

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年8月11日(11.08.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/167882 A1

(51) 国際特許分類:

H05B 33/12 (2006.01) G09F 9/30 (2006.01)
G06F 3/042 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
G09F 9/00 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2022/050413

(22) 国際出願日: 2022年1月19日(19.01.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2021-014783 2021年2月2日(02.02.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 山崎 舜平 (YAMAZAKI, Shunpei);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半
導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 池
田隆之 (IKEDA, Takayuki); 〒2430036 神奈川県

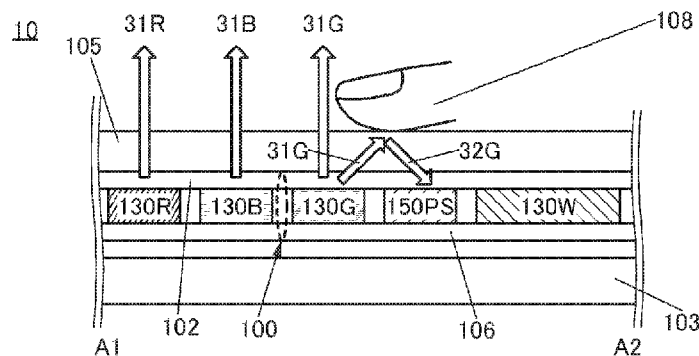
厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研
究所内 Kanagawa (JP). 岡崎健一 (OKAZAKI,
Kenichi); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株
式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa
(JP). 楠紘慈 (KUSUNOKI, Koji); 〒2430036 神
奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネ
ルギー研究所内 Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: DISPLAY APPARATUS, DISPLAY MODULE, AND ELECTRONIC APPLIANCE

(54) 発明の名称: 表示装置、表示モジュール、及び電子機器

図1B



(57) Abstract: Provided is a multifunctional high-definition display apparatus. The display apparatus includes a first pixel, wherein: the first pixel includes a first light emitting device, a second light emitting device, and a first light receiving device; the first light emitting device has a first light emitting layer; the second light emitting device has a second light emitting layer; the second light emitting device has a function of emitting white light; the first light emitting device has a function of emitting visible light of a different color to the second light emitting device; the first light receiving device has a function of detecting the emission of light by the first light emitting device; a side surface of the first light emitting layer and a side surface of the second light emitting layer face one another; and a distance between the side surface of the first light emitting layer and the side surface of the second light emitting layer is at most equal to 8 μ m.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
 - 白黒。出願原本にはカラー又はグレースケールの情報が含まれており、PATENTSCOPE からのダウンロードが可能。
-

(57) 要約: 多機能であり、高精細な表示装置を提供する。第1の画素を有し、第1の画素は、第1の発光デバイス、第2の発光デバイス、及び第1の受光デバイスを有し、第1の発光デバイスは、第1の発光層を有し、第2の発光デバイスは、第2の発光層を有し、第2の発光デバイスは、白色光を発する機能を有し、第1の発光デバイスは、第2の発光デバイスとは異なる色の可視光を発する機能を有し、第1の受光デバイスは、第1の発光デバイスの発光を検出する機能を有し、第1の発光層の側面と、第2の発光層の側面は、対向しており、第1の発光層の側面と、第2の発光層の側面との間の距離が8 μ m以下である。

明細書

発明の名称

表示装置、表示モジュール、及び電子機器

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、表示装置の作製方法に関する。

[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の一例としては、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、またはそれらの製造方法を挙げることができる。

背景技術

[0003]

近年、スマートフォンなどの携帯電話、タブレット型情報端末、ノート型パーソナルコンピュータ（PC）などの情報端末機が広く普及している。このような情報端末機は、個人情報などが含まれることが多く、不正な利用を防止するための様々な認証技術が開発されている。画像表示機能、タッチセンサ機能、及び、認証のために指紋を撮像する機能など、様々な機能を有する情報端末機が求められている。

[0004]

例えば、特許文献1には、プッシュボタンスイッチ部に、指紋センサを備える電子機器が開示されている。

[0005]

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、直流定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。

[0006]

EL素子の中でも有機EL素子は、膜状に形成することが可能であるため、大面積の素子を容易に形成することができ、照明等に応用できる面光源としての利用価値も高い。

[0007]

例えば、特許文献2には、有機EL素子を用いた照明器具が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0008]

[特許文献1] 米国特許出願公開第2014/0056493号明細書

[特許文献2] 特開2009-130132号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009]

本発明の一態様は、多機能であり、高精細な表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、照明機能を有し、高精細な表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、照明機能を有し、高解像度の表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、照明機能を有し、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一つとする。

[0010]

本発明の一態様は、多機能であり、高精細な表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、照明機能を有し、高精細な表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、照明機能を有し、高解像度の表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、照明機能を有し、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、歩留まりの高い、照明機能を有する表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。

[0011]

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

[0012]

本発明の一態様は、第1の画素を有し、第1の画素は、第1の発光デバイス、第2の発光デバイス、及び第1の受光デバイスを有し、第1の発光デバイスは、第1の発光層を有し、第2の発光デバイスは、第2の発光層を有し、第2の発光デバイスは、白色光を発する機能を有し、第1の発光デバイスは、第2の発光デバイスとは異なる色の可視光を発する機能を有し、第1の受光デバイスは、第1の発光デバイスの発光を検出する機能を有し、第1の発光層の側面と、第2の発光層の側面は、対向しており、第1の発光層の側面と、第2の発光層の側面との間の距離が $8\mu\text{m}$ 以下である、表示装置である。

[0013]

上記において、第2の画素を有し、第2の画素は、第1の発光デバイス、第1の受光デバイス、及び、第2の受光デバイスを有し、第2の受光デバイスは、赤外光を検出する機能を有する、ことが好ましい。

[0014]

上記において、第1の発光デバイスは、第1の発光層を含む第1の発光ユニットを有し、第2の発光デバイスは、第2の発光層を含む第2の発光ユニットと、第2の発光ユニット上の電荷発生層と、電荷発生層上の第3の発光ユニットと、を有する、ことが好ましい。または、上記において、第1の発光デバイスは、第1の発光層を含む第1の発光ユニットを有し、第2の発光デバイスは、第1の発光ユニットと、第1の発光ユニット上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層を含む第2の発光ユニットと、を有する、ことが好ましい。

[0015]

上記において、第1の発光デバイスは、赤色、緑色、または青色の光を発する機能を有する、ことが好ましい。

[0016]

本発明の他の一態様は、上記の表示装置と、電気二重層コンデンサと、バッテリーと、筐体と、を有し、第2の発光デバイスは、電気二重層コンデンサと電氣的に接続され、電気二重層コンデンサは、バッテリーと電氣的に接続される、電子機器である。

[0017]

上記において、第4の発光デバイスを有し、第4の発光デバイスは、赤外光を発する機能を有することが好ましい。また、上記において、第4の発光デバイスは、表示装置を介して、電子機器の外部に光を射出する、ことが好ましい。

[0018]

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 Circuits、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表示モジュール、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) が実装された表示モジュール等の表示モジュールである。

[0019]

本発明の一態様は、上記の表示モジュールと、筐体、バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイク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

[0020]

本発明の一態様により、多機能であり、高精細な表示装置を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有し、高精細な表示装置を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有し、高解像度の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有する、大型の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有し、信頼性の高い表示装置を提供できる。

[0021]

本発明の一態様により、多機能であり、高精細な表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有し、高精細な表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有し、高解像度の表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有する、大型の表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、照明機能を有し、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、歩留まりの高い、照明機能を有する表示装置の作製方法を提供できる。

[0022]

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

[0023]

図1Aは、表示装置の画素の一例を示す図である。図1B及び図1Cは、電子機器の一例を示す断面図である。

図2A乃至図2Cは、電子機器の一例を示す模式図である。

図3は、電子機器の一例に係る回路図である。

図4A及び図4Bは、表示装置の画素の一例を示す図である。図4C及び図4Dは、電子機器の一

例を示す断面図である。

図5は、電子機器の一例を示す断面図である。

図6は、表示装置のレイアウトの一例を示す図である。

図7は、表示装置のレイアウトの一例を示す図である。

図8は、画素回路の一例を示す図である。

図9A乃至図9Dは、発光デバイスの構成例を示す図である。

図10A及び図10Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図11A及び図11Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図12A及び図12Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図13A乃至図13Cは、表示装置の一例を示す断面図である。

図14A乃至図14Cは、表示装置の一例を示す断面図である。

図15Aは、表示装置の一例を示す上面図である。図15Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図16A乃至図16Dは、表示装置の作製方法の一例を示す図である。

図17A乃至図17Cは、表示装置の作製方法の一例を示す図である。

図18A乃至図18Cは、表示装置の作製方法の一例を示す図である。

図19A乃至図19Cは、表示装置の作製方法の一例を示す図である。

図20は、表示装置の一例を示す斜視図である。

図21Aは、表示装置の一例を示す断面図である。図21B及び図21Cは、トランジスタの一例を示す断面図である。

図22A及び図22Bは、電子機器の一例を示す図である。

図23A乃至図23Dは、電子機器の一例を示す図である。

図24A乃至図24F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

[0024]

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。

[0025]

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

[0026]

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。

[0027]

なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、または、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。

[0028]

(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乃至図8を用いて説明する。

[0029]

本発明の一態様の表示装置は、第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、第1の受光デバイスと、を含む第1の画素を有する。

[0030]

本発明の一態様の表示装置は、第1の発光デバイスを用いて、フルカラーの画像を表示することができる。また、本発明の一態様の表示装置は、第2の発光デバイスを用いて、照明装置として機能することができる。

[0031]

第1の受光デバイスは、受光領域の面積（単に受光面積とも記す）が狭いことが好ましい。撮像範囲を狭くすることで、第1の受光デバイスでは、高精細な撮像を行うことができる。このとき、第1の受光デバイスは、指紋、掌紋、虹彩、脈形状（静脈形状、動脈形状を含む）、または顔などを用いた個人認証のための撮像などに用いることができる。第1の受光デバイスは、用途に応じて、検出する光の波長を適宜決定することができる。例えば、第1の受光デバイスは、可視光を検出することが好ましい。

[0032]

第2の発光デバイスは、白色の光を発することが好ましい。白色発光を得るには、2つ以上の発光層を積層する構成とし、且つ、各々の発光が補色の関係となるように、発光層を選択すればよい。例えば、第1の発光層の発光色と第2の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する構成を得ることができる。なお、本明細書等において、発光材料を含む層（発光層ともいう）を有する積層構造を発光ユニットと呼称する場合がある。また、当該発光ユニットは、発光層を有していればよく、発光層以外にも機能層（電子注入層、電子輸送層、正孔輸送層、または正孔注入層など）を有していてもよい。また、本明細書等において、発光ユニットを1つ以上含む層をEL層と呼称する場合がある。

[0033]

また、第2の発光デバイスの発光の演色性を高める場合、第2の発光デバイスに含まれる発光層の数などを増やすことが好ましい。これにより、第2の発光デバイスの発光のスペクトルをブロードにし、太陽光に近い発光にすることができる。また、第2の発光デバイスに含まれる発光層の数、及び発光材料を変えることで様々な波長、または色温度に調整することができる。例えば、第2の発光デバイスが2つの発光ユニット、すなわち少なくとも2つの発光層を有する場合、それぞれの発光層の発光材料を変えることで、電球色（例えば2500K以上3250K未満）、温白色（3250K以上3800K未満）、白色（3800K以上4500K未満）、昼白色（4500K以上5500K未満）、あるいは昼光色（5500K以上7100K未満）などの様々な色温度の白色発光を得ることができる。なお、白色発光の色温度については、上記の色温度に限定されない。例えば、1000K以上2500K未満、または、7100K以上20000K未満の色温度としてもよい。

[0034]

また、第2の発光デバイスの発光の瞬間的な輝度を高め、フラッシュライトのように機能させてもよい。この場合、第2の発光デバイスに、電気二重層コンデンサのような、瞬間的な放電量が大きい容量素子を電氣的に接続させる構成にすればよい。なお、第2の発光デバイスをフラッシュライトのように機能させる場合には、第2の発光デバイスを白色発光とし、且つ当該白色発光の色温度を高めればよい。

[0035]

以上のような構成を備えることで、本発明の一態様の表示装置は、フルカラー表示を行う機能、光検出により個人認証を行う機能、演色性の良好な光による照明の機能、及び輝度の高い閃光による照明の機能を選択的に使用することができる。このように、第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、第1の受光デバイスと、を設けることで、表示装置の多機能化を実現することができる。

[0036]

なお、フルカラーの表示を行うために、画素に、赤色、緑色、青色の3色の発光デバイスを設けた場合、さらに、白色の発光デバイスと受光デバイスを設けることで、1つの画素は、5つの副画素から構成されることとなる。このように、多くの副画素を有する画素において、高い開口率を実現することは極めて難しい。または、多くの副画素を有する画素を用いて、精細度の高い表示装置を実現することは難しい。

[0037]

異なる色の発光デバイス間、または発光デバイスと受光デバイスで、EL層の少なくとも一部を作り分ける場合、メタルマスクまたはFMM（ファインメタルマスク、高精細なメタルマスク）などのシャドーマスクを用いた蒸着法により形成することが知られている。なお、本明細書等で、このように形成されたデバイスをMM（メタルマスク）構造と呼称する場合がある。しかしながら、MM構造では、メタルマスクの精度、メタルマスクと基板との位置ずれ、メタルマスクのたわみ、及び蒸気の散乱などによる成膜される膜の輪郭の広がりなど、様々な影響により、島状の有機膜の形状及び位置に設計からのずれが生じるため、高精細化、及び高開口率化が困難である。そのため、ペントイル配列などの特殊な画素配列方式を適用することなどにより、疑似的に精細度（画素密度ともいう）を高める対策が取られていた。

[0038]

本発明の一態様は、EL層をメタルマスク、またはFMMなどのシャドーマスクを用いることなく、微細なパターンに加工する。例えば、フォトリソグラフィ法を用いてEL層を微細なパターンに加工する。なお、本明細書等で、以上のように形成されたデバイスを、MML（メタルマスクレス）構造のデバイスと呼称する場合がある。MML構造を用いることにより、これまで実現が困難であった高い精細度と、大きな開口率を有する表示装置を実現できる。さらに、EL層を作り分けることができるため、極めて鮮やかで、コントラストが高く、表示品位の高い表示装置を実現できる。

[0039]

例えば、互いに対向する、白色光を発する発光デバイスのEL層（例えば、発光層）の側面と、白色光とは異なる色の可視光を発する発光デバイスのEL層（例えば、発光層）の側面との間の距離について、MM構造では10 μ m未満にすることは困難である。MML構造ならば、当該距離を、

8 μm 以下、6 μm 以下、4 μm 以下、3 μm 以下、2 μm 以下、または、1 μm 以下にまで狭めることができる。さらに、例えばLSI向けの露光装置を用いることで、500 nm以下、200 nm以下、100 nm以下、さらには50 nm以下にまで間隔を狭めることもできる。これにより、2つの発光デバイス間、または発光デバイスと受光デバイスとの間で、に存在しうる非発光領域の面積を大幅に縮小することができ、開口率を100%に近づけることが可能となる。例えば、開口率は、50%以上、60%以上、70%以上、80%以上、さらには90%以上であって、100%未満を実現することもできる。

[0040]

以上のようにして、白色発光デバイスによる照明機能、受光デバイスによる光検出機能などによる多機能化が図られ、且つ、高精細な表示装置を実現することができる。

[0041]

また、本発明の一態様の表示装置は、上記第1の画素に加えて、さらに、第2の画素を設ける構成にしてもよい。第2の画素は、上述の第1の発光デバイス、第1の受光デバイスに加えて、第2の受光デバイスを有する。

[0042]

第2の受光デバイスは、タッチセンサ（ダイレクトタッチセンサともいう）またはニアタッチセンサ（ホバーセンサ、ホバータッチセンサ、非接触センサ、タッチレスセンサともいう）などに用いることができる。第2の受光デバイスは、用途に応じて、検出する光の波長を適宜決定することができる。例えば、第2の受光デバイスは、赤外光を検出することが好ましい。これにより、暗い場所でも、タッチ検出が可能となる。なお、第2の受光デバイスは、第1の受光デバイスよりも受光面積が広いことが好ましい。第1の受光デバイスの撮像範囲を狭くすることで、第1の受光デバイスでは、第2の受光デバイスに比べて、高精細な撮像を行うことができる。

[0043]

ここで、タッチセンサまたはニアタッチセンサは、対象物（指、手、またはペンなど）の近接もしくは接触を検出することができる。タッチセンサは、表示装置と、対象物とが、直接接することで、対象物を検出できる。また、ニアタッチセンサは、対象物が表示装置に接触しなくても、当該対象物を検出することができる。例えば、表示装置と、対象物との間の距離が0.1 mm以上300 mm以下、好ましくは3 mm以上50 mm以下の範囲で表示装置が当該対象物を検出できる構成であると好ましい。当該構成とすることで、表示装置に対象物が直接触れずに操作することが可能となる、別言すると非接触（タッチレス）で表示装置を操作することが可能となる。上記構成とすることで、表示装置に汚れ、または傷がつくリスクを低減することができる、または対象物が表示装置に付着した汚れ（例えば、ゴミ、またはウイルスなど）に直接触れずに、表示装置を操作することが可能となる。

[0044]

また、第1の受光デバイスと第2の受光デバイスとの検出精度の差から、機能に応じて、対象物の検出方法を選択してもよい。例えば、表示画面のスクロール機能は、第2の受光デバイスを用いたニアタッチセンサ機能によって実現し、画面に表示されたキーボードでの入力機能は、第1の受光デバイスを用いた高精細なタッチセンサ機能によって実現してもよい。

[0045]

2種類の受光デバイスを搭載した第2の画素を追加することで、上記の機能に加えて、ニアタッ

チセンサの機能を追加することができ、表示装置のさらなる多機能化が可能となる。

[0046]

以上のように、本発明の一態様の表示装置は、高開口率または高精細であり、且つ、多機能である構成とすることができる。

[0047]

図1Aに、本発明の一態様の表示装置が有する画素の一例を示す。

[0048]

図1Aに示す画素180Aは、副画素(G)、副画素(B)、副画素(R)、副画素(PS)、及び副画素(W)を有する。

[0049]

図1Aでは、1つの画素180A内に、各副画素が2行3列で配置されている例を示す。画素180Aは、上の行(1行目)に、3つの副画素(副画素(G)、副画素(B)、副画素(R))を有し、下の行(2行目)に、2つの副画素(副画素(PS)、副画素(W))を有する。言い換えると、画素180Aは、左の列(1列目)に、2つの副画素(副画素(G)、副画素(PS))を有し、中央の列(2列目)に副画素(B)を有し、右の列(3列目)に副画素(R)を有し、さらに、この2列にわたって、副画素(W)を有する。なお、副画素のレイアウトは図1Aの構成に限られない。

[0050]

図1B及び図1Cに、本発明の一態様の表示装置を有する電子機器10の断面図の一例を示す。ここで、図1Bは、電子機器10の、表示装置としての機能と、対象物を検出する機能を説明する模式図である。また、図1Cは、電子機器10の、照明装置としての機能を説明する模式図である。

[0051]

図1B及び図1Cに示す電子機器10は、筐体103と保護部材105との間に、表示装置100を有する。

[0052]

図1B及び図1Cに示す表示装置100は、図1Aにおける一点鎖線A1-A2間の断面構造に相当する。表示装置100は、基板106と基板102との間に、複数の発光デバイス及び複数の受光デバイスを有する。複数の発光デバイス及び複数の受光デバイスは、図1Aに示す画素180Aの副画素を構成している。

[0053]

副画素(R)は、赤色の光31Rを発する発光デバイス130Rを有する。副画素(G)は、緑色の光31Gを発する発光デバイス130Gを有する。副画素(B)は、青色の光31Bを発する発光デバイス130Bを有する。これらの副画素を用いることで、電子機器10でフルカラーの画像を表示することができる。

[0054]

また、副画素(PS)は、受光デバイス150PSを有し、副画素(W)は、白色の光31Wを発する発光デバイス130Wを有する。

[0055]

副画素(PS)の受光面積は、小さいことが好ましく、例えば、副画素(W)の受光面積よりも小さくすればよい。受光面積が小さいほど、撮像範囲が狭くなり、撮像結果のボケの抑制、及び、

解像度の向上が可能となる。そのため、副画素（P S）を用いることで、高精細または高解像度の撮像を行うことができる。例えば、副画素（P S）を用いて、指紋、掌紋、虹彩、脈形状（静脈形状、動脈形状を含む）、または顔などを用いた個人認証のための撮像を行うことができる。

[0056]

例えば、図1Bに示すように、発光デバイス130Gが発した緑色の光31Gが、対象物108（ここでは指）によって反射され、対象物108からの反射光32Gが受光デバイス150PSに入射される。受光デバイス150PSを用いて、対象物108の指紋を撮像することができる。

[0057]

なお、本実施の形態では、発光デバイス130Gが発する緑色の光31Gを用いて、受光デバイス150PSが対象物を検出する例を示すが、受光デバイス150PSが検出する光の波長は特に限定されない。受光デバイス150PSは、可視光を検出することが好ましく、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色などの色のうち一つまたは複数を検出することが好ましい。また、受光デバイス150PSは、赤外光を検出してもよい。

[0058]

例えば、受光デバイス150PSは、発光デバイス130Rが発する赤色の光31Rを検出する機能を有していてもよい。また、受光デバイス150PSは、発光デバイス130Bが発する青色の光31Bを検出する機能を有していてもよい。

[0059]

なお、受光デバイス150PSが検出する光を発する発光デバイスは、画素内で、副画素（P S）と位置が近い副画素に設けられていることが好ましい。例えば、画素180Aでは、副画素（P S）と隣り合う副画素（G）が有する発光デバイス130Gの発光を、受光デバイス150PSが検出する構成である。このような構成とすることで、検出精度を高めることができる。

[0060]

また、上記においては、受光デバイス150PSを設ける構成について示したが、本発明はこれに限られるものではない。電子機器10に搭載する機能に応じて受光デバイス150PSを設けない構成にしてもよい。この場合、発光デバイス130Wの発光面積をより大きくすることができる。

[0061]

図1Cに示すように、発光デバイス130Wは、白色の光31Wを発する。白色発光を得るには、2つ以上の発光層を積層する構成とし、且つ、各々の発光が補色の関係となるように、発光層を選択すればよい。例えば、第1の発光層の発光色と第2の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する構成を得ることができる。また、発光層を3つ以上有する発光デバイスの場合も同様である。

[0062]

ここで、白色の光31Wは、フラッシュライトまたはストロボライトのように瞬間的な輝度が高い光にしてもよいし、読書灯などのように演色性の高い光にしてもよい。なお、白色の光31Wを読書灯などに用いる場合においては、白色発光の色温度を低くすればよい。例えば、白色の光31Wを、電球色（例えば2500K以上3250K未満）、または温白色（3250K以上3800K未満）とすることで、使用者の目に優しい光源とすることができる。

[0063]

ストロボライト機能は、例えば、短い周期で、発光と非発光とを繰り返す構成で実現することが

できる。また、フラッシュライト機能は、例えば、電気二重層などの原理を利用して瞬間放電することで、閃光を発生させる構成で実現することができる。

[0064]

例えば、電子機器10にカメラ機能を設ける場合、ストロボライト機能、またはフラッシュライト機能を利用することで、図2Aに示すように、夜間でも電子機器10で画像を撮影することができる。ここで、電子機器10の表示装置100は面光源として機能し、被写体に影が生じにくいので、綺麗な画像を撮影することができる。なお、ストロボライト機能、またはフラッシュライト機能は夜間に限られず、使用することができる。電子機器10にストロボライト機能、またはフラッシュライト機能を設ける場合においては、白色発光の色温度を高くすればよい。例えば、電子機器10から射出される光の色温度を、白色（3800K以上4500K未満）、昼白色（4500K以上5500K未満）、あるいは昼光色（5500K以上7100K未満）とすればよい。

[0065]

また、フラッシュが必要以上に強い光を発することで、本来明るさの強弱がある部分が画像において白一色になってしまう場合がある（いわゆる白飛び）。一方、フラッシュの発光が弱すぎると、暗い部分が画像において黒一色になってしまう場合がある（いわゆる黒潰れ）。これに対して、受光デバイス150PSで被写体周囲の明るさを検知することで、発光デバイス130Wが最適な光量に調整できる構成にしてもよい。すなわち、電子機器10は、露出計としての機能を有するともいえる。

[0066]

また、ストロボライト機能及びフラッシュライト機能は、防犯用途または護身用途などに利用することができる。例えば、図2Bに示すように、暴漢に向けて電子機器10を発光させることで、暴漢を怯ませることができる。また、暴漢に襲われるなどの非常時において、冷静に対処して、発光範囲の狭い護身用ライトの光を暴漢の顔に向けるのは難しい場合がある。これに対して、電子機器10の表示装置100は面光源であるため、表示装置100の向きが多少ずれていても、表示装置100の発光を暴漢の視野に入れることができる。

[0067]

なお、図2Bに示すように、防犯用または護身用のフラッシュライトとして機能させる場合、図2Aに示す夜間撮影時よりも、輝度を高くすることが好ましい。また、表示装置100を複数回、間欠的に発光させることで、より暴漢を怯ませやすくすることができる。さらに電子機器10は、周囲に助けを求めるために、比較的音量の大きなブザー音などの音を発してもよい。暴漢の顔の近くで音を発することで、光だけでなく音によっても暴漢を怯ませることができるため好適である。

[0068]

また、発光デバイス130Wの発光の演色性を高める場合、発光デバイス130Wに含まれる発光層の数、または当該発光層に含まれる発光物質の種類を増やすことが好ましい。これにより、より広い波長に強度を有する、ブロードな発光スペクトルを得ることができ、太陽光に近い、より演色性の高い発光を呈することができる。

[0069]

例えば、図2Cに示すように、演色性の高い発光が可能な電子機器10を読書灯などに用いてもよい。図2Cでは、電子機器10を、支持体12を用いて机14に固定している。このような支持体12を用いることで、電子機器10を読書灯として利用することができる。電子機器10の表示

装置 100 は面光源として機能するため、対象（図 2C では本）に陰影ができにくく、且つ対象からの反射光の分布が緩やかであるため光が映り込みにくい。これにより、対象の視認性が向上し、見やすくなる。また、発光デバイス 130W の発光スペクトルはブロードであるため、相対的にブルーライトも軽減されている。このため、電子機器 10 の使用者の眼精疲労などを軽減することができる。

[0070]

なお、支持体 12 の構成は、図 2C に示すものに限られるものではない。なるべく可動域が広くなるように、適宜アーム、または可動部などを設ければよい。また、図 2C において、支持体 12 は、電子機器 10 を挟み込む形で把持しているが、本発明はこれに限られるものではない。例えば、磁石、または吸盤などを適宜用いる構成にしてもよい。

[0071]

上記の照明用途の発光色としては、白色が好ましい。ただし、照明用途の発光色に、特に限定はなく、白色、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色など、実施者が適宜、最適な発光色を一つまたは複数選択することもできる。

[0072]

図 3 に表示装置 100 の発光デバイス 130W に関する回路の一例を示す。当該回路は、複数の発光デバイス 130W を有する表示装置 100 と、スイッチ SW1 と、容量素子 Cs と、スイッチ SW2 と、バッテリー DC と、機能回路 20 と、を有する。

[0073]

複数の発光デバイス 130W の一方の端子は、スイッチ SW1 の一方の端子に電氣的に接続され、複数の発光デバイス 130W の他方の端子は、容量素子 Cs の一方の端子と、機能回路 20 の一方の端子に電氣的に接続される。また、容量素子 Cs の他方の端子は、スイッチ SW1 の他方の端子と、スイッチ SW2 の一方の端子に電氣的に接続される。また、バッテリー DC の一方の端子はスイッチ SW2 の他方の端子に電氣的に接続され、バッテリー DC の他方の端子は機能回路 20 の他方の端子に電氣的に接続される。

[0074]

容量素子 Cs は、電気二重層コンデンサを用いることが好ましい。電気二重層コンデンサは、瞬間的な放電量が大きいので、発光デバイス 130W に短い時間で大電流を流すことができる。これにより、表示装置 100 で瞬間的な輝度が高い発光、つまりフラッシュを発生させることができる。

[0075]

スイッチ SW1 は、発光デバイス 130W に流れる電流を制御するスイッチとして機能する。例えば、表示装置 100 をフラッシュライトとして機能させる場合、スイッチ SW1 には、大電流が瞬間的に流れることになる。よって、オン抵抗が低く、スイッチング速度の速い、パワー MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) をスイッチ SW1 に用いることが好ましい。

[0076]

また、バッテリー DC と容量素子 Cs の間に、容量素子 Cs の充電を制御するスイッチ SW2 を設けることが好ましい。さらに、容量素子 Cs 及び機能回路 20 と、発光デバイス 130W との間に、スイッチ SW1 などと同様のスイッチを設ける構成にしてもよい。

[0077]

また、発光デバイス 130W の明るさの制御を行う機能回路 20 を設けることが好ましい。機能回路 20 は、発光デバイス 130W に流れる電流の制御ができる。

[0078]

また、機能回路 20 は、発光デバイス 130W の点灯時間などを制御できるようにしてもよい。また、例えば、図 1B に示す表示装置 100 の画像表示モードと、図 1C に示す表示装置 100 の照明モードの切り替えモードを切り替える機能を有してもよい。また、例えば、照明モードにおいて、図 2A に示す夜間撮影用フラッシュ機能と、図 2B に示す防犯用フラッシュ機能と、図 2C に示す読書灯機能を切り替える機能を有していてもよい。

[0079]

