

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-254197

(P2013-254197A)

(43) 公開日 平成25年12月19日(2013.12.19)

(51) Int.Cl.

G09G 3/20 (2006.01)
H04N 13/04 (2006.01)
G02B 27/22 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
H05B 33/24 (2006.01)

F 1

G09G 3/20
H04N 13/04
G02B 27/22
HO1L 51/50
HO5B 33/24

621 F
A
HO5B 33/14
HO5B 33/24

テーマコード(参考)

2H141
2H199
3K107
5C061
5C080

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 41 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2013-97198(P2013-97198)

(22) 出願日

平成25年5月3日(2013.5.3)

(31) 優先権主張番号

特願2012-107937(P2012-107937)

(32) 優先日

平成24年5月9日(2012.5.9)

(33) 優先権主張国

日本国(JP)

(71) 出願人

000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者

山崎 舜平

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

平形 吉晴

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F ターム(参考) 2H141 MA27 MB28 MC06 MF01 MZ23
MZ282H199 BA07 BA52 BA55 BA63 BA69
BB25 BB51

最終頁に続く

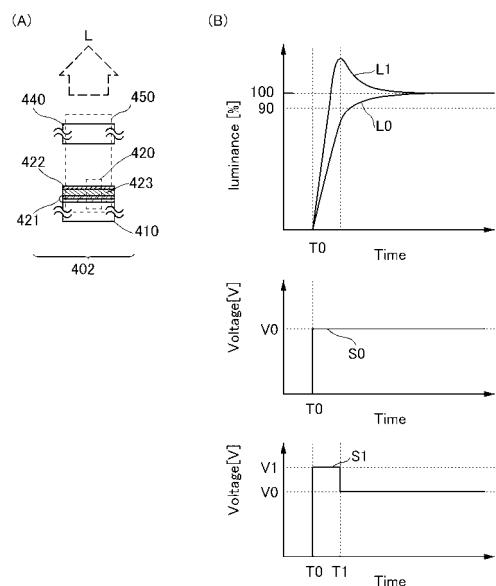
(54) 【発明の名称】表示装置、電子機器

(57) 【要約】

【課題】観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな立体感と奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供する。または、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな立体感と奥行きを感じられる画像を楽しめる電子機器を提供する。

【解決手段】NTSC比が80%以上、且つ、コントラスト比が500以上であって、スペクトルの半値幅が60nm以下の光を100μs以下の応答時間で発光可能な発光モジュールを含む画素が、80ppi以上の精細度で設けられた表示部を備える構成とし、発光モジュールの発光強度の過渡特性が、入力された信号に応答して立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する表示装置とすればよい。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

N T S C 比が 80 % 以上、且つ、コントラスト比が 500 以上であって、スペクトルの半値幅が 60 nm 以下の光を 100 μs 以下の応答時間で発光可能な発光モジュールを含む画素が、80 ppi 以上の精細度で設けられた表示部を備え、前記発光モジュールの発光強度の過渡特性が、入力された信号に応答して立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する、
表示装置。

【請求項 2】

N T S C 比が 80 % 以上、且つ、コントラスト比が 500 以上であって、
表示部と、補正制御回路と、を備え、
前記表示部は、スペクトルの半値幅が 60 nm 以下の光を 100 μs 以下の応答時間で発光可能な発光モジュールを含む画素が、80 ppi 以上の精細度で設けられ、
前記補正制御回路は、前記発光モジュールの発光強度の過渡特性を補正する信号を生成して前記表示部に出力し、
前記発光モジュールの発光強度の過渡特性が、入力された信号に応答して立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する、
表示装置。

【請求項 3】

前記発光モジュールは、
反射膜および半透過・半反射膜と、
前記反射膜と前記半透過・半反射膜との間に設けられ、一対の電極と、前記一対の電極の間に発光性の有機化合物を含む層を備える発光素子と、を備える、
請求項 1 または請求項 2 に記載の、表示装置。

【請求項 4】

前記発光モジュールは、
反射膜および半透過・半反射膜と、
前記反射膜と前記半透過・半反射膜との間に設けられ、一対の電極と、前記一対の電極の間に発光性の有機化合物を含む層を複数と、前記発光性の有機化合物の間に中間層を備える発光素子と、
前記半透過・半反射膜を介して前記発光素子と重なるように設けられたカラーフィルタと、を備える、
請求項 1 または請求項 2 に記載の、表示装置。

【請求項 5】

前記画素の各々に設けられる前記発光モジュールは、
赤色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が 600 nm 以上 800 nm 未満の i / 2 倍 (i は自然数) に調整された前記反射膜と前記半透過・半反射膜を備える第 1 の発光モジュール、または
緑色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が 500 nm 以上 600 nm 未満の j / 2 倍 (j は自然数) に調整された前記反射膜と前記半透過・半反射膜を備える第 2 の発光モジュール、または
青色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が 400 nm 以上 500 nm 未満の k / 2 倍 (k は自然数) に調整された前記反射膜と前記半透過・半反射膜を備える第 3 の発光モジュールのうち、いずれか一である、
請求項 3 または請求項 4 に記載の、表示装置。

【請求項 6】

前記画素の各々に設けられる前記発光モジュールは、
赤色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が 600 nm 以上 800 nm 未満の i / 2 倍 (i は自然数) に調整された前記反射膜と前記半透過・半反射膜を備える第 1 の発光モジュール、または、

10

20

30

40

50

緑色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が500nm以上600nm未満のj/2倍(jは自然数)に調整された前記反射膜と前記半透過・半反射膜を備える第2の発光モジュール、または、

青色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が400nm以上500nm未満のk/2倍(kは自然数)に調整された前記反射膜と前記半透過・半反射膜を備える第3の発光モジュールのうち、いずれか一であり、

前記第1の発光モジュール、前記第2の発光モジュールおよび前記第3の発光モジュールは、同じ発光性の有機化合物を含む層を含む、

請求項3または請求項4に記載の、表示装置。

【請求項7】

前記発光モジュールは、

一対の前記電極の一方が反射膜を兼ね、他方が半透過・半反射膜を兼ねる発光素子を備える、

請求項3乃至請求項6のいずれか一に記載の、表示装置。

【請求項8】

前記画素の各々に設けられる前記発光モジュールは、

スペクトルの半値幅が50nmより小さい赤色を呈する光、

または、半値幅が前記赤色を呈する光のスペクトルの半値幅より小さい緑色を呈する光、

または、半値幅が前記緑色を呈する光のスペクトルの半値幅より小さい青色を呈する光のうち、いずれか一の光を発する、

請求項1乃至請求項7のいずれか一に記載の、表示装置。

【請求項9】

請求項1乃至請求項8のいずれか一に記載の表示装置を備える、電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は表示装置に関する。または、表示装置を備える電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

両眼視差を利用して立体画像を表示する表示装置が知られている。このような表示装置は、同一画面に左目の位置から見える画像(左目用の画像)と右目の位置から見える画像(右目用の画像)を表示し、観察者は左目で左目用画像を、右目で右目用画像を観察することにより立体画像を観察する。

【0003】

例えば、メガネ方式を用いる表示装置は、左目用の画像と右目用の画像を、メガネに設けたシャッターと同期して、画面に交互に表示する。これにより、観察者は左目で左目用の画像を、右目で右目用の画像を、それぞれ観察することにより立体画像を観察する。

【0004】

また、裸眼での観察が可能な視差バリア方式を用いる表示装置は、画面が多数の領域(例えば短冊状の領域)に分割され、該領域は交互に右目用の領域と左目用の領域に割り当てられ、その境界に視差バリアが重ねて設けられている。分割された各領域には、それぞれ左目用の画像または右目用の画像が表示される。視差バリアは、右目用の画像が表示される領域を左目から隠し、左目用の画像が表示される領域を右目から隠す。その結果、左目は左目用の画像のみを、右目は右目用の画像のみを観察することになり、立体画像が観察できる。

【0005】

なお、視差バリアを可変とし、平面画像の表示モードと立体画像の表示モードとを切り替え可能に備える表示装置が知られている(特許文献1)。

【0006】

10

20

30

40

50

また、一対の電極の間に発光性の有機化合物を含む層を備える発光素子が知られている。この発光素子は、自発光型であるためコントラストが高く、入力信号に対する応答速度が速い。そして、この発光素子を応用した表示装置が知られている（特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】WO 2004/003630 パンフレット

【特許文献2】特開2011-238908

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

両眼視差を利用して立体画像を表示する表示装置の画面と、観察者の左目または右目の距離は、表示される画像とは無関係におよそ一定である。これにより、観察者から観察者の右目または左目がピントを合わせる画面までの距離と、観察者から当該画面に表示される画像に含まれる両眼視差を生じる被観察物までの距離と、が一致しない場合がある。その結果、この不一致が観察者を疲労させてしまうという問題があった。

【0009】

本発明は、このような技術的背景のもとでなされたものである。したがって、本発明の一態様は、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな立体感と奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供することを課題の一とする。または、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな立体感と奥行きを感じられる画像を楽しめる電子機器を提供することを課題の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明の一態様は、表示装置の画像信号に対する応答特性に着目して創作されたものである。具体的には、表示装置の画素部に設けられた表示素子の入力信号に応答し終えるまでの過渡特性が、立体視に深く影響することに着目した。そして、本明細書に例示される構成を備える表示装置、およびそれを用いた電子機器に想到した。

【0011】

すなわち、本発明の一態様の表示装置は、NTSC比が80%以上、且つ、コントラスト比が500以上であって、スペクトルの半値幅が60nm以下の光を100μs以下の応答時間で発光可能な発光モジュールを含む画素が、80ppi以上の精細度で設けられた表示部を備え、発光モジュールの発光強度の過渡特性が、入力された信号に応答して立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する。

【0012】

このように、発光強度の立ち上がる部分が突出した過渡特性を示す発光を観察すると、発光初期の極めて短い期間に発する強い発光と、その後の弱い発光を連続的に認識することとなり、この瞬間的な発光強度の強弱により疲労感なく観察者の脳が刺激され、表示部に表示される画像がより立体的に見える効果を奏する。

【0013】

さらにこのような構成の表示装置の備える表示部は、映像の光と陰の分布が豊かになり、きめの細かい表示が可能になる。また、カメラワークに忠実な映像をなめらかな動きで表示できる。これにより、単眼視による奥行き感が高まり、同一の画面に両眼視差を含む画像を表示する必要がなくなる。また、裸眼で観察することができる。その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる映像を表示できる。

【0014】

また、画素がスペクトルの半値幅が狭く色純度が高い発光モジュールを含むため、NTSC比が大きく、またコントラストが高くなる。これにより、豊かなグレースケールを表示できる。さらに、画素が、応答時間が短い発光素子を含むため、動きのある画像を滑ら

10

20

30

40

50

かに表示できる。これにより、奥の画像に重なりながら奥の画像より早く、手前の画像が滑らかに動く動画像を表現できる。そして、豊かなグレースケールと滑らかな動きが相互に作用して、観察者は奥行きを強く感じことになる。

【0015】

したがって、このような構成とすることにより、疲労感を感じることなく観察者が豊かな奥行き感と立体感を感じられる画像を提供できる表示装置を実現できる。

【0016】

また、本発明の他の一態様の表示装置は、NTSC比が80%以上、且つ、コントラスト比が500以上であって、表示部と、補正制御回路と、を備え、表示部は、スペクトルの半値幅が60nm以下の光を100μs以下の応答時間で発光可能な発光モジュールを含む画素が、80ppi以上の精細度で設けられ、補正制御回路は、発光モジュールの発光強度の過渡特性を補正する信号を生成して表示部に出力し、発光モジュールの発光強度の過渡特性が、入力された信号に応答して立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する。10

【0017】

このような補正制御回路を設けることにより、発光モジュールの発光強度の過渡特性を制御することが可能となる。例えば補正制御回路が生成する信号としては、発光開始直後に素子に与える高い電圧に対応する補正電圧信号や、当該電圧を素子に与える期間を規定する補正制御信号などを含んでいてもよい。

【0018】

また、本発明の一態様の上記表示装置において、発光モジュールは、反射膜および半透過・半反射膜と、反射膜と半透過・半反射膜との間に設けられ、一対の電極と、一対の電極の間に発光性の有機化合物を含む層を備える発光素子と、を備えることが好ましい。20

【0019】

このような構成とすることにより、微小共振器（マイクロキャビティともいう）の効果として反射膜と半透過・半反射膜の間で光が干渉し合い、可視光領域の波長を有する光のうち特定の光が強め合う。これにより、スペクトルの幅が小さい（具体的には半値幅が60nm以下）光を用いて彩度の高い映像を表示することができ、奥行き感が高まる。その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる映像を表示できる表示装置を提供できる。30

【0020】

また、本発明の一態様の上記表示装置において、発光モジュールは、反射膜および半透過・半反射膜と、反射膜と半透過・半反射膜との間に設けられ、一対の電極と、一対の電極の間に発光性の有機化合物を含む層を複数と、発光性の有機化合物を含む層の間に中間層を備える発光素子と、半透過・半反射膜を介して発光素子と重なるように設けられたカラーフィルタと、を備えることが好ましい。

【0021】

このような構成とすることにより、反射膜と半透過・半反射膜の間で光が干渉し合い、可視光領域の波長を有する光のうち特定の光が強め合い、カラーフィルタが不要な光を吸収する。これにより、よりスペクトルの幅が小さい（具体的には半値幅が60nm以下）光を用いて彩度の高い映像を表示することができ、奥行き感が高まる。その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる映像を表示できる表示装置を提供できる。40

【0022】

また、本発明の一態様の上記表示装置において、画素の各々に設けられる発光モジュールは、赤色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が600nm以上800nm未満の*i*/2倍（*i*は自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える第1の発光モジュール、または緑色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が500nm以上600nm未満の*j*/2倍（*j*は自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える第2の発光モジュール、または青色を呈する光を透過するカラーフィルタと、50

光学距離が400nm以上500nm未満のk/2倍（kは自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える第3の発光モジュールのうち、いずれか一であることが好ましい。

【0023】

また、本発明の一態様の上記表示装置において、画素の各々に設けられる発光モジュールは、赤色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が600nm以上800nm未満のi/2倍（iは自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える第1の発光モジュール、または、緑色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が500nm以上600nm未満のj/2倍（jは自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える第2の発光モジュール、または、青色を呈する光を透過するカラーフィルタと、光学距離が400nm以上500nm未満のk/2倍（kは自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える第3の発光モジュールのうち、いずれか一であり、第1の発光モジュール、第2の発光モジュールおよび第3の発光モジュールは、同じ発光性の有機化合物を含む層を含むことが好ましい。10

【0024】

また、本発明の一態様の上記表示装置において、発光モジュールは、一対の電極の一方が反射膜を兼ね、他方が半透過・半反射膜を兼ねる発光素子を備えることが好ましい。

【0025】

上記のような構成とすることにより、各発光モジュールからの発光の色純度を高めることができる。さらには、発光性の有機化合物を含む層を同一の工程で形成できる。さらには、反射膜および半透過・半反射膜を一対の電極が兼ねる構成にできる。これにより、作製工程を簡略にできる。その結果、作製が容易であって、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる映像を表示できる表示装置を提供できる。20

【0026】

特にマイクロキャビティはスペクトルの半値幅を狭める効果が高く、また精細度が高いほど画素を認識しやすくする効果が高い。ここで、人間の脳は動きのある画像を認識しやすく、静止画像から動画像に変わる画像を認識しやすい。したがって、色純度が高められ、画素を認識しやすくすることにより、より滑らかな動画を表示することができ、その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供できる。30

