

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6946126号

(P6946126)

(45) 発行日 令和3年10月6日 (2021. 10. 6)

(24) 登録日 令和3年9月17日 (2021. 9. 17)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/20 660X

G09G 3/36 (2006.01)

G09G 3/20 680H

G09G 3/3208 (2016.01)

G09G 3/20 660E

G09F 9/00 (2006.01)

G09G 3/36

G09F 9/30 (2006.01)

G09G 3/3208

請求項の数 2 (全 43 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-175637 (P2017-175637)

(22) 出願日 平成29年9月13日 (2017. 9. 13)

(65) 公開番号 特開2018-49269 (P2018-49269A)

(43) 公開日 平成30年3月29日 (2018. 3. 29)

審査請求日 令和2年9月7日 (2020. 9. 7)

(31) 優先権主張番号 特願2016-179155 (P2016-179155)

(32) 優先日 平成28年9月14日 (2016. 9. 14)

(33) 優先権主張国・地域又は機関
日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 鈴木 陽夫

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 楠本 直人

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

審査官 西島 篤宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の画像と、第2の画像と、第3の画像と、第4の画像とを表示することのできる1つの表示パネルを有し、

前記表示パネルは、複数の第1の画素と、複数の第2の画素と、複数の遮蔽層と、を有し、

前記複数の第1の画素と、前記複数の第2の画素とは、1列毎に交互に隣接して設けられ、

前記複数の第1の画素は、それぞれ第1の表示素子および第3の表示素子を有し、

前記複数の第2の画素は、それぞれ第2の表示素子および第4の表示素子を有し、

前記第1の表示素子および前記第2の表示素子は、可視光を反射する機能を有し、

前記第3の表示素子および前記第4の表示素子は、可視光を発する機能を有し、

前記第3の表示素子から発する可視光は、前記第1の表示素子の反射電極が有する開口を介して表示面側へ射出し、

前記第4の表示素子から発する可視光は、前記第2の表示素子の反射電極が有する開口を介して表示面側へ射出し、

前記第1の表示素子は前記第1の画像の一部を表示することができる機能を有し、

前記第2の表示素子は前記第2の画像の一部を表示することができる機能を有し、

前記第3の表示素子は前記第3の画像の一部を表示することができる機能を有し、

前記第4の表示素子は前記第4の画像の一部を表示することができる機能を有し、

10

20

前記複数の遮蔽層は、前記複数の第 1 の画素および前記複数の第 2 の画素と離間して設けられ、

第 1 の角度から見たとき、前記複数の遮蔽層と前記複数の第 1 の画素は重なる領域を有し、

第 2 の角度から見たとき、前記複数の遮蔽層と前記複数の第 2 の画素は重なる領域を有し、

前記第 1 の画像は前記第 3 の画像と重なる領域を有し、

前記第 2 の画像は前記第 4 の画像と重なる領域を有し、

前記第 1 の画素を左右の一方の目で視認し、前記第 2 の画素を左右の他方の目で視認することにより、前記第 1 の画像乃至前記第 4 の画像からなる画像を立体視することができる表示システム。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 1 の表示素子乃至前記第 4 の表示素子は、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を含むトランジスタとそれぞれ電氣的に接続されている表示システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物、方法、または、製造方法に関する。または、本発明は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。特に、本発明の一態様は、半導体装置、発光装置、表示装置、電子機器、照明装置、それらの駆動方法、またはそれらの作製方法に関する。特に、曲面に表示が可能な表示装置（表示パネル）に関する。または、曲面に表示が可能な表示装置を備える電子機器、発光装置、照明装置、またはそれらの作製方法に関する。

20

【0002】

なお、本明細書等において、半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指す。トランジスタ、半導体回路、演算装置、記憶装置等は半導体装置の一態様である。また、発光装置、表示装置、照明装置および電子機器は半導体装置を有している場合がある。

【背景技術】

30

【0003】

近年、スマートフォンやタブレット型端末などの電子機器が広く普及し、屋外で情報通信を利用する機会が増えている。また、情報端末が備える表示装置の分野においては、限られた容量のバッテリーで長時間の動作が可能な低消費電力技術の開発が競われている。例えば、酸化物半導体を有するオフ電流の低いトランジスタを画素に用いることで、画像信号を長時間保持する低消費電力の液晶表示装置が特許文献 1 に開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2011 - 141522 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

表示装置を備える電子機器においては、高精細な画像が表示できることが望まれている。また、裸眼で立体視が可能な画像が表示できることが望まれている。

【0006】

また、複数の画像を合成して表示するような場合は、拡張現実（AR：Augmented Reality）と呼ばれる技術が使用される。AR 技術では、被写体の一部に情報を付加させて表示することができる。

【0007】

50

A R 技術を使用することにより、撮像画像のデータと、ソフトウェアにより生成されるコンピュータグラフィックス (C G) のデータと、が合成され、合成画像を表示装置に表示することができる。

【 0 0 0 8 】

電子機器では、裸眼で立体視が可能な 3 D 表示技術、および A R 技術を組み合わせること
で、より多様な表示を行うことができる。

【 0 0 0 9 】

したがって、本発明の一態様では、裸眼で立体視が可能な表示が行える表示システムを提
供することを目的の一つとする。または、複数の画像を合成した表示が行える表示システ
ムを提供することを目的の一つとする。または、低消費電力の表示システムを提供するこ
とを目的の一つとする。または、新規な表示システムを提供することを目的の一つとする。
または上記表示システムを備えた電子機器を提供することを目的の一つとする。または
、新規な電子機器を提供することを目的の一つとする。

10

【 0 0 1 0 】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は
、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。また、上記以外の課題は、明細
書等の記載から自ずと明らかになるものであり、明細書等の記載から上記以外の課題を抽
出することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様は、可視光を発する機能および可視光を反射する機能を有する表示装置を
備えた表示システムに関する。また、当該表示システムを有する電子機器に関する。

20

【 0 0 1 2 】

本発明の一態様は、第 1 の画像と、第 2 の画像と、第 3 の画像と、第 4 の画像を表示する
ことのできる表示パネルを有し、第 1 の画像は第 3 の画像と重なる領域を有し、第 2 の画
像は第 4 の画像と重なる領域を有し、第 1 の画像および第 3 の画像を左右の一方の目で視
認し、第 2 の画像および第 4 の画像を左右の他方の目で視認することにより、第 1 の画像
乃至第 4 の画像からなる画像を立体視することができる表示システムである。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の他の一態様は、第 1 の画素と、第 2 の画素と、遮蔽層と、を有し、第 1 の
画像と、第 2 の画像と、第 3 の画像と、第 4 の画像を表示することのできる表示パネルを
有し、第 1 の画素と、第 2 の画素は隣接して設けられ、第 1 の画素は第 1 の表示素子およ
び第 3 の表示素子を有し、第 2 の画素は第 2 の表示素子および第 4 の表示素子を有し、第
1 の表示素子は第 1 の画像の一部を表示することができる機能を有し、第 2 の表示素子は
第 2 の画像の一部を表示することができる機能を有し、第 3 の表示素子は第 3 の画像の一
部を表示することができる機能を有し、第 4 の表示素子は第 4 の画像の一部を表示するこ
とができる機能を有し、遮蔽層は、第 1 の画素および第 2 の画素と離間して設けられ、第
1 の角度から見たとき、遮蔽層と第 1 の画素は重なる領域を有し、第 2 の角度から見たと
き、遮蔽層と第 2 の画素は重なる領域を有し、第 1 の画像は第 3 の画像と重なる領域を有
し、第 2 の画像は第 4 の画像と重なる領域を有し、第 1 の画素を左右の一方の目で視認し
、第 2 の画素を左右の他方の目で視認することにより、第 1 の画像乃至第 4 の画像からな
る画像を立体視することができる表示システムである。

30

40

【 0 0 1 4 】

第 1 の画像乃至第 4 の画像は相似形であり、第 1 の画像は第 3 の画像とずれを伴って重
なる領域を有し、第 2 の画像は第 4 の画像とずれを伴って重なる領域を有することが好ま
しい。

【 0 0 1 5 】

第 1 の画像が表示される領域において、第 3 の画像が重ならない領域では、第 3 の表示素
子を黒表示とし、第 3 の画像が表示される領域において、第 1 の画像が重ならない領域で
は、第 1 の表示素子を黒表示とし、第 2 の画像が表示される領域において、第 4 の画像が

50

重ならない領域では、第４の表示素子を黒表示とし、第４の画像が表示される領域において、第２の画像が重ならない領域では、第２の表示素子を黒表示とすることが好ましい。

【００１６】

第１の表示素子および第２の表示素子は、可視光を反射する機能を有し、第３の表示素子および第４の表示素子は、可視光を発する機能を有することができる。

【００１７】

第１の表示素子乃至第４の表示素子は、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を含むトランジスタとそれぞれ電氣的に接続されていることが好ましい。

【００１８】

なお、本明細書中において、表示素子にコネクタ、例えばＦＰＣ（Flexible printed circuit）もしくはＴＣＰ（Tape Carrier Package）が取り付けられたモジュール、ＴＣＰの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または表示素子が形成された基板にＣＯＧ（Chip On Glass）方式によりＩＣ（集積回路）が直接実装されたモジュールも、表示装置に含む場合がある。

【発明の効果】

【００１９】

本発明の一態様を用いることで、裸眼で立体視が可能な表示が行える表示システムを提供することができる。または、複数の画像を合成した表示が行える表示システムを提供することができる。または、低消費電力の表示システムを提供することができる。または、新規な表示システムを提供することができる。または、上記表示システムを備えた電子機器を提供することができる。または、新規な電子機器を提供することができる。

【００２０】

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。

【図面の簡単な説明】

【００２１】

【図１】表示パネルを説明する図。

【図２】視差バリア型の３Ｄ表示方式を説明する図。

【図３】輝度変調型３Ｄ表示方式を説明する図。

【図４】輝度変調型３Ｄ表示方式で立体視が可能となる原理について説明する図。

【図５】視差バリア型の３Ｄ表示方式を説明する図。

【図６】３Ｄ表示画像を説明する図。

【図７】３Ｄ表示画像を構成する手順を説明する図。

【図８】３Ｄ表示画像を構成する手順を説明する図。

【図９】表示システムを説明するブロック図。

【図１０】アイドリングストップ駆動を説明する図。

【図１１】画素ユニットを説明する図。

【図１２】画素ユニットを説明する図。

【図１３】表示装置の回路を説明する図および画素の上面図。

【図１４】表示装置の回路を説明する図。

【図１５】表示装置の回路を説明する図および画素の上面図。

【図１６】表示装置の構成を説明する図。

【図１７】表示装置の構成を説明する図。

【図１８】表示装置の構成を説明する図。

【図１９】表示装置の構成を説明する図。

【図２０】電子機器を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

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、本発明の趣旨およびその範囲から逸脱することなくその形態およ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。したがって、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。

【0023】

なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。また、同様の機能を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。

【0024】

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

10

【0025】

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

【0026】

(実施の形態1)

本実施の形態では、裸眼で立体視が可能な本発明の一態様の表示システムについて、図面を参照して説明する。

【0027】

20

本発明の一態様の表示パネルは、第1の表示素子および第2の表示素子が一つの画素ユニットに設けられているため、複数の画像を重ねて表示することができる。このような表示方式を利用することにより、視差バリア型の3D表示方式と、輝度変調型3D表示方式を組み合わせることができ、より立体感のある画像の表示を行うことができる。

【0028】

本発明の一態様の表示システムに用いる表示装置は、第1の画像と、第2の画像と、第3の画像と、第4の画像を表示することのできる表示パネルを有する。第1の画像は第3の画像と重なるように表示を行い、第2の画像は第4の画像と重なるように表示を行う。

【0029】

視認者は、視差バリアを用いて第1の画像および第3の画像を左右の一方の目で視認し、第2の画像および第4の画像を左右の他方の目で視認することにより、第1の画像乃至第4の画像からなる画像を立体視することができる。

30

【0030】

図1は、本発明の一態様の表示パネルが有する画素アレイ40および遮蔽層30の一部を説明する図である。画素アレイ40は、マトリクス状に配置された複数の画素ユニット45を有する。画素ユニット45は、画素46と、画素47を有する。

【0031】

ここで、画素46は第1の表示素子を有し、画素47は第2の表示素子を有する。第1の表示素子としては、例えば反射型の液晶素子を用いることができる。また、第2の表示素子としては、例えば発光素子を用いることができる。

40

【0032】

反射型液晶素子は、外光強度が強いほど視認性が向上する。さらに、バックライトを用いないため、低消費電力である。発光素子は、比較的照度の低い環境下（夜間の屋外、室内灯下の屋内など）では視認性のよい表示素子である。つまり、高照度下では反射型液晶素子を駆動させ、低照度下では発光素子を駆動させることで、外部の照度によらず、低消費電力で視認性の高い表示パネルとすることができる。

【0033】

また、同一の画素ユニット45内の画素46および画素47には、それぞれ異なる画像信号を入力することができる。したがって、当該表示パネルは、3D表示を実現する繊細な表示を行うことができる。

50

【0034】

遮蔽層30は可視光を遮蔽する帯状の層であり、視差バリアとして機能させることができる。遮蔽層30は、表示パネルの水平方向（人の目が並ぶ方向と同じ向き）に間隔A毎に配置される。例えば、間隔Aは、1画素の水平方向の距離とすることができる。また、遮蔽層30は、画素ユニット45と間隔Bを有するように配置する。例えば、間隔Bは、特定の方向から見たときに一つの遮蔽層30と、特定の画素ユニット45の1列全体が重なる距離とすることができる。

【0035】

図2(A)は、視差バリア型の3D表示方式を説明する図である。視差バリア型の3D表示方式では、左目用の画像21および右目用の画像22が必要となる。左目用の画像21および右目用の画像22をそれぞれ複数に分割した画像L1乃至L3、および画像R1乃至R3を形成する。そして、これらを交互に並べた画像23を形成する。

10

【0036】

図2(B)に示すように、視認者は視差バリア（遮蔽層30の間の領域）を介して画像23を見ることで、左目E_Lでは左目用の画像である画像L1乃至L3を視認し、右目E_Rでは右目用の画像である画像L1乃至L3を視認する。したがって、視認者は、画像23を3D感のある画像として認識することができる。

【0037】

図3は本発明の一態様の表示パネルを用いて、輝度変調型3D表示方式で表示を行う例を説明する図である。なお、従来技術において輝度変調型3D表示方式を用いて表示を行うには、表示パネルを2枚用いる必要があった。当該2枚の表示パネルを前後に間隔を設けて配置し、それぞれの表示パネルに相似形の像を表示させる。そして、視認者に像が重なる領域と重ならない領域を両眼で視認させることで、当該二つの像からなる像を立体視させることを可能とした。

20

【0038】

一方、本発明の一態様では、1枚の表示パネルで上記と同じように像の立体視を可能とする方式である。したがって、表示装置を小さくすることができる。

【0039】

図3(A)に示す画像20は、2D像である。画像20は、円柱または球のような物体の画像であり、実物には奥行のある物体が撮像された画像とする。

30

【0040】

図3(B1)に示す画像51Lは前述した第1の画像に相当し、図3(C1)に示す画像51Rは前述した第2の画像に相当する。画像51Lおよび画像51Rは、画像20と同じ画像とすることができる。

【0041】

ここで、画像51Lは左目用の画像とする。また、画像51Rは右目用の画像とする。左目用の画像および右目用の画像は、前述の視差バリアを用いることによって、それぞれの目で視認することができる。

【0042】

図3(B2)に示す画像52Lは前述した第3の画像に相当し、図3(C2)に示す画像52Rは前述した第4の画像に相当する。画像52Lは画像51Lと略同サイズの相似形とし、図3(B3)に示すように画像51Lと画像52Lとは、重なる領域を有するように表示を行う。また、画像52Rは画像51Rと略同サイズの相似形とし、図3(C3)に示すように画像51Rと画像52Rとは、重なる領域を有するように表示を行う。

40

【0043】

このとき、図3(B3)に示すように、画像51Lは画像52Lと水平方向にずれを伴って重なる領域を有するように表示を行う。また、図3(C3)に示すように、画像51Rは画像52Rと水平方向にずれを伴って重なる領域を有するように表示を行う。