なお、図 3 では、機能回路 20 をバッテリー DC と容量素子 Cs の間に設けているが、本発明はこれに限られるものではなく、機能回路 20 は、表示装置 100 が求める機能などに応じて、適宜配置すればよい。ここで、容量素子 Cs から放電された電荷が発光デバイス 130W に流れるように容量素子 Cs と発光デバイス 130W が電氣的に接続され、且つ容量素子 Cs に充電できるように、容量素子 Cs とバッテリー DC が電氣的に接続されていればよい。

[0080]

本発明の一態様の表示装置は、全ての画素に、上述の画素 180A の構成が適用されていてもよく、一部の画素に、画素 180A の構成が適用され、他の画素には、他の構成が適用されていてもよい。

[0081]

なお、高精細なフルカラーの画像表示を行うため、発光デバイス 130R を有する副画素 (R)、発光デバイス 130G を有する副画素 (G)、及び、発光デバイス 130B を有する副画素 (B) は、表示装置が有する全ての画素に設けられていることが好ましい。また、高精細な撮像を行うため、受光デバイス 150PS を有する副画素 (PS) も、表示装置が有する全ての画素に設けられていることが好ましい。一方で、発光デバイス 130W を有する副画素 (W) は、表示装置が有する一部の画素のみに設けられていても、表示装置において照明機能を実現することが可能である。

[0082]

そこで、画素 180A とは異なる構成の画素としては、副画素 (W) を有さず、他の副画素を有する画素が挙げられる。

[0083]

例えば、本発明の一態様の表示装置は、図 4A に示す画素 180A と、図 4B に示す画素 180B と、の双方を有していてもよい。

[0084]

図 4B に示す画素 180B は、副画素 (G)、副画素 (B)、副画素 (R)、副画素 (PS)、及び副画素 (IRS) を有する。

[0085]

図 4C 及び図 4D に、本発明の一態様の表示装置を有する電子機器の断面図の一例を示す。

[0086]

図 4C 及び図 4D に示す電子機器は、それぞれ、筐体 103 と保護部材 105 との間に、表示装置 100 と、光源 104 とを有する。

[0087]

光源１０４は、赤外光３１ＩＲを発する発光デバイスを有する。光源１０４には、例えば、発光ダイオード（ＬＥＤ：Ｌｉｇｈｔ Ｅｍｉｔｔｉｎｇ Ｄｉｏｄｅ）を用いることが好ましい。

[００８８]

図４Ｃでは、表示装置１００と重ならない位置に光源１０４が配置されている例を示す。このとき、光源１０４の発光は、保護部材１０５を介して、電子機器の外部に射出される。

[００８９]

図４Ｄでは、表示装置と光源１０４とが重ねて設けられている例を示す。このとき、光源１０４の発光は、表示装置１００と保護部材１０５とを介して、電子機器の外部に射出される。

[００９０]

図４Ｃ及び図４Ｄに示す表示装置１００は、図４Ｂにおける一点鎖線Ａ３－Ａ４間の断面構造に相当する。表示装置１００は、基板１０６と基板１０２との間に、複数の発光デバイス及び複数の受光デバイスを有する。

[００９１]

副画素（ＰＳ）は、受光デバイス１５０ＰＳを有し、副画素（ＩＲＳ）は、受光デバイス１５０ＩＲＳを有する。受光デバイス１５０ＩＲＳは、受光面積が受光デバイス１５０ＰＳよりも大きい。

[００９２]

図４Ｃ及び図４Ｄに示すように、光源１０４が発した赤外光３１ＩＲは、対象物１０８（ここでは指）によって反射され、対象物１０８からの反射光３２ＩＲが受光デバイス１５０ＩＲＳに入射される。対象物１０８は、電子機器に接触していないが、受光デバイス１５０ＩＲＳを用いて、対象物１０８を検出することができる。

[００９３]

なお、本実施の形態では、赤外光３１ＩＲを用いて、対象物を検出する例を示すが、受光デバイス１５０ＩＲＳが検出する光の波長は特に限定されない。受光デバイス１５０ＩＲＳは、赤外光を検出することが好ましい。または、受光デバイス１５０ＩＲＳは、可視光を検出してもよく、赤外光と可視光の双方を検出してもよい。

[００９４]

タッチセンサまたはニアタッチセンサなどに用いる受光デバイス１５０ＩＲＳは、受光デバイス１５０ＰＳを用いた検出に比べて高い精度が求められないため、表示装置が有する一部の画素に設けられていればよい。表示装置が有する受光デバイス１５０ＩＲＳの数を、受光デバイス１５０ＰＳの数よりも少なくすることで、検出速度を高めることができる。

[００９５]

ここで、タッチセンサまたはニアタッチセンサでは、受光デバイスの受光面積を大きくすることで、対象物の検出をより容易にできる場合がある。そのため、図５に示すように、受光デバイス１５０ＰＳと受光デバイス１５０ＩＲＳの双方を用いて、対象物１０８の検出を行ってもよい。

[００９６]

図５では、図４Ｃ及び図４Ｄと同様に、光源１０４が発した赤外光３１ＩＲは、対象物（ここでは指）によって反射され、対象物からの反射光３２ＩＲが受光デバイス１５０ＩＲＳに入射される。さらに、図５では、発光デバイス１３０Ｇが発した緑色の光３１Ｇも、対象物によって反射され、対象物からの反射光３２Ｇが受光デバイス１５０ＰＳに入射される。対象物は、電子機器に接触していないが、受光デバイス１５０ＩＲＳ及び受光デバイス１５０ＰＳを用いて、対象物を検出する

ことができる。

[0097]

なお、受光デバイス150IRS（及び受光デバイス150PS）を用いて、電子機器に接触している対象物を検出することもできる。

[0098]

図4Aに示す画素180Aと、図4Bに示す画素180Bと、の双方を有する表示装置、または当該表示装置を備える電子機器は、例えば、[1]副画素（R）を用いて赤色の光を発する機能、[2]副画素（G）を用いて緑色の光を発する機能、[3]副画素（B）を用いて青色の光を発する機能、[4]副画素（PS）を用いたタッチセンサ（ダイレクトタッチセンサ）機能、[5]副画素（IRS）を用いたニアタッチセンサ機能、[6]副画素（PS）を用いた指紋認証などの個人認証機能、[7]副画素（W）を用いたフラッシュライト機能、[8]副画素（W）を用いた照明機能の8つの機能を備えることができる。このように、本発明の一態様の表示装置は、多機能化を実現することができる。また、本発明の一態様の表示装置は、多機能表示装置、または多機能パネルと呼称することができる。

[0099]

図6及び図7に、表示装置のレイアウトの一例を示す。

[0100]

ニアタッチセンサ機能は、例えば、特定の箇所に固定した光源で対象物（指、手、またはペンなど）を照らし、対象物からの反射光を複数の副画素（IRS）で検出し、複数の副画素（IRS）における検出強度比によって対象物の位置を推定することで実現することができる。

[0101]

副画素（IRS）を有する画素180Bは、表示部内に一定周期ごとに配置する構成、または、表示部の外周に配置する構成などを適用することができる。

[0102]

一部の画素のみを用いて、ニアタッチ検出を行うことで、駆動周波数を高めることができる。また、他の画素に、副画素（W）を搭載できるため、表示装置の多機能化を実現できる。

[0103]

図6に示す表示装置100Aは、画素180Aと画素180Bの2種類の画素を有する。表示装置100Aでは、画素180Bは、3×3画素（9画素）に1つ設けられ、その他の画素には、画素180Aの構成が適用されている。

[0104]

なお、画素180Bを配置する周期は、3×3画素に1つに限られない。例えば、タッチ検出に用いる画素を、4画素（2×2画素）につき1画素、16画素（4×4画素）につき1画素、100画素（10×10画素）につき1画素、または900画素（30×30画素）につき1画素などと適宜決定することができる。

[0105]

図7に示す表示装置100Bは、画素180Aと画素180Bの2種類の画素を有する。表示装置100Bでは、画素180Bは、表示部の外周に設けられ、その他の画素には、画素180Aの構成が適用されている。

[0106]

表示部の外周に画素180Bを設ける場合、画素180Bは、図7に示すように4辺全てを囲うように配置してもよく、4隅に配置してもよく、各辺に1つまたは複数配置してもよく、様々な配置を適用することができる。

[0107]

図6及び図7では、表示装置の表示部の外部に設けられた光源104が発する赤外光31IRが、対象物108によって反射され、対象物108からの反射光32IRが複数の画素180Bに入射される。当該画素180Bに設けられた副画素（IRS）で反射光32IRを検出し、複数の副画素（IRS）における検出強度比によって対象物108の位置を推定することができる。

[0108]

なお、光源104は、少なくとも表示装置の表示部の外部に設けられており、表示装置に内蔵されていてもよく、表示装置とは別に電子機器に搭載されていてもよい。光源104には、例えば、赤外光を発する発光ダイオードなどを用いることができる。

[0109]

以上のように、表示装置のレイアウトは様々な態様をとることができる。

[0110]

図8に、2つの受光デバイスを有する画素回路の例を示す。

[0111]

図8に示す画素は、トランジスタM11、M12、M13、M14、M15、容量C1、及び受光デバイスPD1、PD2を有する。

[0112]

受光デバイスPD1は、例えば図4C等における受光デバイス150PSに対応し、受光デバイスPD2は、例えば受光デバイス150IRSに対応する。なお、これに限られず、受光デバイスPD1及び受光デバイスPD2は同じ構成の受光デバイスであってもよいし、異なる構成の受光デバイスであってもよい。

[0113]

トランジスタM11は、ゲートが配線TXと電氣的に接続され、ソース及びドレインの一方が、受光デバイスPD1のアノード電極、及び、トランジスタM15のソース及びドレインの一方と電氣的に接続され、ソース及びドレインの他方が、トランジスタM12のソース及びドレインの一方、容量C1の第1の電極、及びトランジスタM13のゲートと電氣的に接続されている。トランジスタM12は、ゲートが配線RSと電氣的に接続され、ソース及びドレインの他方が、配線VRSと電氣的に接続されている。トランジスタM13は、ソース及びドレインの一方が、配線VPIと電氣的に接続され、ソース及びドレインの他方が、トランジスタM14のソース及びドレインの一方と電氣的に接続されている。トランジスタM14は、ゲートが配線SEと電氣的に接続され、ソース及びドレインの他方が配線WXと電氣的に接続されている。トランジスタM15は、ゲートが配線SWと電氣的に接続され、ソース及びドレインの他方が受光デバイスPD2のアノード電極と電氣的に接続されている。受光デバイスPD1及び受光デバイスPD2は、カソード電極が配線CLと電氣的に接続されている。容量C1は、第2の電極が配線VCPと電氣的に接続されている。

[0114]

トランジスタM11、トランジスタM12、トランジスタM14、及びトランジスタM15は、スイッチとして機能する。トランジスタM13は、増幅素子（アンプ）として機能する。

[0115]

本発明の一態様の表示装置では、画素回路に含まれるトランジスタの全てに、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物（酸化物半導体ともいう）を有するトランジスタ（以下、OSトランジスタともいう）を用いることが好ましい。OSトランジスタは、オフ電流が極めて小さく、当該トランジスタと直列に接続された容量に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。また、OSトランジスタを用いることで、表示装置の消費電力を低減することができる。

[0116]

または、本発明の一態様の表示装置では、画素回路に含まれるトランジスタ全てに、チャンネルが形成される半導体層にシリコンを有するトランジスタ（以下、Siトランジスタともいう）を用いることが好ましい。シリコンとしては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、非晶質シリコン等が挙げられる。特に、半導体層に低温ポリシリコン（LTPS（Low Temperature Poly-Silicon））を有するトランジスタ（以下、LTPSトランジスタともいう）を用いることが好ましい。LTPSトランジスタは、電界効果移動度が高く、高速動作が可能である。

[0117]

または、本発明の一態様の表示装置では、画素回路に、2種類のトランジスタを用いてもよい。具体的には、画素回路は、OSトランジスタと、LTPSトランジスタと、を有することが好ましい。トランジスタに求められる機能に応じて、半導体層の材料を変えることで、画素回路の品質を高め、センシングまたは撮像の精度を高めることができる。

[0118]

例えば、トランジスタM11乃至トランジスタM15の全てに、半導体層に低温ポリシリコンを用いたLTPSトランジスタを適用することが好ましい。または、トランジスタM11、トランジスタM12、及びトランジスタM15に、半導体層に金属酸化物を用いたOSトランジスタを適用し、トランジスタM13に、LTPSトランジスタを適用することが好ましい。このとき、トランジスタM14は、OSトランジスタ及びLTPSトランジスタのどちらを適用してもよい。

[0119]

トランジスタM11、トランジスタM12、及びトランジスタM15にOSトランジスタを適用することで、受光デバイスPD1及び受光デバイスPD2に発生する電荷に基づき、トランジスタM13のゲートに保持される電位が、トランジスタM11、トランジスタM12、またはトランジスタM15を介してリークされるのを防ぐことができる。

[0120]

一方で、トランジスタM13には、LTPSトランジスタを適用することが好ましい。LTPSトランジスタは、OSトランジスタよりも、高い電界効果移動度を実現することができ、駆動能力及び電流能力に優れる。そのため、トランジスタM13では、トランジスタM11、トランジスタM12、及びトランジスタM15に比較して、より高速な動作が可能となる。トランジスタM13にLTPSトランジスタを用いることで、受光デバイスPD1または受光デバイスPD2の受光量に基づく微小の電位に応じた出力を、トランジスタM14に対して素早く行うことができる。

[0121]

つまり、図8に示す画素回路において、トランジスタM11、トランジスタM12、及びトランジスタM15はリーク電流が少なく、且つ、トランジスタM13は駆動能力が高いことで、受光デバイスPD1及び受光デバイスPD2で受光し、トランジスタM11及びトランジスタM15を介

して転送された電荷がリークすることなく保持でき、且つ、高速で読み出しを行うことができる。

[0122]

トランジスタM14は、トランジスタM13からの出力を配線WXに流すスイッチとして機能するため、トランジスタM11乃至トランジスタM13及びトランジスタM15のように、小さいオフ電流及び高速動作等は必ずしも求められない。そのため、トランジスタM14の半導体層には、低温ポリシリコンを適用してもよいし、酸化物半導体を適用してもよい。

[0123]

なお、図8において、トランジスタをnチャネル型のトランジスタとして表記しているが、pチャネル型のトランジスタを用いることもできる。

[0124]

上述の通り、個人認証のための撮像など、高精細で鮮明な撮像が求められる場合は、受光デバイスの開口率（受光面積）が小さいことが好ましい。一方で、ニアタッチセンサなど、おおよその位置が検出できればよい場合には、受光デバイスの開口率（受光面積）が大きいことが好ましい。そのため、受光デバイスPD1の開口率（受光面積）を、受光デバイスPD2の開口率（受光面積）よりも小さい構成とすることが好ましい。そして、高い精細度が求められる撮像においては、トランジスタM11をオンにし、トランジスタM15はオフとすることで、受光デバイスPD1のみを用いて撮像を行うことが好ましい。一方で、大面積での検出を行う場合には、トランジスタM11とトランジスタM15の双方をオンとすることで、受光デバイスPD1と受光デバイスPD2の双方を用いて撮像を行うことが好ましい。これにより、撮像できる光量を多くし、表示装置から離れた場所の対象物を検出しやすくすることができる。

[0125]

以上のように、本実施の形態の表示装置は、1つの画素に、受光デバイスを搭載することで、表示機能に加えて、様々な機能を追加することができ、表示装置の多機能化が可能となる。例えば、本実施の形態の表示装置を用いて、フルカラー表示を行う機能、光検出により個人認証を行う機能、演色性の良好な光による照明の機能、及び輝度の高い閃光による照明の機能と、を実現することができる。さらに、タッチセンサまたはニアタッチセンサなどのセンシング機能を実現することができる。

[0126]

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。

[0127]

(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に用いることができる発光デバイスについて説明する。

[0128]

図9Aに示す発光デバイスは、電極772、EL層786、及び、電極788を有する。電極772と電極788のうち、一方は陽極として機能し、他方は陰極として機能する。また、電極772と電極788のうち、一方は画素電極として機能し、他方は共通電極として機能する。また、電極772と電極788のうち、光を取り出す側の電極は可視光に対する透過性を有し、また、他方

の電極は、可視光を反射することが好ましい。

[0129]

発光デバイスが有するEL層786は、図9Aに示すように、層4420、発光層4411、層4430などの複数の層で構成することができる。層4420は、例えば電子注入性の高い物質を含む層（電子注入層）及び電子輸送性の高い物質を含む層（電子輸送層）などを有することができる。発光層4411は、例えば発光性の化合物を有する。層4430は、例えば正孔注入性の高い物質を含む層（正孔注入層）及び正孔輸送性の高い物質を含む層（正孔輸送層）を有することができる。

[0130]

一对の電極間に設けられた層4420、発光層4411、及び、層4430を有する構成は単一の発光ユニットとして機能することができ、本明細書では図9Aの構成をシングル構造と呼ぶ。

[0131]

また、図9Bは、図9Aに示す発光デバイスが有するEL層786の変形例である。具体的には、図9Bに示す発光デバイスは、電極772上の層4430-1と、層4430-1上の層4430-2と、層4430-2上の発光層4411と、発光層4411上の層4420-1と、層4420-1上の層4420-2と、層4420-2上の電極788と、を有する。例えば、電極772を陽極とし、電極788を陰極とした場合、層4430-1が正孔注入層として機能し、層4430-2が正孔輸送層として機能し、層4420-1が電子輸送層として機能し、層4420-2が電子注入層として機能する。または、電極772を陰極とし、電極788を陽極とした場合、層4430-1が電子注入層として機能し、層4430-2が電子輸送層として機能し、層4420-1が正孔輸送層として機能し、層4420-2が正孔注入層として機能する。このような層構造とすることで、発光層4411に効率よくキャリアを注入し、発光層4411内におけるキャリアの再結合の効率を高めることが可能となる。

[0132]

なお、図9Cに示すように層4420と層4430との間に複数の発光層（発光層4411、4412、4413）が設けられる構成もシングル構造のバリエーションである。

[0133]

また、図9Dに示すように、複数の発光ユニット（発光ユニット786a、786b）が中間層4440（電荷発生層ともいう）を介して直列に接続された構成を本明細書ではタンデム構造と呼ぶ。なお、これに限定されず、例えば、タンデム構造をスタック構造と呼んでもよい。なお、タンデム構造とすることで、高輝度発光が可能な発光デバイスとすることができる。

[0134]

なお、図9C及び図9Dにおいても、図9Bに示すように、層4420と層4430とは、それぞれ、2層以上の層からなる積層構造とすることができる。

[0135]

発光デバイスの発光色は、EL層786を構成する材料によって、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄または白などとすることができる。また、発光デバイスにマイクロキャビティ構造を付与することにより色純度をさらに高めることができる。

[0136]

白色の光を発する発光デバイスは、発光層に2種類以上の発光物質を含む構成とすることが好ま

しい。白色発光を得るには、2つ以上の発光物質の各々の発光が補色の関係となるような発光物質を選択すればよい。例えば、第1の発光層の発光色と第2の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する発光デバイスを得ることができる。また、発光層を3つ以上有する発光デバイスの場合も同様である。例えば、図9Cに示す発光層4411、4412、4413の発光色が補色の関係であると、シングル構造の白色発光デバイスを実現することができる。

[0137]

発光層には、R（赤）、G（緑）、B（青）、Y（黄）、O（橙）等の発光を示す発光物質を2つ以上含むことが好ましい。または、発光層は、発光物質を2つ以上有し、それぞれの発光物質の発光は、R、G、Bのうち2つ以上の色のスペクトル成分を含むことが好ましい。

[0138]

[表示装置の構成例1]

図10乃至図14を用いて、発光デバイスの構成例を説明する。

[0139]

図10Aに、表示装置500の断面概略図を示す。表示装置500は、赤色の光を発する発光デバイス550R、緑色の光を発する発光デバイス550G、青色の光を発する発光デバイス550B、及び、白色の光を発する発光デバイス550Wを有する。なお、本実施の形態では、表示装置が有する受光デバイスについての記載は省略する。

[0140]

発光デバイス550Rは、一対の電極（電極501、電極502）の間に、1つの発光ユニット（発光ユニット512R）が設けられた構成を有する。同様に、発光デバイス550Gは発光ユニット512Gを有し、発光デバイス550Bは発光ユニット512Bを有する。発光デバイス550Wは、一対の電極（電極501、電極502）の間に、中間層531を介して2つの発光ユニット（発光ユニット512Q__1、発光ユニット512Q__2）が積層された構成を有する。

[0141]

電極501は、画素電極として機能し、発光デバイス毎に設けられる。電極502は、共通電極として機能し、複数の発光デバイスに共通に設けられる。

[0142]

発光ユニット512Rは、層521、層522、発光層523R、層524等を有する。また、発光デバイス550Rは、発光ユニット512Rと、電極502との間に層525などを有する。なお、層525を発光ユニット512Rの一部とみなすこともできる。

[0143]

発光ユニット512Q__1は、層521、層522、発光層523Q__1、層524等を有する。発光ユニット512Q__2は、層522、発光層523Q__2、層524等を有する。また、発光デバイス550Wは、発光ユニット512Q__2と、電極502との間に層525などを有する。なお、層525を発光ユニット512Q__2の一部とみなすこともできる。

[0144]

層521は、例えば正孔注入性の高い物質を含む層（正孔注入層）などを有する。層522は、例えば正孔輸送性の高い物質を含む層（正孔輸送層）などを有する。層524は、例えば電子輸送性の高い物質を含む層（電子輸送層）などを有する。層525は、例えば電子注入性の高い物質を

含む層（電子注入層）などを有する。

[0145]

または、層521が電子注入層を有し、層522が電子輸送層を有し、層524が正孔輸送層を有し、層525が正孔注入層を有する構成としてもよい。

[0146]

図10Aにおいては、層521と、層522と、を分けて明示したがこれに限定されない。例えば、層521が正孔注入層と、正孔輸送層との双方の機能を有する構成とする場合、あるいは層521が電子注入層と、電子輸送層との双方の機能を有する構成とする場合においては、層522を省略してもよい。

[0147]

また、中間層531は、電極501と電極502との間に電圧を印加したときに、発光ユニット512Q__1及び発光ユニット512Q__2のうち、一方に電子を注入し、他方に正孔を注入する機能を有する。中間層531は、電荷発生層と呼ぶこともできる。

[0148]

中間層531としては、例えば、フッ化リチウムなどの電子注入層に適用可能な材料を好適に用いることができる。また、中間層としては、例えば、正孔注入層に適用可能な材料を好適に用いることができる。また、中間層には、正孔輸送性の高い材料（正孔輸送性材料）とアクセプター性材料（電子受容性材料）とを含む層を用いることができる。また、中間層には、電子輸送性の高い材料（電子輸送性材料）とドナー性材料とを含む層を用いることができる。このような層を有する中間層を形成することにより、発光ユニットが積層された場合における駆動電圧の上昇を抑制することができる。

[0149]

なお、発光デバイス550Rが有する発光層523Rは、赤色の発光を示す発光物質を有し、発光デバイス550Gが有する発光層523Gは緑色の発光を示す発光物質を有し、発光デバイス550Bが有する発光層523Bは、青色の発光を示す発光物質を有する。なお、発光デバイス550G、発光デバイス550Bは、それぞれ、発光デバイス550Rが有する発光層523Rを、発光層523G、発光層523Bに置き換えた構成を有し、そのほかの構成は、発光デバイス550Rと同様である。

[0150]

発光デバイス550Wが有する発光層523Q__1の発光色と発光層523Q__2の発光色を補色の関係にすることで、発光デバイス550Wを白色発光する発光デバイスとすることができる。発光層523Q__1、523Q__2には、それぞれ、R（赤）、G（緑）、B（青）、Y（黄）、O（橙）等の発光を示す発光物質を含むことが好ましい。または、発光層523Q__1、523Q__2が有する発光物質の発光は、R、G、Bのうち2つ以上の色のスペクトル成分を含むことが好ましい。

[0151]

ここで、発光デバイス550Wに用いることができる、各発光ユニットが有する発光層の発光色の組み合わせの一例を説明する。

[0152]

例えば、発光デバイス550Wが、2つの発光ユニットを有する場合、一方の発光ユニットで赤

色と緑色の発光、他方の発光ユニットで青色の発光を得ることで、白色発光する発光デバイス 550Wを得ることができる。または、一方の発光ユニットで黄色または橙色の発光、他方の発光ユニットで青色の発光を得ることで、白色発光する発光デバイス 550Wを得ることができる。

[0153]

また、例えば、発光デバイス 550Wが、3つの発光ユニットを有する場合、いずれか一つの発光ユニットから赤色の発光、他の一つの発光ユニットから緑色の発光、残りの一つの発光ユニットから青色の発光を得ることで、白色発光する発光デバイス 550Wを得ることができる。また、第1の発光ユニットに青色発光の発光層を用い、第2の発光ユニットに黄色発光、黄緑色発光、または緑色発光の発光層を用い、第3の発光ユニットに青色発光の発光層を用いることができる。また、第1の発光ユニットに青色発光の発光層を用い、第2の発光ユニットに赤色発光の発光層と、黄色発光、黄緑色発光、または緑色発光の発光層と、の積層構造を用い、第3の発光ユニットに青色発光の発光層を用いることができる。

[0154]

また、例えば、発光デバイス 550Wが、4つの発光ユニットを有する場合、第1の発光ユニットに青色発光の発光層を用い、第2の発光ユニットと第3の発光ユニットのうち一方に赤色発光の発光層を用い、他方に黄色発光、黄緑色発光、または緑色発光の発光層を用い、第4の発光ユニットに青色発光の発光層を用いることができる。

[0155]

なお、層 521、層 522、層 524、層 525は、各色の発光デバイスで同一の構成（材料、膜厚など）であってもよく、互いに異なる構成であってもよい。

[0156]

発光デバイス 550Wのように、複数の発光ユニットが中間層 531を介して直列に接続された構成を本明細書ではタンデム構造と呼ぶ。一方、発光デバイス 550R、発光デバイス 550G、及び発光デバイス 550Bのように、一対の電極間に一つの発光ユニットを有する構成を、シングル構造と呼ぶ。なお、本明細書等においては、タンデム構造として呼称するが、これに限定されず、例えば、タンデム構造をスタック構造と呼んでもよい。なお、タンデム構造とすることで、高輝度発光が可能な発光デバイスとすることができる。また、タンデム構造は、シングル構造と比べて、同じ輝度を得るために必要な電流を低減できるため、信頼性を高めることができる。

[0157]

また、発光デバイス 550R、発光デバイス 550G、発光デバイス 550B、及び、発光デバイス 550Wのように、発光デバイスごとに発光層を作り分ける構造をSBS (Side By Side) 構造と呼ぶ場合がある。SBS構造は、発光デバイスごとに材料及び構成を最適化することができるため、材料及び構成の選択の自由度が高まり、輝度の向上、信頼性の向上を図ることが容易となる。

[0158]

図10Aにおいて、発光ユニット 512R、発光ユニット 512G、及び、発光ユニット 512Bを、それぞれ、島状の層として形成することができる。また、発光ユニット 512Q__1、中間層 531、発光ユニット 512Q__2、層 525を、島状の層として形成することができる。

[0159]

図10Bは、図10Aに示す表示装置 500の変形例である。図10Bに示す表示装置 500は、

層 5 2 5 を、電極 5 0 2 と同様に、各発光デバイス間で共通に設けた場合の例である。このとき、層 5 2 5 を共通層と呼ぶことができる。このように、複数の発光デバイスに 1 つ以上の共通層を設けることで、作製工程を簡略化できるため、製造コストを低減することができる。なお、共通層に特に限定はない。例えば、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、及び電子注入層のうち一種以上の層を共通層とすることができる。例えば、正孔注入層と正孔輸送層を各発光デバイス間で共通に設けてもよい。

[0160]

図 1 1 A に示す表示装置 5 0 0 は、発光デバイス 5 5 0 W が、3 つの発光ユニットを積層した構成を有する場合の例である。図 1 1 A において、発光デバイス 5 5 0 W は、発光ユニット 5 1 2 Q__2 上にさらに中間層 5 3 1 を介して発光ユニット 5 1 2 Q__3 が積層されている。発光ユニット 5 1 2 Q__3 は、層 5 2 2、発光層 5 2 3 Q__3、層 5 2 4 等を有する。

[0161]

発光デバイスにタンデム構造を適用する場合、発光ユニットの数は特に限定されず、2 つ以上とすることができる。

[0162]

図 1 1 B に表示装置 5 0 0 は、発光デバイス 5 5 0 W だけでなく、発光デバイス 5 5 0 R、発光デバイス 5 5 0 G、及び、発光デバイス 5 5 0 B にもタンデム構造を適用する場合の例である。

[0163]

各色の発光デバイスには、それぞれ独立に、シングル構造またはタンデム構造を適用することができる。例えば、発光デバイス 5 5 0 R、5 5 0 G、5 5 0 B、5 5 0 W の全てをタンデム構造としてもよく、全てをシングル構造としてもよく、いずれか一つ以上をタンデム構造としてもよく、いずれか一つ以上をシングル構造としてもよい。また、タンデム構造を適用する場合、各色の発光デバイスが有する発光ユニットの数はそれぞれ独立に決定することができる。

[0164]

発光デバイス 5 5 0 R は、一対の電極（電極 5 0 1、電極 5 0 2）の間に、中間層 5 3 1 を介して 2 つの発光ユニット（発光ユニット 5 1 2 R__1、発光ユニット 5 1 2 R__2）が積層された構成を有する。同様に、発光デバイス 5 5 0 G は発光ユニット 5 1 2 G__1、発光ユニット 5 1 2 G__2 を有し、発光デバイス 5 5 0 B は発光ユニット 5 1 2 B__1、発光ユニット 5 1 2 B__2 を有する。

[0165]

