給する機能および通信情報を供給される機能を備える。

【0415】

入力部5240は操作情報を供給する機能を備える。例えば、入力部5240は、情報処理装置5200Bの使用者の操作に基づいて操作情報を供給する。

【0416】

具体的には、キーボード、ハードウェアボタン、ポインティングデバイス、タッチセンサ、照度センサ、撮像装置、音声入力装置、視線入力装置、姿勢検出装置などを、入力部5240に用いることができる。

【0417】

表示部5230は表示パネルおよび画像情報を表示する機能を備える。例えば、実施の形態1乃至実施の形態4において説明する表示パネルを表示部5230に用いることができる。

【0418】

検知部5250は検知情報を供給する機能を備える。例えば、情報処理装置が使用されている周辺的环境を検知して、検知情報として供給する機能を備える。

【0419】

具体的には、照度センサ、撮像装置、姿勢検出装置、圧力センサ、人感センサなどを検知部5250に用いることができる。

【0420】

通信部5290は通信情報を供給される機能および供給する機能を備える。例えば、無線通信または有線通信により、他の電子機器または通信網と接続する機能を備える。具体的には、無線構内通信、電話通信、近距離無線通信などの機能を備える。

【0421】

《情報処理装置の構成例1》

例えば、円筒状の柱などに沿った外形を表示部5230に適用することができる（図13（B）参照）。また、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を備える。また、人の存在を検知して、表示内容を変更する機能を備える。これにより、例えば、建物の柱に設置することができる。または、広告または案内等を表示することができる。または、デジタル・サイネージ等に用いることができる。

【0422】

《情報処理装置の構成例2》

例えば、使用者が使用するポイントの軌跡に基づいて画像情報を生成する機能を備える（図13（C）参照）。具体的には、対角線の長さが20インチ以上、好ましくは40インチ以上、より好ましくは55インチ以上の表示パネルを用いることができる。または、複数の表示パネルを並べて1つの表示領域に用いることができる。または、複数の表示パネルを並べてマルチスクリーンに用いることができる。これにより、例えば、電子黒板、電子掲示板、電子看板等に用いることができる。

【0423】

10

20

30

40

50

## 《情報処理装置の構成例 3》

他の装置から情報を受信して、表示部 5 2 3 0 に表示することができる（図 1 3（D）参照）。または、いくつかの選択肢を表示できる。または、使用者は選択肢からいくつかを選択し、当該情報の送信元に返信できる。または、例えば、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を備える。これにより、例えば、スマートウォッチの消費電力を低減することができる。または、例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に使用できるように、画像をスマートウォッチに表示することができる。

## 【0 4 2 4】

## 《情報処理装置の構成例 4》

表示部 5 2 3 0 は、例えば、筐体の側面に沿って緩やかに曲がる曲面を備える（図 1 3（E）参照）。または、表示部 5 2 3 0 は表示パネルを備え、表示パネルは、例えば、前面、側面、上面および背面に表示する機能を備える。これにより、例えば、携帯電話の前面だけでなく、側面、上面および背面に情報を表示することができる。

## 【0 4 2 5】

## 《情報処理装置の構成例 5》

例えば、インターネットから情報を受信して、表示部 5 2 3 0 に表示することができる（図 1 4（A）参照）。または、作成したメッセージを表示部 5 2 3 0 で確認することができる。または、作成したメッセージを他の装置に送信できる。または、例えば、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を備える。これにより、スマートフォンの消費電力を低減することができる。または、例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に使用できるように、画像をスマートフォンに表示することができる。

## 【0 4 2 6】

## 《情報処理装置の構成例 6》

リモートコントローラーを入力部 5 2 4 0 に用いることができる（図 1 4（B）参照）。または、例えば、放送局またはインターネットから情報を受信して、表示部 5 2 3 0 に表示することができる。または、検知部 5 2 5 0 を用いて使用者を撮影できる。または、使用者の映像を送信できる。または、使用者の視聴履歴を取得して、クラウド・サービスに提供できる。または、クラウド・サービスから、レコメンド情報を取得して、表示部 5 2 3 0 に表示できる。または、レコメンド情報に基づいて、番組または動画を表示できる。または、例えば、使用環境の照度に応じて、表示方法を変更する機能を備える。これにより、晴天の日に屋内に差し込む強い外光が当たっても好適に使用できるように、映像をテレビジョンシステムに表示することができる。

## 【0 4 2 7】

## 《情報処理装置の構成例 7》

例えば、インターネットから教材を受信して、表示部 5 2 3 0 に表示することができる（図 1 4（C）参照）。または、入力部 5 2 4 0 を用いて、レポートを入力し、インターネットに送信することができる。または、クラウド・サービスから、レポートの添削結果または評価を取得して、表示部 5 2 3 0 に表示できる。または、評価に基づいて、好適な教材を選択し、表示できる。

## 【0 4 2 8】

例えば、他の情報処理装置から画像信号を受信して、表示部 5 2 3 0 に表示することができる。または、スタンドなどに立てかけて、表示部 5 2 3 0 をサブディスプレイに用いることができる。これにより、例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に使用できるように、画像をタブレットコンピュータに表示することができる。

## 【0 4 2 9】

## 《情報処理装置の構成例 8》

情報処理装置は、例えば、複数の表示部 5 2 3 0 を備える（図 1 4（D）参照）。例えば、検知部 5 2 5 0 で撮影しながら表示部 5 2 3 0 に表示することができる。または、撮影した映像を検知部に表示することができる。または、入力部 5 2 4 0 を用いて、撮影した映像に装飾を施せる。または、撮影した映像にメッセージを添付できる。または、インタ

10

20

30

40

50

ーネットに送信できる。または、使用環境の照度に応じて、撮影条件を変更する機能を備える。これにより、例えば、晴天の屋外等の外光の強い環境においても好適に閲覧できるように、被写体をデジタルカメラに表示することができる。

【0430】

《情報処理装置の構成例9》

例えば、他の情報処理装置をスレイブに用い、本実施の形態の情報処理装置をマスターに用いて、他の情報処理装置を制御することができる(図14(E)参照)。または、例えば、画像情報の一部を表示部5230に表示し、画像情報の他の一部を他の情報処理装置の表示部に表示することができる。または、画像信号を供給することができる。または、通信部5290を用いて、他の情報処理装置の入力部から書き込む情報を取得できる。これにより、例えば、携帯可能なパーソナルコンピュータを用いて、広い表示領域を利用することができる。

10

【0431】

《情報処理装置の構成例10》

情報処理装置は、例えば、加速度または方位を検知する検知部5250を備える(図15(A)参照)。または、検知部5250は、使用者の位置または使用者が向いている方向に係る情報を供給することができる。または、情報処理装置は、使用者の位置または使用者が向いている方向に基づいて、右目用の画像情報および左目用の画像情報を生成することができる。または、表示部5230は、右目用の表示領域および左目用の表示領域を備える。これにより、例えば、没入感を得られる仮想現実空間の映像を、ゴーグル型の情報処理装置に表示することができる。

20

【0432】

《情報処理装置の構成例11》

情報処理装置は、例えば、撮像装置、加速度または方位を検知する検知部5250を備える(図15(B)参照)。または、検知部5250は、使用者の位置または使用者が向いている方向に係る情報を供給することができる。または、情報処理装置は、使用者の位置または使用者が向いている方向に基づいて、画像情報を生成することができる。これにより、例えば、現実の風景に情報を添付して表示することができる。または、拡張現実空間の映像を、めがね型の情報処理装置に表示することができる。

【0433】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

30

【0434】

(実施の形態9)

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルに用いることができるトランジスタの構成について、図21を参照しながら説明する。例えば、実施の形態1で説明する本発明の一態様の機能パネルのトランジスタM21またはトランジスタMDなどに用いることができる。

【0435】

＜半導体装置の構成例＞

図21を用いて、トランジスタ300を有する半導体装置の構成を説明する。図21(A)乃至図21(D)は、トランジスタ300を有する半導体装置の上面図および断面図である。図21(A)は、当該半導体装置の上面図である。また、図21(B)乃至図21(D)は、当該半導体装置の断面図である。ここで、図21(B)は、図21(A)にA1-A2の一点鎖線で示す部位の断面図であり、トランジスタ300のチャネル長方向の断面図でもある。また、図21(C)は、図21(A)にA3-A4の一点鎖線で示す部位の断面図であり、トランジスタ300のチャネル幅方向の断面図でもある。また、図21(D)は、図21(A)にA5-A6の一点鎖線で示す部位の断面図である。なお、図21(A)の上面図では、図の明瞭化のために一部の要素を省いている。

40

【0436】

なお、以下に示す絶縁体、導電体、酸化物、半導体の成膜は、スパッタリング法、化学気

50

相成長（CVD：Chemical Vapor Deposition）法、分子線エピタキシー（MBE：Molecular Beam Epitaxy）法、パルスレーザ堆積（PLD：Pulsed Laser Deposition）法、原子層堆積（ALD：Atomic Layer Deposition）法などを用いて行うことができる。また、本明細書等において、「絶縁体」という用語を、絶縁膜または絶縁層と言い換えることができる。また、「導電体」という用語を、導電膜または導電層と言い換えることができる。また、「酸化物」という用語を、酸化物膜または酸化物層と言い換えることができる。また、「半導体」という用語を、半導体膜または半導体層と言い換えることができる。

#### 【0437】

本発明の一態様の半導体装置は、基板（図示せず）上の絶縁体312と、絶縁体312上の絶縁体314と、絶縁体314上のトランジスタ300と、トランジスタ300上の絶縁体380と、絶縁体380上の絶縁体382と、絶縁体382上の絶縁体383と、絶縁体383上の絶縁体385と、を有する。絶縁体312、絶縁体314、絶縁体380、絶縁体382、絶縁体383、および絶縁体385は層間絶縁膜として機能する。また、トランジスタ300と電氣的に接続し、プラグとして機能する導電体340（導電体340a、および導電体340b）を有する。なお、プラグとして機能する導電体340の側面に接して絶縁体341（絶縁体341a、および絶縁体341b）が設けられる。また、絶縁体385上、および導電体340上には、導電体340と電氣的に接続し、配線として機能する導電体346（導電体346a、および導電体346b）が設けられる。

#### 【0438】

絶縁体380、絶縁体382、絶縁体383、および絶縁体385の開口の内壁に接して絶縁体341aが設けられ、絶縁体341aの側面に接して導電体340aの第1の導電体が設けられ、さらに内側に導電体340aの第2の導電体が設けられている。また、絶縁体380、絶縁体382、絶縁体383、および絶縁体385の開口の内壁に接して絶縁体341bが設けられ、絶縁体341bの側面に接して導電体340bの第1の導電体が設けられ、さらに内側に導電体340bの第2の導電体が設けられている。ここで、導電体340の上面の高さと、導電体346と重なる領域の、絶縁体385の上面の高さと、は同程度にできる。なお、トランジスタ300では、導電体340の第1の導電体および導電体340の第2の導電体を積層する構成について示しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、導電体340を単層、または3層以上の積層構造として設ける構成にしてもよい。構造体が積層構造を有する場合、形成順に序数を付与し、区別する場合がある。

#### 【0439】

##### 〔トランジスタ300〕

図21（A）乃至図21（D）に示すように、トランジスタ300は、絶縁体314上の絶縁体316と、絶縁体316に埋め込まれるように配置された導電体305（導電体305a、導電体305b、および導電体305c）と、絶縁体316上、および導電体305上の絶縁体322と、絶縁体322上の絶縁体324と、絶縁体324上の酸化物330aと、酸化物330a上の酸化物330bと、酸化物330b上の酸化物343（酸化物343a、および酸化物343b）と、酸化物343a上の導電体342aと、導電体342a上の絶縁体371aと、酸化物343b上の導電体342bと、導電体342b上の絶縁体371bと、酸化物330b上の絶縁体350（絶縁体350a、および絶縁体350b）と、絶縁体350上に位置し、酸化物330bの一部と重なる導電体360（導電体360a、および導電体360b）と、絶縁体322、絶縁体324、酸化物330a、酸化物330b、酸化物343a、酸化物343b、導電体342a、導電体342b、絶縁体371a、および絶縁体371bを覆って配置される絶縁体375と、を有する。