【0044】

ここで、画像51Lおよび画像51Rを物体の前側の像と仮定し、画像52Lおよび画像

50

5 2 Rを物体の奥側の像と仮定する。そして、両者は前後に配置され、正面から見たときにずれを伴わずに重なっているものとする。画像5 1 Lおよび画像5 2 Lを正面から片目で見たときは、画像5 1 Lおよび画像5 2 Lは全体が重なるため、画像5 1 Lの画像しか視認できない。しかしながら、左斜め方向（左目の位置）から見たときは、画像5 1 Lの左側に画像5 2 Lの一部が見えてくる。したがって、左目用の画像である画像5 2 Lは、画像5 1 Lの左側にずれた位置に表示を行う。同様に、右目用の画像である画像5 2 Rは、画像5 1 Rの右側にずれた位置に表示を行う。

【0045】

画像5 1 Lおよび画像5 1 Rは、画素4 6または画素4 7の一方で表示を行う。また、画像5 2 Lおよび画像5 2 Rは画素4 6または画素4 7の他方で表示を行う。したがって、画像5 1 Lと画像5 2 Lは重なる領域を有するように表示を行うことができる。同様に、画像5 1 Rと画像5 2 Rも重なる領域を有するように表示を行うことができる。なお、本実施の形態において、画像5 1 Lおよび画像5 1 Rは画素4 6で表示を行い、画像5 2 Lおよび画像5 2 Rは画素4 7で表示を行うこととする。

【0046】

また、画像5 1 Lは、画像5 2 Lよりも輝度の高い画像とすることが好ましい。同様に、画像5 1 Rは画像5 2 Rよりも輝度の高い画像とすることが好ましい。このように、前側を視認させる像の輝度を相対的に高くし、奥側を視認させる像の輝度を相対的に低くすることで、視認者は対象物がより近くにあるように視認することができる。

【0047】

このような表示を行い、図3（B3）を左目で視認させ、図3（C3）を右目で視認させることで、視認者は立体感のある表示を視認することができる。

【0048】

次に、上述の立体視が可能となる原理について詳細な説明を行う。

【0049】

図4（A1）、（B1）は、図3（B3）、（C3）に示した画像を左右の目で視認するときの様子を説明する図である。なお、図2（A）の説明に従って画像5 1 L、画像5 2 L、画像5 1 Rおよび画像5 2 Rを分割する場合、それぞれの画像の構成は図5に示すようになる。

【0050】

図4（A1）は、上から、画像5 1 Lおよび画像5 2 Lの表示位置の情報、線分P1 - P2における画像5 1 Lおよび画像5 2 Lの奥行き方向の情報、左目E_Lの位置の情報を表す。ここで、奥行き方向の情報における図の高さは、それぞれの画像の輝度を表しており、高さが高いほど輝度が高いことを意味する。

【0051】

また、前述したように画像5 1 Lは画素4 6で表示を行い、画像5 2 Lは画素4 7で表示を行う。画素4 6および画素4 7は画素ユニット4 5内に重なる領域を有するように形成されるが、両者の奥行き方向の距離は長くても数μm程度である。したがって、実質的には、ほぼ同一の面に表示されるといえるが、画素4 6で表示される画像5 1 Lを前方（左目E_Lに近い）、画素4 7で表示される画像5 2 Lを後方（左目E_Lから遠い）として説明する。

【0052】

図4（A1）に示すように、左目E_Lでは、画像5 1 Lと画像5 2 Lとが重なる領域eと、画像5 1 Lの端部の領域fと、画像5 2 Lの端部の領域gが視認される。なお、領域fおよび領域gの幅を画素の水平方向の長さで表すと、1画素以上100画素以下の長さとなることが好ましく、2画素以上50画素以下の長さとなることがより好ましく、4画素以上25画素以下の長さとなることがさらに好ましい。領域fおよび領域gの幅をこのようにすることで、視認者は画像に立体感を感じることができる。ただし、表示パネルの解像度、ならびに視認者の視力および視感度によっても最適な値が異なるため、視認者が適切な表示と感じるように領域fおよび領域gの幅を表示パネルで調整できることが好まし

10

20

30

40

50

い。

【 0 0 5 3 】

領域 e の輝度は最も高く、次いで領域 f、領域 g の順に輝度は下がる。ここで、領域 f においては、画素 4 6 で画像 5 1 L の表示を行うが、当該画素 4 6 と同一の画素ユニット 4 5 内にある画素 4 7 では黒表示である画像 5 2 L B の表示を行う。また、領域 g においては、画素 4 7 で画像 5 2 L の表示を行うが、当該画素 4 7 と同一の画素ユニット 4 5 内にある画素 4 6 では黒表示である画像 5 1 L B の表示を行う。このようにして領域 f および領域 g に他の画像が重ならないようにする。

【 0 0 5 4 】

なお、領域 f より外側および領域 g より外側では、画素 4 6 および画素 4 7 の一方で背景画像などを表示してもよい。この場合は、画素 4 6 および画素 4 7 の他方を黒画像する。または、画素 4 6 および画素 4 7 の両方で背景画像などを表示してもよい。

10

【 0 0 5 5 】

図 4 (A 2) の上側の図は、左目 E_L の網膜 6 0 L に入る領域 e、領域 f および領域 g の輝度の情報を模式化した図である。ただし、実際には、下側の図のように、端部近傍の情報は切り捨て、切り上げまたは平均化するなどして左目 E_L の網膜 6 0 L に入る。したがって、網膜 6 0 L 上において、画像 5 1 L および画像 5 2 L が重なる画像の端部（輝度が大きく変化する位置）は、上記模式化した図よりもわずかに左側にずれる。

【 0 0 5 6 】

同様に図 4 (B 1) に示すように、右目 E_R では、画像 5 1 R と画像 5 2 R とが重なる画像が視認される。そして、図 4 (B 2) の下図のように、右目 E_R の網膜 6 0 R 上において、画像 5 1 R および画像 5 2 R が重なる画像の端部は、網膜 6 0 L 上に入る画像の端部と対照的にわずかに右側にずれる。

20

【 0 0 5 7 】

このように、左右の目でそれぞれ異なる方向に画像の端部にずれが生じるように認識されるため、視認者は画像の立体感を感じることができる。

【 0 0 5 8 】

次に、3 D 画像の表示の具体的な例について説明する。図 6 は、画像の一部を 3 D 表示する例である。画像 5 6 は背景（家、空、雲など）の画像 5 7 および花木の画像 5 8 を合成した画像であり、視認者が実際に視認している状態を図示している。

30

【 0 0 5 9 】

本発明の一態様では、2 D 画像を加工して輝度変調型 3 D 表示方式で表示を行うため、3 D 表示の対象画像が予め特定されていることが好ましい。例えば、A R 技術に用いる C G 画像などを 3 D 表示の対象とすることができる。画像 5 6 においては、花木の画像 5 8 を 3 D 表示の対象とする。

【 0 0 6 0 】

画像 5 6 を構成する手順を図 7 および図 8 を用いて説明する。なお、以下に説明する画像は、例えば、予め記録メディアに記録された画像、データ通信によって取得した画像、または、その場でカメラを用いて取得した画像とすることができる。

【 0 0 6 1 】

まず、図 7 (A) に示す背景の画像 5 7 を取得する。または、図 7 (B) に示すように、背景画像として、左目用の画像 5 7 L および右目用の画像 5 7 R を取得してもよい。本発明の一態様では、視差バリアを用いるため、左目用および右目用の背景画像を用いれば背景画像の 3 D 表示も行うことができる。

40

【 0 0 6 2 】

次に、3 D 表示の対象である画像 2 1 を取得し、画像 2 1 を加工して画像 6 1 L、画像 6 2 L、画像 6 1 R および画像 6 2 R を形成する。（図 7 (C) 参照）。なお、画像 2 1、画像 6 1 L、画像 6 2 L、画像 6 1 R、画像 6 2 R は、図 3 に示す画像 2 0、画像 5 1 L、画像 5 2 L、画像 5 1 R、画像 5 2 R に相当する。

【 0 0 6 3 】

50

そして、図 8 (A) に示すように、背景の画像 5 7、画像 6 1 L および画像 6 1 L B を合成した左目用の画像 5 6 L 1 を形成する。ここで、画像 6 1 L B は、画像 6 2 L が重なる領域であって、画像 6 1 L が重ならない領域に表示される黒表示の画像であり、図 4 (A 1) に示す画像 5 1 L B に相当する。また、背景の画像 5 7、画像 6 1 R および画像 6 1 R B を合成した右目用の画像 5 6 R 1 を形成する。画像 6 1 R B は、画像 6 2 R が重なる領域であって、画像 6 1 R が重ならない領域に表示される黒表示の画像である。

【 0 0 6 4 】

また、図 8 (B) に示すように、画像 6 2 L および画像 6 2 L B を合成した左目用の画像 5 6 L 2 を形成する。ここで、画像 6 2 L B は画像 6 2 L が重ならない領域に表示される黒表示の画像であり、図 4 (A 1) に示す画像 5 2 L B、ならびに画像 5 2 L および画像 5 2 L B よりも外側の画像に相当する。また、画像 6 2 R および画像 6 2 R B を合成した右目用の画像 5 6 R 2 を形成する。画像 6 2 R B は画像 6 2 R が重ならない領域に表示される黒表示の画像である。

【 0 0 6 5 】

ここで、図 8 (A) に示す画像 5 6 L 1 および画像 5 6 R 1 は、画素 4 6 に表示される画像である。また、図 8 (B) に示す画像 5 6 L 2 および画像 5 6 R 2 は、画素 4 7 に表示される画像である。ただし、画像 5 6 L 1 および画像 5 6 R 1 を画素 4 7 で表示し、画像 5 6 L 2 および画像 5 6 R 2 を画素 4 6 で表示してもよい。

【 0 0 6 6 】

図 8 (C) は、実際に表示パネルに表示する画像 5 6 L および画像 5 6 R を示している。画像 5 6 L は視差バリアに対応した左目用の画像として、 L_1 乃至 L_m の画像に分割される。画像 5 6 R は視差バリアに対応した右目用の画像として、 R_1 乃至 R_m の画像に分割される。ここで、 m は表示パネルの水平方向の画素数の $1/2$ 以下とすることができ、視差バリアの遮蔽層の数と同数とすることができる。そして、図 5 に示したように、左目用の画像と右目用の画像を交互に配置して表示が行われる。

【 0 0 6 7 】

図 9 は、本発明の一態様の表示システムを説明するブロック図である。図 9 に示す表示システム 1 0 は、データ処理部 1 0 0 と、表示部 1 1 0 と、カメラ 1 0 5 (C A M) と、GPS (G l o b a l P o s i t i o n i n g S y s t e m) 受信機 1 0 6 (G P S) と、データ入出力部 1 0 7 (I / O) と、タッチセンサ 1 1 3 (T - S E N) と、光センサ 1 1 4 (P - S E N) を有する構成とすることができる。なお、表示システム 1 0 に含まれる要素はこれらに限らず、その他の要素が含まれていてもよい。

【 0 0 6 8 】

データ処理部 1 0 0 は、データ処理回路 1 0 1 (C P U)、第 1 のメモリ 1 0 2 (R A M 1)、第 2 のメモリ 1 0 3 (R A M 2) および制御回路 1 0 4 (C O N) を有する構成とすることができる。

【 0 0 6 9 】

データ処理回路 1 0 1 としては、CPU (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) などの演算回路を用いることができる。データ処理回路 1 0 1 は、必要に応じて第 1 のメモリ 1 0 2、第 2 のメモリ 1 0 3、制御回路 1 0 4、カメラ 1 0 5、GPS 受信機 1 0 6、データ入出力部 1 0 7、タッチセンサ 1 1 3、および光センサ 1 1 4 等と相互に信号を授受するなど、表示システム 1 0 全体の制御を統括する機能を有する。

【 0 0 7 0 】

第 1 のメモリ 1 0 2 および第 2 のメモリ 1 0 3 は、画像データを記憶する機能を有する。例えば、フレームメモリとして画像データを保持し、データ処理回路 1 0 1 から制御回路 1 0 4 へのデータ授受を可能とする。また、複数のフレームデータを保持することでフレーム間での画像データ比較等の処理を可能とする。

【 0 0 7 1 】

第 1 のメモリ 1 0 2 は、第 1 の表示素子で表示する画像データを記憶する機能を有する。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

また、第2のメモリ103は、第2の表示素子で表示する画像データを記憶する機能を有する。

【0073】

制御回路104は、2種類の画像データが更新される頻度に合わせて表示部110の動作制御を実行する機能を有する。

【0074】

表示部110は、第1の表示素子を有する画素46（PIX1）と第2の表示素子を有する画素47（PIX2）を有する。前述したように、第1の表示素子としては、例えば反射型の液晶素子を用いることができる。また、第2の表示素子としては、例えば発光素子を用いることができる。なお、画素46が第2の表示素子を有し、画素47が第1の表示素子を有する構成とすることもできる。

10

【0075】

画素46および画素47では、画像データの書き込みトランジスタとして、金属酸化物をチャネル領域に有するトランジスタ（以下、OSTランジスタ）を用いることが好ましい。OSTランジスタは極めてオフ電流が小さく、画像データとして書き込んだ電位を長時間保持することが可能となる。したがって、複数のフレーム期間において、新たに画像データを書き込むことなく画像表示が維持できる、所謂アイドルリングストップ駆動が可能となる。

【0076】

アイドルリングストップ駆動では、画素に書き込んだ画像データを2フレーム以上に亘り保持することができる。これにより、画像データの書き換え頻度を少なくすることができるため、消費電力を低減することができる。

20

【0077】

第1の表示素子として用いることのできる反射型の液晶素子は、バックライトを必要としないため、画素部の消費電力は回路動作の消費電力と等しくなる。したがって、第1の表示素子を有する画素をアイドルリングストップ駆動することが特に好ましく、画素部の消費電力は書き換え頻度に比例して低減することができる。

【0078】

上述したアイドルリングストップ駆動の一例について、図10（A）乃至（C）を用いて説明する。

30

【0079】

図10（A）は、液晶素子13および画素回路11で構成される画素の回路図を図示している。図10（A）では、信号線SLおよびゲート線GLに接続されたトランジスタM1、容量素子CS_LCおよび液晶素子LCを図示している。

【0080】

図10（B）は、アイドルリングストップ駆動ではない通常駆動モードにおいて、信号線SLおよびゲート線GLにそれぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。通常駆動モードでは、通常のフレーム周波数（例えば60Hz）で動作させることができる。

【0081】

当該フレーム周波数における連続するフレームの各期間をT₁、T₂、T₃としたとき、各フレーム期間でゲート線に走査信号を与え、信号線のデータD₁を画素に書き込む動作を行う。この動作は、T₁、T₂、T₃で同じデータD₁を書き込む場合であっても、異なるデータを書き込む場合であっても同じである。

40

【0082】

図10（C）は、アイドルリングストップ駆動において、信号線SLおよびゲート線GLにそれぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。アイドルリングストップ駆動では、低速のフレーム周波数（例えば1Hz）で動作させることができる。

【0083】

図10（C）では、当該フレーム周波数におけるフレーム期間をT₁、その中でデータを

50

書き込む期間を T_W 、データを保持する期間を T_{RET} で表している。アイドルングストップ駆動は、期間 T_W でゲート線に走査信号を与え、信号線のデータ D_1 を画素に書き込み、期間 T_{RET} でゲート線をローレベルの電圧に固定し、トランジスタ M_1 を非導通状態として一旦書き込んだデータ D_1 を画素に保持させる動作を行う。

【0084】

ここで、トランジスタ M_1 としてOSトランジスタを用いることで、その低いオフ電流によってデータ D_1 を長時間保持することが可能となる。また、図10(A)乃至(C)では液晶素子LCを用いた例を示したが、有機EL素子などの発光素子を用いても、同様にアイドルングストップ駆動は可能である。

【0085】

なお、図10(A)に示す回路図において、液晶素子LCはデータ D_1 のリークパスとなる。したがって、適切にアイドルングストップ駆動を行うには、液晶素子LCの抵抗率を $1.0 \times 10^{-14} \cdot \text{cm}$ 以上とすることが好ましい。

【0086】

カメラ105は、入射光に応じた撮像画像を取得する機能を有する。

【0087】

GPS受信機106は、通信衛星と通信することができ、受信位置を演算する機能を有する。

【0088】

データ入出力部107は、外部から画像データ等を取得する機能または外部に画像データ等を入力する機能を有する。例えば、データ入出力部107は有線または無線のネットワークと接続することができ、当該ネットワークを介して外部から画像データ等を取得することができる。また、データ入出力部107には画像データ等が記憶された記憶メディアが接続されてもよい。

【0089】

タッチセンサ113は入力手段であり、表示部110に重ねて設けられる。表示部110をユーザーがタッチする動作を電気信号に変換してデータ処理回路101に出力する機能を有する。入力された情報はデータ処理回路101に出力することで、データ処理回路101で処理されるアプリケーションソフト用の入力信号として使用される。