【0027】

また、本発明の一態様の上記表示装置において、画素の各々に設けられる発光モジュールは、スペクトルの半値幅が50nmより小さい赤色を呈する光、または、半値幅が赤色を呈する光のスペクトルの半値幅より小さい緑色を呈する光、または、半値幅が緑色を呈する光のスペクトルの半値幅より小さい青色を呈する光のうち、いずれか一の光を発することが好ましい。

【0028】

このような構成では、赤色よりも視感度の高い緑色を呈する光の半値幅が狭く、緑色よりも青色を呈する光の半値幅が狭い。これにより、スペクトルの幅が小さい（具体的には半値幅が50nm以下）光を用いて彩度の高い映像を表示することができ、奥行き感が高まる。40

【0029】

また、本発明の他の一態様は、上記いずれかの表示装置を備える電子機器である。

【0030】

上記本発明の一態様によれば、光と陰の分布が豊かな映像が電子機器に表示される。また、カメラワークに忠実な映像が、なめらかな動きで電子機器に表示される。さらに、立体感の豊かな映像が電子機器に表示される。これにより、単眼視による奥行き感が高まり、同一の画面に両眼視差を含む画像を表示する必要がなくなる。また、裸眼で観察することができる。その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる映像を楽しめる電子機器を提供できる。50

【0031】

なお、本明細書において、光学距離とは距離と屈折率の積をいう。したがって、屈折率が1より大きい媒体においては、光学距離は実際の距離よりも長くなる。なお、微小共振器の共振器内部の光学距離は、光学干渉を測定することにより測定できる。具体的には分光光度計を用いて、入射光に対する反射光の強度比を測定し、波長に対してプロットすることで共振器内部の光学距離を求めることができる。

【0032】

なお、本明細書中において、表示パネルにコネクター、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、または表示部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全て表示装置に含むものとする。
10

【発明の効果】**【0033】**

本発明の一態様によれば、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな立体感と奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供できる。また、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな立体感と奥行きを感じられる画像を楽しめる電子機器を提供できる。

【図面の簡単な説明】**【0034】**

【図1】実施の形態に係る発光モジュールの構成例と、発光強度の過渡特性を説明する図。

【図2】実施の形態に係る発光モジュールの構成例と、発光強度の過渡特性を説明する図。

【図3】実施の形態に係る発光モジュールの、発光強度の過渡特性を説明する図。

【図4】実施の形態に係る表示装置の構成例を説明する図。

【図5】実施の形態に係る表示装置の構成例を説明する図。

【図6】実施の形態に係る表示装置の動作例を説明するタイミングチャート。

【図7】実施の形態に係る表示装置の構成例を説明する図。

【図8】実施の形態に係る表示装置の構成例を説明する図。

【図9】実施の形態に係る表示装置の構成例を説明する図。

【図10】実施の形態に係る発光素子の構成例を説明する図。

【図11】実施の形態に係る表示装置を備える電子機器の構成例を説明する図。

【発明を実施するための形態】**【0035】**

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。
40

【0036】

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。

【0037】**(実施の形態1)**

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成例について、図面を参照して説明する。

【0038】

[構成例]

図1(A)に本発明の一態様の表示装置の画素部に適用可能な発光モジュールの構成例を模式的に示す。

【0039】

画素402には、発光モジュール450が設けられている。発光モジュール450は、第1の基板410と第2の基板440を有し、図示されていないシール材で貼り合わされたその間に、発光素子420が封止されている。発光素子420は、第1の基板410上に形成された第1の電極421と、第1の電極421に重なる第2の電極422の間に、発光性の有機化合物を含む層423を有する。

10

【0040】

本実施の形態で例示する第1の電極421は、反射性の膜と透光性を有する導電膜を備え、透光性を有する導電膜は反射性の膜の第2の電極422の側に積層されている。また、第2の電極422は可視光に対し半透過・半反射性を有する。これにより、第1の電極421と第2の電極422は微小共振器(マイクロキャビティともいう)を構成する。

【0041】

微小共振器を備える発光素子420からは、反射膜と半透過・半反射膜の間の距離に応じた波長の光を効率よく取り出すことができる。具体的には、特定の波長の光を効率よく取り出すために、発光性の有機化合物を含む層423と第1の電極421の透光性を有する導電膜の厚さを調整すればよく、その光学距離(距離と屈折率の積)を $\lambda/2$ の自然数倍とすればよい。

20

【0042】

第1の電極421と第2の電極422の間に電圧を印加することにより、発光モジュール450は、特定の波長の光が効率よく取り出されたスペクトルの半値幅の狭い光Lを外部に発する。

【0043】

図1(B)を用いて、発光モジュール450に入力する信号の電圧波形の形状と、発光モジュール450からの発光強度の過渡特性の関係について示す。図1(B)の上段には発光モジュール450からの発光強度の過渡特性を示し、図1(B)の中段及び下段には発光モジュール450に入力する信号の電圧波形を示している。

30

【0044】

発光モジュール450に入力する信号として、図1(B)の中段に示すような、時間T0で立ち上がる矩形波を有する信号S0を入力した場合、発光モジュール450からの発光強度L0は、所望の輝度(100%)に達するまでなだらかに上昇する。

【0045】

ここで、発光モジュール450に入力する信号として、図1(B)の下段に示すような、発光開始直後の期間(T0~T1)で所望の輝度に対応する電圧V0よりも高い電圧V1となるような電圧波形を有する信号S1を入力した場合、発光モジュール450からの発光強度L1は、発光強度の過渡特性の立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を生じさせることができる。

40

【0046】

このように、発光強度の立ち上がる部分が突出した過渡特性を示す発光を観察すると、発光初期の極めて短い期間に発する強い発光と、その後の弱い発光を連続的に認識することとなり、この瞬間的な発光強度の強弱により疲労感なく観察者の脳が刺激され、表示部に表示される画像がより立体的に見える効果を奏する。

【0047】

さらに、このような発光モジュールを備える画素を、80ppi以上好ましくは300ppi以上の精細度で表示部に設け、NTSC比が80%以上好ましくは95%以上であって、且つコントラスト比が500以上好ましくは2000以上の表示装置とすることにより、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる画像を表

50

示できる表示装置を提供できる。さらに、反射膜と半透過・半反射膜の間で発光素子が発する光が干渉し合い、特定の光が強め合う。これにより、スペクトルの幅が小さい光を用いて彩度の高い画像を表示することができ、奥行き感が高まる。

【0048】

したがって、このような構成とすることにより、疲労感を感じることなく観察者が豊かな奥行き感と立体感を感じられる画像を提供できる表示装置を実現できる。

【0049】

以上が本構成例についての説明である。

【0050】

[発光モジュールについて]

以下では、本発明の一態様の表示装置の画素部に適用可能な発光モジュールのより具体的な構成例について説明する。

【0051】

<発光モジュール450X>

図2(A)に示す画素402Xには発光モジュール450Xが設けられている。発光モジュール450Xは、第1の基板410と第2の基板440を有し、図示されていないシール材で貼り合わされたその間に、発光素子420Xが封止されている。発光素子420Xは、第1の基板410上に形成された第1の電極421Xと、第1の電極421Xに重なる第2の電極422の間に、発光性の有機化合物を含む層423Xを有する。

【0052】

発光性の有機化合物を含む層423Xは蛍光性の有機化合物を含み、発光モジュール450Xは、当該蛍光性の有機化合物が発する光から、特定の波長の光が効率よく取り出されたスペクトルの半値幅の狭い光Xを外部に発する。

【0053】

発光モジュール450Xは、発光性の有機化合物を含む層423Xに蛍光性の有機化合物を含む。蛍光性の有機化合物は、励起種の励起寿命が比較的短いため、入力された信号に応答する時間が短い。

【0054】

<発光モジュール450Y>

図2(B)に示す画素402Yには発光モジュール450Yが設けられている。発光モジュール450Yは、発光モジュール450Xの発光素子420Xに代えて発光素子420Yを備える。発光素子420Yは発光素子420Xの第1の電極421Xに代えて第1の電極421Yを備え、発光性の有機化合物を含む層423Xに代えて発光性の有機化合物を含む層423Yを備える。

【0055】

第1の電極421Yが備える透光性を有する導電膜の厚さは、第1の電極421Xが備える透光性を有する導電膜の厚さに比べ厚い。

【0056】

なお、発光性の有機化合物を含む層423Yは燐光性の有機化合物を含み、発光モジュール450Yは、当該燐光性の有機化合物が発する光から、光Yに主に含まれる光の波長より長い特定の波長の光が効率よく取り出された、スペクトルの半値幅の狭い光Yを外部に発する。

【0057】

発光モジュール450Yは、発光性の有機化合物を含む層423Yに燐光性の有機化合物を含む。燐光性の有機化合物は、励起種の励起寿命が比較的長いため、入力された信号に応答する時間が蛍光性の有機化合物に比べ長い。

【0058】

また、燐光性の有機化合物を用いると、発光強度の過渡特性の立ち上がる部分をながらにすることができます。

【0059】

10

20

30

40

50

ここで、発光モジュール450X及び発光モジュール450Yに入力する信号として、図2(D)の下段に示すような、時間T0で立ち上がる矩形波を有する信号S0とした場合における、発光モジュール450X及び発光モジュール450Yの発光強度の過渡特性を、図2(D)の上段に示す。

【0060】

図2(D)に示すように、発光モジュール450Xの応答時間(発光強度が90%に到達するまでの時間)Tx-T0は、発光モジュール450Yの応答時間Ty-T0よりも短い。このように、発光性の有機化合物の材料によって応答時間が異なる。そのほか、発光性の有機化合物を含む層を構成する各層の厚さや、用いる材料が異なると、電気的特性、または電気光学的特性の違いにより、応答時間に差が生じる場合がある。

10

【0061】

<発光モジュール450Z>

図2(C)に示す画素402Zには発光モジュール450Zが設けられている。発光モジュール450Zは、発光モジュール450Xの発光素子420Xに代えて発光素子420Zを備える。発光素子420Zは発光素子420Xの第1の電極421Xに代えて第1の電極421Zを備え、発光性の有機化合物を含む層423Xに代えて発光性の有機化合物を含む層423Zを備える。また、発光素子420Zの第2の電極422の側に、発光素子420Zと重なる位置にカラーフィルタ441Zを備える。

【0062】

なお、発光性の有機化合物を含む層423Zは、発光性の有機化合物を含む層423aと発光性の有機化合物を含む層423bが積層され、発光性の有機化合物を含む層423aと発光性の有機化合物を含む層423bは互いに補色の関係にある色を呈する光を発する。例えば、青色を呈する光を発する層と、黄色を呈する光を発する層とが中間層を挟んで積層されている。その結果、発光性の有機化合物を含む層423Zが発する光のスペクトルは幅を広くできる。

20

【0063】

また、発光モジュール450Zの第1の電極421Zと第2の電極422は微小共振器を構成し、さらにカラーフィルタ441Zが重ねて設けられている。このような構成とすることにより、発光モジュール450Zは、特定の波長の光を含み、スペクトルの半値幅の狭い光Zを外部に発する。

30

【0064】

従って、発光モジュール450Zは、微小共振器の光学距離と、カラーフィルタを調整することにより、発光性の有機化合物を含む層423Zから、中心波長がさまざま、スペクトルの半値幅が狭い光を取り出すことができる。

【0065】

発光モジュール450Zは、発光性の有機化合物を含む層423Zに蛍光性の有機化合物と燐光性の有機化合物を含んでいてもよい。微小共振器の光学距離と、カラーフィルタを調整することにより、入力された信号に応答する時間が短い蛍光性の有機化合物が発する光を、優先的に取り出すことができる。同様に、入力された信号に応答する時間が長い燐光性の有機化合物が発する光を、優先的に取り出すこともできる。

40

【0066】

以上が発光モジュールについての説明である。

【0067】

[過渡特性の制御について]

発光強度の過渡特性が異なる発光モジュールが混在している場合には、それぞれの発光モジュールの発光強度の過渡特性を個別に制御することが好ましい。その場合、それぞれの発光モジュールに対して異なる電圧波形を有する信号を入力すればよい。

【0068】

図3(A)は、発光モジュールとして応答時間の短い発光モジュール450Xに対して、図3(A)の下段に示すような、発光開始直後の期間(T0～T1X)で所望の輝度に

50

対応する電圧 V_0 よりも高い電圧 V_{1x} となるような電圧波形を有する信号 S_{1x} を入力した場合の、発光強度の過渡特性の変化を示す。

【0069】

このような信号 S_{1x} を用いることで、発光モジュール 450X から発光強度の過渡特性の立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する発光を得ることができる。

【0070】

また図 3 (B) は、発光モジュールとして応答時間の長い発光モジュール 450Y に対して、図 3 (B) の下段に示すような、発光開始直後の期間 ($T_0 \sim T_{1y}$) で所望の輝度に対応する電圧 V_0 よりも高い電圧 V_{1y} となるような電圧波形を有する信号 S_{1y} を入力した場合の、発光強度の過渡特性の変化を示す。
10

【0071】

ここで、発光開始直後の期間で電圧 V_{1x} よりも高い電圧 V_{1y} を用いることにより、応答時間の長い発光モジュール 450Y であっても、発光強度の過渡特性の立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する発光を得ることができる。

【0072】

このように、入力信号の電圧波形を調整することにより、発光強度の過渡特性が異なる発光モジュールが混在している場合であっても、それぞれの発光モジュールから同等の発光強度の過渡特性を有する発光を得ることができる。

【0073】

なお、応答時間の異なる発光モジュールに対して入力する信号の電圧波形として、発光開始直後の期間に与える電圧の値だけでなく、高い電圧を与える時間の長さも異ならせてよい。例えば応答時間の長い発光モジュールに対しては、高い電圧を与える時間を長く設定する。このように、電圧と時間の長さをそれぞれ調整することにより、異なる発光モジュールからの過渡特性をより近づけることができ、表示部で表示する画像の色調が時間的に変化することなく、違和感を生じにくくできる。
20

【0074】

以上が、過渡特性の制御についての説明である。

【0075】

[表示装置の構成例]

以下では、本発明の一態様の表示装置の構成例について説明する。
30

【0076】

図 4 に、本構成例で例示する表示装置 100 のブロック図を示す。表示装置 100 は、複数の画素を備える表示部 101、信号線駆動回路 102、走査線駆動回路 103、補正制御回路 105、演算装置 107、D A コンバータ 109 を備える。

【0077】

演算装置 107 は圧縮、または符号化された信号のデコードを行い、同期信号 201 を信号線駆動回路 102 に、デジタル信号である映像信号を D A コンバータ 109 に出力する。また、同様に同期信号 202 を走査線駆動回路 103 に出力する。

【0078】

また、演算装置 107 は解像度のアップコンバートに伴う画素間補完、フレーム周波数のアップコンバートに伴うフレーム間補完などの処理や、ノイズ除去処理、階調変換処理、色調補正処理などの画像処理を行う機能を有していてよい。
40

【0079】

D A コンバータ 109 は、演算装置 107 から出力されるデジタル信号である映像信号をアナログ信号である映像信号 203 に変換し、信号線駆動回路 102 に出力する。

【0080】

補正制御回路 105 は、演算装置 107 から出力される同期信号 201 と、D A コンバータ 109 から出力される映像信号 203 から、補正電圧信号 204 と補正同期信号 205 を生成し、信号線駆動回路 102 に出力する。
50