発光ユニット 5 1 2 R__1 は、層 5 2 1、層 5 2 2、発光層 5 2 3 R、層 5 2 4 等を有する。発光ユニット 5 1 2 R__2 は、層 5 2 2、発光層 5 2 3 R、層 5 2 4 等を有する。また、発光デバイス 5 5 0 R は、発光ユニット 5 1 2 R__2 と、電極 5 0 2 との間に層 5 2 5 などを有する。なお、層 5 2 5 を発光ユニット 5 1 2 R__2 の一部とみなすこともできる。

[0166]

なお、層 5 2 2、発光層 5 2 3 R、層 5 2 4 は、発光ユニット 5 1 2 R__1 と発光ユニット 5 1 2 R__2 とで同一の構成（材料、膜厚など）であつてもよく、互いに異なる構成であつてもよい。

[0167]

図 1 1 B に示す表示装置 5 0 0 は、タンデム構造であり、且つ、SBS 構造であるといえる。そのため、タンデム構造のメリットと、SBS 構造のメリットの両方を併せ持つことができる。なお、

表示装置 500 は、図 11B に示すように、発光ユニットが直列に 2 段形成された構造であるため、2 段タンデム構造と呼称してもよい。また、図 11B に示す 2 段タンデム構造においては、赤色の発光層を有する第 1 の発光ユニットの上に、赤色の発光層を有する第 2 の発光ユニットが積層された構造となる。同様に、図 11B に示す 2 段タンデム構造においては緑色の発光層を有する第 1 の発光ユニットの上に緑色の発光層を有する第 2 の発光ユニットが積層された構造となり、青色の発光層を有する第 1 の発光ユニットの上に青色の発光層を有する第 2 の発光ユニットが積層された構造となる。

[0168]

図 11B において、発光ユニット 512R__1、中間層 531、発光ユニット 512R__2、層 525 を、島状の層として形成することができる。また、発光ユニット 512G__1、中間層 531、発光ユニット 512G__2、層 525 を、島状の層として形成することができる。発光ユニット 512B__1、中間層 531、発光ユニット 512B__2、層 525 を、島状の層として形成することができる。また、発光ユニット 512Q__1、中間層 531、発光ユニット 512Q__2、層 525 を、島状の層として形成することができる。

[0169]

図 12A に示す表示装置 500 は、3 つの発光ユニットを積層した場合の例である。図 12A において、発光デバイス 550R は、発光ユニット 512R__2 上にさらに中間層 531 を介して発光ユニット 512R__3 が積層されている。発光ユニット 512R__3 は、層 522、発光層 523R、層 524 等を有する。発光ユニット 512R__3 は、発光ユニット 512R__2 と同様の構成を適用することができる。また、発光デバイス 550G が有する発光ユニット 512G__3、発光デバイス 550B が有する発光ユニット 512B__3 も同様である。また、発光デバイス 550W は、発光ユニット 512Q__2 上にさらに中間層 531 を介して発光ユニット 512Q__3 が積層されている。発光ユニット 512Q__3 は、層 522、発光層 523Q__3、層 524 等を有する。

[0170]

図 12B では、n 個の発光ユニット（n は 2 以上の整数）を積層した場合の例を示している。

[0171]

このように、発光ユニットの積層数を増やすことにより、同じ電流量で発光デバイスから得られる輝度を、積層数に応じて高めることができる。また、発光ユニットの積層数を増やすことにより、同じ輝度を得るために必要な電流を低減できるため、発光デバイスの消費電力を、積層数に応じて低減することができる。

[0172]

図 13A、図 13B に示す表示装置 500 は、隣接する 2 つの発光デバイスが離間し、且つ、電極 502 が発光ユニット及び中間層 531 の側面に沿って設けられる場合の例を示している。図 13A は、発光デバイス 550R、550G、550B がシングル構造であり、発光デバイス 550W が 2 段タンデム構造である例である。図 13B は、発光デバイス 550R、550G、550B、550W がいずれも 2 段タンデム構造である例である。

[0173]

ここで、中間層 531 と電極 502 とが接触すると、電氣的にショートしてしまう場合がある。そのため、中間層 531 と電極 502 とを絶縁することが好ましい。

[0174]

図13A、図13Bでは、電極501、各発光ユニット及び中間層531の側面を覆って、絶縁層541が設けられている例を示している。絶縁層541は、側壁、側壁保護層、またはサイドウォール絶縁膜などと呼ぶことができる。絶縁層541を設けることで、中間層531と電極502とを電氣的に絶縁することができる。

[0175]

また、各発光ユニット及び中間層531の側面は、被形成面に対して垂直または概略垂直であることが好ましい。例えば、被形成面と、これらの側面との成す角度を、60度以上90度以下とすることが好ましい。

[0176]

図13Cは、層525及び電極502が発光ユニット及び中間層531の側面に沿って設けられる場合の例を示している。さらに、側壁保護層として、絶縁層541と絶縁層542の2層構造が設けられている。

[0177]

また、図14Aは、図13Cの変形例である。また、図14Bは、図14Aに示す領域503の拡大図である。図14Aと、図13Cとは、絶縁層542の端部の形状が異なる。また、絶縁層542の端部の形状が異なり、絶縁層542の形状に沿って、層525及び電極502が形成されるため、層525及び電極502の形状も異なる。また、図14Aは、絶縁層542の厚さが絶縁層541の厚さよりも厚い点で、図13Cと異なる。絶縁層542の端部の形状は、図14Bに示すようにラウンド状とすることができる。例えば、絶縁層542を形成する際に、ドライエッチング法を用い、異方性エッチングにて絶縁層542の上部をエッチングする場合、絶縁層542の端部は、図14Bに示すようにラウンド状となる。絶縁層542の端部の形状をラウンド状とすることで、層525、及び電極502の被覆性が高まり好適である。図14A及び図14Bに示すように、絶縁層542の厚さを絶縁層541の厚さよりも厚くすることで、端部の形状をラウンド状にしやすい場合がある。

[0178]

側壁保護層として機能する絶縁層541（及び絶縁層542）により、電極502と中間層531の電氣的なショートを防ぐことができる。また、絶縁層541（及び絶縁層542）が電極501の側面を覆うことで、電極501と電極502の電氣的なショートを防ぐことができる。これにより、発光デバイスの四隅に位置する角部における、電氣的なショートを防ぐことができる。

[0179]

絶縁層541及び絶縁層542には、それぞれ無機絶縁膜を用いることが好ましい。例えば、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、酸化窒化アルミニウム、または酸化ハフニウムなどの、酸化物または窒化物を用いることができる。また、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ガリウム、酸化タンタル、酸化マグネシウム、酸化ランタン、酸化セリウム、及び酸化ネオジム等を用いてもよい。

[0180]

絶縁層541及び絶縁層542は、例えばスパッタリング法、蒸着法、CVD法、ALD法などの各種成膜方法により形成することができる。特に、ALD法は被形成層に対する成膜ダメージが小さいため、発光ユニット及び中間層531に直接形成する絶縁層541は、ALD法を用いて形

成することが好ましい。また、このとき、絶縁層 5 4 2 はスパッタリング法により形成すると、生産性を高めることができるため好ましい。

[0181]

例えば、絶縁層 5 4 1 に ALD 法により形成した酸化アルミニウム膜を用い、絶縁層 5 4 2 に、スパッタリング法により形成した窒化シリコン膜を用いることができる。

[0182]

また、絶縁層 5 4 1 及び絶縁層 5 4 2 の一方または双方は、水及び酸素の少なくとも一方に対するバリア絶縁膜としての機能を有することが好ましい。または、絶縁層 5 4 1 及び絶縁層 5 4 2 の一方または双方は、水及び酸素の少なくとも一方の拡散を抑制する機能を有することが好ましい。または、絶縁層 5 4 1 及び絶縁層 5 4 2 の一方または双方は、水及び酸素の少なくとも一方を捕獲、または固着する（ゲッタリングともいう）機能を有することが好ましい。

[0183]

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

[0184]

絶縁層 5 4 1 及び絶縁層 5 4 2 の一方または双方が、上述のバリア絶縁膜の機能、またはゲッタリング機能を有することで、外部から各発光デバイスに拡散しうる不純物（代表的には、水または酸素）の侵入を抑制することが可能な構成となる。当該構成とすることで、信頼性の優れた表示装置を提供することができる。

[0185]

なお、図 1 4 C に示すように、側壁保護層として機能する絶縁層 5 4 1 及び絶縁層 5 4 2 を有さない構成としてもよい。図 1 4 C では、層 5 2 5 が、各発光ユニット及び中間層 5 3 1 の側面に接して設けられている。

[0186]

なお、表示装置 5 0 0 において、発光層の発光材料は特に限定されない。例えば、図 1 1 B に示す表示装置 5 0 0 において、発光ユニット 5 1 2 R__1 が有する発光層 5 2 3 R は燐光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 R__2 が有する発光層 5 2 3 R は燐光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 G__1 が有する発光層 5 2 3 G は蛍光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 G__2 が有する発光層 5 2 3 G は蛍光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 B__1 が有する発光層 5 2 3 B は蛍光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 B__2 が有する発光層 5 2 3 B が有する発光層 5 2 3 B は蛍光材料を有する構成とすることができる。

[0187]

または、図 1 1 B に示す表示装置 5 0 0 において、発光ユニット 5 1 2 R__1 が有する発光層 5 2 3 R は燐光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 R__2 が有する発光層 5 2 3 R は燐光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 G__1 が有する発光層 5 2 3 G は燐光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 G__2 が有する発光層 5 2 3 G は燐光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 B__1 が有する発光層 5 2 3 B は蛍光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 B__2 が有する発光層 5 2 3 B が有する発光層 5 2 3 B は蛍光材料を有する構成とすることができる。

[0188]

また、図 1 1 B に示す表示装置 5 0 0 において、発光ユニット 5 1 2 Q__1 が有する発光層 5 2 3 Q__1 は燐光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 Q__2 が有する発光層 5 2 3 Q__2 は蛍光材料を有する構成とすることができる。または、発光ユニット 5 1 2 Q__1 が有する発光層 5 2 3 Q__1 は蛍光材料を有し、発光ユニット 5 1 2 Q__2 が有する発光層 5 2 3 Q__2 は燐光材料を有する構成とすることができる。

[0 1 8 9]

なお、発光ユニットの構成については、上記に限定されない。例えば、図 1 1 B に示す表示装置 5 0 0 において、発光ユニット 5 1 2 Q__1 が有する発光層 5 2 3 Q__1 は TADF 材料を有し、発光ユニット 5 1 2 Q__2 が有する発光層 5 2 3 Q__2 は蛍光材料、または燐光材料のいずれかを有する構成としてもよい。このように異なる発光材料を用いる、例えば、信頼性の高い発光材料と、発光効率の高い発光材料と、を組み合わせることで、それぞれの欠点を補い、信頼性、及び発光効率の双方を高めた表示装置とすることができる。

[0 1 9 0]

なお、本発明の一態様の表示装置は、赤色発光の発光層に燐光材料を用い、他の発光層には蛍光材料を用いる構成、青色発光の発光層に蛍光材料を用い、他の発光層には燐光材料を用いる構成、全ての発光層を蛍光材料とする構成、または全ての発光層を燐光材料とする構成としてもよい。

[0 1 9 1]

または、図 1 1 B に示す表示装置 5 0 0 において、発光ユニット 5 1 2 R__1 が有する発光層 5 2 3 R を燐光材料とし、発光ユニット 5 1 2 R__2 が有する発光層 5 2 3 R を蛍光材料とする構成、または発光ユニット 5 1 2 R__1 が有する発光層 5 2 3 R を蛍光材料とし、発光ユニット 5 1 2 R__2 が有する発光層 5 2 3 R を燐光材料とする構成、すなわち、1 段目の発光層と、2 段目の発光層との発光材料を異なる材料で形成する構成としてもよい。なお、ここでの記載については、発光ユニット 5 1 2 R__1、及び発光ユニット 5 1 2 R__2 について明示したが、発光ユニット 5 1 2 G__1、及び発光ユニット 5 1 2 G__2、並びに発光ユニット 5 1 2 B__1、及び発光ユニット 5 1 2 B__2 についても同様の構成を適用することができる。

[0 1 9 2]

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。

[0 1 9 3]

(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とその作製方法について図 1 5 乃至図 1 9 を用いて説明する。

[0 1 9 4]

本発明の一態様の表示装置は、画素に、発光デバイス及び受光デバイスを有する。本発明の一態様の表示装置では、画素が受光機能を有するため、画像を表示しながら、対象物の接触または近接を検出することができる。例えば、表示装置が有する副画素全てで画像を表示するだけでなく、一部の副画素は、光源としての光を呈し、残りの副画素で画像を表示することもできる。

[0 1 9 5]

本発明の一態様の表示装置は、表示部に、発光デバイスがマトリクス状に配置されており、当該表示部で画像を表示することができる。また、当該表示部には、受光デバイスがマトリクス状に配置されており、表示部は、画像表示機能に加えて、撮像機能及びセンシング機能の一方または双方

を有する。表示部は、イメージセンサまたは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、または、対象物（指、手、またはペンなど）の近接もしくは接触を検出することができる。さらに、本発明の一態様の表示装置は、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もよく、電子機器の部品点数を削減することができる。

[0196]

本発明の一態様の表示装置では、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（または散乱）した際、受光デバイスがその反射光（または散乱光）を検出できるため、暗い場所でも、撮像またはタッチ検出が可能である。

[0197]

本発明の一態様の表示装置は、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、発光デバイスは、表示デバイス（表示素子ともいう）として機能する。

[0198]

発光デバイスとしては、OLED (Organic Light Emitting Diode)、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。

[0199]

本発明の一態様の表示装置は、受光デバイスを用いて、光を検出する機能を有する。

[0200]

受光デバイスをイメージセンサに用いる場合、表示装置は、受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。

[0201]

例えば、イメージセンサを用いて、指紋、掌紋などの生体情報に係るデータを取得することができる。つまり、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。

[0202]

また、受光デバイスをタッチセンサに用いる場合、表示装置は、受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。

[0203]

受光デバイスとしては、例えば、pn型またはpin型のフォトダイオードを用いることができる。受光デバイスは、受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（光電変換素子ともいう）として機能する。受光デバイスに入射する光量に基づき、受光デバイスから発生する電荷量が決まる。

[0204]

特に、受光デバイスとして、有機化合物を含む層を有する有機フォトダイオード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。

[0205]

本発明の一態様では、発光デバイスとして有機ELデバイスを用い、受光デバイスとして有機フォトダイオードを用いる。有機ELデバイス及び有機フォトダイオードは、同一基板上に形成することができる。したがって、有機ELデバイスを用いた表示装置に有機フォトダイオードを内蔵することができる。

[0206]

有機フォトダイオードは、有機ELデバイスと共通の構成にできる層が多いため、共通の構成にできる層は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。

[0207]

例えば、一对の電極のうち一方（共通電極）を、受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、受光デバイス及び発光デバイスで共通の層とすることが好ましい。

[0208]

なお、受光デバイスと発光デバイスが共通で有する層は、発光デバイスにおける機能と受光デバイスにおける機能が異なる場合がある。本明細書中では、発光デバイス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、発光デバイスにおいて正孔注入層として機能し、受光デバイスにおいて正孔輸送層として機能する。同様に、電子注入層は、発光デバイスにおいて電子注入層として機能し、受光デバイスにおいて電子輸送層として機能する。また、受光デバイスと発光デバイスが共通で有する層は、発光デバイスにおける機能と受光デバイスにおける機能が同一である場合もある。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においても、電子輸送層として機能する。

[0209]

発光層の発光色がそれぞれ異なる複数の有機ELデバイスを有する表示装置を作製する場合、発光色が異なる発光層をそれぞれ島状に形成する必要がある。

[0210]

例えば、メタルマスク（シャドーマスクともいう）を用いた真空蒸着法により、島状の発光層を成膜することができる。しかし、この方法では、メタルマスクの精度、メタルマスクと基板との位置ずれ、メタルマスクのたわみ、及び蒸気の散乱などによる成膜される膜の輪郭の広がりなど、様々な影響により、島状の発光層の形状及び位置に設計からのずれが生じるため、表示装置の高精細化、及び高開口率化が困難である。

[0211]

本発明の一態様の表示装置の作製方法では、島状の画素電極（下部電極ともいえる）を形成し、第1の色の光を発する発光層を含む第1の層（EL層、またはEL層の一部、ということができる）を一面に形成した後、第1の層上に第1の犠牲層を形成する。そして、第1の犠牲層上に第1のレジストマスクを形成し、第1のレジストマスクを用いて、第1の層と第1の犠牲層を加工することで、島状の第1の層を形成する。続いて、第1の層と同様に、第2の色の光を発する発光層を含む

第2の層（EL層、またはEL層の一部、ということが出来る）を、第2の犠牲層及び第2のレジストマスクを用いて、島状に形成する。なお、本明細書等において、犠牲層をマスク層と呼称してもよい。

[0212]

このように、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、島状のEL層は、メタルマスクのパターンによって形成されるのではなく、EL層を一面に成膜した後に加工することで形成される。したがって、これまで実現が困難であった高精細な表示装置または高開口率の表示装置を実現することができる。さらに、EL層を各色で作分けすることができるため、極めて鮮やかでコントラストが高く、表示品位の高い表示装置を実現できる。また、EL層上に犠牲層を設けることで、表示装置の作製工程中にEL層が受けるダメージを低減し、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0213]

隣り合う発光デバイスの間隔について、例えばメタルマスクを用いた形成方法では $10\mu\text{m}$ 未満にすることは困難であるが、上記方法によれば、 $8\mu\text{m}$ 以下、 $6\mu\text{m}$ 以下、 $4\mu\text{m}$ 以下、 $3\mu\text{m}$ 以下、 $2\mu\text{m}$ 以下、または、 $1\mu\text{m}$ 以下にまで狭めることができる。さらに、例えばLSI向けの露光装置を用いることで、 500nm 以下、 200nm 以下、 100nm 以下、さらには 50nm 以下にまで間隔を狭めることもできる。

[0214]

また、EL層自体のパターンについても、メタルマスクを用いた場合に比べて極めて小さくすることができる。また、例えばEL層の作り分けにメタルマスクを用いた場合では、パターンの中央と端で厚さのばらつきが生じるため、パターン全体の面積に対して、発光領域として使用できる有効な面積は小さくなる。一方、上記作製方法では、均一な厚さに成膜した膜を加工することでパターンを形成するため、パターン内で厚さを均一にでき、微細なパターンであっても、そのほぼ全域を発光領域として用いることができる。そのため、高い精細度と高い開口率を兼ね備えた表示装置を作製することができる。

[0215]

ここで、第1の層及び第2の層は、それぞれ、少なくとも発光層を含み、好ましくは複数の層からなる。具体的には、発光層上に1層以上の層を有することが好ましい。発光層と犠牲層との間に他の層を有することで、表示装置の作製工程中に発光層が最表面に露出することを抑制し、発光層が受けるダメージを低減することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0216]

なお、それぞれ異なる色を発する発光デバイスにおいて、EL層を構成する全ての層を作り分ける必要はなく、一部の層は同一工程で成膜することができる。本発明の一態様の表示装置の作製方法では、EL層を構成する一部の層を色ごとに島状に形成した後、犠牲層を除去し、EL層を構成する残りの層と、共通電極（上部電極ともいえる）と、を各色に共通して形成する。

[0217]

受光デバイスについても、発光デバイスと同様の作製方法を適用することができる。受光デバイスが有する島状の活性層（光電変換層ともいう）は、メタルマスクのパターンによって形成されるのではなく、活性層となる膜を一面に成膜した後に加工することで形成されるため、島状の活性層を均一の厚さで形成することができる。また、活性層上に犠牲層を設けることで、表示装置の作製

工程中に活性層が受けるダメージを低減し、受光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0218]

[表示装置の構成例2]

図15A及び図15Bに、本発明の一態様の表示装置を示す。

[0219]

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上面射出型（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下面射出型（ボトムエミッション型）、両面に光を射出する両面射出型（デュアルエミッション型）のいずれであってもよい。

[0220]

図15Aに表示装置100Cの上面図を示す。表示装置100Cは、複数の画素110がマトリクス状に配置された表示部と、表示部の外側の接続部140と、を有する。1つの画素110は、副画素110a、110b、110c、110d、110eの、5つの副画素から構成される。

[0221]

図15Aでは、1つの画素110が、2行3列で配置されている例を示す。画素110は、上の行（1行目）に、3つの副画素（副画素110a、110b、110c）を有し、下の行（2行目）に、2つの副画素（副画素110d、110e）を有する。言い換えると、画素110は、左の列（1列目）に、2つの副画素（副画素110a、110d）を有し、中央の列（2列目）に副画素110bを有し、右の列（3列目）に副画素110cを有し、さらに、この2列にわたって、副画素110eを有する。

[0222]

本実施の形態では、副画素110a、110b、110c、110eが、それぞれ異なる色の光を発する発光デバイスを有し、副画素110dが、受光デバイスを有する例を示す。例えば、副画素110a、110b、110cは、図4A等を示す副画素（G）、（B）、（R）に相当する。また、副画素110dは、図4A等を示す副画素（PS）に相当し、副画素110eは、図4A等を示す副画素（W）に相当する。

[0223]

なお、副画素110eに設けるデバイスを画素ごとに変えてもよい。これにより、一部の副画素110eが副画素（W）に相当し、他の副画素110eが副画素（IRS）（図4B参照）に相当する構成としてもよい。

[0224]

図15Aでは、上面視で、接続部140が表示部の下側に位置する例を示すが、特に限定されない。接続部140は、上面視で、表示部の上側、右側、左側、下側の少なくとも一箇所に設けられていればよく、表示部の四辺を囲むように設けられていてもよい。また、接続部140は、単数であっても複数であってもよい。

[0225]

図15Bに、図15Aにおける一点鎖線X1-X2間、Y1-Y2間、及びY3-Y4間の断面図を示す。

[0226]

図15Bに示すように、表示装置100Cは、トランジスタを含む層101上に、発光デバイス

130a、130b、130c、130e、及び、受光デバイス150d（図19B参照）が設けられ、これら発光デバイスと受光デバイスを覆うように保護層131が設けられている。保護層131上には、樹脂層119によって基板120が貼り合わされている。

[0227]

トランジスタを含む層101には、例えば、基板に複数のトランジスタが設けられ、これらのトランジスタを覆うように絶縁層が設けられた積層構造を適用することができる。トランジスタを含む層101の構成例は、実施の形態4で後述する。

[0228]

発光デバイス130a、130b、130c、130eは、それぞれ、異なる色の光を発する。発光デバイス130a、130b、130cは、例えば、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の3色の光を発する組み合わせであることが好ましい。発光デバイス130eは、例えば、白色（W）の光を発することが好ましい。

[0229]

発光デバイスは、一对の電極間にEL層を有する。本明細書等では、一对の電極の一方を画素電極と記し、他方を共通電極と記すことがある。

[0230]

発光デバイスが有する一对の電極のうち、一方の電極は陽極として機能し、他方の電極は陰極として機能する。以下では、画素電極が陽極として機能し、共通電極が陰極として機能する場合を例に挙げて説明する。

[0231]

発光デバイス130aは、トランジスタを含む層101上の画素電極111aと、画素電極111a上の第1の層113aと、第1の層113a上の第6の層114と、第6の層114上の共通電極115と、を有する。発光デバイス130aにおいて、第1の層113aと第6の層114とをまとめてEL層と呼ぶことができる。

[0232]

第1の層113aは、画素電極111a上の第1の正孔注入層181aと、第1の正孔注入層181a上の第1の正孔輸送層182aと、第1の正孔輸送層182a上の第1の発光層183aと、第1の発光層183a上の第1の電子輸送層184aと、を有する。

[0233]

第6の層114は、例えば、電子注入層を有する。または、第6の層114は、電子輸送層と電子注入層とを積層して有していてもよい。

[0234]

発光デバイス130bは、トランジスタを含む層101上の画素電極111bと、画素電極111b上の第2の層113bと、第2の層113b上の第6の層114と、第6の層114上の共通電極115と、を有する。発光デバイス130bにおいて、第2の層113bと第6の層114とをまとめてEL層と呼ぶことができる。

[0235]

第2の層113bは、画素電極111b上の第2の正孔注入層181bと、第2の正孔注入層181b上の第2の正孔輸送層182bと、第2の正孔輸送層182b上の第2の発光層183bと、第2の発光層183b上の第2の電子輸送層184bと、を有する。

[0236]

発光デバイス130cは、トランジスタを含む層101上の画素電極111cと、画素電極111c上の第3の層113cと、第3の層113c上の第6の層114と、第6の層114上の共通電極115と、を有する。発光デバイス130cにおいて、第3の層113cと第6の層114とをまとめてEL層と呼ぶことができる。

[0237]

第3の層113cは、画素電極111c上の第3の正孔注入層181cと、第3の正孔注入層181c上の第3の正孔輸送層182cと、第3の正孔輸送層182c上の第3の発光層183cと、第3の発光層183c上の第3の電子輸送層184cと、を有する。

[0238]

発光デバイス130a、130b、130cは、それぞれ、異なる色の光を発する。発光デバイス130a、130b、130cは、例えば、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の3色の光を発する組み合わせであることが好ましい。

[0239]

発光デバイス130eは、トランジスタを含む層101上の画素電極111eと、画素電極111e上の第5の層113eと、第5の層113e上の第6の層114と、第6の層114上の共通電極115と、を有する。発光デバイス130eにおいて、第5の層113eと第6の層114とをまとめてEL層と呼ぶことができる。

[0240]

第5の層113eは、画素電極111e上の第1の発光ユニット192eと、第1の発光ユニット192e上の中間層191eと、中間層191e上の第2の発光ユニット194eと、を有する。第1の発光ユニット192e、中間層191e、及び、第2の発光ユニット194eは、それぞれ、例えば、図10Aに示す、発光ユニット512Q__1、中間層531、及び、発光ユニット512Q__2と同様の構成を適用することができる。つまり、第1の発光ユニット192eは、層521、層522、発光層523Q__1、層524等を有することができる。第2の発光ユニット194eは、層522、発光層523Q__2、層524等を有することができる。

[0241]

受光デバイスは、一対の電極間に活性層を有する。本明細書等では、一対の電極の一方を画素電極と記し、他方を共通電極と記すことがある。

[0242]

受光デバイスが有する一対の電極のうち、一方の電極は陽極として機能し、他方の電極は陰極として機能する。以下では、画素電極が陽極として機能し、共通電極が陰極として機能する場合を例に挙げて説明する。つまり、受光デバイスは、画素電極と共通電極との間に逆バイアスをかけて駆動することで、受光デバイス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。

[0243]

受光デバイス150d(図18C及び図19B参照)は、トランジスタを含む層101上の画素電極111dと、画素電極111d上の第4の層113dと、第4の層113d上の第6の層114と、第6の層114上の共通電極115と、を有する。

[0244]

第4の層113dは、画素電極111d上の第4の正孔輸送層182dと、第4の正孔輸送層182d上の活性層185dと、活性層185d上の第4の電子輸送層184dと、を有する。

[0245]

第6の層114は、発光デバイスと受光デバイスが共通で有する層である。第6の層114は、上述の通り、例えば、電子注入層を有する。または、第6の層114は、電子輸送層と電子注入層とを積層して有していてもよい。

[0246]

ここで、受光デバイスと発光デバイスが共通で有する層は、発光デバイスにおける機能と受光デバイスにおける機能とが異なる場合がある。本明細書中では、発光デバイスにおける機能に基づいて構成要素を呼称することがある。例えば、正孔注入層は、発光デバイスにおいて正孔注入層として機能し、受光デバイスにおいて正孔輸送層として機能する。同様に、電子注入層は、発光デバイスにおいて電子注入層として機能し、受光デバイスにおいて電子輸送層として機能する。また、受光デバイスと発光デバイスが共通で有する層は、発光デバイスにおける機能と受光デバイスにおける機能とが同一である場合もある。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においても、電子輸送層として機能する。

[0247]

なお、図4Bに示す副画素(IRS)が有する受光デバイスには、受光デバイス150dと同様の積層構造を適用することができる。

[0248]

共通電極115は、接続部140に設けられた導電層123と電気的に接続される。これにより、各色の発光デバイスが有する共通電極115には、同電位が供給される。

[0249]

画素電極と共通電極のうち、光を取り出す側の電極には、可視光及び赤外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、可視光及び赤外光を反射する導電膜を用いることが好ましい。

[0250]

発光デバイス及び受光デバイスの一対の電極(画素電極と共通電極)を形成する材料としては、金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを適宜用いることができる。具体的には、インジウムスズ酸化物(In-Sn酸化物、ITOともいう)、In-Si-Sn酸化物(ITSOともいう)、インジウム亜鉛酸化物(In-Zn酸化物)、In-W-Zn酸化物、アルミニウム、ニッケル、及びランタンの合金(Al-Ni-La)等のアルミニウムを含む合金(アルミニウム合金)、及び、銀とパラジウムと銅の合金(Ag-Pd-Cu、APCとも記す)が挙げられる。その他、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)、クロム(Cr)、マンガン(Mn)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、ガリウム(Ga)、亜鉛(Zn)、インジウム(In)、スズ(Sn)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、タングステン(W)、パラジウム(Pd)、金(Au)、白金(Pt)、銀(Ag)、イットリウム(Y)、ネオジム(Nd)などの金属、及びこれらを適宜組み合わせる含む合金を用いることもできる。その他、上記例示のない元素周期表の第1族または第2族に属する元素(例えば、リチウム(Li)、セシウム(Cs)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr))、ユウロピウム(Eu)、イ

ッテルビウム（Yb）などの希土類金属及びこれらを適宜組み合わせる合金、グラフェン等を用いることができる。

[0251]