【0090】

光センサ114は、表示システム10が使用される環境の照度を測定する機能を有する。データ処理回路101および制御回路104は、照度の情報を得ることで、画素46で表示される画像と画素47で表示される画像の輝度調整を行うことができる。画素46に用いることのできる反射型の液晶素子は、輝度が外部の照度に依存する。したがって、画素47に用いることのできる発光素子の輝度を外部の照度にあわせて変化させ、画素46との輝度バランスをとることが好ましい。なお、光センサ114は、画素内に設けられていてもよい。また、本発明の一態様の表示システム10においては、タッチセンサ113および光センサ114を省くこともできる。

【0091】

上述した構成要素を有する表示システム10を用いることによって、複数の画像を合成して表示を行うことができる。例えば、ある被写体の画像をカメラ105で取得し、当該被写体に関する情報または当該被写体と組み合わせたい画像をデータ入出力部107から取得し、両者を合成して表示部110に表示することができる。

【0092】

なお、カメラ105で取得した画像Pを画素46および画素47の一方で表示し、データ入出力部107を介して取得した画像Qを画素46および画素47の他方で表示すると、画像Pと画像Qが重なって表示される領域が発生する。したがって、画像Pにおける画像Qが表示される領域は、黒画像に加工しておくことが好ましい。当該加工はデータ処理回路で行えばよい。なお、用途によっては、当該加工を不要としてもよい。

【0093】

10

20

30

40

50

画像 P に対する画像 Q の合成位置は、画像 P 内の指定目印（マーカー）を利用して決定することができる。あるいは、GPS 受信機 106 によって取得した位置情報、データ入力部 107 を介して取得した情報およびカメラ 105 の撮像情報のいずれか、またはそれらの複合情報に基づいて演算した結果などから決定することができる。

【0094】

制御回路 104 は、第 1 のメモリ 102 から入力される画像データを画素 46 に表示させる機能を有する。画素 46 は反射型の液晶素子を有し、前述したアイドリングストップ駆動が可能である。したがって、書き換え頻度の少ない画像データを画素 46 で表示したとき、特定のフレーム期間において画素 46 を駆動するための周辺回路の動作を停止することができる。

10

【0095】

また、制御回路 104 は、第 2 のメモリ 103 から入力される画像データを画素 47 に表示させる機能を有する。画素 47 は発光素子を有し、動画表示に対して良好な表示応答性を有する。したがって、画素 47 は、画素 46 で表示させる画像データよりも書き換え頻度が多い画像を表示させることが好ましい。

【0096】

なお、アイドリングストップ駆動を行うフレーム数は予め設定した数とするほか、環境の変化を各種センサ（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におひまたは赤外線などを測定する機能を含むもの）等を用いて認識させ、自動的に当該フレーム数を変化させてもよい。当該制御を行うことで、現実との整合性を向上させることができる。また、無駄な画像データの書き換えを抑制し、消費電力を低減させることができる。

20

【0097】

上述した各画素や、画素を駆動する回路に用いられるトランジスタなどの半導体装置には、半導体層に金属酸化物を適用することが好ましい。当該金属酸化物としては、例えば、後述する CAC-OS (Cloud-Aligned Composite-Oxide Semiconductor) などを用いることができる。

【0098】

特にシリコンよりもバンドギャップの大きな酸化物半導体を適用することが好ましい。シリコンよりもバンドギャップが広く、且つキャリア密度の小さい半導体材料を用いると、トランジスタのオフ状態における電流を低減することができる。

30

【0099】

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

【0100】

また、上述した画素や、当該画素を駆動する回路に用いられるトランジスタなどの半導体装置には、多結晶半導体を用いてもよい。例えば、多結晶シリコンなどを用いることが好ましい。多結晶シリコンは単結晶シリコンに比べて低温で形成でき、かつアモルファスシリコンに比べて高い電界効果移動度と高い信頼性を備える。このような多結晶半導体を画素に適用することで画素の開口率を向上させることができる。また極めて多くの画素を有する場合であっても、ゲート駆動回路とソース駆動回路を画素と同一基板上に形成することが可能となり、電子機器を構成する部品数を低減することができる。

40

【0101】

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。

【0102】

（実施の形態 2）

50

本実施の形態では、本発明の一態様に用いることのできる表示装置、および表示装置の駆動方法について説明する。

【0103】

本発明の一態様の表示装置は、可視光を反射する第1の表示素子が設けられた画素を有することができる。または、可視光を発する第2の表示素子が設けられた画素を有することができる。または、可視光を透過する第3の表示素子が設けられた画素を有することができる。または、第1の表示素子と、第2の表示素子または第3の表示素子と、が設けられた画素を有することができる。

【0104】

本実施の形態では、可視光を反射する第1の表示素子と、可視光を発する第2の表示素子とを有する表示装置について説明する。

10

【0105】

表示装置は、第1の表示素子が反射する第1の光と、第2の表示素子が発する第2の光のうち、いずれか一方、または両方により、画像を表示する機能を有する。または、表示装置は、第1の表示素子が反射する第1の光の光量と、第2の表示素子が発する第2の光の光量と、をそれぞれ制御することにより、階調を表現する機能を有する。

【0106】

また、表示装置は、第1の表示素子の反射光の光量を制御することにより階調を表現する第1の画素と、第2の表示素子からの発光の光量を制御することにより階調を表現する第2の画素を有する構成とすることが好ましい。第1の画素および第2の画素は、例えばそれぞれマトリクス状に複数配置され、表示部を構成する。

20

【0107】

また、第1の画素と第2の画素は、同数且つ同ピッチで、表示領域内に配置されていることが好ましい。このとき、隣接する第1の画素と第2の画素を合わせて、画素ユニットと呼ぶことができる。これにより、後述するように複数の第1の画素のみで表示された画像と、複数の第2の画素のみで表示された画像、ならびに複数の第1の画素および複数の第2の画素の両方で表示された画像のそれぞれは、同じ表示領域に表示することができる。

【0108】

第1の画素が有する第1の表示素子には、外光を反射して表示する素子を用いることができる。このような素子は、光源を持たないため、表示の際の消費電力を極めて小さくすることが可能となる。

30

【0109】

第1の表示素子には、代表的には反射型の液晶素子を用いることができる。または、第1の表示素子として、シャッター方式のMEMS(Micro Electro Mechanical System)素子、光干渉方式のMEMS素子の他、マイクロカプセル方式、電気泳動方式、エレクトロウェットティング方式、電子粉流体(登録商標)方式等を適用した素子などを用いることができる。

【0110】

第2の画素が有する第2の表示素子は光源を有し、その光源からの光を利用して表示する素子を用いることができる。特に、電界を印加することにより発光性の物質から発光を取り出すことのできる、電界発光素子を用いることが好ましい。このような画素が射出する光は、その輝度や色度が外光に左右されることがないため、色再現性が高く(色域が広く)、且つコントラストの高い、つまり鮮やかな表示を行うことができる。

40

【0111】

第2の表示素子には、例えばOLED(Organic Light Emitting Diode)、LED(Light Emitting Diode)、QLED(Quantum-dot Light Emitting Diode)、半導体レーザなどの自発光性の発光素子を用いることができる。または、第2の画素が有する表示素子として、光源であるバックライトと、バックライトからの光の透過光の光量を制御する透過型の液晶素子とを組み合わせたものを用いてもよい。

50

【 0 1 1 2 】

第1の画素は、例えば白色（W）を呈する副画素、または例えば赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の3色の光をそれぞれ呈する副画素を有する構成とすることができる。また、第2の画素も同様に、例えば白色（W）を呈する副画素、または例えば赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の3色の光をそれぞれ呈する副画素を有する構成とすることができる。なお、第1の画素および第2の画素がそれぞれ有する副画素は、4色以上であってもよい。副画素の種類が多いほど、消費電力を低減することが可能で、また色再現性を高めることができる。

【 0 1 1 3 】

本発明の一態様は、第1の画素で画像を表示する第1のモード、第2の画素で画像を表示する第2のモード、および第1の画素および第2の画素で画像を表示する第3のモードを切り替えることができる。また、実施の形態1で示したように、第1の画素および第2の画素のそれぞれに異なる画像信号を入力し、合成画像を表示することもできる。

10

【 0 1 1 4 】

第1のモードは、第1の表示素子による反射光を用いて画像を表示するモードである。第1のモードは光源が不要であるため、極めて低消費電力な駆動モードである。例えば、外光の照度が十分高く、且つ外光が白色光またはその近傍の光である場合に有効である。第1のモードは、例えば本や書類などの文字情報を表示することに適した表示モードである。また、反射光を用いるため、目に優しい表示を行うことができ、目が疲れにくいという効果を奏する。

20

【 0 1 1 5 】

第2のモードでは、第2の表示素子による発光を利用して画像を表示するモードである。そのため、外光の照度や色度によらず、極めて鮮やかな（コントラストが高く、且つ色再現性の高い）表示を行うことができる。例えば、夜間や暗い室内など、外光の照度が極めて小さい場合などに有効である。また外光が暗い場合、明るい表示を行うと使用者が眩しく感じてしまう場合がある。これを防ぐために、第2のモードでは輝度を抑えた表示を行うことが好ましい。またこれにより、眩しさを抑えることに加え、消費電力も低減することができる。第2のモードは、鮮やかな画像や滑らかな動画などを表示することに適したモードである。

【 0 1 1 6 】

第3のモードでは、第1の表示素子による反射光と、第2の表示素子による発光の両方を利用して表示を行うモードである。具体的には、第1の画素が呈する光と、第1の画素と隣接する第2の画素が呈する光を混色させることにより、1つの色を表現するように駆動する。第1のモードよりも鮮やかな表示をしつつ、第2のモードよりも消費電力を抑えることができる。例えば、室内照明下や、朝方や夕方の時間帯など、外光の照度が比較的低い場合や、外光の色度が白色ではない場合などに有効である。また、反射光と発光とを混色させた光を用いることで、まるで絵画を見ているかのように感じさせる画像を表示することが可能となる。

30

【 0 1 1 7 】

以下では、本発明の一態様のより具体的な例について、図面を参照して説明する。

40

【 0 1 1 8 】

[表示装置の構成例]

図11は、本発明の一態様の表示装置が有する画素アレイ40を説明する図である。画素アレイ40は、マトリクス状に配置された複数の画素ユニット45を有する。画素ユニット45は、画素46と、画素47を有する。

【 0 1 1 9 】

図11では、画素46および画素47が、それぞれ赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の3色に対応する表示素子を有する場合の例を示している。

【 0 1 2 0 】

画素46は、赤色（R）に対応する表示素子46R、緑色（G）に対応する表示素子46

50

G、青色（B）に対応する表示素子46Bを有する。表示素子46R、46G、46Bはそれぞれ、光源の光を利用した第1の表示素子である。

【0121】

画素47は、赤色（R）に対応する表示素子47R、緑色（G）に対応する表示素子47G、青色（B）に対応する表示素子47Bを有する。表示素子47R、47G、47Bはそれぞれ、外光の反射を利用した第2の表示素子である。

【0122】

以上が表示装置の構成例についての説明である。

【0123】

〔画素ユニットの構成例〕

続いて、図12（A）、（B）、（C）を用いて画素ユニット45について説明する。図12（A）、（B）、（C）は、画素ユニット45の構成例を示す模式図である。

【0124】

画素46は、表示素子46R、表示素子46G、表示素子46Bを有する。表示素子46Rは、光源を有し、画素46に入力される第2の階調値に含まれる赤色に対応する階調値に応じた輝度の赤色の光R2を、表示面側に射出する。表示素子46G、表示素子46Bも同様に、それぞれ緑色の光G2または青色の光B2を、表示面側に射出する。

【0125】

画素47は、表示素子47R、表示素子47G、表示素子47Bを有する。表示素子47Rは、外光を反射し、画素47に入力される第1の階調値に含まれる赤色に対応する階調値に応じた輝度の赤色の光R1を、表示面側に射出する。表示素子47G、表示素子47Bも同様に、それぞれ緑色の光G1または青色の光B1を、表示面側に射出する。

【0126】

〔第3のモード〕

図12（A）は、外光を反射する表示素子47R、表示素子47G、表示素子47Bと、光を発する表示素子46R、表示素子46G、表示素子46Bの両方を駆動して画像を表示する動作モードの例を示している。図12（A）に示すように、画素ユニット45は、光R1、光G1、光B1、光R2、光G2、および光B2の6つの光を混色させることにより、所定の色の光55を表示面側に射出することができる。

【0127】

このとき、表示素子46R、表示素子46Gおよび表示素子46Bのそれぞれの輝度を低く抑えることが好ましい。例えば、表示素子46R、表示素子46Gおよび表示素子46Bのそれぞれが発することのできる光の輝度の最大値（最大輝度ともいう）を100%としたときに、第3のモードで表示素子46R、表示素子46Gおよび表示素子46Bのそれぞれが発する光の輝度の最大値を、最大輝度の5%以上50%以下、好ましくは1%以上60%以下とすることが好ましい。これにより、低い消費電力で表示できるとともに、表示される画像がより絵画的になり、また目に優しい表示を行うことが可能となる。

【0128】

〔第1のモード〕

図12（B）は、外光を反射する表示素子47R、表示素子47G、表示素子47Bを駆動して画像を表示する動作モードの例を示している。図12（B）に示すように、画素ユニット45は、例えば外光の照度が十分に高い場合などでは、画素46を駆動させずに、画素47からの光（光R1、光G1、および光B1）のみを混色させることにより、所定の色の光55を表示面側に射出することもできる。これにより、極めて低消費電力な駆動を行うことができる。

【0129】

〔第2のモード〕

図12（C）は、表示素子46R、表示素子46G、表示素子46Bを駆動して画像を表示する動作モードの例を示している。図12（C）に示すように、画素ユニット45は、例えば外光の照度が極めて小さい場合などでは、画素47を駆動させずに、画素46から

10

20

30

40

50

の光（光 R 2、光 G 2、および光 B 2）のみを混色させることにより、所定の色の光 5 5 を表示面側に射出することもできる。これにより鮮やかな表示を行うことができる。また外光の照度が小さい場合に輝度を低くすることで、使用者が感じる眩しさを抑えたと共に消費電力を低減できる。

【 0 1 3 0 】

このとき、第 3 のモードよりも、可視光を発光する表示素子の輝度を高めることが好ましい。例えば、第 2 のモードで表示素子 4 6 R、表示素子 4 6 G、表示素子 4 6 B のそれぞれが発する光の輝度の最大値を、最大輝度の 1 0 0 % とする、または、5 0 % 以上 1 0 0 % 以下、好ましくは 6 0 % 以上 1 0 0 % 以下とすることができる。これにより、外光の明るい場所であっても鮮やかな画像を表示することができる。

10

【 0 1 3 1 】

ここで、表示素子 4 6 R、表示素子 4 6 G、表示素子 4 6 B のそれぞれが発する光の輝度の最大値は、ダイナミックレンジに置き換えることができる。すなわち、第 3 のモードでは、第 2 のモードよりも表示素子 4 6 R、表示素子 4 6 G、表示素子 4 6 B のそれぞれのダイナミックレンジを狭く設定することができる。例えば、表示素子 4 6 R、表示素子 4 6 G または表示素子 4 6 B における第 3 のモードのダイナミックレンジを、第 2 のモードのダイナミックレンジの 5 % 以上 5 0 % 以下、好ましくは 1 % 以上 6 0 % 以下に設定することができる。

【 0 1 3 2 】

以上が画素ユニット 4 5 の構成例についての説明である。

20

【 0 1 3 3 】

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。

【 0 1 3 4 】

（実施の形態 3）

以下では、本発明の一態様の表示装置に用いることのできる表示パネルの例について説明する。以下で例示する表示パネルは、反射型の液晶素子と、発光素子の両方を有し、透過モードと反射モードの両方の表示を行うことのできる、表示パネルである。

【 0 1 3 5 】

〔構成例〕

30

図 1 3 (A) は、表示装置 4 0 0 の構成の一例を示すブロック図である。表示装置 4 0 0 は、表示部 3 6 2 にマトリクス状に配列した複数の画素 4 1 0 を有する。また表示装置 4 0 0 は、回路 G D と、回路 S D を有する。また、方向 R に配列した複数の画素 4 1 0、回路 G D と電気的に接続する複数の配線 G 1、複数の配線 G 2、複数の配線 A N O、および複数の配線 C S C O M を有する。また、方向 C に配列した複数の画素 4 1 0、回路 S D と電気的に接続する複数の配線 S 1、および複数の配線 S 2 を有する。