【0081】

なお、ここでは補正制御回路105に入力する映像信号として、DAコンバータ109によってアナログ信号に変換された映像信号203を用いるが、DAコンバータ109に入力される前のデジタル信号である映像信号を用い、補正電圧信号204及び補正同期信号205を生成する構成としてもよい。

【0082】

信号線駆動回路102及び走査線駆動回路103は、同期信号201、同期信号202、映像信号203、補正電圧信号204、及び補正同期信号205に基づいて表示部101内の画素を駆動し、表示部101に画像を表示させる。

【0083】

表示部101は、観察に伴う疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる画像を表示できる表示部である。

10

【0084】

続いて、信号線駆動回路102と、表示部101のより詳細な構成例について説明する。図5に、信号線駆動回路102と表示部101の構成例を示す。

【0085】

ここでは、表示部101として3つの副画素を備える画素の1つについて示している。画素は、赤色の発光を呈する発光素子111Rを備える副画素110Rと、緑色の発光を呈する発光素子111Gを備える副画素110Gと、青色の発光を呈する発光素子111Bを備える副画素110Bを、それぞれ有する。また、発光素子111R、発光素子111G、発光素子111Bはそれぞれ異なる発光強度の過渡特性を有するものとする。

20

【0086】

なお、ここでは説明を明快にするため、副画素の備える発光素子が、赤色、緑色、青色のいずれかの発光を呈することとしたが、発光素子を上述の発光モジュールに置き換えることもできる。

【0087】

信号線駆動回路102と表示部101とは、信号線216R、信号線216G、及び信号線216Bにより、電気的に接続されている。ここで信号線216Rは副画素110Rに、信号線216Gは副画素110Gに、信号線216Bは副画素110Bに、それぞれ電気的に接続する。

30

【0088】

図5では、発光素子111Rを備える副画素110Rと、発光素子111Gを備える副画素110Gと、発光素子111Bを備える副画素110Bとが隣接して設けられている。また、各々の副画素は、トランジスタ112、トランジスタ113、容量素子114を備える。

【0089】

一つの副画素、例えば副画素110R（または副画素110G、副画素110B）において、トランジスタ112は、ゲートがゲート線115と電気的に接続し、ソース又はドレインの一方が信号線216R（または信号線216G、信号線216B）と電気的に接続し、ソース又はドレインの他方が容量素子114の一方の端子及びトランジスタ113のゲートと電気的に接続する。トランジスタ113のソース又はドレインの一方はカソード線116と電気的に接続し、ソース又はドレインの他方が発光素子111R（または発光素子111G、発光素子111B）の一方の端子と電気的に接続する。容量素子114は他方の端子が容量線117と電気的に接続する。また発光素子111R（または発光素子111G、発光素子111B）の他方の端子は、アノード線118と電気的に接続する。

40

【0090】

ここで、例えば副画素110Rにデータを書き込む場合、ゲート線115に入力する信号によりトランジスタ112をオン状態とし、信号線216Rの電位をトランジスタ113のゲートが接続されるノードに与える。このとき、トランジスタ113のソース・ドレ

50

イン間の抵抗は、トランジスタ 113 のゲートに与えられる電位によって一義的に決まる。したがって、信号線 216R の電位によって、発光素子 111R に与える電圧を異ならせることができ、発光素子 111R からの発光強度を制御することができる。

【0091】

なおここでは、副画素の構成として、2つのトランジスタと1つの容量素子を備える構成としたが、例えばトランジスタ 113 や発光素子の特性ばらつきや特性変動を補正する回路などを組み込むことができる。

【0092】

信号線駆動回路 102 は、ラッチ回路 121 と、複数のセレクタ 122R、セレクタ 122G、及びセレクタ 122B を備える。セレクタ 122R、セレクタ 122G、及びセレクタ 122B はそれぞれ選択信号線 211 と電気的に接続され、当該選択信号線 211 を介してラッチ回路 121 からそれぞれのセレクタに同一の選択信号が入力される。
10

【0093】

ラッチ回路 121 は、演算装置 107 から入力される同期信号 201 に基づいて、選択信号線 211 に選択信号を出力する。なお、図 5 には選択信号線 211 のみ示しているが、実際には表示部 101 に設けられる水平方向の画素数に準じた本数の選択信号線が設けられ、ラッチ回路 121 は同期信号 201 に基づいて当該選択信号線に順次選択信号を出力する。

【0094】

セレクタ 122R は、選択信号線 211 のほか、赤色の映像信号 203R が入力される配線 213R と、赤色の発光を呈する発光素子 111R の過渡特性を補正するために副画素 110R に入力するための補正電圧信号 204R が入力される配線 214R と、補正電圧信号 204R を副画素 110R に出力するタイミングを制御するための補正同期信号 205R が入力される配線 215R と、が電気的に接続される。
20

【0095】

同様に、セレクタ 122G には、緑色の映像信号 203G が入力される配線 213G、補正電圧信号 204G が入力される配線 214G、補正同期信号 205G が入力される配線 215G が電気的に接続される。またセレクタ 122B には青色の映像信号 203B が入力される配線 213B、補正電圧信号 204B が入力される配線 214B、補正同期信号 205B が入力される配線 215B が電気的に接続される。
30

【0096】

セレクタ 122R はラッチ回路 121 から入力される選択信号に応じて、補正同期信号 205R に基づいて映像信号 203R または補正電圧信号 204R のどちらかを信号線 216R に出力する。

【0097】

同様に、セレクタ 122G は、選択信号と補正同期信号 205G に基づいて、映像信号 203G または補正電圧信号 204G のどちらかを信号線 216G に出力する。またセレクタ 122B は、選択信号と補正同期信号 205B に基づいて、映像信号 203B または補正電圧信号 204B のどちらかを信号線 216B に出力する。

【0098】

続いて、信号線駆動回路 102 の動作例について、図 6 に示すタイミングチャートを用いて説明する。

【0099】

図 6 では、上から選択信号線 211、映像信号 203R、補正電圧信号 204R、補正同期信号 205R、映像信号 203G、補正電圧信号 204G、補正同期信号 205G、映像信号 203B、補正電圧信号 204B、補正同期信号 205B、信号線 216R、信号線 216G、信号線 216B について、それぞれの電位の時間推移を示している。

【0100】

ラッチ回路 121 から選択信号線 211 にハイレベル電位が入力されると、セレクタ 122R、セレクタ 122G、及びセレクタ 122B がそれぞれ信号線 216R、信号線 2

10

20

30

40

50

16G、信号線216Bに信号を出力する。

【0101】

ここで、セレクタ122Rは、補正同期信号205Rがハイレベル電位の時に、補正電圧信号を信号線216Rに出力し、補正同期信号205Rがローレベル電位のときに、映像信号203Rを信号線216Rに出力する。

【0102】

したがって信号線216Rには、選択開始直後の補正同期信号205Rに基づく期間中に、映像信号203Rよりも高い電位が出力され、それ以降の期間では映像信号203Rの電位が出力される。このような信号を副画素110Rに入力することで、副画素110R内の発光素子111Rを備える発光モジュールからの発光を、発光強度の過渡特性の立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する発光とすることができます。10

【0103】

同様に、セレクタ122Gは、選択開始直後に映像信号203Gよりも高い電位となる期間を有する信号を信号線216Gに出力する。またセレクタ122Bは、選択開始直後に映像信号203Bよりも高い電位となる期間を有する信号を信号線216Bに出力する。そのため、副画素110G内の発光素子111Gを備える発光モジュール、及び副画素110B内の発光素子111Bを備える発光モジュールからも、発光強度の過渡特性の立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する発光が得られる。

【0104】

このような、発光強度の立ち上がる部分が突出した過渡特性を示す発光を観察者が観察すると、発光初期の極めて短い期間に発する強い発光と、その後の弱い発光を連続的に視認することとなり、この瞬間的な発光強度の強弱により疲労感なく観察者の脳が刺激され、表示部に表示される画像がより立体的に見える効果を奏する。20

【0105】

上記のように、異なる発光強度の過渡特性を有する発光素子を備える副画素に、それぞれ異なる補正電圧信号を入力することで、それぞれの副画素内の発光モジュールからの発光の発光強度の過渡特性を個別に制御することができる。

【0106】

また、図6に示すように、補正同期信号205R、補正同期信号205G、補正同期信号205Bとして、異なるパルス幅の信号が入力されることにより、それぞれの副画素からの発光強度の過渡特性をより近づけることができ、表示部101で表示する画像の色調が時間的に変化することなく、違和感を生じにくくできる。30

【0107】

なお、2以上の副画素間において、副画素内の発光素子の発光強度の過渡特性が近い場合には、これらの副画素間で補正電圧信号を共通化することもできる。例えば、燐光性の有機化合物からの発光を用いる副画素間、または蛍光性の有機化合物からの発光を用いる副画素間で、共通の補正電圧信号を用いてもよい。これらを共通化することで、配線数が低減することができ、また、補正制御回路の構成も簡略化できる。

【0108】

また、2以上の副画素間において、副画素内の発光素子の発光強度の過渡特性が近い場合や、補正電圧信号のみで副画素の補正を行うことができる場合には、これらの副画素間で補正同期信号を共通化することもできる。例えば、燐光性の有機化合物からの発光を用いる副画素間、または蛍光性の有機化合物からの発光を用いる副画素間で共通の補正同期信号を用いてもよいし、発光素子の構成によらず、全ての副画素について同一の補正同期信号を用いてもよい。これらを共通化することで、配線数が低減することができ、また、補正制御回路の構成も簡略化できる。40

【0109】

このような構成の表示装置100とすることにより、疲労感を感じることなく観察者が豊かな奥行き感と立体感を感じられる画像を提供できる表示装置を実現できる。

【0110】

10

20

30

40

50

以上が表示装置 100 についての説明である。

【0111】

本実施の形態は、本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【0112】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成例と、本発明の一態様の表示装置に用いることができる表示パネルの構成例について説明する。

【0113】

<表示パネルの構成>

本発明の一態様の表示装置に用いることができる表示パネルの構成を図 7 に示す。図 7 (A) は本発明の一態様の表示装置に用いることができる表示パネルの構造の上面図であり、図 7 (B) は図 7 (A) の切断線 A - B および C - D における断面を含む構造の側面図であり、図 7 (C) は図 7 (A) の切断線 E - F における断面を含む画素の構造の側面図である。

【0114】

本実施の形態で例示して説明する表示パネル 400 は、第 1 の基板 410 上に表示部 401 を有し、そこには画素 402 が複数設けられている。また、画素 402 には複数（例えば 3 つ）の副画素が設けられている（図 7 (A)）。また、第 1 の基板 410 上には表示部 401 と共に当該表示部 401 を駆動する信号線駆動回路 403s、走査線駆動回路 403g が設けられている。なお、駆動回路を第 1 の基板 410 上ではなく外部に形成することもできる。

【0115】

表示パネル 400 は外部入力端子を備え、FPC（フレキシブルプリントサーキット）409 を介して、ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここでは FPC しか図示されていないが、FPC にはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていてもよい。本明細書における表示パネルには、表示パネル本体だけでなく、それに FPC または PWB が取り付けられた状態をも含むものとする。

【0116】

シール材 405 は、第 1 の基板 410 と第 2 の基板 440 を貼り合わせる。またこれらの間に形成された空間 431 に表示部 401 が封止されている（図 7 (B) 参照）。

【0117】

表示パネル 400 の断面を含む構造を図 7 (B) 参照して説明する。表示パネル 400 は、信号線駆動回路 403s と、画素 402 に含まれる副画素 402G と、引き回し配線 408 を備える。なお、本実施の形態で例示する表示パネル 400 の表示部 401 は、図中に示す矢印の方向に光を射出して、画像を表示する。

【0118】

信号線駆動回路 403s は n チャネル型トランジスタ 413 と、p チャネル型トランジスタ 414 とを組み合わせた CMOS 回路を含む。なお、駆動回路はこの構成に限定されず、種々の CMOS 回路、PMOS 回路または NMOS 回路で構成してもよい。

【0119】

引き回し配線 408 は外部入力端子から入力される信号を信号線駆動回路 403s および走査線駆動回路 403g に伝送する。

【0120】

副画素 402G は、スイッチング用のトランジスタ 411 と電流制御用のトランジスタ 412 と発光モジュール 450G とを有する。なお、トランジスタ 411 等の上には、絶縁層 416 と隔壁 418 とが形成されている。発光モジュール 450G は、反射膜と半透過・半反射膜と、反射膜と半透過・半反射膜の間に発光素子 420G とを有し、発光素子 420G が発する光を射出する半透過・半反射膜の側にカラーフィルタ 441G が設けられている。本実施の形態で例示する発光モジュール 450G は、発光素子 420G の第 1

10

20

30

40

50

の電極 4 2 1 G が反射膜を、第 2 の電極 4 2 2 が半透過・半反射膜を兼ねる構成となっている。なお、表示部 4 0 1 が画像を表示する方向は、発光素子 4 2 0 G が発する光が取り出される方向により決定される。

【 0 1 2 1 】

また、カラーフィルタ 4 4 1 G を囲むように遮光性の膜 4 4 2 が形成されている。遮光性の膜 4 4 2 は表示パネル 4 0 0 が外光を反射する現象を防ぐ膜であり、表示部 4 0 1 が表示する画像のコントラストを高める効果を奏する。なお、カラーフィルタ 4 4 1 G と遮光性の膜 4 4 2 は、第 2 の基板 4 4 0 に形成されている。

【 0 1 2 2 】

絶縁層 4 1 6 は、トランジスタ 4 1 1 等の構造に由来して生じる段差を平坦化、またはトランジスタ 4 1 1 等への不純物の拡散を抑制するための、絶縁性の層であり、単一の層であっても複数の層の積層体であってもよい。隔壁 4 1 8 は開口部を有する絶縁性の層であり、発光素子 4 2 0 G は隔壁 4 1 8 の開口部に形成される。

【 0 1 2 3 】

発光素子 4 2 0 G は第 1 の電極 4 2 1 G と、第 2 の電極 4 2 2 と、発光性の有機化合物を含む層 4 2 3 とを含む。

【 0 1 2 4 】

<トランジスタの構成>

図 7 (A) に例示する表示パネル 4 0 0 には、トップゲート型のトランジスタが適用されている。信号線駆動回路 4 0 3 s 、走査線駆動回路 4 0 3 g 並びに副画素にはさまざまな構造のトランジスタを適用できる。また、これらのトランジスタのチャネルが形成される領域には、さまざまな半導体を用いることができる。具体的には、アモルファスシリコン、ポリシリコン、単結晶シリコンの他、酸化物半導体などを用いることができる。

【 0 1 2 5 】

トランジスタのチャネルが形成される領域に酸化物半導体を用いると、例えばアモルファスシリコンを用いた場合と比較してトランジスタを微細化することが可能となるため、表示部において画素を高精細化することができる。

【 0 1 2 6 】

また、トランジスタのチャネルが形成される領域に単結晶半導体を用いると、トランジスタサイズを微細化することが可能となるため、表示部において画素をさらに高精細化することができる。

【 0 1 2 7 】

半導体層を構成する単結晶半導体としては、代表的には、単結晶シリコン基板、単結晶ゲルマニウム基板、単結晶シリコンゲルマニウム基板など、第 14 族元素でなる単結晶半導体基板、化合物半導体基板 (S i C 基板、サファイア基板、 G a N 基板等) などの半導体基板を用いることができる。好適には、絶縁表面上に単結晶半導体層が設けられた S O I (S i l i c o n O n I n s u l a t o r) 基板を用いることができる。