#### 【0440】

なお、以下において、酸化物330aと酸化物330bをまとめて酸化物330と呼ぶ場

10

20

30

40

50

合がある。また、導電体 3 4 2 a と導電体 3 4 2 b をまとめて導電体 3 4 2 と呼ぶ場合がある。また、絶縁体 3 7 1 a と絶縁体 3 7 1 b をまとめて絶縁体 3 7 1 と呼ぶ場合がある。

【0 4 4 1】

絶縁体 3 8 0 および絶縁体 3 7 5 には、酸化物 3 3 0 b に達する開口が設けられる。当該開口内に、絶縁体 3 5 0、および導電体 3 6 0 が配置されている。また、トランジスタ 3 0 0 のチャンネル長方向において、絶縁体 3 7 1 a、導電体 3 4 2 a および酸化物 3 4 3 a と、絶縁体 3 7 1 b、導電体 3 4 2 b および酸化物 3 4 3 b と、の間に導電体 3 6 0、および絶縁体 3 5 0 が設けられている。絶縁体 3 5 0 は、導電体 3 6 0 の側面と接する領域と、導電体 3 6 0 の底面と接する領域と、を有する。

【0 4 4 2】

酸化物 3 3 0 は、絶縁体 3 2 4 の上に配置された酸化物 3 3 0 a と、酸化物 3 3 0 a の上に配置された酸化物 3 3 0 b と、を有することが好ましい。酸化物 3 3 0 b の下に酸化物 3 3 0 a を有することで、酸化物 3 3 0 a よりも下方に形成された構造物から、酸化物 3 3 0 b への不純物の拡散を抑制することができる。

【0 4 4 3】

なお、トランジスタ 3 0 0 では、酸化物 3 3 0 が、酸化物 3 3 0 a、および酸化物 3 3 0 b の 2 層を積層する構成について示しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、酸化物 3 3 0 b の単層、または 3 層以上の積層構造を設ける構成にしてもよいし、酸化物 3 3 0 a、および酸化物 3 3 0 b のそれぞれが積層構造を有していてもよい。

【0 4 4 4】

導電体 3 6 0 は、第 1 のゲート（トップゲートともいう。）電極として機能し、導電体 3 0 5 は、第 2 のゲート（バックゲートともいう。）電極として機能する。また、絶縁体 3 5 0 は、第 1 のゲート絶縁膜として機能し、絶縁体 3 2 4 および絶縁体 3 2 2 は、第 2 のゲート絶縁膜として機能する。また、導電体 3 4 2 a は、ソース電極またはドレイン電極の一方として機能し、導電体 3 4 2 b は、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、酸化物 3 3 0 の導電体 3 6 0 と重畳する領域の少なくとも一部はチャンネル形成領域として機能する。

【0 4 4 5】

酸化物 3 3 0 b は、導電体 3 4 2 a と重畳する領域に、ソース領域およびドレイン領域の一方を有し、導電体 3 4 2 b と重畳する領域に、ソース領域およびドレイン領域の他方を有する。また、酸化物 3 3 0 b は、ソース領域とドレイン領域に挟まれた領域にチャンネル形成領域（図 2 1（B）において斜線部で示す領域）を有する。

【0 4 4 6】

チャンネル形成領域は、ソース領域およびドレイン領域よりも、酸素欠損が少なく、または不純物濃度が低いため、キャリア濃度が低い高抵抗領域である。ここで、チャンネル形成領域のキャリア濃度は、 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以下であることが好ましく、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  未満であることがより好ましく、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  未満であることがさらに好ましく、 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$  未満であることがさらに好ましく、 $1 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$  未満であることがさらに好ましい。なお、チャンネル形成領域のキャリア濃度の下限値については、特に限定は無いが、例えば、 $1 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-3}$  とすることができる。

【0 4 4 7】

なお、上記において、酸化物 3 3 0 b にチャンネル形成領域、ソース領域、およびドレイン領域が形成される例について示したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、酸化物 3 3 0 a にも同様に、チャンネル形成領域、ソース領域、およびドレイン領域が形成される場合がある。

【0 4 4 8】

トランジスタ 3 0 0 は、チャンネル形成領域を含む酸化物 3 3 0（酸化物 3 3 0 a、および酸化物 3 3 0 b）に、半導体として機能する金属酸化物（以下、酸化物半導体ともいう。）を用いることが好ましい。

【0 4 4 9】

また、半導体として機能する金属酸化物は、バンドギャップが2 e V以上、好ましくは2.5 e V以上のものを用いることが好ましい。このように、バンドギャップの大きい金属酸化物を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。

【0450】

酸化物330として、例えば、インジウム、元素Mおよび亜鉛を有するIn-M-Zn酸化物（元素Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、錫、銅、バナジウム、ベリリウム、ホウ素、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）等の金属酸化物を用いるとよい。また、酸化物330として、In-Ga酸化物、In-Zn酸化物、インジウム酸化物を用いてもよい。

10

【0451】

ここで、酸化物330bに用いる金属酸化物における、元素Mに対するInの原子数比が、酸化物330aに用いる金属酸化物における、元素Mに対するInの原子数比より大きいことが好ましい。

【0452】

具体的には、酸化物330aとして、In:M:Zn=1:3:4〔原子数比〕もしくはその近傍の組成、またはIn:M:Zn=1:1:0.5〔原子数比〕もしくはその近傍の組成の金属酸化物を用いればよい。また、酸化物330bとして、In:M:Zn=1:1:1〔原子数比〕もしくはその近傍の組成、またはIn:M:Zn=4:2:3〔原子数比〕もしくはその近傍の組成の金属酸化物を用いればよい。なお、近傍の組成とは、所望の原子数比の±30%の範囲を含む。また、元素Mとして、ガリウムを用いることが好ましい。

20

【0453】

なお、金属酸化物をスパッタリング法により成膜する場合、上記の原子数比は、成膜された金属酸化物の原子数比に限られず、金属酸化物の成膜に用いるスパッタリングターゲットの原子数比であってもよい。

【0454】

このように、酸化物330bの下に酸化物330aを配置することで、酸化物330aよりも下方に形成された構造物からの、酸化物330bに対する、不純物および酸素の拡散を抑制することができる。

30

【0455】

また、酸化物330aおよび酸化物330bが、酸素以外に共通の元素を有する（主成分とする）ことで、酸化物330aと酸化物330bの界面における欠陥準位密度が低くすることができる。酸化物330aと酸化物330bとの界面における欠陥準位密度を低くすることができるため、界面散乱によるキャリア伝導への影響が小さく、高いオン電流が得られる。

【0456】

酸化物330aおよび酸化物330bは、それぞれ結晶性を有することが好ましい。特に、酸化物330bとして、CAAC-OS (c-axis aligned crystal line oxide semiconductor) を用いることが好ましい。

40

【0457】

CAAC-OSは、結晶性の高い、緻密な構造を有しており、不純物や欠陥（例えば、酸素欠損 (V<sub>O</sub>: oxygen vacancy) ともいう）が少ない金属酸化物である。特に、金属酸化物の形成後に、金属酸化物が多結晶化しない程度の温度（例えば、400℃以上600℃以下）で加熱処理することで、CAAC-OSをより結晶性の高い、緻密な構造にすることができる。このようにして、CAAC-OSの密度をより高めることで、当該CAAC-OS中の不純物または酸素の拡散をより低減することができる。

【0458】

一方、CAAC-OSは、明確な結晶粒界を確認することが難しいため、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。したがって、CAAC-OSを有する金

50

属酸化物は、物理的性質が安定する。そのため、 $\text{CAAC-O-S}$ を有する金属酸化物は熱に強く、信頼性が高い。

【0459】

絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383の少なくとも一は、水、水素などの不純物が、基板側から、または、トランジスタ300の上方からトランジスタ300に拡散することを抑制するバリア絶縁膜として機能することが好ましい。したがって、絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383の少なくとも一は、水素原子、水素分子、水分子、窒素原子、窒素分子、酸化窒素分子( $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ など)、銅原子などの不純物の拡散を抑制する機能を有する(上記不純物が透過しにくい)絶縁性材料を用いることが好ましい。または、酸素(例えば、酸素原子、酸素分子などの少なくとも一)の拡散を抑制する機能を有する(上記酸素が透過しにくい)絶縁性材料を用いることが好ましい。

10

【0460】

なお、本明細書において、バリア絶縁膜とは、バリア性を有する絶縁膜のことを指す。本明細書において、バリア性とは、対応する物質の拡散を抑制する機能(透過性が低いともいう)とする。または、対応する物質を、捕獲、および固着する(ゲッタリングともいう)機能とする。

【0461】

絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383としては、例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを用いることができる。例えば、絶縁体312、絶縁体375、および絶縁体383として、より水素バリア性が高い、窒化シリコンなどを用いることが好ましい。また、例えば、絶縁体314、絶縁体371、および絶縁体382として、水素を捕獲および水素を固着する機能が高い、酸化アルミニウムまたは酸化マグネシウム、などを用いることが好ましい。これにより、水、水素などの不純物が絶縁体312、および絶縁体314を介して、基板側からトランジスタ300側に拡散するのを抑制することができる。または、水、水素などの不純物が絶縁体383よりも外側に配置されている層間絶縁膜などから、トランジスタ300側に拡散するのを抑制することができる。または、絶縁体324などに含まれる酸素が、絶縁体312、および絶縁体314を介して基板側に、拡散するのを抑制することができる。または、絶縁体380などに含まれる酸素が、絶縁体382などを介してトランジスタ300より上方に、拡散するのを抑制することができる。この様に、トランジスタ300を、水、水素などの不純物、および酸素の拡散を抑制する機能を有する、絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383で取り囲む構造とすることが好ましい。

20

30

【0462】

ここで、絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383として、アモルファス構造を有する酸化物を用いることが好ましい。例えば、 $\text{AlO}_x$ ( $x$ は0より大きい任意数)、または $\text{MgO}_y$ ( $y$ は0より大きい任意数)などの金属酸化物を用いることが好ましい。このようなアモルファス構造を有する金属酸化物では、酸素原子がダングリングボンドを有しており、当該ダングリングボンドで水素を捕獲または固着する性質を有する場合がある。このようなアモルファス構造を有する金属酸化物をトランジスタ300の構成要素として用いる、またはトランジスタ300の周囲に設けることで、トランジスタ300に含まれる水素、またはトランジスタ300の周囲に存在する水素を捕獲または固着することができる。特にトランジスタ300のチャネル形成領域に含まれる水素を捕獲または固着することが好ましい。アモルファス構造を有する金属酸化物をトランジスタ300の構成要素として用いる、またはトランジスタ300の周囲に設けることで、良好な特性を有し、信頼性の高いトランジスタ300、および半導体装置を作製することができる。

40

50

## 【0463】

なお、絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383は、アモルファス構造であることが好ましいが、一部に多結晶構造の領域が形成されていてもよい。また、絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383は、アモルファス構造の層と、多結晶構造の層と、が積層された多層構造であってもよい。例えば、アモルファス構造の層の上に多結晶構造の層が形成された積層構造でもよい。

## 【0464】

絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383の成膜は、例えば、スパッタリング法を用いて行えばよい。スパッタリング法は、成膜ガスに水素を用いなくてよいので、絶縁体312、絶縁体314、絶縁体371、絶縁体375、絶縁体382、および絶縁体383の水素濃度を低減することができる。なお、成膜方法は、スパッタリング法に限られるものではなく、CVD法、MBE法、PLD法、ALD法などを適宜用いてもよい。

10

## 【0465】

また、絶縁体316、絶縁体380、および絶縁体385は、絶縁体314よりも誘電率が低いことが好ましい。誘電率が低い材料を層間絶縁膜とすることで、配線間に生じる寄生容量を低減することができる。例えば、絶縁体316、絶縁体380、および絶縁体385として、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、フッ素を添加した酸化シリコン、炭素を添加した酸化シリコン、炭素および窒素を添加した酸化シリコン、空孔を有する酸化シリコンなどを適宜用いればよい。

20

## 【0466】

導電体305は、酸化物330、および導電体360と、重なるように配置する。ここで、導電体305は、絶縁体316に形成された開口に埋め込まれて設けることが好ましい。