【 0 1 3 6 】

なお、ここでは簡単のために回路 G D と回路 S D を 1 つずつ有する構成を示したが、液晶素子を駆動する回路 G D および回路 S D と、発光素子を駆動する回路 G D および回路 S D とを、別々に設けてもよい。

40

【 0 1 3 7 】

画素 4 1 0 は、反射型の液晶素子と、発光素子を有する。画素 4 1 0 において、液晶素子と発光素子とは、互いに重なる部分を有する。

【 0 1 3 8 】

図 1 3 (B 1) は、画素 4 1 0 が有する導電層 3 1 1 b の構成例を示す。導電層 3 1 1 b は、画素 4 1 0 における液晶素子の反射電極として機能する。また導電層 3 1 1 b には、開口 4 5 1 が設けられている。

【 0 1 3 9 】

図 1 3 (B 1) には、導電層 3 1 1 b と重なる領域に位置する発光素子 3 6 0 を破線で示している。発光素子 3 6 0 は、導電層 3 1 1 b が有する開口 4 5 1 と重ねて配置されてい

50

る。これにより、発光素子 3 6 0 が発する光は、開口 4 5 1 を介して表示面側に射出される。

【 0 1 4 0 】

図 1 3 (B 1) では、方向 R に隣接する画素 4 1 0 が異なる色に対応する画素である。このとき、図 1 3 (B 1) に示すように、方向 R に隣接する 2 つの画素において、開口 4 5 1 が一列に配列されないように、導電層 3 1 1 b の異なる位置に設けられていることが好ましい。これにより、2 つの発光素子 3 6 0 を離すことが可能で、発光素子 3 6 0 が発する光が隣接する画素 4 1 0 が有する着色層に入射してしまう現象（クロストークともいう）を抑制することができる。また、隣接する 2 つの発光素子 3 6 0 を離して配置することができるため、発光素子 3 6 0 の E L 層をシャドウマスク等により作り分ける場合であっても、高い精細度の表示装置を実現できる。

10

【 0 1 4 1 】

また、図 1 3 (B 2) に示すような配列としてもよい。

【 0 1 4 2 】

非開口部の総面積に対する開口 4 5 1 の総面積の比の値が大きすぎると、液晶素子を用いた表示が暗くなってしまう。また、非開口部の総面積に対する開口 4 5 1 の総面積の比の値が小さすぎると、発光素子 3 6 0 を用いた表示が暗くなってしまう。

【 0 1 4 3 】

また、反射電極として機能する導電層 3 1 1 b に設ける開口 4 5 1 の面積が小さすぎると、発光素子 3 6 0 が射出する光から取り出せる光の効率が低下してしまう。

20

【 0 1 4 4 】

開口 4 5 1 の形状は、例えば多角形、四角形、楕円形、円形または十字等の形状とすることができる。また、細長い筋状、スリット状、市松模様状の形状としてもよい。また、開口 4 5 1 を隣接する画素に寄せて配置してもよい。好ましくは、開口 4 5 1 を同じ色を表示する他の画素に寄せて配置する。これにより、クロストークを抑制できる。

【 0 1 4 5 】

[回路構成例]

図 1 4 は、画素 4 1 0 の構成例を示す回路図である。図 1 4 では、隣接する 2 つの画素 4 1 0 を示している。

【 0 1 4 6 】

30

画素 4 1 0 は、スイッチ S W 1、容量素子 C 1、液晶素子 3 4 0、スイッチ S W 2、トランジスタ M、容量素子 C 2、および発光素子 3 6 0 等を有する。また、画素 4 1 0 には、配線 G 1、配線 G 2、配線 A N O、配線 C S C O M、配線 S 1、および配線 S 2 が電氣的に接続されている。また、図 1 4 では、液晶素子 3 4 0 と電氣的に接続する配線 V C O M 1、および発光素子 3 6 0 と電氣的に接続する配線 V C O M 2 を示している。

【 0 1 4 7 】

図 1 4 では、スイッチ S W 1 およびスイッチ S W 2 に、トランジスタを用いた場合の例を示している。

【 0 1 4 8 】

スイッチ S W 1 は、ゲートが配線 G 1 と接続され、ソースまたはドレインの一方が配線 S 1 と接続され、ソースまたはドレインの他方が容量素子 C 1 の一方の電極、および液晶素子 3 4 0 の一方の電極と接続されている。容量素子 C 1 は、他方の電極が配線 C S C O M と接続されている。液晶素子 3 4 0 は、他方の電極が配線 V C O M 1 と接続されている。

40

【 0 1 4 9 】

また、スイッチ S W 2 は、ゲートが配線 G 2 と接続され、ソースまたはドレインの一方が配線 S 2 と接続され、ソースまたはドレインの他方が、容量素子 C 2 の一方の電極、トランジスタ M のゲートと接続されている。容量素子 C 2 は、他方の電極がトランジスタ M のソースまたはドレインの一方、および配線 A N O と接続されている。トランジスタ M は、ソースまたはドレインの他方が発光素子 3 6 0 の一方の電極と接続されている。発光素子 3 6 0 は、他方の電極が配線 V C O M 2 と接続されている。

50

【 0 1 5 0 】

図 1 4 では、トランジスタ M が半導体を挟む 2 つのゲートを有し、これらが接続されている例を示している。これにより、トランジスタ M が流すことのできる電流を増大させることができる。

【 0 1 5 1 】

配線 G 1 には、スイッチ S W 1 を導通状態または非導通状態に制御する信号を与えることができる。配線 V C O M 1 には、所定の電位を与えることができる。配線 S 1 には、液晶素子 3 4 0 が有する液晶の配向状態を制御する信号を与えることができる。配線 C S C O M には、所定の電位を与えることができる。

【 0 1 5 2 】

配線 G 2 には、スイッチ S W 2 を導通状態または非導通状態に制御する信号を与えることができる。配線 V C O M 2 および配線 A N O には、発光素子 3 6 0 が発光する電位差が生じる電位をそれぞれ与えることができる。配線 S 2 には、トランジスタ M の導通状態を制御する信号を与えることができる。

【 0 1 5 3 】

図 1 4 に示す画素 4 1 0 は、例えば、反射モードの表示を行う場合には、配線 G 1 および配線 S 1 に与える信号により駆動し、液晶素子 3 4 0 による光学変調を利用して表示することができる。また、透過モードで表示を行う場合には、配線 G 2 および配線 S 2 に与える信号により駆動し、発光素子 3 6 0 を発光させて表示することができる。また、両方のモードで駆動する場合には、配線 G 1、配線 G 2、配線 S 1 および配線 S 2 のそれぞれに与える信号により駆動することができる。

【 0 1 5 4 】

なお、図 1 4 では一つの画素 4 1 0 に、一つの液晶素子 3 4 0 と一つの発光素子 3 6 0 とを有する例を示したが、これに限られない。図 1 5 (A) は、一つの画素 4 1 0 に一つの液晶素子 3 4 0 と 4 つの発光素子 3 6 0 (発光素子 3 6 0 r、3 6 0 g、3 6 0 b、3 6 0 w) を有する例を示している。

【 0 1 5 5 】

図 1 5 (A) では図 1 4 の例に加えて、画素 4 1 0 に配線 G 3 および配線 S 3 が接続されている。

【 0 1 5 6 】

図 1 5 (A) に示す例では、例えば 4 つの発光素子 3 6 0 を、それぞれ赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B)、および白色 (W) を呈する発光素子を用いることができる。また液晶素子 3 4 0 として、白色を呈する反射型の液晶素子を用いることができる。これにより、反射モードの表示を行う場合には、反射率の高い白色の表示を行うことができる。また透過モードで表示を行う場合には、演色性の高い表示を低い電力で行うことができる。

【 0 1 5 7 】

また、図 1 5 (B) には、画素 4 1 0 の構成例を示している。画素 4 1 0 は、電極 3 1 1 が有する開口部と重なる発光素子 3 6 0 w と、電極 3 1 1 の周囲に配置された発光素子 3 6 0 r、発光素子 3 6 0 g、および発光素子 3 6 0 b とを有する。発光素子 3 6 0 r、発光素子 3 6 0 g、および発光素子 3 6 0 b は、発光面積がほぼ同等であることが好ましい。

【 0 1 5 8 】

[表示パネルの構成例]

図 1 6 は、本発明の一態様の表示パネル 3 0 0 の斜視概略図である。表示パネル 3 0 0 は、基板 3 5 1 と基板 3 6 1 とが貼り合わされた構成を有する。図 1 6 では、基板 3 6 1 を破線で明示している。

【 0 1 5 9 】

表示パネル 3 0 0 は、表示部 3 6 2、回路 3 6 4、配線 3 6 5 等を有する。基板 3 5 1 には、例えば回路 3 6 4、配線 3 6 5、および画素電極として機能する導電層 3 1 1 b 等が設けられる。また図 1 6 では基板 3 5 1 上に I C 3 7 3 と F P C 3 7 2 が実装されている

10

20

30

40

50

例を示している。そのため、図 16 に示す構成は、表示パネル 300 と FPC 372 および IC 373 を有する表示モジュールと言うこともできる。

【0160】

回路 364 は、例えば走査線駆動回路として機能する回路を用いることができる。

【0161】

配線 365 は、表示部 362 や回路 364 に信号や電力を供給する機能を有する。当該信号や電力は、FPC 372 を介して外部、または IC 373 から配線 365 に入力される。

【0162】

また、図 16 では、COG (Chip On Glass) 方式等により、基板 351 に IC 373 が設けられている例を示している。IC 373 は、例えば走査線駆動回路、または信号線駆動回路などとしての機能を有する IC を適用できる。なお表示パネル 300 が走査線駆動回路および信号線駆動回路として機能する回路を備える場合や、走査線駆動回路や信号線駆動回路として機能する回路を外部に設け、FPC 372 を介して表示パネル 300 を駆動するための信号を入力する場合などでは、IC 373 を設けない構成としてもよい。また、IC 373 を、COF (Chip On Film) 方式等により、FPC 372 に実装してもよい。

【0163】

図 16 には、表示部 362 の一部の拡大図を示している。表示部 362 には、複数の表示素子が有する導電層 311b がマトリクス状に配置されている。導電層 311b は、可視光を反射する機能を有し、後述する液晶素子 340 の反射電極として機能する。

【0164】

また、図 16 に示すように、導電層 311b は開口を有する。さらに導電層 311b よりも基板 351 側に、発光素子 360 を有する。発光素子 360 からの光は、導電層 311b の開口を介して基板 361 側に射出される。

【0165】

また、基板 361 上にはタッチセンサを設けることができる。例えば、シート状の静電容量方式のタッチセンサ 366 を表示部 362 に重ねて設ける構成とすればよい。または、基板 361 と基板 351 との間にタッチセンサを設けてもよい。基板 361 と基板 351 との間にタッチセンサを設ける場合は、静電容量方式のタッチセンサのほか、光電変換素子を用いた光学式のタッチセンサを適用してもよい。

【0166】

[断面構成例 1]

図 17 に、図 16 で例示した表示パネルの、FPC 372 を含む領域の一部、回路 364 を含む領域の一部、および表示部 362 を含む領域の一部をそれぞれ切断したときの断面の一例を示す。なお、タッチセンサ 366 は含まない。

【0167】

表示パネルは、基板 351 と基板 361 の間に、絶縁層 220 を有する。また基板 351 と絶縁層 220 の間に、発光素子 360、トランジスタ 201、トランジスタ 205、トランジスタ 206、着色層 134 等を有する。また絶縁層 220 と基板 361 の間に、液晶素子 340、着色層 131 等を有する。また基板 361 と絶縁層 220 は接着層 141 を介して接着され、基板 351 と絶縁層 220 は接着層 142 を介して接着されている。

【0168】

トランジスタ 206 は、液晶素子 340 と電氣的に接続し、トランジスタ 205 は、発光素子 360 と電氣的に接続する。トランジスタ 205 とトランジスタ 206 は、いずれも絶縁層 220 の基板 351 側の面上に形成されているため、これらを同一の工程を用いて作製することができる。

【0169】

基板 361 には、着色層 131、遮光層 132、絶縁層 121、および液晶素子 340 の共通電極として機能する導電層 313、配向膜 133b、絶縁層 117 等が設けられてい

10

20

30

40

50

る。絶縁層 117 は、液晶素子 340 のセルギャップを保持するためのスペーサとして機能する。

【0170】

絶縁層 220 の基板 351 側には、絶縁層 211、絶縁層 212、絶縁層 213、絶縁層 214、絶縁層 215 等の絶縁層が設けられている。絶縁層 211 は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層 212、絶縁層 213、および絶縁層 214 は、各トランジスタを覆って設けられている。また絶縁層 214 を覆って絶縁層 215 が設けられている。絶縁層 214 および絶縁層 215 は、平坦化層としての機能を有する。なお、ここではトランジスタ等を覆う絶縁層として、絶縁層 212、絶縁層 213、絶縁層 214 の 3 層を有する場合について示しているが、これに限られず 4 層以上であってもよいし、単層、または 2 層であってもよい。また平坦化層として機能する絶縁層 214 は、不要であれば設けなくてもよい。

10

【0171】

また、トランジスタ 201、トランジスタ 205、およびトランジスタ 206 は、一部がゲートとして機能する導電層 221、一部がソースまたはドレインとして機能する導電層 222、半導体層 231 を有する。ここでは、同一の導電膜を加工して得られる複数の層に、同じハッチングパターンを付している。

【0172】

液晶素子 340 は反射型の液晶素子である。液晶素子 340 は、導電層 311a、液晶 312、導電層 313 が積層された積層構造を有する。また、導電層 311a の基板 351 側に接して、可視光を反射する導電層 311b が設けられている。導電層 311b は開口 251 を有する。また、導電層 311a および導電層 313 は可視光を透過する材料を含む。また、液晶 312 と導電層 311a の間に配向膜 133a が設けられ、液晶 312 と導電層 313 の間に配向膜 133b が設けられている。また、基板 361 の外側の面には、偏光板 130 を有する。

20

【0173】

液晶素子 340 において、導電層 311b は可視光を反射する機能を有し、導電層 313 は可視光を透過する機能を有する。基板 361 側から入射した光は、偏光板 130 により偏光され、導電層 313、液晶 312 を透過し、導電層 311b で反射する。そして、液晶 312 および導電層 313 を再度透過して、偏光板 130 に達する。このとき、導電層 311b と導電層 313 の間に与える電圧によって液晶の配向を制御し、光の光学変調を制御することができる。すなわち、偏光板 130 を介して射出される光の強度を制御することができる。また光は着色層 131 によって特定の波長領域以外の光が吸収されることにより、取り出される光は、例えば赤色を呈する光となる。

30

【0174】

発光素子 360 は、ボトムエミッション型の発光素子である。発光素子 360 は、絶縁層 220 側から導電層 191、EL 層 192、および導電層 193b の順に積層された積層構造を有する。また導電層 193b を覆って導電層 193a が設けられている。導電層 193b は可視光を反射する材料を含み、導電層 191 および導電層 193a は可視光を透過する材料を含む。発光素子 360 が発する光は、着色層 134、絶縁層 220、開口 251、導電層 313 等を介して、基板 361 側に射出される。

40

【0175】

ここで、図 17 に示すように、開口 251 には可視光を透過する導電層 311a が設けられていることが好ましい。これにより、開口 251 と重なる領域においてもそれ以外の領域と同様に液晶 312 が配向するため、これらの領域の境界部で液晶の配向不良が生じ、意図しない光が漏れてしまうことを抑制できる。

【0176】

ここで、基板 361 の外側の面に配置する偏光板 130 として直線偏光板を用いてもよいが、円偏光板を用いることもできる。円偏光板としては、例えば直線偏光板と 1/4 波長位相差板を積層したものをを用いることができる。これにより、外光反射を抑制することが

50

できる。また、外光反射を抑制するために光拡散板を設けてもよい。また、偏光板の種類に応じて、液晶素子 340 に用いる液晶素子のセルギャップ、配向、駆動電圧等を調整することで、所望のコントラストが実現されるようにすればよい。

【0177】

導電層 191 の端部を覆う絶縁層 216 上には、絶縁層 217 が設けられている。絶縁層 217 は、絶縁層 220 と基板 351 が必要以上に接近することを抑制するスペーサとしての機能を有する。また EL 層 192 や導電層 193a を遮蔽マスク（メタルマスク）を用いて形成する場合には、当該遮蔽マスクが被形成面に接触することを抑制するための機能を有していてもよい。なお、絶縁層 217 は不要であれば設けなくてもよい。

