

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7615040号  
(P7615040)

(45)発行日 令和7年1月16日(2025.1.16)

(24)登録日 令和7年1月7日(2025.1.7)

(51)国際特許分類	F I	
H 1 0 K 50/80 (2023.01)	H 1 0 K 50/80	
G 0 2 B 3/00 (2006.01)	G 0 2 B 3/00	A
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	G 0 9 F 9/30	3 4 9 Z
H 1 0 F 30/20 (2025.01)	G 0 9 F 9/30	3 6 5
H 1 0 K 30/60 (2023.01)	H 0 1 L 31/10	D
請求項の数 10 (全52頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2021-551993(P2021-551993)	(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
(86)(22)出願日	令和2年10月5日(2020.10.5)	(72)発明者	久保田 大介 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
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/059314	(72)発明者	鎌田 太介 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
(87)国際公開番号	WO2021/074738	(72)発明者	初見 亮 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
(87)国際公開日	令和3年4月22日(2021.4.22)	(72)発明者	楠 紘慈 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
審査請求日	令和5年9月26日(2023.9.26)		
(31)優先権主張番号	特願2019-190224(P2019-190224)		
(32)優先日	令和1年10月17日(2019.10.17)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 表示装置、表示モジュール、及び電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光デバイス、受発光デバイス、第1のレンズ、及び、第2のレンズを有する表示装置であり、

前記発光デバイスは、第1の色の光を発する機能を有し、

前記受発光デバイスは、第2の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有し、

前記発光デバイスは、第1の画素電極、第1の発光層、及び共通電極を有し、

前記受発光デバイスは、第2の画素電極、第2の発光層、活性層、及び前記共通電極を有し、

前記活性層は、前記第1の色の光を受光し、電気信号に変換する機能を有し、

前記第1の発光層は、前記第1の画素電極と前記共通電極との間に位置し、

前記第2の発光層及び前記活性層は、それぞれ、前記第2の画素電極と前記共通電極との間に位置し、

前記発光デバイスの発光は前記第1のレンズを介して前記表示装置の外部に射出され、前記表示装置の外部から前記第2のレンズを介して前記受発光デバイスに光が入射する、表示装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記活性層は、前記第2の画素電極上に位置し、

前記第 2 の発光層は、前記活性層上に位置する、表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

前記第 2 の発光層は、前記第 2 の画素電極上に位置し、  
前記活性層は、前記第 2 の発光層上に位置する、表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかーにおいて、

前記受発光デバイスは、さらに、バッファ層を有し、  
前記バッファ層は、前記第 2 の発光層と前記活性層との間に位置する、表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかーにおいて、

前記発光デバイス及び前記受発光デバイスは、さらに、共通層を有し、  
前記共通層は、前記第 1 の画素電極と前記共通電極との間、及び、前記第 2 の画素電極と前記共通電極との間に位置する、表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかーにおいて、

さらに、接着層及び基板を有し、  
前記接着層は、前記共通電極と前記基板との間に位置し、  
前記接着層の屈折率は、前記第 1 のレンズの屈折率より小さい、表示装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、

前記第 1 のレンズは、前記基板と前記接着層との間に位置し、かつ、前記接着層側に凸面を有する、表示装置。

【請求項 8】

請求項 6 において、

前記第 1 のレンズは、前記共通電極と前記接着層との間に位置し、かつ、前記接着層側に凸面を有する、表示装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかーに記載の表示装置と、コネクタまたは集積回路と、を有する、表示モジュール。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の表示モジュールと、

アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、及び操作ボタンのうち、少なくとも一つと、を有する、電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、表示装置、表示モジュール、及び電子機器に関する。本発明の一態様は、受発光デバイス（受発光素子ともいう）と発光デバイス（発光素子ともいう）とを有する表示装置に関する。

【0002】

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

【背景技術】

【0003】

近年、表示装置は様々な用途への応用が期待されている。例えば、大型の表示装置の用途としては、家庭用のテレビジョン装置（テレビまたはテレビジョン受信機ともいう）、デジタルサイネージ（Digital Signage：電子看板）、PID（Public

10

20

30

40

50

Information Display)等が挙げられる。また、携帯情報端末として、タッチパネルを備えるスマートフォンやタブレット端末の開発が進められている。

【0004】

表示装置としては、例えば、発光デバイスを有する発光装置が開発されている。エレクトロルミネッセンス( Electroluminescence、以下ELと記す)現象を利用した発光デバイス(ELデバイス、EL素子ともいう)は、薄型軽量化が容易である、入力信号に対し高速に応答可能である、直流低電圧電源を用いて駆動可能である等の特徴を有し、表示装置に応用されている。例えば、特許文献1に、有機ELデバイス(有機EL素子ともいう)が適用された、可撓性を有する発光装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2014-197522号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の一態様は、光検出機能を有する表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、光検出機能を有する表示装置の精細度を高めることを課題の一とする。本発明の一態様は、高感度の光電変換機能を備えた表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、光取り出し効率の高い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、利便性の高い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、多機能の表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、新規な表示装置を提供することを課題の一とする。

【0007】

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

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、発光デバイス、受発光デバイス、第1のレンズ、及び、第2のレンズを有する表示装置である。発光デバイスは、第1の画素電極、第1の発光層、及び共通電極を有する。受発光デバイスは、第2の画素電極、第2の発光層、活性層、及び共通電極を有する。活性層は、有機化合物を有する。第1の発光層は、第1の画素電極と共通電極との間に位置する。第2の発光層及び活性層は、それぞれ、第2の画素電極と共通電極との間に位置する。発光デバイスは、第1の色の光を発する機能を有する。受発光デバイスは、第2の色の光を発する機能と、第1の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する。発光デバイスの発光は第1のレンズを介して表示装置の外部に射出される。表示装置の外部から第2のレンズを介して受発光デバイスに光が入射する。

【0009】

受発光デバイスは、第2の画素電極、活性層、第2の発光層、共通電極の順で積層された構造とすることができる。または、受発光デバイスは、第2の画素電極、第2の発光層、活性層、共通電極の順で積層された構造とすることができる。

【0010】

受発光デバイスは、さらに、バッファ層を有することが好ましい。バッファ層は、第2の発光層と活性層との間に位置することが好ましい。

【0011】

発光デバイス及び受発光デバイスは、さらに、共通層を有することが好ましい。共通層は、第1の画素電極と共通電極との間、及び、第2の画素電極と共通電極との間に位置することが好ましい。

【0012】

10

20

30

40

50

表示装置は、さらに、接着層及び基板を有することが好ましい。接着層は、共通電極と基板との間に位置することが好ましい。接着層の屈折率は、第1のレンズの屈折率より小さいことが好ましい。

【0013】

第1のレンズは、基板と接着層との間に位置し、かつ、接着層側に凸面を有することが好ましい。または、第1のレンズは、共通電極と接着層との間に位置し、かつ、接着層側に凸面を有することが好ましい。

【0014】

本発明の一態様は、上記いずれかの構成の表示装置を有し、フレキシブルプリント回路基板 (Flexible Printed Circuit、以下、FPCと記す) もしくは TCP (Tape Carrier Package) 等のコネクタが取り付けられたモジュール、またはCOG (Chip On Glass) 方式もしくはCOF (Chip On Film) 方式等により集積回路 (IC) が実装されたモジュールである。

10

【0015】

本発明の一態様は、上記のモジュールと、アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、及び操作ボタンのうち少なくとも一つと、を有する電子機器である。

【発明の効果】

【0016】

本発明の一態様により、光検出機能を有する表示装置を提供できる。本発明の一態様により、光検出機能を有する表示装置の精細度を高めることができる。本発明の一態様により、高感度の光電変換機能を備えた表示装置を提供できる。本発明の一態様により、光取り出し効率の高い表示装置を提供できる。本発明の一態様により、利便性の高い表示装置を提供できる。本発明の一態様により、多機能の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、新規な表示装置を提供できる。

20

【0017】

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

【図面の簡単な説明】

【0018】

図1A、図1Bは、表示装置の一例を示す断面図である。図1C～図1Eは、表示装置内での光の進路の一例を示す断面図である。

30

図2A、図2Bは、表示装置の一例を示す断面図である。図2C～図2Eは、表示装置内での光の進路の一例を示す断面図である。

図3A～図3C、図3Eは、表示装置の一例を示す断面図である。図3D、図3Fは、表示装置が撮像した画像の例を示す図である。

図4A～図4Gは、画素の一例を示す上面図である。

図5A、図5Bは、表示装置の一例を示す断面図である。図5C～図5Fは、受発光デバイスの一例を示す断面図である。

図6は、表示装置の一例を示す斜視図である。

40

図7は、表示装置の一例を示す断面図である。

図8A、図8Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図9Aは、表示装置の一例を示す断面図である。図9Bは、トランジスタの一例を示す断面図である。

図10A、図10Bは、電子機器の一例を示す図である。

図11A～図11Dは、電子機器の一例を示す図である。

図12A～図12Fは、電子機器の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

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

50

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。

【0020】

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

【0021】

また、図面において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

【0022】

なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、又は、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能である。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能である。

【0023】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図1～図9を用いて説明する。

【0024】

本発明の一態様の表示装置の表示部は、発光デバイスを用いて画像を表示する機能を有する。さらに、当該表示部は、撮像機能及びセンシング機能の一方または双方を有する。

【0025】

本発明の一態様の表示装置において、画素は、互いに異なる色を呈する複数の副画素を有する。いずれかの色を呈する副画素は、発光デバイスの代わりとして、受発光デバイスを有し、その他の色を呈する副画素は、発光デバイスを有する。受発光デバイスは、光を発する機能(発光機能)と、表示装置の外部より入射された光を検出し、電気信号に変換する機能(受光機能)と、の双方を有する。例えば、画素が、赤色の副画素、緑色の副画素、青色の副画素の3つの副画素を有する場合、少なくとも1つの副画素(例えば赤色の副画素)が受発光デバイスを有し、他の副画素(例えば、緑色の副画素及び青色の副画素)は発光デバイスを有する構成とする。したがって、本発明の一態様の表示装置の表示部は、受発光デバイスと発光デバイスとの双方を用いて画像を表示する機能を有する。

【0026】

受発光デバイスが、発光デバイスと受光デバイスとを兼ねることで、画素に含まれる副画素の数を増やさずに、画素に受光機能を付与することができる。これにより、画素の開口率(各副画素の開口率)、及び、表示装置の精細度を維持したまま、表示装置の表示部に、撮像機能及びセンシング機能の一方または双方を付加することができる。したがって、本発明の一態様の表示装置は、発光デバイスを有する副画素とは別に、受光デバイスを有する副画素を設ける場合に比べ、画素の開口率を高くでき、また、高精細化が容易である。

【0027】

受発光デバイスは、発光デバイスである有機ELデバイスと、受光デバイスである有機フォトダイオードと、を組み合わせることで作製することができる。例えば、有機ELデバイスの積層構造に、有機フォトダイオードの活性層を追加することで、受発光デバイスを作製することができる。さらに、有機ELデバイスと有機フォトダイオードを組み合わせることで作製する受発光デバイスは、有機ELデバイスと共通の構成にできる層を一括で成膜することで、成膜工程の増加を抑制することができる。

【0028】

例えば、一对の電極のうち一方(共通電極)を、受発光デバイス及び発光デバイスで共通の層とすることができる。また、例えば、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、及び電子注入層の少なくとも1つを、受発光デバイス及び発光デバイスで共通の層とすることが

10

20

30

40

50

好ましい。また、例えば、受光デバイスの活性層の有無以外は、受発光デバイスと発光デバイスとで同一の構成にすることもできる。つまり、発光デバイスに、受光デバイスの活性層を加えるのみで、受発光デバイスを作製することもできる。このように、受発光デバイス及び発光デバイスが共通の層を有することで、成膜回数及びマスクの数を減らすことができ、表示装置の作製工程及び作製コストを削減することができる。また、表示装置の既存の製造装置及び製造方法を用いて、受発光デバイスを有する表示装置を作製することができる。

#### 【0029】

なお、受発光デバイスが有する層は、受発光デバイスが、受光デバイスとして機能する場合と、発光デバイスとして機能する場合と、で、機能が異なることがある。本明細書中では、受発光デバイスが発光デバイスとして機能する場合における機能に基づいて構成要素を呼称する。例えば、正孔注入層は、受発光デバイスが発光デバイスとして機能する際には、正孔注入層として機能し、受発光デバイスが受光デバイスとして機能する際には、正孔輸送層として機能する。同様に、電子注入層は、受発光デバイスが発光デバイスとして機能する際には、電子注入層として機能し、受発光デバイスが受光デバイスとして機能する際には、電子輸送層として機能する。また、受発光デバイスが有する層は、受発光デバイスが、受光デバイスとして機能する場合と、発光デバイスとして機能する場合と、で、機能が同一であることもある。正孔輸送層は、発光デバイス及び受光デバイスのいずれとして機能する場合においても、正孔輸送層として機能し、電子輸送層は、発光デバイス及び受光デバイスのいずれとして機能する場合においても、電子輸送層として機能する。

#### 【0030】

このように、本実施の形態の表示装置は、表示部に、受発光デバイスと発光デバイスとを有する。具体的には、表示部には、受発光デバイスと発光デバイスがそれぞれマトリクス状に配置されている。そのため、表示部は、画像を表示する機能に加えて、撮像機能及びセンシング機能の一方または双方も有する。

#### 【0031】

表示部は、イメージセンサやタッチセンサに用いることができる。つまり、表示部で光を検出することで、画像を撮像することや、対象物（指やペンなど）の近接もしくは接触を検出することができる。さらに、本実施の形態の表示装置は、発光デバイスをセンサの光源として利用することができる。したがって、表示装置と別に受光部及び光源を設けなくてよく、電子機器の部品点数を削減することができる。

#### 【0032】

本実施の形態の表示装置では、表示部が有する発光デバイスが発した光を対象物が反射した際、受発光デバイスがその反射光を検出できるため、暗い場所でも、撮像やタッチ（接触または近接）検出が可能である。

#### 【0033】

本実施の形態の表示装置は、発光デバイス及び受発光デバイスを用いて、画像を表示する機能を有する。つまり、発光デバイス及び受発光デバイスは、表示デバイス（表示素子ともいう）として機能する。

#### 【0034】

発光デバイスとしては、OLED (Organic Light Emitting Diode) や QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode) などの EL デバイスを用いることが好ましい。EL デバイスが有する発光物質としては、蛍光を発する物質（蛍光材料）、燐光を発する物質（燐光材料）、無機化合物（量子ドット材料など）、熱活性化遅延蛍光を示す物質（熱活性化遅延蛍光 (Thermally Activated Delayed Fluorescence: TADF) 材料) などが挙げられる。また、発光デバイスとして、マイクロLED (Light Emitting Diode) などの LED を用いることもできる。

#### 【0035】

本実施の形態の表示装置は、受発光デバイスを用いて、光を検出する機能を有する。受発

10

20

30

40

50

光デバイスは、受発光デバイス自身が発する光よりも短波長の光を検出することができる。

【0036】

受発光デバイスをイメージセンサに用いる場合、本実施の形態の表示装置は、受発光デバイスを用いて、画像を撮像することができる。例えば、本実施の形態の表示装置は、スキャナとして用いることができる。

【0037】

例えば、イメージセンサを用いて、指紋や掌紋などのデータを取得することができる。つまり、本実施の形態の表示装置に、生体認証用センサを内蔵させることができる。表示装置が生体認証用センサを内蔵することで、表示装置とは別に生体認証用センサを設ける場合に比べて、電子機器の部品点数を少なくでき、電子機器の小型化及び軽量化が可能である。

10

【0038】

また、受発光デバイスをタッチセンサに用いる場合、本実施の形態の表示装置は、受発光デバイスを用いて、対象物の近接または接触を検出することができる。

【0039】

受発光デバイスは、受発光デバイスに入射する光を検出し電荷を発生させる光電変換デバイスとして機能する。入射する光量に基づき、発生する電荷量が決まる。

【0040】

受発光デバイスは、上記発光デバイスの構成に、受光デバイスの活性層を追加することで作製することができる。

20

【0041】

受発光デバイスには、例えば、pn型またはpin型のフォトダイオード構造を適用することができる。

【0042】

特に、受発光デバイスには、有機化合物を含む層を有する有機フォトダイオードの活性層を用いることが好ましい。有機フォトダイオードは、薄型化、軽量化、及び大面積化が容易であり、また、形状及びデザインの自由度が高いため、様々な表示装置に適用できる。

【0043】

本発明の一態様は、発光デバイス、受発光デバイス、第1のレンズ、及び、第2のレンズを有する表示装置である。発光デバイスは、第1の画素電極、第1の発光層、及び共通電極を有する。受発光デバイスは、第2の画素電極、第2の発光層、活性層、及び共通電極を有する。活性層は、有機化合物を有する。第1の発光層は、第1の画素電極と共通電極との間に位置する。第2の発光層及び活性層は、それぞれ、第2の画素電極と共通電極との間に位置する。発光デバイスは、第1の色の光を発する機能を有する。受発光デバイスは、第2の色の光を発する機能と、第1の色の光を受光し、電気信号に変換する機能と、を有する。発光デバイスの発光は第1のレンズを介して表示装置の外部に射出される。表示装置の外部から第2のレンズを介して受発光デバイスに光が入射する。

30

【0044】

レンズを介して受発光デバイスに光が入射することで、受発光デバイスに入射する光の範囲を縮小することができる。これにより、複数の受発光デバイス間で、撮像する範囲が重なることを抑制でき、ぼやけの少ない鮮明な画像を撮像できる。なお、複数の受発光デバイス間で撮像する範囲が重なることは、同じ位置からの反射光を複数の受発光デバイスが受光すること、同じ位置の像を複数の受発光デバイスが撮像すること、ともいえる。また、レンズは、入射された光を集光できる。したがって、受発光デバイスに入射される光の量を増やすことができる。これにより、受発光デバイスの光電変換効率、すなわち感度を高めることができる。