発光デバイス及び受光デバイスには、微小光共振器（マイクロキャビティ）構造が適用されることが好ましい。したがって、発光デバイス及び受光デバイスが有する一対の電極の一方は、可視光に対する透過性及び反射性を有する電極（半透過・半反射電極）を有することが好ましく、他方は、可視光に対する反射性を有する電極（反射電極）を有することが好ましい。発光デバイスがマイクロキャビティ構造を有することで、発光層から得られる発光を両電極間で共振させ、発光デバイスから射出される光を強めることができる。受光デバイスがマイクロキャビティ構造を有することで、活性層が受けた光を両電極間で共振させ、当該光を強め、受光デバイスの検出精度を高めることができる。

[0252]

なお、半透過・半反射電極は、反射電極と可視光に対する透過性を有する電極（透明電極ともいう）との積層構造とすることができる。

[0253]

透明電極の光の透過率は、40%以上とする。例えば、発光デバイスには、可視光（波長400nm以上750nm未満の光）の透過率が40%以上である電極を用いることが好ましい。半透過・半反射電極の可視光の反射率は、10%以上95%以下、好ましくは30%以上80%以下とする。反射電極の可視光の反射率は、40%以上100%以下、好ましくは70%以上100%以下とする。また、これらの電極の抵抗率は、 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下が好ましい。また、これらの電極の近赤外光（波長750nm以上1300nm以下の光）の透過率または反射率は、可視光の透過率または反射率と同様に、上記の数値範囲を満たすことが好ましい。

[0254]

第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、第5の層113eは、それぞれ、発光層を有する。第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、異なる色の光を発する発光層を有することが好ましい。第5の層113eにおいて、第1の発光ユニット192eと第2の発光ユニット194eとはそれぞれ発光層を有する。複数の発光ユニットの発光層からの光を合わせて白色発光が得られる構成を適用することが好ましい。第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、第1の発光ユニット192e、及び、第2の発光ユニット194eは、それぞれ、発光層を1層または複数層有することができる。

[0255]

発光層は、発光物質を含む層である。発光層は、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。

[0256]

発光物質としては、蛍光材料、燐光材料、熱活性化遅延蛍光（Thermally activated delayed fluorescence: TADF）材料、量子ドット材料などが挙げられる。

[0257]

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。

[0258]

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。

[0259]

発光層は、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、バイポーラ性材料、またはTADF材料を用いてもよい。

[0260]

発光層は、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ExTET（Exciplex-Triplet Energy Transfer）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。

[0261]

第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、及び、第5の層113eは、発光層以外の層として、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔ブロック材料、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、電子ブロック材料、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性の高い物質）等を含む層をさらに有していてもよい。

[0262]

発光デバイスには低分子化合物及び高分子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。発光デバイスを構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

[0263]

例えば、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、及び、第5の層113eは、それぞれ、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち一つ以上を有していてもよい。

[0264]

第6の層114は、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち一つ以上を有することができる。例えば、画素電極111a、111b、111c、111eが陽極として機能し、共通電極115が陰極として機能する場合、第6の層114は、電子注入層を有することが好ましい。

[0265]

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り、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、及び、正孔輸送性材料とアクセプター性材料（電子受容性材料）とを含む複合材料などが挙げられる。

[0266]

発光デバイスにおいて、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。受光デバイスにおいて、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、 π 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）、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。

[0267]

発光デバイスにおいて、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。受光デバイスにおいて、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、ビピリジン誘導体、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 π 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。

[0268]

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り、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（電子供与性材料）とを含む複合材料を用いることもできる。

[0269]

電子注入層としては、例えば、リチウム、セシウム、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF_2)、8-（キノリノラト）リチウム（略称： Li q ）、2-（2-ピリジル）フェノラトリチウム（略称： Li PP ）、2-（2-ピリジル）-3-ピリジノラトリチウム（略称： Li PPy ）、4-フェニル-2-（2-ピリジル）フェノラトリチウム（略称： Li PPP ）、リチウム酸化物 (LiO_x)、炭酸セシウム等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物を用いることができる。

[0270]

または、電子注入層としては、電子輸送性材料を用いてもよい。例えば、非共有電子対を備え、電子不足型複素芳香環を有する化合物を、電子輸送性材料に用いることができる。具体的には、ピ

リジン環、ジアジン環（ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環）、トリアジン環の少なくとも一つを有する化合物を用いることができる。

[0271]

なお、非共有電子対を備える有機化合物の最低空軌道（LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital）が、 -3.6 eV 以上 -2.3 eV 以下であると好ましい。また、一般にCV（サイクリックボルタンメトリ）、光電子分光法、光吸収分光法、逆光電子分光法等により、有機化合物の最高被占有軌道（HOMO: highest occupied Molecular Orbital）準位及びLUMO準位を見積もることができる。

[0272]

例えば、4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称: BPhen）、2,9-ビス（ナフタレン-2-イル）-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称: NBPhen）、ジキノキサリノ[2,3-a:2',3'-c]フェナジン（略称: HATNA）、2,4,6-トリス[3'-(ピリジン-3-イル)ビフェニル-3-イル]-1,3,5-トリアジン（略称: TmPPPyTz）等を、非共有電子対を備える有機化合物に用いることができる。なお、NBPhenはBPhenと比較して、高いガラス転移温度（ T_g ）を備え、耐熱性に優れる。

[0273]

また、複数種の物質を混合した材料（複合材料とも呼称する）を、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、または第5の層113eに用いることができる。具体的には、アルカリ金属、アルカリ金属化合物またはアルカリ金属錯体と、電子輸送性材料とを含む複合材料を、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、または第5の層113eに用いることができる。なお、電子輸送性材料のHOMO準位が -6.0 eV 以上であるとより好ましい。

[0274]

または、アクセプター性材料と正孔輸送性材料との複合材料を、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、または第5の層113eに用いることができる。具体的には、アクセプター性材料と、 -5.7 eV 以上 -5.4 eV 以下の比較的深いHOMO準位を有する物質との複合材料を、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、または第5の層113eに用いることができる。当該複合材料を第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、または第5の層113eに用いることで、発光デバイスの信頼性を向上することができる。

[0275]

なお、本明細書等において、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、または第5の層113eに、上述の複合材料を用いる発光デバイスをRecombination-Site Tailoring Injection構造（ReSTI構造）と呼称する場合がある。

[0276]

第4の層113dは、活性層185dを有する。

[0277]

なお、図4Bに示す副画素（IRS）が有する受光デバイスにも、第4の層113dの構成を適用することができる。また、副画素（IRS）が有する受光デバイスは、第4の層113dと同じ構成の活性層を有していてもよく、異なる構成の活性層を有していてもよい。例えば、受光デバイスがマイクロキャビティ構造を有することで、活性層の構成が同じであっても、副画素（IRS）が有する受光デバイスと、受光デバイス150dとで異なる波長の光を検出することができる。な

お、副画素（IRS）が有する受光デバイスと、受光デバイス150dで、画素電極の厚さ、または光学調整層の厚さを変えることでマイクロキャビティ構造を作製することができる。この場合、副画素（IRS）が有する受光デバイスに、第4の層113dと同一の構成を適用できることもある。

[0278]

活性層185d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185d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、発光層と、活性層と、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。

[0279]

活性層185dが有するn型半導体の材料としては、フラーレン（例えばC₆₀フラーレン、C₇₀フラーレン等）、フラーレ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。フラーレンは、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。フラーレンは、HOMO準位及びLUMO準位の双方が深い（低い）。フラーレンは、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 π 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、フラーレンは球体形状であるため、 π 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。C₆₀、C₇₀ともに可視光領域に広い吸収帯を有しており、特にC₇₀はC₆₀に比べて π 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。そのほか、フラーレン誘導体としては、[6, 6]-Phenyl-C71-butyric acid methyl ester（略称：PC70BM）、[6, 6]-Phenyl-C61-butyric acid methyl ester（略称：PC60BM）、1', 1'', 4', 4''-Tetrahydro-di[1, 4]methanonaphthaleno[1, 2:2', 3', 56, 60:2'', 3''] [5, 6]fullerene-C60（略称：ICBA）などが挙げられる。

[0280]

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、ビピリジン誘導体、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。

[0281]

活性層185d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（Tetraphenyldibenzoperiflanthene；DBP）、亜鉛フタロシアニン（Zinc Phthalocyanine；ZnPc）、スズ（II）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。

[0282]

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。

[0283]

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。

[0284]

電子受容性の有機半導体材料として、球状のフラーレンを用い、電子供与性の有機半導体材料として、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ため、キャリア輸送性を高めることができる。

[0285]

例えば、活性層185d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。または、活性層185dは、n型半導体とp型半導体とを積層して形成してもよい。

[0286]

第4の層113dは、活性層185d以外の層として、正孔輸送性の高い物質、電子輸送性の高い物質、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性の高い物質）等を含む層をさらに有していてもよい。また、第4の層113dは、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、及び、第5の層113eに用いることができる各種機能層を有していてもよい。

[0287]

受光デバイスには低分子化合物及び高分子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。受光デバイスを構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

[0288]

例えば、正孔輸送性材料として、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）（略称：PEDOT／PSS）などの高分子化合物、及び、モリブデン酸化物、ヨウ化銅（CuI）などの無機化合物を用いることができる。また、電子輸送性材料として、酸化亜鉛（ZnO）などの無機化合物を用いることができる。

[0289]

また、活性層185dに、ドナーとして機能するPoly[[4,8-bis[5-(2-ethylhexyl)-2-thienyl]benzo[1,2-b:4,5-b']dithiophene-2,6-diyl]-2,5-thiophenediyl[5,7-bis(2-ethylhexyl)-4,8-dioxo-4H,8H-benzo[1,2-c:4,5-c']dithiophene-1,3-diyl]]polymer（略称：PBDB-T）、

または、PBDT誘導体などの高分子化合物を用いることができる。例えば、PBDTまたはPBDT誘導体にアクセプター材料を分散させる方法などが使用できる。

[0290]

また、活性層185dには3種類以上の材料を混合させてもよい。例えば、波長域を拡大する目的で、n型半導体の材料と、p型半導体の材料と、に加えて、第3の材料を混合してもよい。このとき、第3の材料は、低分子化合物でも高分子化合物でもよい。

[0291]

発光デバイス130a、130b、130c、130e、及び、受光デバイス150d上に保護層131を有することが好ましい。保護層131を設けることで、発光デバイス及び受光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0292]

保護層131の導電性は問わない。保護層131としては、絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜の少なくとも一種を用いることができる。

[0293]

保護層131が無機膜を有することで、共通電極115の酸化を防止する、発光デバイス130a、130b、130c、130e、及び、受光デバイス150dに不純物（水分、酸素など）が入り込むことを抑制する、など、発光デバイス及び受光デバイスの劣化を抑制し、表示装置の信頼性を高めることができる。

[0294]

保護層131には、例えば、酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、及び窒化酸化絶縁膜などの無機絶縁膜を用いることができる。酸化絶縁膜としては、酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化ゲルマニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ランタン膜、酸化ネオジム膜、酸化ハフニウム膜、及び酸化タンタル膜などが挙げられる。窒化絶縁膜としては、窒化シリコン膜及び窒化アルミニウム膜などが挙げられる。酸化窒化絶縁膜としては、酸化窒化シリコン膜、酸化窒化アルミニウム膜などが挙げられる。窒化酸化絶縁膜としては、窒化酸化シリコン膜、窒化酸化アルミニウム膜などが挙げられる。

[0295]

なお、本明細書などにおいて、酸化窒化物とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化物とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を指す。

[0296]

保護層131は、それぞれ、窒化絶縁膜または窒化酸化絶縁膜を有することが好ましく、窒化絶縁膜を有することがより好ましい。

[0297]

また、保護層131には、In-Sn酸化物（ITOともいう）、In-Zn酸化物、Ga-Zn酸化物、Al-Zn酸化物、またはインジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOともいう）などを含む無機膜を用いることもできる。当該無機膜は、高抵抗であることが好ましく、具体的には、共通電極115よりも高抵抗であることが好ましい。当該無機膜は、さらに窒素を含んでいてもよい。

[0298]

発光デバイスの発光を、保護層131を介して取り出す場合、保護層131は、可視光に対する

透過性が高いことが好ましい。例えば、ITO、IGZO、及び、酸化アルミニウムは、それぞれ、可視光に対する透過性が高い無機材料であるため、好ましい。

[0299]

保護層131としては、例えば、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上の窒化シリコン膜と、の積層構造、または、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上のIGZO膜と、の積層構造などを用いることができる。当該積層構造を用いることで、EL層側に入り込む不純物（水、酸素など）を抑制することができる。

[0300]

さらに、保護層131は、有機膜を有していてもよい。例えば、保護層131は、有機膜と無機膜の双方を有していてもよい。

[0301]

画素電極111a、111b、111c、111d、111eのそれぞれの端部は、絶縁層121によって覆われている。

[0302]

本明細書等において、メタルマスク、またはFMM（ファインメタルマスク、高精細なメタルマスク）を用いて作製されるデバイスをMM（メタルマスク）構造のデバイスと呼称する場合がある。また、本明細書等において、メタルマスク、またはFMMを用いることなく作製されるデバイスをMML（メタルマスクレス）構造のデバイスと呼称する場合がある。

[0303]

なお、本明細書等において、各色の発光デバイス（ここでは青（B）、緑（G）、及び赤（R））で、発光層を作り分ける、または発光層を塗り分ける構造をSBS（Side By Side）構造と呼ぶ場合がある。また、本明細書等において、白色光を発することのできる発光デバイスを白色発光デバイスと呼ぶ場合がある。なお、白色発光デバイスは、着色層（たとえば、カラーフィルタ）と組み合わせることで、フルカラー表示の表示装置を実現することができる。

[0304]

また、発光デバイスは、シングル構造と、タンデム構造とに大別することができる。シングル構造のデバイスは、一対の電極間に1つの発光ユニットを有し、当該発光ユニットは、1つ以上の発光層を含む構成とすることが好ましい。白色発光を得るには、2つ以上の発光層の各々の発光が補色の関係となるような発光層を選択すればよい。例えば、第1の発光層の発光色と第2の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する構成を得ることができる。また、発光層を3つ以上有する発光デバイスの場合も同様である。

[0305]

タンデム構造のデバイスは、一対の電極間に2つ以上の複数の発光ユニットを有し、各発光ユニットは、1つ以上の発光層を含む構成とすることが好ましい。白色発光を得るには、複数の発光ユニットの発光層からの光を合わせて白色発光が得られる構成とすればよい。なお、白色発光が得られる構成については、シングル構造の構成と同様である。なお、タンデム構造のデバイスにおいて、複数の発光ユニットの間には、電荷発生層などの中間層を設けると好適である。

[0306]

また、上述の白色発光デバイス（シングル構造またはタンデム構造）と、SBS構造の発光デバイスと、を比較した場合、SBS構造の発光デバイスは、白色発光デバイスよりも消費電力を低く

することができる。消費電力を低く抑えたい場合は、S B S構造の発光デバイスを用いると好適である。一方で、白色発光デバイスは、製造プロセスがS B S構造の発光デバイスよりも簡単であるため、製造コストを低くすることができる、または製造歩留まりを高くすることができるため、好適である。

[0307]

なお、本実施の形態では、受光デバイスがシングル構造である例を示すが、タンデム構造を適用してもよい。

[0308]

本実施の形態の表示装置は、発光デバイス間の距離を狭くすることができる。具体的には、発光デバイス間の距離を、 $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは 500nm 以下、さらに好ましくは、 200nm 以下、 100nm 以下、 90nm 以下、 70nm 以下、 50nm 以下、 30nm 以下、 20nm 以下、 15nm 以下、または 10nm 以下とすることができる。別言すると、本実施の形態の表示装置は、第1の層113aの側面と第2の層113bの側面との間隔、または第2の層113bの側面と第3の層113cの側面との間隔が $1\mu\text{m}$ 以下の領域を有し、好ましくは $0.5\mu\text{m}$ (500nm) 以下の領域を有し、さらに好ましくは 100nm 以下の領域を有する。

[0309]

なお、発光デバイスと受光デバイスとの間の距離も上記の範囲とすることができる。また、発光デバイスと受光デバイスとの間のリークを抑制するため、発光デバイス間の距離よりも、発光デバイスと受光デバイスとの間の距離を広くすることが好ましい。例えば、発光デバイスと受光デバイスとの間の距離は、 $8\mu\text{m}$ 以下、 $5\mu\text{m}$ 以下、または $3\mu\text{m}$ 以下とすることができる。

[0310]

[表示装置の作製方法例]

次に、図16乃至図19を用いて表示装置の作製方法例を説明する。図16A乃至図16Dには、図15Aにおける一点鎖線X1-X2間の断面図と、X3-X4間の断面図と、Y1-Y2間の断面図と、を並べて示す。図17乃至図19についても、図16と同様である。

[0311]

表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜等）は、スパッタリング法、化学気相堆積（CVD: Chemical Vapor Deposition）法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積（PLD: Pulsed Laser Deposition）法、ALD法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積（PECVD: Plasma Enhanced CVD）法、及び、熱CVD法などがある。また、熱CVD法のひとつに、有機金属化学気相堆積（MOCVD: Metal Organic CVD）法がある。

[0312]

また、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜等）は、スピコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により形成することができる。

[0313]

特に、発光デバイスの作製には、蒸着法などの真空プロセス、及び、スピコート法、インクジェット法などの溶液プロセスを用いることができる。蒸着法としては、スパッタ法、イオンプレー

ティング法、イオンビーム蒸着法、分子線蒸着法、真空蒸着法などの物理蒸着法（PVD法）、及び、化学蒸着法（CVD法）等が挙げられる。特にEL層に含まれる機能層（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層など）については、蒸着法（真空蒸着法等）、塗布法（ディップコート法、ダイコート法、バーコート法、スピncコート法、スプレーコート法等）、印刷法（インクジェット法、スクリーン（孔版印刷）法、オフセット（平版印刷）法、フレキソ（凸版印刷）法、グラビア法、または、マイクロコンタクト法等）などの方法により形成することができる。

[0314]

また、表示装置を構成する薄膜を加工する際には、フォトリソグラフィ法等を用いて加工することができる。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより薄膜を加工してもよい。また、メタルマスクなどの遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を直接形成してもよい。

[0315]

フォトリソグラフィ法としては、代表的には以下の2つの方法がある。一つは、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法である。もう一つは、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法である。

[0316]

フォトリソグラフィ法において、露光に用いる光は、例えばi線（波長365nm）、g線（波長436nm）、h線（波長405nm）、またはこれらを混合させた光を用いることができる。そのほか、紫外線、KrFレーザ光、またはArFレーザ光等を用いることもできる。また、液浸露光技術により露光を行ってもよい。また、露光に用いる光として、極端紫外（EUV: Extreme Ultraviolet）光、またはX線を用いてもよい。また、露光に用いる光に換えて、電子ビームを用いることもできる。極端紫外光、X線または電子ビームを用いると、極めて微細な加工が可能となるため好ましい。なお、電子ビームなどのビームを走査することにより露光を行う場合には、フォトマスクを用いなくてもよい。

[0317]

薄膜のエッチングには、ドライエッチング法、ウェットエッチング法、サンドブラスト法などを用いることができる。

[0318]

まず、図16Aに示すように、トランジスタを含む層101上に、画素電極111a、111b、111c、111d、111e、及び、導電層123を形成する。各画素電極は、表示部に設けられ、導電層123は、接続部140に設けられる。

[0319]

次に、画素電極111a、111b、111c、111d、111eの端部及び導電層123の端部を覆う絶縁層121を形成する。

[0320]

そして、図16Bに示すように、各画素電極上、及び、絶縁層121上に、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aをこの順で形成し、第1の電子輸送層184A上に第1の犠牲層118Aを形成し、第1の犠牲層118A上に第2の犠牲層119Aを形成する。

[0321]

図16Bでは、Y1-Y2間の断面図において、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、第1の電子輸送層184A、第1の犠牲層118A、及び、第2の犠牲層119Aがいずれも導電層123上に設けられる例を示すが、これに限られない。

[0322]

例えば、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、第1の電子輸送層184A、及び、第1の犠牲層118Aは、導電層123と重ならなくてもよい。また、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aの接続部140側の端部が、第1の犠牲層118A及び第2の犠牲層119Aの端部よりも内側に位置していてもよい。例えば、成膜エリアを規定するためのマスク（エリアマスク、ラフメタルマスクなどともいう）を用いることで、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aと、第1の犠牲層118A及び第2の犠牲層119Aとで成膜される領域を変えることができる。本発明の一態様においては、レジストマスクを用いて発光デバイスを形成するが、上述のようにエリアマスクと組み合わせることで、比較的簡単なプロセスにて発光デバイスを作製することができる。

[0323]

画素電極として用いることができる材料は上述の通りである。画素電極の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。

[0324]

絶縁層121は、無機絶縁膜及び有機絶縁膜の一方または双方を用いた、単層構造または積層構造とすることができる。

[0325]

絶縁層121に用いることができる有機絶縁材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、ポリシロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、及びフェノール樹脂等が挙げられる。また、絶縁層121に用いることができる無機絶縁膜としては、保護層131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。

[0326]

画素電極の端部を覆う絶縁層121として、無機絶縁膜を用いると、有機絶縁膜を用いる場合に比べて、発光デバイスに不純物が入りにくく、発光デバイスの信頼性を高めることができる。画素電極の端部を覆う絶縁層121として、有機絶縁膜を用いると、無機絶縁膜を用いる場合に比べて、段差被覆性が高く、画素電極の形状の影響を受けにくい。そのため、発光デバイスのショートを防止できる。具体的には、絶縁層121として、有機絶縁膜を用いると、絶縁層121の形状をテーパー形状などに加工することができる。なお、本明細書等において、テーパー形状とは、構造の側面の少なくとも一部が、基板面に対して傾斜して設けられている形状のことを指す。例えば、傾斜した側面と基板面とがなす角（テーパー角ともいう）が90°未満である領域を有すると好ましい。

[0327]

なお、絶縁層121は、設けなくてもよい。絶縁層121を設けないことで、副画素の開口率を高められることがある。または、副画素間の距離を狭くすることができ、表示装置の精細度または解像度を高められることがある。

[0328]

第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aは、それぞれ、後に、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び第1の電子輸送層184aとなる層である。そのため、それぞれ、上述した、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び第1の電子輸送層184aに適用可能な構成を適用できる。第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aは、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。また、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aは、それぞれ、プレミックス材料を用いて形成されてもよい。なお、本明細書等において、プレミックス材料とは、複数の材料をあらかじめ配合、または混合した複合材料である。

[0329]

本実施の形態では、犠牲層が、第1の犠牲層と第2の犠牲層の2層構造である例を示すが、犠牲層は、単層構造であっても3層以上の積層構造であってもよい。犠牲層には、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184A、並びに、後の工程で形成する各種機能層（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、及び活性層など）の加工条件に対する耐性の高い膜、具体的には、エッチングの選択比が大きい膜を用いる。

[0330]

犠牲層の形成には、例えば、スパッタリング法、ALD法（熱ALD法、PEALD法）、または真空蒸着法を用いることができる。なお、EL層へのダメージが少ない形成方法が好ましく、スパッタリング法よりも、ALD法または真空蒸着法を用いて、犠牲層を形成することが好ましい。

[0331]

犠牲層には、ウェットエッチング法により除去できる膜を用いることが好ましい。ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、犠牲層の加工時に、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aに加わるダメージを低減することができる。

[0332]

本実施の形態の表示装置の作製方法における各種犠牲層の加工工程において、発光デバイス及び受光デバイスを構成する各種機能層（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、活性層、及び、電子輸送層など）が加工されにくいこと、且つ、機能層の加工工程において、各種犠牲層が加工されにくいことが望ましい。犠牲層の材料、加工方法、及び、機能層の加工方法については、これらを考慮して選択することが望ましい。

[0333]

犠牲層としては、例えば、金属膜、合金膜、金属酸化物膜、半導体膜、無機絶縁膜などの無機膜を用いることができる。

[0334]

犠牲層には、例えば金、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、チタン、アルミニウム、イットリウム、ジルコニウム、及びタンタルなどの金属材料、または該金属材料を含む合金材料を用いることができる。

[0335]

また、犠牲層には、In-Ga-Zn酸化物などの金属酸化物を用いることができる。犠牲層として、例えば、スパッタリング法を用いて、In-Ga-Zn酸化物膜を形成することができる。さらに、酸化インジウム、In-Zn酸化物、In-Sn酸化物、インジウムチタン酸化物（In-Ti酸化物）、インジウムスズ亜鉛酸化物（In-Sn-Zn酸化物）、インジウムチタン亜鉛酸化物（In-Ti-Zn酸化物）、インジウムガリウムスズ亜鉛酸化物（In-Ga-Sn-Zn酸化物）などを用いることができる。またはシリコンを含むインジウムスズ酸化物などを用いることもできる。

[0336]

なお、上記ガリウムに代えて元素M（Mは、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムから選ばれた一種または複数種）を用いてもよい。特に、Mは、ガリウム、アルミニウム、またはイットリウムから選ばれた一種または複数種とすることが好ましい。

[0337]

また、犠牲層としては、保護層131に用いることができる各種無機絶縁膜を用いることができる。特に、酸化絶縁膜は、窒化絶縁膜に比べてEL層との密着性が高く好ましい。例えば、犠牲層には、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化シリコンなどの無機絶縁材料を用いることができる。犠牲層として、例えば、ALD法を用いて、酸化アルミニウム膜を形成することができる。ALD法を用いることで、下地（特にEL層など）へのダメージを低減できるため好ましい。

[0338]

例えば、犠牲層として、スパッタリング法を用いて形成したIn-Ga-Zn酸化物膜と、In-Ga-Zn酸化物膜上にALD法を用いて形成した酸化アルミニウム膜と、の積層構造を適用することができる。また、犠牲層として、ALD法を用いて形成した酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上にスパッタリング法を用いて形成したIn-Ga-Zn酸化物膜と、の積層構造を適用することができる。また、犠牲層として、ALD法を用いて形成した酸化アルミニウム膜の単層構造を適用することができる。

[0339]

次に、図16Cに示すように、第2の犠牲層119A上にレジストマスク190aを形成する。レジストマスクは、感光性の樹脂（フォトリソグ）を塗布し、露光及び現像を行うことで形成することができる。レジストマスク190aは、画素電極111aと重なる位置に設ける。レジストマスク190aは、画素電極111b、111c、111d、111e、及び導電層123とは重ならないことが好ましい。レジストマスク190aが画素電極111b、111c、111d、111e、または導電層123と重なる場合、間に絶縁層121を介することが好ましい。

[0340]

そして、図16Dに示すように、レジストマスク190aを用いて、第2の犠牲層119Aの一部を除去する。これにより、第2の犠牲層119Aの、レジストマスク190aと重なっていない領域を除去することができる。したがって、画素電極111aと重なる位置に、第2の犠牲層119aが残存する。その後、レジストマスク190aを除去する。

[0341]

次に、図17Aに示すように、第2の犠牲層119aを用いて、第1の犠牲層118Aの一部を

除去する。これにより、第1の犠牲層118Aの、第2の犠牲層119aと重なっていない領域を除去することができる。したがって、画素電極111aと重なる位置に、第1の犠牲層118aと第2の犠牲層119aとの積層構造が残存する。

[0342]

次に、図17Bに示すように、第1の犠牲層118a及び第2の犠牲層119aを用いて、第1の正孔注入層181Aの一部、第1の正孔輸送層182Aの一部、第1の発光層183Aの一部、及び、第1の電子輸送層184Aの一部を除去する。これにより、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aの、第1の犠牲層118a及び第2の犠牲層119aと重なっていない領域を除去することができる。したがって、画素電極111b、111c、111d、111e、及び導電層123が露出する。そして、画素電極111a上に、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、第1の電子輸送層184a、第1の犠牲層118a、及び、第2の犠牲層119aの積層構造が残存する。なお、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び、第1の電子輸送層184aの積層構造を第1の層113aとも記す。

[0343]

第1の犠牲層118A及び第2の犠牲層119Aは、それぞれ、ウェットエッチング法またはドライエッチング法により加工することができる。第1の犠牲層118A及び第2の犠牲層119Aの加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。

[0344]

ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、犠牲層の加工時に、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aに加わるダメージを低減することができる。ウェットエッチング法を用いる場合、例えば、現像液、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液（TMAH）、希フッ酸、シユウ酸、リン酸、酢酸、硝酸、またはこれらの混合液体を用いた薬液などを用いることが好ましい。

[0345]

また、ドライエッチング法を用いる場合は、エッチングガスに酸素を含むガスを用いないことで、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aの劣化を抑制することができる。ドライエッチング法を用いる場合、例えば、 CF_4 、 C_4F_8 、 SF_6 、 CHF_3 、 Cl_2 、 H_2O 、 BCl_3 、またはHeなどの貴ガス（希ガスともいう）を含むガスをエッチングガスに用いることが好ましい。

[0346]

犠牲層を積層構造とすることで、レジストマスク190aを用いて一部の層を加工し、レジストマスク190aを除去した後、当該一部の層をハードマスクに用いて、残りの層を加工することができる。

[0347]

例えば、レジストマスク190aを用いて第2の犠牲層119Aを加工した後、酸素プラズマを用いたアッシングなどによりレジストマスク190aを除去する。このとき、第1の犠牲層118Aが最表面に位置し、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aは露出していないため、レジストマスク190aの除去工程において、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及

び、第1の電子輸送層184Aにダメージが入ることを抑制することができる。そして、第2の犠牲層119aをハードマスクに用いて、第1の犠牲層118Aを加工することができ、第1の犠牲層118aと第2の犠牲層119aとをハードマスクに用いて、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aを加工することができる。

[0348]

第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aの加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。特に、異方性のドライエッチングが好ましい。エッチングガスとしては、窒素を含むガス、水素を含むガス、貴ガスを含むガス、窒素及びアルゴンを含むガス、または、窒素及び水素を含むガスなどを用いることが好ましい。エッチングガスに酸素を含むガスを用いないことで、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aの劣化を抑制することができる。

[0349]