## 【0467】

導電体305は、導電体305a、導電体305b、および導電体305cを有する。導電体305aは、当該開口の底面および側壁に接して設けられる。導電体305bは、導電体305aに形成された凹部に埋め込まれるように設けられる。ここで、導電体305bの上面は、導電体305aの上面および絶縁体316の上面より低くなる。導電体305cは、導電体305bの上面、および導電体305aの側面に接して設けられる。ここで、導電体305cの上面の高さは、導電体305aの上面の高さおよび絶縁体316の上面の高さと略一致する。つまり、導電体305bは、導電体305aおよび導電体305cに包み込まれる構成になる。

30

## 【0468】

導電体305aおよび導電体305cは、後述する導電体360aに用いることができる導電性材料を用いればよい。また、導電体305bは、後述する導電体360bに用いることができる導電性材料を用いればよい。また、トランジスタ300では、導電体305は、導電体305a、導電体305b、および導電体305cを積層する構成について示しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、導電体305は、単層、2層または4層以上の積層構造として設ける構成にしてもよい。

40

## 【0469】

絶縁体322、および絶縁体324は、ゲート絶縁膜として機能する。

## 【0470】

絶縁体322は、水素（例えば、水素原子、水素分子などの少なくとも一）の拡散を抑制する機能を有することが好ましい。また、絶縁体322は、酸素（例えば、酸素原子、酸素分子などの少なくとも一）の拡散を抑制する機能を有することが好ましい。例えば、絶縁体322は、絶縁体324よりも水素および酸素の一方または双方の拡散を抑制する機能を有することが好ましい。

## 【0471】

絶縁体322は、絶縁性材料であるアルミニウムおよびハフニウム的一方または双方の酸

50

化物を含む絶縁体を用いるとよい。当該絶縁体として、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、アルミニウムおよびハフニウムを含む酸化物（ハフニウムアルミネート）などを用いることが好ましい。また、絶縁体322としては、上述の絶縁体314などに用いることができる、バリア絶縁膜を用いてもよい。

#### 【0472】

絶縁体324は、酸化シリコン、酸化窒化シリコンなどを適宜用いればよい。酸素を含む絶縁体324を酸化物330に接して設けることにより、酸化物330中の酸素欠損を低減し、トランジスタ300の信頼性を向上させることができる。また、絶縁体324は、酸化物330aと重畳するように、島状に加工されていることが好ましい。この場合、絶縁体375が、絶縁体324の側面および絶縁体322の上面に接する構成になる。これにより、絶縁体324と絶縁体380を絶縁体375によって離隔することができるので、絶縁体380に含まれる酸素が絶縁体324に拡散し、絶縁体324中の酸素が過剰になりすぎるのを抑制することができる。

#### 【0473】

なお、絶縁体322、および絶縁体324が、2層以上の積層構造を有していてもよい。その場合、同じ材料からなる積層構造に限定されず、異なる材料からなる積層構造でもよい。なお、図21(B)などにおいて、絶縁体324を、酸化物330aと重畳して島状に形成する構成について示したが、本発明はこれに限られるものではない。絶縁体324に含まれる酸素量を適正に調整できるならば、絶縁体322と同様に、絶縁体324をパターンニングしない構成にしてもよい。

#### 【0474】

酸化物343a、および酸化物343bが、酸化物330b上に設けられる。酸化物343aと酸化物343bは、導電体360を挟んで離隔して設けられる。酸化物343（酸化物343a、および酸化物343b）は、酸素の透過を抑制する機能を有することが好ましい。ソース電極やドレイン電極として機能する導電体342と酸化物330bとの間に酸素の透過を抑制する機能を有する酸化物343を配置することで、導電体342と、酸化物330bとの間の電気抵抗が低減されるので好ましい。なお、導電体342と酸化物330bの間の電気抵抗を十分低減できる場合、酸化物343を設けない構成にしてもよい。

#### 【0475】

酸化物343として、元素Mを有する金属酸化物を用いてもよい。特に、元素Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、または錫を用いるとよい。酸化物343は、酸化物330bよりも元素Mの濃度が高いことが好ましい。また、酸化物343として、酸化ガリウムを用いてもよい。また、酸化物343として、 $In-M-Zn$ 酸化物等の金属酸化物を用いてもよい。具体的には、酸化物343に用いる金属酸化物において、Inに対する元素Mの原子数比が、酸化物330bに用いる金属酸化物における、Inに対する元素Mの原子数比より大きいことが好ましい。また、酸化物343の膜厚は、0.5nm以上5nm以下が好ましく、より好ましくは1nm以上3nm以下、さらに好ましくは1nm以上2nm以下である

#### 【0476】

導電体342aは酸化物343aの上面に接して設けられ、導電体342bは、酸化物343bの上面に接して設けられることが好ましい。導電体342aと導電体342bは、それぞれトランジスタ300のソース電極またはドレイン電極として機能する。

#### 【0477】

導電体342（導電体342a、および導電体342b）としては、例えば、タンタルを含む窒化物、チタンを含む窒化物、モリブデンを含む窒化物、タングステンを含む窒化物、タンタルおよびアルミニウムを含む窒化物、チタンおよびアルミニウムを含む窒化物などを用いることが好ましい。本発明の一態様においては、タンタルを含む窒化物が特に好ましい。また、例えば、酸化ルテニウム、窒化ルテニウム、ストロンチウムとルテニウムを含む酸化物、ランタンとニッケルを含む酸化物などを用いてもよい。これらの材料は、

酸化しにくい導電性材料、または、酸素を吸収しても導電性を維持する材料であるため、好ましい。

【0478】

また、導電体342の側面と導電体342の上面との間に、湾曲面が形成されないことが好ましい。当該湾曲面が形成されない導電体342とすることで、図21(D)に示すような、チャンネル幅方向の断面における、導電体342の断面積を大きくすることができる。これにより、導電体342の導電率を大きくし、トランジスタ300のオン電流を大きくすることができる。

【0479】

絶縁体371aは、導電体342aの上面に接して設けられており、絶縁体371bは、導電体342bの上面に接して設けられている。

10

【0480】

絶縁体375は、絶縁体322の上面、絶縁体324の側面、酸化物330aの側面、酸化物330bの側面、酸化物343の側面、導電体342の側面、絶縁体371の側面および上面に接して設けられる。絶縁体375は、絶縁体350、および導電体360が設けられる領域に開口が形成されている。

【0481】

絶縁体312と絶縁体375に挟まれた領域内で、水素などの不純物を捕獲する機能を有する、絶縁体314、絶縁体371、および絶縁体375を設けることで、絶縁体324、または絶縁体316などに含まれる水素などの不純物を捕獲し、当該領域内における、水素の量を一定値にすることができる。この場合は、絶縁体314、絶縁体371、および絶縁体375に、アモルファス構造の酸化アルミニウムが含まれていることが好ましい。

20

【0482】

絶縁体350は、絶縁体350aと、絶縁体350a上の絶縁体350bを有し、ゲート絶縁膜として機能する。また、絶縁体350aは、酸化物330bの上面、酸化物343の側面、導電体342の側面、絶縁体371の側面、絶縁体375の側面、および絶縁体380の側面に接して配置することが好ましい。また、絶縁体350の膜厚は、1nm以上20nm以下とするのが好ましい。

【0483】

絶縁体350aは、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、フッ素を添加した酸化シリコン、炭素を添加した酸化シリコン、炭素および窒素を添加した酸化シリコン、空孔を有する酸化シリコンなどを用いることができる。特に、酸化シリコン、および酸化窒化シリコンは熱に対し安定であるため好ましい。絶縁体350aは、絶縁体324と同様に、水、水素などの不純物濃度が低減されていることが好ましい。

30

【0484】

絶縁体350aは、加熱により酸素が放出される絶縁体を用いて形成し、絶縁体350bは、酸素の拡散を抑制する機能を有する絶縁体を用いて形成することが好ましい。このような構成にすることで、絶縁体350aに含まれる酸素が、導電体360へ拡散するのを抑制することができる。つまり、酸化物330へ供給する酸素量の減少を抑制することができる。また、絶縁体350aに含まれる酸素による導電体360の酸化を抑制することができる。例えば、絶縁体350bは、絶縁体322と同様の材料を用いて設けることができる。

40

【0485】

絶縁体350bとして、具体的には、ハフニウム、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、ジルコニウム、タングステン、チタン、タンタル、ニッケル、ゲルマニウム、マグネシウムなどから選ばれた一種、もしくは二種以上が含まれた金属酸化物、または酸化物330として用いることができる金属酸化物を用いることができる。特に、アルミニウムおよびハフニウムの一方または双方の酸化物を含む絶縁体を用いることが好ましい。当該絶縁体として、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、アルミニウムおよびハフニウムを含む酸化物（ハフニウムアルミネート）などを用いることが好ましい。また、絶縁体350b

50

の膜厚は、0.5 nm以上、3.0 nm以下が好ましく、1.0 nm以上、1.5 nm以下がより好ましい。

【0486】

なお、図21(B)および図21(C)では、絶縁体350を2層の積層構造で図示したが、本発明はこれに限られるものではない。絶縁体350を単層、または3層以上の積層構造としてもよい。

【0487】

導電体360は、絶縁体350b上に設けられており、トランジスタ300の第1のゲート電極として機能する。導電体360は、導電体360aと、導電体360aの上に配置された導電体360bと、を有することが好ましい。例えば、導電体360aは、導電体360bの底面および側面を包むように配置されることが好ましい。また、図21(B)および図21(C)に示すように、導電体360の上面は、絶縁体350の上面と略一致している。なお、図21(B)および図21(C)では、導電体360は、導電体360aと導電体360bの2層構造として示しているが、単層構造でもよいし、3層以上の積層構造であってもよい。

【0488】

導電体360aは、水素原子、水素分子、水分子、窒素原子、窒素分子、酸化窒素分子、銅原子などの不純物の拡散を抑制する機能を有する導電性材料を用いることが好ましい。または、酸素（例えば、酸素原子、酸素分子などの少なくとも一）の拡散を抑制する機能を有する導電性材料を用いることが好ましい。

【0489】

また、導電体360aが酸素の拡散を抑制する機能を持つことにより、絶縁体350に含まれる酸素により、導電体360bが酸化して導電率が低下することを抑制することができる。酸素の拡散を抑制する機能を有する導電性材料としては、例えば、チタン、窒化チタン、タンタル、窒化タンタル、ルテニウム、酸化ルテニウムなどを用いることが好ましい。

【0490】

また、導電体360は、配線としても機能するため、導電性が高い導電体を用いることが好ましい。例えば、導電体360bは、タングステン、銅、またはアルミニウムを主成分とする導電性材料を用いることができる。また、導電体360bは積層構造としてもよく、例えば、チタンまたは窒化チタンと上記導電性材料との積層構造としてもよい。

【0491】

また、トランジスタ300では、導電体360は、絶縁体380などに形成されている開口を埋めるように自己整合的に形成される。導電体360をこのように形成することにより、導電体342aと導電体342bとの間の領域に、導電体360を位置合わせすることなく確実に配置することができる。

【0492】

また、図21(C)に示すように、トランジスタ300のチャネル幅方向において、絶縁体322の底面を基準としたときの、導電体360の、導電体360と酸化物330bとが重ならない領域の底面の高さは、酸化物330bの底面の高さより低いことが好ましい。ゲート電極として機能する導電体360が、絶縁体350などを介して、酸化物330bのチャネル形成領域の側面および上面を覆う構成とすることで、導電体360の電界を酸化物330bのチャネル形成領域全体に作用させやすくなる。よって、トランジスタ300のオン電流を増大させ、周波数特性を向上させることができる。絶縁体322の底面を基準としたときの、酸化物330aおよび酸化物330bと、導電体360とが、重ならない領域における導電体360の底面の高さと、酸化物330bの底面の高さと、の差は、0 nm以上100 nm以下、好ましくは、3 nm以上50 nm以下、より好ましくは、5 nm以上20 nm以下とする。

【0493】

絶縁体380は、絶縁体375上に設けられ、絶縁体350、および導電体360が設け

られる領域に開口が形成されている。また、絶縁体 380 の上面は、平坦化されていてもよい。この場合、絶縁体 380 の上面は、絶縁体 350 の上面、および導電体 360 の上面と概略一致していることが好ましい。