40

【0045】

受発光デバイスの発光がレンズを介して表示装置の外部に射出されるとき、発光デバイスの発光も、レンズを介して表示装置の外部に射出されることが好ましい。レンズは、受発光デバイス及び発光デバイスのそれぞれから射出される光を集光できる。したがって、表

50

示装置の外部に射出される光の量を増やすことができる。これにより、表示装置の光取り出し効率を高めることができる。

【0046】

以下では、図1、図2を用いて、本発明の一態様の表示装置の詳細な構成について説明する。

【0047】

本発明の一態様の表示装置は、発光デバイスが形成されている基板とは反対方向に光を射出するトップエミッション型、発光デバイスが形成されている基板側に光を射出するボトムエミッション型、両面に光を射出するデュアルエミッション型のいずれであってもよい。

【0048】

図1、図2では、トップエミッション型の表示装置を例に挙げて説明する。

【0049】

[表示装置10A]

図1A、図1Bに表示装置10Aの断面図を示す。

【0050】

表示装置10Aは、基板151、基板152、レンズ149、接着層142、発光デバイス190B、発光デバイス190G、及び受発光デバイス190R-PDを有する。

【0051】

発光デバイス190Bは、青色の光21Bを発する機能を有する。青色の光21Bは、レンズ149及び接着層142を介して、表示装置10Aの外部に取り出される。

【0052】

発光デバイス190Gは、緑色の光21Gを発する機能を有する。緑色の光21Gは、レンズ149及び接着層142を介して、表示装置10Aの外部に取り出される。

【0053】

受発光デバイス190R-PDは、発光デバイスとしての機能と、受光デバイスとしての機能と、の双方を有する。

【0054】

図1Aでは、受発光デバイス190R-PDが発光デバイスとして機能する場合を示す。受発光デバイス190R-PDは、赤色の光21Rを発する機能を有する。赤色の光21Rは、レンズ149及び接着層142を介して、表示装置10Aの外部に取り出される。

【0055】

図1Bでは、受発光デバイス190R-PDが受光デバイスとして機能する場合を示す。図1Bでは、発光デバイス190Bが発する青色の光21Bと、発光デバイス190Gが発する緑色の光21Gとが、対象物によって反射（または散乱）された光22を、受発光デバイス190R-PDが検出している例を示す。光22は、レンズ149及び接着層142を介して、受発光デバイス190R-PDに入射する。

【0056】

レンズ149を介して受発光デバイス190R-PDに光が入射することで、受発光デバイス190R-PDに入射する光の範囲を狭くすることができる。これにより、複数の受発光デバイス190R-PD間で、撮像範囲が重なることを抑制でき、ぼやけの少ない鮮明な画像を撮像できる。

【0057】

また、レンズ149は、入射された光を集光できる。したがって、受発光デバイス190R-PDに入射される光の量を増やすことができる。これにより、受発光デバイス190R-PDの受光感度を高めることができる。

【0058】

受発光デバイス190R-PDの発光がレンズ149を介して表示装置10Aの外部に射出されるとき、発光デバイス190Bの発光及び発光デバイス190Gの発光も、レンズ149を介して表示装置10Aの外部に射出されることが好ましい。レンズ149は、受発光デバイス190R-PD、発光デバイス190G、及び発光デバイス190Bのそれ

10

20

30

40

50

それぞれから射出される光を集光できる。したがって、表示装置 10A の外部に射出される光の量を増やすことができる。これにより、表示装置 10A の光取り出し効率を高めることができる。

【0059】

図 1C、図 1D を用いて、レンズ 149 及び接着層 142 を介して、受発光デバイス 190R - PD に入射する光の進み方を説明する。なお、説明の簡素化のため、ここでは、レンズ 149 と接着層 142 の界面のみ、光の屈折を考慮する。図 1C は、対象物 198 を焦点として捉えた図であり、図 1D は、受発光デバイス 190R - PD を焦点として捉えた図である。

【0060】

レンズ 149 の屈折率  $n_1$  は、接着層 142 の屈折率  $n_2$  よりも大きいことが好ましい。

【0061】

図 1C に細い破線で示すように、対象物 198 で反射された、受発光デバイス 190R - PD の受光面に対して斜め向きの光 22a は、レンズ 149 が無い場合は受発光デバイス 190R - PD に入射せず、表示装置の精細度によっては他の受発光デバイスに入射する恐れがある。これでは、複数の受発光デバイス間で、撮像範囲が重なってしまい、撮像した画像がぼやけてしまう。一方で、図 1C に太い破線で示すように、レンズ 149 があることで、光 22a は、レンズ 149 と接着層 142 との界面で屈折し、受発光デバイス 190R - PD に入射する。

【0062】

図 1D に細い破線で示すように、対象物 198 で反射された、受発光デバイス 190R - PD の受光面に対して垂直の光 22b は、レンズ 149 が無い場合は受発光デバイス 190R - PD に入射しない。一方で、図 1D に太い破線で示すように、レンズ 149 があることで、光 22b は、レンズ 149 と接着層 142 との界面で屈折し、受発光デバイス 190R - PD に入射する。

【0063】

図 1C、図 1D に示すように、レンズ 149 を設けることで、対象物 198 で反射した光を受発光デバイス 190R - PD により多く入射させることができる。これにより、光電変換効率を高め、撮像品位及びセンシングの精度を向上させることができる。

【0064】

また、図 1E を用いて、受発光デバイス 190R - PD の発した光の進み方を説明する。なお、説明の簡素化のため、ここでは、レンズ 149 と接着層 142 の界面のみ、光の屈折を考慮する。図 1E は、受発光デバイス 190R - PD を焦点として捉えた図である。

【0065】

図 1E に細い破線で示すように、受発光デバイス 190R - PD が発した、基板 152 に対して斜め方向の光 21 は、レンズ 149 が無い場合は基板 152 に対して斜め方向に射出される。一方、図 1E に太い破線で示すように、レンズ 149 があることで、光 21 は、レンズ 149 と接着層 142 との界面で屈折し、基板 152 に対して垂直方向に射出される。つまり、レンズ 149 があると、レンズ 149 が無い場合に比べて、受発光デバイス 190R - PD が発した光のうち、基板 152 に対して垂直方向に射出される光の成分が多くなる。したがって、レンズ 149 の有無で、表示装置の外部に取り出せる光量が大きくなるため、レンズ 149 を設けることが好ましい。

【0066】

本実施の形態の表示装置に用いるレンズの形成方法としては、基板上、または、発光デバイス上及び受発光デバイス上に、マイクロレンズなどのレンズを直接形成してもよいし、別途作製されたマイクロレンズアレイなどのレンズアレイを基板に貼り合わせてもよい。なお、レンズの断面形状については、特に限定されず、凸面を有する半球レンズ、凹面を有する半球レンズ、両凸面を有するレンズ、両凹面を有するレンズなどを用いることができる。特に、レンズとしては、凸面を有する半球レンズが好ましい。

【0067】

10

20

30

40

50

上述の通り、レンズの屈折率は、接着層の屈折率よりも大きいことが好ましい。具体的には、レンズは、1.3以上2.5以下の屈折率を有することが好ましい。レンズは、無機材料及び有機材料の少なくとも一方を用いて形成することができる。例えば、樹脂を含む材料をレンズに用いることができる。また、酸化物及び硫化物の少なくとも一方を含む材料をレンズに用いることができる。

【0068】

具体的には、塩素、臭素、またはヨウ素を含む樹脂、重金属原子を含む樹脂、芳香環を含む樹脂、硫黄を含む樹脂などをレンズに用いることができる。または、樹脂と当該樹脂より屈折率の高い材料のナノ粒子を含む材料をレンズに用いることができる。酸化チタンまたは酸化ジルコニウムなどをナノ粒子に用いることができる。

10

【0069】

また、酸化セリウム、酸化ハフニウム、酸化ランタン、酸化マグネシウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化チタン、酸化イットリウム、酸化亜鉛、インジウムとスズを含む酸化物、またはインジウムとガリウムと亜鉛を含む酸化物などを、レンズに用いることができる。または、硫化亜鉛などを、レンズに用いることができる。

【0070】

接着層142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。

20

【0071】

なお、表示装置は固体封止構造に限定されず、中空封止構造でもよい。例えば、基板151及び基板152の間の空間は、不活性ガス（窒素やアルゴンなど）で充填されていてもよい。

【0072】

表示装置10Aは、一对の基板（基板151及び基板152）間に、受発光デバイス190R-PD、発光デバイス190G、発光デバイス190B、及びトランジスタ145等を有する。

30

【0073】

受発光デバイス190R-PDは、光を検出する機能を有する。具体的には、受発光デバイス190R-PDは、表示装置10Aの外部から入射される光22を受光し、電気信号に変換する、光電変換デバイスである。光22は、発光デバイス190G及び発光デバイス190Bの一方または双方が発した光を対象物が反射（または散乱）した光ということもできる。

【0074】

発光デバイス190は、可視光を発する機能を有する。具体的には、発光デバイス190は、画素電極191と共通電極115との間に電圧を印加することで、基板152側に光を射出する電界発光デバイスである（光21G、光21B参照）。

40

【0075】

発光デバイス190Bは、画素電極191、バッファ層192B、発光層193B、バッファ層194B、及び共通電極115を有する。

【0076】

発光デバイス190Gは、画素電極191、バッファ層192G、発光層193G、バッファ層194G、及び共通電極115を有する。

【0077】

受発光デバイス190R-PDは、画素電極191、バッファ層192R、活性層183、発光層193R、バッファ層194R、及び共通電極115を有する。

50

## 【 0 0 7 8 】

画素電極 1 9 1、バッファ層 1 9 2 B、バッファ層 1 9 2 G、バッファ層 1 9 2 R、発光層 1 9 3 B、発光層 1 9 3 G、発光層 1 9 3 R、活性層 1 8 3、バッファ層 1 9 4 B、バッファ層 1 9 4 G、バッファ層 1 9 4 R、及び共通電極 1 1 5 は、それぞれ、単層構造であってもよく、積層構造であってもよい。

## 【 0 0 7 9 】

バッファ層 1 9 2、発光層 1 9 3、及びバッファ層 1 9 4 は、有機層（有機化合物を含む層）または EL 層ということもできる。画素電極 1 9 1 は可視光を反射する機能を有することが好ましい。共通電極 1 1 5 は可視光を透過する機能を有する。

## 【 0 0 8 0 】

表示装置 1 0 A において、バッファ層 1 9 2、発光層 1 9 3、及びバッファ層 1 9 4 は、デバイスごとに作り分けられる層である。

## 【 0 0 8 1 】

発光デバイスは、一对の電極間に、少なくとも発光層 1 9 3 を有する。受発光デバイスは、一对の電極間に、少なくとも、活性層 1 8 3 及び発光層 1 9 3 を有する。

## 【 0 0 8 2 】

発光デバイス及び受発光デバイスは、それぞれ、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔ブロック性の高い物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、電子ブロック性の高い物質、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質）等を含む層をさらに有していてもよい。

## 【 0 0 8 3 】

バッファ層 1 9 2 R、1 9 2 G、1 9 2 B は、それぞれ、正孔注入層及び正孔輸送層の一方または双方を有することができる。さらに、バッファ層 1 9 2 R、1 9 2 G、1 9 2 B は、電子ブロック層を有していてもよい。バッファ層 1 9 4 B、1 9 4 G、1 9 4 R は、それぞれ、電子注入層及び電子輸送層の一方または双方を有することができる。さらに、バッファ層 1 9 4 R、1 9 4 G、1 9 4 B は、正孔ブロック層を有していてもよい。

## 【 0 0 8 4 】

画素電極 1 9 1 は、絶縁層 2 1 4 上に位置する。画素電極 1 9 1 の端部は、隔壁 2 1 6 によって覆われている。互いに隣り合う 2 つの画素電極 1 9 1 は隔壁 2 1 6 によって互いに電氣的に絶縁されている（電氣的に分離されている、ともいう）。

## 【 0 0 8 5 】

隔壁 2 1 6 としては、有機絶縁膜が好適である。有機絶縁膜に用いることができる材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。隔壁 2 1 6 は、可視光を透過する層であっても、可視光を遮る層であってもよい。例えば、顔料もしくは染料を含む樹脂材料、または、茶色レジスト材料を用いることで、可視光を遮る隔壁を形成することができる。

## 【 0 0 8 6 】

画素電極 1 9 1 は、絶縁層 2 1 4 に設けられた開口を介して、トランジスタ 1 4 5 が有するソースまたはドレインと電氣的に接続される。トランジスタ 1 4 5 は、発光デバイスまたは受発光デバイスの駆動を制御する機能を有する。

## 【 0 0 8 7 】

受発光デバイス 1 9 0 R - P D と電氣的に接続される回路の少なくとも一部は、各色の発光デバイス 1 9 0 と電氣的に接続される回路と同一の材料及び同一の工程で形成されることが好ましい。これにより、2 つの回路を別々に形成する場合に比べて、表示装置の厚さを薄くすることができ、また、作製工程を簡略化できる。

## 【 0 0 8 8 】

受発光デバイス 1 9 0 R - P D 及び各色の発光デバイス 1 9 0 は、それぞれ、保護層 1 9 5 に覆われていることが好ましい。図 1 A 等では、保護層 1 9 5 が、共通電極 1 1 5 上に接して設けられている。保護層 1 9 5 を設けることで、受発光デバイス 1 9 0 R - P D 及

10

20

30

40

50

び各色の発光デバイスなどに不純物が入り込むことを抑制し、受発光デバイス190R - PD及び各色の発光デバイスを高めることができる。また、接着層142によって、保護層195と基板152とが貼り合わされている。

#### 【0089】

基板152の基板151側の面には、遮光層BMが設けられている。遮光層BMは、各色の発光デバイス190と重なる位置、及び、受発光デバイス190R - PDと重なる位置に開口を有する。なお、本明細書等において、発光デバイス190と重なる位置とは、具体的には、発光デバイス190の発光領域と重なる位置を指す。同様に、受発光デバイス190R - PDと重なる位置とは、具体的には、受発光デバイス190R - PDの発光領域及び受光領域と重なる位置を指す。

10

#### 【0090】

図1Bに示すように、発光デバイス190の発光が対象物によって反射された光を受発光デバイス190R - PDは検出することができる。しかし、発光デバイス190の発光が、表示装置10A内で反射され、対象物を介さずに、受発光デバイス190R - PDに入射されてしまう場合がある。遮光層BMは、このような迷光の影響を抑制することができる。これにより、ノイズを低減し、受発光デバイス190R - PDを用いたセンサの感度を高めることができる。

#### 【0091】

遮光層BMとしては、発光デバイスが発した光を遮る材料を用いることができる。遮光層BMは、可視光を吸収することが好ましい。遮光層BMとして、例えば、金属材料、又は、顔料(カーボンブラックなど)もしくは染料を含む樹脂材料等を用いてブラックマトリクスを形成することができる。遮光層BMは、赤色のカラーフィルタ、緑色のカラーフィルタ、及び青色のカラーフィルタのうち少なくとも2層の積層構造であってもよい。

20

#### 【0092】

##### [表示装置10B]

図2Aに示す表示装置10Bは、発光デバイス190及び受発光デバイス190R - PDが、それぞれ、バッファ層192及びバッファ層194を有さず、共通層112及び共通層114を有する点と、レンズ149を保護層195上に接して有する点と、で、表示装置10Aと異なる。なお、以降の表示装置の説明において、先に説明した表示装置と同様の構成については、説明を省略することができる。

30

#### 【0093】

なお、発光デバイス190B、発光デバイス190G、及び受発光デバイス190R - PDの積層構造は、表示装置10A、10Bに示す構成に限られない。発光デバイスと受発光デバイスは、各層がそれぞれ独立に設けられていてもよい。発光デバイスと受発光デバイスは、共通の層を少なくとも1層有することが好ましい。また、受発光デバイスの詳細な構成については、後述する(図5A~図5F)。

#### 【0094】

表示装置10A(図1A、図1B)では、レンズ149が、基板152と接着層142との間に位置し、かつ、基板151側に凸面が位置する例を示した。一方、図2Aに示す表示装置10Bでは、レンズ149が、保護層195と接着層142との間に位置し、かつ、基板152側に凸面が位置する例を示す。このように、レンズ149の位置及び向きは適宜決定することができる。

40

#### 【0095】

##### [表示装置10C]

図2Bに表示装置10Cは、基板151及び基板152を有さず、基板153、基板154、接着層155、及び絶縁層212を有する点で、表示装置10Bと異なる。

#### 【0096】

基板153と絶縁層212とは接着層155によって貼り合わされている。基板154と保護層195とは接着層142によって貼り合わされている。

#### 【0097】

50

表示装置 10C は、作製基板上に形成された絶縁層 212、トランジスタ 145、受発光デバイス 190R - PD、及び発光デバイス 190等を、基板 153上に転置することで作製される構成である。基板 153及び基板 154は、それぞれ、可撓性を有することが好ましい。これにより、表示装置 10Cの可撓性を高めることができる。例えば、基板 153及び基板 154には、それぞれ、樹脂を用いることが好ましい。

【0098】

基板 153及び基板 154としては、それぞれ、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、アクリル樹脂、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（ナイロン、アラミド等）、ポリシロキサン樹脂、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、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。基板 153及び基板 154の一方または双方に、可撓性を有する程度の厚さのガラスを用いてもよい。

10

【0099】

本実施の形態の表示装置が有する基板には、光学等方性が高いフィルムを用いてもよい。光学等方性が高いフィルムとしては、トリアセチルセルロース（TAC、セルローストリアセテートともいう）フィルム、シクロオレフィンポリマー（COP）フィルム、シクロオレフィンコポリマー（COC）フィルム、及びアクリルフィルム等が挙げられる。