【0178】

トランジスタ 205 のソースまたはドレインの一方は、導電層 224 を介して発光素子 360 の導電層 191 と電氣的に接続されている。

【0179】

トランジスタ 206 のソースまたはドレインの一方は、接続部 207 を介して導電層 311b と電氣的に接続されている。導電層 311b と導電層 311a は接して設けられ、これらは電氣的に接続されている。ここで、接続部 207 は、絶縁層 220 に設けられた開口を介して、絶縁層 220 の両面に設けられる導電層同士を接続する部分である。

【0180】

基板 351 と基板 361 が重ならない領域には、接続部 204 が設けられている。接続部 204 は、接続層 242 を介して FPC 372 と電氣的に接続されている。接続部 204 は接続部 207 と同様の構成を有している。接続部 204 の上面は、導電層 311a と同一の導電膜を加工して得られた導電層が露出している。これにより、接続部 204 と FPC 372 とを接続層 242 を介して電氣的に接続することができる。

【0181】

接着層 141 が設けられる一部の領域には、接続部 252 が設けられている。接続部 252 において、導電層 311a と同一の導電膜を加工して得られた導電層と、導電層 313 の一部が、接続体 243 により電氣的に接続されている。したがって、基板 361 側に形成された導電層 313 に、基板 351 側に接続された FPC 372 から入力される信号または電位を、接続部 252 を介して供給することができる。

【0182】

接続体 243 としては、例えば導電性の粒子を用いることができる。導電性の粒子としては、有機樹脂またはシリカなどの粒子の表面を金属材料で被覆したものをを用いることができる。金属材料としてニッケルや金を用いると接触抵抗を低減できるため好ましい。またニッケルをさらに金で被覆するなど、2種類以上の金属材料を層状に被覆させた粒子を用いることが好ましい。また接続体 243 として、弾性変形、または塑性変形する材料を用いることが好ましい。このとき導電性の粒子である接続体 243 は、図 17 に示すように上下方向に潰れた形状となる場合がある。こうすることで、接続体 243 と、これと電氣的に接続する導電層との接触面積が増大し、接触抵抗を低減できるほか、接続不良などの不具合の発生を抑制することができる。

【0183】

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

【0184】

図 17 では、回路 364 の例としてトランジスタ 201 が設けられている例を示している。

【0185】

図 17 では、トランジスタ 201 およびトランジスタ 205 の例として、チャネルが形成される半導体層 231 を 2 つのゲートで挟持する構成が適用されている。一方のゲートは導電層 221 により、他方のゲートは絶縁層 212 を介して半導体層 231 と重なる導電層 223 により構成されている。このような構成とすることで、トランジスタのしきい値

10

20

30

40

50

電圧を制御することができる。このとき、２つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。このようなトランジスタは他のトランジスタと比較して電界効果移動度を高めることが可能であり、オン電流を増大させることができる。その結果、高速駆動が可能な回路を作製することができる。さらには、回路部の占有面積を縮小することが可能となる。オン電流の大きなトランジスタを適用することで、表示パネルを大型化、または高精細化したときに配線数が増大したとしても、各配線における信号遅延を低減することが可能であり、表示ムラを抑制することができる。

【０１８６】

なお、回路３６４が有するトランジスタと、表示部３６２が有するトランジスタは、同じ構造であってもよい。また回路３６４が有する複数のトランジスタは、全て同じ構造であってもよいし、異なる構造のトランジスタを組み合わせ用いてもよい。また、表示部３６２が有する複数のトランジスタは、全て同じ構造であってもよいし、異なる構造のトランジスタを組み合わせ用いてもよい。

10

【０１８７】

各トランジスタを覆う絶縁層２１２、絶縁層２１３のうち少なくとも一方は、水や水素などの不純物が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。すなわち、絶縁層２１２または絶縁層２１３はバリア膜として機能させることができる。このような構成とすることで、トランジスタに対して外部から不純物が拡散することを効果的に抑制することが可能となり、信頼性の高い表示パネルを実現できる。

【０１８８】

20

基板３６１側において、着色層１３１、遮光層１３２を覆って絶縁層１２１が設けられている。絶縁層１２１は、平坦化層としての機能を有していてもよい。絶縁層１２１により、導電層３１３の表面を概略平坦にできるため、液晶３１２の配向状態を均一にできる。

【０１８９】

[断面構成例２]

また、本発明の一態様の表示パネルは、図１８に示すように、画素に設けられる第１のトランジスタと、第２のトランジスタが重なる領域を有する構成であってもよい。このような構成とすることで、一画素あたりの面積を小さくすることができ、高精細な画像が表示できる画素密度の高い表示パネルを形成することができる。

【０１９０】

30

例えば、発光素子３６０を駆動するためのトランジスタ２０５と、トランジスタ２０８が重なる領域を有するような構成とすることができる。または、液晶素子３４０を駆動するトランジスタ２０６と、トランジスタ２０５およびトランジスタ２０８の一方が重なる領域を有するような構成であってもよい。

【０１９１】

[断面構成例３]

また、本発明の一態様の表示パネルは、図１９に示すように、表示パネル３００ａと表示パネル３００ｂが接着層５０を介して貼り合わされた構成であってもよい。表示パネル３００ａは、表示部３６２ａに液晶素子３４０およびトランジスタ２０６を有し、表示部３６２を駆動する回路３６４ａにトランジスタ２０１ａを有する。表示パネル３００ｂは、表示部３６２ｂに発光素子３６０およびトランジスタ２０５、２０８を有し、表示部３６２ｂを駆動する回路３６４ｂにトランジスタ２０１ｂを有する。

40

【０１９２】

このような構成とすることで、表示パネル３００ａおよび表示パネル３００ｂのそれぞれに適した作製工程を用いることができ、製品歩留りを向上させることができる。

【０１９３】

[各構成要素について]

以下では、上記に示す各構成要素について説明する。

【０１９４】

[基板]

50

表示パネルが有する基板には、平坦面を有する材料を用いることができる。表示素子からの光を取り出す側の基板には、該光を透過する材料を用いる。例えば、ガラス、石英、セラミック、サファイヤ、有機樹脂などの材料を用いることができる。

【0195】

厚さの薄い基板を用いることで、表示パネルの軽量化、薄型化を図ることができる。さらに、可撓性を有する程度の厚さの基板を用いることで、可撓性を有する表示パネルを実現できる。

【0196】

また、発光を取り出さない側の基板は、透光性を有していなくてもよい。上記に挙げた基板の他に、金属基板等を用いることもできる。金属基板は熱伝導性が高く、基板全体に熱を容易に伝導できるため、表示パネルの局所的な温度上昇を抑制することができ、好ましい。可撓性や曲げ性を得るためには、金属基板の厚さは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下が好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。

【0197】

金属基板を構成する材料としては、特に限定はないが、例えば、アルミニウム、銅、ニッケル等の金属、もしくはアルミニウム合金またはステンレス等の合金などを好適に用いることができる。

【0198】

また、金属基板の表面を酸化する、または表面に絶縁膜を形成するなどにより、絶縁処理が施された基板を用いてもよい。例えば、スピンコート法やディップ法などの塗布法、電着法、蒸着法、またはスパッタリング法などを用いて絶縁膜を形成してもよいし、酸素雰囲気中で放置するまたは加熱するほか、陽極酸化法などによって、基板の表面に酸化膜を形成してもよい。

【0199】

可撓性を有し、可視光に対する透過性を有する材料としては、例えば、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）等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）樹脂、ポリアミド樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂等が挙げられる。特に、熱膨張係数の低い材料を用いることが好ましく、例えば、熱膨張係数が $30 \times 10^{-6} / \text{K}$ 以下であるポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、PET等を好適に用いることができる。また、ガラス繊維に有機樹脂を含浸した基板や、無機フィラーを有機樹脂に混ぜて熱膨張係数を下げた基板を使用することもできる。このような材料を用いた基板は、重量が軽いため、該基板を用いた表示パネルも軽量にすることができる。

【0200】

上記材料中に繊維体が含まれている場合、繊維体は有機化合物または無機化合物の高強度繊維を用いる。高強度繊維とは、具体的には引張弾性率またはヤング率の高い繊維のことを言い、代表例としては、ポリビニルアルコール系繊維、ポリエステル系繊維、ポリアミド系繊維、ポリエチレン系繊維、アラミド系繊維、ポリパラフェニレンベンゾピスオキサゾール繊維、ガラス繊維、または炭素繊維が挙げられる。ガラス繊維としては、Eガラス、Sガラス、Dガラス、Qガラス等を用いたガラス繊維が挙げられる。これらは、織布または不織布の状態を用い、この繊維体に樹脂を含浸させ樹脂を硬化させた構造物を、可撓性を有する基板として用いてもよい。可撓性を有する基板として、繊維体と樹脂からなる構造物を用いると、曲げや局所的押圧による破損に対する信頼性が向上するため、好ましい。

【0201】

または、可撓性を有する程度に薄いガラス、金属などを基板に用いることもできる。または、ガラスと樹脂材料とが接着層により貼り合わされた複合材料を用いてもよい。

【0202】

可撓性を有する基板に、表示パネルの表面を傷などから保護するハードコート層（例えば、窒化シリコン、酸化アルミニウムなど）や、押圧を分散可能な材質の層（例えば、アミド樹脂など）等が積層されていてもよい。また、水分等による表示素子の寿命の低下等を抑制するために、可撓性を有する基板に透水性の低い絶縁膜が積層されていてもよい。例えば、窒化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム等の無機絶縁材料を用いることができる。

【0203】

基板は、複数の層を積層して用いることもできる。特に、ガラス層を有する構成とすると、水や酸素に対するバリア性を向上させ、信頼性の高い表示パネルとすることができる。

【0204】

〔トランジスタ〕

トランジスタは、ゲート電極として機能する導電層と、半導体層と、ソース電極として機能する導電層と、ドレイン電極として機能する導電層と、ゲート絶縁層として機能する絶縁層と、を有する。上記では、ボトムゲート構造のトランジスタを適用した場合を示している。

【0205】

なお、本発明の一態様の表示装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型のトランジスタとしてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよいし、逆スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート型またはボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャネルの上下にゲート電極が設けられていてもよい。

【0206】

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

【0207】

また、トランジスタに用いる半導体材料としては、エネルギーギャップが2 eV以上、好ましくは2.5 eV以上、より好ましくは3 eV以上である金属酸化物を用いることができる。代表的には、インジウムを含む酸化物半導体などであり、例えば、後述するC A C - O Sなどを用いることができる。

【0208】

シリコンよりもバンドギャップが広く、且つキャリア密度の小さい酸化物半導体を用いたトランジスタは、その低いオフ電流により、トランジスタと直列に接続された容量素子に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。

【0209】

半導体層は、例えばインジウム、亜鉛およびM（アルミニウム、チタン、ガリウム、ゲルマニウム、イットリウム、ジルコニウム、ランタン、セリウム、スズ、ネオジムまたはハフニウム等の金属）を含むI n - M - Z n系酸化物で表記される膜とすることができる。

【0210】

半導体層を構成する酸化物半導体がI n - M - Z n系酸化物の場合、I n - M - Z n系酸化物を成膜するために用いるスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比は、I n M、Z n Mを満たすことが好ましい。このようなスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比として、I n : M : Z n = 1 : 1 : 1、I n : M : Z n = 1 : 1 : 1.2、I n : M : Z n = 3 : 1 : 2、I n : M : Z n = 4 : 2 : 3、I n : M : Z n = 4 : 2 : 4.1、I n : M : Z n = 5 : 1 : 6、I n : M : Z n = 5 : 1 : 7、I n : M : Z n = 5 : 1 : 8等が好ましい。なお、成膜される半導体層の金属元素の原子数比はそれぞれ、上記のスパッタリングターゲットに含まれる金属元素の原子数比のプラスマイナス40%の変動を含む。

【0211】

本実施の形態で例示したボトムゲート構造のトランジスタは、作製工程を削減できるため好ましい。またこのとき酸化物半導体を用いることで、多結晶シリコンよりも低温で形成でき、半導体層よりも下層の配線や電極の材料、基板の材料として、耐熱性の低い材料を用いることが可能なため、材料の選択の幅を広げることができる。例えば、極めて大面積のガラス基板などを好適に用いることができる。

【0212】

半導体層としては、キャリア密度の低い酸化物半導体膜を用いる。例えば、半導体層は、キャリア密度が $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 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、 $1 \times 10^{-9} / \text{cm}^3$ 以上の酸化物半導体を用いることができる。そのような酸化物半導体を、高純度真性または実質的に高純度真性な酸化物半導体と呼ぶ。これにより不純物濃度が低く、欠陥準位密度が低いため、安定な特性を有する酸化物半導体であるといえる。

10

【0213】

なお、これらに限られず、必要とするトランジスタの半導体特性および電気特性（電界効果移動度、しきい値電圧等）に応じて適切な組成のものを用いればよい。また、必要とするトランジスタの半導体特性を得るために、半導体層のキャリア密度や不純物濃度、欠陥密度、金属元素と酸素の原子数比、原子間距離、密度等を適切なものとするのが好ましい。

【0214】

半導体層を構成する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、半導体層において酸素欠損が増加し、n型化してしまう。このため、半導体層におけるシリコンや炭素の濃度（二次イオン質量分析法により得られる濃度）を、 $2 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{17} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下とする。

20

【0215】

また、アルカリ金属およびアルカリ土類金属は、酸化物半導体と結合するとキャリアを生成する場合があります、トランジスタのオフ電流が増大してしまうことがある。このため半導体層における二次イオン質量分析法により得られるアルカリ金属またはアルカリ土類金属の濃度を、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{16} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下にする。

30

【0216】

また、半導体層を構成する酸化物半導体に窒素が含まれていると、キャリアである電子が生じ、キャリア密度が増加し、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。このため半導体層における二次イオン質量分析法により得られる窒素濃度は、 $5 \times 10^{18} \text{ atoms} / \text{cm}^3$ 以下にすることが好ましい。

【0217】

また、半導体層は、例えば非単結晶構造でもよい。非単結晶構造は、例えば、c軸に配向した結晶を有するCAAC-OS(C-Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor、または、C-Axis Aligned and A-B-plane Anchored Crystalline Oxide Semiconductor)、多結晶構造、微結晶構造、または非晶質構造を含む。非単結晶構造において、非晶質構造は最も欠陥準位密度が高く、CAAC-OSは最も欠陥準位密度が低い。

40

【0218】

非晶質構造の酸化物半導体膜は、例えば、原子配列が無秩序であり、結晶成分を有さない。または、非晶質構造の酸化物膜は、例えば、完全な非晶質構造であり、結晶部を有さない。

【0219】

50

なお、半導体層が、非晶質構造の領域、微結晶構造の領域、多結晶構造の領域、C A A C - O S の領域、単結晶構造の領域のうち、二種以上を有する混合膜であってもよい。混合膜は、例えば上述した領域のうち、いずれか二種以上の領域を含む単層構造、または積層構造を有する場合がある。

【0220】

< C A C - O S の構成 >

以下では、本発明の一態様で開示されるトランジスタに用いることができる C A C (C l o u d - A l i g n e d C o m p o s i t e) - O S の構成について説明する。

【0221】

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

10

【0222】

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

20

【0223】

例えば、In - Ga - Zn 酸化物における C A C - O S (C A C - O S の中でも In - Ga - Zn 酸化物を、特に C A C - I G Z O と呼称してもよい。) とは、インジウム酸化物 (以下、 InO_{x_1} (x_1 は 0 よりも大きい実数) とする。)、またはインジウム亜鉛酸化物 (以下、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ (x_2 、 y_2 、および z_2 は 0 よりも大きい実数) とする。) と、ガリウム酸化物 (以下、 GaO_{x_3} (x_3 は 0 よりも大きい実数) とする。)、またはガリウム亜鉛酸化物 (以下、 $\text{Ga}_{x_4}\text{Zn}_{y_4}\text{O}_{z_4}$ (x_4 、 y_4 、および z_4 は 0 よりも大きい実数) とする。) などと、に材料が分離することでモザイク状となり、モザイク状の InO_{x_1} 、または $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ が、膜中に均一に分布した構成 (以下、クラウド状ともいう。) である。

30

【0224】

つまり、C A C - O S は、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域とが、混合している構成を有する複合酸化物半導体である。なお、本明細書において、例えば、第 1 の領域の元素 M に対する In の原子数比が、第 2 の領域の元素 M に対する In の原子数比よりも大きいことを、第 1 の領域は、第 2 の領域と比較して、In の濃度が高いとする。