【 0 1 2 8 】

S O I 基板の作製方法としては、鏡面研磨ウェハーに酸素イオンを注入した後、高温加熱することにより、表面から一定の深さに酸化層を形成させるとともに、表面層に生じた欠陥を消滅させて作る方法、水素イオン照射により形成された微小ボイドの熱処理による成長を利用して半導体基板を劈開する方法や、絶縁表面上に結晶成長により単結晶半導体層を形成する方法等を用いることができる。

【 0 1 2 9 】

本実施の形態では、単結晶半導体基板の一つの面からイオンを添加して、単結晶半導体基板の一つの面から一定の深さに脆弱化層を形成し、単結晶半導体基板の一つの面上、または第 1 の基板 4 1 0 上のどちらか一方に絶縁層を形成する。単結晶半導体基板と第 1 の基板 4 1 0 を、絶縁層を挟んで重ね合わせた状態で、脆弱化層に亀裂を生じさせ、単結晶半導体基板を脆弱化層で分離する熱処理を行い、単結晶半導体基板より半導体層として単結晶半導体層を第 1 の基板 4 1 0 上に形成する。なお、第 1 の基板 4 1 0 としては、ガラ

10

20

30

40

50

ス基板を用いることができる。

【0130】

また、半導体基板に絶縁分離領域を形成し、絶縁分離された半導体領域を用いてトランジスタ411、トランジスタ412を形成してもよい。

【0131】

単結晶半導体をチャネル形成領域として用いることで、結晶粒界における結合の欠陥に起因する、トランジスタのしきい値電圧等の電気的特性のばらつきを軽減できるため、本発明の一態様のパネルは、各画素にしきい値電圧補償用の回路を配置しなくても正常に発光素子を動作させることができる。したがって、一画素における回路要素を削減することが可能となるため、レイアウトの自由度が向上する。よって、表示パネルの高精細化を図ることができる。例えば、マトリクス状に配置された複数の画素を一インチあたり300以上含む（水平解像度が300 ppi (pixels per inch) 以上である）、さらに好ましくは400以上含む（水平解像度が400 ppi 以上である）構成とすることが可能となる。

10

【0132】

さらに、単結晶半導体をチャネル形成領域として用いたトランジスタは、高い電流駆動能力を維持したまま、微細化が可能である。該微細なトランジスタを用いることで表示に寄与しない回路部の面積を縮小することができるため、表示部においては表示面積が拡大し、かつ表示パネルの狭額縫化が達成できる。

20

【0133】

<画素の構成>

表示部401に設けられた画素402の構成について、図7(C)を参照して説明する。

30

【0134】

本実施の形態で例示する画素402は副画素402Gを含み、副画素402Gは、反射膜を兼ねる第1の電極421G、半透過・半反射膜を兼ねる第2の電極422、発光性の有機化合物を含む層423a、発光性の有機化合物を含む層423b並びに中間層424を備える発光素子420Gを備える。また、発光素子420Gと重なるように第2の電極422の側にカラーフィルタ441Gと、を具備して、スペクトルの半値幅が60nm以下の波長が400nm以上800nm未満の光を含む。そして、発光モジュール450Gの発光として、発光強度の過渡特性が、入力された信号に応答して立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有するような、発光を得ることができる。

30

【0135】

このように、発光強度の立ち上がる部分が突出した過渡特性を示す発光を観察者が観察すると、発光初期の極めて短い期間に発する強い発光と、その後の弱い発光を連続的に認識することとなり、この瞬間的な発光強度の強弱により疲労感なく観察者の脳が刺激され、表示部に表示される画像がより立体的に見える効果を奏する。

【0136】

このような画素を、80ppi以上好ましくは300ppi以上の精細度で表示部401に設けて、NTSC比が80%以上好ましくは95%以上あって、且つコントラスト比が500以上好ましくは2000以上の表示装置とする。その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供できる。さらに、反射膜と半透過・半反射膜の間で発光素子が発する光が干渉し合い、400nm以上800nm未満の波長を有する光のうち特定の光が強め合い、カラーフィルタが不要な光を吸収する。これにより、スペクトルの幅が小さい（具体的には半値幅が60nm以下）光を用いて彩度の高い画像を表示することができ、奥行き感が高まる。

40

【0137】

したがって、このような構成とすることにより、疲労感を感じることなく観察者が豊かな奥行き感と立体感を感じられる画像を提供できる表示装置を実現できる。

【0138】

50

また、画素 402 は、青色を呈する光 B を射出する副画素 402B、緑色を呈する光 G を射出する副画素 402G、赤色を呈する光 R を射出する副画素 402R を有する。それぞれの副画素は、駆動用トランジスタと発光モジュールとを備える。発光モジュールは、それぞれ反射膜と半透過・半反射膜と、反射膜と半透過・半反射膜の間に発光素子とを備える。

【0139】

反射膜と半透過・半反射膜を重ねて微小共振器を構成し、その間に発光素子を設けると、半透過・半反射膜から特定の波長の光を効率良く取り出せる。具体的には、取り出す光の波長の $n / 2$ 倍 (n は自然数) になるように微小共振器の光学距離を設けると、光を取り出す効率を高められる。取り出す光の波長は、反射膜と半透過・半反射膜の間の距離に依存し、その距離は、その間に光学調整層を形成して調整できる。10

【0140】

光学調整層に用いることができる材料としては、可視光に対して透光性を有する導電膜の他、発光性の有機化合物を含む層を適用できる。例えば、電荷発生領域を用いて、その厚さを調整してもよい。または、正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含む領域を光学調整層に用いると、光学調整層が厚い構成であっても駆動電圧の上昇を抑制できるため好ましい。

【0141】

発光素子の構成としては、反射膜を兼ねる第 1 の電極 421G と半透過・半反射膜を兼ねる第 2 の電極 422 の間に、発光性の有機化合物を含む層 423a、発光性の有機化合物を含む層 423b 並びに中間層 424 を備える発光素子 420G を備える。20

【0142】

なお、発光素子の構成例については、実施の形態 3 で詳細に説明する。

【0143】

ここで、画素に液晶素子を適用した表示装置の場合、液晶の配向を物理的に変化させることにより画像を表示させるため、その応答速度を十分に速めることができない。一方、上述した発光素子は液晶素子に比べて極めて応答速度が速い。したがってこのような発光素子を適用した表示装置は、動画を表示する際に残像が残りにくく、なめらかな動画表示を実現できる。そのため、より臨場感や立体感が高められ、観察者が豊かな奥行きを感じられる表示装置を実現できる。30

【0144】

本実施の形態で例示する発光モジュールは、それぞれの発光モジュールに設けられた発光素子の第 2 の電極 422 が、半透過・半反射膜を兼ねる構成となっている。具体的には、発光素子 420B と発光素子 420G と発光素子 420R とに共通して設けられた第 2 の電極 422 が、発光モジュール 450B と発光モジュール 450G と発光モジュール 450R の半透過・半反射膜を兼ねる。

【0145】

また、それぞれの発光モジュールに電気的に独立して設けられた発光素子の第 1 の電極が反射膜を兼ねる構成となっている。具体的には、発光素子 420B に設けられた第 1 の電極 421B が発光モジュール 450B の反射膜を、発光素子 420G に設けられた第 1 の電極 421G が発光モジュール 450G の反射膜を、発光素子 420R に設けられた第 1 の電極 421R が発光モジュール 450R の反射膜を兼ねる。40

【0146】

発光モジュールの反射膜を兼ねる第 1 の電極は、反射膜上に光学調整層が積層された構成を有する。光学調整層は可視光に対する透光性を有する導電膜で形成され、反射膜は可視光に対する反射率が高く、導電性を有する金属膜が好ましい。

【0147】

光学調整層の厚さは、発光モジュールから取り出す光の波長の長さに応じて調整する。

【0148】

例えば、第 1 の発光モジュール 450B を、青色を呈する光を透過するカラーフィルタ

10

20

30

40

50

441Bと、光学距離が400nm以上500nm未満のk/2倍（kは自然数）に調整された反射膜を兼ねる第1の電極421Bと半透過・半反射膜を兼ねる第2の電極422を備える構成とする。

【0149】

また、第2の発光モジュール450Gを、緑色を呈する光を透過するカラーフィルタ441Gと、光学距離が500nm以上600nm未満のj/2倍（jは自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える構成とする。

【0150】

また、第3の発光モジュール450Rを、赤色を呈する光を透過するカラーフィルタ441Rと、光学距離が600nm以上800nm未満のi/2倍（iは自然数）に調整された反射膜と半透過・半反射膜を備える構成とする。10

【0151】

このような構成の発光モジュールは、反射膜と半透過・半反射膜の間で発光素子が発する光が干渉し合い、400nm以上800nm未満の波長を有する光のうち特定の光が強め合い、さらにカラーフィルタが不要な光を吸収する。これにより、スペクトルの幅が小さい（具体的には半値幅が60nm以下）光を用いて彩度の高い画像を表示することができ、奥行き感が高まる。その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供できる。

【0152】

特に、第3の発光モジュール450Rをスペクトルの半値幅が50nmより小さい赤色を呈する光を発する構成とし、且つ第2の発光モジュール450Gを半値幅が第3の発光モジュール450Rの発する光のスペクトルの半値幅より小さい緑色を呈する光を発する構成とし、且つ第1の発光モジュール450Bをスペクトルの半値幅が第2の発光モジュール450Gの発する光のスペクトルの半値幅より小さい青色を呈する光を発する構成とする。20

【0153】

このような構成の発光モジュールは、赤色よりも視感度の高い緑色を呈する光の半値幅が狭く、緑色よりも青色を呈する光の半値幅が狭い。これにより、スペクトルの幅が小さい（具体的には半値幅が50nm以下）光を用いて彩度の高い画像を表示することができ、奥行き感が高まる。30

【0154】

なお、第1の発光モジュール450B、第2の発光モジュール450Gおよび第3の発光モジュール450Rは、いずれも発光性の有機化合物を含む層423a、発光性の有機化合物を含む層423b並びに中間層424を含む。また、発光素子の一対の前記電極の一方が反射膜を兼ね、他方が半透過・半反射膜を兼ねている。

【0155】

このような構成の発光モジュールは、発光性の有機化合物を含む層を同一の工程で形成できる。または、反射膜および半透過・半反射膜を一対の電極が兼ねる。これにより、作製工程を簡略化できる。その結果、作製が容易であって、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供できる。40

【0156】

<隔壁の構成>

隔壁418は第1の電極421B、第1の電極421Gおよび第1の電極421Rの端部を覆って形成されている。

【0157】

隔壁418の下端部には、曲率を有する曲面が形成されるようにする。隔壁418の材料としては、ポジ型やネガ型の感光性樹脂を用いることができる。

【0158】

なお、隔壁に可視光を吸収する材料を適用すると、隣接する発光素子一方から他方へ光が漏れる現象（クロストーク現象ともいう）を抑制する効果を奏する。50

【0159】

また、半透過・半反射膜を第1の基板410側に設けて、発光モジュールが発する光を第1の基板410側に取り出して、画像を表示する構成においては、隔壁に可視光を吸収する材料を適用すると、当該隔壁が、第1の基板410に設けた反射性の膜が反射する外光を吸収し、その反射を抑制できる。

【0160】

<封止構造>

本実施の形態で例示する表示パネル400は、第1の基板410、第2の基板440、およびシール材405で囲まれた空間に、発光素子を封止する構造を備える。

【0161】

空間は、不活性気体（窒素やアルゴン等）で充填される場合の他、樹脂で充填される場合もある。また、不純物（代表的には水および／または酸素）の吸着材（例えば、乾燥剤など）を設けてもよい。

【0162】

シール材405および第2の基板440は、大気中の不純物（代表的には水および／または酸素）をできるだけ透過しない材料であることが望ましい。シール材405にはエポキシ系樹脂や、ガラスフリット等を用いることができる。

【0163】

第2の基板440に用いることができる材料としては、ガラス基板や石英基板の他、PVF（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板や、FRP（Fiberglass-Reinforced Plastics）等をその例に挙げることができる。

【0164】

<変形例>

本実施の形態の変形例を図8に示す。図8(A)は図7(A)の切断線A-BおよびC-Dにおける断面を含む構造の側面図であり、図8(B)は図7(A)の切断線E-Fにおける断面を含む画素の構造の側面図である。

【0165】

図8に示す表示パネルは、図7に示す表示パネルの変形例であり、図7に示す表示パネルとは画素の構成が異なる。具体的には、カラーフィルタが設けられていない点と、発光色が異なる副画素が、それぞれ異なる発光性の有機化合物を含む層を備える点が、異なる。表示部401に設けられた画素402の構成の変形例について、図8(B)を参照して説明する。

【0166】

本実施の形態の変形例で例示する画素402は、青色を呈する光Bを射出する副画素402B、緑色を呈する光Gを射出する副画素402G、赤色を呈する光Rを射出する副画素402Rを有する。それぞれの副画素は、駆動用トランジスタと発光モジュールとを備える。発光モジュールは、それぞれ反射膜と半透過・半反射膜と、反射膜と半透過・半反射膜の間に発光素子とを備える。

【0167】

副画素402Bは、反射膜を兼ねる第1の電極421B、半透過・半反射膜を兼ねる第2の電極422、青色を呈する光を含む光を発光する発光性の有機化合物を含む層423Bと、を備え、スペクトルの半値幅が60nm以下の青色の光を発するように、微小共振器の光学距離が調整されている。

【0168】

副画素402Gは、反射膜を兼ねる第1の電極421G、半透過・半反射膜を兼ねる第2の電極422、緑色を呈する光を含む光を発光する発光性の有機化合物を含む層423Gと、を備え、スペクトルの半値幅が60nm以下の緑色の光を発するように、微小共振器の光学距離が調整されている。

【0169】

10

20

30

40

50

副画素 4 0 2 R は、反射膜を兼ねる第 1 の電極 4 2 1 R、半透過・半反射膜を兼ねる第 2 の電極 4 2 2、赤色を呈する光を含む光を発光する発光性の有機化合物を含む層 4 2 3 R と、を備え、スペクトルの半値幅が 6 0 nm 以下の赤色の光を発するように、微小共振器の光学距離が調整されている。

【 0 1 7 0 】

そして、発光モジュール 4 5 0 B、発光モジュール 4 5 0 G または発光モジュール 4 5 0 R のうち、いずれか一つの発光モジュールの発光として、発光強度の過渡特性が、入力された信号に応答して立ち上がる部分に、他の部分に比べて突出する部分を有する発光を得ることができる。

【 0 1 7 1 】

なお、それぞれの発光性の有機化合物を含む層に用いることができる材料は実施の形態 3 で詳細に説明する。

【 0 1 7 2 】

このような画素を、80 ppi 以上好ましくは 300 ppi 以上の精細度で表示部 4 0 1 に設けて、NTSC 比が 80 % 以上好ましくは 95 % 以上あって、且つコントラスト比が 500 以上好ましくは 2000 以上の表示装置とする。その結果、観察に伴う観察者の疲労が低減され、観察者が豊かな奥行きを感じられる画像を表示できる表示装置を提供できる。さらに、反射膜と半透過・半反射膜の間で発光素子が発する光が干渉し合い、400 nm 以上 800 nm 未満の波長を有する光のうち特定の光が強め合う。これにより、スペクトルの幅が小さい（具体的には半値幅が 60 nm 以下）光を用いて彩度の高い画像を表示することができ、奥行き感が高まる。

【 0 1 7 3 】

本実施の形態は、本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせて実施することができる。

【 0 1 7 4 】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置に用いることができる表示パネルの構成について説明する。