#### 【0494】

絶縁体 382 は、絶縁体 380 の上面、絶縁体 350 の上面、および導電体 360 の上面に接して設けられる。絶縁体 382 は、水、水素などの不純物が、上方から絶縁体 380 に拡散するのを抑制するバリア絶縁膜として機能することが好ましく、水素などの不純物を捕獲する機能を有することが好ましい。また、絶縁体 382 は、酸素の透過を抑制するバリア絶縁膜として機能することが好ましい。絶縁体 382 としては、例えば、酸化アルミニウムなどの絶縁体を用いればよい。絶縁体 312 と絶縁体 383 に挟まれた領域内で、絶縁体 380 に接して、水素などの不純物を捕獲する機能を有する、絶縁体 382 を設けることで、絶縁体 380 などに含まれる水素などの不純物を捕獲し、当該領域内における、水素の量を一定値にすることができる。特に、絶縁体 382 として、アモルファス構造を有する酸化アルミニウムを用いることで、より効果的に水素を捕獲または固着できる場合があるため好ましい。これにより、良好な特性を有し、信頼性の高いトランジスタ 300、および半導体装置を作製することができる。

10

#### 【0495】

導電体 340 a および導電体 340 b は、タングステン、銅、またはアルミニウムを主成分とする導電性材料を用いることが好ましい。また、導電体 340 a および導電体 340 b は積層構造としてもよい。導電体 340 を積層構造とする場合、絶縁体 341 と接する導電体には、水、水素などの不純物の透過を抑制する機能を有する導電性材料を用いることが好ましい。例えば、上述の導電体 360 a に用いることができる導電性材料を用いればよい。

20

#### 【0496】

絶縁体 341 a および絶縁体 341 b としては、例えば、窒化シリコン、酸化アルミニウム、窒化酸化シリコンなどの絶縁体を用いればよい。絶縁体 341 a および絶縁体 341 b は、絶縁体 383、絶縁体 382、および絶縁体 371 に接して設けられるので、絶縁体 380 などに含まれる水、水素などの不純物が、導電体 340 a および導電体 340 b を通じて酸化物 330 に混入するのを抑制することができる。

#### 【0497】

また、導電体 340 a の上面、および導電体 340 b の上面に接して配線として機能する導電体 346 (導電体 346 a、および導電体 346 b) を配置してもよい。導電体 346 は、タングステン、銅、またはアルミニウムを主成分とする導電性材料を用いることが好ましい。また、当該導電体は、積層構造としてもよく、例えば、チタンまたは窒化チタンと上記導電性材料との積層としてもよい。なお、当該導電体は、絶縁体に設けられた開口に埋め込むように形成してもよい。

30

#### 【0498】

以上により、良好な電気特性を有する半導体装置を提供することができる。また、信頼性が良好な半導体装置を提供することができる。また、微細化または高集積化が可能な半導体装置を提供することができる。また、低消費電力の半導体装置を提供することができる。

40

#### 【0499】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

#### 【0500】

##### (実施の形態 10)

本実施の形態では、上記の実施の形態で説明した O S トランジスタに用いることができる金属酸化物 (以下、酸化物半導体ともいう。) について説明する。

#### 【0501】

金属酸化物は、少なくともインジウムまたは亜鉛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、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、スズなどが含まれていることが好ましい。また、ホウ素、チタン、鉄、ニッ

50

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、ネオジウム、ハフニウム、タンタル、タングステン、マグネシウム、コバルト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。

【0502】

＜結晶構造の分類＞

まず、酸化物半導体における、結晶構造の分類について、図22(A)を用いて説明を行う。図22(A)は、酸化物半導体、代表的にはIGZO(Inと、Gaと、Znと、を含む金属酸化物)の結晶構造の分類を説明する図である。

【0503】

図22(A)に示すように、酸化物半導体は、大きく分けて「Amorphous(無定形)」と、「Crystalline(結晶性)」と、「Crystal(結晶)」と、に分類される。また、「Amorphous」の中には、completely amorphousが含まれる。また、「Crystalline」の中には、CAAC(columnar aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)、及びCAC(cloud-aligned composite)が含まれる。なお、「Crystalline」の分類には、single crystal、poly crystal、及びcompletely amorphousは除かれる。また、「Crystal」の中には、single crystal、及びpoly crystalが含まれる。

【0504】

なお、図22(A)に示す太枠内の構造は、「Amorphous(無定形)」と、「Crystal(結晶)」との間の中間状態であり、新しい境界領域(New crystalline phase)に属する構造である。すなわち、当該構造は、エネルギー的に不安定な「Amorphous(無定形)」や、「Crystal(結晶)」とは全く異なる構造と言い換えることができる。

【0505】

なお、膜または基板の結晶構造は、X線回折(XRD:X-Ray Diffraction)スペクトルを用いて評価することができる。ここで、「Crystalline」に分類されるCAAC-IGZO膜のGIXD(Grazing-Incidence XRD)測定で得られるXRDスペクトルを図22(B)に示す。なお、GIXD法は、薄膜法またはSeemann-Bohlin法ともいう。以降、図22(B)に示すGIXD測定で得られるXRDスペクトルを、単にXRDスペクトルと記す。なお、図22(B)に示すCAAC-IGZO膜の組成は、In:Ga:Zn=4:2:3[原子数比]近傍である。また、図22(B)に示すCAAC-IGZO膜の厚さは、500nmである。

【0506】

図22(B)に示すように、CAAC-IGZO膜のXRDスペクトルでは、明確な結晶性を示すピークが検出される。具体的には、CAAC-IGZO膜のXRDスペクトルでは、 $2\theta = 31^\circ$ 近傍に、c軸配向を示すピークが検出される。なお、図22(B)に示すように、 $2\theta = 31^\circ$ 近傍のピークは、ピーク強度が検出された角度を軸に左右非対称である。

【0507】

また、膜または基板の結晶構造は、極微電子線回折法(NBED:Nano Beam Electron Diffraction)によって観察される回折パターン(極微電子線回折パターンともいう。)にて評価することができる。CAAC-IGZO膜の回折パターンを、図22(C)に示す。図22(C)は、電子線を基板に対して平行に入射するNBEDによって観察される回折パターンである。なお、図22(C)に示すCAAC-IGZO膜の組成は、In:Ga:Zn=4:2:3[原子数比]近傍である。また、極微電子線回折法では、プローブ径を1nmとして電子線回折が行われる。

【0508】

10

20

30

40

50

図 2 2 (C) に示すように、C A A C - I G Z O 膜の回折パターンでは、c 軸配向を示す複数のスポットが観察される。

【0509】

<<酸化物半導体の構造>>

なお、酸化物半導体は、結晶構造に着目した場合、図 2 2 (A) とは異なる分類となる場合がある。例えば、酸化物半導体は、単結晶酸化物半導体と、それ以外の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、例えば、上述の C A A C - O S、及び n c - O S がある。また、非単結晶酸化物半導体には、多結晶酸化物半導体、擬似非晶質酸化物半導体 (a - l i k e O S : a m o r p h o u s - l i k e o x i d e s e m i c o n d u c t o r)、非晶質酸化物半導体、などが含まれる。

10

【0510】

ここで、上述の C A A C - O S、n c - O S、及び a - l i k e O S の詳細について、説明を行う。

【0511】

[C A A C - O S]

C A A C - O S は、複数の結晶領域を有し、当該複数の結晶領域は c 軸が特定の方向に配向している酸化物半導体である。なお、特定の方向とは、C A A C - O S 膜の厚さ方向、C A A C - O S 膜の被形成面の法線方向、または C A A C - O S 膜の表面の法線方向である。また、結晶領域とは、原子配列に周期性を有する領域である。なお、原子配列を格子配列とみなすと、結晶領域とは、格子配列の揃った領域でもある。さらに、C A A C - O S は、a - b 面方向において複数の結晶領域が連結する領域を有し、当該領域は歪みを有する場合がある。なお、歪みとは、複数の結晶領域が連結する領域において、格子配列の揃った領域と、別の格子配列の揃った領域と、の間で格子配列の向きが変化している箇所を指す。つまり、C A A C - O S は、c 軸配向し、a - b 面方向には明らかな配向をしていない酸化物半導体である。

20

【0512】

なお、上記複数の結晶領域のそれぞれは、1 つまたは複数の微小な結晶（最大径が 1 0 n m 未満である結晶）で構成される。結晶領域が 1 つの微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の最大径は 1 0 n m 未満となる。また、結晶領域が多数の微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の大きさは、数十 n m 程度となる場合がある。

30

【0513】

また、I n - M - Z n 酸化物（元素 M は、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、スズ、チタンなどから選ばれた一種、または複数種）において、C A A C - O S は、インジウム (I n)、及び酸素を有する層（以下、I n 層）と、元素 M、亜鉛 (Z n)、及び酸素を有する層（以下、(M, Z n) 層）とが積層した、層状の結晶構造（層状構造ともいう）を有する傾向がある。なお、インジウムと元素 M は、互いに置換可能である。よって、(M, Z n) 層にはインジウムが含まれる場合がある。また、I n 層には元素 M が含まれる場合がある。なお、I n 層には Z n が含まれる場合もある。当該層状構造は、例えば、高分解能 T E M 像において、格子像として観察される。

【0514】

C A A C - O S 膜に対し、例えば、X R D 装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta / 2 \theta$  スキャンを用いた O u t - o f - p l a n e X R D 測定では、c 軸配向を示すピークが  $2 \theta = 31^\circ$  またはその近傍に検出される。なお、c 軸配向を示すピークの位置 ( $2 \theta$  の値) は、C A A C - O S を構成する金属元素の種類、組成などにより変動する場合がある。

40

【0515】

また、例えば、C A A C - O S 膜の電子線回折パターンにおいて、複数の輝点（スポット）が観測される。なお、あるスポットと別のスポットとは、試料を透過した入射電子線のスポット（ダイレクトスポットともいう。）を対称中心として、点对称の位置に観測される。

【0516】

50

上記特定の方向から結晶領域を観察した場合、当該結晶領域内の格子配列は、六方格子を基本とするが、単位格子は正六角形とは限らず、非正六角形である場合がある。また、上記歪みにおいて、五角形、七角形などの格子配列を有する場合がある。なお、C A A C - O Sにおいて、歪み近傍においても、明確な結晶粒界（グレインバウンダリー）を確認することはできない。即ち、格子配列の歪みによって、結晶粒界の形成が抑制されていることがわかる。これは、C A A C - O Sが、a - b面方向において酸素原子の配列が稠密でないことや、金属原子が置換することで原子間の結合距離が変化することなどによって、歪みを許容することができるためと考えられる。

【0517】

なお、明確な結晶粒界が確認される結晶構造は、いわゆる多結晶（polycrystal）と呼ばれる。結晶粒界は、再結合中心となり、キャリアが捕獲されトランジスタのオン電流の低下、電界効果移動度の低下などを引き起こす可能性が高い。よって、明確な結晶粒界が確認されないC A A C - O Sは、トランジスタの半導体層に好適な結晶構造を有する結晶性の酸化物の一つである。なお、C A A C - O Sを構成するには、Z nを有する構成が好ましい。例えば、I n - Z n酸化物、及びI n - G a - Z n酸化物は、I n酸化物よりも結晶粒界の発生を抑制できるため好適である。

【0518】

C A A C - O Sは、結晶性が高く、明確な結晶粒界が確認されない酸化物半導体である。よって、C A A C - O Sは、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。また、酸化物半導体の結晶性は不純物の混入や欠陥の生成などによって低下する場合があるため、C A A C - O Sは不純物や欠陥（酸素欠損など）の少ない酸化物半導体ともいえる。従って、C A A C - O Sを有する酸化物半導体は、物理的性質が安定する。そのため、C A A C - O Sを有する酸化物半導体は熱に強く、信頼性が高い。また、C A A C - O Sは、製造工程における高い温度（所謂サーマルバジェット）に対しても安定である。したがって、O SトランジスタにC A A C - O Sを用いると、製造工程の自由度を広げることが可能となる。

【0519】

[n c - O S]

n c - O Sは、微小な領域（例えば、1 n m以上1 0 n m以下の領域、特に1 n m以上3 n m以下の領域）において原子配列に周期性を有する。別言すると、n c - O Sは、微小な結晶を有する。なお、当該微小な結晶の大きさは、例えば、1 n m以上1 0 n m以下、特に1 n m以上3 n m以下であることから、当該微小な結晶をナノ結晶ともいう。また、n c - O Sは、異なるナノ結晶間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。したがって、n c - O Sは、分析方法によっては、a - l i k e O Sや非晶質酸化物半導体と区別が付かない場合がある。例えば、n c - O S膜に対し、X R D装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta / 2 \theta$  スキャンを用いたO u t - o f - p l a n e X R D測定では、結晶性を示すピークが検出されない。また、n c - O S膜に対し、ナノ結晶よりも大きいプローブ径（例えば5 0 n m以上）の電子線を用いる電子線回折（制限視野電子線回折ともいう。）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。一方、n c - O S膜に対し、ナノ結晶の大きさと近いナノ結晶より小さいプローブ径（例えば1 n m以上3 0 n m以下）の電子線を用いる電子線回折（ナノビーム電子線回折ともいう。）を行うと、ダイレクトスポットを中心とするリング状の領域内に複数のスポットが観測される電子線回折パターンが取得される場合がある。