20

【0100】

図 2C、図 2Dを用いて、表示装置 10B及び表示装置 10Cにおける、受発光デバイス 190R - PDに入射する光の進み方を説明する。なお、説明の簡素化のため、ここでは、レンズ 149と接着層 142の界面のみ、光の屈折を考慮する。図 2Cは、対象物 198を焦点として捉えた図であり、図 2Dは、受発光デバイス 190R - PDを焦点として捉えた図である。

【0101】

レンズ 149の屈折率  $n_1$  は、接着層 142の屈折率  $n_2$  よりも大きいことが好ましい。

【0102】

図 2Cに示すように、対象物 198で反射された、受発光デバイス 190R - PDの受光面に対して斜め向きの光は、レンズ 149と接着層 142との界面で屈折し、受発光デバイス 190R - PDに入射する。

30

【0103】

図 2Dに示すように、対象物 198で反射された、受発光デバイス 190R - PDの受光面に対して垂直の光は、レンズ 149と接着層 142との界面で屈折し、受発光デバイス 190R - PDに入射する。

【0104】

図 2C、図 2Dに示すように、レンズ 149を設けることで、対象物 198で反射した光を受発光デバイス 190R - PDにより多く入射させることができる。これにより、受発光デバイス 190R - PDの光電変換効率を高め、撮像品位及びセンシングの精度を向上させることができる。

40

【0105】

また、図 2Eを用いて、表示装置 10B及び表示装置 10Cにおける、受発光デバイス 190R - PDの発した光の進み方を説明する。なお、説明の簡素化のため、ここでは、レンズ 149と接着層 142の界面のみ、光の屈折を考慮する。図 2Eは、受発光デバイス 190R - PDを焦点として捉えた図である。

【0106】

図 2Eに示すように、受発光デバイス 190R - PDが発した、基板 152に対して斜め方向の光は、レンズ 149と接着層 142との界面で屈折し、基板 152に対して垂直方向に射出される。受発光デバイス 190R - PDを有する副画素だけでなく、発光デバイ

50

ス 1 9 0 G または発光デバイス 1 9 0 B を有する副画素においても、レンズ 1 4 9 を設けることが好ましい。これにより、各色の光の取り出し効率を高めることができる。

【 0 1 0 7 】

[ 表示装置の機能 ]

図 3 A ~ 図 3 C 及び図 3 E に、本発明の一態様の表示装置の断面図を示す。

【 0 1 0 8 】

図 3 A に示す表示装置 2 0 0 は、基板 2 5 1 と基板 2 5 9 との間に、受発光デバイスを有する層 2 5 4、機能層 2 5 5、及び、発光デバイスを有する層 2 5 7 を有する。

【 0 1 0 9 】

表示装置 2 0 0 は、発光デバイスを有する層 2 5 7 から、緑色 ( G ) の光及び青色 ( B ) の光が射出され、受発光デバイスを有する層 2 5 4 から赤色 ( R ) の光が射出される構成である。なお、本発明の一態様の表示装置において、受発光デバイスを有する層 2 5 4 が発する光の色は、赤色に限定されない。また、発光デバイスを有する層 2 5 7 が発する光の色も、緑色と青色の組み合わせに限定されない。

10

【 0 1 1 0 】

受発光デバイスを有する層 2 5 4 に含まれる受発光デバイスは、表示装置 2 0 0 の外部から入射した光を検出することができる。当該受発光デバイスは、例えば、緑色の光及び青色の光のうち一方または双方を検出することができる。

【 0 1 1 1 】

機能層 2 5 5 は、受発光デバイスを駆動する回路、及び、発光デバイスを駆動する回路を有する。機能層 2 5 5 には、スイッチ、トランジスタ、容量、抵抗、配線、端子などを設けることができる。なお、発光デバイス及び受発光デバイスをパッシブマトリクス方式で駆動させる場合には、スイッチやトランジスタを設けない構成としてもよい。

20

【 0 1 1 2 】

本発明の一態様の表示装置は、表示装置に接触している指などの対象物を検出する機能 ( タッチパネルとしての機能 ) を有していてもよい。例えば、図 3 B に示すように、発光デバイスを有する層 2 5 7 において発光デバイスが発した光を、表示装置 2 0 0 に接触した指が反射することで、受発光デバイスを有する層 2 5 4 における受発光デバイスがその反射光を検出することができる。なお、以下では、発光デバイスの発光が対象物により反射される場合を例に挙げて説明するが、光は対象物により散乱される場合もある。

30

【 0 1 1 3 】

本発明の一態様の表示装置は、図 3 C に示すように、表示装置に近接している ( 接触していない ) 対象物を検出または撮像する機能を有していてもよい。

【 0 1 1 4 】

本発明の一態様の表示装置は、指 2 5 2 の指紋を検出する機能を有していてもよい。図 3 D に、本発明の一態様の表示装置で撮像した画像のイメージ図を示す。図 3 D には、撮像範囲 2 6 3 内に、指 2 5 2 の輪郭を破線で、接触部 2 6 1 の輪郭を一点鎖線で示している。接触部 2 6 1 内において、受発光デバイスに入射する光量の違いによって、コントラストの高い指紋 2 6 2 の画像を撮像することができる。

【 0 1 1 5 】

本発明の一態様の表示装置は、ペンタブレットとしても機能させることができる。図 3 E には、スタイラス 2 5 8 の先端を基板 2 5 9 に接触させた状態で、破線矢印の方向に滑らせている様子を示している。

40

【 0 1 1 6 】

図 3 E に示すように、スタイラス 2 5 8 の先端と、基板 2 5 9 の接触面で散乱される散乱光が、当該接触面と重なる部分に位置する受発光デバイスを有する層 2 5 4 に入射することで、スタイラス 2 5 8 の先端の位置を高精度に検出することができる。

【 0 1 1 7 】

図 3 F に、本発明の一態様の表示装置で検出したスタイラス 2 5 8 の軌跡 2 6 6 の例を示している。本発明の一態様の表示装置は、高い位置精度でスタイラス 2 5 8 等の対象物の

50

位置検出が可能であるため、描画アプリケーション等において、高精細な描画を行うことも可能である。また、静電容量式のタッチセンサや、電磁誘導型のタッチペン等を用いた場合とは異なり、絶縁性の高い対象物であっても位置検出が可能であるため、スタイラス 258 の先端部の材料は問われず、様々な筆記用具（例えば筆、ガラスペン、羽ペンなど）を用いることもできる。

【0118】

[画素]

本発明の一態様の表示装置は、マトリクス状に配置された複数の画素を有する。1つの画素は、複数の副画素を有する。1つの副画素は、1つの発光デバイス、または、1つの受発光デバイスを有する。

【0119】

複数の画素は、それぞれ、発光デバイスを有する副画素、及び、受発光デバイスを有する副画素のうち一方または双方を有する。

【0120】

例えば、画素は、発光デバイスを有する副画素を複数有し、受発光デバイスを有する副画素を1つ有する。

【0121】

受発光デバイスを有する表示装置は、画素に受光機能を組み込むために画素配列を変更する必要がないため、開口率及び精細度を低減させずに、表示部に撮像機能及びセンシング機能の一方または双方を付加することができる。

【0122】

なお、受発光デバイスは、全ての画素に設けられていてもよく、一部の画素に設けられていてもよい。また、1つの画素が複数の受発光デバイスを有していてもよい。

【0123】

画素が発光デバイスを有する副画素を3つ有する場合、当該3つの副画素としては、R、G、Bの3色の副画素、黄色（Y）、シアン（C）、及びマゼンタ（M）の3色の副画素などが挙げられる。画素が発光デバイスを有する副画素を4つ有する場合、当該4つの副画素としては、R、G、B、白色（W）の4色の副画素、R、G、B、Yの4色の副画素などが挙げられる。

【0124】

図4A～図4Dに、発光デバイスを有する副画素を複数有し、受発光デバイスを有する副画素を1つ有する画素の一例を示す。なお、本実施の形態で示す副画素の配列は図示した順序に限定されない。例えば、副画素（B）と副画素（G）の位置を逆にしても構わない。

【0125】

図4Aに示す画素は、ストライプ配列が適用され、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）、緑色の光を呈する副画素（G）、及び、青色の光を呈する副画素（B）を有する。画素が、R、G、Bの3つの副画素からなる表示装置において、Rの副画素に用いる発光デバイスを、受発光デバイスに置き換えることで、画素に受光機能を有する表示装置を作製することができる。

【0126】

図4Bに示す画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）、緑色の光を呈する副画素（G）、及び、青色の光を呈する副画素（B）を有する。副画素（R・PD）は、副画素（G）と副画素（B）とは異なる列に配置される。副画素（G）と副画素（B）とは、同じ列に交互に配置され、一方が奇数行に設けられ、他方が偶数行に設けられる。なお、他の色の副画素と異なる列に配置される副画素は、赤色に限られず、緑色または青色であってもよい。

【0127】

図4Cに示す画素は、マトリクス配列が適用され、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）、緑色の光を呈する副画素（G）、青色の光を呈する副画素（B）、及び、R、G、B以外の光を呈する副画素（X）を有する。R、G、B以外の光とし

10

20

30

40

50

ては、白色（W）、黄色（Y）、シアン（C）、マゼンタ（M）、赤外光（IR）等の光が挙げられる。副画素（X）が赤外光を呈する場合、受光機能を有する副画素（PD）は、赤外光を検出する機能を有することが好ましい。受光機能を有する副画素（PD）は、可視光及び赤外光の双方を検出する機能を有していてもよい。センサの用途に応じて、受発光デバイスが検出する光の波長を決定することができる。画素が、R、G、B、Xの4つの副画素からなる表示装置においても、Rの副画素に用いる発光デバイスを、受発光デバイスに置き換えることで、画素に受光機能を有する表示装置を作製することができる。

【0128】

図4Dには、2つの画素を示しており、点線で囲まれた3つの副画素により1つの画素が構成されている。図4Dに示す画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）、緑色の光を呈する副画素（G）、及び、青色の光を呈する副画素（B）を有する。図4Dに示す左の画素では、副画素（R・PD）と同じ行に副画素（G）が配置され、副画素（R・PD）と同じ列に副画素（B）が配置されている。図4Dに示す右の画素では、副画素（R・PD）と同じ行に副画素（G）が配置され、副画素（G）と同じ列に副画素（B）が配置されている。図4Dに示す画素レイアウトでは、奇数行と偶数行のいずれにおいても、副画素（R・PD）、副画素（G）、及び副画素（B）が繰り返し配置されており、かつ、各列において、奇数行と偶数行では互いに異なる色の副画素が配置される。

10

【0129】

図4Eには、ペンタイル配列が適用された4つの画素を示しており、隣接する2つの画素は組み合わせの異なる2色の光を呈する副画素を有する。なお、図4Eに示す副画素の形状は、当該副画素が有する発光デバイスまたは受発光デバイスの上面形状を示している。

20

図4Fは、図4Eに示す画素配列の変形例である。

【0130】

図4Eに示す左上の画素と右下の画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）、及び、緑色の光を呈する副画素（G）を有する。図4Eに示す左下の画素と右上の画素は、緑色の光を呈する副画素（G）、及び、青色の光を呈する副画素（B）を有する。

【0131】

図4Fに示す左上の画素と右下の画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）、及び、緑色の光を呈する副画素（G）を有する。図4Fに示す左下の画素と右上の画素は、赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）、及び、青色の光を呈する副画素（B）を有する。

30

【0132】

図4Eでは、各画素に緑色の光を呈する副画素（G）が設けられている。一方、図4Fでは、各画素に赤色の光を呈し、かつ、受光機能を有する副画素（R・PD）が設けられている。各画素に受光機能を有する副画素が設けられているため、図4Fに示す構成では、図4Eに示す構成に比べて、高い精細度で撮像を行うことができる。これにより、例えば、生体認証の精度を高めることができる。

【0133】

また、発光デバイス及び受発光デバイスの上面形状は特に限定されず、円、楕円、多角形、角の丸い多角形等とすることができる。副画素（G）が有する発光デバイスの上面形状について、図4Eでは円形である例を示し、図4Fでは正方形である例を示している。各色の発光デバイス及び受発光デバイスの上面形状は、互いに異なっていてもよく、一部または全ての色で同じであってもよい。

40

【0134】

また、各色の副画素の開口率は、互いに異なっていてもよく、一部または全ての色で同じであってもよい。例えば、各画素に設けられる副画素（図4Eでは副画素（G）、図4Fでは副画素（R・PD））の開口率を、他の色の副画素の開口率に比べて小さくしてもよい。

50

## 【 0 1 3 5 】

図 4 G は、図 4 F に示す画素配列の変形例である。具体的には、図 4 G の構成は、図 4 F の構成を  $45^\circ$  回転させることで得られる。図 4 F では、2 つの副画素により 1 つの画素が構成されることとして説明したが、図 4 G に示すように、4 つの副画素により 1 つの画素が構成されていると捉えることもできる。

## 【 0 1 3 6 】

図 4 G では、点線で囲まれた 4 つの副画素により 1 つの画素が構成されることとして説明を行う。1 つの画素は、2 つの副画素 (R・PD) と、1 つの副画素 (G) と、1 つの副画素 (B) と、を有する。このように、1 つの画素が、受光機能を有する副画素を複数有することで、高い精細度で撮像を行うことができる。したがって、生体認証の精度を高めることができる。例えば、撮像の精細度を、表示の精細度のルート 2 倍とすることができる。

10

## 【 0 1 3 7 】

図 4 F または図 4 G に示す構成が適用された表示装置は、 $p$  個 ( $p$  は 2 以上の整数) の第 1 の発光デバイスと、 $q$  個 ( $q$  は 2 以上の整数) の第 2 の発光デバイスと、 $r$  個 ( $r$  は  $p$  より大きく、 $q$  より大きい整数) の受発光デバイスと、を有する。 $p$  と  $r$  は  $r = 2p$  を満たす。また、 $p$ 、 $q$ 、 $r$  は  $r = p + q$  を満たす。第 1 の発光デバイスと第 2 の発光デバイスのうち一方が緑色の光を発し、他方が青色の光を発する。受発光デバイスは、赤色の光を発し、かつ、受光機能を有する。

## 【 0 1 3 8 】

例えば、受発光デバイスを用いて、タッチ検出を行う場合、光源からの発光が使用者に視認されにくいことが好ましい。青色の光は、緑色の光よりも視認性が低いため、青色の光を発する発光デバイスを光源とすることが好ましい。したがって、受発光デバイスは、青色の光を受光し、電気信号に変換する機能を有することが好ましい。

20

## 【 0 1 3 9 】

以上のように、本実施の形態の表示装置には、様々な配列の画素を適用することができる。

## 【 0 1 4 0 】

## [ デバイス構造 ]

図 5 A、図 5 B に示す表示装置 280 は、赤色の光 (R) を発し、かつ、受光機能を有する受発光デバイス 270 R - PD、緑色の光 (G) を発する発光デバイス 270 G、及び、青色の光 (B) を発する発光デバイス 270 B を有する。

30

## 【 0 1 4 1 】

各発光デバイスは、画素電極 271、正孔注入層 281、正孔輸送層 282、発光層、電子輸送層 284、電子注入層 285、及び共通電極 275 をこの順で積層して有する。発光デバイス 270 G は、発光層 283 G を有し、発光デバイス 270 B は、発光層 283 B を有する。発光層 283 G は、緑色の光を発する発光物質を有し、発光層 283 B は、青色の光を発する発光物質を有する。

## 【 0 1 4 2 】

受発光デバイス 270 R - PD は、画素電極 271、正孔注入層 281、正孔輸送層 282、活性層 273、発光層 283 R、電子輸送層 284、電子注入層 285、及び共通電極 275 をこの順で積層して有する。

40

## 【 0 1 4 3 】

図 5 A では、受発光デバイス 270 R - PD が発光デバイスとして機能する場合を示す。図 5 A では、発光デバイス 270 B が青色の光を発し、発光デバイス 270 G が緑色の光を発し、受発光デバイス 270 R - PD が赤色の光を発している例を示す。

## 【 0 1 4 4 】

図 5 B では、受発光デバイス 270 R - PD が受光デバイスとして機能する場合を示す。図 5 B では、発光デバイス 270 B が発する青色の光と、発光デバイス 270 G が発する緑色の光と、を、受発光デバイス 270 R - PD が検出している例を示す。

## 【 0 1 4 5 】

50

発光デバイス 270B、発光デバイス 270G、及び受発光デバイス 270R-PDは、それぞれ、画素電極 271 及び共通電極 275 を有する。本実施の形態では、画素電極 271 が陽極として機能し、共通電極 275 が陰極として機能する場合を例に挙げて説明する。

【0146】

本実施の形態では、発光デバイスと同様に、受発光デバイス 270R-PD においても、画素電極 271 が陽極として機能し、共通電極 275 が陰極として機能するものとして説明する。つまり、受発光デバイス 270R-PD は、画素電極 271 と共通電極 275 との間に逆バイアスをかけて駆動することで、受発光デバイス 270R-PD に入射する光を検出し、電荷を発生させ、電流として取り出すことができる。

10

【0147】

なお、図 5A、図 5B に示す受発光デバイス 270R-PD は、発光デバイスに、活性層 273 を追加した構成とすることができる。つまり、発光デバイスの作製工程に、活性層 273 を成膜する工程を追加するのみで、発光デバイスの形成と並行して受発光デバイス 270R-PD を形成することができる。また、発光デバイスと受発光デバイスとを同一基板上に形成することができる。したがって、作製工程を大幅に増やすことなく、表示部に撮像機能及びセンシング機能の一方または双方を付与することができる。

【0148】

[受発光デバイス]

