

(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25日(25.08.2022)



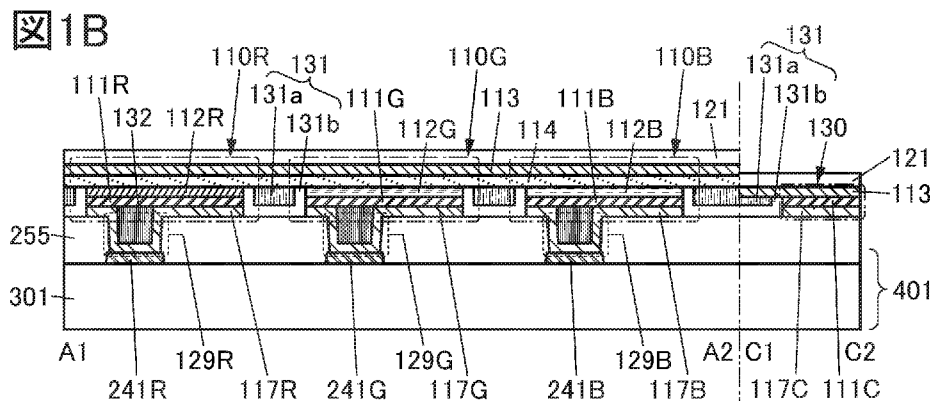
(10) 国際公開番号

WO 2022/175789 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H05B 33/22* (2006.01)    *H01L 51/50* (2006.01)  
*G06F 3/042* (2006.01)    *H05B 33/12* (2006.01)  
*G09F 9/00* (2006.01)    *H05B 33/14* (2006.01)  
*G09F 9/30* (2006.01)    *H05B 33/26* (2006.01)  
*H01L 27/32* (2006.01)    *H05B 33/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/IB2022/051180
- (22) 国際出願日:                    2022年2月10日(10.02.2022)
- (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 2021-025209    2021年2月19日(19.02.2021) JP  
 特願 2021-025278    2021年2月19日(19.02.2021) 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).  
 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). 中村 太紀  
 (NAKAMURA, Daiki); 〒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). 佐藤 来 (SATO, Rai); 〒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).

(54) Title: DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 表示装置



(57) **Abstract:** Provided is a display device having a high display quality. Provided is a highly reliable display device. Provided is a display device having low power consumption. Provided is a high-definition display device. Provided is a display device having high contrast. A display device having a plurality of pixels on a first insulation layer. Each of the plurality of pixels has a first electroconductive layer provided so as to extend along an opening of the first insulation layer, a second insulation layer on the first electroconductive layer, an EL layer on the first electroconductive layer and on the second insulation layer, and a common electrode on the EL layer. The second insulation layer is over and in contact with the first electroconductive layer and is disposed below the EL layer. The first electroconductive layers of adjacent pixels are separated by a third insulation layer having an inorganic material and a fourth insulation layer having an organic material. A side surface of the first electroconductive layer and a side surface of the EL layer have an area that contacts the third insulation layer. The fourth insulation layer is over and in contact with the third insulation layer and is disposed below the common electrode.

WO 2022/175789 A1

(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, JM, 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.

(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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))
- 一 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: 表示品位の高い表示装置を提供する。信頼性の高い表示装置を提供する。消費電力の低い表示装置を提供する。高精細な表示装置を提供する。コントラストの高い表示装置を提供する。第1の絶縁層上に複数の画素を有し、複数の画素のそれぞれは、第1の絶縁層の開口部に沿うように設けられる第1の導電層、第1の導電層上の第2の絶縁層、第1の導電層上及び第2の絶縁層上のEL層、EL層上の共通電極を有し、第2の絶縁層は第1の導電層上に接し、且つEL層の下方に配置され、隣接する画素の第1の導電層は、無機材料を有する第3の絶縁層と、有機材料を有する第4の絶縁層とによって分離され、第1の導電層の側面とEL層の側面は第3の絶縁層と接する領域を有し、第4の絶縁層は、第3の絶縁層上に接し、且つ共通電極の下方に配置される表示装置である。

## 明細書

発明の名称

表示装置

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、表示装置に関する。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。本明細書等で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、入力装置、入出力装置、それらの駆動方法、又はそれらの製造方法、を一例として挙げる事ができる。半導体装置は、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指す。

背景技術

[0003]