【0225】

なお、I G Z O は通称であり、In、Ga、Zn、および O による 1 つの化合物をいう場合がある。代表例として、 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m_1}$ (m_1 は自然数)、または $\text{In}_{(1+x_0)}\text{Ga}_{(1-x_0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m_0}$ ($-1 < x_0 < 1$ 、 m_0 は任意数) で表される結晶性の化合物が挙げられる。

40

【0226】

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

【0227】

一方、C A C - O S は、酸化物半導体の材料構成に関する。C A C - O S とは、In、Ga、Zn、および O を含む材料構成において、一部に Ga を主成分とするナノ粒子状に観

50

察される領域と、一部に In を主成分とするナノ粒子状に観察される領域とが、それぞれモザイク状にランダムに分散している構成をいう。したがって、 CAC-OS において、結晶構造は副次的な要素である。

【0228】

なお、 CAC-OS は、組成の異なる二種類以上の膜の積層構造は含まないものとする。例えば、 In を主成分とする膜と、 Ga を主成分とする膜との2層からなる構造は、含まない。

【0229】

なお、 GaO_{x3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、または InO_{x1} が主成分である領域とは、明確な境界が観察できない場合がある。

10

【0230】

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

【0231】

CAC-OS は、例えば基板を意図的に加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、 CAC-OS をスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス（代表的にはアルゴン）、酸素ガス、および窒素ガスの中から選ばれたいずれか一つまたは複数をいれればよい。また、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比は低いほど好ましく、例えば酸素ガスの流量比を0%以上30%未満、好ましくは0%以上10%以下とすることが好ましい。

20

【0232】

CAC-OS は、X線回折（ XRD ：X-ray diffraction）測定法のひとつである Out-of-plane 法による $\theta/2$ スキャンを用いて測定したときに、明確なピークが観察されないという特徴を有する。すなわち、X線回折から、測定領域の $a-b$ 面方向、および c 軸方向の配向は見られないことが分かる。

30

【0233】

また、 CAC-OS は、プローブ径が1nmの電子線（ナノビーム電子線ともいう。）を照射することで得られる電子線回折パターンにおいて、リング状に輝度の高い領域と、該リング領域に複数の輝点が観測される。したがって、電子線回折パターンから、 CAC-OS の結晶構造が、平面方向、および断面方向において、配向性を有さない nc （ nano-crystal ）構造を有することがわかる。

【0234】

また、例えば、 In-Ga-Zn 酸化物における CAC-OS 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、 GaO_{x3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、または InO_{x1} が主成分である領域とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

40

【0235】

CAC-OS は、金属元素が均一に分布した IGZO 化合物とは異なる構造であり、 IGZO 化合物と異なる性質を有する。つまり、 CAC-OS は、 GaO_{x3} などが主成分である領域と、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、または InO_{x1} が主成分である領域と、に互いに相分離し、各元素を主成分とする領域がモザイク状である構造を有する。

【0236】

ここで、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ 、または InO_{x1} が主成分である領域は、 GaO_{x3} などが主成分である領域と比較して、導電性が高い領域である。つまり、 $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}$

50

ZnO 、または InO_x が主成分である領域を、キャリアが流れることにより、酸化物半導体としての導電性が発現する。したがって、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_x が主成分である領域が、酸化物半導体中にクラウド状に分布することで、高い電界効果移動度 (μ) が実現できる。

【0237】

一方、 GaO_x などが主成分である領域は、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_x が主成分である領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、 GaO_x などが主成分である領域が、酸化物半導体中に分布することで、リーク電流を抑制し、良好なスイッチング動作を実現できる。

【0238】

したがって、CAC-OSを半導体素子に用いた場合、 GaO_x などに起因する絶縁性と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_x に起因する導電性とが、相補的に作用することにより、高いオン電流 (I_{on})、および高い電界効果移動度 (μ) を実現することができる。

【0239】

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

【0240】

または、トランジスタのチャンネルが形成される半導体にシリコンを用いてもよい。シリコンとしてアモルファスシリコンを用いてもよいが、特に結晶性を有するシリコンを用いることが好ましい。例えば、微結晶シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコンなどを用いることが好ましい。特に、多結晶シリコンは、単結晶シリコンに比べて低温で形成でき、且つアモルファスシリコンに比べて高い電界効果移動度と高い信頼性を備える。

【0241】

本実施の形態で例示したボトムゲート構造のトランジスタは、作製工程を削減できるため好ましい。またこのときアモルファスシリコンを用いることで、多結晶シリコンよりも低温で形成できるため、半導体層よりも下層の配線や電極の材料、基板の材料として、耐熱性の低い材料を用いることが可能なため、材料の選択の幅を広げることができる。例えば、極めて大面積のガラス基板などを好適に用いることができる。一方、トップゲート型のトランジスタは、自己整合的に不純物領域を形成しやすいため、特性のばらつきなどを低減することができるため好ましい。このとき特に、多結晶シリコンや単結晶シリコンなどを用いる場合に適している。

【0242】

〔導電層〕

トランジスタのゲート、ソースおよびドレインのほか、表示装置を構成する各種配線および電極などの導電層に用いることのできる材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、またはタングステンなどの金属、またはこれを主成分とする合金などが挙げられる。またこれらの材料を含む膜を単層で、または積層構造として用いることができる。例えば、シリコンを含むアルミニウム膜の単層構造、チタン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、タングステン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、銅-マグネシウム-アルミニウム合金膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜上に銅膜を積層する二層構造、タングステン膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜または窒化チタン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にチタン膜または窒化チタン膜を形成する三層構造、モリブデン膜または窒化モリブデン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にモリブデン膜または窒化モリブデン膜を形成する三層構造等がある。なお、酸化インジウム、酸化錫または酸化亜鉛等の酸化物を用いてもよい。また、マンガンを含む銅を用いると、エッチングによる形状の制御性が高まるため好ましい。

【0243】

また、透光性を有する導電性材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、イン

10

20

30

40

50

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またはグラフェンを用いることができる。または、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、またはチタンなどの金属材料や、該金属材料を含む合金材料を用いることができる。または、該金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）などを用いてもよい。なお、金属材料、合金材料（またはそれらの窒化物）を用いる場合には、透光性を有する程度に薄くすればよい。また、上記材料の積層膜を導電層として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とインジウムスズ酸化物の積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。これらは、表示装置を構成する各種配線および電極などの導電層や、表示素子が有する導電層（画素電極や共通電極として機能する導電層）にも用いることができる。

10

【0244】

〔絶縁層〕

各絶縁層に用いることのできる絶縁材料としては、例えば、アクリル、エポキシなどの樹脂、シロキサン結合を有する樹脂の他、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、酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料を用いることもできる。

【0245】

また、発光素子は、一对の透水性の低い絶縁膜の間に設けられていることが好ましい。これにより、発光素子に水等の不純物が侵入することを抑制でき、装置の信頼性の低下を抑制できる。

【0246】

20

透水性の低い絶縁膜としては、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜等の窒素と珪素を含む膜や、窒化アルミニウム膜等の窒素とアルミニウムを含む膜等が挙げられる。また、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等を用いてもよい。

【0247】

例えば、透水性の低い絶縁膜の水蒸気透過量は、 $1 \times 10^{-5} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{-6} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{-7} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{-8} [\text{g} / (\text{m}^2 \cdot \text{day})]$ 以下とする。

【0248】

〔液晶素子〕

30

液晶素子としては、例えば垂直配向（VA：Vertical Alignment）モードが適用された液晶素子を用いることができる。垂直配向モードとしては、MVA（Multi-Domain Vertical Alignment）モード、PVA（Patterned Vertical Alignment）モード、ASV（Advanced Super View）モードなどを用いることができる。

【0249】

また、液晶素子には、様々なモードが適用された液晶素子を用いることができる。例えばVAモードのほかに、TN（Twisted Nematic）モード、IPS（In-Plane-Switching）モード、FFS（Fringe Field Switching）モード、ASM（Axially Symmetric aligned Micro-cell）モード、OCB（Optically Compensate Birefringence）モード、FLC（Ferroelectric Liquid Crystal）モード、AFLC（AntiFerroelectric Liquid Crystal）モード等が適用された液晶素子を用いることができる。

40

【0250】

なお、液晶素子は、液晶の光学的変調作用によって光の透過または非透過を制御する素子である。なお、液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界（横方向の電界、縦方向の電界または斜め方向の電界を含む）によって制御される。なお、液晶素子に用いる液晶としては、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶（PDL C：Polymer Dispersed Liquid Crystal）、強誘電性液晶

50

、反強誘電性液晶等を用いることができる。これらの液晶材料は、条件により、コレステリック相、スメクチック相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

【0251】

また、液晶材料としては、ポジ型の液晶、またはネガ型の液晶のいずれを用いてもよく、適用するモードや設計に応じて最適な液晶材料を用いればよい。

【0252】

また、液晶の配向を制御するため、配向膜を設けることができる。なお、横電界方式を採用する場合、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いてもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は狭い温度範囲でしか発現しないため、温度範囲を改善するために数重量%以上のカイラル剤を混合させた液晶組成物を液晶層に用いる。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が短く、光学的等方性である。また、ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。また配向膜を設けなくてもよいのでラビング処理も不要となるため、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中の液晶表示装置の不良や破損を軽減することができる。

10

【0253】

また、液晶素子として、透過型の液晶素子、反射型の液晶素子、または半透過型の液晶素子などを用いることができる。

【0254】

20

本発明の一態様では、特に反射型の液晶素子を用いることができる。

【0255】

透過型または半透過型の液晶素子を用いる場合、一对の基板を挟むように、2つの偏光板を設ける。また偏光板よりも外側に、バックライトを設ける。バックライトとしては、直下型のバックライトであってもよいし、エッジライト型のバックライトであってもよい。LED (Light Emitting Diode) を備える直下型のバックライトを用いると、ローカルディミングが容易となり、コントラストを高めることができるため好ましい。また、エッジライト型のバックライトを用いると、バックライトを含めたモジュールの厚さを低減できるため好ましい。

【0256】

30

反射型の液晶素子を用いる場合には、表示面側に偏光板を設ける。またこれとは別に、表示面側に光拡散板を配置すると、視認性を向上させられるため好ましい。

【0257】

また、反射型、または半透過型の液晶素子を用いる場合、偏光板よりも外側に、フロントライトを設けてもよい。フロントライトとしては、エッジライト型のフロントライトを用いることが好ましい。LED (Light Emitting Diode) を備えるフロントライトを用いると、消費電力を低減できるため好ましい。

【0258】

〔発光素子〕

発光素子としては、自発光が可能な素子を用いることができ、電流または電圧によって輝度が制御される素子とその範疇に含んでいる。例えば、LED、有機EL素子、無機EL素子等を用いることができる。

40

【0259】

発光素子は、トップエミッション型、ボトムエミッション型、デュアルエミッション型などがある。光を取り出す側の電極には、可視光を透過する導電膜を用いる。また、光を取り出さない側の電極には、可視光を反射する導電膜を用いることが好ましい。

【0260】

EL層は少なくとも発光層を有する。EL層は、発光層以外の層として、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔ブロック材料、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性および正孔輸送性が高い物質）等を

50

含む層をさらに有していてもよい。

【0261】

EL層には低分子系化合物および高分子系化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物を含んでいてもよい。EL層を構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

【0262】

陰極と陽極の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、EL層に陽極側から正孔が注入され、陰極側から電子が注入される。注入された電子と正孔はEL層において再結合し、EL層に含まれる発光物質が発光する。

【0263】

発光素子として、白色発光の発光素子を適用する場合には、EL層に2種類以上の発光物質を含む構成とすることが好ましい。例えば2以上の発光物質の各々の発光が補色の関係となるように、発光物質を選択することにより白色発光を得ることができる。例えば、それぞれR（赤）、G（緑）、B（青）、Y（黄）、O（橙）等の発光を示す発光物質、またはR、G、Bのうち2以上の色のスペクトル成分を含む発光を示す発光物質のうち、2以上を含むことが好ましい。また、発光素子からの発光のスペクトルが、可視光領域の波長（例えば350nm乃至750nm）の範囲内に2以上のピークを有する発光素子を適用することが好ましい。また、黄色の波長領域にピークを有する材料の発光スペクトルは、緑色および赤色の波長領域にもスペクトル成分を有する材料であることが好ましい。

【0264】

EL層は、一の色を発光する発光材料を含む発光層と、他の色を発光する発光材料を含む発光層とが積層された構成とすることが好ましい。例えば、EL層における複数の発光層は、互いに接して積層されていてもよいし、いずれの発光材料も含まない領域を介して積層されていてもよい。例えば、蛍光発光層と燐光発光層との間に、当該蛍光発光層または燐光発光層と同一の材料（例えばホスト材料、アシスト材料）を含み、且ついずれの発光材料も含まない領域を設ける構成としてもよい。これにより、発光素子の作製が容易になり、また、駆動電圧が低減される。

【0265】

また、発光素子は、EL層を1つ有するシングル素子であってもよいし、複数のEL層が電荷発生層を介して積層されたタンデム素子であってもよい。

【0266】

可視光を透過する導電膜は、例えば、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を用いて形成することができる。また、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、もしくはチタン等の金属材料、これら金属材料を含む合金、またはこれら金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等も、透光性を有する程度に薄く形成することで用いることができる。また、上記材料の積層膜を導電層として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とインジウム錫酸化物の積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。また、グラフェン等を用いてもよい。

【0267】

可視光を反射する導電膜は、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、もしくはパラジウム等の金属材料、またはこれら金属材料を含む合金を用いることができる。また、上記金属材料や合金に、ランタン、ネオジム、またはゲルマニウム等が添加されていてもよい。また、チタン、ニッケル、またはネオジムと、アルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）を用いてもよい。また銅、パラジウム、マグネシウムと、銀を含む合金を用いてもよい。銀と銅を含む合金は、耐熱性が高いため好ましい。さらに、アルミニウム膜またはアルミニウム合金膜に接して金属膜または金属酸化物膜を積層することで、酸化を抑制することができる。このような金属膜、金属酸化物膜の材料としては、チタンや酸化チタンなどが挙げられる。また

10

20

30

40

50

、上記可視光を透過する導電膜と金属材料からなる膜とを積層してもよい。例えば、銀とインジウム錫酸化物の積層膜、銀とマグネシウムの合金とインジウム錫酸化物の積層膜などを用いることができる。

【0268】

電極は、それぞれ、蒸着法やスパッタリング法を用いて形成すればよい。そのほか、インクジェット法などの吐出法、スクリーン印刷法などの印刷法、またはメッキ法を用いて形成することができる。

【0269】

なお、上述した、発光層、ならびに正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、電子輸送性の高い物質、および電子注入性の高い物質、バイポーラ性の物質等を含む層は、それぞれ量子ドットなどの無機化合物や、高分子化合物（オリゴマー、 dendrimer、ポリマー等）を有していてもよい。例えば、量子ドットを発光層に用いることで、発光材料として機能させることもできる。

10

【0270】

なお、量子ドット材料としては、コロイド状量子ドット材料、合金型量子ドット材料、コア・シェル型量子ドット材料、コア型量子ドット材料などを用いることができる。また、12族と16族、13族と15族、または14族と16族の元素グループを含む材料を用いてもよい。または、カドミウム、セレン、亜鉛、硫黄、リン、インジウム、テルル、鉛、ガリウム、ヒ素、アルミニウム等の元素を含む量子ドット材料を用いてもよい。

【0271】

20

〔接着層〕

接着層としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。これら接着剤としてはエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂、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）樹脂等が挙げられる。特に、エポキシ樹脂等の透湿性が低い材料が好ましい。また、二液混合型の樹脂を用いてもよい。また、接着シート等を用いてもよい。

【0272】

また、上記樹脂に乾燥剤を含んでいてもよい。例えば、アルカリ土類金属の酸化物（酸化カルシウムや酸化バリウム等）のように、化学吸着によって水分を吸着する物質を用いることができる。または、ゼオライトやシリカゲル等のように、物理吸着によって水分を吸着する物質を用いてもよい。乾燥剤が含まれていると、水分などの不純物が素子に侵入することを抑制でき、表示パネルの信頼性が向上するため好ましい。

30

【0273】

また、上記樹脂に屈折率の高いフィラーや光散乱部材を混合することにより、光取り出し効率を向上させることができる。例えば、酸化チタン、酸化バリウム、ゼオライト、ジルコニウム等を用いることができる。

【0274】

〔接続層〕

40

接続層としては、異方性導電フィルム（ACF：Anisotropic Conductive Film）や、異方性導電ペースト（ACP：Anisotropic Conductive Paste）などを用いることができる。