図 5C ~ 図 5F に、受発光デバイスの積層構造の例を示す。

20

【0149】

図 5C、図 5D に示す受発光デバイスは、それぞれ、第 1 の電極 277、正孔注入層 281、正孔輸送層 282、発光層 283R、活性層 273、電子輸送層 284、電子注入層 285、及び第 2 の電極 278 を有する。

【0150】

発光層 283R と活性層 273 との積層順は限定されない。図 5A、図 5B では、正孔輸送層 282 上に活性層 273 が設けられ、活性層 273 上に発光層 283R が設けられている例を示す。図 5C では、正孔輸送層 282 上に発光層 283R が設けられ、発光層 283R 上に活性層 273 が設けられている例を示す。図 5D では、活性層 273 上に正孔輸送層 282 が設けられ、正孔輸送層 282 上に発光層 263R が設けられている例を示す。

30

【0151】

図 5A ~ 図 5C に示すように、活性層 273 と発光層 283R とは、互いに接していてもよい。また、図 5D に示すように、活性層 273 と発光層 283R との間にバッファ層が挟まれていることが好ましい。バッファ層は、正孔輸送性及び電子輸送性を有することが好ましい。例えば、バッファ層には、バイポーラ性の物質を用いることが好ましい。または、バッファ層として、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、正孔ブロック層、及び電子ブロック層等のうち少なくとも 1 層を用いることができる。図 5D では、バッファ層として正孔輸送層 282 を用いる例を示す。

【0152】

活性層 273 と発光層 283R との間にバッファ層を設けることで、発光層 283R から活性層 273 に励起エネルギーが移動することを抑制できる。また、バッファ層を用いて、マイクロキャビティ構造の光路長（キャビティ長）を調整することもできる。したがって、活性層 273 と発光層 283R との間にバッファ層を有する受発光デバイスからは、高い発光効率を得ることができる。

40

【0153】

図 5E に示す受発光デバイスは、正孔輸送層 282 を有さない点で、図 5A、図 5B、図 5D に示す受発光デバイスと異なる。受発光デバイスは、正孔注入層 281、正孔輸送層 282、電子輸送層 284、及び電子注入層 285 のうち少なくとも 1 層を有していなくてもよい。また、受発光デバイスは、正孔ブロック層、電子ブロック層など、他の機能層

50

を有していてもよい。

【0154】

図5Fに示す受発光デバイスは、活性層273及び発光層283Rを有さず、発光層と活性層を兼ねる層289を有する点で、図5A～図5Eに示す受発光デバイスと異なる。

【0155】

発光層と活性層を兼ねる層289としては、例えば、活性層273に用いることができるn型半導体と、活性層273に用いることができるp型半導体と、発光層283Rに用いることができる発光物質と、の3つの材料を含む層を用いることができる。

【0156】

なお、n型半導体とp型半導体との混合材料の吸収スペクトルの最も低エネルギー側の吸収帯と、発光物質の発光スペクトル(PLスペクトル)の最大ピークと、は互いに重ならないことが好ましく、十分に離れていることがより好ましい。

10

【0157】

受発光デバイスにおいて、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。

【0158】

受発光デバイスを発光デバイスとして駆動する際、正孔注入層は、陽極から正孔輸送層に正孔を注入する層である。正孔注入層は、正孔注入性の高い材料を含む層である。正孔注入性の高い材料としては、芳香族アミン化合物や、正孔輸送性材料とアクセプター性材料(電子受容性材料)とを含む複合材料を用いることができる。

20

【0159】

受発光デバイスを発光デバイスとして駆動する際、正孔輸送層は、正孔注入層によって、陽極から注入された正孔を発光層に輸送する層である。受発光デバイスを受光デバイスとして駆動する際、正孔輸送層は、活性層において入射した光に基づき発生した正孔を陽極に輸送する層である。正孔輸送層は、正孔輸送性材料を含む層である。正孔輸送性材料としては、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質が好ましい。なお、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。正孔輸送性材料としては、電子過剰型複素芳香族化合物(例えばカルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、フラン誘導体など)や芳香族アミン(芳香族アミン骨格を有する化合物)等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

30

【0160】

受発光デバイスを発光デバイスとして駆動する際、電子輸送層は、電子注入層によって、陰極から注入された電子を発光層に輸送する層である。受発光デバイスを受光デバイスとして駆動する際、電子輸送層は、活性層において入射した光に基づき発生した電子を陰極に輸送する層である。電子輸送層は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。電子輸送性材料としては、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体等の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン配位子を有するキノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、その他含窒素複素芳香族化合物を含む電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料を用いることができる。

40

【0161】

受発光デバイスを発光デバイスとして駆動する際、電子注入層は、陰極から電子輸送層に電子を注入する層である。電子注入層は、電子注入性の高い材料を含む層である。電子注入性の高い材料としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。電子注入性の高い材料としては、電子輸送性材料とドナー性材料(電

50

子供与性材料)とを含む複合材料を用いることもできる。

【0162】

発光層193は、発光物質を含む層である。発光層193は、1種または複数種の発光物質を有することができる。発光物質としては、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色などの発光色を呈する物質を適宜用いる。また、発光物質として、近赤外光を発する物質を用いることもできる。

【0163】

発光物質としては、蛍光材料、燐光材料、TADF材料、量子ドット材料などが挙げられる。

【0164】

蛍光材料としては、例えば、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、キノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、フェナントレン誘導体、ナフタレン誘導体などが挙げられる。

【0165】

燐光材料としては、例えば、4H-トリアゾール骨格、1H-トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、ピリミジン骨格、ピラジン骨格、またはピリジン骨格を有する有機金属錯体(特にイリジウム錯体)、電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属錯体(特にイリジウム錯体)、白金錯体、希土類金属錯体等が挙げられる。

【0166】

発光層193は、発光物質(ゲスト材料)に加えて、1種または複数種の有機化合物(ホスト材料、アシスト材料等)を有していてもよい。1種または複数種の有機化合物としては、正孔輸送性材料及び電子輸送性材料の一方または双方を用いることができる。また、1種または複数種の有機化合物として、パイポラ性の物質、またはTADF材料を用いてもよい。

【0167】

発光層193は、例えば、燐光材料と、励起錯体を形成しやすい組み合わせである正孔輸送性材料及び電子輸送性材料と、を有することが好ましい。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質(燐光材料)へのエネルギー移動であるE×TET(E×c i p l e x - T r i p l e t E n e r g y T r a n s f e r)を用いた発光を効率よく得ることができる。発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー移動がスムーズとなり、効率よく発光を得ることができる。この構成により、発光デバイスの高効率、低電圧駆動、長寿命を同時に実現できる。

【0168】

励起錯体を形成する材料の組み合わせとしては、正孔輸送性材料のHOMO準位(最高被占有軌道準位)が電子輸送性材料のHOMO準位以上の値であると好ましい。正孔輸送性材料のLUMO準位(最低空軌道準位)が電子輸送性材料のLUMO準位以上の値であると好ましい。材料のLUMO準位及びHOMO準位は、サイクリックボルタンメトリ(CV)測定によって測定される材料の電気化学特性(還元電位及び酸化電位)から導出することができる。

【0169】

励起錯体の形成は、例えば正孔輸送性材料の発光スペクトル、電子輸送性材料の発光スペクトル、及びこれら材料を混合した混合膜の発光スペクトルを比較し、混合膜の発光スペクトルが、各材料の発光スペクトルよりも長波長シフトする(または長波長側に新たなピークを持つ)現象を観測することにより確認することができる。または、正孔輸送性材料の過渡フォトルミネッセンス(PL)、電子輸送性材料の過渡PL、及びこれら材料を混合した混合膜の過渡PLを比較し、混合膜の過渡PL寿命が、各材料の過渡PL寿命よりも長寿命成分を有する、または遅延成分の割合が大きくなるなどの過渡応答の違いを観測することにより、確認することができる。また、上述の過渡PLは過渡エレクトロルミネ

10

20

30

40

50

ッセンス (EL) と読み替えても構わない。すなわち、正孔輸送性材料の過渡EL、電子輸送性を有する材料の過渡EL、及びこれらの混合膜の過渡ELを比較し、過渡応答の違いを観測することによっても、励起錯体の形成を確認することができる。

【0170】

活性層183は、半導体を含む。当該半導体としては、シリコンなどの無機半導体、及び、有機化合物を含む有機半導体が挙げられる。本実施の形態では、活性層が有する半導体として、有機半導体を用いる例を示す。有機半導体を用いることで、発光層193と、活性層183と、を同じ方法（例えば、真空蒸着法）で形成することができ、製造装置を共通化できるため好ましい。

【0171】

活性層183が有するn型半導体の材料としては、フラレーン（例えばC<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>等）、フラレーン誘導体等の電子受容性の有機半導体材料が挙げられる。フラレーンは、サッカーボールのような形状を有し、当該形状はエネルギー的に安定である。フラレーンは、HOMO準位及びLUMO準位の双方が深い（低い）。フラレーンは、LUMO準位が深いため、電子受容性（アクセプター性）が極めて高い。通常、ベンゼンのように、平面に電子共役（共鳴）が広がると、電子供与性（ドナー性）が高くなるが、フラレーンは球体形状であるため、電子が大きく広がっているにも関わらず、電子受容性が高くなる。電子受容性が高いと、電荷分離を高速に効率よく起こすため、受光デバイスとして有益である。C<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>ともに可視光領域に広い吸収帯を有しており、特にC<sub>70</sub>はC<sub>60</sub>に比べて電子共役系が大きく、長波長領域にも広い吸収帯を有するため好ましい。

【0172】

また、n型半導体の材料としては、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、クマリン誘導体、ローダミン誘導体、トリアジン誘導体、キノン誘導体等が挙げられる。

【0173】

活性層183が有するp型半導体の材料としては、銅 (II) フタロシアニン (Copper (II) phthalocyanine; CuPc)、テトラフェニルジベンゾペリフランテン (Tetraphenyl dibenzoperiflanthene; DBP)、亜鉛フタロシアニン (Zinc Phthalocyanine; ZnPc)、スズフタロシアニン (SnPc)、キナクリドン等の電子供与性の有機半導体材料が挙げられる。

【0174】

また、p型半導体の材料としては、カルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、フラン誘導体、芳香族アミン骨格を有する化合物等が挙げられる。さらに、p型半導体の材料としては、ナフタレン誘導体、アントラセン誘導体、ピレン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、ピロール誘導体、ベンゾフラン誘導体、ベンゾチオフェン誘導体、インドール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、インドロカルバゾール誘導体、ポルフィリン誘導体、フタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、キナクリドン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリパラフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリチオフェン誘導体等が挙げられる。

【0175】

電子供与性の有機半導体材料のHOMO準位は、電子受容性の有機半導体材料のHOMO準位よりも浅い（高い）ことが好ましい。電子供与性の有機半導体材料のLUMO準位は、電子受容性の有機半導体材料のLUMO準位よりも浅い（高い）ことが好ましい。

【0176】

電子受容性の有機半導体材料として、球状のフラレーンを用い、電子供与性の有機半導体

10

20

30

40

50

材料として、平面に近い形状の有機半導体材料を用いることが好ましい。似た形状の分子同士は集まりやすい傾向にあり、同種の分子が凝集すると、分子軌道のエネルギー準位が近いこと、キャリア輸送性を高めることができる。

【0177】

例えば、活性層183は、n型半導体とp型半導体と共蒸着して形成することが好ましい。

【0178】

発光層と活性層を兼ねる層289は、上述の発光物質、n型半導体、及びp型半導体を用いて形成することが好ましい。

【0179】

正孔注入層281、正孔輸送層282、活性層183、発光層193、電子輸送層284、電子注入層285、及び、発光層と活性層を兼ねる層289には低分子系化合物及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。各層は、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。

10

【0180】

以下では、図6～図9を用いて、本発明の一態様の表示装置の、より詳細な構成について説明する。

【0181】

[表示装置100A]

図6に表示装置100Aの斜視図を示し、図7に、表示装置100Aの断面図を示す。

20

【0182】

表示装置100Aは、基板152と基板151とが貼り合わされた構成を有する。図6では、基板152を破線で明示している。

【0183】

表示装置100Aは、表示部162、回路164、配線165等を有する。図6では表示装置100AにIC（集積回路）173及びFPC172が実装されている例を示している。そのため、図6に示す構成は、表示装置100A、IC、及びFPCを有する表示モジュールということもできる。

【0184】

回路164としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

30

【0185】

配線165は、表示部162及び回路164に信号及び電力を供給する機能を有する。当該信号及び電力は、FPC172を介して外部から、またはIC173から配線165に入力される。

【0186】

図6では、COG（Chip On Glass）方式またはCOF（Chip On Film）方式等により、基板151にIC173が設けられている例を示す。IC173は、例えば走査線駆動回路または信号線駆動回路などを有するICを適用できる。なお、表示装置100A及び表示モジュールは、ICを設けない構成としてもよい。また、ICを、COF方式等により、FPCに実装してもよい。

40

【0187】

図7に、図6で示した表示装置100Aの、FPC172を含む領域の一部、回路164を含む領域の一部、表示部162を含む領域の一部、及び、端部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。

【0188】

図7に示す表示装置100Aは、基板151と基板152の間に、トランジスタ201、トランジスタ205、トランジスタ206、トランジスタ207、発光デバイス190B、発光デバイス190G、受発光デバイス190R-PD、レンズ149等を有する。

【0189】

基板152と絶縁層214は接着層142を介して接着されている。発光デバイス190

50

B、発光デバイス190G、受発光デバイス190R-PDの封止には、固体封止構造または中空封止構造などが適用できる。図7では、基板152、接着層142、及び絶縁層214に囲まれた空間143が、不活性ガス（窒素やアルゴンなど）で充填されており、中空封止構造が適用されている。接着層142は、発光デバイス190B、発光デバイス190G、受発光デバイス190R-PDと重ねて設けられていてもよい。また、基板152、接着層142、及び絶縁層214に囲まれた空間143を、接着層142とは異なる樹脂で充填してもよい。

【0190】

発光デバイス190Bは、絶縁層214側から画素電極191、共通層112、発光層193B、共通層114、及び共通電極115の順に積層された積層構造を有する。画素電極191は、絶縁層214に設けられた開口を介して、トランジスタ207が有する導電層222bと接続されている。トランジスタ207は、発光デバイス190Bの駆動を制御する機能を有する。画素電極191の端部は、隔壁216によって覆われている。画素電極191は可視光を反射する材料を含み、共通電極115は可視光を透過する材料を含む。

10

【0191】

発光デバイス190Gは、絶縁層214側から画素電極191、共通層112、発光層193G、共通層114、及び共通電極115の順に積層された積層構造を有する。画素電極191は、絶縁層214に設けられた開口を介して、トランジスタ206が有する導電層222bと接続されている。トランジスタ206は、発光デバイス190Gの駆動を制御する機能を有する。

20

【0192】

受発光デバイス190R-PDは、絶縁層214側から画素電極191、共通層112、活性層183、発光層193R、共通層114、及び共通電極115の順に積層された積層構造を有する。画素電極191は、絶縁層214に設けられた開口を介して、トランジスタ205が有する導電層222bと電氣的に接続されている。トランジスタ205は、受発光デバイス190R-PDの駆動を制御する機能を有する。

【0193】

発光デバイス190B、発光デバイス190G、受発光デバイス190R-PDが発する光は、レンズ149を介して、基板152側に射出される。また、受発光デバイス190R-PDには、基板152、空間143、及びレンズ149を介して、光が入射する。レンズ149及び基板152には、可視光に対する透過性が高い材料を用いることが好ましい。

30

【0194】

レンズ149を介して受発光デバイス190R-PDに光が入射することで、受発光デバイス190R-PDに入射する光の範囲を狭くすることができる。これにより、複数の受発光デバイス190R-PD間で、撮像範囲が重なることを抑制でき、ぼやけの少ない鮮明な画像を撮像できる。

【0195】

また、レンズ149は、入射された光を集光できる。したがって、受発光デバイス190R-PDに入射される光の量を増やすことができる。これにより、受発光デバイス190R-PDの光電変換効率を高めることができる。また、受発光デバイス190R-PD、発光デバイス190G、190Bが発した光を効率よく表示装置100Aの外部に取り出すことができる。これにより、表示装置100Aの光取り出し効率を高めることができる。

40

【0196】

画素電極191は同一の材料及び同一の工程で作製することができる。共通層112、共通層114、及び共通電極115は、発光デバイス190B、発光デバイス190G、受発光デバイス190R-PDに共通して用いられる。受発光デバイス190R-PDは、赤色の光を呈する発光デバイスの構成に活性層183を追加した構成である。また、発光デバイス190B、発光デバイス190G、受発光デバイス190R-PDは、活性層1

50

83と各色の発光層193の構成が異なる以外は全て共通の構成とすることができる。これにより、作製工程を大幅に増やすことなく、表示装置100Aの表示部162に受光機能を付加することができる。

【0197】

基板152の基板151側の面には、遮光層BMが設けられている。遮光層BMは、発光デバイス190B、発光デバイス190G、受発光デバイス190R-PDのそれぞれと重なる位置に開口を有する。遮光層BMを設けることで、受発光デバイス190R-PDが光を検出する範囲を制御することができる。また、遮光層BMを有することで、対象物を介さずに、発光デバイス190から受発光デバイス190R-PDに光が入射することを抑制できる。したがって、ノイズが少なく感度の高いセンサを実現できる。

10

【0198】

トランジスタ201、トランジスタ205、トランジスタ206、及びトランジスタ207は、いずれも基板151上に形成されている。これらのトランジスタは、同一の材料及び同一の工程により作製することができる。

【0199】

基板151上には、絶縁層211、絶縁層213、絶縁層215、及び絶縁層214がこの順で設けられている。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213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215は、トランジスタを覆って設けられる。絶縁層214は、トランジスタを覆って設けられ、平坦化層としての機能を有する。なお、ゲート絶縁層の数及びトランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、それぞれ単層であっても2層以上であってもよい。