近年、ディスプレイパネルの高精細化が求められている。高精細なディスプレイパネルが要求される機器としては、例えばスマートフォン、タブレット端末、ノート型コンピュータなどがある。また、テレビジョン装置、モニター装置などの据え置き型のディスプレイ装置においても、高解像度化に伴う高精細化が求められている。さらに、最も高精細度が要求される機器としては、例えば、仮想現実（VR：Virtual Reality）、または拡張現実（AR：Augmented Reality）向けの機器がある。

[0004]

また、ディスプレイパネルに適用可能な表示装置としては、代表的には液晶表示装置、有機EL（Electro Luminescence）素子や発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）等の発光素子を備える発光装置、電気泳動方式などにより表示を行う電子ペーパーなどが挙げられる。

[0005]

例えば、有機EL素子の基本的な構成は、一对の電極間に発光性の有機化合物を含む層を挟持したものである。この素子に電圧を印加することにより、発光性の有機化合物から発光を得ることができる。このような有機EL素子が適用された表示装置は、液晶表示装置等で必要であったバックライトが不要なため、薄型、軽量、高コントラストで且つ低消費電力な表示装置を実現できる。例えば、有機EL素子を用いた表示装置の一例が、特許文献1に記載されている。

[0006]

特許文献2には、有機ELデバイスを用いた、VR向けの表示装置が開示されている。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0007]

[特許文献1] 特開2002-324673号公報

[特許文献2] 国際公開第2018/087625号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008]

本発明の一態様は、表示品位の高い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、消費電力の低い表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、高精細化が容易な表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、高い表示品位と、高い精細度を兼ね備える表示装置を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、コントラストの高い表示装置を提供することを課題の一とする。

[0009]

本発明の一態様は、新規な構成を有する表示装置、または表示装置の作製方法を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、上述した表示装置を歩留まりよく製造する方法を提供することを課題の一とする。本発明の一態様は、先行技術の問題点の少なくとも一を少なくとも軽減することを課題の一とする。

[0010]

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

課題を解決するための手段

[0011]

本発明の一態様は、第1の絶縁層上に複数の画素を有し、複数の画素のそれぞれは、第1の絶縁層の開口部に沿うように設けられる第1の導電層と、第1の導電層上の第2の絶縁層と、第1の導電層上及び第2の絶縁層上のEL層と、EL層上の共通電極とを有し、複数の画素における共通電極は、共有され、第2の絶縁層は、第1の導電層上に接し、且つEL層の下方に配置され、複数の画素において隣接する画素の第1の導電層は、無機材料を有する第3の絶縁層と、有機材料を有する第4の絶縁層とによって分離されており、第1の導電層の側面と、EL層の側面と、は第3の絶縁層と接する領域を有し、第4の絶縁層は、第3の絶縁層上に接し、且つ共通電極の下方に配置される表示装置である。

[0012]

また、上記構成において、第3の絶縁層は、アルミニウムと、酸素と、を有することが好ましい。また、第2の絶縁層はALD法により形成され、第2の絶縁層のALD法による形成温度は60℃以上150℃以下であることが好ましい。なお、ALD法で形成する酸化アルミニウムには、炭素が含まれる場合がある。

[0013]

または、本発明の一態様は、第1の絶縁層上に第1の画素と、第1の画素と隣接して配置された第2の画素とを有し、第1の画素は、第1の絶縁層の第1開口部に沿うように設けられる第1の導電層と、第1の導電層上の第2の絶縁層と、第1の導電層上及び第2の絶縁層上の第1のEL層と、第1のEL層上の共通電極と、を有する第1の発光素子を備え、第2の画素は、第1の絶縁層の第2開口部に沿うように設けられる第2の導電層と、第2の導電層上の第3の絶縁層と、第2の導電層上及び第3の絶縁層上の第2のEL層と、第2のEL層上の共通電極と、を有する第2の発光素子を備え、第4の絶縁層を有し、第1の導電層の側面と、第1のEL層の側面と、第2の導電層の側面と、第2のEL層の側面とは、第4の絶縁層と接する領域を有し、第4の絶縁層上に接して設けられ、且つ共通電極の下方に配置された第5の絶縁層を有し、第2の絶縁層は、第1の導電層上

に接し、且つ第1のEL層の下方に配置され、第3の絶縁層は、第2の導電層上に接し、且つ第2のEL層の下方に配置され、第4の絶縁層は、無機材料を有し、第5の絶縁層は、有機材料を有する表示装置である。