【0520】

[a - l i k e O S]

a - l i k e O Sは、n c - O Sと非晶質酸化物半導体との間の構造を有する酸化物半導体である。a - l i k e O Sは、鬆又は低密度領域を有する。即ち、a - l i k e O Sは、n c - O S及びC A A C - O Sと比べて、結晶性が低い。また、a - l i k e O Sは、n c - O S及びC A A C - O Sと比べて、膜中の水素濃度が高い。

【0521】

10

20

30

40

50

# <<酸化物半導体の構成>>

次に、上述のCAC-O-Sの詳細について、説明を行う。なお、CAC-O-Sは材料構成に関する。

【0522】

[CAC-O-S]

CAC-O-Sとは、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3nm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、一つまたは複数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3nm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。

10

【0523】

さらに、CAC-O-Sとは、第1の領域と、第2の領域と、に材料が分離することでモザイク状となり、当該第1の領域が、膜中に分布した構成（以下、クラウド状ともいう。）である。つまり、CAC-O-Sは、当該第1の領域と、当該第2の領域とが、混合している構成を有する複合金属酸化物である。

【0524】

ここで、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-O-Sを構成する金属元素に対するIn、Ga、およびZnの原子数比のそれぞれを、[In]、[Ga]、および[Zn]と表記する。例えば、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-O-Sにおいて、第1の領域は、[In]が、CAC-O-S膜の組成における[In]よりも大きい領域である。また、第2の領域は、[Ga]が、CAC-O-S膜の組成における[Ga]よりも大きい領域である。または、例えば、第1の領域は、[In]が、第2の領域における[In]よりも大きく、且つ、[Ga]が、第2の領域における[Ga]よりも小さい領域である。また、第2の領域は、[Ga]が、第1の領域における[Ga]よりも大きく、且つ、[In]が、第1の領域における[In]よりも小さい領域である。

20

【0525】

具体的には、上記第1の領域は、インジウム酸化物、インジウム亜鉛酸化物などが主成分である領域である。また、上記第2の領域は、ガリウム酸化物、ガリウム亜鉛酸化物などが主成分である領域である。つまり、上記第1の領域を、Inを主成分とする領域と言い換えることができる。また、上記第2の領域を、Gaを主成分とする領域と言い換えることができる。

30

【0526】

なお、上記第1の領域と、上記第2の領域とは、明確な境界が観察できない場合がある。

【0527】

例えば、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-O-Sでは、エネルギー分散型X線分光法（EDX:Energy Dispersive X-ray spectroscopy）を用いて取得したEDXマッピングにより、Inを主成分とする領域（第1の領域）と、Gaを主成分とする領域（第2の領域）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。

【0528】

CAC-O-Sをトランジスタに用いる場合、第1の領域に起因する導電性と、第2の領域に起因する絶縁性とが、相補的に作用することにより、スイッチングさせる機能（On/Offさせる機能）をCAC-O-Sに付与することができる。つまり、CAC-O-Sとは、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。導電性の機能と絶縁性の機能と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。よって、CAC-O-Sをトランジスタに用いることで、高いオン電流（ $I_{on}$ ）、高い電界効果移動度（ $\mu$ ）、および良好なスイッチング動作を実現することができる。

40

【0529】

酸化物半導体は、多様な構造をとり、それぞれが異なる特性を有する。本発明の一態様の

50

酸化物半導体は、非晶質酸化物半導体、多結晶酸化物半導体、a-like OS、CA C-OS、nc-OS、CAAC-OSのうち、二種以上を有していてもよい。

【0530】

<酸化物半導体を有するトランジスタ>

続いて、上記酸化物半導体をトランジスタに用いる場合について説明する。

【0531】

上記酸化物半導体をトランジスタに用いることで、高い電界効果移動度のトランジスタを実現することができる。また、信頼性の高いトランジスタを実現することができる。

【0532】

トランジスタには、キャリア濃度の低い酸化物半導体を用いることが好ましい。例えば、酸化物半導体のキャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 未満であり、 $1 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-3}$ 以上である。なお、酸化物半導体膜のキャリア濃度を低くする場合においては、酸化物半導体膜中の不純物濃度を低くし、欠陥準位密度を低くすればよい。本明細書等において、不純物濃度が低く、欠陥準位密度の低いことを高純度真性又は実質的に高純度真性と言う。なお、キャリア濃度の低い酸化物半導体を、高純度真性又は実質的に高純度真性な酸化物半導体と呼ぶ場合がある。

【0533】

また、高純度真性又は実質的に高純度真性である酸化物半導体膜は、欠陥準位密度が低い  
ため、トラップ準位密度も低くなる場合がある。

【0534】

また、酸化物半導体のトラップ準位に捕獲された電荷は、消失するまでに要する時間が長く、あたかも固定電荷のように振る舞うことがある。そのため、トラップ準位密度の高い酸化物半導体にチャネル形成領域が形成されるトランジスタは、電気特性が不安定となる場合がある。

【0535】

従って、トランジスタの電気特性を安定にするためには、酸化物半導体中の不純物濃度を低減することが有効である。また、酸化物半導体中の不純物濃度を低減するためには、近接する膜中の不純物濃度も低減することが好ましい。不純物としては、水素、窒素、アルカリ金属、アルカリ土類金属、鉄、ニッケル、シリコン等がある。

【0536】

<不純物>

ここで、酸化物半導体中における各不純物の影響について説明する。

【0537】

酸化物半導体において、第14族元素の一つであるシリコンや炭素が含まれると、酸化物半導体において欠陥準位が形成される。このため、酸化物半導体におけるシリコンや炭素の濃度と、酸化物半導体との界面近傍のシリコンや炭素の濃度（二次イオン質量分析法（SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry）により得られる濃度）を、 $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。

【0538】

また、酸化物半導体にアルカリ金属又はアルカリ土類金属が含まれると、欠陥準位を形成し、キャリアを生成する場合がある。従って、アルカリ金属又はアルカリ土類金属が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため、SIMSにより得られる酸化物半導体中のアルカリ金属又はアルカリ土類金属の濃度を、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。

【0539】

また、酸化物半導体において、窒素が含まれると、キャリアである電子が生じ、キャリア

10

20

30

40

50

濃度が増加し、n型化しやすい。この結果、窒素が含まれている酸化物半導体を半導体に用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。または、酸化物半導体において、窒素が含まれると、トラップ準位が形成される場合がある。この結果、トランジスタの電気特性が不安定となる場合がある。このため、SIMSにより得られる酸化物半導体中の窒素濃度を、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、さらに好ましくは $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。

【0540】

また、酸化物半導体に含まれる水素は、金属原子と結合する酸素と反応して水になるため、酸素欠損を形成する場合がある。該酸素欠損に水素が入ることで、キャリアである電子が生成される場合がある。また、水素の一部が金属原子と結合する酸素と結合して、キャリアである電子を生成することがある。従って、水素が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため、酸化物半導体中の水素はできる限り低減されていることが好ましい。具体的には、酸化物半導体において、SIMSにより得られる水素濃度を、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、好ましくは $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、より好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、さらに好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満にする。

【0541】

不純物が十分に低減された酸化物半導体をトランジスタのチャネル形成領域に用いることで、安定した電気特性を付与することができる。

【0542】

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0543】

(実施の形態11)

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルを備える電子機器の構成例について説明する。

【0544】

図24(A)に、メガネ型の電子機器5700の斜視図を示す。電子機器5700は、一対の表示パネル5701、一対の筐体5702、一対の光学部材5703、一対の装着部5704、フレーム5707、鼻パッド5708等を有する。

【0545】

電子機器5700は、光学部材5703の表示領域5706に、表示パネル5701で表示した画像を投影することができる。また、光学部材5703は透光性を有するため、ユーザーは光学部材5703を通して視認される透過像に重ねて、表示領域5706に表示された画像を見ることができる。したがって電子機器5700は、AR表示が可能な電子機器である。

【0546】

また一方または双方の筐体5702には、前方を撮像することのできるカメラが設けられていてもよい。また、筐体5702は無線通信機を有していてもよく、当該無線通信機により筐体5702に映像信号等を供給することができる。なお、無線通信機に代えて、または無線通信機に加えて、映像信号や電源電位が供給されるケーブルを接続可能なコネクタを備えていてもよい。また、筐体5702に、ジャイロセンサなどの加速度センサを備えることで、ユーザーの頭部の向きを検知して、その向きに応じた画像を表示領域5706に表示することもできる。

【0547】

また一方または双方の筐体5702には、プロセッサが設けられていてもよい。プロセッサは、カメラ、無線通信機、一対の表示パネル5701等、電子機器5700が有する各種コンポーネントを制御する機能や、画像を生成する機能等を有している。プロセッサは、AR表示のための合成画像を生成する機能を有していてもよい。

【0548】

また、無線通信機によって、外部の機器とデータの通信を行うことができる。例えば外部から送信されるデータをプロセッサに出力し、プロセッサは、当該データに基づいて、AR表示のための画像データを生成することもできる。外部から送信されるデータの例としては、画像データのほか、生体センサ装置などから送信される生体情報を含むデータなどが挙げられる。

【0549】

続いて、図24(B)を用いて、電子機器5700の表示領域5706への画像の投影方法について説明する。筐体5702の内部には、表示パネル5701が設けられている。また、光学部材5703には、反射板5712が設けられ、光学部材5703の表示領域5706に相当する部分には、ハーフミラーとして機能する反射面5713が設けられる。

10

【0550】

表示パネル5701から発せられた光5715は、反射板5712により光学部材5703側へ反射される。光学部材5703の内部において、光5715は光学部材5703の端面で全反射を繰り返し、反射面5713に到達することで、反射面5713に画像が投影される。これにより、ユーザーは、反射面5713に反射された光5715と、光学部材5703（反射面5713を含む）を透過した透過光5716の両方を視認することができる。

【0551】

図24では、反射板5712及び反射面5713がそれぞれ曲面を有する例を示している。これにより、これらが平面である場合に比べて、光学設計の自由度を高めることができ、光学部材5703の厚さを薄くすることができる。なお、反射板5712及び反射面5713を平面としてもよい。

20

【0552】

反射板5712としては、鏡面を有する部材を用いることができ、反射率が高いことが好ましい。また、反射面5713としては、金属膜の反射を利用したハーフミラーを用いてもよいが、全反射を利用したプリズムなどを用いると、透過光5716の透過率を高めることができる。

【0553】

ここで、筐体5702は、表示パネル5701と反射板5712との間に、レンズを有していてもよい。このとき、筐体5702は、レンズと表示パネル5701との距離や、これらの角度を調整する機構を有していることが好ましい。これにより、ピントの調整や、画像の拡大、縮小などを行うことが可能となる。例えば、レンズまたは表示パネル5701の一方または両方が、光軸方向に移動可能な構成とすればよい。

30

【0554】

また筐体5702は、反射板5712の角度を調整可能な機構を有していることが好ましい。反射板5712の角度を変えることで、画像が表示される表示領域5706の位置を変えることが可能となる。これにより、ユーザーの目の位置に応じて最適な位置に表示領域5706を配置することが可能となる。

【0555】

また、筐体5702にはバッテリー5717及び無線給電モジュール5718が設けられていることが好ましい。バッテリー5717を有することで、電子機器5700に別途バッテリーを接続することなく、使用することができるため、利便性を高めることができる。また、無線給電モジュール5718を有することで、無線によって充電することができるため、利便性や意匠性を高めることができる。さらに、コネクタ等により有線で充電する場合に比べて、接点不良などの故障のリスクを低減でき、電子機器5700の信頼性を高めることができる。

40

【0556】

筐体5702には、タッチセンサモジュール5719が設けられている。タッチセンサモジュール5719は、筐体5702の外側の面がタッチされることを検出する機能を有する。図24(B)では、筐体5702の外側の面を指5720で触れる様子を示している