20

【0200】

トランジスタを覆う絶縁層の少なくとも一層に、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。これにより、絶縁層をバリア層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、トランジスタに外部から不純物が拡散することを効果的に抑制でき、表示装置の信頼性を高めることができる。

【0201】

絶縁層211、絶縁層213、及び絶縁層215としては、それぞれ、無機絶縁膜を用いることが好ましい。無機絶縁膜としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などを用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化窒化ハフニウム膜、窒化酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を2以上積層して用いてもよい。なお、基板151とトランジスタとの間に下地膜を設けてもよい。当該下地膜にも上記の無機絶縁膜を用いることができる。

30

【0202】

ここで、有機絶縁膜は、無機絶縁膜に比べてバリア性が低いことが多い。そのため、有機絶縁膜は、表示装置100Aの端部近傍に開口を有することが好ましい。これにより、表示装置100Aの端部から有機絶縁膜を介して不純物が入り込むことを抑制することができる。または、有機絶縁膜の端部が表示装置100Aの端部よりも内側にくるように有機絶縁膜を形成し、表示装置100Aの端部に有機絶縁膜が露出しないようにしてもよい。

40

【0203】

平坦化層として機能する絶縁層214には、有機絶縁膜が好適である。有機絶縁膜に用いることができる材料としては、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。

【0204】

図7に示す領域228では、絶縁層214に開口が形成されている。これにより、絶縁層214に有機絶縁膜を用いる場合であっても、絶縁層214を介して外部から表示部16

50

2に不純物が入り込むことを抑制できる。したがって、表示装置100Aの信頼性を高めることができる。

【0205】

トランジスタ201、トランジスタ205、トランジスタ206、及びトランジスタ207は、ゲートとして機能する導電層221、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211、ソース及びドレインとして機能する導電層222a及び導電層222b、半導体層231、ゲート絶縁層として機能する絶縁層213、並びに、ゲートとして機能する導電層223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。絶縁層211は、導電層221と半導体層231との間に位置する。絶縁層213は、導電層223と半導体層231との間に位置する。

10

【0206】

本実施の形態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、スタガ型のトランジスタ、逆スタガ型のトランジスタ等を用いることができる。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、チャンネルが形成される半導体層の上下にゲートが設けられていてもよい。

【0207】

トランジスタ201、トランジスタ205、トランジスタ206、及びトランジスタ207には、チャンネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。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。または、2つのゲートのうち、一方に閾値電圧を制御するための電位を供給し、他方に駆動のための電位を供給することで、トランジスタの閾値電圧を制御してもよい。

20

【0208】

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。

【0209】

トランジスタの半導体層は、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）を有することが好ましい。または、トランジスタの半導体層は、シリコンを有していてもよい。シリコンとしては、アモルファスシリコン、結晶性のシリコン（低温ポリシリコン、単結晶シリコンなど）などが挙げられる。

30

【0210】

半導体層は、例えば、インジウムと、M（Mは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、及びマグネシウムから選ばれた一種または複数種）と、亜鉛と、を有することが好ましい。特に、Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズから選ばれた一種または複数種であることが好ましい。

40

【0211】

特に、半導体層として、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、及び亜鉛（Zn）を含む酸化物（IGZOとも記す）を用いることが好ましい。

【0212】

半導体層がIn-M-Zn酸化物の場合、当該In-M-Zn酸化物におけるInの原子数比はMの原子数比以上であることが好ましい。このようなIn-M-Zn酸化物の金属元素の原子数比として、In:M:Zn=1:1:1またはその近傍の組成、In:M:Zn=1:1:1.2またはその近傍の組成、In:M:Zn=2:1:3またはその近傍の組成、In:M:Zn=3:1:2またはその近傍の組成、In:M:Zn=4:2:3またはその近傍の組成、In:M:Zn=4:2:4.1またはその近傍の組成、I

50

$n : M : Zn = 5 : 1 : 3$  またはその近傍の組成、 $In : M : Zn = 5 : 1 : 6$  またはその近傍の組成、 $In : M : Zn = 5 : 1 : 7$  またはその近傍の組成、 $In : M : Zn = 5 : 1 : 8$  またはその近傍の組成、 $In : M : Zn = 6 : 1 : 6$  またはその近傍の組成、 $In : M : Zn = 5 : 2 : 5$  またはその近傍の組成、等が挙げられる。なお、近傍の組成とは、所望の原子数比の  $\pm 30\%$  の範囲を含む。

【0213】

例えば、原子数比が  $In : Ga : Zn = 4 : 2 : 3$  またはその近傍の組成と記載する場合、 $In$  の原子数比を 4 としたとき、 $Ga$  の原子数比が 1 以上 3 以下であり、 $Zn$  の原子数比が 2 以上 4 以下である場合を含む。また、原子数比が  $In : Ga : Zn = 5 : 1 : 6$  またはその近傍の組成と記載する場合、 $In$  の原子数比を 5 としたときに、 $Ga$  の原子数比が 0.1 より大きく 2 以下であり、 $Zn$  の原子数比が 5 以上 7 以下である場合を含む。また、原子数比が  $In : Ga : Zn = 1 : 1 : 1$  またはその近傍の組成と記載する場合、 $In$  の原子数比を 1 としたときに、 $Ga$  の原子数比が 0.1 より大きく 2 以下であり、 $Zn$  の原子数比が 0.1 より大きく 2 以下である場合を含む。

10

【0214】

回路 164 が有するトランジスタと、表示部 162 が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路 164 が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2 種類以上であってもよい。同様に、表示部 162 が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2 種類以上であってもよい。

【0215】

基板 151 の、基板 152 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 では、配線 165 が導電層 166 及び接続層 242 を介して FPC 172 と電気的に接続されている。接続部 204 の上面は、画素電極 191 と同一の導電膜を加工して得られた導電層 166 が露出している。これにより、接続部 204 と FPC 172 とを接続層 242 を介して電気的に接続することができる。

20

【0216】

基板 152 の外側には各種光学部材を配置することができる。光学部材としては、偏光板、位相差板、光拡散層（拡散フィルムなど）、反射防止層、及び集光フィルム等が挙げられる。また、基板 152 の外側には、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、衝撃吸収層等を配置してもよい。

30

【0217】

基板 151 及び基板 152 には、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイア、樹脂などを用いることができる。基板 151 及び基板 152 に可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高めることができる。

【0218】

接続層としては、異方性導電フィルム（ACF: Anisotropic Conductive Film）、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。

【0219】

トランジスタのゲート、ソース及びドレインのほか、表示装置を構成する各種配線及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、及びタングステンなどの金属、並びに、当該金属を主成分とする合金などが挙げられる。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。

40

【0220】

また、透光性を有する導電材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む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、及びチタンなどの金属材料や

50

、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ることが好ましい。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及び電極などの導電層や、発光デバイス及び受発光デバイスが有する導電層（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。

#### 【0221】

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、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂、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が挙げられる。

10

#### 【0222】

##### [表示装置100B]

図8Aに、表示装置100Bの断面図を示す。

#### 【0223】

表示装置100Bは、保護層195を有する点、及び、固体封止構造が適用されている点で、主に表示装置100Aと異なる。表示装置100Aと同様の構成については、詳細な説明を省略する。

#### 【0224】

発光デバイス190B、発光デバイス190G、及び受発光デバイス190R-PDを覆う保護層195を設けることで、発光デバイス190B、発光デバイス190G、及び受発光デバイス190R-PDに水などの不純物が入り込むことを抑制し、発光デバイス190B、発光デバイス190G、及び受発光デバイス190R-PDの信頼性を高めることができる。

20

#### 【0225】

表示装置100Bの端部近傍の領域228において、絶縁層214の開口を介して、絶縁層215と保護層195とが互いに接することが好ましい。特に、絶縁層215が有する無機絶縁膜と保護層195が有する無機絶縁膜とが互いに接することが好ましい。これにより、有機絶縁膜を介して外部から表示部162に不純物が入り込むことを抑制することができる。したがって、表示装置100Bの信頼性を高めることができる。

30

#### 【0226】

保護層195は単層であっても積層構造であってもよく、例えば、保護層195は、共通電極115上の無機絶縁層と、無機絶縁層上の有機絶縁層と、有機絶縁層上の無機絶縁層と、を有する3層構造であってもよい。このとき、有機絶縁膜の端部よりも無機絶縁膜の端部を外側に延在させることが好ましい。

#### 【0227】

また、表示装置100Bでは、保護層195と基板152とが接着層142によって貼り合わされている。接着層142は、発光デバイス190B、発光デバイス190G、及び受発光デバイス190R-PDとそれぞれ重ねて設けられており、表示装置100Bには、固体封止構造が適用されている。

40

#### 【0228】

なお、発光デバイスが有する発光層は、受発光デバイスが有する発光層及び活性層と重なる部分を有していてもよい。同様に、発光デバイスが有する発光層は、他の発光デバイスが有する発光層と重なる部分を有していてもよい。このような構成とすることで、表示装置の精細度を高めることができる。例えば、図8Bでは、隔壁216上において、受発光デバイス190R-PDが有する活性層183及び発光層193Rの上に、発光デバイス190Gが有する発光層193Gが重なっている例を示す。

#### 【0229】

##### [表示装置100C]

50

図 9 A に、表示装置 1 0 0 C の断面図を示す。

【 0 2 3 0 】

表示装置 1 0 0 C は、レンズ 1 4 9 が保護層 1 9 5 上に接して設けられている点で、表示装置 1 0 0 B と異なる。このような構成であっても、表示装置の光電変換機能の感度と、光取り出し効率と、を高くすることができる。

【 0 2 3 1 】

さらに、表示装置 1 0 0 C は、トランジスタの構造が、表示装置 1 0 0 B と異なる。

【 0 2 3 2 】

表示装置 1 0 0 C は、基板 1 5 3 上に、トランジスタ 2 0 8、トランジスタ 2 0 9、及びトランジスタ 2 1 0 を有する。

10

【 0 2 3 3 】

トランジスタ 2 0 8、トランジスタ 2 0 9、及びトランジスタ 2 1 0 は、ゲートとして機能する導電層 2 2 1、ゲート絶縁層として機能する絶縁層 2 1 1、チャンネル形成領域 2 3 1 i 及び一对の低抵抗領域 2 3 1 n を有する半導体層、一对の低抵抗領域 2 3 1 n の一方と接続する導電層 2 2 2 a、一对の低抵抗領域 2 3 1 n の他方と接続する導電層 2 2 2 b、ゲート絶縁層として機能する絶縁層 2 2 5、ゲートとして機能する導電層 2 2 3、並びに、導電層 2 2 3 を覆う絶縁層 2 1 5 を有する。絶縁層 2 1 1 は、導電層 2 2 1 とチャンネル形成領域 2 3 1 i との間に位置する。絶縁層 2 2 5 は、導電層 2 2 3 とチャンネル形成領域 2 3 1 i との間に位置する。

【 0 2 3 4 】

導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b は、それぞれ、絶縁層 2 2 5 及び絶縁層 2 1 5 に設けられた開口を介して低抵抗領域 2 3 1 n と接続される。導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b のうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

20

【 0 2 3 5 】

発光デバイス 1 9 0 G の画素電極 1 9 1 は、導電層 2 2 2 b を介してトランジスタ 2 0 8 の一对の低抵抗領域 2 3 1 n の一方と電氣的に接続される。

【 0 2 3 6 】

受発光デバイス 1 9 0 R - P D の画素電極 1 9 1 は、導電層 2 2 2 b を介してトランジスタ 2 0 9 の一对の低抵抗領域 2 3 1 n の一方と電氣的に接続される。

【 0 2 3 7 】

図 9 A では、絶縁層 2 2 5 が半導体層の上面及び側面を覆う例を示す。一方、図 9 B に示すトランジスタ 2 0 2 では、絶縁層 2 2 5 は、半導体層 2 3 1 のチャンネル形成領域 2 3 1 i と重なり、低抵抗領域 2 3 1 n とは重ならない。例えば、導電層 2 2 3 をマスクに絶縁層 2 2 5 を加工することで、図 9 B に示す構造を作製できる。トランジスタ 2 0 2 では、絶縁層 2 2 5 及び導電層 2 2 3 を覆って絶縁層 2 1 5 が設けられ、絶縁層 2 1 5 の開口を介して、導電層 2 2 2 a 及び導電層 2 2 2 b がそれぞれ低抵抗領域 2 3 1 n と接続されている。さらに、トランジスタを覆う絶縁層 2 1 8 を設けてもよい。

30

【 0 2 3 8 】

また、表示装置 1 0 0 C は、基板 1 5 1 及び基板 1 5 2 を有さず、基板 1 5 3、基板 1 5 4、接着層 1 5 5、及び絶縁層 2 1 2 を有する点で、表示装置 1 0 0 B と異なる。

40

【 0 2 3 9 】

基板 1 5 3 と絶縁層 2 1 2 とは接着層 1 5 5 によって貼り合わされている。基板 1 5 4 と保護層 1 9 5 とは接着層 1 4 2 によって貼り合わされている。

【 0 2 4 0 】

表示装置 1 0 0 C は、作製基板上で形成された絶縁層 2 1 2、トランジスタ 2 0 8、トランジスタ 2 0 9、トランジスタ 2 1 0、受発光デバイス 1 9 0 R - P D、及び発光デバイス 1 9 0 G 等を、基板 1 5 3 上に転置することで作製される構成である。基板 1 5 3 及び基板 1 5 4 は、それぞれ、可撓性を有することが好ましい。これにより、表示装置 1 0 0 C の可撓性を高めることができる。

【 0 2 4 1 】

50

絶縁層 2 1 2 には、絶縁層 2 1 1、絶縁層 2 1 3、及び絶縁層 2 1 5 に用いることができる無機絶縁膜を用いることができる。

【 0 2 4 2 】

以上のように、本実施の形態の表示装置は、いずれかの色を呈する副画素に、発光デバイスの代わりとして、受発光デバイスを設ける。受発光デバイスが、発光デバイスと受光デバイスとを兼ねることで、画素に含まれる副画素の数を増やさずに、画素に受光機能を付与することができる。また、表示装置の精細度や、各副画素の開口率を下げずに、画素に受光機能を付与することができる。

【 0 2 4 3 】

また、本実施の形態の表示装置では、レンズを介して受発光デバイスに光が入射することで、受発光デバイスの光電変換効率を高めることができる。また、本実施の形態の表示装置では、受発光デバイス及び発光デバイスのそれぞれが発した光を、レンズを介して表示装置の外部に射出するため、表示装置の光取り出し効率を高めることができる。

10

【 0 2 4 4 】

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

【 0 2 4 5 】

(実施の形態 2)

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

20

【 0 2 4 6 】

金属酸化物は、少なくともインジウムまたは亜鉛を含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、ズズなどが含まれていることが好ましい。また、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、マグネシウム、コバルトなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

【 0 2 4 7 】

また、金属酸化物は、スパッタリング法、有機金属化学気相成長(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法などの化学気相成長(CVD: Chemical Vapor Deposition)法や、原子層堆積(ALD: Atomic Layer Deposition)法などにより形成することができる。

30

【 0 2 4 8 】

<結晶構造の分類>

酸化物半導体の結晶構造としては、アモルファス(completely amorphousを含む)、CAAC(c-axis-aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)、CAC(cloud-aligned composite)、単結晶(single crystal)、及び多結晶(poly crystal)等が挙げられる。

40

【 0 2 4 9 】

なお、膜または基板の結晶構造は、X線回折(XRD: X-Ray Diffraction)スペクトルを用いて評価することができる。例えば、GI XD(Grazing-Incidence XRD)測定で得られるXRDスペクトルを用いて評価することができる。なお、GI XD法は、薄膜法またはSeemann-Bohlin法ともいう。

【 0 2 5 0 】

例えば、石英ガラス基板では、XRDスペクトルのピークの形状がほぼ左右対称である。一方で、結晶構造を有するIGZO膜では、XRDスペクトルのピークの形状が左右非対称である。XRDスペクトルのピークの形状が左右非対称であることは、膜中または基板

50

中の結晶の存在を明示している。別言すると、XRDスペクトルのピークの形状で左右対称でない、膜または基板は非晶質状態であるとは言えない。

【0251】

また、膜または基板の結晶構造は、極微電子線回折法(NBED: Nano Beam Electron Diffraction)によって観察される回折パターン(極微電子線回折パターンともいう)にて評価することができる。例えば、石英ガラス基板の回折パターンでは、ハローが観察され、石英ガラスは、非晶質状態であることが確認できる。また、室温成膜したIGZO膜の回折パターンでは、ハローではなく、スポット状のパターンが観察される。このため、室温成膜したIGZO膜は、結晶状態でもなく、非晶質状態でもない、中間状態であり、非晶質状態であると結論することはできないと推定される。

10

【0252】

<<酸化物半導体の構造>>

なお、酸化物半導体は、構造に着目した場合、上記とは異なる分類となる場合がある。例えば、酸化物半導体は、単結晶酸化物半導体と、それ以外の非単結晶酸化物半導体と、に分けられる。非単結晶酸化物半導体としては、例えば、上述のCAAC-OS、及びnc-OSがある。また、非単結晶酸化物半導体には、多結晶酸化物半導体、擬似非晶質酸化物半導体(a-like OS: amorphous-like oxide semiconductor)、非晶質酸化物半導体、などが含まれる。

【0253】

ここで、上述のCAAC-OS、nc-OS、及びa-like OSの詳細について、

20

【0254】

[CAAC-OS]

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

30

【0255】

なお、上記複数の結晶領域のそれぞれは、1つまたは複数の微小な結晶(最大径が10nm未満である結晶)で構成される。結晶領域が1つの微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の最大径は10nm未満となる。また、結晶領域が多数の微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の大きさは、数十nm程度となる場合がある。