[0014]

また、上記構成において、第4の絶縁層は、ALD法により形成され、第4の絶縁層のALD法による形成温度は60℃以上150℃以下であることが好ましい。

[0015]

本発明の一態様は、第1の絶縁層上に複数の画素を有し、複数の画素のそれぞれは、発光デバイスと、受光デバイスと、を有し、発光デバイスは、第1の絶縁層の開口部に沿うように設けられる第1の導電層と、第1の導電層上の第2の絶縁層と、第1の導電層上及び第2の絶縁層上のEL層と、EL層上の共通電極とを有し、複数の画素において、共通電極は共有され、第2の絶縁層は、第1の導電層上に接し、且つEL層の下方に配置され、複数の画素において隣接する画素の第1の導電層は、無機材料を有する第3の絶縁層と、有機材料を有する第4の絶縁層と、によって互いに分離されており、第1の導電層の側面と、EL層の側面と、は第3の絶縁層と接する領域を有し、第4の絶縁層は、第3の絶縁層上に接し、且つ共通電極の下方に配置され、受光デバイスは、可視光及び赤外光の少なくとも一を検出する機能を有する表示装置である。

[0016]

また上記構成において、受光デバイスは、イメージセンサとしての機能を有することが好ましい。

[0017]

また上記構成において、受光デバイスは、タッチセンサまたはニアタッチセンサとしての機能を有することが好ましい。

[0018]

または、本発明の一態様は、第1の絶縁層上に第1の画素と、第1の画素と隣接して配置された第2の画素とを有し、第1の画素は、第1の絶縁層の第1開口部に沿うように設けられる第1の導電層と、第1の導電層上の第2の絶縁層と、第1の導電層上及び第2の絶縁層上のEL層と、を有する発光デバイスを備え、第2の画素は、第1の絶縁層の第2開口部に沿うように設けられる第2の導電層と、第2の導電層上の第3の絶縁層と、第2の導電層上及び第3の絶縁層上の活性層と、を有する受光デバイスを備え、第1の導電層の側面と、EL層の側面と、第2の導電層の側面と、活性層の側面とは、第4の絶縁層と接する領域を有し、第4の絶縁層上に接して設けられる第5の絶縁層を有し、第2の絶縁層は、第1の導電層上に接し、且つEL層の下方に配置され、第3の絶縁層は、第2の導電層上に接し、且つ活性層の下方に配置され、第4の絶縁層は、無機材料を有し、第5の絶縁層は、有機材料を有する表示装置である。

[0019]

また上記構成において、EL層上及び活性層上の共通電極を有し、第3の絶縁層及び第5の絶縁層は、共通電極の下方に配置されることが好ましい。

発明の効果

[0020]

本発明の一態様によれば、表示品位の高い表示装置を提供できる。また、信頼性の高い表示装置を提供できる。また、消費電力の低い表示装置を提供できる。また、高精細化が容易な表示装置を提供できる。また、高い表示品位と、高い精細度を兼ね備える表示装置を提供できる。また、コン

トラストの高い表示装置を提供できる。

[0021]

また、本発明の一態様によれば、新規な構成を有する表示装置、または表示装置の作製方法を提供できる。また、上述した表示装置を歩留まりよく製造する方法を提供できる。本発明の一態様によれば、先行技術の問題点の少なくとも一を少なくとも軽減することができる。

[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。なお、本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から抽出することが可能である。

図面の簡単な説明

[0023]

図1A乃至図1Dは、表示装置の構成例を示す図である。

図2A乃至図2Cは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図3A乃至図3Cは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図4A乃至図4Cは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図5A乃至図5Cは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図6A乃至図6Eは、表示装置の構成例を示す図である。

図7A乃至図7Fは、表示装置の構成例を示す図である。

図8は、表示装置の一例を示す斜視図である。

図9A、図9B、及び図9Cは、表示装置の一例を示す断面図である。

図10Aは、表示装置の構成例を示す図である。図10B乃至図10Dは、画素回路の構成例を示す図である。

図11A及び図11Bは、表示装置の構成例を示す図である。

図12A及び図12Bは、表示装置の構成例を示す図である。

図13は、表示装置の構成例を示す図である。

図14A及び図14Bは、表示モジュールの一例を示す斜視図である。

図15A乃至図15Eは、表示装置の画素の一例を示す図である。

図16A乃至図16Gは、表示装置の画素の一例を示す図である。

図17A乃至図17Cは、電子機器の一例を示す模式図である。

図18A乃至図18Dは、表示装置の画素の一例を示す図である。

図19Aは、表示装置の一例を示す断面図である。図19B及び図19Cは、表示装置の画素の回路図の一例を示す図である。

図20A乃至図20Fは、発光デバイスの構成例を示す図である。

図21A及び図21Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図22A及び図22Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図23A及び図23Bは、電子機器の一例を示す図である。