次に、図17Cに示すように、第2の犠牲層119a、画素電極111b、111c、111d、111e、及び、絶縁層121上に、第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bをこの順で形成し、第2の電子輸送層184B上に第1の犠牲層118Bを形成し、第1の犠牲層118B上に第2の犠牲層119Bを形成する。

[0350]

第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bは、それぞれ、後に、第2の正孔注入層181b、第2の正孔輸送層182b、第2の発光層183b、及び第2の電子輸送層184bとなる層である。第2の発光層183bは、第1の発光層183aと異なる色の光を発する。第2の正孔注入層181b、第2の正孔輸送層182b、第2の発光層183b、及び第2の電子輸送層184bに適用できる構成及び材料等は、それぞれ、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び第1の電子輸送層184aと同様である。第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bは、それぞれ、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aと同様の方法を用いて成膜することができる。

[0351]

第1の犠牲層118B及び第2の犠牲層119Bは、第1の犠牲層118A及び第2の犠牲層119Aに適用可能な材料を用いて形成することができる。

[0352]

次に、図17Cに示すように、第1の犠牲層118B上にレジストマスク190bを形成する。レジストマスク190bは、画素電極111bと重なる位置に設ける。

[0353]

そして、図18Aに示すように、レジストマスク190bを用いて、第2の犠牲層119Bの一部を除去する。これにより、第2の犠牲層119Bの、レジストマスク190bと重なっていない領域を除去することができる。したがって、画素電極111bと重なる位置に、第2の犠牲層11

9 bが残存する。その後、レジストマスク 190 bを除去する。

[0354]

次に、第2の犠牲層 119 bをハードマスクに用いて、第1の犠牲層 118 Bを加工することで、第1の犠牲層 118 bを形成する。そして、第1の犠牲層 118 bと第2の犠牲層 119 bとをハードマスクに用いて、第2の正孔注入層 181 B、第2の正孔輸送層 182 B、第2の発光層 183 B、及び、第2の電子輸送層 184 Bを加工することで、第2の正孔注入層 181 b、第2の正孔輸送層 182 b、第2の発光層 183 b、及び、第2の電子輸送層 184 bを形成する。なお、第2の正孔注入層 181 b、第2の正孔輸送層 182 b、第2の発光層 183 b、及び、第2の電子輸送層 184 bの積層構造を第2の層 113 bとも記す。

[0355]

第1の犠牲層 118 B及び第2の犠牲層 119 Bは、第1の犠牲層 118 A及び第2の犠牲層 119 Aの加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。第2の正孔注入層 181 B、第2の正孔輸送層 182 B、第2の発光層 183 B、及び第2の電子輸送層 184 Bは、第1の正孔注入層 181 A、第1の正孔輸送層 182 A、第1の発光層 183 A、及び、第1の電子輸送層 184 Aの加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。レジストマスク 190 bは、レジストマスク 190 aの除去に適用可能な方法及びタイミングで除去することができる。

[0356]

同様の方法で、画素電極 111 c上に、第3の層 113 c、第1の犠牲層 118 c、及び、第2の犠牲層 119 cの積層構造を形成し、画素電極 111 d上に、第4の層 113 d、第1の犠牲層 118 d、及び、第2の犠牲層 119 dの積層構造を形成し、画素電極 111 e上に、第5の層 113 e、第1の犠牲層 118 e、及び、第2の犠牲層 119 eの積層構造を形成する。

[0357]

なお、第5の層 113 eを形成するために設けるレジストマスクは、導電層 123にも重ねて設けることが好ましい。これにより、図 18 Cに示すように、導電層 123上に、第1の犠牲層 118 e、及び、第2の犠牲層 119 eの積層構造が残存する。このような構成とすることで、次に行う、第1の犠牲層及び第2の犠牲層の除去工程において、導電層 123にダメージが入ることを抑制できるため、好ましい。

[0358]

次に、図 19 Aに示すように、第1の犠牲層 118 a、118 b、118 c、118 d、118 e、及び、第2の犠牲層 119 a、119 b、119 c、119 d、119 eを除去する。これにより、画素電極 111 a上では第1の電子輸送層 184 aが露出し、画素電極 111 b上では第2の電子輸送層 184 bが露出し、画素電極 111 c上では第3の電子輸送層 184 cが露出し、画素電極 111 d上では第4の電子輸送層 184 dが露出し、画素電極 111 e上では第2の発光ユニット 194 eが露出し、接続部 140では、導電層 123が露出する。

[0359]

犠牲層の除去工程には、犠牲層の加工工程と同様の方法を用いることができる。特に、ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、犠牲層を除去する際に、第1の層 113 a、第2の層 113 b、第3の層 113 c、第4の層 113 d、及び第5の層 113 eに加わるダメージを低減することができる。

[0360]

次に、図19Bに示すように、第1の層113a、第2の層113b、第3の層113c、第4の層113d、第5の層113e、及び、絶縁層121を覆うように、第6の層114を形成し、第6の層114、絶縁層121、及び、導電層123上に共通電極115を形成する。

[0361]

第6の層114として用いることができる材料は上述の通りである。第6の層114を構成する層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。また、第6の層114を構成する層は、プレミックス材料を用いて形成されてもよい。なお、第6の層114は不要であれば設けなくてもよい。

[0362]

共通電極115として用いることができる材料は上述の通りである。共通電極115の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。

[0363]

そして、図19Bに示すように、共通電極115上に、保護層131を形成する。

[0364]

保護層131に用いることができる材料は上述の通りである。保護層131の成膜方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD法、及び、ALD法などが挙げられる。保護層131は、単層構造であつてもよく、積層構造であつてもよい。例えば、保護層131は、互いに異なる成膜方法を用いて形成された2層の積層構造であつてもよい。

[0365]

なお、図19Bでは、第6の層114が第1の層113aと第2の層113bの領域などに入り込んでいる例を示すが、図19Cに示すように、当該領域に、空隙133が形成されてもよい。

[0366]

空隙133は、例えば、空気、窒素、酸素、二酸化炭素、及び第18族元素（代表的には、ヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノン、クリプトン等）の中から選ばれるいずれか一または複数を有する。

[0367]

また、空隙133の屈折率が、第6の層114の屈折率より低い場合、発光デバイスから発せられる光が、第6の層114と空隙133との界面で反射する。これにより、発光デバイスから発せられる光が、隣接する画素（または副画素）に入射することを抑制することができる。これにより、異なる色の光が混色することを抑制できるため、表示装置の表示品位を高めることができる。

[0368]

そして、保護層131上に、樹脂層119を用いて、基板120を貼り合わせることで、図15Bに示す表示装置100Cを作製することができる。

[0369]

以上のように、本実施の形態の表示装置の作製方法では、島状のEL層は、メタルマスクのパターンによって形成されるのではなく、EL層を一面に成膜した後に加工することで形成されるため、島状のEL層を均一の厚さで形成することができる。また、これまで実現が困難であつた高精細な表示装置または高開口率の表示装置を実現することができる。さらに、受光デバイスを内蔵した、光検出機能を有する、高精細な表示装置または高開口率の表示装置を実現することができる。

[0370]

各色の発光デバイスを構成する第1の層、第2の層、第3の層、第5の層はそれぞれ別の工程で形成する。したがって、各EL層を、各色の発光デバイスに適した構成（材料及び膜厚など）で作製することができる。これにより、特性の良好な発光デバイスを作製することができる。

[0371]

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。

[0372]

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図20及び図21を用いて説明する。

[0373]

本実施の形態の表示装置は、高解像度な表示装置または大型な表示装置とすることができる。したがって、本実施の形態の表示装置は、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、音響再生装置の表示部に用いることができる。

[0374]

[表示装置100D]

図20に、表示装置100Dの斜視図を示し、図21Aに、表示装置100Dの断面図を示す。

[0375]

表示装置100Dは、基板152と基板151とが貼り合わされた構成を有する。図20では、基板152を破線で明示している。

[0376]

表示装置100Dは、表示部162、回路164、配線165等を有する。図20では表示装置100DにIC173及びFPC172が実装されている例を示している。そのため、図20に示す構成は、表示装置100D、IC（集積回路）、及びFPCを有する表示モジュールということもできる。

[0377]

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。

[0378]

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。

[0379]

図20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100D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。

[0380]

図21Aに、表示装置100Dの、FPC172を含む領域の一部、回路164の一部、表示部162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。

[0381]

図21Aに示す表示装置100D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、発光デバイス130a、及び、発光デバイス130e等を有する。発光デバイス130aは、例えば、赤色、緑色、または青色の光を発する。発光デバイス130eは、例えば、白色の光を発する。

[0382]

ここで、表示装置の画素が、互いに異なる色を発する発光デバイスを有する副画素を3種類有する場合、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。当該副画素を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。

[0383]

保護層131と基板152は接着層142を介して接着されている。発光デバイスの封止には、固体封止構造または中空封止構造などが適用できる。図21Aでは、基板152と基板151との間の空間が、接着層142で充填されており、固体封止構造が適用されている。または、当該空間を不活性ガス（窒素またはアルゴンなど）で充填し、中空封止構造を適用してもよい。このとき、接着層142は、発光デバイスと重ならないように設けられていてもよい。また、当該空間を、枠状に設けられた接着層142とは異なる樹脂で充填してもよい。

[0384]

発光デバイス130aは、図15Bに示す発光デバイス130aと同様の積層構造を有し、発光デバイス130eは、図15Bに示す発光デバイス130eと同様の積層構造を有する。発光デバイスの詳細は実施の形態3を参照できる。また、発光デバイス130aの端部及び発光デバイス130eの端部は、それぞれ、保護層131によって覆われている。

[0385]

画素電極111a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と接続されている。画素電極111eは、絶縁層214に設けられた開口を介して、導電層222cと接続されている。導電層222cは、表示部162の外部に設けられたスイッチ（図3のスイッチSW1参照）と電氣的に接続されている。なお、画素電極111eはトランジスタと電氣的に接続されていてもよく、発光デバイス130eは、発光デバイス130aと同様の画素回路と電氣的に接続されていてもよい。

[0386]

画素電極の端部は、絶縁層121によって覆われている。画素電極は可視光を反射する材料を含み、共通電極は可視光を透過する材料を含む。

[0387]

発光デバイスが発する光は、基板152側に射出される。したがって、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。

[0388]

基板151から絶縁層214までの積層構造が、実施の形態2におけるトランジスタを含む層101に相当する。

[0389]

トランジスタ 201、及びトランジスタ 205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。

[0390]

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。

[0391]

トランジスタを覆う絶縁層の少なくとも一層に、水及び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。

[0392]

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つ以上積層して用いてもよい。

[0393]

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 100D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 100D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 100D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 100Dの端部に有機絶縁膜が露出しないようにしてもよい。

[0394]

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。

[0395]

図 21A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 162に不純物が入り込むことを抑制できる。従って、表示装置 100Dの信頼性を高めることができる。

[0396]

トランジスタ 201、及びトランジスタ 205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。

[0397]

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。

[0398]

トランジスタ 201、及びトランジスタ 205 には、チャ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与え、他方に駆動のための電位を与えることで、トランジスタの閾値電圧を制御してもよい。

[0399]

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。

[0400]

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。つまり、本実施の形態の表示装置は、金属酸化物をチャネル形成領域に用いたトランジスタ（以下、OS トランジスタ）を用いることが好ましい。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。

[0401]

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。

[0402]

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。

[0403]

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、 $I n : M : Z n = 4 : 2 : 3$ またはその近傍の組成、 $I n : M : Z n = 4 : 2 : 4$ 、1 またはその近傍の組成、 $I n : M : Z n = 5 : 1 : 3$ またはその近傍の組成、 $I n : M : Z n = 5 : 1 : 6$ またはその近傍の組成、 $I n : M : Z n = 5 : 1 : 7$ またはその近傍の組成、 $I n : M : Z n = 5 : 1 : 8$ またはその近傍の組成、 $I n : M : Z n = 6 : 1 : 6$ またはその近傍の組成、 $I n : M : Z n = 5 : 2 : 5$ 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。

[0404]

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

[0405]

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。

[0406]

図 21B 及び図 21C に、トランジスタの他の構成例を示す。

[0407]

トランジスタ 209 及びトランジスタ 210 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、チャネル形成領域 231i 及び一対の低抵抗領域 231n を有する半導体層 231、一対の低抵抗領域 231n の一方と接続する導電層 222a、一対の低抵抗領域 231n の他方と接続する導電層 222b、ゲート絶縁層として機能する絶縁層 225、ゲートとして機能する導電層 223、並びに、導電層 223 を覆う絶縁層 215 を有する。絶縁層 211 は、導電層 221 とチャネル形成領域 231i との間に位置する。絶縁層 225 は、少なくとも導電層 223 とチャネル形成領域 231i との間に位置する。さらに、トランジスタを覆う絶縁層 218 を設けてもよい。

[0408]

図 21B に示すトランジスタ 209 では、絶縁層 225 が半導体層 231 の上面及び側面を覆う例を示す。導電層 222a 及び導電層 222b は、それぞれ、絶縁層 225 及び絶縁層 215 に設けられた開口を介して低抵抗領域 231n と接続される。導電層 222a 及び導電層 222b 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。

[0409]

一方、図 21C に示すトランジスタ 210 では、絶縁層 225 は、半導体層 231 のチャネル形成領域 231i と重なり、低抵抗領域 231n とは重ならない。例えば、導電層 223 をマスクとして絶縁層 225 を加工することで、図 21C に示す構造を作製できる。図 21C では、絶縁層 225 及び導電層 223 を覆って絶縁層 215 が設けられ、絶縁層 215 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。

[0 4 1 0]

基板 1 5 1 の、基板 1 5 2 が重ならない領域には、接続部 2 0 4 が設けられている。接続部 2 0 4 では、配線 1 6 5 が導電層 1 6 6 及び接続層 2 4 2 を介して F P C 1 7 2 と電氣的に接続されている。導電層 1 6 6 は、画素電極と同一の導電膜を加工して得られた導電膜である例を示す。接続部 2 0 4 の上面では、導電層 1 6 6 が露出している。これにより、接続部 2 0 4 と F P C 1 7 2 とを接続層 2 4 2 を介して電氣的に接続することができる。

[0 4 1 1]

基板 1 5 2 の基板 1 5 1 側の面には、遮光層 1 4 8 を設けることが好ましい。また、基板 1 5 2 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 1 5 2 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。

[0 4 1 2]

発光デバイスを覆う保護層 1 3 1 を設けることで、発光デバイスに水などの不純物が入り込むことを抑制し、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

[0 4 1 3]

表示装置 1 0 0 D の端部近傍の領域 2 2 8 において、絶縁層 2 1 4 の開口を介して、絶縁層 2 1 5 と保護層 1 3 1 とが互いに接することが好ましい。特に、無機絶縁膜同士が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 1 6 2 に不純物が入り込むことを抑制することができる。従って、表示装置 1 0 0 D の信頼性を高めることができる。

[0 4 1 4]

基板 1 5 1 及び基板 1 5 2 には、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイア、樹脂、金属、合金、半導体などを用いることができる。発光デバイスからの光を取り出す側の基板には、該光を透過する材料を用いる。基板 1 5 1 及び基板 1 5 2 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。また、基板 1 5 1 または基板 1 5 2 として偏光板を用いてもよい。

[0 4 1 5]

基板 1 5 1 及び基板 1 5 2 としては、それぞれ、ポリエチレンテレフタレート（P E T）、ポリエチレンナフタレート（P E N）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（P C）樹脂、ポリエーテルスルホン（P E S）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（P T F E）樹脂、A B S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 1 5 1 及び基板 1 5 2 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。

[0 4 1 6]

なお、表示装置に円偏光板を重ねる場合、表示装置が有する基板には、光学等方性の高い基板を用いることが好ましい。光学等方性が高い基板は、複屈折が小さい（複屈折量が小さい、ともいえる）。

[0417]

光学等方性が高い基板のリタレーション（位相差）値の絶対値は、30 nm以下が好ましく、20 nm以下がより好ましく、10 nm以下がさらに好ましい。

[0418]

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。

[0419]

また、基板としてフィルムを用いる場合、フィルムが吸水することで、表示パネルにしわが発生するなどの形状変化が生じる恐れがある。そのため、基板には、吸水率の低いフィルムを用いることが好ましい。例えば、吸水率が1%以下のフィルムを用いることが好ましく、0.1%以下のフィルムを用いることがより好ましく、0.01%以下のフィルムを用いることがさらに好ましい。

[0420]

接着層としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。これら接着剤としてはエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、PVC（ポリビニルクロライド）樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）樹脂、EVA（エチレンビニルアセテート）樹脂等が挙げられる。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。

[0421]

接続層242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。

[0422]

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。

[0423]

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、または、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、または、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、及び、発光デバイスが有する導電層（画素電極または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。

[0424]

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。

[0425]

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。

[0426]

(実施の形態5)

本実施の形態では、上記の実施の形態で説明したOS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。

[0427]

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、ス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。

[0428]

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、または、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。

[0429]

<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。

[0430]

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、GIXD(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、GIXD法は、薄膜法またはSeemann-Bohlin法ともいう。

[0431]

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と、膜または基板は非晶質状態であるとは言えない。

[0432]

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。

[0433]

<<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。

[0434]

ここで、上述のCAAC-OS、nc-OS、及びa-like OSの詳細について、説明を行う。

[0435]

[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。

[0436]

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。

[0437]

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。

[0438]

CAAC-OS膜に対し、例えば、XRD装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta/2\theta$ スキャンを用いたOut-of-plane XRD測定では、c軸配向を示すピークが $2\theta = 31^\circ$ またはその近傍に検出される。なお、c軸配向を示すピークの位置 (2θ の値) は、CAAC-OS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。

[0439]

また、例えば、CAAC-OS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、点対称の位置に観測される。

[0440]

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、CAAC-OS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、CAAC-OS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、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。

[0441]

なお、明確な結晶粒界が確認される結晶構造は、いわゆる多結晶 (polycrystal) と呼ばれる。結晶粒界は、再結合中心となり、キャリアが捕獲されトランジスタのオン電流の低下、電界効果移動度の低下などを引き起こす可能性が高い。よって、明確な結晶粒界が確認されないCAAC-OS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、CAAC-OSを構成するには、Znを有する構成が好ましい。例えば、In-Zn酸化物、及びIn-Ga-Zn酸化物は、In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。

[0442]

CAAC-OS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、CAAC-OS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、欠陥の生成などによって低下する場合があるため、CAAC-OSは不純物及び欠陥 (酸素欠損など) の少ない酸化物半導体ともいえる。従って、CAAC-OS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、CAAC-OSを有する酸化物半導体は熱に強く、信頼性が高い。また、CAAC-OS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、OSトランジスタにCAAC-OS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。

[0443]

[nc-OS]

nc-OSは、微小な領域 (例えば、1nm以上10nm以下の領域、特に1nm以上3nm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、nc-OS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 nm以上10 nm以下、特に1 nm以上3 nm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、nc-OS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、nc-OSは、分析方法によっては、a-like OSまたは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、nc-OS膜に対し、XRD装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta/2\theta$ スキャンを用いたOut-of-plane XRD測定では、結晶性を示すピークが検出されない。また、nc-OS膜に対し、ナノ結晶よりも大きいプローブ径（例えば50 nm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、nc-OS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 nm以上30 nm以下）の電子線を用いる電子線回折（ナノビーム電子線回折ともいう。）を行うと、ダイレクトスポットを中心とするリング状の領域内に複数のスポットが観測される電子線回折パターンが取得される場合がある。

[0444]

[a-like OS]

a-like OSは、nc-OSと非晶質酸化物半導体との間の構造を有する酸化物半導体である。a-like OSは、鬆または低密度領域を有する。即ち、a-like OSは、nc-OS及びCAAC-OSと比べて、結晶性が低い。また、a-like OSは、nc-OS及びCAAC-OSと比べて、膜中の水素濃度が高い。

[0445]

<<酸化物半導体の構成>>

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

[0446]

[CAC-OS]

CAC-OS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。

[0447]

さらに、CAC-OSとは、第1の領域と、第2の領域と、に材料が分離することでモザイク状となり、当該第1の領域が、膜中に分布した構成（以下、クラウド状ともいう。）である。つまり、CAC-OS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。

[0448]

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

S膜の組成における[Ga]よりも大きい領域である。または、例えば、第1の領域は、[In]が、第2の領域における[In]よりも大きく、且つ、[Ga]が、第2の領域における[Ga]よりも小さい領域である。また、第2の領域は、[Ga]が、第1の領域における[Ga]よりも大きく、且つ、[In]が、第1の領域における[In]よりも小さい領域である。

[0449]

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

[0450]

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。

[0451]

また、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-OSとは、In、Ga、Zn、及びOを含む材料構成において、一部にGaを主成分とする領域と、一部にIn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、CAC-OS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。

[0452]

CAC-OS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、CAC-OSをスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス（代表的にはアルゴン）、酸素ガス、及び窒素ガスの中から選ばれたいずれか一つまたは複数を用いればよい。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。

[0453]

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。

[0454]

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(μ)が実現できる。

[0455]

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。

[0456]

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（ μ ）、及び良好なスイッチング動作を実現することができる。

[0457]

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。

[0458]

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。

[0459]

<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。

[0460]

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。

[0461]

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

[0462]

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。

[0463]

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。

[0464]

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。

[0465]

<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。

[0466]

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または炭素が含まれると、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または炭素の濃度と、酸化物半導体との界面近傍のシリコンまたは炭素の濃度（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。

[0467]

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。

[0468]

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

[0469]

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。

[0470]

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。

[0471]

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。

[0472]

(実施の形態6)

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22乃至図24を用いて説明する。

[0473]

本実施の形態の電子機器は、表示部に本発明の一態様の表示装置を有する。本発明の一態様の表示装置は、高精細化及び高解像度化が容易である。したがって、様々な電子機器の表示部に用いる

ことができる。

[0474]

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。

[0475]

特に、本発明の一態様の表示装置は、精細度を高めることが可能なため、比較的小さな表示部を有する電子機器に好適に用いることができる。このような電子機器としては、例えば、腕時計型及びブレスレット型の情報端末機（ウェアラブル機器）、並びに、ヘッドマウントディスプレイなどのVR向け機器、メガネ型のAR向け機器、及び、MR向け機器など、頭部に装着可能なウェアラブル機器等が挙げられる。

[0476]

本発明の一態様の表示装置は、HD（画素数1280×720）、FHD（画素数1920×1080）、WQHD（画素数2560×1440）、WQXGA（画素数2560×1600）、4K（画素数3840×2160）、8K（画素数7680×4320）といった極めて高い解像度を有していることが好ましい。特に4K、8K、またはそれ以上の解像度とすることが好ましい。また、本発明の一態様の表示装置における画素密度（精細度）は、100ppi以上が好ましく、300ppi以上が好ましく、500ppi以上がより好ましく、1000ppi以上がより好ましく、2000ppi以上がより好ましく、3000ppi以上がより好ましく、5000ppi以上がより好ましく、7000ppi以上がさらに好ましい。このように高い解像度及び高い精細度の一方または双方を有する表示装置を用いることで、携帯型または家庭用途などのパーソナルユースの電子機器において、臨場感及び奥行き感などをより高めることが可能となる。また、本発明の一態様の表示装置の画面比率（アスペクト比）については、特に限定はない。例えば、表示装置は、1:1（正方形）、4:3、16:9、16:10など様々な画面比率に対応することができる。

[0477]

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。

[0478]

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。

[0479]

図22A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である。

[0480]

電子機器 6 5 0 0 は、筐体 6 5 0 1、表示部 6 5 0 2、電源ボタン 6 5 0 3、ボタン 6 5 0 4、スピーカ 6 5 0 5、マイク 6 5 0 6、カメラ 6 5 0 7、及び光源 6 5 0 8 等を有する。表示部 6 5 0 2 はタッチパネル機能を備える。

[0 4 8 1]

表示部 6 5 0 2 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0 4 8 2]

図 2 2 B は、筐体 6 5 0 1 のマイク 6 5 0 6 側の端部を含む断面概略図である。

[0 4 8 3]

筐体 6 5 0 1 の表示面側には透光性を有する保護部材 6 5 1 0 が設けられ、筐体 6 5 0 1 と保護部材 6 5 1 0 に囲まれた空間内に、表示パネル 6 5 1 1、光学部材 6 5 1 2、タッチセンサパネル 6 5 1 3、プリント基板 6 5 1 7、バッテリー 6 5 1 8 等が配置されている。

[0 4 8 4]

保護部材 6 5 1 0 には、表示パネル 6 5 1 1、光学部材 6 5 1 2、及びタッチセンサパネル 6 5 1 3 が接着層（図示しない）により固定されている。

[0 4 8 5]

表示部 6 5 0 2 よりも外側の領域において、表示パネル 6 5 1 1 の一部が折り返されており、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。

[0 4 8 6]

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。

[0 4 8 7]

図 2 3 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。

[0 4 8 8]

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。

[0 4 8 9]

図 2 3 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、及び、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。

[0 4 9 0]

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。

[0491]

図23B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7200は、筐体7211、キーボード7212、ポインティングデバイス7213、外部接続ポート7214等を有する。筐体7211に、表示部7000が組み込まれている。

[0492]

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。

[0493]

図23C、図23Dに、デジタルサイネージの一例を示す。

[0494]

図23Cに示すデジタルサイネージ7300は、筐体7301、表示部7000、及びスピーカ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。

[0495]

図23D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。

[0496]

図23C、図23D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。

[0497]

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。

[0498]

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、使用者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。

[0499]

また、図23C、図23D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、使用者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。

[0500]

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、不特定多数の使用者が同時にゲームに参加し、楽しむことができる。

[0501]

図24A乃至図24F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。

[0502]

図24A乃至図24F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、静止画または動画を撮影し、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。

[0503]

図24A乃至図24Fに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0504]

図24Aは、携帯情報端末9101を示す斜視図である。携帯情報端末9101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9101は、スピーカ9003、接続端子9006、センサ9007等を設けてもよい。また、携帯情報端末9101は、文字及び画像情報をその複数の面に表示することができる。図24Aでは3つのアイコン9050を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することもできる。情報9051の一例としては、電子メール、SNS、電話などの着信の通知、電子メールまたは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9051が表示されている位置にはアイコン9050などを表示してもよい。

[0505]

図24Bは、携帯情報端末9102を示す斜視図である。携帯情報端末9102は、表示部9001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9052、情報9053、情報9054がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えば使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末9102を収納した状態で、携帯情報端末9102の上方から観察できる位置に表示された情報9053を確認することもできる。使用者は、携帯情報端末9102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。

[0506]

図24Cは、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。携帯情報端末9200は、例えばスマートウォッチ（登録商標）として用いることができる。また、表示部9001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9200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9200は、接続端子9006により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うこと、及び、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。

[0507]

図24D乃至図24Fは、折り畳み可能な携帯情報端末9201を示す斜視図である。また、図24Dは携帯情報端末9201を展開した状態、図24Fは折り畳んだ状態、図24Eは図24Dと図24F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9201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9201が有する表示部9001は、ヒンジ9055によって連結された3つの筐体9000に支持されている。例えば、表示部9001は、曲率半径0.1mm以上150mm以下で曲げることができる。

[0508]

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]

[0509]

CL：配線、Cs：容量素子、IRS：受光デバイス、M11：トランジスタ、M12：トランジスタ、M13：トランジスタ、M14：トランジスタ、M15：トランジスタ、PD1：受光デバイス、PD2：受光デバイス、RS：配線、SE：配線、SW：配線、TX：配線、VCP：配線、VPI：配線、VRS：配線、WX：配線、10：電子機器、12：支持体、14：机、20：機能回路、31B：光、31G：光、31IR：赤外光、31R：光、31W：光、32G：反射光、32IR：反射光、100A：表示装置、100B：表示装置、100C：表示装置、100D：表示装置、100：表示装置、101：層、102：基板、103：筐体、104：光源、105：保護部材、106：基板、108：対象物、110a：副画素、110b：副画素、110c：副画素、110d：副画素、110e：副画素、110：画素、111a：画素電極、111b：画素電極、111c：画素電極、111d：画素電極、111e：画素電極、113a：第1の層、113b：第2の層、113c：第3の層、113d：第4の層、113e：第5の層、114：第6の層、115：共通電極、118A：第1の犠牲層、118a：第1の犠牲層、118B：第1の犠牲層、118b：第1の犠牲層、118c：第1の犠牲層、118d：第1の犠牲層、118e：第1の犠牲層、119A：第2の犠牲層、119a：第2の犠牲層、119B：第2の犠牲層、119b：第2の犠牲層、119c：第2の犠牲層、119d：第2の犠牲層、119e：第2の犠牲層、119：樹脂層、120：基板、121：絶縁層、123：導電層、130a：発光デバイス、130B：発光デバイス、130b：発光デバイス、130c：発光デバイス、130e：発光デバイス、130G：発光デバイス、130R：発光デバイス、130W：発光デバイス、131：保護層、133：空隙、140：接続部、142：接着層、148：遮光層、150d：受光デバイス、150IRS：受光デバイス、150PS：受光デバイス、151：基板、152：基板、162：表示部、164：回路、165：配線、166：導電層、172：FPC、173：IC、180A：画素、180B：画素、181A：第1の正孔注入層、181a：第1の正孔注入層、181B：第2の正孔注入層、181b：第2の正孔注入層、181c：第3の正孔注入層、182A：第1の正孔輸送層、182a：第1の正孔輸送層、182B：第2の正孔輸送層、182b：第2の正孔輸送層、182c：第3の正孔輸送層、182d：第4の正孔輸送層、183A：第1の発光層、183a：第1の発光層、183B：第2の発光層、183b：第2の発光層、183c：第3の発光層、184A：第1の電子輸送層、184a：第1の電子輸送層、