【0256】

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

40

【0257】

CAAC-OS膜に対し、例えば、XRD装置を用いて構造解析を行うと、 / 2 スキ

50

ランを用いた Out - o f - p l a n e X R D 測定では、c 軸配向を示すピークが  $2 = 31^\circ$  またはその近傍に検出される。なお、c 軸配向を示すピークの位置 ( $2\theta$  の値) は、C A A C - O S を構成する金属元素の種類、組成などにより変動する場合がある。

【0258】

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

【0259】

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

【0260】

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

【0261】

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

【0262】

[ n c - O S ]

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

10

20

30

40

50

ポットが観測される電子線回折パターンが取得される場合がある。

【0263】

[ a - l i k e O S ]

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

【0264】

<< 酸化半導体の構成 >>

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

10

【0265】

[ C A C - O S ]

C A C - O Sとは、例えば、金属酸化物を構成する元素が、0.5 nm以上10 nm以下、好ましくは、1 nm以上3 nm以下、またはその近傍のサイズで偏在した材料の一構成である。なお、以下では、金属酸化物において、一つまたは複数の金属元素が偏在し、該金属元素を有する領域が、0.5 nm以上10 nm以下、好ましくは、1 nm以上3 nm以下、またはその近傍のサイズで混合した状態をモザイク状、またはパッチ状ともいう。

【0266】

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

20

【0267】

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

30

【0268】

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

【0269】

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

40

【0270】

また、I n - G a - Z n酸化物におけるC A C - O Sとは、I n、G a、Z n、及びOを含む材料構成において、一部にG aを主成分とする領域と、一部にI nを主成分とする領域とが、それぞれモザイク状であり、これらの領域がランダムに存在している構成をいう。よって、C A C - O Sは、金属元素が不均一に分布した構造を有していると推測される。

【0271】

C A C - O Sは、例えば基板を加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、C A C - O Sをスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス（代表的にはアルゴン）、酸素ガス、及び窒素ガスの中から選ばれたいずれか一

50

つまたは複数を用いればよい。また、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比は低いほど好ましく、例えば、成膜時の成膜ガスの総流量に対する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。

【0272】

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、Inを主成分とする領域(第1の領域)と、Gaを主成分とする領域(第2の領域)とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

【0273】

ここで、第1の領域は、第2の領域と比較して、導電性が高い領域である。つまり、第1の領域を、キャリアが流れることにより、金属酸化物としての導電性が発現する。従って、第1の領域が、金属酸化物中にクラウド状に分布することで、高い電界効果移動度( $\mu$ )が実現できる。

【0274】

一方、第2の領域は、第1の領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、第2の領域が、金属酸化物中に分布することで、リーク電流を抑制することができる。

【0275】

従って、CAC-OSをトランジスタに用いる場合、第1の領域に起因する導電性と、第2の領域に起因する絶縁性とが、相補的に作用することにより、スイッチングさせる機能(On/Offさせる機能)をCAC-OSに付与することができる。つまり、CAC-OSとは、材料の一部では導電性の機能と、材料の一部では絶縁性の機能とを有し、材料の全体では半導体としての機能を有する。導電性の機能と絶縁性の機能とを分離させることで、双方の機能を最大限に高めることができる。よって、CAC-OSをトランジスタに用いることで、高いオン電流( $I_{on}$ )、高い電界効果移動度( $\mu$ )、及び良好なスイッチング動作を実現することができる。

【0276】

また、CAC-OSを用いたトランジスタは、信頼性が高い。従って、CAC-OSは、表示装置をはじめとするさまざまな半導体装置に最適である。

【0277】

酸化物半導体は、多様な構造をとり、それぞれが異なる特性を有する。本発明の一態様の酸化物半導体は、非晶質酸化物半導体、多結晶酸化物半導体、a-like OS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OSのうち、二種以上を有していてもよい。

【0278】

<酸化物半導体を有するトランジスタ>

続いて、上記酸化物半導体をトランジスタに用いる場合について説明する。

【0279】

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

【0280】

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

【0281】

10

20

30

40

50

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

【0282】

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

【0283】

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

【0284】

<不純物>

ここで、酸化物半導体中における各不純物の影響について説明する。

【0285】

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

【0286】

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

【0287】

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

【0288】

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

【0289】

不純物が十分に低減された酸化物半導体をトランジスタのチャネル形成領域に用いること

で、安定した電気特性を付与することができる。

【0290】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0291】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について、図10～図12を用いて説明する。

【0292】

本実施の形態の電子機器は、本発明の一態様の表示装置を有する。例えば、電子機器の表示部に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。本発明の一態様の表示装置は、光を検出する機能を有するため、表示部で生体認証を行うことや、タッチ動作（接触または近接）を検出することができる。これにより、電子機器の機能性や利便性を高めることができる。

10

【0293】

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用などのモニタ、デジタルサイネージ、パチンコ機などの大型ゲーム機などの比較的大きな画面を備える電子機器の他、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、などが挙げられる。

【0294】

本実施の形態の電子機器は、センサ（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）を有していてもよい。

20

【0295】

本実施の形態の電子機器は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）を実行する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出す機能等を有することができる。

30

【0296】

図10Aに示す電子機器6500は、スマートフォンとして用いることのできる携帯情報端末機である。

【0297】

電子機器6500は、筐体6501、表示部6502、電源ボタン6503、ボタン6504、スピーカ6505、マイク6506、カメラ6507、及び光源6508等を有する。表示部6502はタッチパネル機能を備える。

【0298】

表示部6502に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0299】

図10Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

40

【0300】

筐体6501の表示面側には透光性を有する保護部材6510が設けられ、筐体6501と保護部材6510に囲まれた空間内に、表示パネル6511、光学部材6512、タッチセンサパネル6513、プリント基板6517、バッテリー6518等が配置されている。

【0301】

保護部材6510には、表示パネル6511、光学部材6512、及びタッチセンサパネル6513が接着層（図示しない）により固定されている。

【0302】

表示部6502よりも外側の領域において、表示パネル6511の一部が折り返されてお

50

り、当該折り返された部分にF P C 6 5 1 5が接続されている。F P C 6 5 1 5には、I C 6 5 1 6が実装されている。F P C 6 5 1 5は、プリント基板6 5 1 7に設けられた端子に接続されている。

【0303】

表示パネル6 5 1 1には本発明の一態様のフレキシブルディスプレイを適用することができる。そのため、極めて軽量の電子機器を実現できる。また、表示パネル6 5 1 1が極めて薄いため、電子機器の厚さを抑えつつ、大容量のバッテリー6 5 1 8を搭載することもできる。また、表示パネル6 5 1 1の一部を折り返して、画素部の裏側にF P C 6 5 1 5との接続部を配置することにより、狭額縁の電子機器を実現できる。

【0304】

表示パネル6 5 1 1に、本発明の一態様の表示装置を用いることで、表示部6 5 0 2で撮像を行うことができる。例えば、表示パネル6 5 1 1で指紋を撮像し、指紋認証を行うことができる。

【0305】

表示部6 5 0 2が、さらに、タッチセンサパネル6 5 1 3を有することで、表示部6 5 0 2に、タッチパネル機能を付与することができる。タッチセンサパネル6 5 1 3としては、静電容量方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、光学方式、感圧方式など様々な方式を用いることができる。または、表示パネル6 5 1 1を、タッチセンサとして機能させてもよく、その場合、タッチセンサパネル6 5 1 3を設けなくてもよい。

【0306】

図1 1 Aにテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置7 1 0 0は、筐体7 1 0 1に表示部7 0 0 0が組み込まれている。ここでは、スタンド7 1 0 3により筐体7 1 0 1を支持した構成を示している。

【0307】

表示部7 0 0 0に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0308】

図1 1 Aに示すテレビジョン装置7 1 0 0の操作は、筐体7 1 0 1が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7 1 1 1により行うことができる。または、表示部7 0 0 0にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部7 0 0 0に触れることでテレビジョン装置7 1 0 0を操作してもよい。リモコン操作機7 1 1 1は、当該リモコン操作機7 1 1 1から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機7 1 1 1が備える操作キーまたはタッチパネルにより、チャンネル及び音量の操作を行うことができ、表示部7 0 0 0に表示される映像を操作することができる。

【0309】

なお、テレビジョン装置7 1 0 0は、受信機及びモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができる。また、モデムを介して有線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。

【0310】

図1 1 Bに、ノート型パーソナルコンピュータの一例を示す。ノート型パーソナルコンピュータ7 2 0 0は、筐体7 2 1 1、キーボード7 2 1 2、ポインティングデバイス7 2 1 3、外部接続ポート7 2 1 4等を有する。筐体7 2 1 1に、表示部7 0 0 0が組み込まれている。

【0311】

表示部7 0 0 0に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0312】

図1 1 C、図1 1 Dに、デジタルサイネージの一例を示す。

【0313】

図1 1 Cに示すデジタルサイネージ7 3 0 0は、筐体7 3 0 1、表示部7 0 0 0、及びス

10

20

30

40

50

ピーカ7303等を有する。さらに、LEDランプ、操作キー（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

【0314】

図11Dは円柱状の柱7401に取り付けられたデジタルサイネージ7400である。デジタルサイネージ7400は、柱7401の曲面に沿って設けられた表示部7000を有する。

【0315】

図11C、図11Dにおいて、表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0316】

表示部7000が広いほど、一度に提供できる情報量を増やすことができる。また、表示部7000が広いほど、人の目につきやすく、例えば、広告の宣伝効果を高めることができる。

【0317】

表示部7000にタッチパネルを適用することで、表示部7000に画像または動画を表示するだけでなく、ユーザーが直感的に操作することができ、好ましい。また、路線情報もしくは交通情報などの情報を提供するための用途に用いる場合には、直感的な操作によりユーザビリティを高めることができる。

【0318】

また、図11C、図11Dに示すように、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400は、ユーザーが所持するスマートフォン等の情報端末機7311または情報端末機7411と無線通信により連携可能であることが好ましい。例えば、表示部7000に表示される広告の情報を、情報端末機7311または情報端末機7411の画面に表示させることができる。また、情報端末機7311または情報端末機7411を操作することで、表示部7000の表示を切り替えることができる。

【0319】

また、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400に、情報端末機7311または情報端末機7411の画面を操作手段（コントローラ）としたゲームを実行させることもできる。これにより、不特定多数のユーザーが同時にゲームに参加し、楽しむことができる。

【0320】

図12A～図12Fに示す電子機器は、筐体9000、表示部9001、スピーカ9003、操作キー9005（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子9006、センサ9007（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9008、等を有する。

【0321】

図12A～図12Fに示す電子機器は、様々な機能を有する。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、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処理する機能、等を有することができる。なお、電子機器の機能はこれらに限られず、様々な機能を有することができる。電子機器は、複数の表示部を有していてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画や動画を撮影し、記録媒体（外部またはカメラに内蔵）に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有していてもよい。

【0322】

図12A～図12Fに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

【0323】

10

20

30

40

50

図 1 2 A は、携帯情報端末 9 1 0 1 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 1 0 1 は、例えばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末 9 1 0 1 は、スピーカ 9 0 0 3、接続端子 9 0 0 6、センサ 9 0 0 7 等を設けてもよい。また、携帯情報端末 9 1 0 1 は、文字や画像情報をその複数の面に表示することができる。図 1 2 A では 3 つのアイコン 9 0 5 0 を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報 9 0 5 1 を表示部 9 0 0 1 の他の面に表示することもできる。情報 9 0 5 1 の一例としては、電子メール、SNS、電話などの着信の通知、電子メールや SNS などの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、電波強度などがある。または、情報 9 0 5 1 が表示されている位置にはアイコン 9 0 5 0 などを表示してもよい。

#### 【 0 3 2 4 】

図 1 2 B は、携帯情報端末 9 1 0 2 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 1 0 2 は、表示部 9 0 0 1 の 3 面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報 9 0 5 2、情報 9 0 5 3、情報 9 0 5 4 がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えばユーザーは、洋服の胸ポケットに携帯情報端末 9 1 0 2 を収納した状態で、携帯情報端末 9 1 0 2 の上方から観察できる位置に表示された情報 9 0 5 3 を確認することもできる。ユーザーは、携帯情報端末 9 1 0 2 をポケットから取り出すことなく表示を確認し、例えば電話を受けるか否かを判断できる。

#### 【 0 3 2 5 】

図 1 2 C は、腕時計型の携帯情報端末 9 2 0 0 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 2 0 0 は、例えばスマートウォッチとして用いることができる。また、表示部 9 0 0 1 はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末 9 2 0 0 は、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末 9 2 0 0 は、接続端子 9 0 0 6 により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うことや、充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

#### 【 0 3 2 6 】

図 1 2 D ~ 図 1 2 F は、折り畳み可能な携帯情報端末 9 2 0 1 を示す斜視図である。また、図 1 2 D は携帯情報端末 9 2 0 1 を展開した状態、図 1 2 F は折り畳んだ状態、図 1 2 E は図 1 2 D と図 1 2 F の一方から他方に変化する途中の状態の斜視図である。携帯情報端末 9 2 0 1 は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末 9 2 0 1 が有する表示部 9 0 0 1 は、ヒンジ 9 0 5 5 によって連結された 3 つの筐体 9 0 0 0 に支持されている。例えば、表示部 9 0 0 1 は、曲率半径 0 . 1 mm 以上 1 5 0 mm 以下で曲げることができる。

#### 【 0 3 2 7 】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 3 2 8 】

1 0 A : 表示装置、1 0 B : 表示装置、1 0 C : 表示装置、2 1 : 光、2 1 B : 光、2 1 G : 光、2 1 R : 光、2 2 : 光、2 2 a : 光、2 2 b : 光、1 0 0 A : 表示装置、1 0 0 B : 表示装置、1 0 0 C : 表示装置、1 1 2 : 共通層、1 1 4 : 共通層、1 1 5 : 共通電極、1 4 2 : 接着層、1 4 3 : 空間、1 4 5 : トランジスタ、1 4 9 : レンズ、1 5 1 : 基板、1 5 2 : 基板、1 5 3 : 基板、1 5 4 : 基板、1 5 5 : 接着層、1 6 2 : 表示部、1 6 4 : 回路、1 6 5 : 配線、1 6 6 : 導電層、1 7 2 : F P C、1 7 3 : I C、1 8 3 : 活性層、1 9 0 : 発光デバイス、1 9 0 B : 発光デバイス、1 9 0 G : 発光デバイス、1 9 0 R - P D : 受発光デバイス、1 9 1 : 画素電極、1 9 2 : バッファ層、1 9 2 B : バッファ層、1 9 2 G : バッファ層、1 9 2 R : バッファ層、1 9 3 : 発光層、1 9 3 B : 発光層、1 9 3 G : 発光層、1 9 3 R : 発光層、1 9 4 : バッファ層、1 9 4 B : バッファ層、1 9 4 G : バッファ層、1 9 4 R : バッファ層、1 9 5 : 保護層、1 9 8 : 対象物、2 0 0 : 表示装置、2 0 1 : トランジスタ、2 0 2 : 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 : トランジスタ、2 0 8 : トラ

10

20

30

40

50

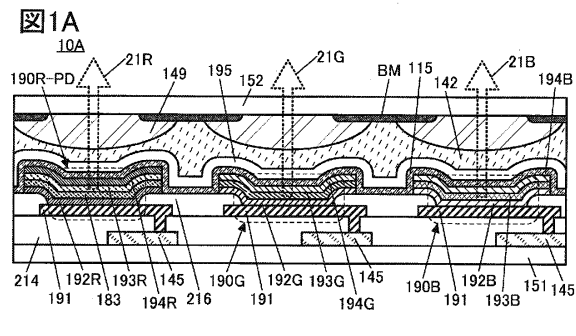
ンジスタ、209：トランジスタ、210：トランジスタ、211：絶縁層、212：絶縁層、213：絶縁層、214：絶縁層、215：絶縁層、216：隔壁、218：絶縁層、221：導電層、222a：導電層、222b：導電層、223：導電層、225：絶縁層、228：領域、231：半導体層、231i：チャンネル形成領域、231n：低抵抗領域、242：接続層、251：基板、252：指、254：受発光デバイスを有する層、255：機能層、257：発光デバイスを有する層、258：スタイラス、259：基板、261：接触部、262：指紋、263：撮像範囲、266：軌跡、270B：発光デバイス、270G：発光デバイス、270R-PD：受発光デバイス、271：画素電極、273：活性層、275：共通電極、277：第1の電極、278：第2の電極、280：表示装置、281：正孔注入層、282：正孔輸送層、283B：発光層、283G：発光層、283R：発光層、284：電子輸送層、285：電子注入層、289：発光層と活性層を兼ねる層、6500：電子機器、6501：筐体、6502：表示部、6503：電源ボタン、6504：ボタン、6505：スピーカ、6506：マイク、6507：カメラ、6508：光源、6510：保護部材、6511：表示パネル、6512：光学部材、6513：タッチセンサパネル、6515：FPC、6516：IC、6517：プリント基板、6518：バッテリー、7000：表示部、7100：テレビジョン装置、7101：筐体、7103：スタンド、7111：リモコン操作機、7200：ノート型パーソナルコンピュータ、7211：筐体、7212：キーボード、7213：ポインティングデバイス、7214：外部接続ポート、7300：デジタルサイネージ、7301：筐体、7303：スピーカ、7311：情報端末機、7400：デジタルサイネージ、7401：柱、7411：情報端末機、9000：筐体、9001：表示部、9003：スピーカ、9005：操作キー、9006：接続端子、9007：センサ、9008：マイクロフォン、9050：アイコン、9051：情報、9052：情報、9053：情報、9054：情報、9055：ヒンジ、9101：携帯情報端末、9102：携帯情報端末、9200：携帯情報端末、9201：携帯情報端末