図24A乃至図24Dは、電子機器の一例を示す図である。

図25A乃至図25Fは、電子機器の一例を示す図である。

図26A乃至図26G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]

以下、実施の形態について図面を参照しながら説明する。ただし、実施の形態は多くの異なる態様で実施することが可能であり、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、以下の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、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。また、同様の機能を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。

[0026]

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

[0027]

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

[0028]

また、本明細書等において、「膜」という用語と、「層」という用語とは、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」または「絶縁層」という用語は、「導電膜」または「絶縁膜」という用語に相互に交換することが可能な場合がある。

[0029]

なお、本明細書において、EL層とは発光素子の一对の電極間に設けられ、少なくとも発光性の物質を含む層（発光層とも呼ぶ）、または発光層を含む積層体を示すものとする。

[0030]

本明細書等において、表示装置の一態様である表示パネルは表示面に画像等を表示（出力）する機能を有するものである。したがって表示パネルは出力装置の一態様である。

[0031]

また、本明細書等では、表示パネルの基板に、例えばFPC (Flexible Printed Circuit) もしくはTCP (Tape Carrier Package) などのコネクタが取り付けられたもの、または基板にCOG (Chip On Glass) 方式等によりICが実装されたものを、表示パネルモジュール、表示モジュール、または単に表示パネルなどと呼ぶ場合がある。

[0032]

本発明の一態様の発光素子は、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、バイポーラ性の物質等を含む層を有してもよい。

[0033]

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

[0034]

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

[0035]

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。

[0036]

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。

[0037]

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、一对の電極間に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。

[0038]

各発光ユニットにおいて、同じ色の光を発する発光層を用いることで、所定の電流当たりの輝度が高められ、且つ、シングル構造と比較して信頼性の高い発光デバイスとすることができる。タンデム構造で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発光色の組み合わせについては、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。

[0039]

タンデム構造のデバイスは、一对の電極間に複数の発光ユニットを2以上有し、各発光ユニットは、1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。

[0040]

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、SBS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、又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。

[0041]

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成例、及び表示装置の作製方法例について説明する。

[0042]

本発明の一態様は、発光素子（発光デバイスともいう）を有する表示装置である。表示装置は、少なくとも異なる色の光を発する2つの発光素子を有する。発光素子は、それぞれ一对の電極と、その間にEL層を有する。発光素子として、有機EL素子、無機EL素子などの電界発光素子を用いることができる。その他、発光ダイオード（LED）を用いることができる。本発明の一態様の発光素子は、有機EL素子（有機電界発光素子）であることが好ましい。異なる色を発する2つ以上の発光素子は、それぞれ異なる材料を含むEL層を有する。例えば、それぞれ赤色（R）、緑色（G）、または青色（B）の光を発する3種類の発光素子を有することで、フルカラーの表示装置を実現できる。

[0043]

ここで、異なる色の発光素子間で、EL層を作り分ける場合、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。しかしながら、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。また、蒸着においてメタルマスクに付着した材料に起因するゴミが発生する場合がある。このようなゴミは、発光素子のパターン不良を引き起こす懸念がある。また、ゴミに起因したショートが生じる可能性がある。また、メタルマスクに付着した材料のクリーニングの工程を要する。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。

[0044]

本発明の一態様は、EL層をメタルマスク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。これにより、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。

[0045]

ここでは、簡単のために、2色の発光素子のEL層を作り分ける場合について説明する。まず、画素電極となる導電膜を覆って、第1のEL膜と、第1の犠牲膜とを積層して形成する。続いて、第1の犠牲膜上にレジストマスクを形成する。続いて、レジストマスクを用いて、第1の犠牲膜の一部、及び第1のEL膜の一部をエッチングし、第1のEL層、および第1のEL層上の第1の犠牲層を形成する。

[0046]