【 0 1 7 5 】

図 9 (A) は図 7 (A) の切断線 A - B および C - D における断面を含む構造の側面図であり、図 9 (B) は図 7 (A) の切断線 A - B および C - D における断面を含む構造の側面図である。

【 0 1 7 6 】

図 9 (A) または図 9 (B) に例示する表示パネルは、その上面の構造が実施の形態 2 で例示した表示パネルのものと同じであるが、側面の構造が実施の形態 2 で例示した表示パネルのものとは異なる。なお、実施の形態 2 で説明した構成と同じ構成を有する部分には同じ符号を適用して、実施の形態 2 の説明を援用する。

【 0 1 7 7 】

< 表示パネルの構成例 1 . >

図 9 (A) に例示する表示パネルは、副画素 4 0 2 G を含む表示部と、信号線駆動回路 4 0 3 s とが、第 1 の基板 4 1 0 上に設けられている。副画素 4 0 2 G にはトランジスタ 4 7 1 が設けられ、信号線駆動回路 4 0 3 s にはトランジスタ 4 7 2 が設けられており、いずれもボトムゲート型のトランジスタである。

【 0 1 7 8 】

なお、トランジスタのチャネルが形成される領域の半導体に重ねて、第 2 のゲート電極（バックゲートともいう）を設けてもよい。第 2 のゲート電極が設けられたトランジスタの特性（例えば、閾値電圧）は、第 2 のゲート電極に印加する電位により、制御できる。

【 0 1 7 9 】

また、隔壁 4 1 8 上に一対のスペーサ 4 4 5 が設けられ、第 1 の基板 4 1 0 と第 2 の基板 4 4 0 の間隔が制御されている。第 1 の基板 4 1 0 と第 2 の基板 4 4 0 の間でおきる光

学的な干渉現象に由来する模様（ニュートンリングともいう）が観察されて、外観が損なわれる不具合を防止できる。また、隣接する副画素からの光漏れを防ぐように設けて、光学的なクロストーク現象を抑制することができる。

【0180】

本実施の形態で例示して説明するトランジスタのチャネルが形成される領域に好適に用いることができる半導体の一例について、以下に説明する。

【0181】

酸化物半導体は、エネルギーギャップが3.0 eV以上と大きく、酸化物半導体を適切な条件で加工し、そのキャリア密度を十分に低減して得られた酸化物半導体膜が適用されたトランジスタにおいては、オフ状態でのソースとドレイン間のリーク電流（オフ電流）を、従来のシリコンを用いたトランジスタと比較して極めて低いものとすることができる。
10

【0182】

適用可能な酸化物半導体としては、少なくともインジウム（In）あるいは亜鉛（Zn）を含むことが好ましい。特にInとZnを含むことが好ましい。また、該酸化物半導体を用いたトランジスタの電気特性のばらつきを減らすためのスタビライザーとして、それらに加えてガリウム（Ga）を有することが好ましい。また、スタビライザーとしてスズ（Sn）を有することが好ましい。また、スタビライザーとしてハフニウム（Hf）、ジルコニウム（Zr）、チタン（Ti）、スカンジウム（Sc）、イットリウム（Y）、ランタノイド（例えば、セリウム（Ce）、ネオジム（Nd）、ガドリニウム（Gd））から選ばれた一種、または複数種が含まれていることが好ましい。
20

【0183】

例えば、酸化物半導体として、酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、In-Zn系酸化物、Sn-Zn系酸化物、Al-Zn系酸化物、Zn-Mg系酸化物、Sn-Mg系酸化物、In-Mg系酸化物、In-Ga系酸化物、In-Ga-Zn系酸化物（IGZOとも表記する）、In-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Zn系酸化物、Sn-Ga-Zn系酸化物、Al-Ga-Zn系酸化物、Sn-Al-Zn系酸化物、In-Hf-Zn系酸化物、In-Zr-Zn系酸化物、In-Ti-Zn系酸化物、In-Sc-Zn系酸化物、In-Y-Zn系酸化物、In-La-Zn系酸化物、In-Ce-Zn系酸化物、In-Pr-Zn系酸化物、In-Nd-Zn系酸化物、In-Sm-Zn系酸化物、In-Eu-Zn系酸化物、In-Gd-Zn系酸化物、In-Tb-Zn系酸化物、In-Dy-Zn系酸化物、In-Ho-Zn系酸化物、In-Er-Zn系酸化物、In-Tm-Zn系酸化物、In-Yb-Zn系酸化物、In-Lu-Zn系酸化物、In-Sn-Ga-Zn系酸化物、In-Hf-Ga-Zn系酸化物、In-Al-Ga-Zn系酸化物、In-Sn-Al-Zn系酸化物、In-Sn-Hf-Zn系酸化物、In-Hf-Al-Zn系酸化物を用いることができる。
30

【0184】

ここで、In-Ga-Zn系酸化物とは、InとGaとZnを主成分として有する酸化物という意味であり、InとGaとZnの比率は問わない。また、InとGaとZn以外の金属元素が入っていてもよい。

【0185】

また、酸化物半導体として、 $InMO_3 (ZnO)_m$ ($m > 0$ 、且つ、 m は整数でない) で表記される材料を用いてもよい。なお、Mは、Ga、Fe、Mn及びCoから選ばれた一の金属元素または複数の金属元素、若しくは上記のスタビライザーとしての元素を示す。また、酸化物半導体として、 $In_2SnO_5 (ZnO)_n$ ($n > 0$ 、且つ、 n は整数) で表記される材料を用いてもよい。
40

【0186】

例えば、 $In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1$ 、 $In : Ga : Zn = 3 : 1 : 2$ 、あるいは $In : Ga : Zn = 2 : 1 : 3$ の原子数比のIn-Ga-Zn系酸化物やその組成の近傍の酸化物を用いるとよい。

10

20

30

40

50

【0187】

トランジスタの半導体層に用いることのできる酸化物半導体膜は単結晶でも、非単結晶を有していてもよい。非単結晶は、例えば、C AAC (C Axis Aligned Crystal)、多結晶、微結晶、非晶質部を有する。非晶質部は、微結晶、C AACよりも欠陥準位密度が高い。また、微結晶は、C AACよりも欠陥準位密度が高い。なお、C AACを有する酸化物半導体を、C AAC - OS (C Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor)と呼ぶ。

【0188】

好ましくは、酸化物半導体膜は、C AAC - OS 膜とする。

【0189】

酸化物半導体膜は、例えば微結晶を有してもよい。なお、微結晶を有する酸化物半導体を、微結晶酸化物半導体と呼ぶ。微結晶酸化物半導体膜は、例えば、1 nm以上10 nm未満のサイズの微結晶（ナノ結晶ともいう。）を膜中に含む。

10

【0190】

酸化物半導体膜は、例えば非晶質部を有してもよい。なお、非晶質部を有する酸化物半導体を、非晶質酸化物半導体と呼ぶ。非晶質酸化物半導体膜は、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、非晶質酸化物半導体膜は、例えば、完全な非晶質であり、結晶部を有さない。

【0191】

なお、酸化物半導体膜が、C AAC - OS 、微結晶酸化物半導体、非晶質酸化物半導体の混合膜であってもよい。混合膜は、例えば、非晶質酸化物半導体の領域と、微結晶酸化物半導体の領域と、C AAC - OS の領域と、を有する。また、混合膜は、例えば、非晶質酸化物半導体の領域と、微結晶酸化物半導体の領域と、C AAC - OS の領域と、の積層構造を有してもよい。

20

【0192】

なお、酸化物半導体膜は、例えば、単結晶を有してもよい。

【0193】

酸化物半導体膜は、複数の結晶部を有し、当該結晶部のc軸が被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向に揃っていることが好ましい。なお、異なる結晶部間で、それぞれa軸およびb軸の向きが異なっていてもよい。そのような酸化物半導体膜の一例としては、C AAC - OS 膜がある。

30

【0194】

以下、C AAC - OS 膜について説明する。

【0195】

C AAC - OS 膜の結晶部は、一边が100 nm未満の立方体内に収まる大きさであることが多い。また、透過型電子顕微鏡（TEM：Transmission Electron Microscope）による観察像では、C AAC - OS 膜に含まれる結晶部と結晶部の境界は明確ではない。また、TEMによってC AAC - OS 膜には明確な粒界（グレインバウンダリーともいう。）は確認できない。そのため、C AAC - OS 膜は、粒界に起因する電子移動度の低下が抑制される。

40

【0196】

C AAC - OS 膜に含まれる結晶部は、例えば、c軸がC AAC - OS 膜の被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向になるように揃い、かつa b面に垂直な方向から見て金属原子が三角形状または六角形状に配列し、c軸に垂直な方向から見て金属原子が層状または金属原子と酸素原子とが層状に配列している。なお、異なる結晶部間で、それぞれa軸およびb軸の向きが異なっていてもよい。本明細書において、単に垂直と記載する場合、80°以上100°以下、好ましくは85°以上95°以下の範囲も含まれることとする。また、単に平行と記載する場合、-10°以上10°以下、好ましくは-5°以上5°以下の範囲も含まれることとする。

【0197】

50

なお、C AAC - OS 膜において、結晶部の分布が一様でなくてもよい。例えば、CAC - OS 膜の形成過程において、酸化物半導体膜の表面側から結晶成長させる場合、被形成面の近傍に対し表面の近傍では結晶部の占める割合が高くなることがある。また、CAC - OS 膜へ不純物を添加することにより、当該不純物添加領域において結晶部の結晶性が低下することもある。

【0198】

C AAC - OS 膜に含まれる結晶部の c 軸は、CAC - OS 膜の被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向になるように揃うため、CAC - OS 膜の形状（被形成面の断面形状または表面の断面形状）によっては互いに異なる方向を向くことがある。また、結晶部は、成膜したとき、または成膜後に加熱処理などの結晶化処理を行ったときに形成される。したがって結晶部の c 軸は、CAC - OS 膜が形成されたときの被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向に揃う。

10

【0199】

酸化物半導体膜として、CAC - OS 膜を適用する場合、該 C AAC - OS 膜を形成する方法としては、三つ挙げられる。

【0200】

一つめは、成膜温度を 100 以上 600 以下として酸化物半導体膜の成膜を行うことで、酸化物半導体膜に含まれる結晶部の c 軸が、被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向に揃った結晶部を形成する方法である。

20

【0201】

二つめは、酸化物半導体膜を薄い膜厚で成膜した後、200 以上 700 以下の熱処理を行うことで、酸化物半導体膜に含まれる結晶部の c 軸が、被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向に揃った結晶部を形成する方法である。

【0202】

三つめは、一層目の酸化物半導体膜を薄く成膜した後、200 以上 700 以下の熱処理を行い、さらに二層目の酸化物半導体膜の成膜を行うことで、酸化物半導体膜に含まれる結晶部の c 軸が、被形成面の法線ベクトルまたは表面の法線ベクトルに平行な方向に揃った結晶部を形成する方法である。

【0203】

例えば、スパッタリング法を用いて C AAC - OS 膜を成膜する場合、成膜時の基板温度を高くすることが好ましい。例えば、基板加熱温度を 100 以上 600 以下、好ましくは 200 以上 500 以下、さらに好ましくは 150 以上 450 以下として酸化物膜を成膜することにより C AAC - OS 膜を成膜することができる。

30

【0204】

また、スパッタリング法に用いる電源として、直流 (DC) 電源を用いることが好ましい。なお、高周波 (RF) 電源、交流 (AC) 電源を用いることもできる。ただし、RF 電源は、大面積の基板へ成膜可能なスパッタリング装置への適用が困難である。また、以下に示す観点から AC 電源よりも DC 電源が好ましいと考えられる。

【0205】

スパッタリング用ターゲットとして In - Ga - Zn - O 化合物ターゲットを用いる場合、例えば In_xO_x 粉末、 GaO_y 粉末、及び ZnO_z 粉末を 2 : 2 : 1、8 : 4 : 3、3 : 1 : 1、1 : 1 : 1、4 : 2 : 3、3 : 1 : 2、3 : 1 : 4、1 : 6 : 4、1 : 6 : 9 等の molar 数比で混合して形成した In - Ga - Zn - O 化合物ターゲットを用いることが好ましい。 x 、 y 、及び z は任意の正の数である。なお、スパッタリング用ターゲットは、多結晶であってもよい。

40

【0206】

また、マグнетロンを用い、磁場によりスパッタリング用ターゲットの近傍のプラズマ空間を高密度化してもよい。マグネットロンスパッタリング装置では、例えば、スパッタリング用ターゲットの前方に磁場を形成するため、スパッタリング用ターゲットの後方に磁石組立体が配置される。当該磁場は、スパッタリング用ターゲットのスパッタリング時に

50

おいて、電離した電子やスパッタリングにより生じた二次電子を捉える。このようにして捕捉された電子は成膜室内の希ガス等の不活性ガスとの衝突確率を高め、その結果プラズマ密度が高まる。これにより、例えば被素子形成層の温度を著しく上昇させることなく、成膜の速度を上げることができる。

【0207】

スパッタリング法を用いて CAAc - OS 膜を形成する場合、例えば、スパッタリング装置の成膜室内に存在する不純物（水素、水、二酸化炭素、及び窒素など）を低減することが好ましい。また、成膜ガス中の不純物を低減することが好ましい。例えば、酸素ガスやアルゴンガスの成膜ガスとして、露点が -40 以下、好ましくは -80 以下、より好ましくは -100 以下にまで高純度化したガスを用いることにより、CAAc - OS 膜に対する不純物の混入を抑制することができる。10

【0208】

スパッタリング法を用いて CAAc - OS 膜を形成する場合、成膜ガス中の酸素割合を高くし、電力を最適化して成膜時のプラズマダメージを抑制せざることが好ましい。例えば、成膜ガス中の酸素割合を、30 体積 % 以上、好ましくは 100 体積 % にすることが好ましい。

【0209】

スパッタリング法を用いて CAAc - OS 膜を成膜する場合、成膜時の基板加熱に加え、加熱処理を行ってもよい。加熱処理により、例えば酸化物膜中の不純物濃度を低減させることができる。20

【0210】

上記加熱処理は、例えば 350 以上基板の歪み点未満の温度、さらには、350 以上 450 以下で行ってもよい。なお、加熱処理を複数回行ってもよい。

【0211】

上記加熱処理に用いられる加熱処理装置としては、GRTA (Gas Rapid Thermal Annealing) 装置又は LRTA (Lamp Rapid Thermal Annealing) 装置などの RTA (Rapid Thermal Annealing) 装置を用いてもよい。なお、これに限定されず、電気炉など、別の加熱処理装置を用いてもよい。30

【0212】

上記工程に示すように、成膜中に、水素や水などを膜中に含ませないようにすることにより、酸化物半導体膜に含まれる不純物濃度を低減する。また、酸化物半導体膜の成膜後に、加熱処理を行うことにより、酸化物半導体膜に含まれる水素や水などを除去することによって、不純物濃度を低減してもよい。この後に、酸化物半導体膜に酸素を供給し、酸素欠損を補填することにより、酸化物半導体膜を高純度化することができる。また、酸化物半導体膜に酸素を添加してもよい。

【0213】

CAAc - OS 膜を用いたトランジスタは、可視光や紫外光の照射による電気特性の変動が小さい。よって、当該トランジスタは、信頼性が高い。

【0214】

以上が CAAc - OS 膜の説明である。

【0215】

酸化物半導体膜の形成後において、脱水化処理（脱水素化処理）を行い酸化物半導体膜から、水素、または水分を除去して不純物が極力含まれないように高純度化し、脱水化処理（脱水素化処理）によって増加した酸素欠損を補填するため酸素を酸化物半導体膜に加える処理を行うことが好ましい。または酸素を供給し酸化物半導体膜の酸素欠損を補填することが好ましい。また、本明細書等において、酸化物半導体膜に酸素を供給する場合を、加酸素化処理と記す場合がある、または酸化物半導体膜に含まれる酸素を化学量論的組成よりも多くする場合を過酸素化処理と記す場合がある。40