184B：第2の電子輸送層、184b：第2の電子輸送層、184c：第3の電子輸送層、184d：第4の電子輸送層、185d：活性層、190a：レジストマスク、190b：レジストマスク、191e：中間層、192e：第1の発光ユニット、194e：第2の発光ユニット、201：トランジスタ、204：接続部、205：トランジスタ、209：トランジスタ、210：トランジスタ、211：絶縁層、213：絶縁層、214：絶縁層、215：絶縁層、218：絶縁層、221：導電層、222a：導電層、222b：導電層、222c：導電層、223：導電層、225：絶縁層、228：領域、231i：チャンネル形成領域、231n：低抵抗領域、231：半導体層、242：接続層、500：表示装置、501：電極、502：電極、503：領域、512B：発光ユニット、512B__1：発光ユニット、512B__2：発光ユニット、512B__3：発光ユニット、512G：発光ユニット、512G__1：発光ユニット、512G__2：発光ユニット、512G__3：発光ユニット、512Q__1：発光ユニット、512Q__2：発光ユニット、512Q__3：発光ユニット、512R：発光ユニット、512R__1：発光ユニット、512R__2：発光ユニット、512R__3：発光ユニット、521：層、522：層、523B：発光層、523G：発光層、523Q__1：発光層、523Q__2：発光層、523Q__3：発光層、523R：発光層、524：層、525：層、531：中間層、541：絶縁層、542：絶縁層、550B：発光デバイス、550G：発光デバイス、550R：発光デバイス、550W：発光デバイス、772：電極、786a：発光ユニット、786b：発光ユニット、786：EL層、788：電極、4411：発光層、4412：発光層、4413：発光層、4420：層、4430：層、4440：中間層、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

請求の範囲

[請求項 1]

第 1 の画素を有し、
前記第 1 の画素は、第 1 の発光デバイス、第 2 の発光デバイス、及び第 1 の受光デバイスを有し、
前記第 1 の発光デバイスは、第 1 の発光層を有し、
前記第 2 の発光デバイスは、第 2 の発光層を有し、
前記第 2 の発光デバイスは、白色光を発する機能を有し、
前記第 1 の発光デバイスは、前記第 2 の発光デバイスとは異なる色の可視光を発する機能を有し、
前記第 1 の受光デバイスは、前記第 1 の発光デバイスの発光を検出する機能を有し、
前記第 1 の発光層の側面と、前記第 2 の発光層の側面は、対向しており、
前記第 1 の発光層の側面と、前記第 2 の発光層の側面との間の距離が $8 \mu\text{m}$ 以下である、
表示装置。

[請求項 2]

請求項 1 において、
第 2 の画素を有し、
前記第 2 の画素は、前記第 1 の発光デバイス、前記第 1 の受光デバイス、及び、第 2 の受光デバイスを有し、
前記第 2 の受光デバイスは、赤外光を検出する機能を有する、
表示装置。

[請求項 3]

請求項 1 または請求項 2 において、
前記第 1 の発光デバイスは、前記第 1 の発光層を含む第 1 の発光ユニットを有し、
前記第 2 の発光デバイスは、前記第 2 の発光層を含む第 2 の発光ユニットと、前記第 2 の発光ユニット上の電荷発生層と、前記電荷発生層上の第 3 の発光ユニットと、を有する、
表示装置。

[請求項 4]

請求項 1 または請求項 2 において、
前記第 1 の発光デバイスは、前記第 1 の発光層を含む第 1 の発光ユニットを有し、
前記第 2 の発光デバイスは、前記第 1 の発光ユニットと、前記第 1 の発光ユニット上の電荷発生層と、前記電荷発生層上の前記第 2 の発光層を含む第 2 の発光ユニットと、を有する、
表示装置。

[請求項 5]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、
前記第 1 の発光デバイスは、赤色、緑色、または青色の光を発する機能を有する、
表示装置。

[請求項 6]

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一に記載の表示装置と、電気二重層コンデンサと、バッテリーと、筐体と、を有し、
前記第 2 の発光デバイスは、
前記電気二重層コンデンサと電氣的に接続され、

前記電気二重層コンデンサは、前記バッテリーと電氣的に接続される、電子機器。

[請求項 7]

請求項 6 において、
第 4 の発光デバイスを有し、
前記第 4 の発光デバイスは、赤外光を発する機能を有する、電子機器。

[請求項 8]

請求項 7 において、
前記第 4 の発光デバイスは、前記表示装置を介して、前記電子機器の外部に光を射出する、電子機器。

[請求項 9]

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の表示装置と、
コネクタ及び集積回路のうち少なくとも一方と、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、
筐体、バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイクのうち少なくとも一つと、を有する、電子機器。

图2A

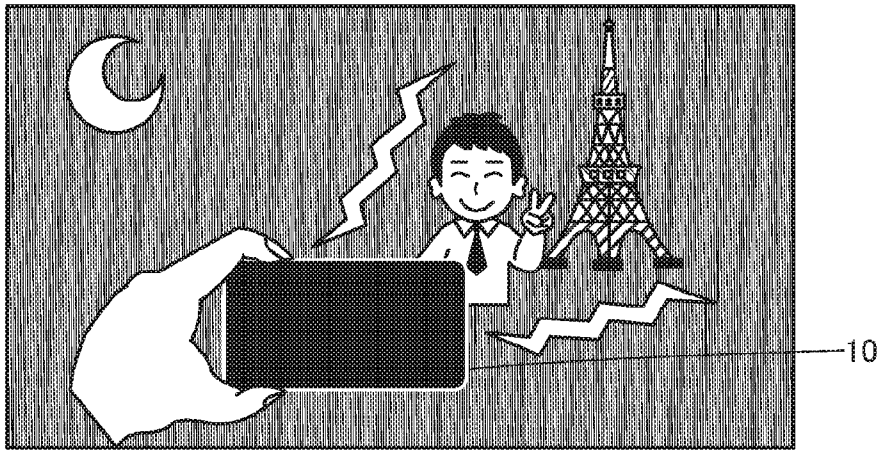


图2B

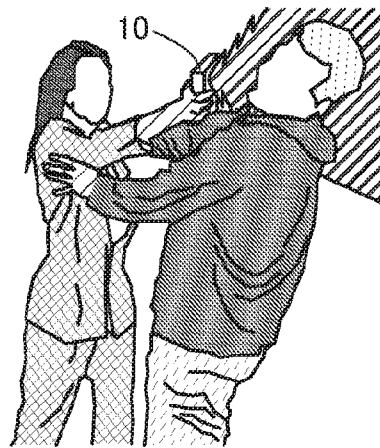


图2C

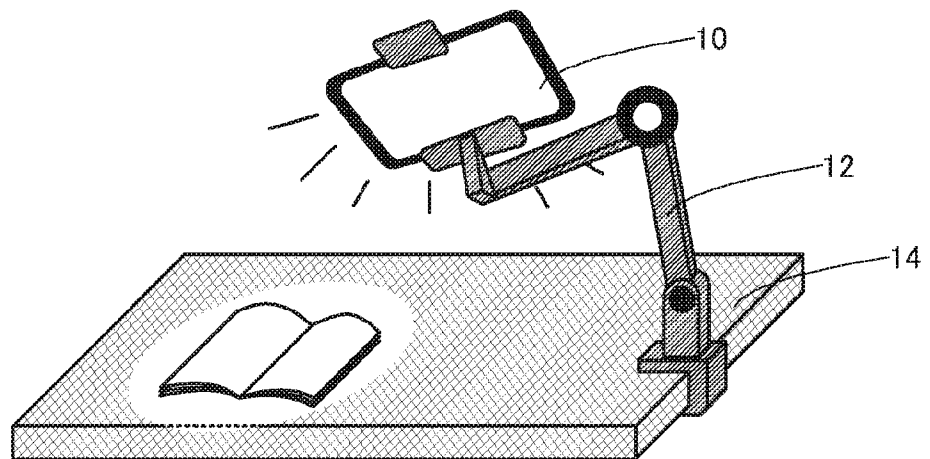
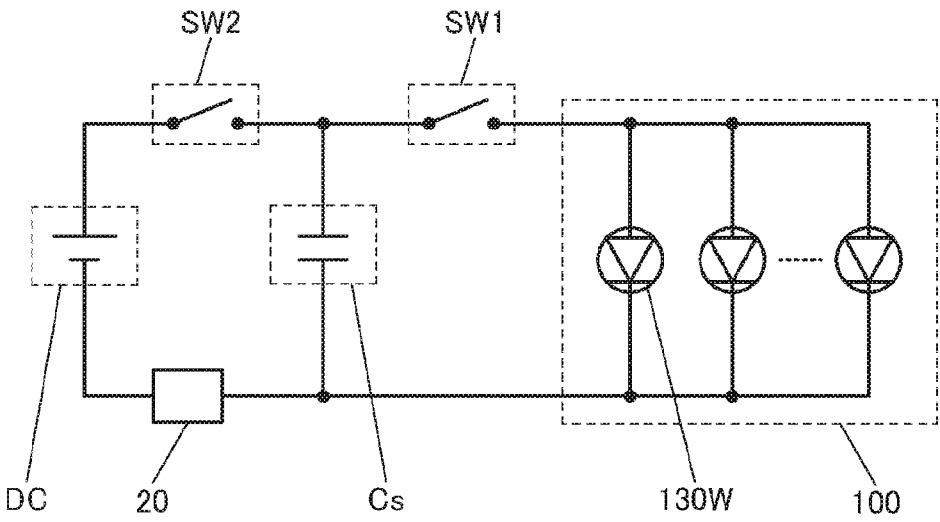