続いて、第2のEL膜と、第2の犠牲膜とを積層して形成する。続いて、レジストマスクを用い

て、第2の犠牲膜の一部、及び第2のEL膜の一部をエッチングし、第2のEL層、および第2のEL層上の第2の犠牲層を形成する。次に、第1の犠牲層および第2の犠牲層をマスクとして、画素電極となる導電膜の加工を行い、第1のEL層と重畳する第1の画素電極、および第2のEL層と重畳する第2の画素電極を形成する。このようにして、第1のEL層と第2のEL層を作り分けることができる。最後に、第1の犠牲層及び第2の犠牲層を除去し、共通電極を形成することで、二色の発光素子を作り分けることができる。

[0047]

さらに、上記を繰り返すことで、3色以上の発光素子のEL層を作り分けることができ、3色、または4色以上の発光素子を有する表示装置を実現できる。

[0048]

本発明の一態様は、レジストマスクを用いて犠牲層を形成し、形成された犠牲層を用いてEL層および画素電極の加工を行うことができるため、画素電極の加工とEL層の加工において、異なるレジストマスクを用いずに発光素子を形成することができる。よって、画素電極とEL層の端部の位置のマージンを設けずとも発光素子を形成することができる。位置のマージンを小さくすることにより、発光領域を広くすることができるため、発光素子の開口率を高めることができる。また、位置のマージンを小さくすることにより、画素サイズの縮小が可能となり、表示装置の高精細化が可能となる。また、レジストマスクを用いる回数を減らすことができるため、工程を簡略化することができる、コストの低減および歩留まりの向上が可能となる。

[0049]

異なる色のEL層が隣接する場合、隣接するEL層の間隔について、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、 $3\mu\text{m}$ 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。例えばLSI向けの露光装置を用いることで、 $500\text{nm}$ 以下、 $200\text{nm}$ 以下、 $100\text{nm}$ 以下、さらには $50\text{nm}$ 以下にまで間隔を狭めることもできる。これにより、2つの発光素子間に存在す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。

[0050]

さらに、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、上記作製方法によれば、高い精細度と高い開口率を兼ね備えることができる。

[0051]

このように、上記作製方法によれば、微細な発光素子を集積した表示装置を実現することができるため、例えばペンタイル方式などの特殊な画素配列方式を適用し、疑似的に精細度を高める必要が無い場合、R、G、Bをそれぞれ一方向に配列させた、いわゆるストライプ配置で、且つ、 $500\text{ppi}$ 以上、 $1000\text{ppi}$ 以上、または $2000\text{ppi}$ 以上、さらには $3000\text{ppi}$ 以上、

さらには5000ppi以上の精細度の表示装置を実現することができる。

[0052]

また、本発明の一態様は、微細な発光素子を精度よく作製することが可能であるため、複雑な画素の配列方法を実現することができる。例えばストライプ配列だけでなく、Sストライプ配列、ベイヤー配列、デルタ配列などの様々な配列方法を適用できる。

[0053]

なお、本明細書等において、開口率（有効発光面積比）は、表示装置の画素の繰り返しピッチから算出される1画素の面積に対する、1画素内の発光領域とみなせる領域の面積の割合を指すこととする。

[0054]

以下では、本発明の一態様の表示装置の、より具体的な構成例及び作製方法例について、図面を参照して説明する。

[0055]

[表示装置の構成例1]

図1Aには、本発明の一態様の表示装置100の上面概略図を示す。表示装置100は、赤色を呈する発光素子110R、緑色を呈する発光素子110G、及び青色を呈する発光素子110Bをそれぞれ複数有する。図1Aでは、各発光素子の区別を簡単にするため、各発光素子の発光領域内にR、G、Bの符号を付している。

[0056]

発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bは、それぞれマトリクス状に配列している。図1Aは、一方向に同一の色の発光素子が配列する、いわゆるストライプ配列を示している。なお、発光素子の配列方法はこれに限られず、デルタ配列、ジグザグ配列などの配列方法を適用してもよいし、ペンタイル配列を用いることもできる。

[0057]

発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bとしては、OLED（Organic Light Emitting Diode）、またはQLED（Quantum-dot Light Emitting Diode）などのEL素子を用いることが好ましい。EL素子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。

[0058]

図1Bは、図1A中の一点鎖線A1-A2、及び一点鎖線C1-C2に対応する断面概略図であり、図1Cは、一点鎖線B1-B2に対応する断面概略図である。

[0059]