【0216】

10

20

30

40

50

このように、酸化物半導体膜は、脱水化処理（脱水素化処理）により、水素または水分が除去され、加酸素化処理により酸素欠損を補填することによって、i型（真性）化またはi型に限りなく近い酸化物半導体膜とすることができる。このような高純度化された酸化物半導体膜中には、ドナーに由来するキャリアアが極めて少なく（ゼロに近く）、キャリア濃度は $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ 未満、さらには $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 未満、さらには $1 \times 10^{14} / \text{cm}^3$ 未満、さらには $1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ 未満、さらには $1 \times 10^{12} / \text{cm}^3$ 未満、さらには $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ 未満、さらには $1.45 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ 未満となる。

【0217】

またこのように、水素濃度が十分に低減されて高純度化され、十分な酸素の供給により酸素欠損に起因するエネルギーギャップ中の欠陥準位が低減された酸化物半導体膜を備えるトランジスタは、極めて優れたオフ電流特性を実現できる。例えば、室温（25）でのオフ電流（ここでは、単位チャネル幅（ $1 \mu\text{m}$ ）あたりの値）は、 100 yA （ 1 yA （ヨクトアンペア）は $1 \times 10^{-24} \text{ A}$ ）以下、望ましくは、 10 yA 以下となる。また、85では、 100 zA （ 1 zA （ゼプトアンペア）は $1 \times 10^{-21} \text{ A}$ ）以下、望ましくは 10 zA 以下となる。このように、i型（真性）化または実質的にi型化された酸化物半導体膜を用いることで、極めて優れたオフ電流特性のトランジスタを得ることができる。

【0218】

<表示パネルの構成例2.>

図9(B)に例示する表示パネルには、ボトムゲート型のトランジスタが適用されている。また、表示部の画素に設けられた発光モジュールは、第1の基板410側に光を発する構成となっている。

【0219】

具体的には、発光モジュール450Gが備える発光素子420Gの第1の電極421Gが半透過・半反射膜を兼ね、第2の電極422が反射膜を兼ねる構成となっている。その結果、発光素子420Gが発する光は、第1の電極421Gと第1の基板410の間に設けられたカラーフィルタ428Gを介して、第1の基板410から取り出される。言い換えると、発光モジュール450Gの発光素子420Gは、下面射出（ボトムエミッションともいう）型の発光素子ということができる。

【0220】

また、カラーフィルタ428Gは、トランジスタ481が設けられた第1の基板410上に形成される。なお、遮光性の膜429がカラーフィルタ428Gを囲むように形成されている。

【0221】

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ができる。

【0222】

（実施の形態4）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光モジュールに用いることができる発光素子の構成について説明する。図10を参照して説明する。

【0223】

本実施の形態で例示する発光素子は、第1の電極、第2の電極及び第1の電極と第2の電極の間に発光性の有機化合物を含む層（以下EL層という）を備える。第1の電極または第2の電極のいずれか一方は陽極、他方は陰極として機能する。EL層は第1の電極と第2の電極の間に設けられ、該EL層の構成は第1の電極と第2の電極の材質に合わせて適宜選択すればよい。

【0224】

<発光素子の構成例>

発光素子の構成の一例を図10(A)に示す。図10(A)に例示する発光素子は、陽

10

20

30

40

50

極 1101 と陰極 1102 の間に第 1 の発光ユニット 1103a と第 2 の発光ユニット 1103b を含む EL 層が設けられている。さらに、第 1 の発光ユニット 1103a と、第 2 の発光ユニット 1103bとの間には中間層 1104 が設けられている。

【0225】

陽極 1101 と陰極 1102 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 1101 の側から正孔が注入され、陰極 1102 の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。

【0226】

なお、本明細書においては、両端から注入された電子と正孔が再結合する領域を 1 つ有する層または積層体を発光ユニットという。

10

【0227】

陽極 1101 と陰極 1102 の間に設ける発光ユニットの数は 2 つに限定されない。図 10 (C) に例示する発光素子は、発光ユニット 1103 が複数積層された構造、所謂、タンデム型の発光素子の構成を備える。但し、例えば陽極と陰極の間に n (n は 2 以上の自然数) 層の発光ユニット 1103 を設ける場合には、 m (m は自然数、1 以上 ($n - 1$) 以下) 番目の発光ユニットと、($m + 1$) 番目の発光ユニットとの間に、それぞれ中間層 1104 を設ける構成とする。

【0228】

発光ユニット 1103 は、少なくとも発光物質を含む発光層を 1 つ以上備えていればよく、発光層以外の層と積層された構造であってもよい。発光層以外の層としては、例えば正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔輸送性に乏しい(ブロッキングする)物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、並びにバイポーラ性(電子及び正孔の輸送性の高い)の物質等を含む層が挙げられる。

20

【0229】

発光ユニット 1103 の具体的な構成の一例を図 10 (B) に示す。図 10 (B) に示す発光ユニット 1103 は、正孔注入層 1113、正孔輸送層 1114、発光層 1115、電子輸送層 1116、並びに電子注入層 1117 が陽極 1101 側からこの順に積層されている。

30

【0230】

中間層 1104 の具体的な構成の一例図 10 (A) に示す。中間層 1104 は少なくとも電荷発生領域を含んで形成されればよく、電荷発生領域以外の層と積層された構成であってもよい。例えば、第 1 の電荷発生領域 1104c、電子リレー層 1104b、及び電子注入バッファ層 1104a が陰極 1102 側から順次積層された構造を適用することができる。

30

【0231】

中間層 1104 における電子と正孔の挙動について説明する。陽極 1101 と陰極 1102 の間に、発光素子の閾値電圧より高い電圧を印加すると、第 1 の電荷発生領域 1104c において、正孔と電子が発生し、正孔は陰極 1102 側に設けられた発光ユニット 1103b へ移動し、電子は電子リレー層 1104b へ移動する。

40

【0232】

電子リレー層 1104b は電子輸送性が高く、第 1 の電荷発生領域 1104c で生じた電子を電子注入バッファ層 1104a に速やかに受け渡す。電子注入バッファ層 1104a は発光ユニット 1103 に電子を注入する障壁を緩和し、発光ユニット 1103 への電子注入効率を高める。従って、第 1 の電荷発生領域 1104c で発生した電子は、電子リレー層 1104b と電子注入バッファ層 1104a を経て、発光ユニット 1103 の LUMO 準位に注入される。

【0233】

また、電子リレー層 1104b は、第 1 の電荷発生領域 1104c を構成する物質と電子注入バッファ層 1104a を構成する物質が界面で反応し、互いの機能が損なわれてし

50

まう等の相互作用を防ぐことができる。

【0234】

陰極側に設けられた発光ユニット1103bに注入された正孔は、陰極1102から注入された電子と再結合し、当該発光ユニットに含まれる発光物質が発光する。また、陽極側に設けられた発光ユニットに注入された電子は、陽極側から注入された正孔と再結合し、当該発光ユニットに含まれる発光物質が発光する。よって、中間層1104において発生した正孔と電子は、それぞれ異なる発光ユニットにおいて発光に至る。

【0235】

なお、発光ユニット同士を接して設けることで、両者の間に中間層と同じ構成が形成される場合は、発光ユニット同士を接して設けることができる。具体的には、発光ユニットの一方の面に電荷発生領域が形成されていると、当該電荷発生領域は中間層の第1の電荷発生領域として機能するため、発光ユニット同士を接して設けることができる。

10

【0236】

なお、陰極とn番目の発光ユニットの間に中間層を設けることもできる。

【0237】

<発光素子に用いることができる材料>

次に、上述した構成を備える発光素子に用いることができる具体的な材料について、陽極、陰極、E L層、電荷発生領域、電子リレー層並びに電子注入バッファ層の順に説明する。

20

【0238】

<陽極に用いることができる材料>

陽極1101は、仕事関数の大きい（具体的には4.0eV以上が好ましい）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体的には、例えば、インジウム錫酸化物（ITO：Indium Tin Oxide）、珪素若しくは酸化珪素を含有したインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物（Indium Zinc Oxide）、酸化タンゲステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム等が挙げられる。

【0239】

この他、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タンゲステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、チタン（Ti）、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン等）、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タンゲステン酸化物、マンガン酸化物、チタン酸化物等が挙げられる。

30

【0240】

但し、陽極1101と接して第2の電荷発生領域を設ける場合には、仕事関数を考慮せずに様々な導電性材料を陽極1101に用いることができる。具体的には、仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料を用いることもできる。第2の電荷発生領域を構成する材料については、第1の電荷発生領域と共に後述する。

【0241】

<陰極に用いることができる材料>

陰極1102は、仕事関数の小さい（具体的には4.0eV未満）材料が好ましいが、陰極1102に接して第1の電荷発生領域を、発光ユニット1103との間に設ける場合、陰極1102は仕事関数の大小に関わらず様々な導電性材料を用いることができる。

40

【0242】

なお、陰極1102および陽極1101のうち少なくとも一方を、可視光を透過する導電膜を用いて形成する。可視光を透過する導電膜としては、例えば酸化タンゲステンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などを挙げることができる。また、光を透過する程度（好ましくは、5nm以上30nm以下程度）の金属薄膜を用い

50

ることもできる。

【0243】

<EL層に用いることができる材料>

上述した発光ユニット1103を構成する各層に用いることができる材料について、以下に具体例を示す。

【0244】

<正孔注入層>

正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン（略称：H₂Pc）や銅フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の化合物、或いはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン) / ポリ(スチレンスルホン酸) (PEDOT/PSS) 等の高分子等によっても正孔注入層を形成することができる。10

【0245】

なお、正孔注入層の代わりに第2の電荷発生領域を用いてもよい。第2の電荷発生領域を用いると、仕事関数を考慮せずに様々な導電性材料を陽極1101に用いることは前述の通りである。第2の電荷発生領域を構成する材料については第1の電荷発生領域と共に後述する。

【0246】

<正孔輸送層>

正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送層は、単層に限られず正孔輸送性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。電子よりも正孔の輸送性の高い物質であればよく、特に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質が、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。20

【0247】

<発光層>

発光層は、発光物質を含む層である。発光層は、単層に限られず発光物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。発光物質は蛍光性化合物や、燐光性化合物を用いることができる。発光物質に燐光性化合物を用いると、発光素子の発光効率を高められるため好ましい。30

【0248】

発光物質は、ホスト材料に分散させて用いるのが好ましい。ホスト材料としては、その励起エネルギーが、発光物質の励起エネルギーよりも大きなものが好ましい。

【0249】

<電子輸送層>

電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層は、単層に限られず電子輸送性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。正孔よりも電子の輸送性の高い物質であればよく、特に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

【0250】

<電子注入層>

電子注入層は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層は、単層に限られず電子注入性の高い物質を含む層を二層以上積層したものでもよい。電子注入層を設ける構成とすることで陰極1102からの電子の注入効率が高まり、発光素子の駆動電圧を低減できるため好ましい。

【0251】

電子注入性の高い物質としては、例えばリチウム(Li)、セシウム(Cs)、カルシウム(Ca)、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF₂)等のアルカリ金属、アルカリ土類金属またはこれらの化合物が挙げられる。また電子輸送性を有する物質中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属、マグネシウム(40

10

20

30

40

50

Mg)又はそれらの化合物を含有させたもの、例えばAlq中にマグネシウム(Mg)を含有させたもの等を用いることもできる。

【0252】

<電荷発生領域に用いることができる材料>

第1の電荷発生領域1104c、及び第2の電荷発生領域は、正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含む領域である。なお、電荷発生領域は、同一膜中に正孔輸送性の高い物質とアクセプター性物質を含有する場合だけでなく、正孔輸送性の高い物質を含む層とアクセプター性物質を含む層とが積層されていてもよい。但し、陰極に接して設けられる第1の電荷発生領域が積層構造の場合には、正孔輸送性の高い物質を含む層が陰極1102と接する構造となる。陽極に接して設けられる第2の電荷発生領域が積層構造の場合には、アクセプター性物質を含む層が陽極1101と接する構造となる。

10

【0253】

なお、電荷発生領域において、正孔輸送性の高い物質に対して質量比で、0.1以上4.0以下の比率でアクセプター性物質を添加することが好ましい。

【0254】

電荷発生領域に用いるアクセプター性物質としては、遷移金属酸化物、特に元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物が好ましい。具体的には、酸化モリブデンが特に好ましい。なお、酸化モリブデンは、吸湿性が低いという特徴を有している。

20

【0255】

また、電荷発生領域に用いる正孔輸送性の高い物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物(オリゴマー、デンドリマー、ポリマーを含む)など、種々の有機化合物を用いることができる。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。

【0256】

<電子リレー層に用いることができる材料>

電子リレー層1104bは、第1の電荷発生領域1104cにおいてアクセプター性物質がひき抜いた電子を速やかに受け取ることができる層である。従って、電子リレー層1104bは、電子輸送性の高い物質を含む層であり、またそのLUMO準位は、第1の電荷発生領域1104cにおけるアクセプター性物質のアクセプター準位と、発光ユニット1103のLUMO準位との間に位置する。具体的には、およそ-5.0eV以上-3.0eV以下とするのが好ましい。

30

【0257】

電子リレー層1104bに用いる物質としては、例えば、ペリレン誘導体や、含窒素縮合芳香族化合物が挙げられる。なお、含窒素縮合芳香族化合物は、安定な化合物であるため電子リレー層1104bに用いる物質として好ましい。さらに、含窒素縮合芳香族化合物のうち、シアノ基やフッ素などの電子吸引基を有する化合物を用いることにより、電子リレー層1104bにおける電子の受け取りがさらに容易になるため、好ましい。

【0258】

<電子注入バッファ層に用いることができる材料>

電子注入バッファ層1104aは、第1の電荷発生領域1104cから発光ユニット1103への電子の注入を容易にする層である。電子注入バッファ層1104aを第1の電荷発生領域1104cと発光ユニット1103の間に設けることにより、両者の注入障壁を緩和することができる。

40

【0259】

電子注入バッファ層1104aには、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物(アルカリ金属化合物(酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む)、アルカリ土類金属化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む)、または希土類金属の化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む))等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

50

【0260】

また、電子注入バッファ層 1104a が、電子輸送性の高い物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、電子輸送性の高い物質に対して質量比で、0.001以上0.1以下の比率でドナー性物質を添加することが好ましい。なお、ドナー性物質としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物（アルカリ金属化合物（酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムや炭酸セシウム等の炭酸塩を含む）、アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））の他、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を用いることができる。なお、電子輸送性の高い物質としては、先に説明した発光ユニット 1103 の一部に形成することができる電子輸送層の材料と同様の材料を用いて形成することができる。

10

【0261】

<発光素子の作製方法>

発光素子の作製方法の一態様について説明する。第1の電極上にこれらの層を適宜組み合わせてEL層を形成する。EL層は、それに用いる材料に応じて種々の方法（例えば、乾式法や湿式法等）を用いることができ。例えば、真空蒸着法、インクジェット法またはスピンドル法などを選んで用いればよい。また、各層で異なる方法を用いて形成してもよい。EL層上に第2の電極を形成し、発光素子を作製する。