10

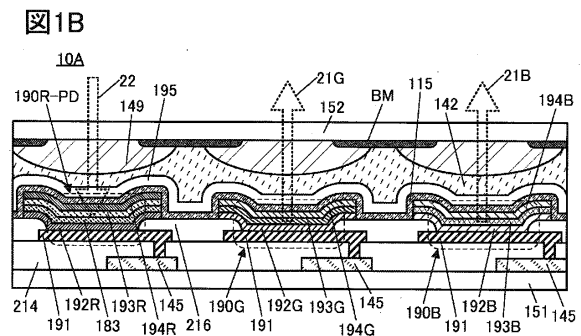
20

【図面】

【図1A】



【図1B】



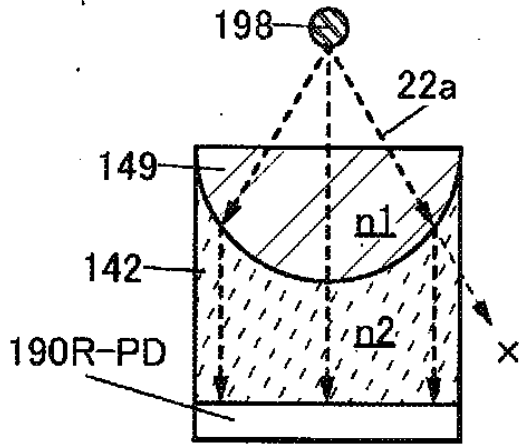
30

40

50

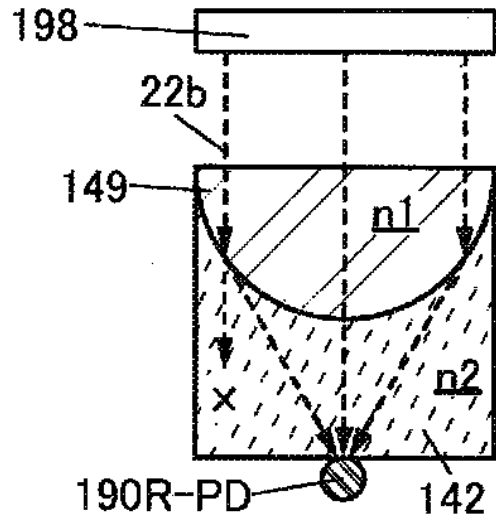
【図1C】

図1C



【図1D】

図1D

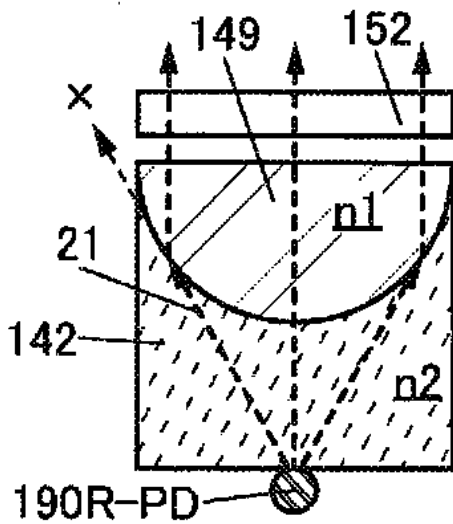


10

20

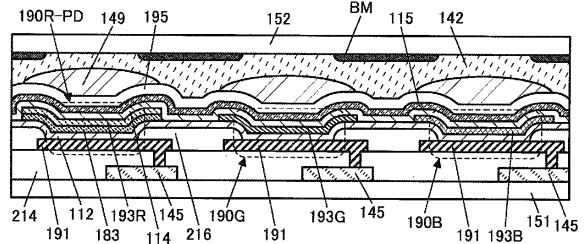
【図1E】

図1E



【図2A】

図2A



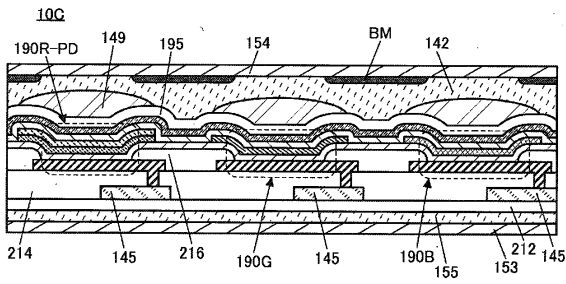
30

40

50

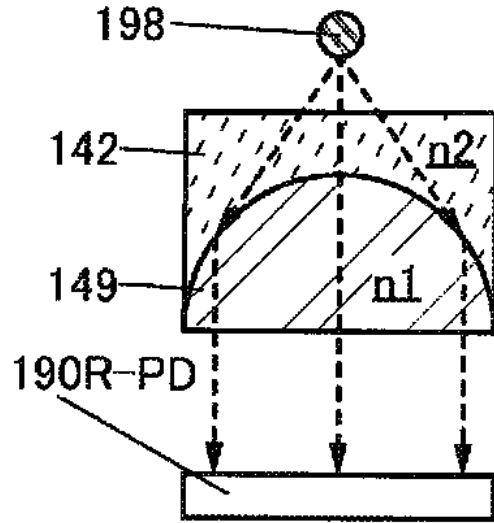
【図 2 B】

図2B



【図 2 C】

図2C

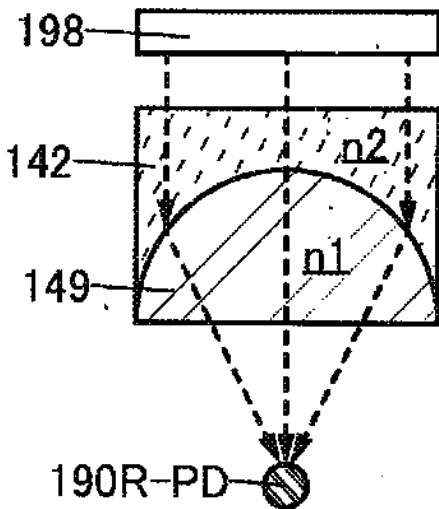


10

20

【図 2 D】

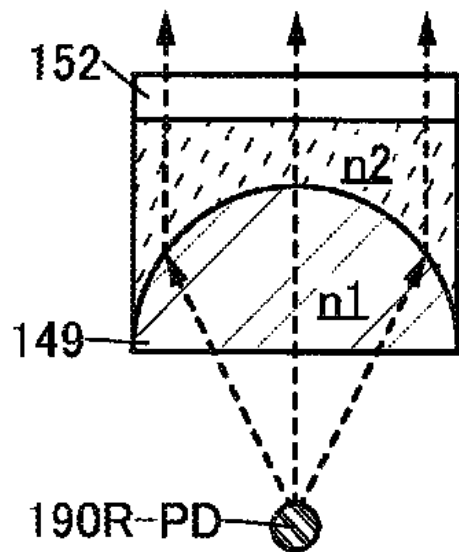
図2D



30

【図 2 E】

図2E

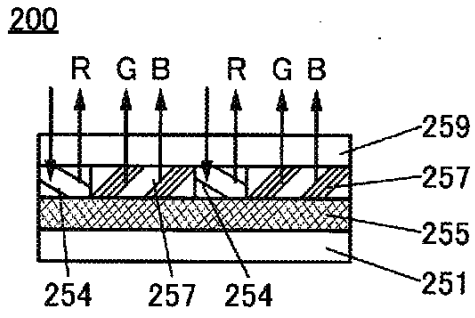


40

50

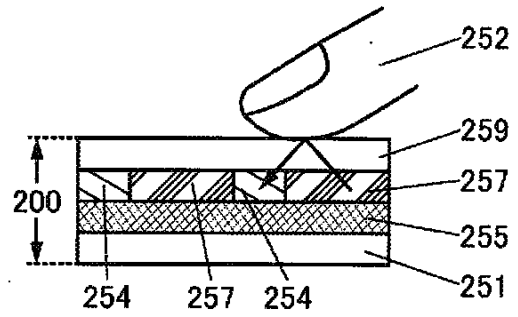
【図 3 A】

図3A



【図 3 B】

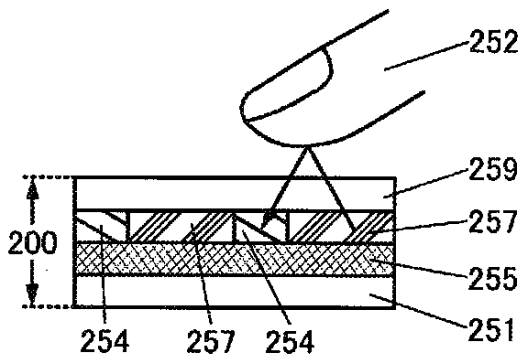
図3B



10

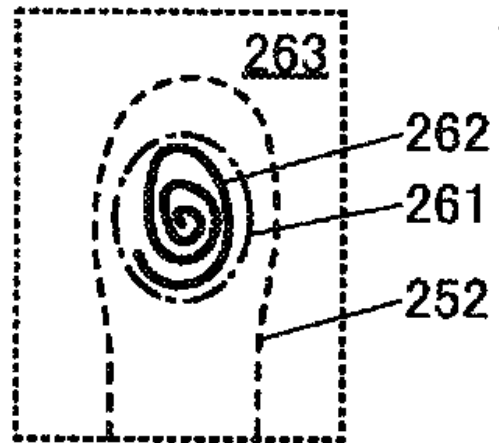
【図 3 C】

図3C



【図 3 D】

図3D



20

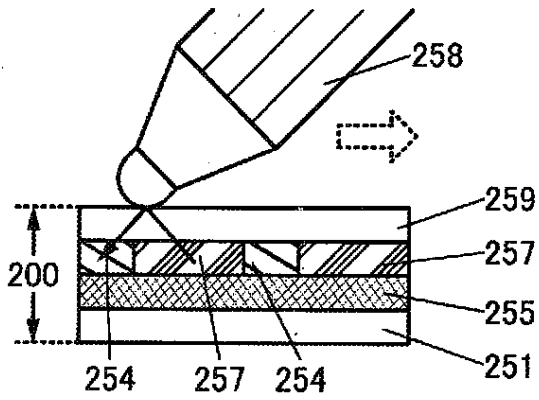
30

40

50

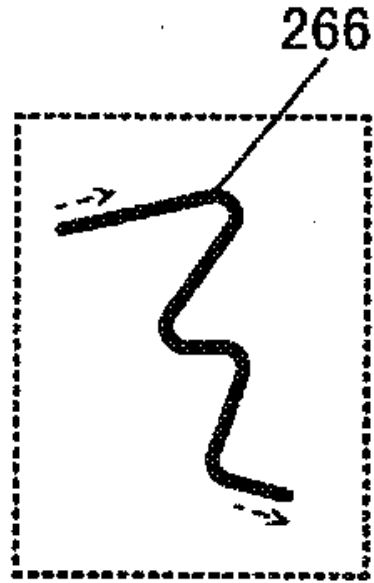
【図 3 E】

図 3E



【図 3 F】

図 3F

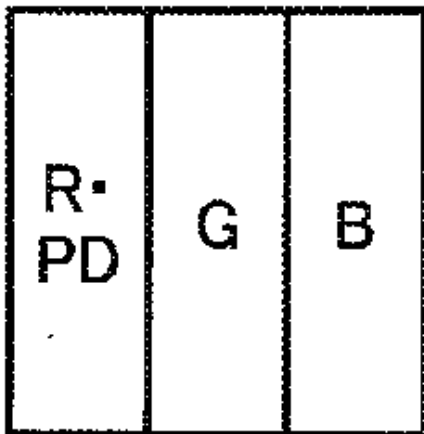


10

20

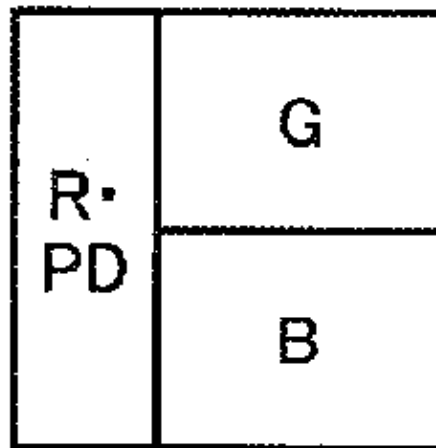
【図 4 A】

図 4A



【図 4 B】

図 4B



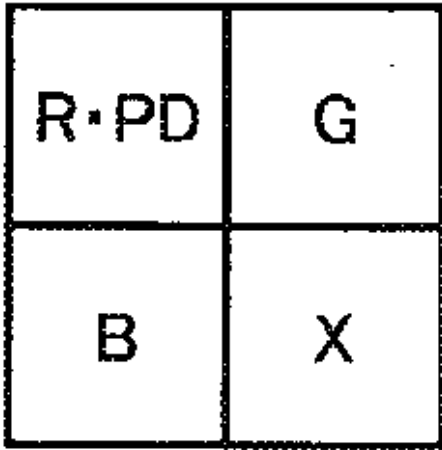
30

40

50

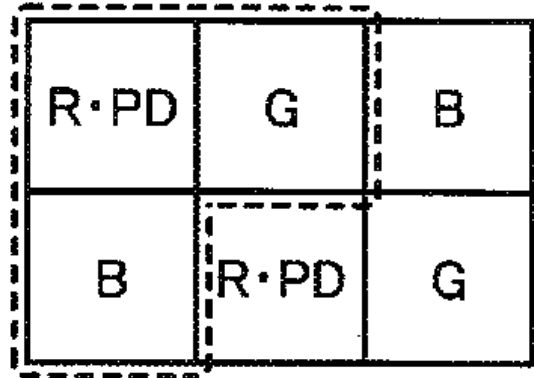
【 図 4 C 】

# 図4C



【 図 4 D 】

# 図4D

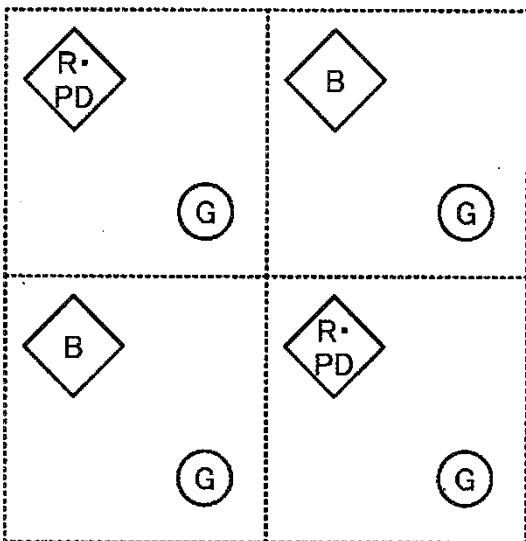


10

20

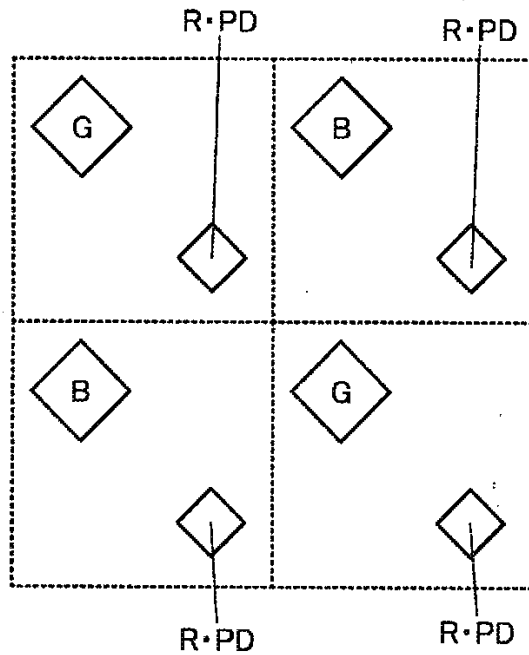
【 図 4 E 】

# 図4E



【 図 4 F 】

# 図4F



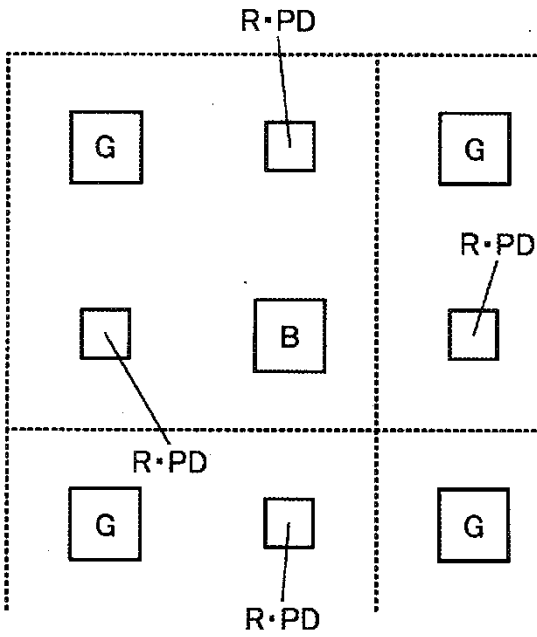
30

40

50

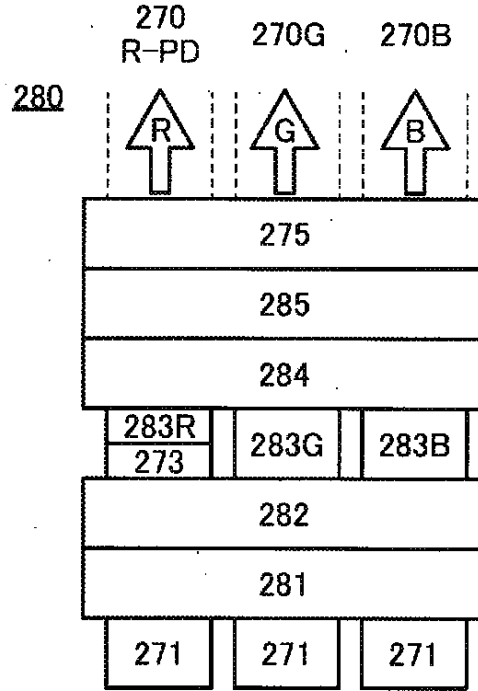
【 図 4 G 】

### 図4G



【 図 5 A 】

### 図5A

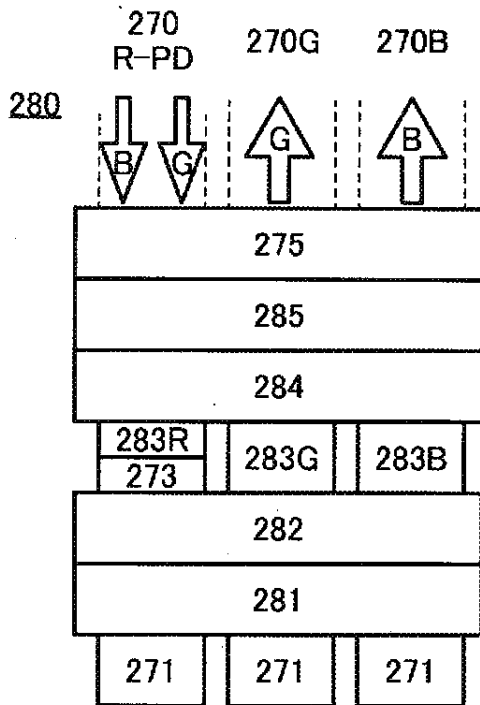


10

20

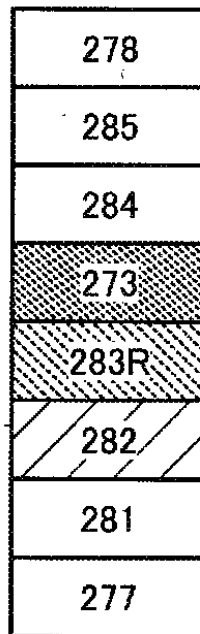
【 図 5 B 】

### 図5B



【 図 5 C 】

### 図5C



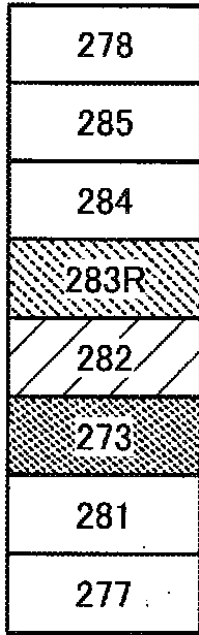
30

40

50

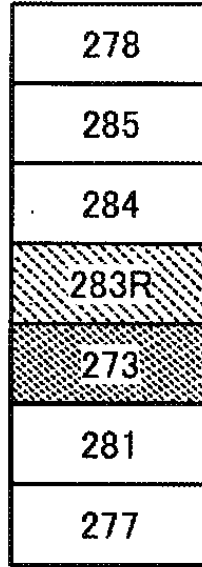
【図5D】

図5D



【図5E】

図5E

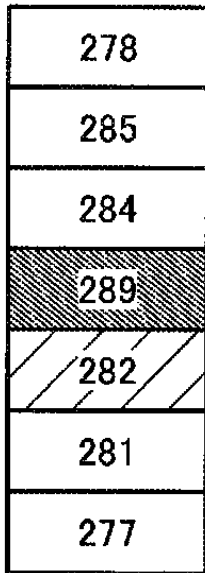


10

20

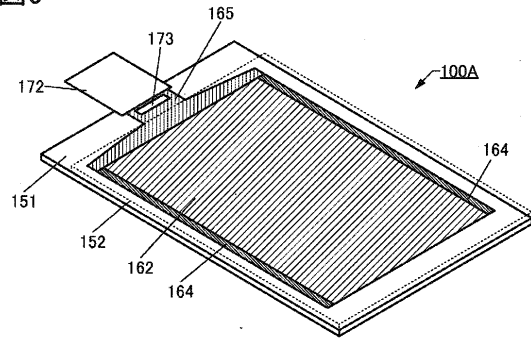
【図5F】

図5F



【図6】

図6

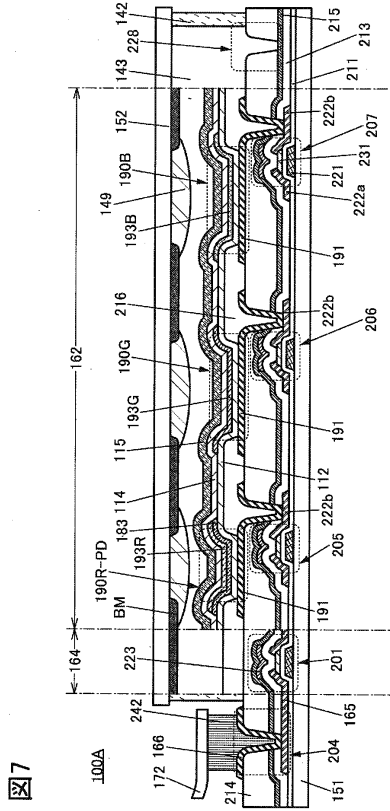


30

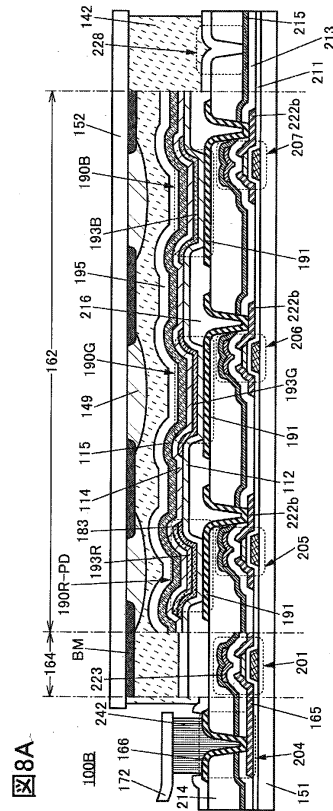
40

50

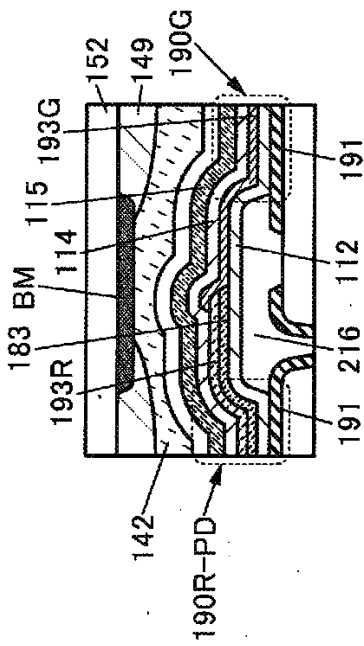
【 7 】



【 8 A 】