図1Bに示す断面図において、層401上に、発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110B（以下、まとめて発光素子110と呼ぶ）が設けられる。発光素子110Rは、画素電極111R、EL層112R、及び共通電極113を有する。発光素子110Gは、画素電極111G、EL層112G、及び共通電極113を有する。発光素子110Bは、画素電極111B、EL層112B、及び共通電極113を有する。なお、画素電極111R、画素電極111G、お

よび画素電極 1 1 1 B を以下、まとめて画素電極 1 1 1 と呼ぶ。

[0060]

図 1 B には層 4 0 1 の簡略化された例として、基板 3 0 1 上に導電層 2 4 1 R、導電層 2 4 1 G、及び導電層 2 4 1 B（以下、まとめて導電層 2 4 1 と呼ぶ）が設けられる例を示すが、層 4 0 1 には半導体素子が設けられることが好ましい。半導体素子として例えば、トランジスタ、ダイオード、容量素子、等が挙げられる。

[0061]

具体的には例えば、層 4 0 1 にはトランジスタが設けられ、導電層 2 4 1 はトランジスタが有するソース電極、ドレイン電極またはゲート電極としての機能を有する。

[0062]

あるいは例えば、導電層 2 4 1 は、層 4 0 1 に設けられる半導体素子と電氣的に接続される。導電層 2 4 1 は例えば配線、電極、等の機能を有する。

[0063]

導電層 2 4 1 R、導電層 2 4 1 G、及び導電層 2 4 1 B はそれぞれ、発光素子 1 1 0 R、発光素子 1 1 0 G、及び発光素子 1 1 0 B に電氣的に接続される。

[0064]

導電層 2 4 1 を含む、層 4 0 1 上には、絶縁層 2 5 5 が設けられ、導電層 2 4 1 上の絶縁層 2 5 5 には複数の開口部が設けられる。図 1 B には開口部として、開口部 1 2 9 R、開口部 1 2 9 G、及び開口部 1 2 9 B（以下、まとめて開口部 1 2 9 と呼ぶ）が示されている。導電層 2 4 1 R 上に開口部 1 2 9 R が、導電層 2 4 1 G 上に開口部 1 2 9 G が、導電層 2 4 1 B 上に開口部 1 2 9 B が、それぞれ設けられる例を示す。開口部 1 2 9 R 内、開口部 1 2 9 G 内、及び開口部 1 2 9 B 内にはそれぞれ、導電層 1 1 7 R、導電層 1 1 7 G、及び導電層 1 1 7 B（以下、まとめて導電層 1 1 7 と呼ぶ）が設けられる。導電層 1 1 7 が、開口部 1 2 9 内と、絶縁層 2 5 5 上と、に設けられる。また、導電層 1 1 7 は、開口部 1 2 9 の底面及び側面に沿って設けられることが好ましい。導電層 1 1 7 は、導電層 2 4 1 と電氣的に接続される。導電層 1 1 7 は、開口部 1 2 9 内の、導電層 2 4 1 の上面と接することが好ましい。

[0065]

図 1 C に示す導電層 1 1 7 は、絶縁層 2 5 5 の開口部に沿うように設けられ、凹部を有する。凹部に埋め込まれるように、絶縁層 1 3 2 が設けられることが好ましい。

[0066]

絶縁層 1 3 2 は、導電層 1 1 7 の凹部を平坦化する機能を有する。換言すると、絶縁層 1 3 2 を有することで、発光素子 1 1 0 の各層の被形成面の平坦性を向上させる効果を奏する。発光素子において例えば、EL 層の被覆性が悪くなると、EL 層が薄い領域が生じてしまい、下部電極と共通電極が短絡する懸念がある。また、共通電極の被覆性が悪くなり、共通電極が切断される、あるいは薄くなって抵抗が上昇する、等の懸念がある。絶縁層 1 3 2 を設けることにより、発光素子の各層を均一に設けることができるため、信頼性が高く、表示品位の高い表示装置を実現することができる。

[0067]

絶縁層 1 3 2 としては、有機材料を有する絶縁層を好適に用いることができる。例えば、絶縁層 1 3 2 として、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を適用することができる。また、絶縁層132として、感光性の樹脂を用いることができる。感光性の樹脂は、ポジ型の材料、またはネガ型の材料を用いることができる。

[0068]