50

。タッチセンサモジュール5719により、ユーザーのタップ操作やスライド操作などを検出し、様々な処理を実行することができる。例えば、タップ操作によって動画の一時停止や再開などの処理を実行することや、スライド操作により、早送りや早戻しの処理を実行することなどが可能となる。また、2つの筐体5702のそれぞれにタッチセンサモジュール5719を設けることで、操作の幅を広げることができる。

【0557】

タッチセンサモジュール5719としては、様々なタッチセンサを適用することができる。例えば、静電容量方式、抵抗膜方式、赤外線方式、電磁誘導方式、表面弾性波方式、光学方式等、種々の方式を採用することができる。特に、静電容量方式または光学方式のセンサを、タッチセンサモジュール5719に適用することが好ましい。

10

【0558】

光学方式のタッチセンサを用いる場合には、受光素子として、光電変換素子を用いることができる。光電変換素子としては、活性層に無機半導体を用いたもの、または有機半導体を用いたもの、などがある。

【0559】

表示パネル5701には、本発明の一態様の表示装置、または機能パネルを適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器5700とすることができる。

【0560】

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。

20

【0561】

例えば、本明細書等において、XとYとが接続されている、と明示的に記載されている場合は、XとYとが電氣的に接続されている場合と、XとYとが機能的に接続されている場合と、XとYとが直接接続されている場合とが、本明細書等に開示されているものとする。したがって、所定の接続関係、例えば、図または文章に示された接続関係に限定されず、図または文章に示された接続関係以外のものも、図または文章に開示されているものとする。

【0562】

ここで、X、Yは、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層、など）であるとする。

30

【0563】

XとYとが直接的に接続されている場合の一例としては、XとYとの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、表示素子、発光素子、負荷など）が、XとYとの間に接続されていない場合であり、XとYとの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、表示素子、発光素子、負荷など）を介さずに、XとYとが、接続されている場合である。

【0564】

XとYとが電氣的に接続されている場合の一例としては、XとYとの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、表示素子、発光素子、負荷など）が、XとYとの間に1個以上接続されることが可能である。なお、スイッチは、オンオフが制御される機能を有している。つまり、スイッチは、導通状態（オン状態）、または、非導通状態（オフ状態）になり、電流を流すか流さないかを制御する機能を有している。または、スイッチは、電流を流す経路を選択して切り替える機能を有している。なお、XとYとが電氣的に接続されている場合は、XとYとが直接的に接続されている場合を含むものとする。

40

【0565】

XとYとが機能的に接続されている場合の一例としては、XとYとの機能的な接続を可能とする回路（例えば、論理回路（インバータ、NAND回路、NOR回路など）、信号変

50

換回路（D A 変換回路、A D 変換回路、ガンマ補正回路など）、電位レベル変換回路（電源回路（昇圧回路、降圧回路など）、信号の電位レベルを変えるレベルシフタ回路など）、電圧源、電流源、切り替え回路、増幅回路（信号振幅または電流量などを大きく出来る回路、オペアンプ、差動増幅回路、ソースフォロワ回路、バッファ回路など）、信号生成回路、記憶回路、制御回路など）が、XとYとの間に1個以上接続されることが可能である。なお、一例として、XとYとの間に別の回路を挟んでいても、Xから出力された信号がYへ伝達される場合は、XとYとは機能的に接続されているものとする。なお、XとYとが機能的に接続されている場合は、XとYとが直接的に接続されている場合と、XとYとが電氣的に接続されている場合とを含むものとする。

【0566】

なお、XとYとが電氣的に接続されている、と明示的に記載されている場合は、XとYとが電氣的に接続されている場合（つまり、XとYとの間に別の素子又は別の回路を挟んで接続されている場合）と、XとYとが機能的に接続されている場合（つまり、XとYとの間に別の回路を挟んで機能的に接続されている場合）と、XとYとが直接接続されている場合（つまり、XとYとの間に別の素子又は別の回路を挟まずに接続されている場合）とが、本明細書等に開示されているものとする。つまり、電氣的に接続されている、と明示的に記載されている場合は、単に、接続されている、とのみ明示的に記載されている場合と同様な内容が、本明細書等に開示されているものとする。

【0567】

なお、例えば、トランジスタのソース（又は第1の端子など）が、Z1を介して（又は介さず）、Xと電氣的に接続され、トランジスタのドレイン（又は第2の端子など）が、Z2を介して（又は介さず）、Yと電氣的に接続されている場合や、トランジスタのソース（又は第1の端子など）が、Z1の一部と直接的に接続され、Z1の別の一部がXと直接的に接続され、トランジスタのドレイン（又は第2の端子など）が、Z2の一部と直接的に接続され、Z2の別の一部がYと直接的に接続されている場合では、以下のように表現することが出来る。

【0568】

例えば、「XとYとトランジスタのソース（又は第1の端子など）とドレイン（又は第2の端子など）とは、互いに電氣的に接続されており、X、トランジスタのソース（又は第1の端子など）、トランジスタのドレイン（又は第2の端子など）、Yの順序で電氣的に接続されている。」と表現することができる。または、「トランジスタのソース（又は第1の端子など）は、Xと電氣的に接続され、トランジスタのドレイン（又は第2の端子など）はYと電氣的に接続され、X、トランジスタのソース（又は第1の端子など）、トランジスタのドレイン（又は第2の端子など）、Yは、この順序で電氣的に接続されている」と表現することができる。または、「Xは、トランジスタのソース（又は第1の端子など）とドレイン（又は第2の端子など）とを介して、Yと電氣的に接続され、X、トランジスタのソース（又は第1の端子など）、トランジスタのドレイン（又は第2の端子など）、Yは、この接続順序で設けられている」と表現することができる。これらの例と同様な表現方法を用いて、回路構成における接続の順序について規定することにより、トランジスタのソース（又は第1の端子など）と、ドレイン（又は第2の端子など）とを、区別して、技術的範囲を決定することができる。

【0569】

または、別の表現方法として、例えば、「トランジスタのソース（又は第1の端子など）は、少なくとも第1の接続経路を介して、Xと電氣的に接続され、前記第1の接続経路は、第2の接続経路を有しておらず、前記第2の接続経路は、トランジスタを介した、トランジスタのソース（又は第1の端子など）とトランジスタのドレイン（又は第2の端子など）との間の経路であり、前記第1の接続経路は、Z1を介した経路であり、トランジスタのドレイン（又は第2の端子など）は、少なくとも第3の接続経路を介して、Yと電氣的に接続され、前記第3の接続経路は、前記第2の接続経路を有しておらず、前記第3の接続経路は、Z2を介した経路である。」と表現することができる。または、「トランジ

10

20

30

40

50

スタのソース（又は第 1 の端子など）は、少なくとも第 1 の接続経路によって、Z 1 を介して、X と電氣的に接続され、前記第 1 の接続経路は、第 2 の接続経路を有しておらず、前記第 2 の接続経路は、トランジスタを介した接続経路を有し、トランジスタのドレイン（又は第 2 の端子など）は、少なくとも第 3 の接続経路によって、Z 2 を介して、Y と電氣的に接続され、前記第 3 の接続経路は、前記第 2 の接続経路を有していない。」と表現することができる。または、「トランジスタのソース（又は第 1 の端子など）は、少なくとも第 1 の電氣的パスによって、Z 1 を介して、X と電氣的に接続され、前記第 1 の電氣的パスは、第 2 の電氣的パスを有しておらず、前記第 2 の電氣的パスは、トランジスタのソース（又は第 1 の端子など）からトランジスタのドレイン（又は第 2 の端子など）への電氣的パスであり、トランジスタのドレイン（又は第 2 の端子など）は、少なくとも第 3 の電氣的パスによって、Z 2 を介して、Y と電氣的に接続され、前記第 3 の電氣的パスは、第 4 の電氣的パスを有しておらず、前記第 4 の電氣的パスは、トランジスタのドレイン（又は第 2 の端子など）からトランジスタのソース（又は第 1 の端子など）への電氣的パスである。」と表現することができる。これらの例と同様な表現方法を用いて、回路構成における接続経路について規定することにより、トランジスタのソース（又は第 1 の端子など）と、ドレイン（又は第 2 の端子など）とを、区別して、技術的範囲を決定することができる。

10

## 【0570】

なお、これらの表現方法は、一例であり、これらの表現方法に限定されない。ここで、X、Y、Z 1、Z 2 は、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層、など）であるとする。

20

## 【0571】

なお、回路図上は独立している構成要素同士が電氣的に接続しているように図示されている場合であっても、1 つの構成要素が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合もある。例えば配線の一部が電極としても機能する場合は、一の導電膜が、配線の機能、及び電極の機能の両方の構成要素の機能を併せ持っている。したがって、本明細書における電氣的に接続とは、このような、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合も、その範疇に含める。

## 【符号の説明】

## 【0572】

30

A N O 導電膜

C C 色変換層

C 2 1 容量

C 2 2 容量

G C L K 信号

G 1 導電膜

G 2 導電膜

M D トランジスタ

M D 2 トランジスタ

M 2 1 トランジスタ

40

N 2 1 ノード

N 2 2 ノード

P W C 1 信号

P W C 2 信号

S 1 g 導電膜

S 2 g 導電膜

S W 2 1 スイッチ

S W 2 2 スイッチ

S W 2 3 スイッチ

V C O M 2 導電膜

50

## F P C 1 フレキシブルプリント基板

1 0 4 導電膜

1 0 6 絶縁膜

1 0 8 半導体膜

1 0 8 A 領域

1 0 8 B 領域

1 0 8 C 領域

1 1 2 A 導電膜

1 1 2 B 導電膜

2 0 0 情報処理装置

10

2 1 0 演算装置

2 1 1 演算部

2 1 2 記憶部

2 1 3 人工知能部

2 1 4 伝送路

2 1 5 入出力インターフェース

2 2 0 入出力装置

2 3 0 表示部

2 3 1 領域

2 3 3 タイミングコントローラ

20

2 3 4 伸張回路

2 3 5 画像処理回路

2 3 8 制御部

2 4 0 入力部

2 4 1 検知領域

2 5 0 検知部

2 9 0 通信部

3 0 0 トランジスタ

3 0 5 導電体

3 0 5 a 導電体

30

3 0 5 b 導電体

3 0 5 c 導電体

3 1 2 絶縁体

3 1 4 絶縁体

3 1 6 絶縁体

3 2 2 絶縁体

3 2 4 絶縁体

3 3 0 酸化物

3 3 0 a 酸化物

3 3 0 b 酸化物

40

3 4 0 導電体

3 4 0 a 導電体

3 4 0 b 導電体

3 4 1 絶縁体

3 4 1 a 絶縁体

3 4 1 b 絶縁体

3 4 2 導電体

3 4 2 a 導電体

3 4 2 b 導電体

3 4 3 酸化物

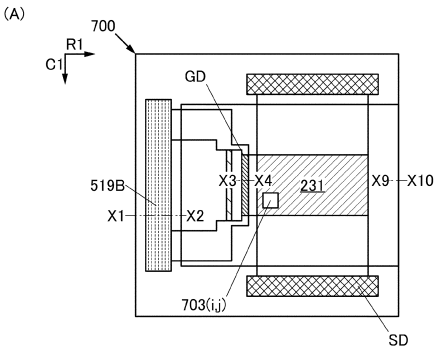
50

|           |      |    |
|-----------|------|----|
| 3 4 3 a   | 酸化物  |    |
| 3 4 3 b   | 酸化物  |    |
| 3 4 6     | 導電体  |    |
| 3 4 6 a   | 導電体  |    |
| 3 4 6 b   | 導電体  |    |
| 3 5 0     | 絶縁体  |    |
| 3 5 0 a   | 絶縁体  |    |
| 3 5 0 b   | 絶縁体  |    |
| 3 6 0     | 導電体  |    |
| 3 6 0 a   | 導電体  | 10 |
| 3 6 0 b   | 導電体  |    |
| 3 7 1     | 絶縁体  |    |
| 3 7 1 a   | 絶縁体  |    |
| 3 7 1 b   | 絶縁体  |    |
| 3 7 5     | 絶縁体  |    |
| 3 8 0     | 絶縁体  |    |
| 3 8 2     | 絶縁体  |    |
| 3 8 3     | 絶縁体  |    |
| 3 8 5     | 絶縁体  |    |
| 5 0 1     | 絶縁膜  | 20 |
| 5 0 1 A   | 絶縁膜  |    |
| 5 0 1 B   | 絶縁膜  |    |
| 5 0 1 C   | 絶縁膜  |    |
| 5 0 1 D   | 絶縁膜  |    |
| 5 0 4     | 導電膜  |    |
| 5 0 5     | 封止材  |    |
| 5 0 6     | 絶縁膜  |    |
| 5 0 7 A   | 導電膜  |    |
| 5 0 7 B   | 導電膜  |    |
| 5 0 8     | 半導体膜 | 30 |
| 5 0 8 A   | 領域   |    |
| 5 0 8 B   | 領域   |    |
| 5 0 8 C   | 領域   |    |
| 5 1 0     | 基材   |    |
| 5 1 2 A   | 導電膜  |    |
| 5 1 2 B   | 導電膜  |    |
| 5 1 6     | 絶縁膜  |    |
| 5 1 8     | 絶縁膜  |    |
| 5 1 9 B   | 端子   |    |
| 5 1 9 g a | 接点   | 40 |
| 5 1 9 g b | 接点   |    |
| 5 2 0     | 機能層  |    |
| 5 2 0 B   | 機能層  |    |
| 5 2 1     | 絶縁膜  |    |
| 5 2 1 B   | 絶縁膜  |    |
| 5 2 1 C   | 絶縁膜  |    |
| 5 2 1 D   | 絶縁膜  |    |
| 5 2 4     | 導電膜  |    |
| 5 3 0 G   | 画素回路 |    |
| 5 5 0 B   | 素子   | 50 |