20

【0262】

以上のような材料を組み合わせることにより、本実施の形態に示す発光素子を作製することができる。この発光素子からは、上述した発光物質からの発光が得られ、その発光色は発光物質の種類を変えることにより選択できる。

【0263】

また、発光色の異なる複数の発光物質を用いることにより、発光スペクトルの幅を拡げて、例えば白色発光を得ることもできる。白色発光を得る場合には、例えば、発光物質を含む層を少なくとも2つ備える構成とし、それぞれの層を互いに補色の関係にある色を呈する光を発するように構成すればよい。具体的な補色の関係としては、例えば青色と黄色、あるいは青緑色と赤色等が挙げられる。

30

【0264】

さらに、演色性の良い白色発光を得る場合には、発光スペクトルが可視光全域に拡がるもののが好ましく、例えば、一つの発光素子が青色を呈する光を発する層、緑色を呈する光を発する層、赤色を呈する光を発する層を備える構成とすればよい。

【0265】

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。

【0266】

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について説明する。具体的には、実施の形態1乃至実施の形態4で例示して説明した表示装置を搭載した電子機器について図11を用いて説明する。

40

【0267】

本発明の一態様の表示装置を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を図11に示す。

【0268】

図11(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。表示部7103により、映像を表

50

示することが可能である。また、ここでは、スタンド 7105 により筐体 7101 を支持した構成を示している。

【0269】

テレビジョン装置 7100 の操作は、筐体 7101 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機 7110 により行うことができる。リモコン操作機 7110 が備える操作キー 7109 により、チャンネルや音量の操作を行なうことができ、表示部 7103 に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機 7110 に、当該リモコン操作機 7110 から出力する情報を表示する表示部 7107 を設ける構成としてもよい。

【0270】

なお、テレビジョン装置 7100 は、受信機やモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般的のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【0271】

図 11 (B) はコンピュータであり、本体 7201、筐体 7202、表示部 7203、キーボード 7204、外部接続ポート 7205、ポインティングデバイス 7206 等を含む。なお、コンピュータは、本発明の一態様の表示装置がその表示部 7203 に適用されている。

【0272】

図 11 (C) は携帯型遊戯機であり、筐体 7301 と筐体 7302 の 2 つの筐体で構成されており、連結部 7303 により、開閉可能に連結されている。筐体 7301 には表示部 7304 が組み込まれ、筐体 7302 には表示部 7305 が組み込まれている。また、図 11 (C) に示す携帯型遊戯機は、その他、スピーカ部 7306、記録媒体挿入部 7307、LED ランプ 7308、入力手段（操作キー 7309、接続端子 7310、センサ 7311（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、においまたは赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン 7312）等を備えている。もちろん、携帯型遊戯機の構成は上述のものに限定されず、少なくとも表示部 7304 および表示部 7305 の両方、または一方に本発明の一態様の表示装置を用いていればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。図 11 (C) に示す携帯型遊戯機は、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して表示部に表示する機能や、他の携帯型遊戯機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、図 11 (C) に示す携帯型遊戯機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0273】

図 11 (D) は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機 7400 は、筐体 7401 に組み込まれた表示部 7402 の他、操作ボタン 7403、外部接続ポート 7404、スピーカ 7405、マイク 7406 などを備えている。なお、携帯電話機 7400 は、本発明の一態様の表示装置が表示部 7402 に適用されている。

【0274】

図 11 (D) に示す携帯電話機 7400 は、表示部 7402 を指などで触れることで、情報を入力することができる。また、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部 7402 を指などで触れることにより行なうことができる。

【0275】

表示部 7402 の画面は主として 3 つのモードがある。第 1 は、画像の表示を主とする表示モードであり、第 2 は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第 3 は表示モードと入力モードの 2 つのモードが混合した表示 + 入力モードである。

【0276】

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部 7402 を文字の入力

10

20

30

40

50

を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部 7402 の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。

【0277】

また、携帯電話機 7400 内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機 7400 の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7402 の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0278】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7402 を触れること、または筐体 7401 の操作ボタン 7403 の操作により行われる。また、表示部 7402 に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

10

【0279】

また、入力モードにおいて、表示部 7402 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7402 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【0280】

表示部 7402 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7402 に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

20

【0281】

図 11 (E) は、折りたたみ式のコンピュータの一例を示している。折りたたみ式のコンピュータ 7450 は、ヒンジ 7454 で接続された筐体 7451L と筐体 7451R を備えている。また、操作ボタン 7453、左側スピーカ 7455L および右側スピーカ 7455R の他、コンピュータ 7450 の側面には図示されていない外部接続ポート 7456 を備える。なお、筐体 7451L に設けられた表示部 7452L と、筐体 7451R に設けられた表示部 7452R が互いに対峙するようにヒンジ 7454 を折り畳むと、表示部を筐体で保護することができる。

30

【0282】

表示部 7452L と表示部 7452R は、画像を表示する他、指などで触れると情報を入力できる。例えば、インストール済みのプログラムを示すアイコンを指でふれて選択し、プログラムを起動できる。または、表示された画像の二箇所に触れた指の間隔を変えて、画像を拡大または縮小できる。または、表示された画像の一箇所に触れた指を移動して画像を移動できる。また、キーボードの画像を表示して、表示された文字や記号を指で触れて選択し、情報を入力することもできる。

【0283】

また、コンピュータ 7450 に、ジャイロ、加速度センサ、GPS (Global Positioning System) 受信機、指紋センサ、ビデオカメラを搭載することができる。例えば、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、コンピュータ 7450 の向き（縦か横か）を判断して、表示する画面の向きを自動的に切り替えるようにすることができる。

40

【0284】

また、コンピュータ 7450 はネットワークに接続できる。コンピュータ 7450 はインターネット上の情報を表示できる他、ネットワークに接続された他の電子機器を遠隔から操作する端末として用いることができる。なお、折りたたみ式のコンピュータ 7450 は、本発明の一態様の表示装置が表示部 7452L と表示部 7452R に適用されている。

【0285】

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

50

る。

【符号の説明】

【0 2 8 6】

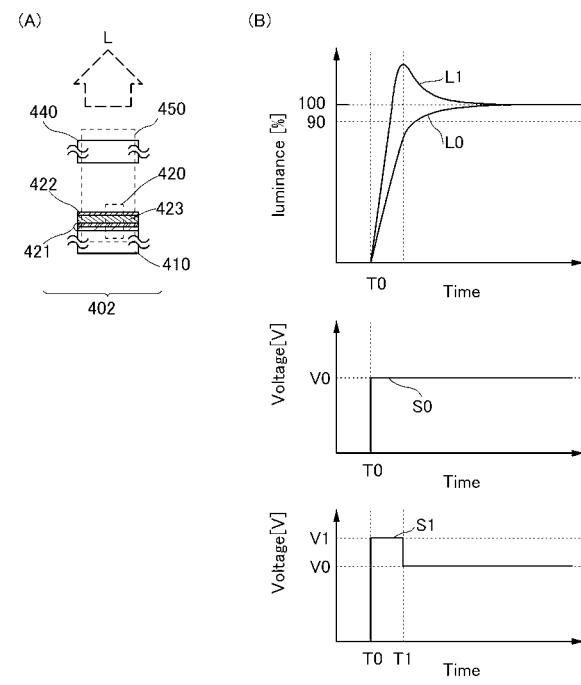
| | | |
|---------|-----------|----|
| 1 0 0 | 表示装置 | |
| 1 0 1 | 表示部 | |
| 1 0 2 | 信号線駆動回路 | |
| 1 0 3 | 走査線駆動回路 | |
| 1 0 5 | 補正制御回路 | |
| 1 0 7 | 演算装置 | |
| 1 0 9 | D A コンバータ | 10 |
| 1 1 0 B | 副画素 | |
| 1 1 0 G | 副画素 | |
| 1 1 0 R | 副画素 | |
| 1 1 1 B | 発光素子 | |
| 1 1 1 G | 発光素子 | |
| 1 1 1 R | 発光素子 | |
| 1 1 2 | トランジスタ | |
| 1 1 3 | トランジスタ | |
| 1 1 4 | 容量素子 | |
| 1 1 5 | ゲート線 | 20 |
| 1 1 6 | カソード線 | |
| 1 1 7 | 容量線 | |
| 1 1 8 | アノード線 | |
| 1 2 1 | ラッチ回路 | |
| 1 2 2 B | セレクタ | |
| 1 2 2 G | セレクタ | |
| 1 2 2 R | セレクタ | |
| 2 0 1 | 同期信号 | |
| 2 0 2 | 同期信号 | |
| 2 0 3 | 映像信号 | 30 |
| 2 0 3 R | 映像信号 | |
| 2 0 3 G | 映像信号 | |
| 2 0 3 B | 映像信号 | |
| 2 0 4 | 補正電圧信号 | |
| 2 0 4 R | 補正電圧信号 | |
| 2 0 4 G | 補正電圧信号 | |
| 2 0 4 B | 補正電圧信号 | |
| 2 0 5 | 補正同期信号 | |
| 2 0 5 R | 補正同期信号 | |
| 2 0 5 G | 補正同期信号 | 40 |
| 2 0 5 B | 補正同期信号 | |
| 2 1 1 | 選択信号線 | |
| 2 1 3 R | 配線 | |
| 2 1 3 G | 配線 | |
| 2 1 3 B | 配線 | |
| 2 1 4 R | 配線 | |
| 2 1 4 G | 配線 | |
| 2 1 4 B | 配線 | |
| 2 1 5 R | 配線 | |
| 2 1 5 G | 配線 | 50 |

| | | |
|---------|---------------|----|
| 2 1 5 B | 配線 | |
| 2 1 6 R | 信号線 | |
| 2 1 6 G | 信号線 | |
| 2 1 6 B | 信号線 | |
| 4 0 0 | 表示パネル | |
| 4 0 1 | 表示部 | |
| 4 0 2 | 画素 | |
| 4 0 2 R | 副画素 | 10 |
| 4 0 2 G | 副画素 | |
| 4 0 2 B | 副画素 | |
| 4 0 2 X | 画素 | |
| 4 0 2 Y | 画素 | |
| 4 0 2 Z | 画素 | |
| 4 0 3 g | 走査線駆動回路 | |
| 4 0 3 s | 信号線駆動回路 | |
| 4 0 5 | シール材 | |
| 4 0 8 | 引き回し配線 | |
| 4 1 0 | 基板 | |
| 4 1 1 | トランジスタ | |
| 4 1 2 | トランジスタ | 20 |
| 4 1 3 | n チャネル型トランジスタ | |
| 4 1 4 | p チャネル型トランジスタ | |
| 4 1 6 | 絶縁層 | |
| 4 1 8 | 隔壁 | |
| 4 2 0 | 発光素子 | |
| 4 2 0 R | 発光素子 | |
| 4 2 0 G | 発光素子 | |
| 4 2 0 B | 発光素子 | |
| 4 2 0 X | 発光素子 | |
| 4 2 0 Y | 発光素子 | 30 |
| 4 2 0 Z | 発光素子 | |
| 4 2 1 | 電極 | |
| 4 2 1 R | 電極 | |
| 4 2 1 G | 電極 | |
| 4 2 1 B | 電極 | |
| 4 2 1 X | 電極 | |
| 4 2 1 Y | 電極 | |
| 4 2 1 Z | 電極 | |
| 4 2 2 | 電極 | |
| 4 2 3 | 発光性の有機化合物を含む層 | 40 |
| 4 2 3 a | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 3 b | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 3 R | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 3 G | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 3 B | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 3 X | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 3 Y | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 3 Z | 発光性の有機化合物を含む層 | |
| 4 2 4 | 中間層 | |
| 4 2 8 G | カラーフィルタ | 50 |

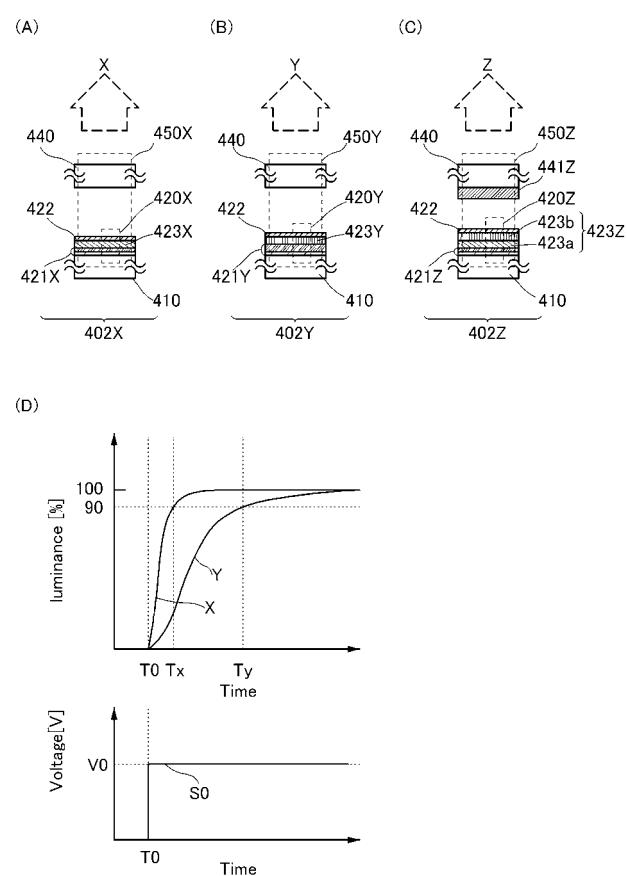
| | | |
|-----------|-------------|----|
| 4 2 9 | 遮光性の膜 | |
| 4 3 1 | 空間 | |
| 4 4 0 | 基板 | |
| 4 4 1 R | カラーフィルタ | |
| 4 4 1 G | カラーフィルタ | |
| 4 4 1 B | カラーフィルタ | |
| 4 4 1 Z | カラーフィルタ | |
| 4 4 2 | 遮光性の膜 | |
| 4 4 5 | スペーサ | |
| 4 5 0 | 発光モジュール | 10 |
| 4 5 0 R | 発光モジュール | |
| 4 5 0 G | 発光モジュール | |
| 4 5 0 B | 発光モジュール | |
| 4 5 0 X | 発光モジュール | |
| 4 5 0 Y | 発光モジュール | |
| 4 5 0 Z | 発光モジュール | |
| 4 7 1 | トランジスタ | |
| 4 7 2 | トランジスタ | |
| 4 8 1 | トランジスタ | |
| 1 1 0 1 | 陽極 | 20 |
| 1 1 0 2 | 陰極 | |
| 1 1 0 3 | 発光ユニット | |
| 1 1 0 3 a | 発光ユニット | |
| 1 1 0 3 b | 発光ユニット | |
| 1 1 0 4 | 中間層 | |
| 1 1 0 4 a | 電子注入バッファ層 | |
| 1 1 0 4 b | 電子リレー層 | |
| 1 1 0 4 c | 電荷発生領域 | |
| 1 1 1 3 | 正孔注入層 | |
| 1 1 1 4 | 正孔輸送層 | 30 |
| 1 1 1 5 | 発光層 | |
| 1 1 1 6 | 電子輸送層 | |
| 1 1 1 7 | 電子注入層 | |
| 7 1 0 0 | テレビジョン装置 | |
| 7 1 0 1 | 筐体 | |
| 7 1 0 3 | 表示部 | |
| 7 1 0 5 | スタンド | |
| 7 1 0 7 | 表示部 | |
| 7 1 0 9 | 操作キー | |
| 7 1 1 0 | リモコン操作機 | 40 |
| 7 2 0 1 | 本体 | |
| 7 2 0 2 | 筐体 | |
| 7 2 0 3 | 表示部 | |
| 7 2 0 4 | キーボード | |
| 7 2 0 5 | 外部接続ポート | |
| 7 2 0 6 | ポインティングデバイス | |
| 7 3 0 1 | 筐体 | |
| 7 3 0 2 | 筐体 | |
| 7 3 0 3 | 連結部 | |
| 7 3 0 4 | 表示部 | 50 |

| | |
|-----------|-----------|
| 7 3 0 5 | 表示部 |
| 7 3 0 6 | スピーカ部 |
| 7 3 0 7 | 記録媒体挿入部 |
| 7 3 0 8 | L E D ランプ |
| 7 3 0 9 | 操作キー |
| 7 3 1 0 | 接続端子 |
| 7 3 1 1 | センサ |
| 7 3 1 2 | マイクロフォン |
| 7 4 0 0 | 携帯電話機 |
| 7 4 0 1 | 筐体 |
| 7 4 0 2 | 表示部 |
| 7 4 0 3 | 操作ボタン |
| 7 4 0 4 | 外部接続ポート |
| 7 4 0 5 | スピーカ |
| 7 4 0 6 | マイク |
| 7 4 5 0 | コンピュータ |
| 7 4 5 1 L | 筐体 |
| 7 4 5 1 R | 筐体 |
| 7 4 5 2 L | 表示部 |
| 7 4 5 2 R | 表示部 |
| 7 4 5 3 | 操作ボタン |
| 7 4 5 4 | ヒンジ |
| 7 4 5 5 L | 左側スピーカ |
| 7 4 5 5 R | 右側スピーカ |
| 7 4 5 6 | 外部接続ポート |