絶縁層132を、感光性の樹脂を用いて形成することにより、露光及び現像の工程のみで絶縁層132を作製することができる。ドライエッチング、あるいはウェットエッチング等による導電層117の表面への影響を低減することができる。また、ネガ型の感光性樹脂を用いて絶縁層132を形成することにより、開口部129の形成に用いるフォトマスク（露光マスク）と同一のフォトマスクを用いて、絶縁層132を形成できる場合がある。

[0069]

画素電極111Rは、導電層117Rおよび絶縁層132上に設けられる。画素電極111Rは、導電層117Rの上面に接する第1領域と、絶縁層132の上面に接する第2領域と、を有することが好ましい。第1領域と接する導電層117Rの上面の高さと、第2領域と接する絶縁層132の上面の高さは、概略揃うことが好ましい。

[0070]

画素電極111Gは、導電層117Gおよび絶縁層132上に設けられる。画素電極111Gは、導電層117Gの上面に接する第1領域と、絶縁層132の上面に接する第2領域と、を有することが好ましい。第1領域と接する導電層117Gの上面の高さと、第2領域と接する絶縁層132の上面の高さは、概略揃うことが好ましい。

[0071]

画素電極111Bは、導電層117Bおよび絶縁層132上に設けられる。画素電極111Bは、導電層117Bの上面に接する第1領域と、絶縁層132の上面に接する第2領域と、を有することが好ましい。第1領域と接する導電層117Bの上面の高さと、第2領域と接する絶縁層132の上面の高さは、概略揃うことが好ましい。

[0072]

画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111B上にはそれぞれ、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bが設けられる。EL層112R、EL層112G、及びEL層112B（以下、まとめてEL層112と呼ぶ）上には共通電極113が設けられる。

[0073]

EL層112Rは、少なくとも赤色の光を発する発光性の有機化合物を有する。EL層112Gは、少なくとも緑色の光を発する発光性の有機化合物を有する。EL層112Bは、少なくとも青色の光を発する発光性の有機化合物を有する。

[0074]

EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bは、それぞれ発光性の有機化合物を含む層（発光層）を有する。発光層は、発光物質（ゲスト材料）に加えて、1種または複数種の化合物（ホスト材料、アシスト材料）を有していてもよい。ホスト材料、アシスト材料としては、発光物質（ゲスト材料）のエネルギーギャップより大きなエネルギーギャップを有する物質を、一種もしくは複数種選択して用いることができる。ホスト材料、アシスト材料としては、励起錯体を形成する化合物を組み合わせて用いることが好ましい。効率よく励起錯体を形成するためには、正孔を受け取りやすい化合物（正孔輸送性材料）と、電子を受け取りやすい化合物（電子輸送性材料）とを

組み合わせることが特に好ましい。

[0075]

発光素子には低分子系化合物及び高分子系化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物（量子ドット材料等）を含んでいてもよい。

[0076]

EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bのそれぞれは、発光層のほかに、電子注入層、電子輸送層、正孔注入層、及び正孔輸送層のうち、一以上を有していてもよい。

[0077]

また、EL層112と共通電極113の間に共通層114が設けられてもよい。共通層114は、共通電極113と同様、複数の発光素子にわたって設けられる。共通層114は、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bを覆って設けられている。共通層114を有する構成とすることで、作製工程を簡略化できるため、作製コストを低減できる。共通層114と共通電極113は、間にエッチングなどの工程を挟まずに連続して形成することができる。よって、共通層114と共通電極の界面を清浄な面とすることができ、発光素子において、良好な特性を得ることができる。

[0078]

共通層114は、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bの上面の一以上と接することが好ましい。

[0079]

EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bは例えば、少なくともそれぞれ、一の色を発光する発光材料を含む発光層を有していることが好ましい。また、共通層114は例えば、電子注入層、電子輸送層、正孔注入層、または正孔輸送層のうち、一以上を含む層とすることが好ましい。画素電極をアノード、共通電極をカソードとした発光素子においては、共通層114として例えば、電子注入層を含む構成、または電子注入層と電子輸送層の2つを含む構成を、用いることができる。

[0080]