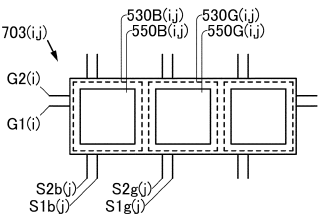
|           |             |    |
|-----------|-------------|----|
| 5 5 0 G   | 素子          |    |
| 5 5 1     | 電極          |    |
| 5 5 1 G   | 電極          |    |
| 5 5 2     | 電極          |    |
| 5 5 3     | 層           |    |
| 5 5 3 E M | 発光層         |    |
| 5 5 3 N   | 層           |    |
| 5 5 3 P   | 層           |    |
| 5 9 1 G   | 開口部         |    |
| 7 0 0     | 機能パネル       | 10 |
| 7 0 0 T P | 機能パネル       |    |
| 7 0 2 B   | 画素          |    |
| 7 0 2 G   | 画素          |    |
| 7 0 2 R   | 画素          |    |
| 7 0 3     | 画素          |    |
| 7 0 5     | 封止材         |    |
| 7 7 0     | 基材          |    |
| 7 7 0 P   | 機能膜         |    |
| 8 0 2     | 検知器         |    |
| 5 2 0 0 B | 情報処理装置      | 20 |
| 5 2 1 0   | 演算装置        |    |
| 5 2 2 0   | 入出力装置       |    |
| 5 2 3 0   | 表示部         |    |
| 5 2 4 0   | 入力部         |    |
| 5 2 5 0   | 検知部         |    |
| 5 2 9 0   | 通信部         |    |
| 5 7 0 0   | 電子機器        |    |
| 5 7 0 1   | 表示パネル       |    |
| 5 7 0 2   | 筐体          |    |
| 5 7 0 3   | 光学部材        | 30 |
| 5 7 0 4   | 装着部         |    |
| 5 7 0 6   | 表示領域        |    |
| 5 7 0 7   | フレーム        |    |
| 5 7 0 8   | 鼻パッド        |    |
| 5 7 1 2   | 反射板         |    |
| 5 7 1 3   | 反射面         |    |
| 5 7 1 5   | 光           |    |
| 5 7 1 6   | 透過光         |    |
| 5 7 1 7   | バッテリー       |    |
| 5 7 1 8   | 無線給電モジュール   | 40 |
| 5 7 1 9   | タッチセンサモジュール |    |
| 5 7 2 0   | 指           |    |