【0275】

〔着色層〕

着色層に用いることのできる材料としては、金属材料、樹脂材料、顔料または染料が含まれた樹脂材料などが挙げられる。

【0276】

〔遮光層〕

遮光層として用いることのできる材料としては、カーボンブラック、チタンブラック、金

50

属、金属酸化物、複数の金属酸化物の固溶体を含む複合酸化物等が挙げられる。遮光層は、樹脂材料を含む膜であってもよいし、金属などの無機材料の薄膜であってもよい。また、遮光層に、着色層の材料を含む膜の積層膜を用いることもできる。例えば、ある色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜と、他の色の光を透過する着色層に用いる材料を含む膜との積層構造を用いることができる。着色層と遮光層の材料を共通化することで、装置を共通化できるほか工程を簡略化できるため好ましい。

【0277】

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。

【0278】

(実施の形態4)

本発明の一態様に係る表示システムを用いることができる電子機器として、表示機器、パーソナルコンピュータ、記録媒体を備えた画像記憶装置または画像再生装置、携帯電話、携帯型を含むゲーム機、携帯データ端末、電子書籍端末、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等のカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、デジタルオーディオプレイヤー等）、複写機、ファクシミリ、プリンタ、プリンタ複合機、現金自動預け入れ払い機（ＡＴＭ）、自動販売機などが挙げられる。これら電子機器の具体例を図20に示す。

【0279】

図20（Ａ）はナビゲーションシステムであり、筐体971、表示部973、操作キー974等を有する。表示部973にはタッチセンサが設けられ、主な入力操作を行うことができる。表示部973に本発明の一態様の表示システムを用いることで、低消費電力化することができる。

【0280】

図20（Ｂ）は携帯型ゲーム機であり、筐体901、筐体902、表示部903、表示部904、マイク905、スピーカ906、操作キー907、スタイラス908、カメラ909等を有する。なお、図20（Ｂ）に示した携帯型ゲーム機は、2つの表示部903と表示部904とを有しているが、携帯型ゲーム機が有する表示部の数は、これに限定されない。表示部903に本発明の一態様の表示システムを用いることで、低消費電力化することができる。

【0281】

図20（Ｃ）はデジタルカメラであり、筐体961、シャッターボタン962、マイク963、スピーカ967、表示部965、操作キー966等を有する。表示部965に本発明の一態様の表示システムを用いることで、低消費電力化することができる。

【0282】

図20（Ｄ）は腕時計型の情報端末であり、筐体931、表示部932、リストバンド933、操作用のボタン935、電頭936、カメラ939等を有する。表示部932はタッチパネルとなってもよい。表示部932に本発明の一態様の表示システムを備えることで、低消費電力化することができる。

【0283】

図20（Ｅ）は携帯電話機の一例であり、筐体951、表示部952、操作ボタン953、外部接続ポート954、スピーカ955、マイク956、カメラ957等を有する。当該携帯電話機は、表示部952にタッチセンサを備える。電話を掛ける、或いは文字を入力するなどのあらゆる操作は、指やスタイラスなどで表示部952に触れることで行うことができる。表示部952に本発明の一態様の表示システムを用いることで、低消費電力化することができる。

【0284】

図20（Ｆ）は携帯データ端末であり、筐体911、表示部912、カメラ919等を有する。表示部912が有するタッチパネル機能により情報の入出力を行うことができる。表示部932に本発明の一態様の表示システムを用いることで、低消費電力化することが

10

20

30

40

50

できる。

【 0 2 8 5 】

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。

【 符号の説明 】

【 0 2 8 6 】

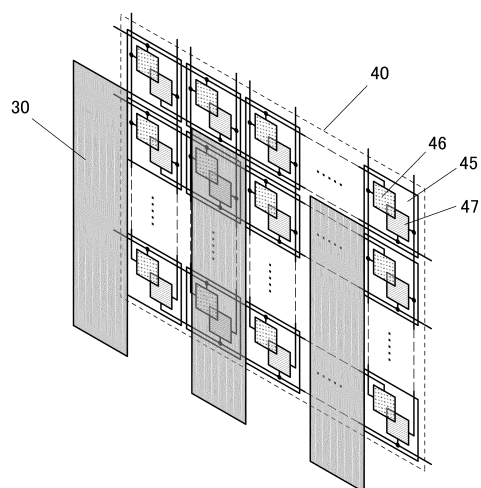
1 0	表示システム	
1 1	画素回路	
1 3	液晶素子	
2 0	画像	10
2 1	画像	
2 2	画像	
2 3	画像	
3 0	遮蔽層	
4 0	画素アレイ	
4 5	画素ユニット	
4 6	画素	
4 6 B	表示素子	
4 6 G	表示素子	
4 6 R	表示素子	20
4 7	画素	
4 7 B	表示素子	
4 7 G	表示素子	
4 7 R	表示素子	
5 0	接着層	
5 1 L	画像	
5 1 L B	画像	
5 1 R	画像	
5 2 L	画像	
5 2 L B	画像	30
5 2 R	画像	
5 5	光	
5 6	画像	
5 6 L	画像	
5 6 L 1	画像	
5 6 L 2	画像	
5 6 R	画像	
5 6 R 1	画像	
5 6 R 2	画像	
5 7	画像	40
5 7 L	画像	
5 7 R	画像	
5 8	画像	
6 0 L	網膜	
6 0 R	網膜	
6 1 L	画像	
6 1 L B	画像	
6 1 R	画像	
6 1 R B	画像	
6 2 L	画像	50

6 2 L B	画像	
6 2 R	画像	
6 2 R B	画像	
1 0 0	データ処理部	
1 0 1	データ処理回路	
1 0 2	メモリ	
1 0 3	メモリ	
1 0 4	制御回路	
1 0 5	カメラ	
1 0 6	G P S 受信機	10
1 0 7	データ入出力部	
1 1 0	表示部	
1 1 3	タッチセンサ	
1 1 4	光センサ	
1 1 7	絶縁層	
1 2 1	絶縁層	
1 3 0	偏光板	
1 3 1	着色層	
1 3 2	遮光層	
1 3 3 a	配向膜	20
1 3 3 b	配向膜	
1 3 4	着色層	
1 4 1	接着層	
1 4 2	接着層	
1 9 1	導電層	
1 9 2	E L 層	
1 9 3 a	導電層	
1 9 3 b	導電層	
2 0 1	トランジスタ	
2 0 1 a	トランジスタ	30
2 0 1 b	トランジスタ	
2 0 4	接続部	
2 0 5	トランジスタ	
2 0 6	トランジスタ	
2 0 7	接続部	
2 0 8	トランジスタ	
2 1 1	絶縁層	
2 1 2	絶縁層	
2 1 3	絶縁層	
2 1 4	絶縁層	40
2 1 5	絶縁層	
2 1 6	絶縁層	
2 1 7	絶縁層	
2 2 0	絶縁層	
2 2 1	導電層	
2 2 2	導電層	
2 2 3	導電層	
2 2 4	導電層	
2 3 1	半導体層	
2 4 2	接続層	50

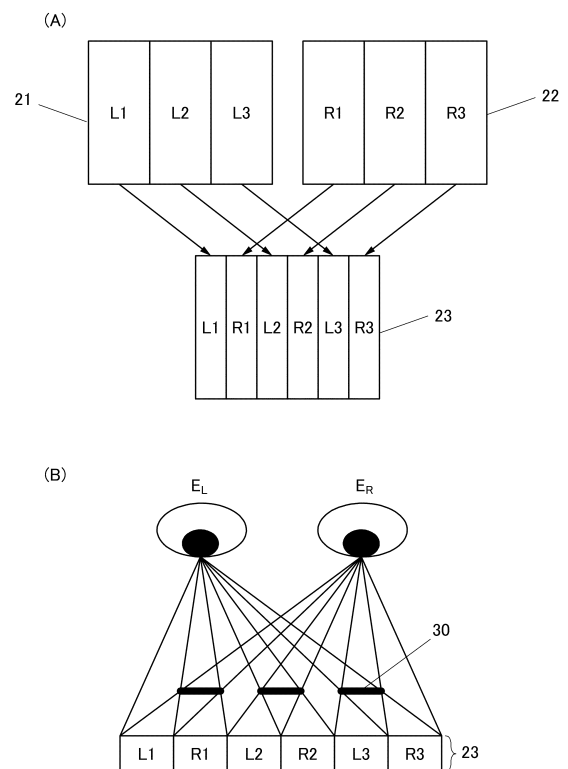
2 4 3	接続体	
2 5 1	開口	
2 5 2	接続部	
3 0 0	表示パネル	
3 0 0 a	表示パネル	
3 0 0 b	表示パネル	
3 1 1	電極	
3 1 1 a	導電層	
3 1 1 b	導電層	
3 1 2	液晶	10
3 1 3	導電層	
3 4 0	液晶素子	
3 5 1	基板	
3 6 0	発光素子	
3 6 0 b	発光素子	
3 6 0 g	発光素子	
3 6 0 r	発光素子	
3 6 0 w	発光素子	
3 6 1	基板	
3 6 2	表示部	20
3 6 2 a	表示部	
3 6 2 b	表示部	
3 6 4	回路	
3 6 4 a	回路	
3 6 4 b	回路	
3 6 5	配線	
3 6 6	タッチセンサ	
3 7 2	F P C	
3 7 3	I C	
4 0 0	表示装置	30
4 1 0	画素	
4 5 1	開口	
9 0 1	筐体	
9 0 2	筐体	
9 0 3	表示部	
9 0 4	表示部	
9 0 5	マイク	
9 0 6	スピーカ	
9 0 7	操作キー	
9 0 8	スタイラス	40
9 0 9	カメラ	
9 1 1	筐体	
9 1 2	表示部	
9 1 9	カメラ	
9 3 1	筐体	
9 3 2	表示部	
9 3 3	リストバンド	
9 3 5	ボタン	
9 3 6	竜頭	
9 3 9	カメラ	50

9 5 1	筐体
9 5 2	表示部
9 5 3	操作ボタン
9 5 4	外部接続ポート
9 5 5	スピーカ
9 5 6	マイク
9 5 7	カメラ
9 6 1	筐体
9 6 2	シャッターボタン
9 6 3	マイク
9 6 5	表示部
9 6 6	操作キー
9 6 7	スピーカ
9 7 1	筐体
9 7 3	表示部
9 7 4	操作キー