図3



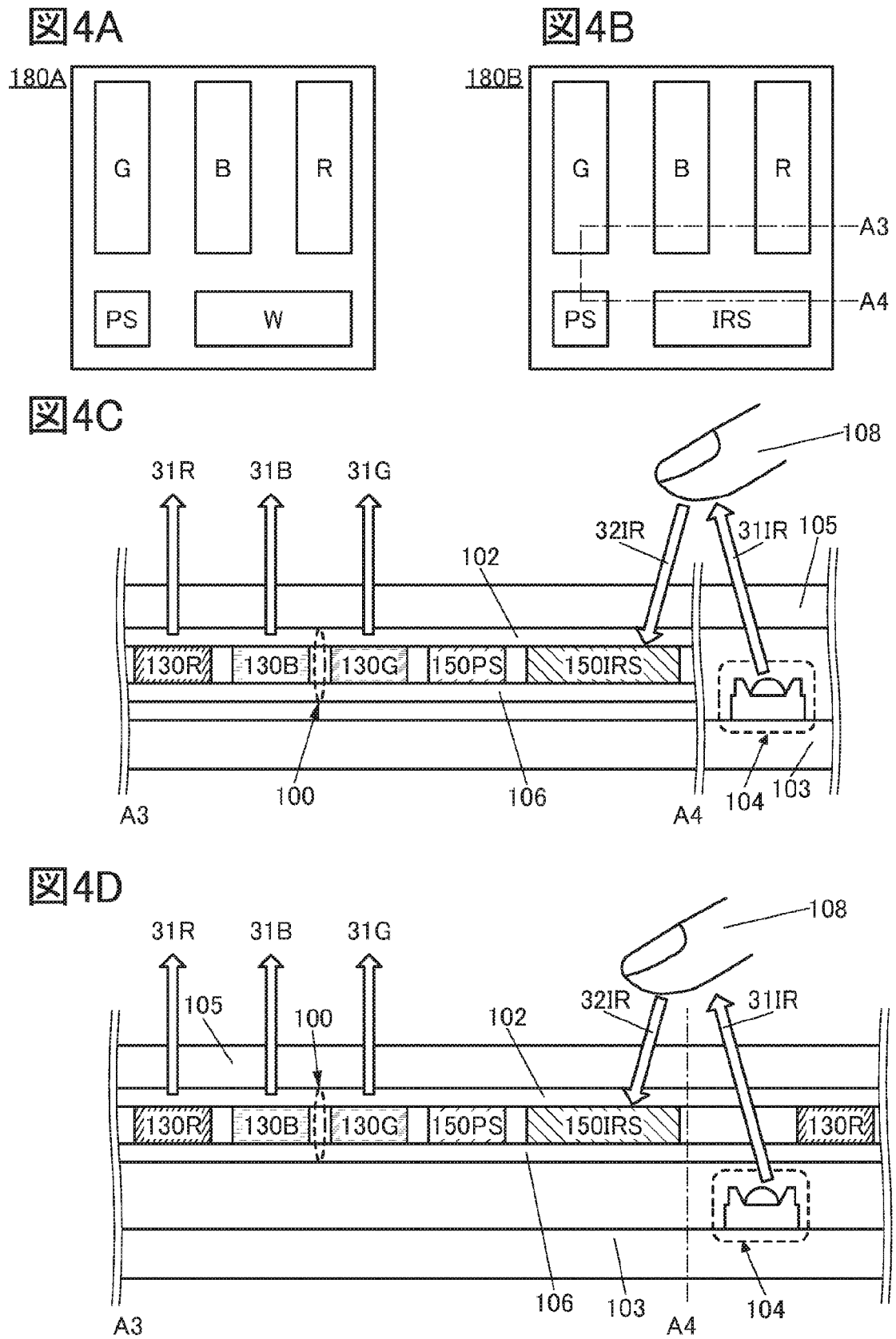


図5

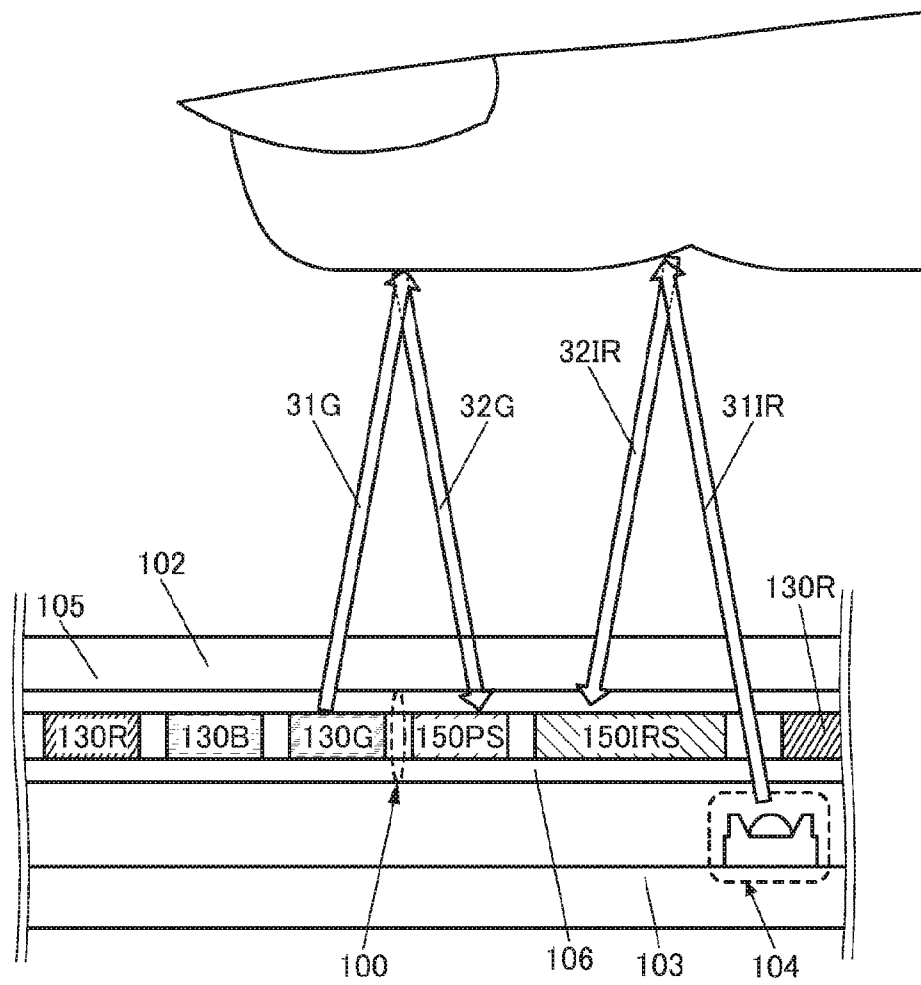


図 6

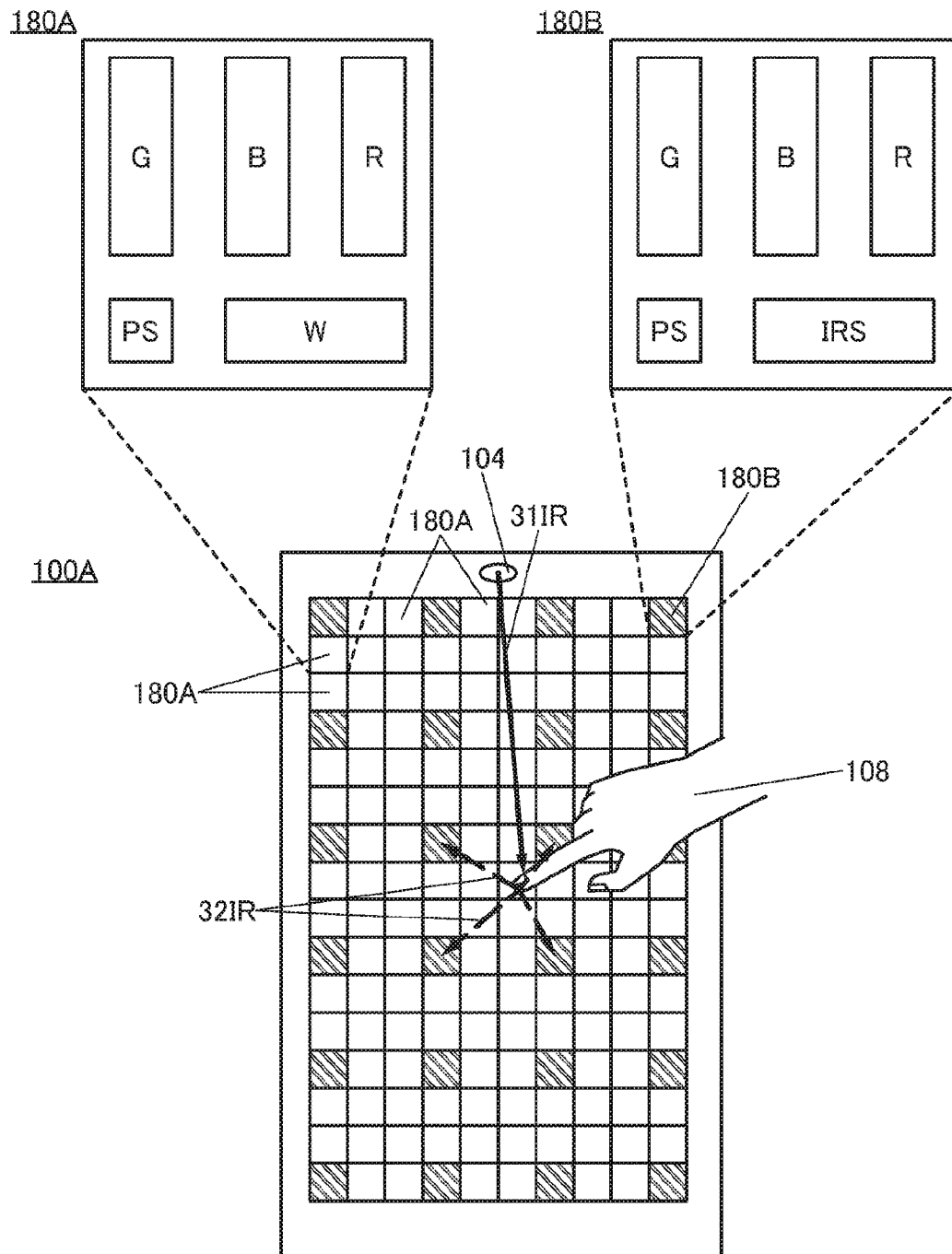


図 7

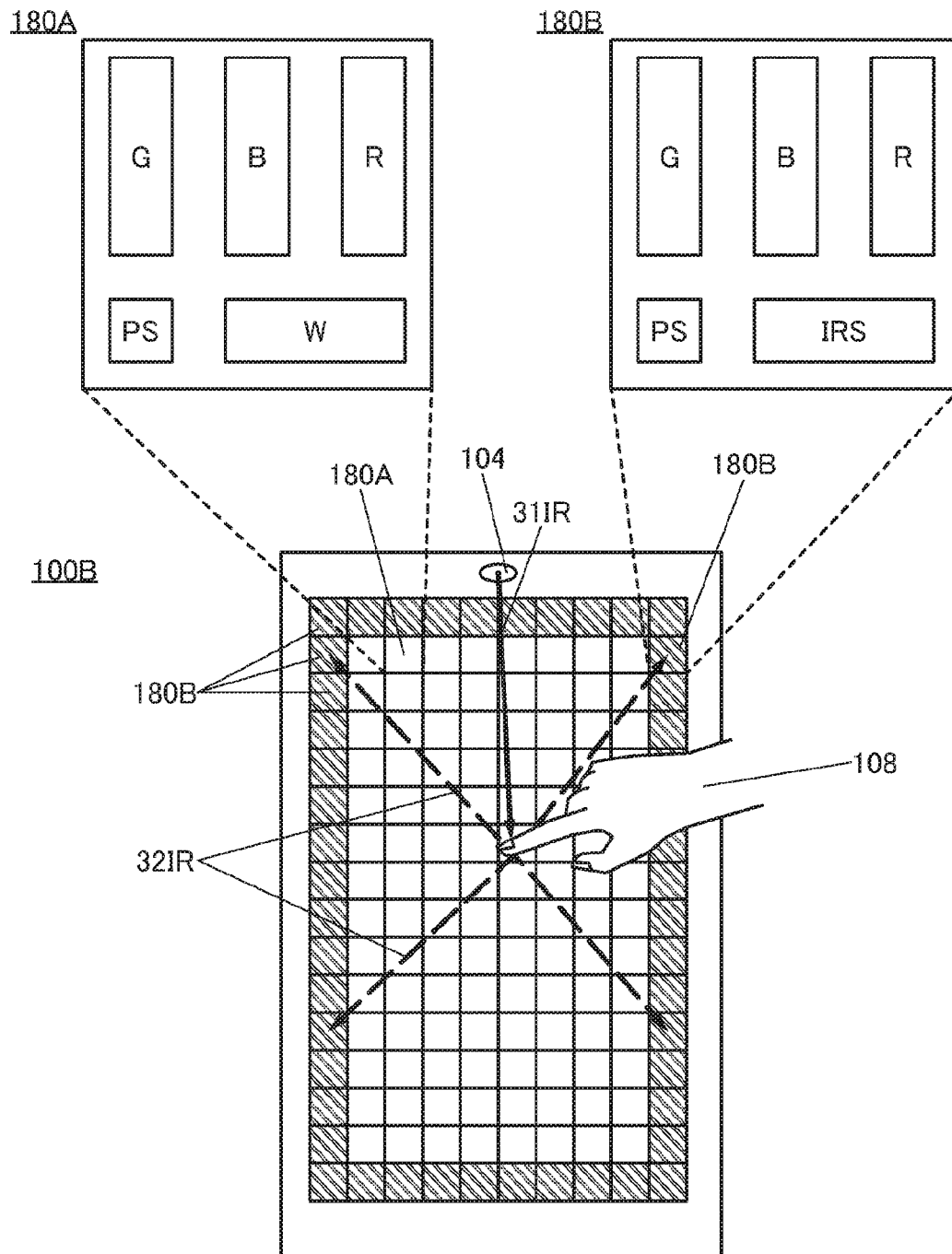


図8

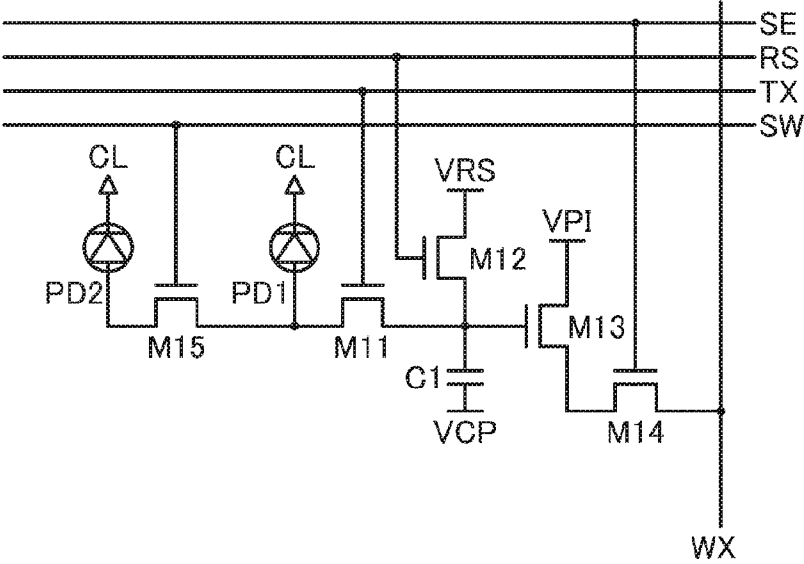


図9A

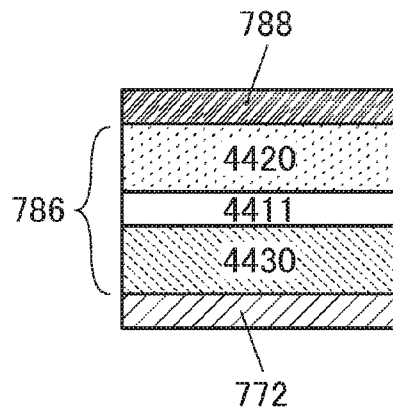


図9B

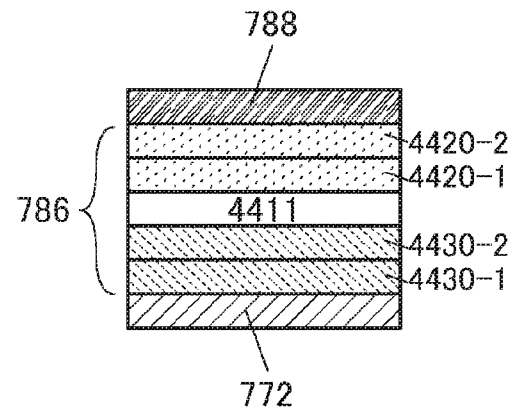


図9C

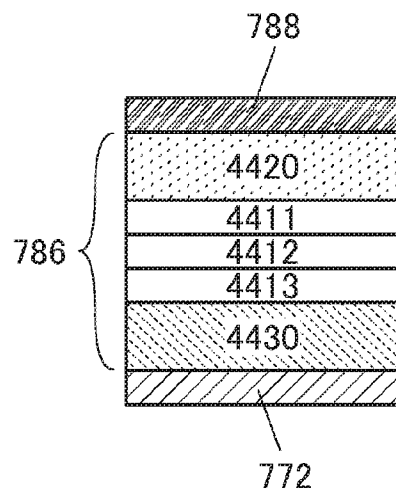


図9D

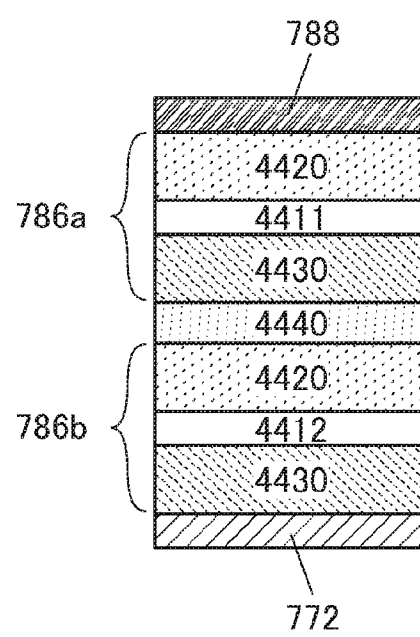


図 10A

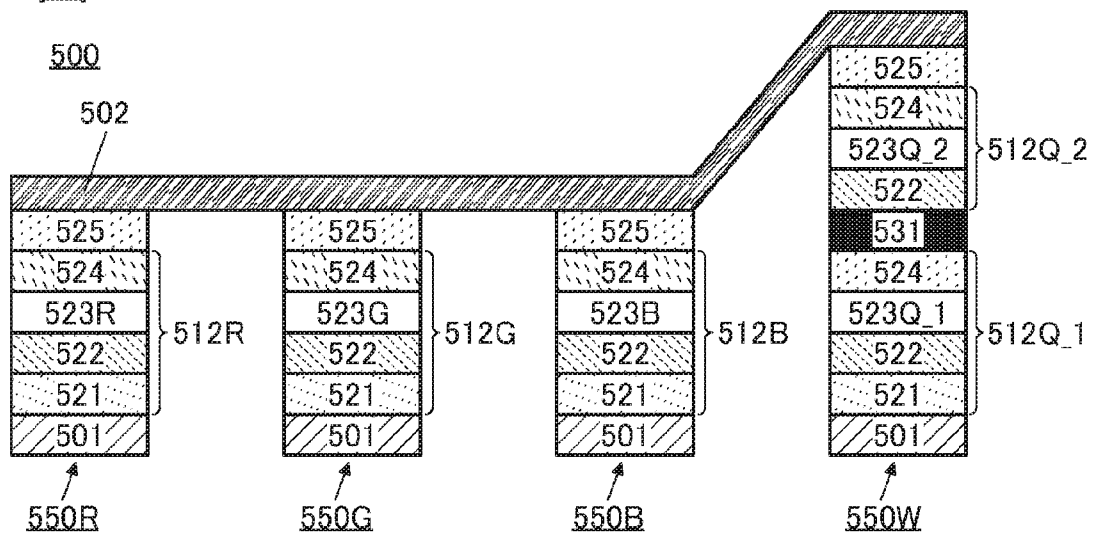


図 10B

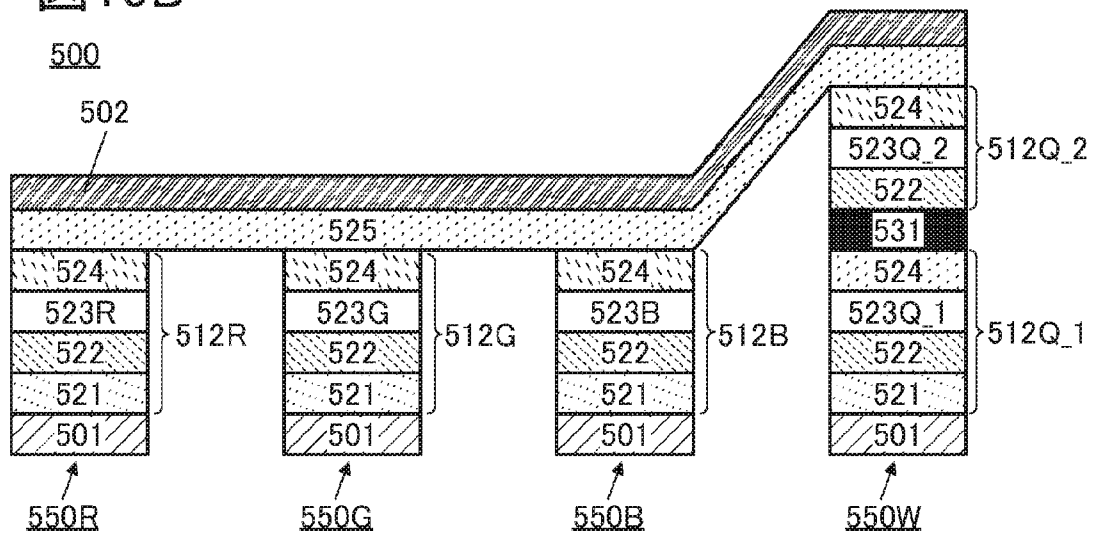


図 11A

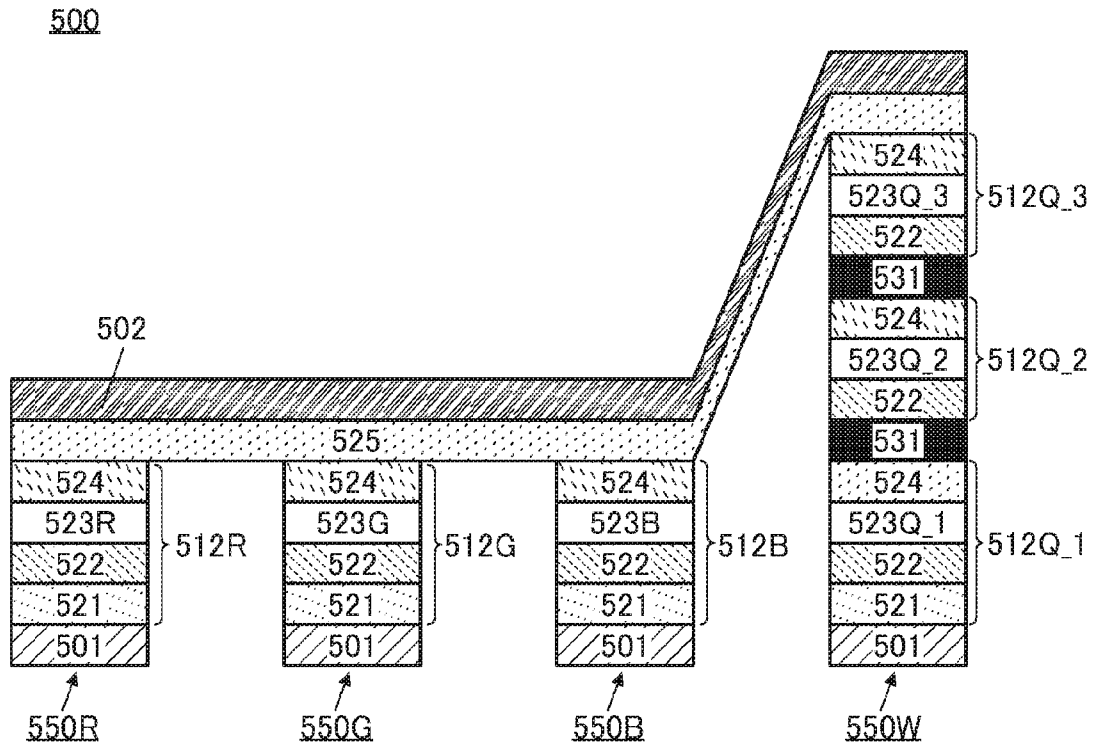
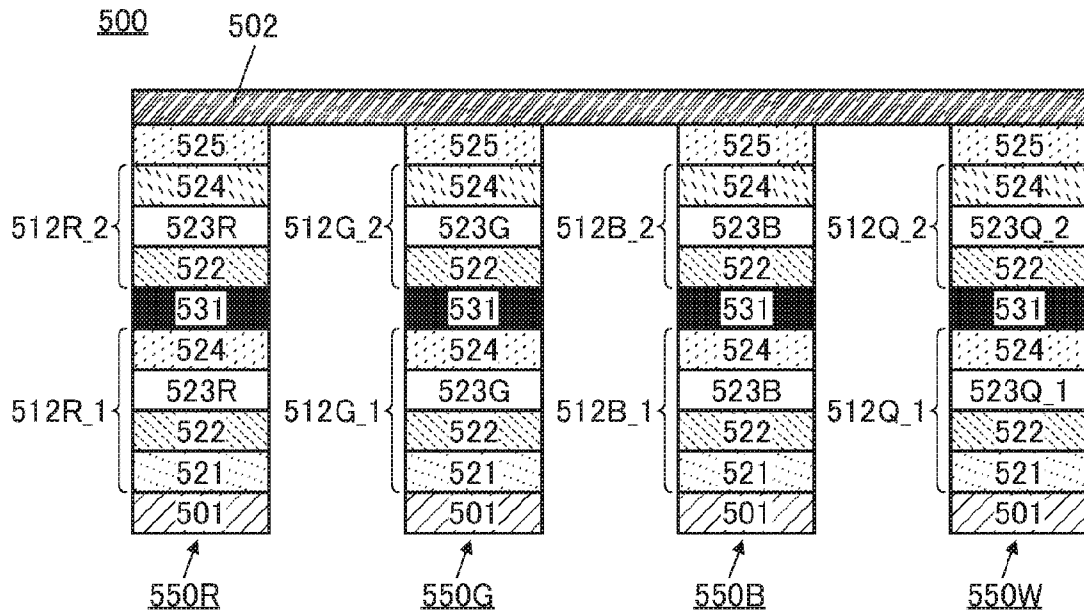
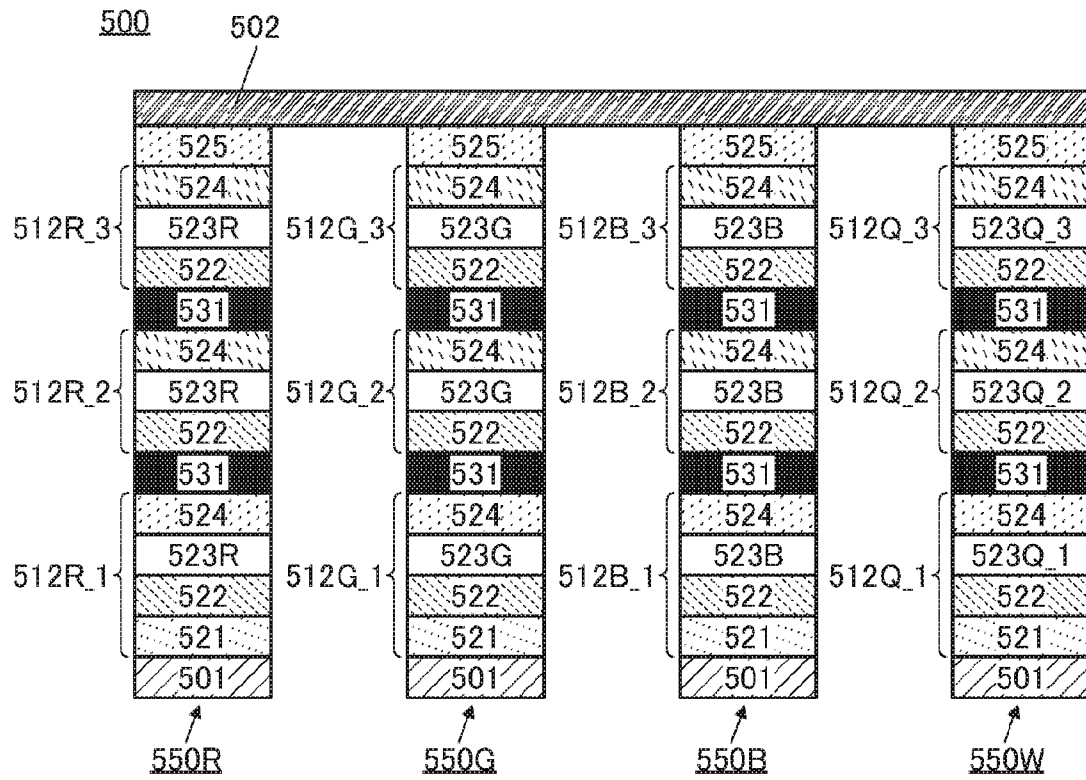


図 11B



12A



12B

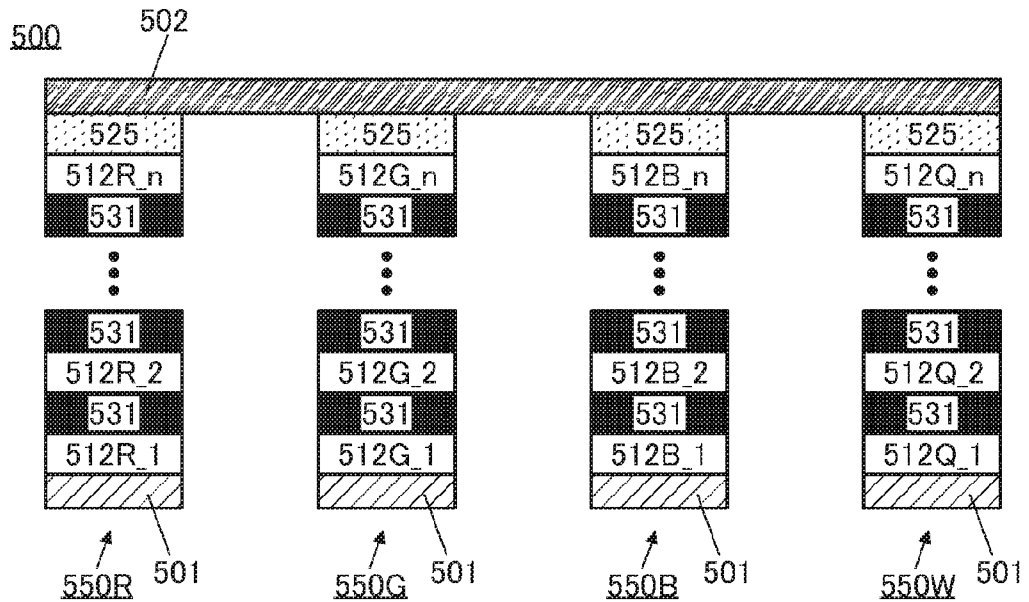


図 13A

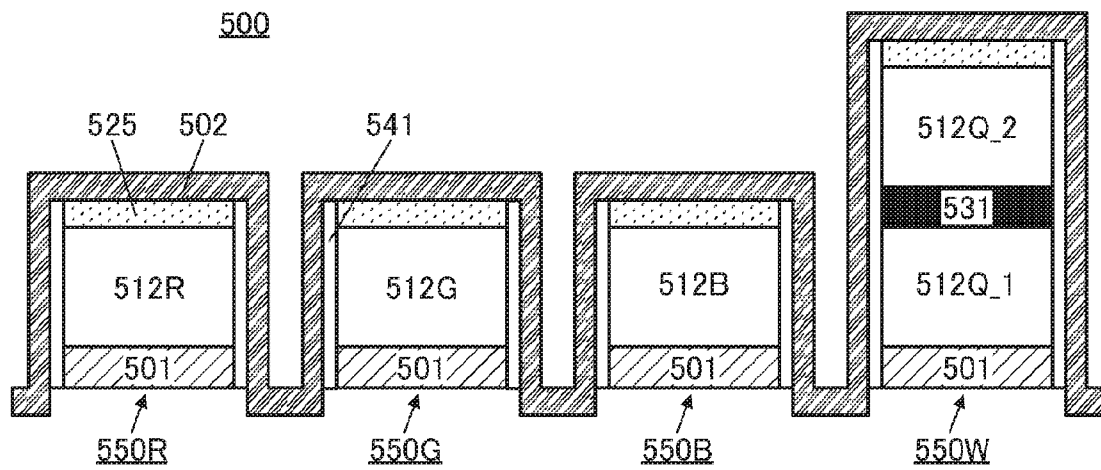


図 13B

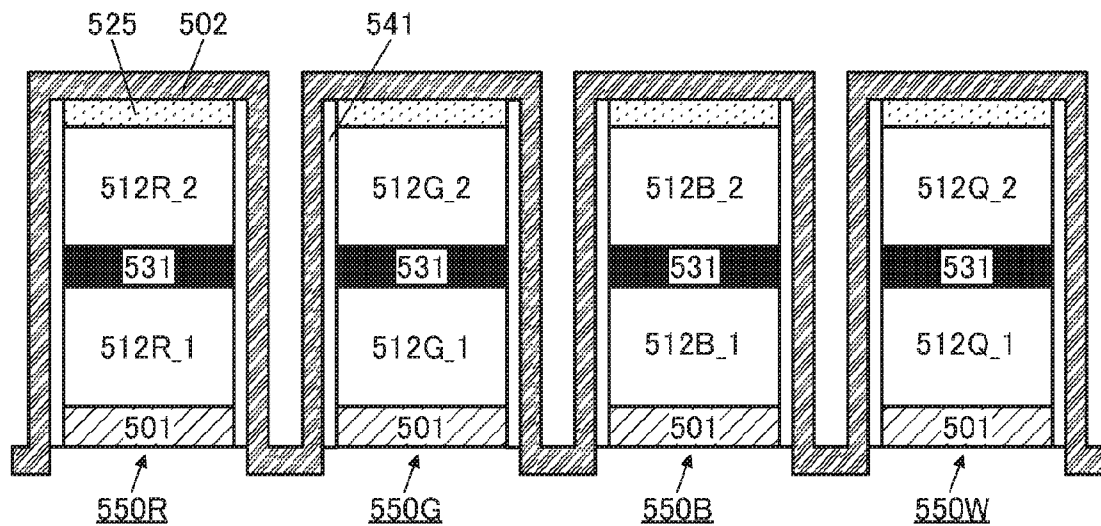


図 13C

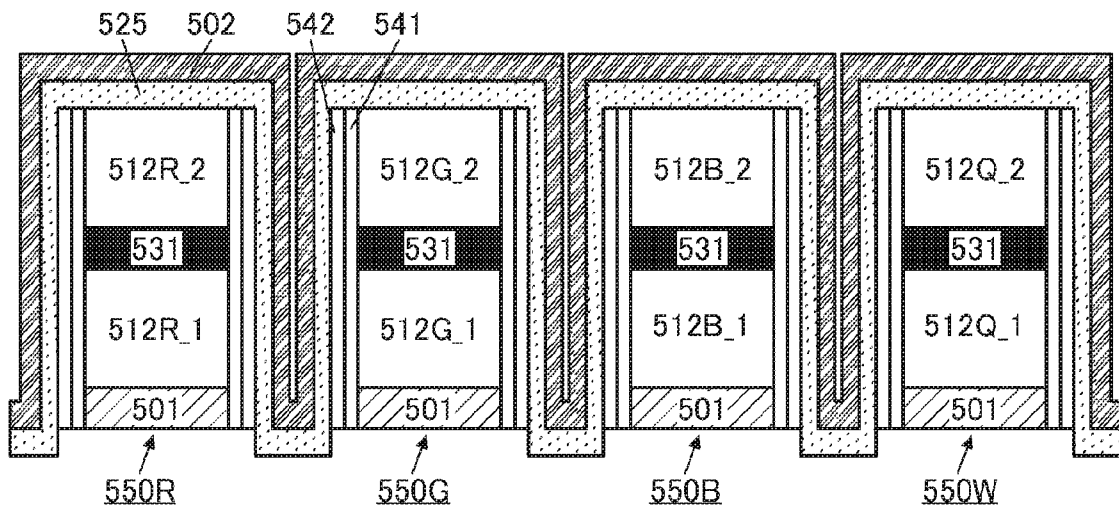


図14A

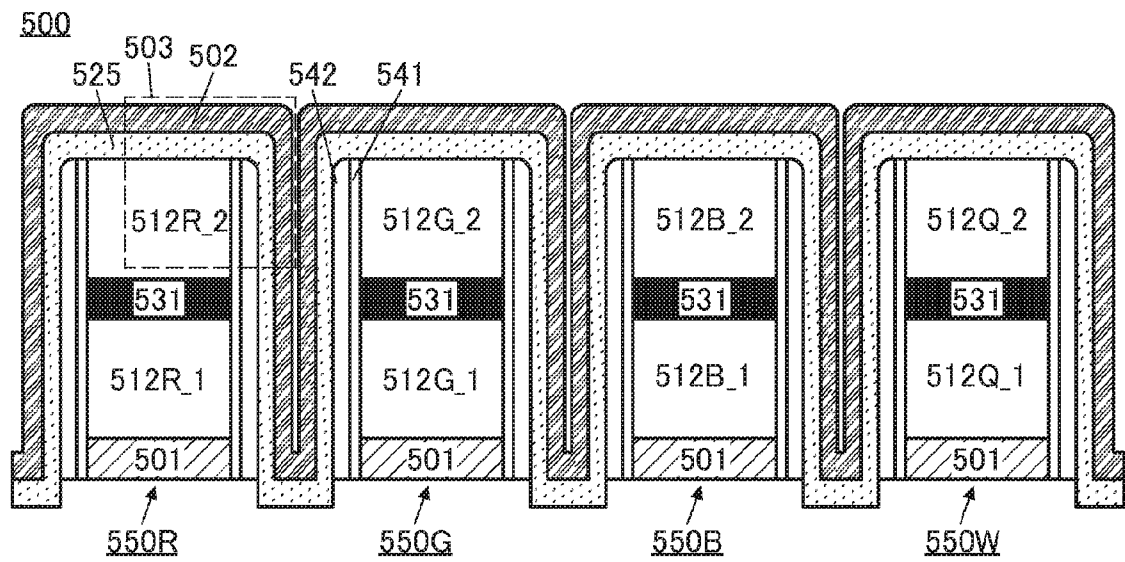


図14B

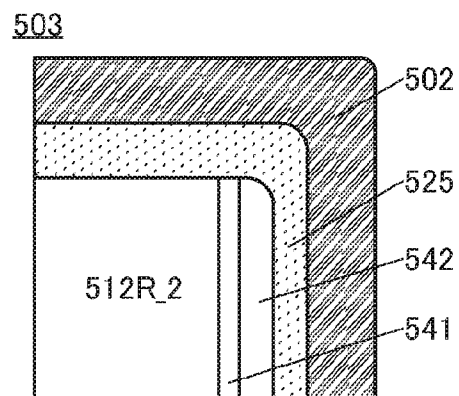
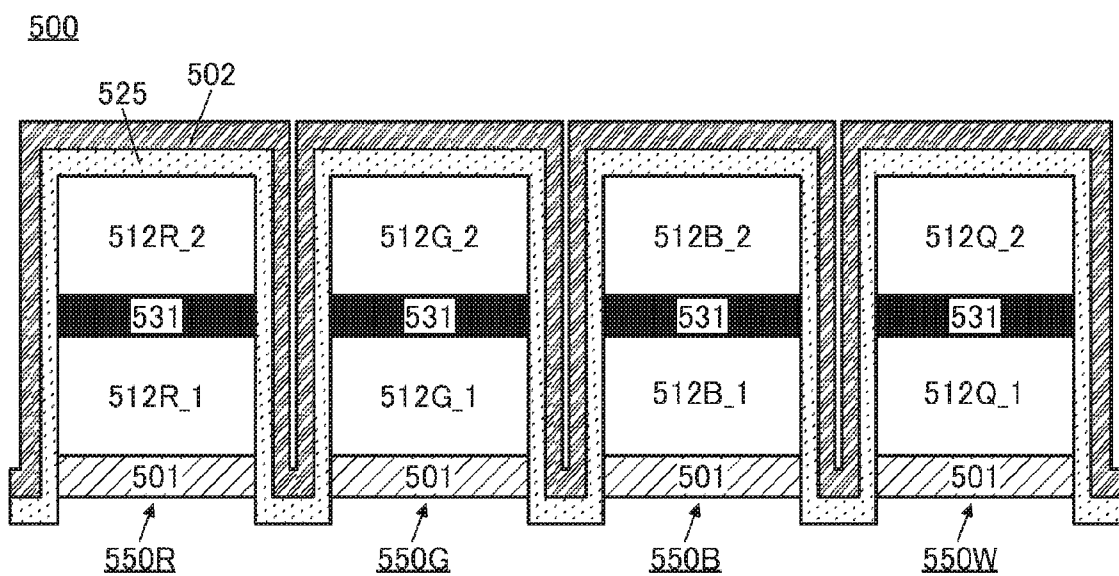
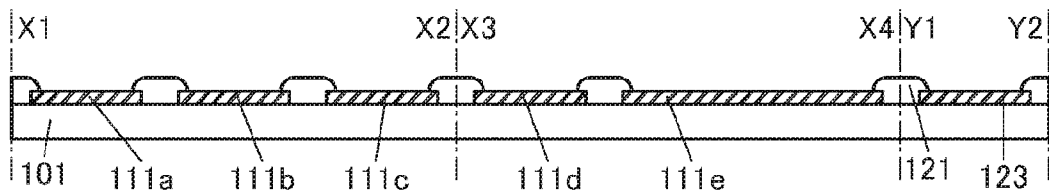