【図1】



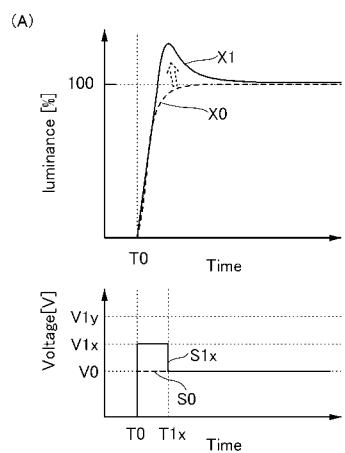
【図2】



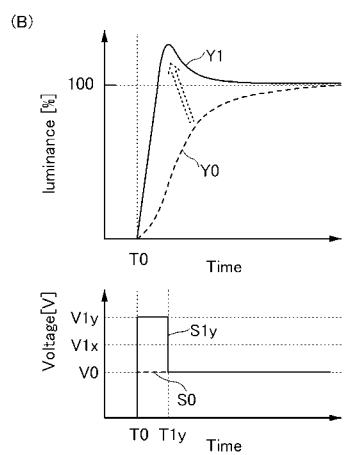
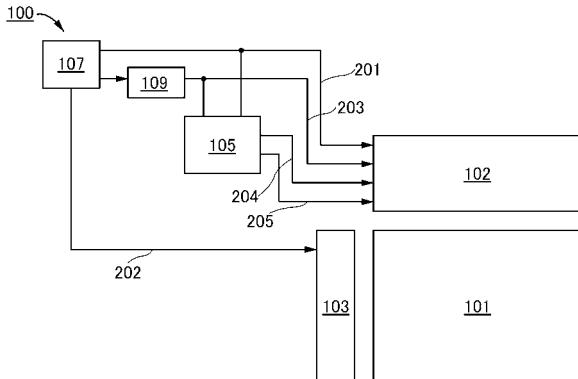
10

20

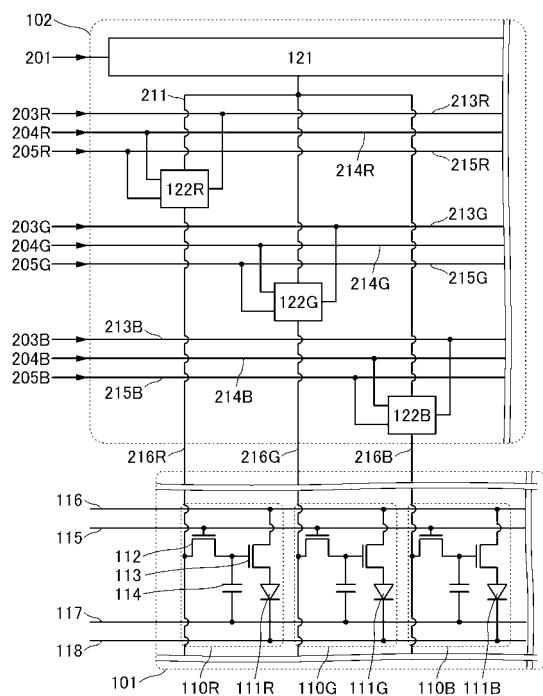
【図3】



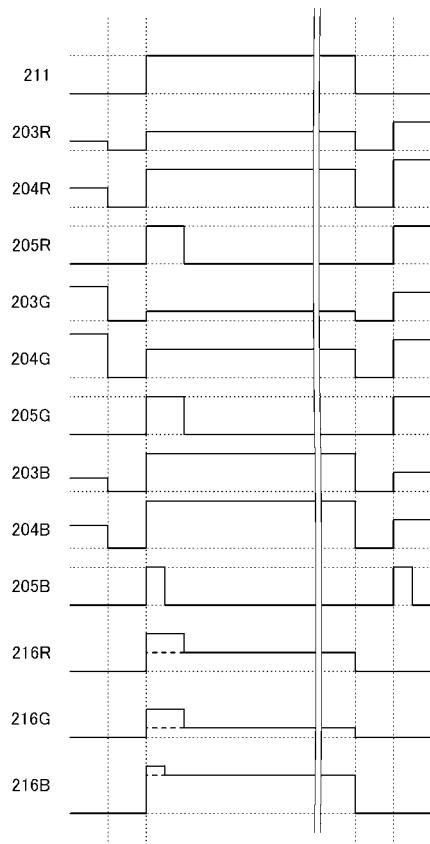
【図4】



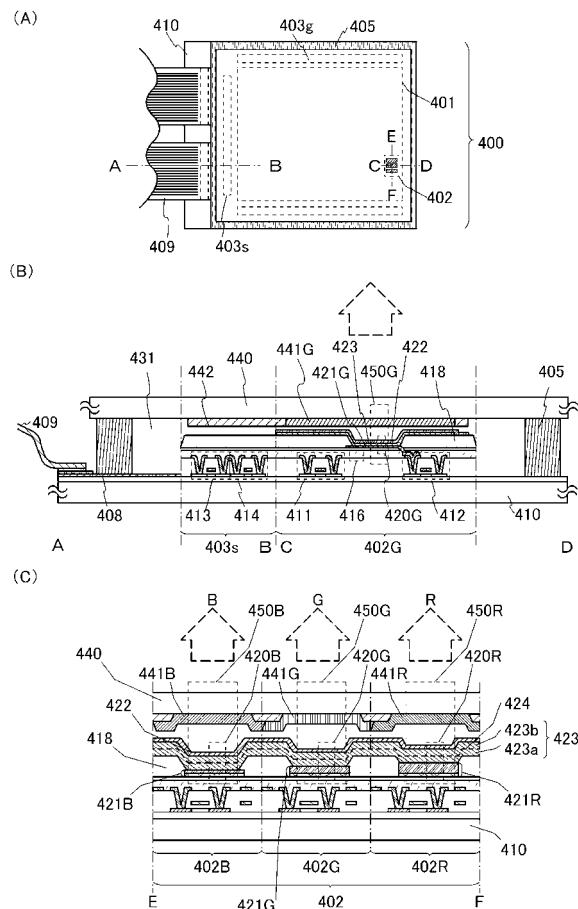
【図5】



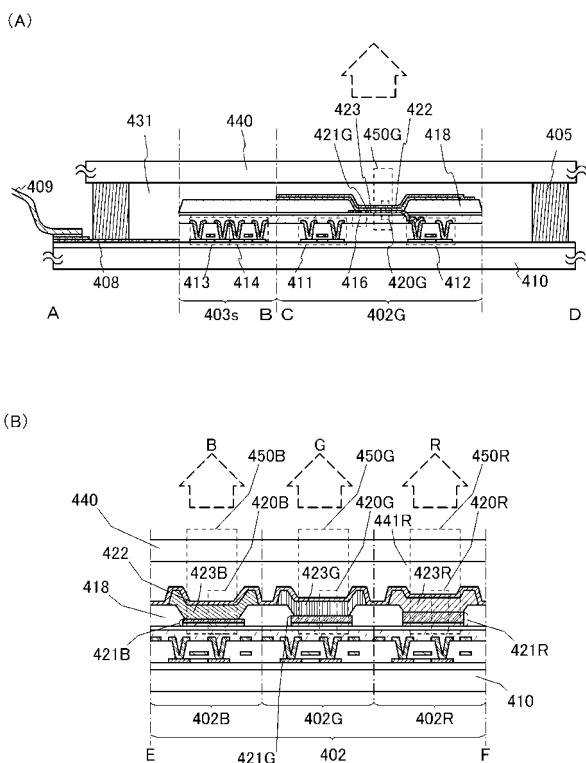
【図6】



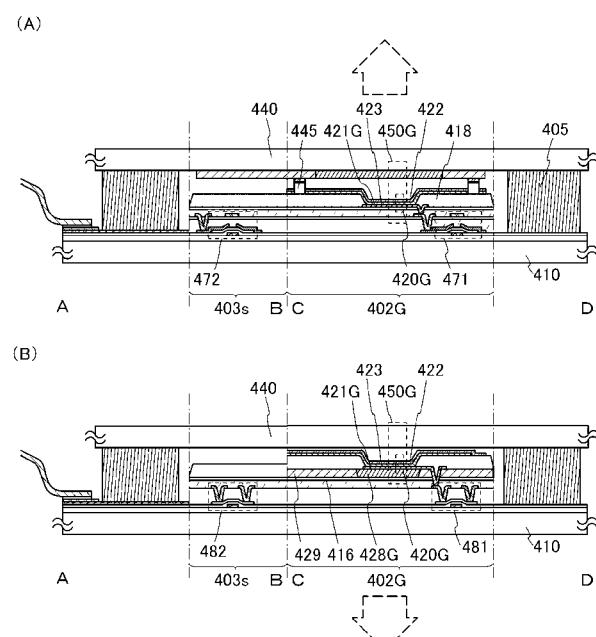
【図7】



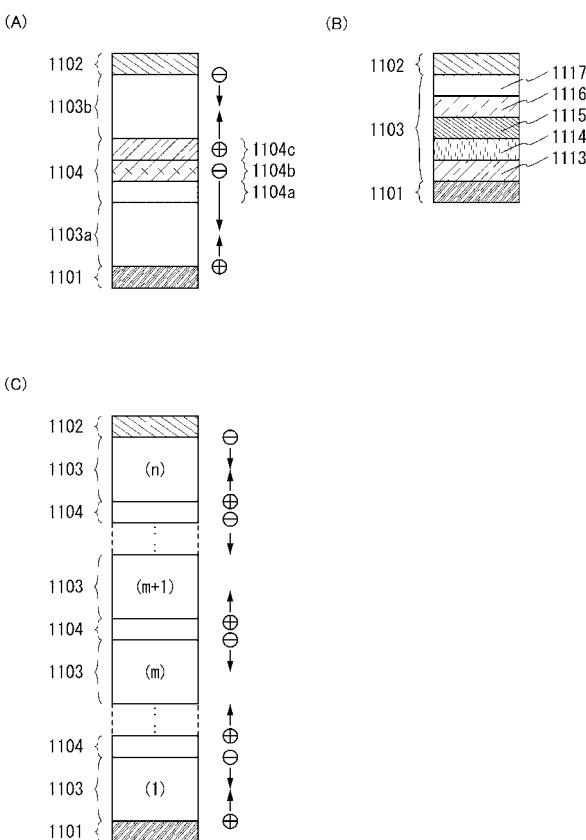
【図8】



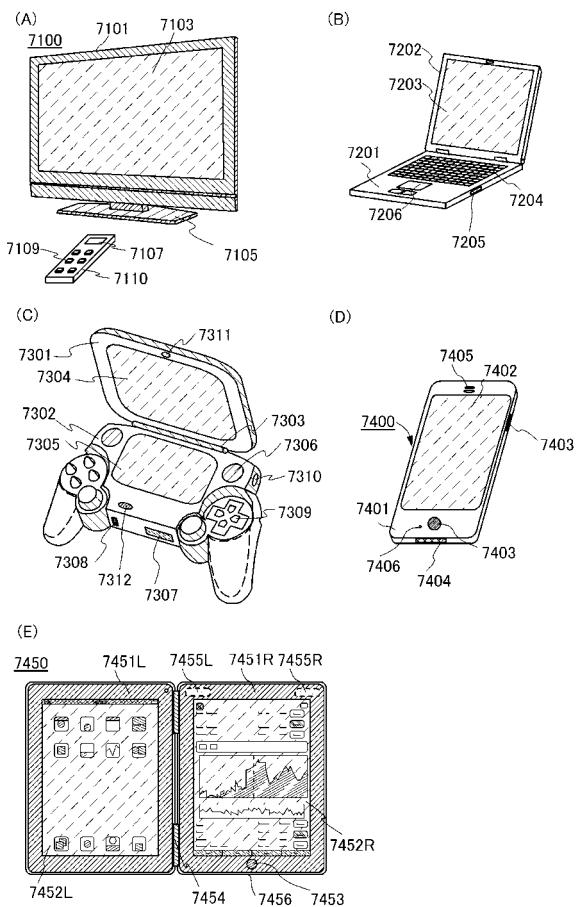
【図9】



【図10】



【図 1 1】



フロントページの続き

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード(参考) |
|-------------------------|----------------------|------------|
| H 0 5 B 33/12 (2006.01) | H 0 5 B 33/12 C | 5 C 0 9 4 |
| G 0 9 F 9/30 (2006.01) | H 0 5 B 33/12 E | 5 C 3 8 0 |
| H 0 1 L 27/32 (2006.01) | G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z | |
| G 0 9 G 3/30 (2006.01) | G 0 9 F 9/30 3 3 8 | |
| G 0 2 B 26/00 (2006.01) | G 0 9 F 9/30 3 4 9 B | |
| | G 0 9 G 3/20 6 4 1 P | |
| | G 0 9 G 3/20 6 5 0 M | |
| | G 0 9 G 3/30 J | |
| | G 0 9 G 3/20 6 1 2 U | |
| | G 0 2 B 26/00 | |

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC07 CC32 CC35 CC41 DD03 DD10 DD23 DD27
 DD28 DD52 EE03 EE22 EE33 FF06 FF13 FF15 HH02 HH04
 HH05
 5C061 AA06 AA21 AB17
 5C080 AA06 BB05 CC03 CC04 DD08 EE28 FF11 JJ02 JJ03 JJ04
 JJ05 JJ06
 5C094 AA05 AA06 AA60 BA03 BA27 CA19 CA21 CA24 ED03 ED20
 FA02 FB01 HA07 HA08 JA08 JA20
 5C380 AA01 AB06 AB11 AB12 AB18 AB22 AB23 AB34 AC05 AC07
 AC08 AC09 AC11 AC12 BA36 BA37 BA45 BB08 BB15 BB19
 CA02 CA12 CA54 CA57 CB37 CC02 CC26 CC33 CC62 CC77
 CD012 CF09 CF48 CF51 CF64 DA06 DA43 DA44 DA58