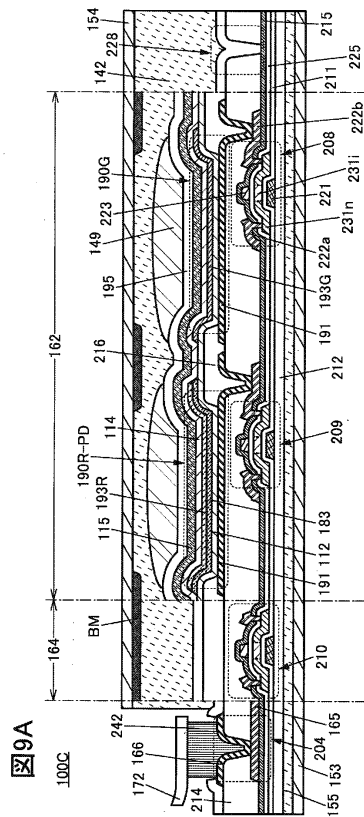


【 8 B 】



8B

【 9 A 】



9A

10

20

30

40

50

【図9B】

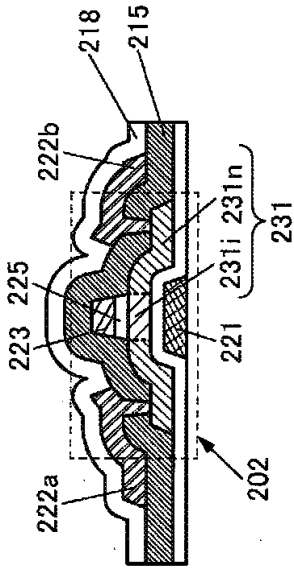
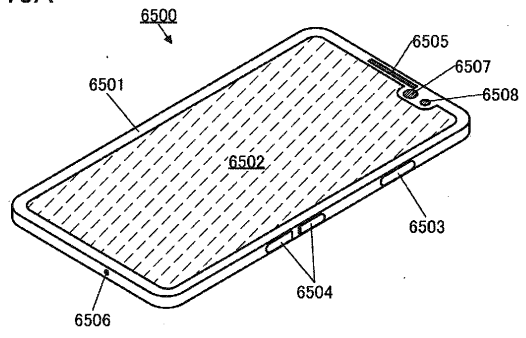


図9B

【図10A】

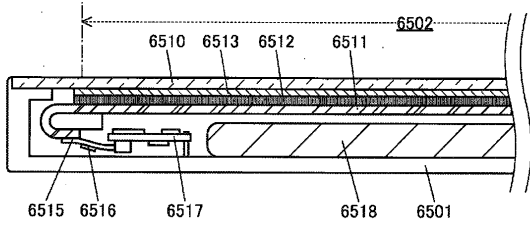
図10A



10

【図10B】

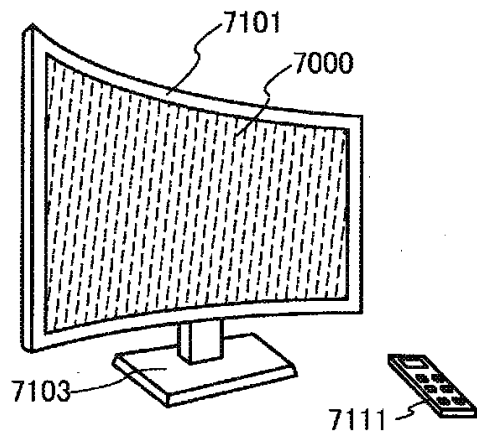
図10B



【図11A】

図11A

7100



30

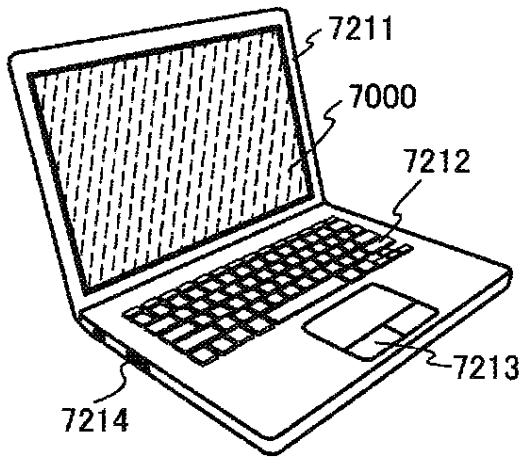
40

50

【図11B】

図11B

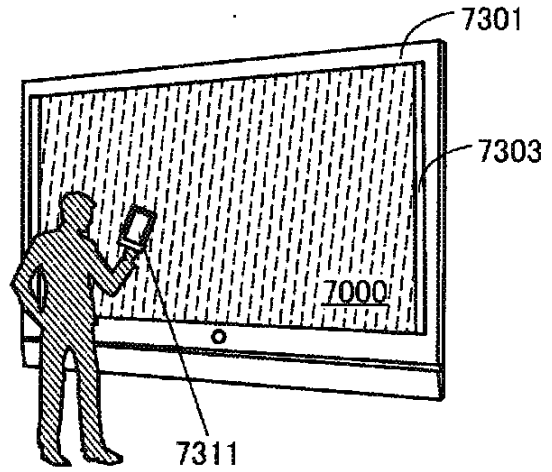
7200



【図11C】

図11C

7300



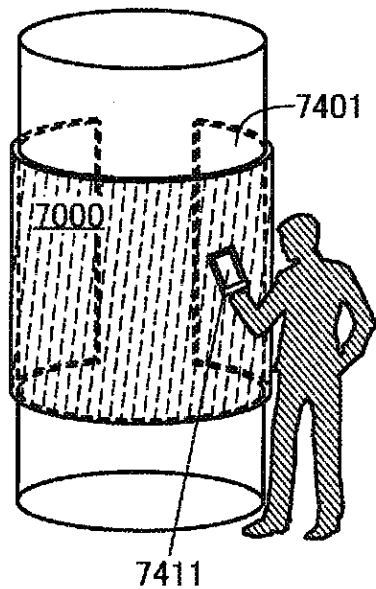
10

20

【図11D】

図11D

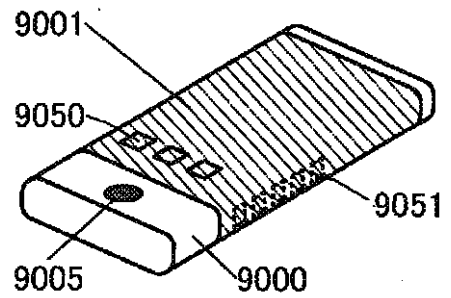
7400



【図12A】

図12A

9101



30

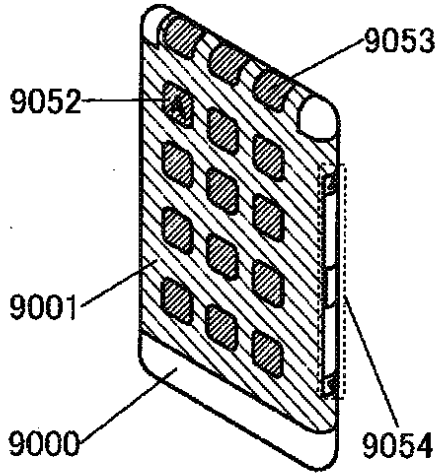
40

50

【図12B】

図12B

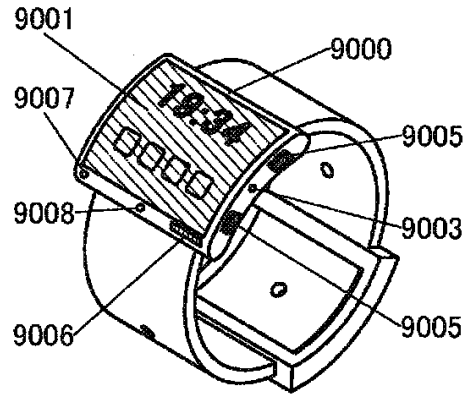
9102



【図12C】

図12C

9200



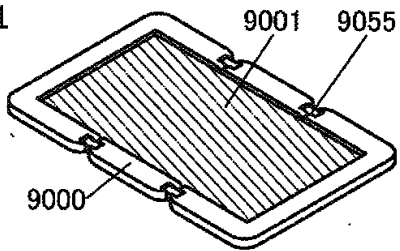
10

20

【図12D】

図12D

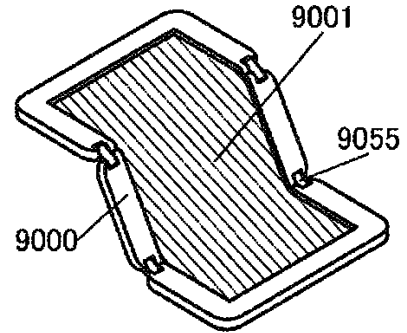
9201



【図12E】

図12E


9201



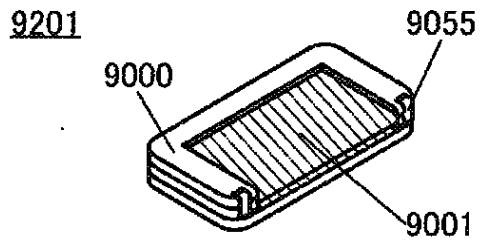
30

40

50

【 1 2 F】

# 12F



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

F I

H 1 0 K	50/10 (2023.01)	H 1 0 K	30/60
H 1 0 K	50/858 (2023.01)	H 1 0 K	50/10
H 1 0 K	59/10 (2023.01)	H 1 0 K	50/858
H 1 0 K	59/13 (2023.01)	H 1 0 K	59/10
H 1 0 K	59/40 (2023.01)	H 1 0 K	59/13
H 1 0 K	59/65 (2023.01)	H 1 0 K	59/40
H 1 0 K	59/80 (2023.01)	H 1 0 K	59/65
H 1 0 K	59/90 (2023.01)	H 1 0 K	59/80
		H 1 0 K	59/90

(72)発明者 渡邊 一徳

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

(72)発明者 川島 進

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官 岩井 好子

## (56)参考文献

特開 2 0 0 8 - 2 6 2 1 7 6 ( J P , A )

特表 2 0 0 7 - 5 2 9 7 7 5 ( J P , A )

国際公開第 2 0 0 6 / 1 3 4 8 6 9 ( W O , A 1 )

国際公開第 2 0 1 4 / 0 2 4 5 8 2 ( W O , A 1 )

国際公開第 2 0 2 0 / 1 4 8 6 0 0 ( W O , A 1 )

## (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 1 0 K 5 0 / 8 0

G 0 2 B 3 / 0 0

G 0 9 F 9 / 3 0

H 0 1 L 3 1 / 1 0

H 1 0 K 3 0 / 6 0

H 1 0 K 5 0 / 1 0

H 1 0 K 5 0 / 8 5 8

H 1 0 K 5 9 / 1 0

H 1 0 K 5 9 / 1 3

H 1 0 K 5 9 / 4 0

H 1 0 K 5 9 / 6 5

H 1 0 K 5 9 / 8 0

H 1 0 K 5 9 / 9 0