【図面】

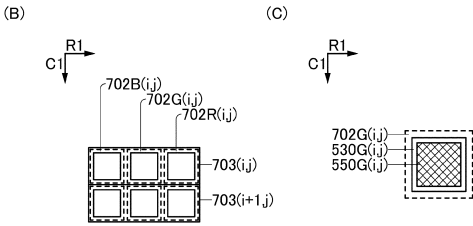
【図 1】



【図 2】

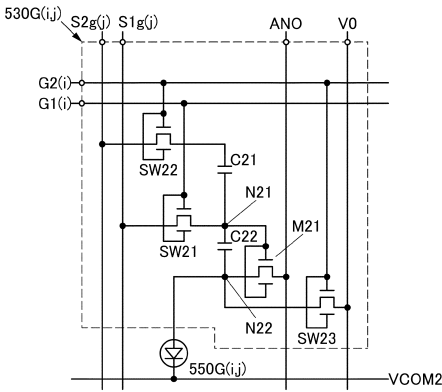


10

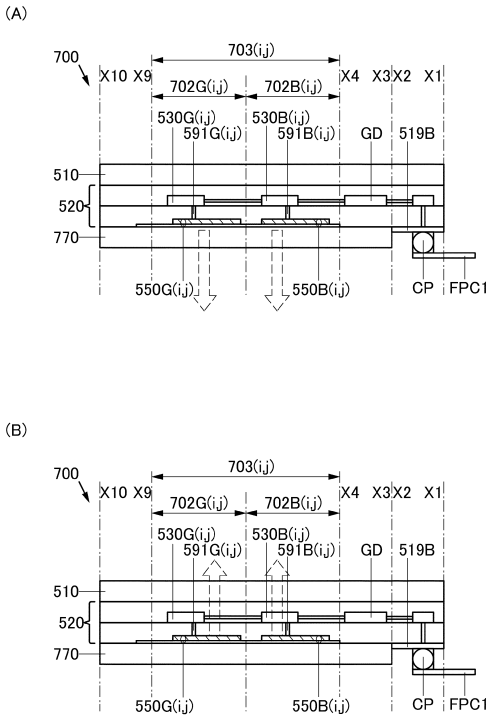


20

【図 3】



【図 4】



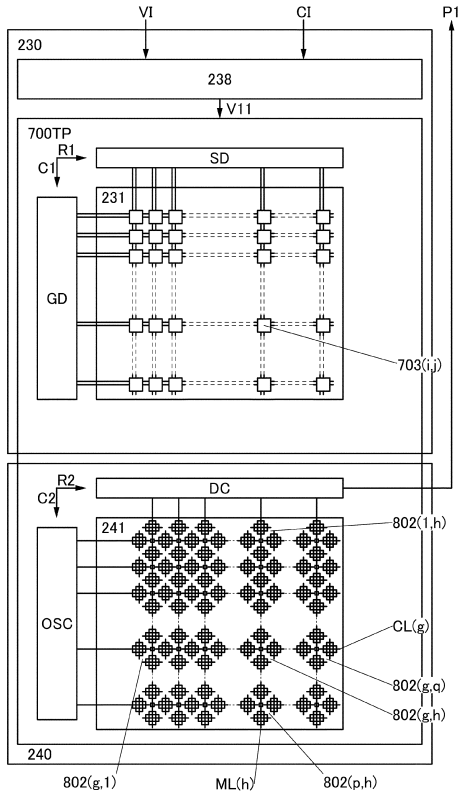
30

40

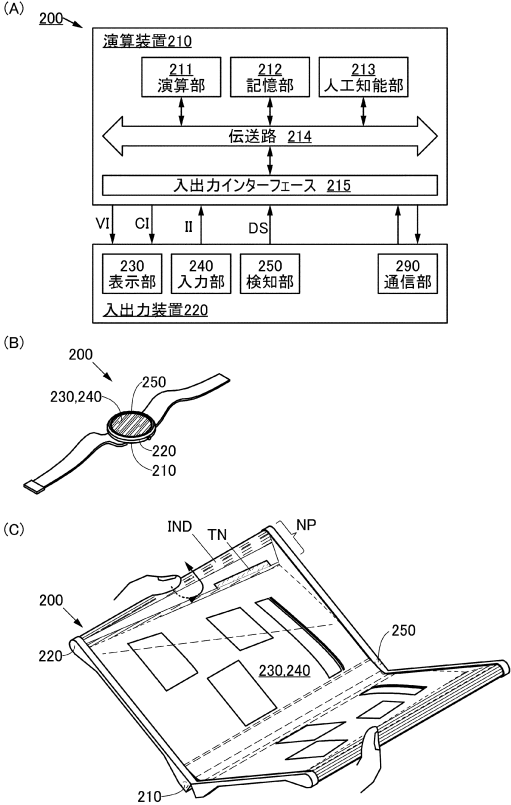
50



【図 9】



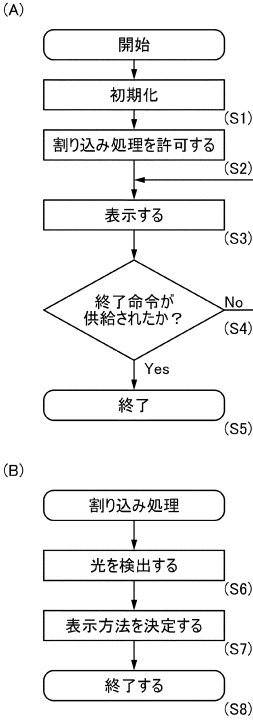
【図 10】



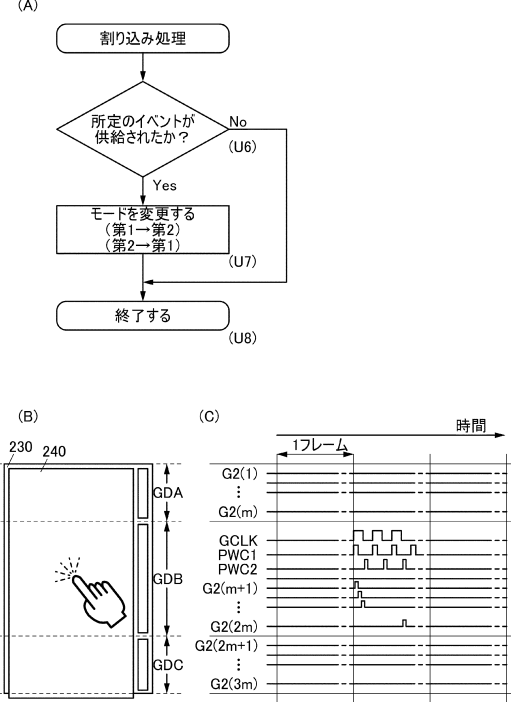
10

20

【図 11】



【図 12】

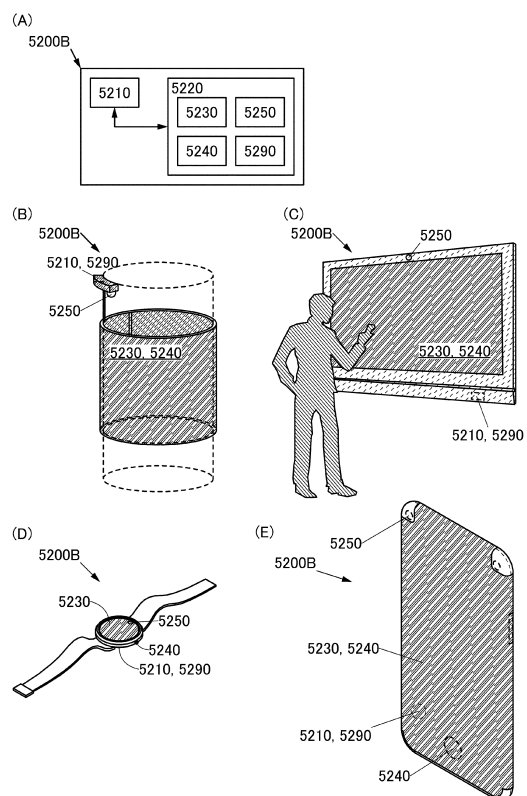


30

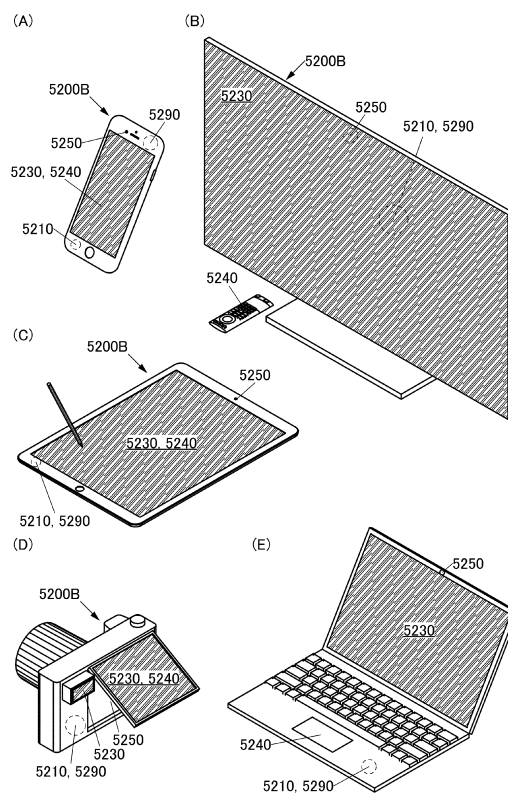
40

50

【図 13】



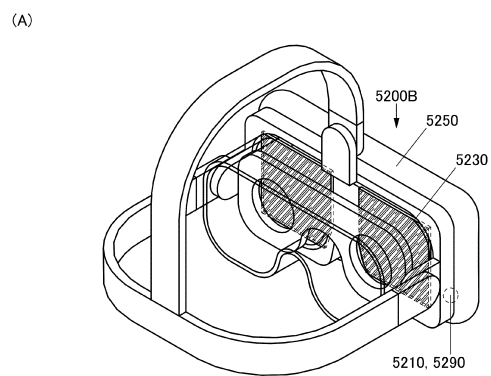
【図 14】



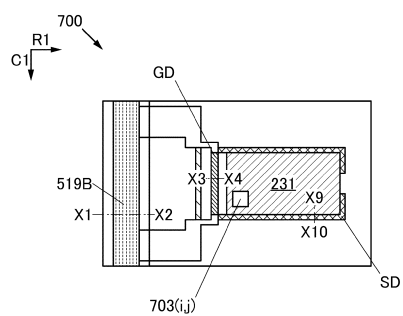
10

20

【図 15】

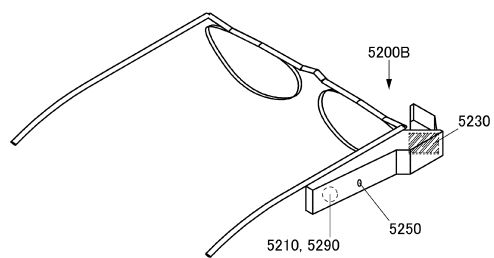


【図 16】



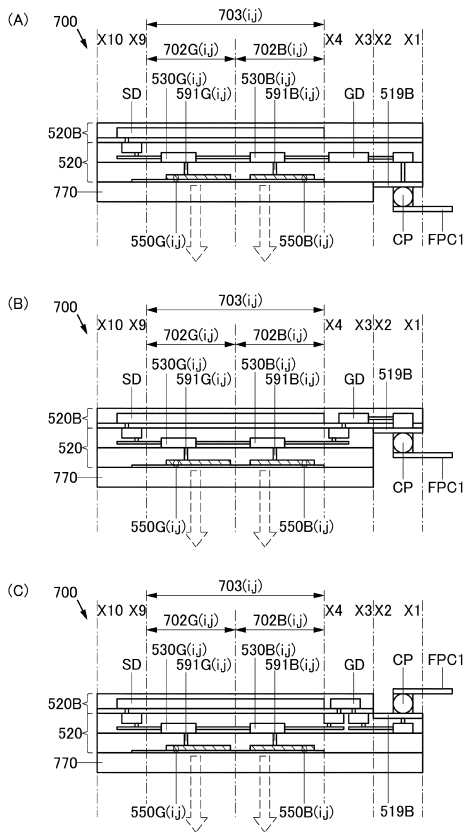
30

(B)

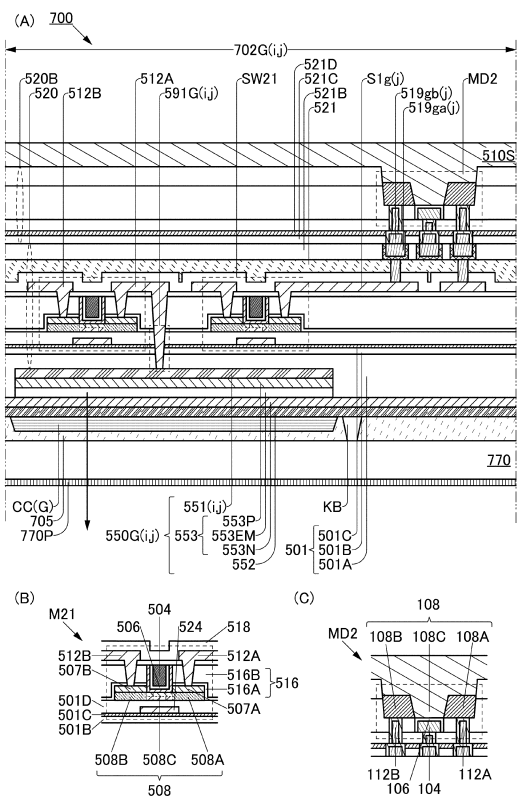


40

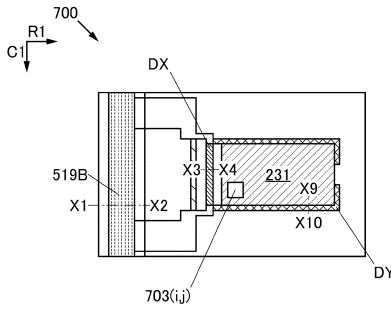
【図 17】



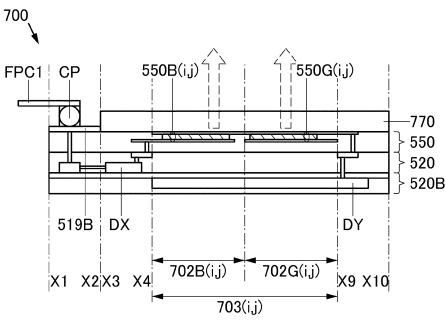
【図 18】



【図 19】



【図 20】



10

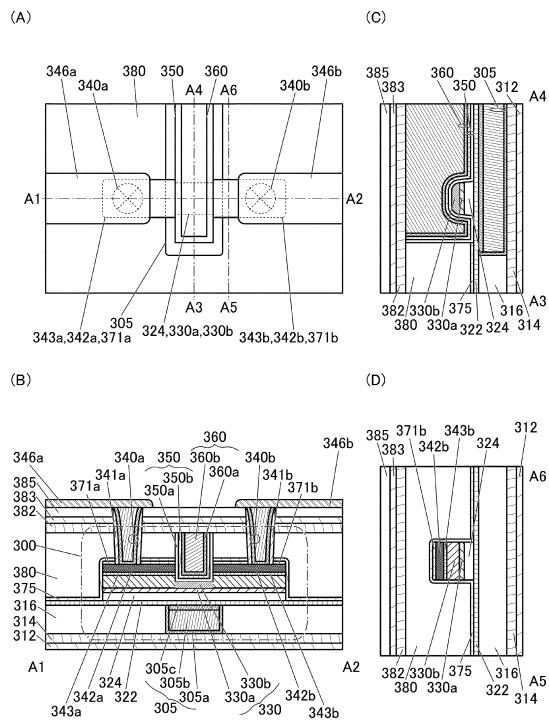
20

30

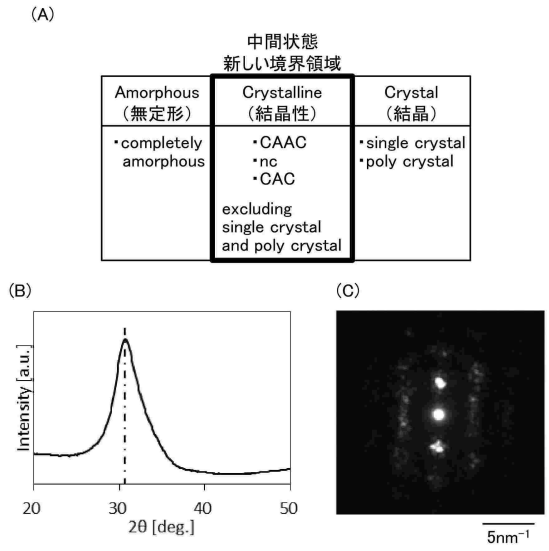
40

50

【図 2 1】



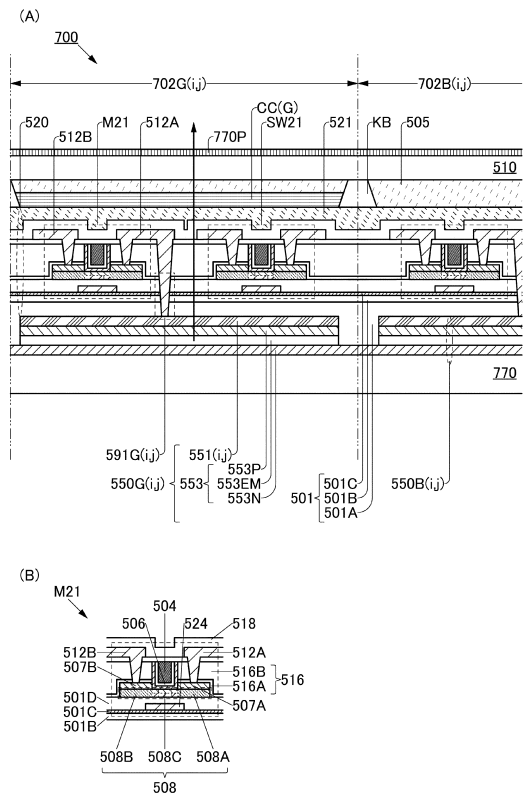
【図 2 2】



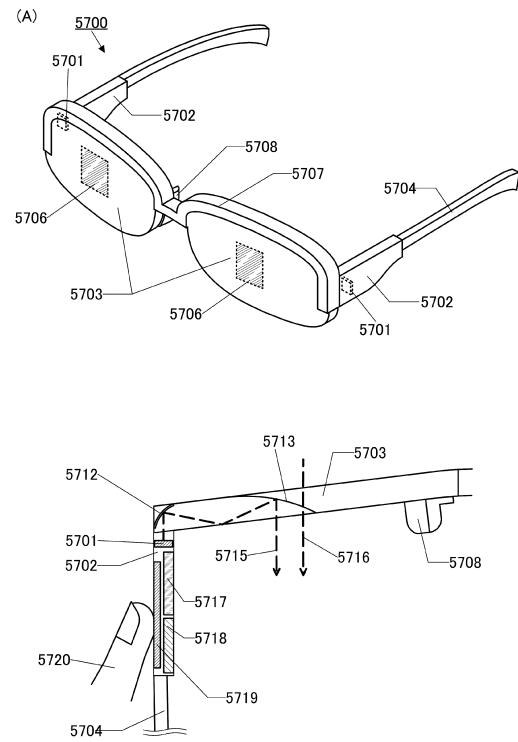
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】



30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

**H 1 0 H 20/825 (2025.01)**

## F I

|         |        |   |
|---------|--------|---|
| H 1 0 H | 20/00  | J |
| H 1 0 H | 20/84  |   |
| H 1 0 H | 20/825 |   |

## (56)参考文献

米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 3 3 6 6 9 0 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 3 5 0 8 7 1 (U S , A 1)

特開 2 0 1 7 - 0 5 4 1 2 0 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 0 6 7 3 0 8 (J P , A)

特開 2 0 1 7 - 2 2 7 8 9 6 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 0 1 0 7 1 4 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 1 9 8 7 3 5 (U S , A 1)

中国特許出願公開第 1 0 9 2 7 3 4 3 6 (C N , A)

国際公開第 2 0 1 9 / 1 5 5 3 1 8 (W O , A 1)

## (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

G 0 9 F 9 / 0 0 - 9 / 4 6

H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8

4 4 / 0 0

4 5 / 6 0

H 1 0 H 2 0 / 0 0 - 2 0 / 8 5 8