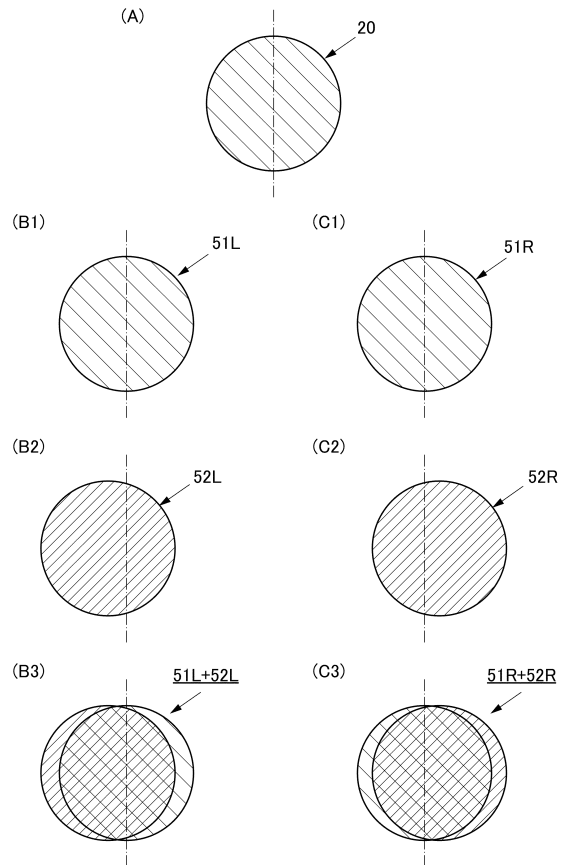
【図 1】



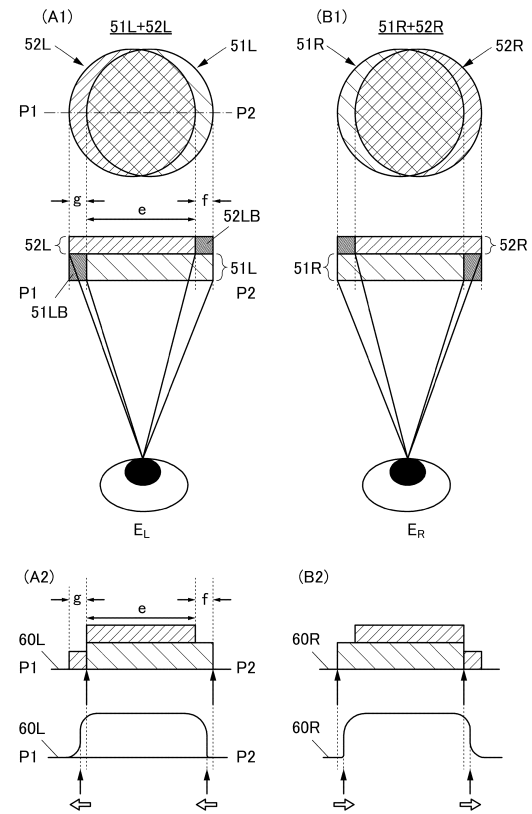
【図 2】



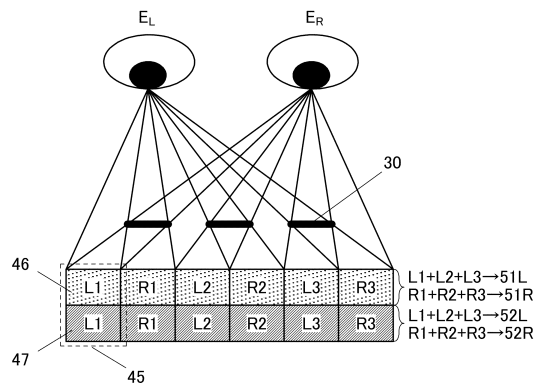
【図 3】



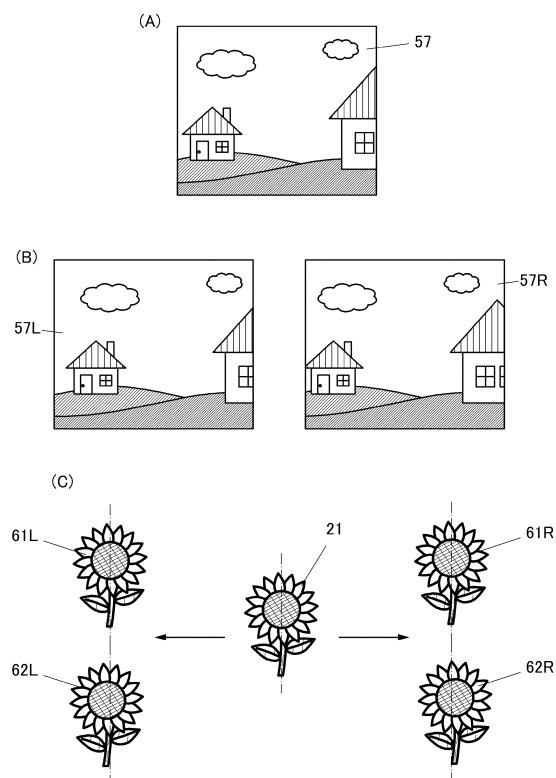
【図 4】



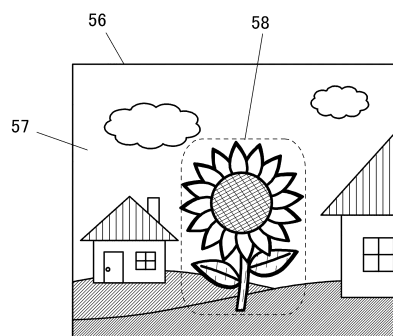
【図 5】



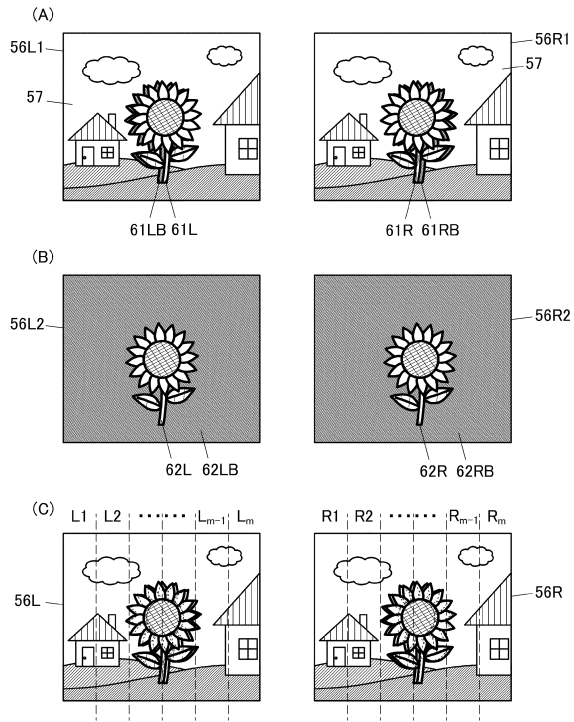
【図 7】



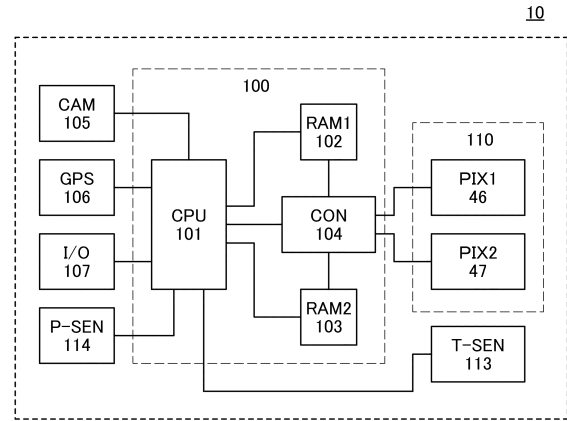
【図 6】



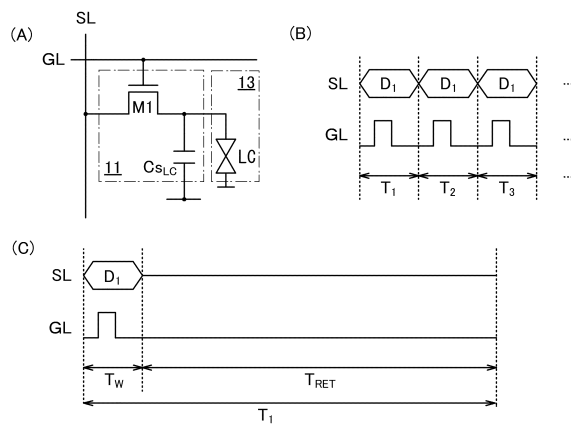
【図 8】



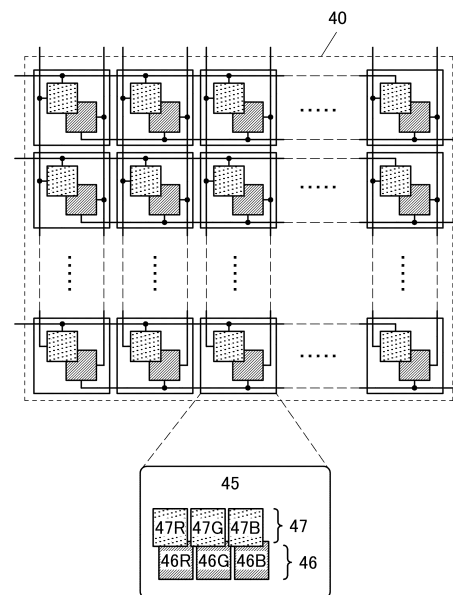
【図 9】



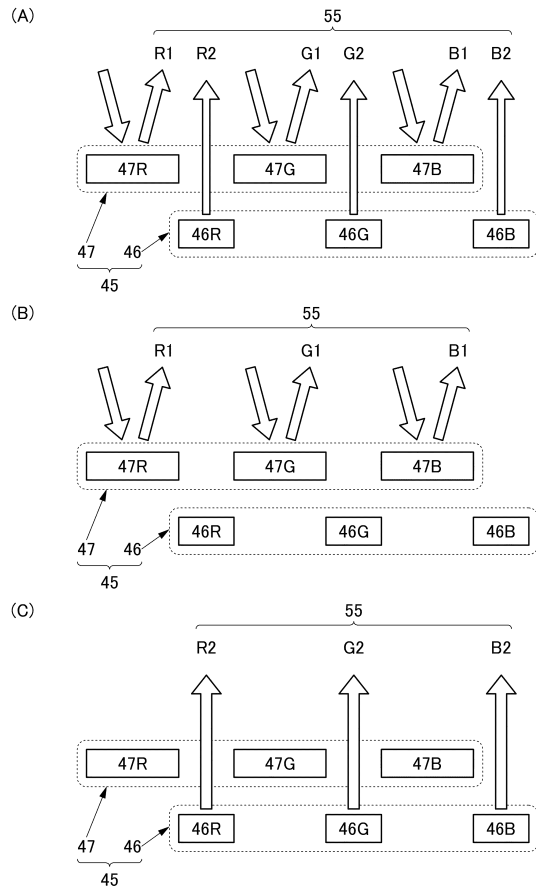
【図 10】



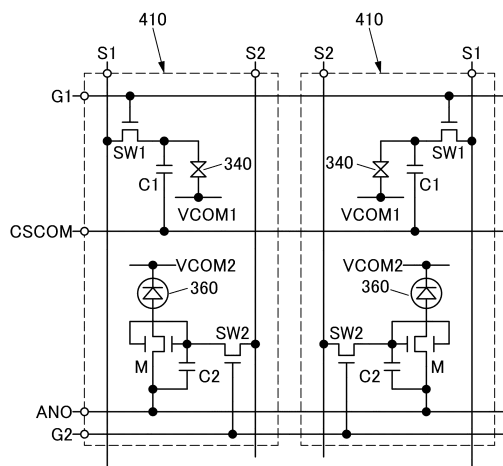
【図 11】



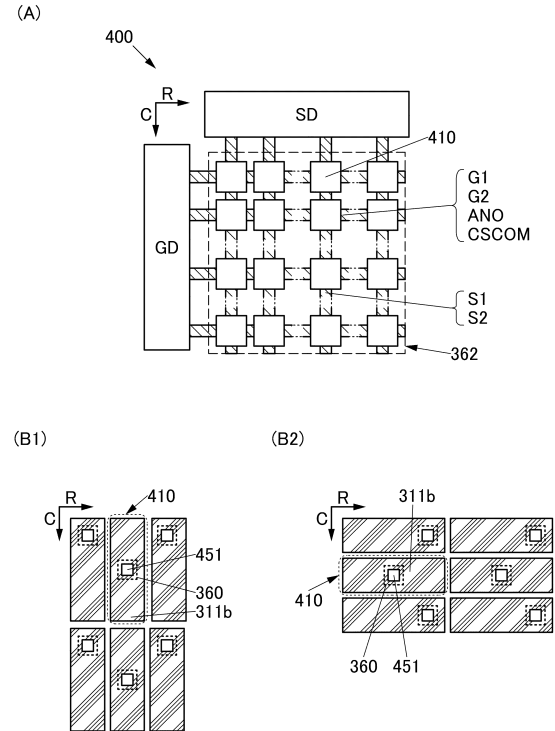
【図 1 2】



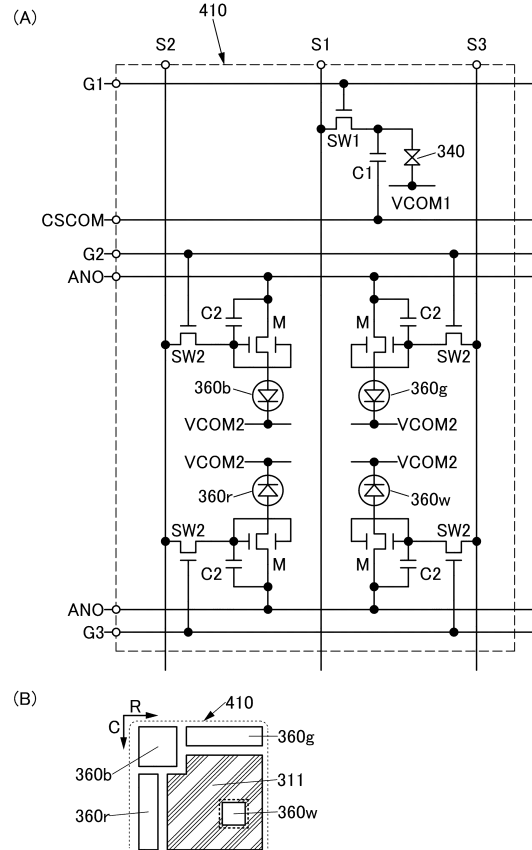
【図 1 4】



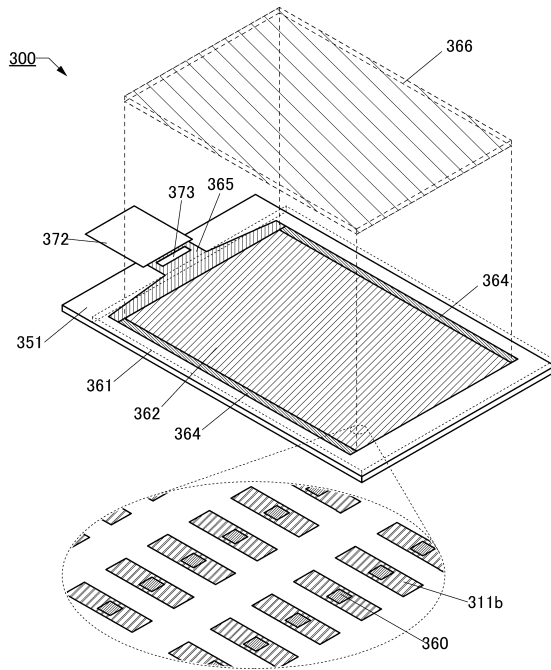
【図 1 3】



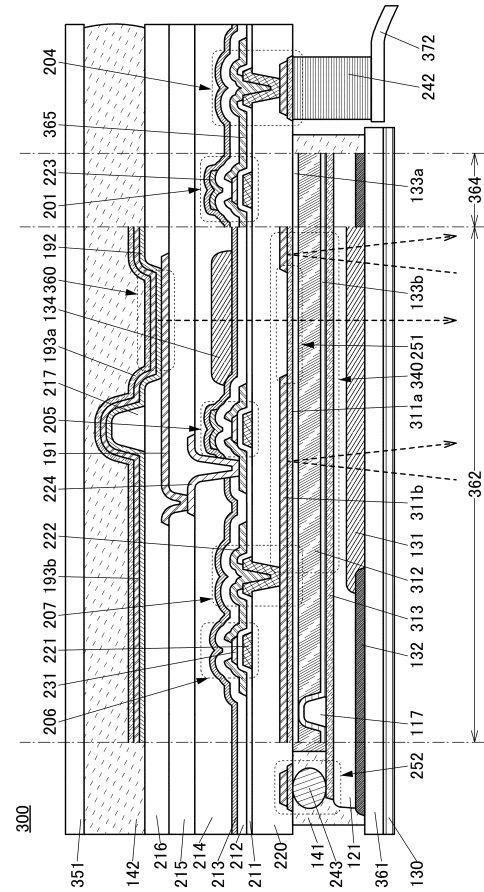
【図 1 5】



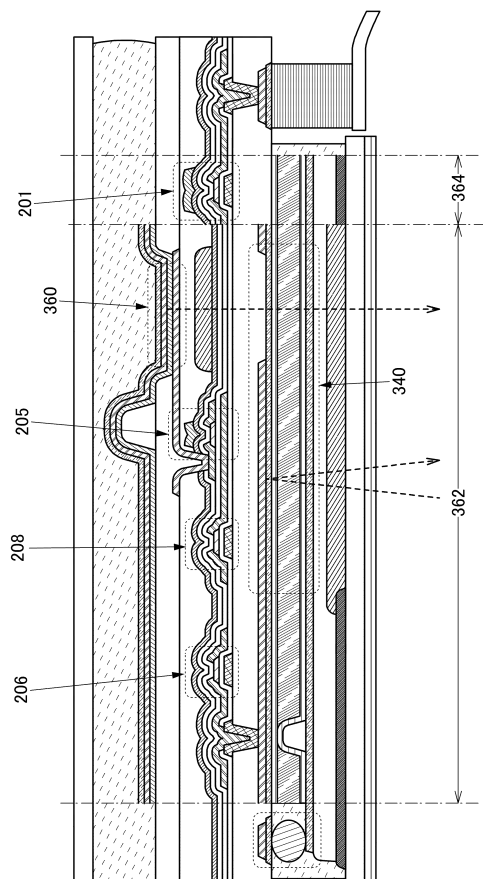
【図 16】



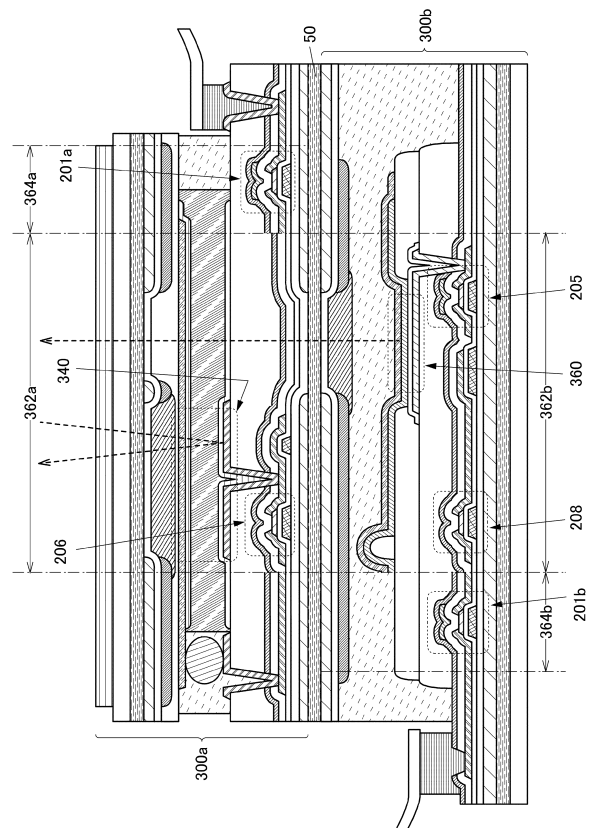
【図 17】



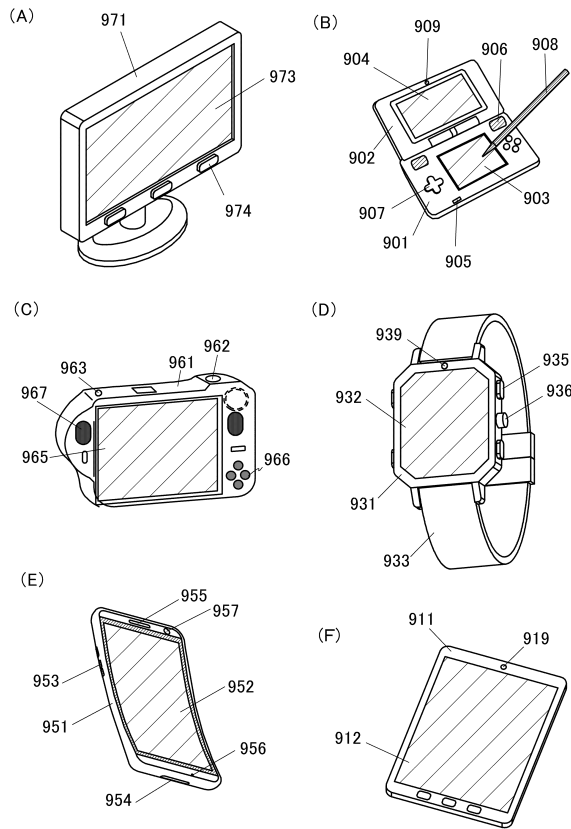
【図 18】



【図 19】



【図 20】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
G 0 9 F	9/37	(2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 6 1
G 0 9 F	9/46	(2006.01)	G 0 9 F	9/00	3 6 6 A
G 0 9 F	9/33	(2006.01)	G 0 9 F	9/30	3 3 8
			G 0 9 F	9/30	3 6 5
			G 0 9 F	9/37	
			G 0 9 F	9/46	Z
			G 0 9 F	9/33	

(56)参考文献 特開平 0 2 - 0 6 8 5 8 6 (J P , A)
 特開 2 0 1 3 - 1 6 8 7 8 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 6 - 0 3 8 5 8 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 9 G	3 / 0 0	-	5 / 4 2
G 0 9 F	9 / 0 0		
G 0 9 F	9 / 3 0		
G 0 9 F	9 / 3 7		
G 0 9 F	9 / 4 6		
G 0 9 F	9 / 3 3		