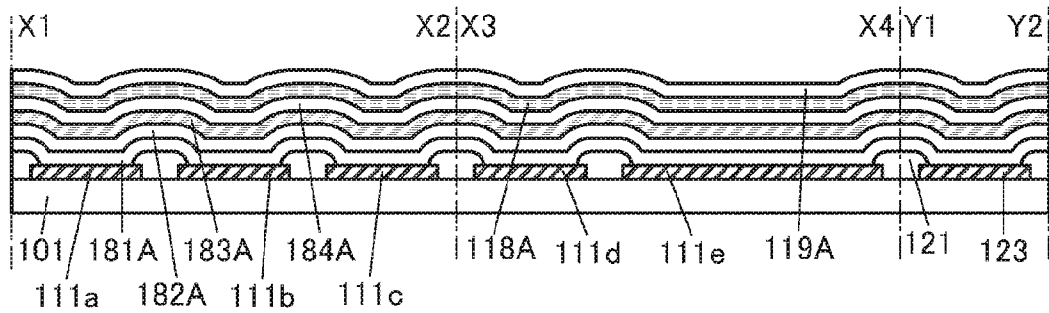
図14C



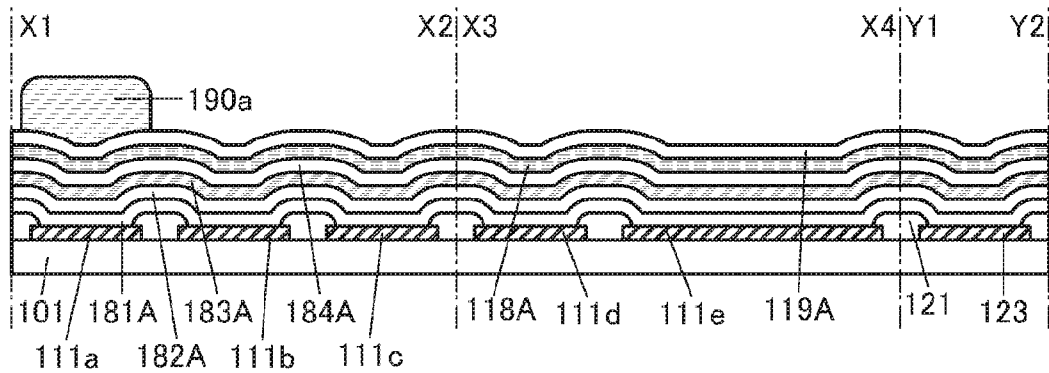
16A



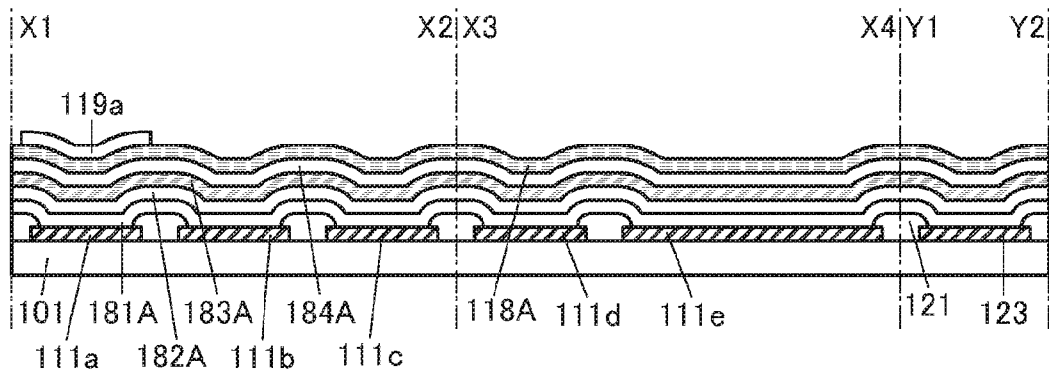
16B



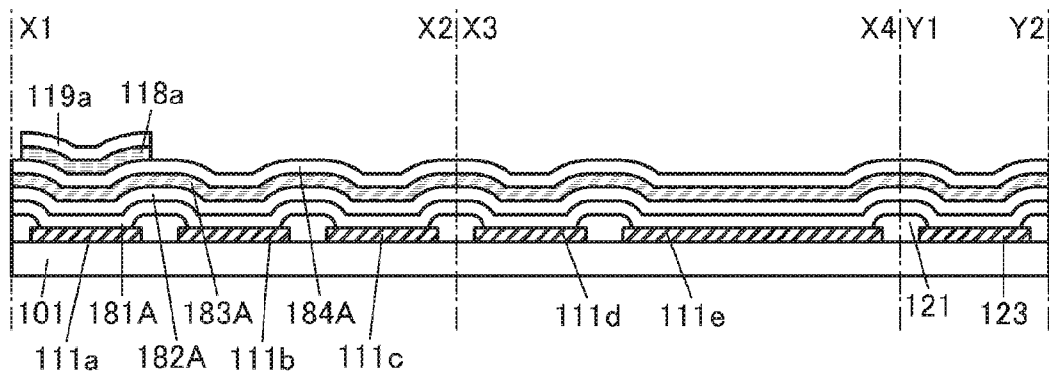
16C



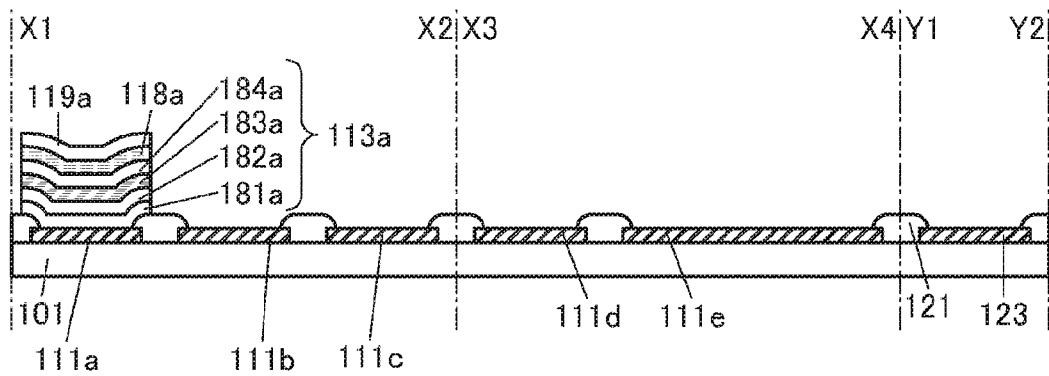
16D



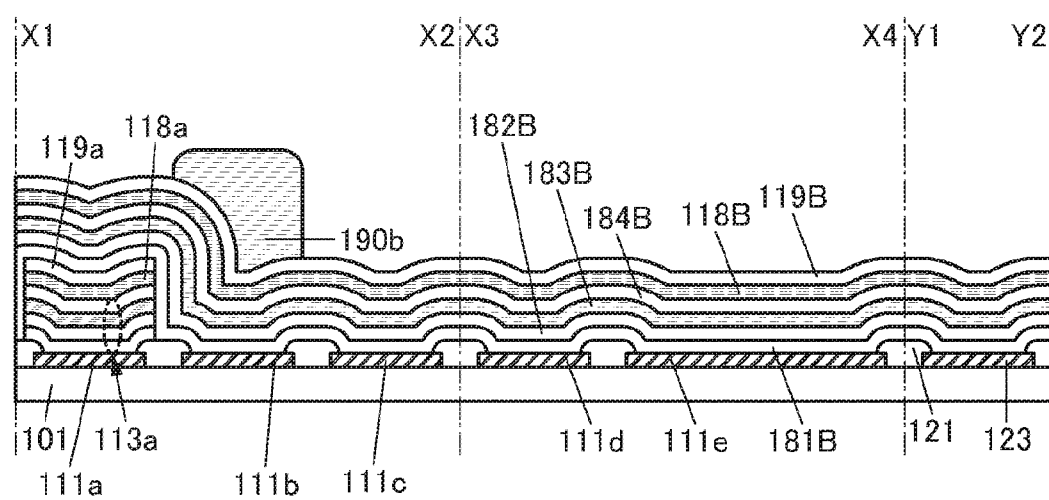
17A



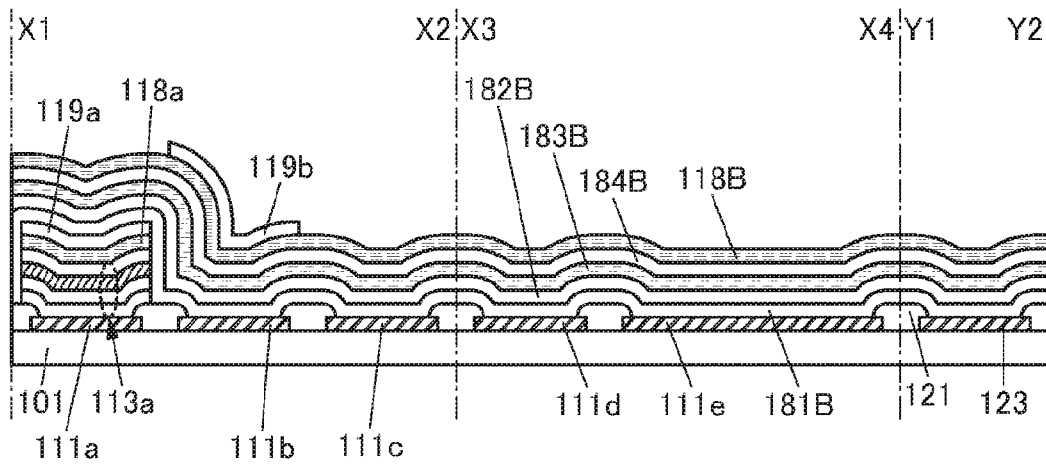
17B



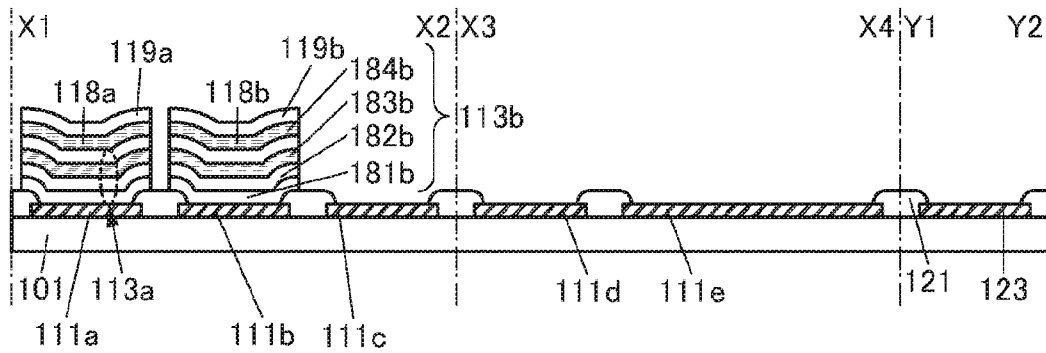
17C



18A



18B



18C

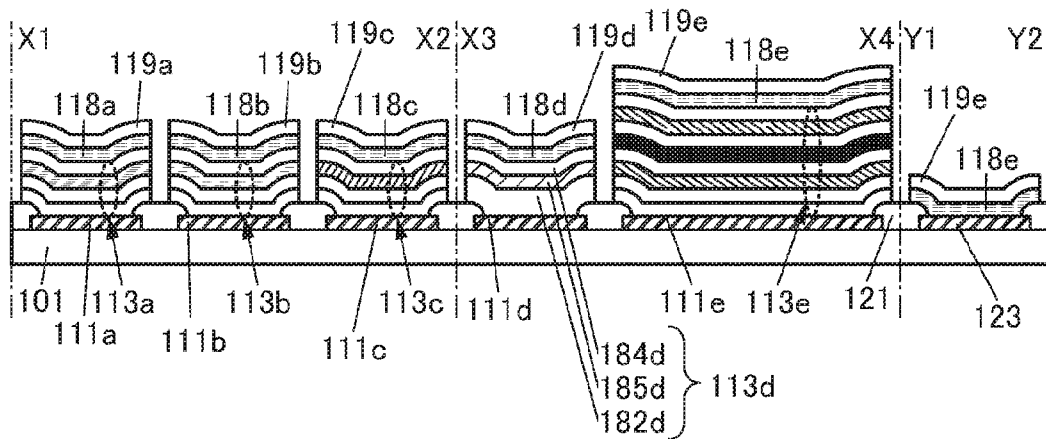


図19A

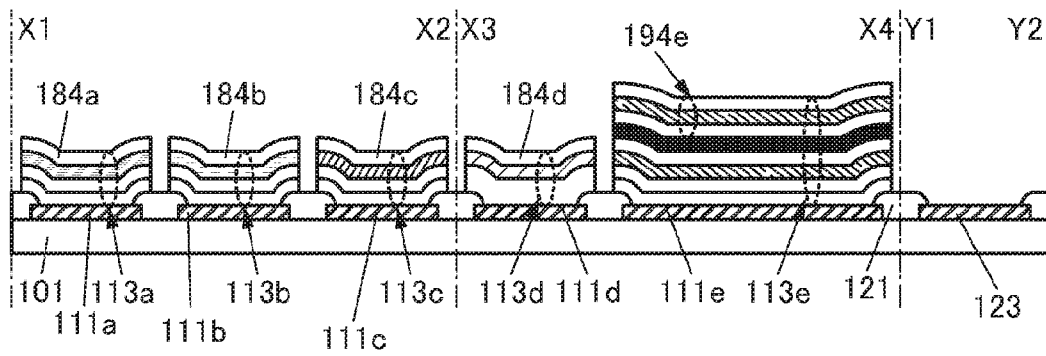


図19B

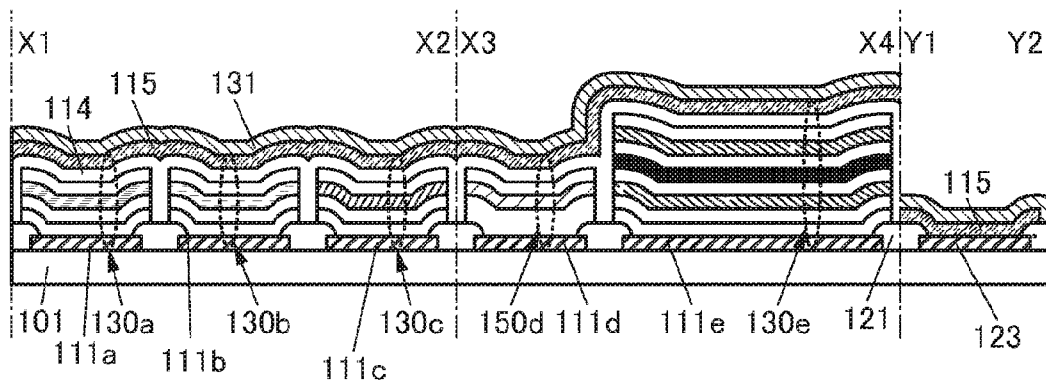


図19C

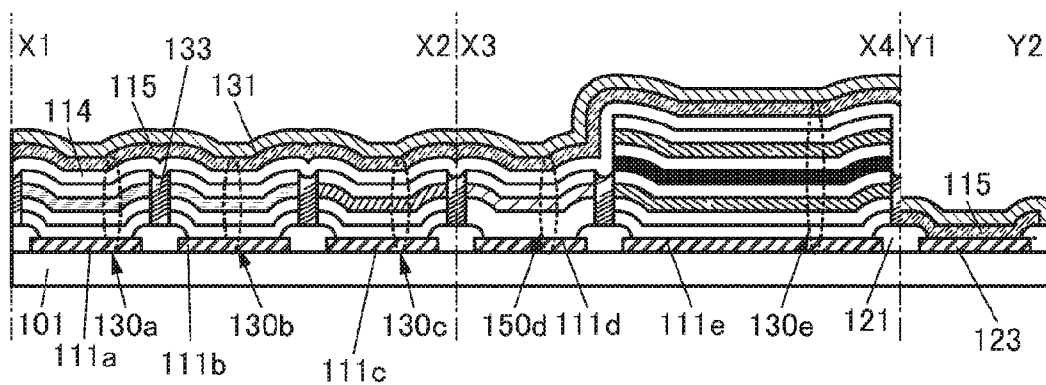
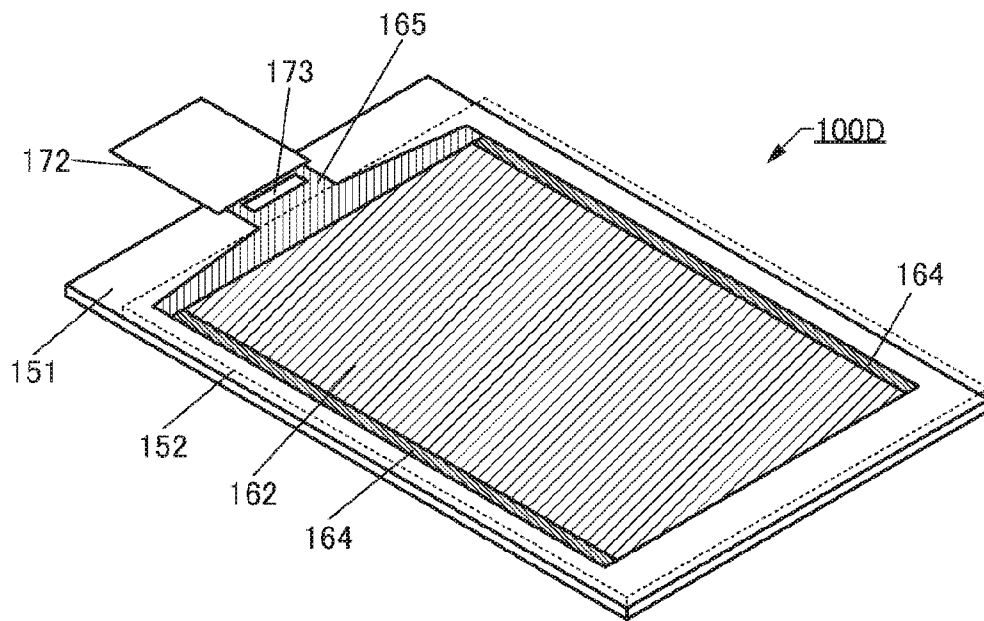
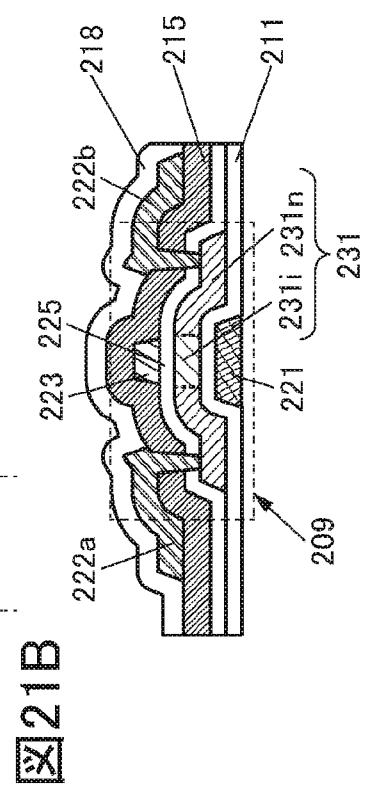
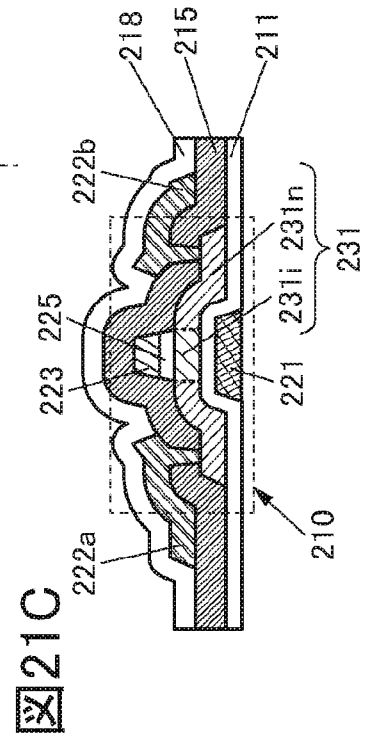
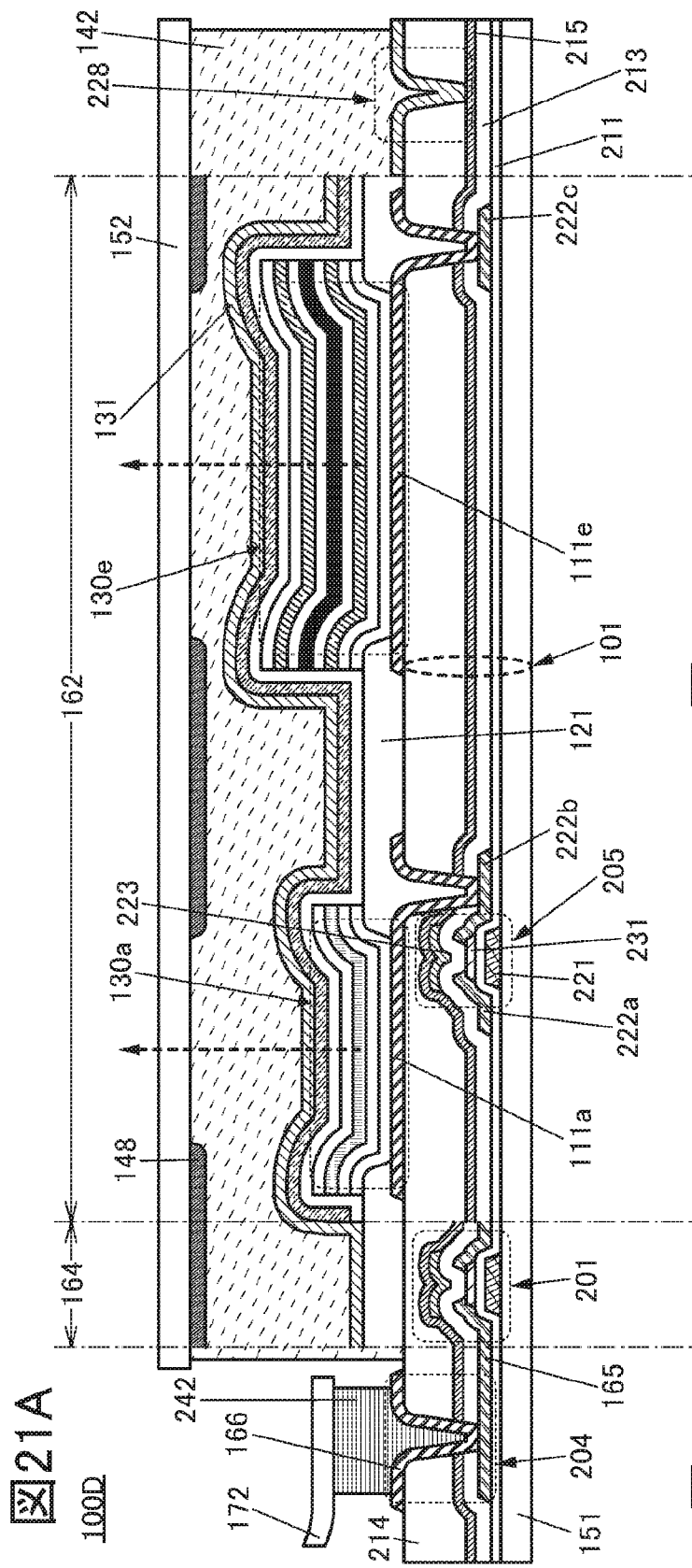
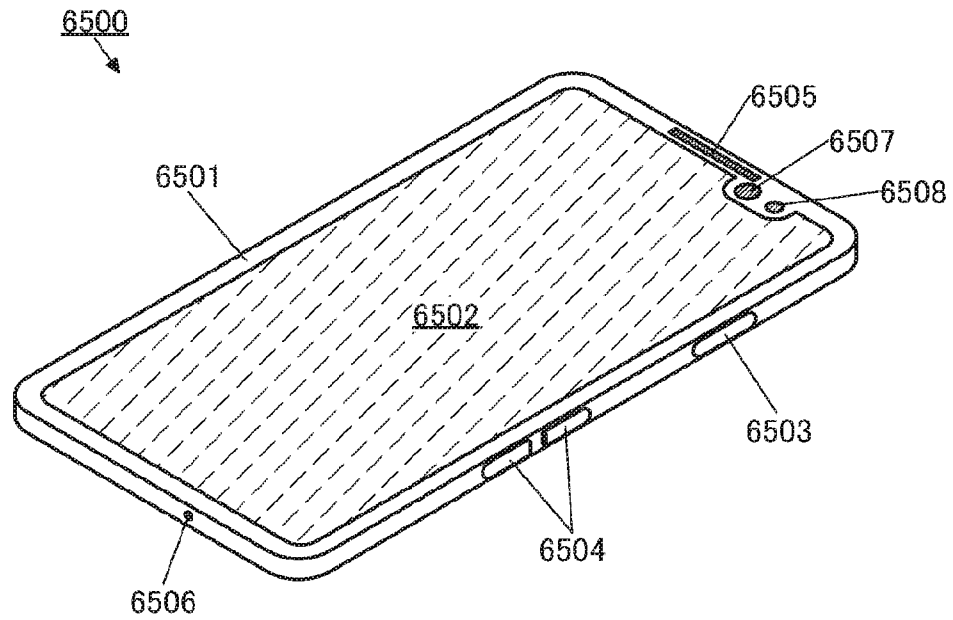


図20





22A



22B

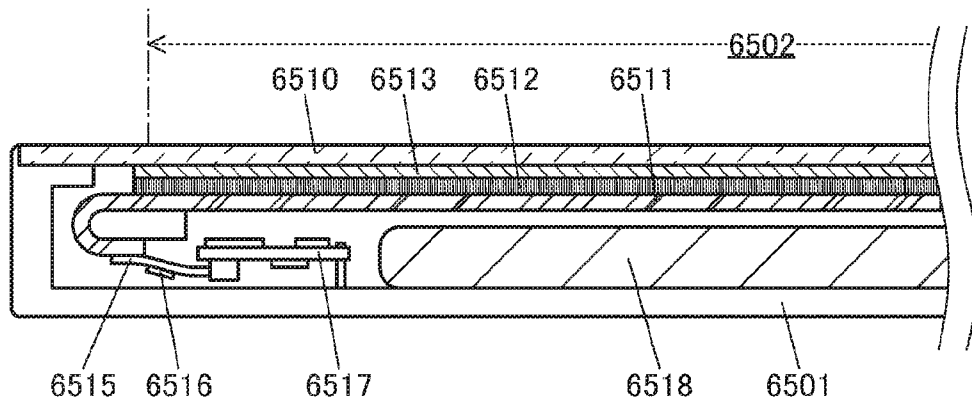


図 23A

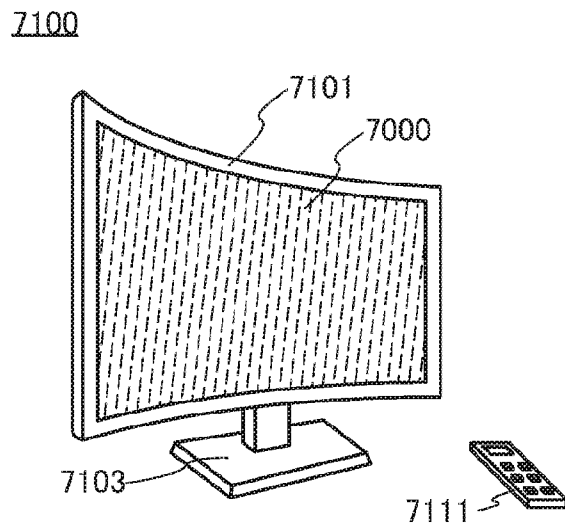


図 23B

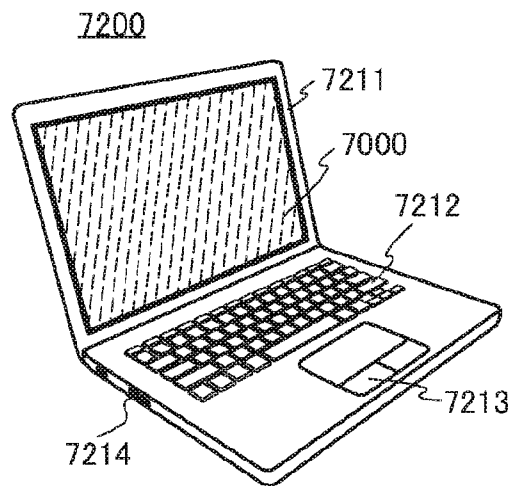


図 23C

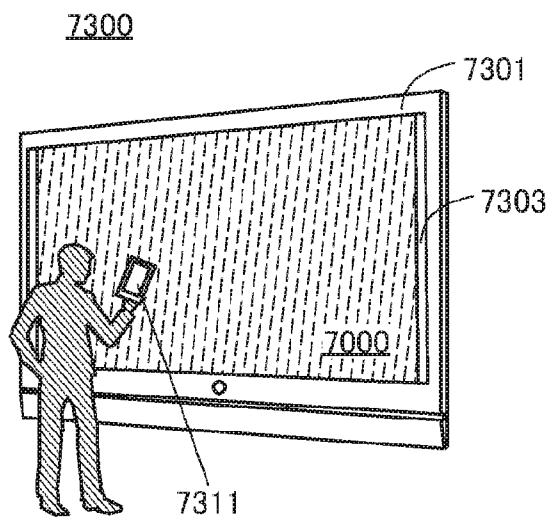


図 23D

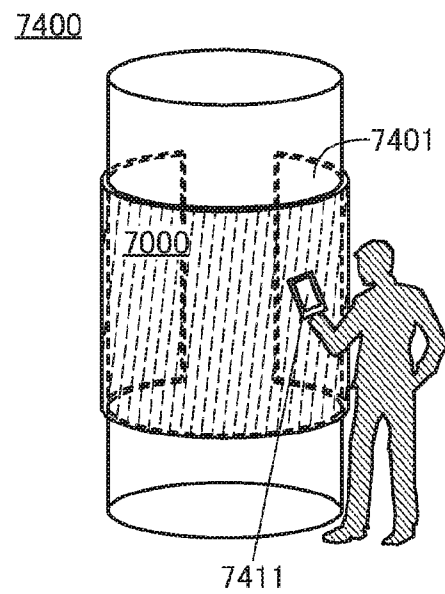


图24A

9101

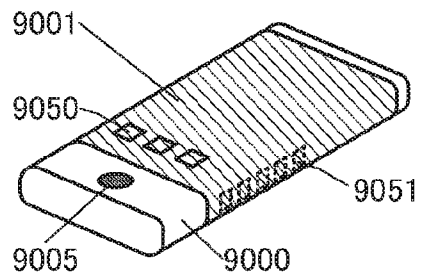


图24C

9200

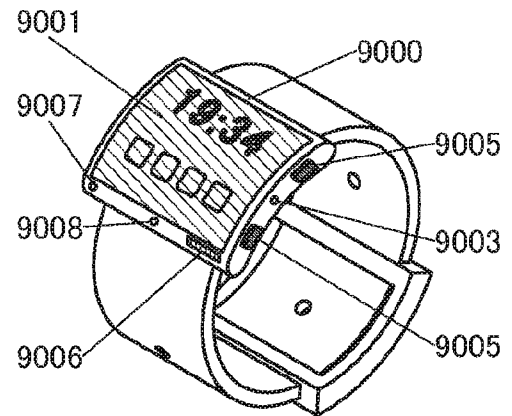


图24B

9102

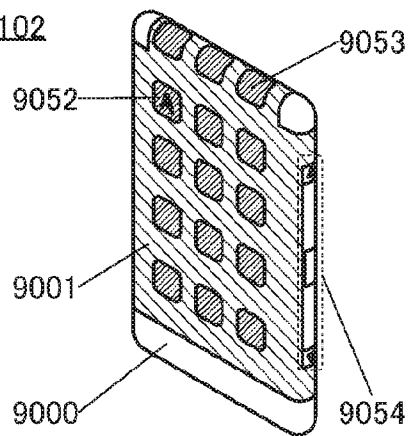


图24D

9201

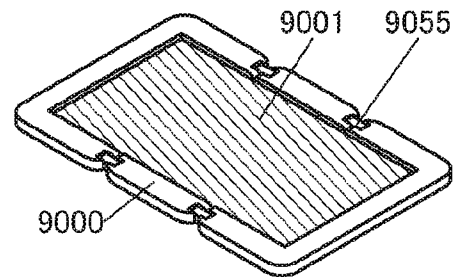


图24E

9201

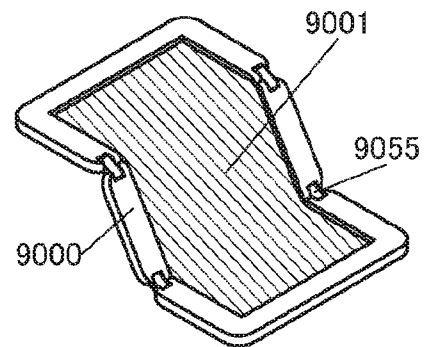
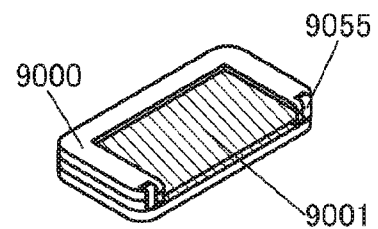


图24F

9201



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/050413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 33/12(2006.01)i; **G06F 3/042**(2006.01)i; **G09F 9/00**(2006.01)i; **G09F 9/30**(2006.01)i; **H01L 27/32**(2006.01)i;
H01L 51/50(2006.01)i

FI: H05B33/12 B; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/12 C; G09F9/30 365; G09F9/00 366Z; G06F3/042 472

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B33/12; G06F3/042; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2020/148600 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB) 23 July 2020 (2020-07-23) claims 17-18, paragraphs [0047]-[0059], [0138], fig. 1G, 4A-4B	1-5, 9-10
A		6-8
Y	JP 2017-529651 A (ORTHOGONAL, INC) 05 October 2017 (2017-10-05) claim 18, paragraph [0013]	1-5, 9-10
A		6-8
Y	JP 2020-092080 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 11 June 2020 (2020-06-11) paragraph [0069], fig. 11A-11C	2
A	US 2020/0083302 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 12 March 2020 (2020-03-12) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2014-527321 A (GLOBAL OLED TECHNOLOGY LLC) 09 October 2014 (2014-10-09) entire text, all drawings	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 April 2022

Date of mailing of the international search report

19 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/050413

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2020/148600	A1	23 July 2020	CN	113302745	A	
				KR	10-2021-0116511	A	
				TW	202032826	A	
JP	2017-529651	A	05 October 2017	US	2017/0256754	A1	
				claim 18, paragraph [0031]			
				WO	2016/019273	A1	
				EP	3175496	B1	
				CN	107112417	A	
				KR	10-2017-0048360	A	
JP	2020-092080	A	11 June 2020	US	2020/0111851	A1	
				paragraph [0130], fig. 11A-11C			
				EP	3637472	A1	
				KR	10-2020-0040196	A	
US	2020/0083302	A1	12 March 2020	CN	111009556	A	
				EP	3624194	A1	
JP	2014-527321	A	09 October 2014	KR	10-2020-0030222	A	
				US	2012/0307123	A1	
				whole document			
				WO	2012/166162	A1	
				EP	2715791	B1	
				TW	201307947	A	
				CN	103582948	A	
KR	10-2014-0041511	A		KR	10-2014-0041511	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05B 33/12(2006.01)i; G06F 3/042(2006.01)i; G09F 9/00(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i FI: H05B33/12 B; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/12 C; G09F9/30 365; G09F9/00 366Z; G06F3/042 472		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H05B33/12; G06F3/042; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2020/148600 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）23.07.2020（2020-07-23） 請求項17-18, 段落 [0047]-[0059], [0138], 図1G, 4A-4B	1-5, 9-10
A		6-8
Y	JP 2017-529651 A（オーソゴナル、インコーポレイテッド）05.10.2017（2017-10-05） 請求項18, 段落 [0013]	1-5, 9-10
A		6-8
Y	JP 2020-092080 A（三星電子株式会社）11.06.2020（2020-06-11） 段落 [0069], 図11A-11C	2
A	US 2020/0083302 A1（SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.）12.03.2020（2020-03-12） 全文全図	1-10
A	JP 2014-527321 A（グローバル・オーエルイーディー・テクノロジー・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー）09.10.2014（2014-10-09） 全文全図	1-10
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.04.2022		国際調査報告の発送日 19.04.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 辻本 寛司 20 3908 電話番号 03-3581-1101 内線 3271

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/IB2022/050413

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/148600	A1	23.07.2020	CN	113302745	A	
				KR	10-2021-0116511	A	
				TW	202032826	A	
JP	2017-529651	A	05.10.2017	US	2017/0256754	A1	
					claim 18, para. [0031]		
				WO	2016/019273	A1	
				EP	3175496	B1	
				CN	107112417	A	
				KR	10-2017-0048360	A	
JP	2020-092080	A	11.06.2020	US	2020/0111851	A1	
					para. [0130], Figs. 11A-11C		
				EP	3637472	A1	
				KR	10-2020-0040196	A	
				CN	111009556	A	
US	2020/0083302	A1	12.03.2020	EP	3624194	A1	
				KR	10-2020-0030222	A	
JP	2014-527321	A	09.10.2014	US	2012/0307123	A1	
					whole document		
				WO	2012/166162	A1	
				EP	2715791	B1	
				TW	201307947	A	
				CN	103582948	A	
				KR	10-2014-0041511	A	