画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bは、それぞれ発光素子毎に設けられている。また、共通電極113は、各発光素子に共通な一続きの層として設けられている。各画素電極と共通電極113のいずれか一方に可視光に対して透光性を有する導電膜を用い、他方に反射性を有する導電膜を用いる。各画素電極を透光性、共通電極113を反射性とすることで、下面射出型（ボトムエミッション型）の表示装置とすることができ、反対に各画素電極を反射性、共通電極113を透光性とすることで、上面射出型（トップエミッション型）の表示装置とすることができる。なお、各画素電極と共通電極113の双方を透光性とすることで、両面射出型（デュアルエミッション型）の表示装置とすることもできる。

[0081]

共通電極113上には、発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bを覆って、保護層121が設けられている。保護層121は、上方から各発光素子に水などの不純物が拡散することを防ぐ機能を有する。また、画素電極と共通電極の双方を透光性とすることにより発光素子を外光が透過することができるため、ディスプレイが透けて背景の見えるディスプレイ、すなわち、いわゆる透明ディスプレイとすることもできる。

[0082]

保護層121としては、例えば、少なくとも無機絶縁膜を含む単層構造または積層構造とすることができる。無機絶縁膜としては、例えば、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化窒化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜などの酸化物膜または窒化物膜が挙げられる。または、保護層121としてインジウムガリウム酸化物、インジウムガリウム亜鉛酸化物などの半導体材料を用いてもよい。

[0083]

また、保護層121として、無機絶縁膜と、有機絶縁膜の積層膜を用いることもできる。例えば、一对の無機絶縁膜の間に、有機絶縁膜を挟んだ構成とすることが好ましい。さらに有機絶縁膜が平坦化膜として機能することが好ましい。これにより、有機絶縁膜の上面を平坦なものとすることができるため、その上の無機絶縁膜の被覆性が向上し、バリア性を高めることができる。また、保護層121の上面が平坦となるため、保護層121の上方に構造物（例えばカラーフィルタ、タッチセンサの電極、またはレンズアレイなど）を設ける場合に、下方の構造に起因する凹凸形状の影響を軽減できるため好ましい。

[0084]

保護層121の上面に、樹脂層を用いて基板を貼り合わせた構成としてもよい。

[0085]

図1Cに示す断面においては、2つの発光素子110Gが隣接して設けられる。図1Cに示す断面においては、層401には導電層241が設けられておらず、絶縁層255においても、導電層241と重畳する開口部が設けられていない。よって、発光素子110Gが有する画素電極111Gは、絶縁層255の平坦な領域に設けられる。

[0086]

また図1Aには、共通電極113と電氣的に接続する接続電極111Cを示している。接続電極111Cは、共通電極113に供給するための電位（例えばアノード電位、またはカソード電位）が与えられる。接続電極111Cは、発光素子110Rなどが配列する表示領域の外に設けられる。また、図1Aには、共通電極113を破線で示している。

[0087]

接続電極111Cは、表示領域の外周に沿って設けることができる。例えば、表示領域の外周の一辺に沿って設けられていてもよいし、表示領域の外周の2辺以上に沿って設けられていてもよい。すなわち、表示領域の上面形状が長方形である場合には、接続電極111Cの上面形状は、帯状、L字状、コの字状（角括弧状）、または四角形などとすることができる。

[0088]

また図1Bには、図1Aに示す一点鎖線C1-C2に対応する断面を示す。C1-C2に示す断面においては、導電層117C上に設けられた接続電極111Cと、共通電極113と、が電氣的に接続する領域130が設けられる。領域130において、接続電極111C上に共通電極113が設けられ、共通電極113を覆って保護層121が設けられている。接続電極111Cと共通電極113は接することが好ましい。また、接続電極111Cと共通電極113の接続部において、接続電極111Cおよび導電層117Cの端部に接するように絶縁層131が設けられている。

[0089]

また、図1Dに示すように、接続電極111Cと共通電極113の接続部の近傍において、絶縁

層 1 3 1 が設けられない構成としてもよい。

[0090]

隣接する発光素子 1 1 0 の間には、絶縁層 1 3 1 が設けられる。図 1 B において絶縁層 1 3 1 は、発光素子 1 1 0 が有するそれぞれの画素電極 1 1 1 の間、及びそれぞれの E L 層 1 1 2 の間に位置する。また、絶縁層 1 3 1 上には共通電極 1 1 3 が設けられている。

[0091]

絶縁層 1 3 1 は、絶縁層 1 3 1 a 及び絶縁層 1 3 1 b を有する。絶縁層 1 3 1 b は、発光素子 1 1 0 が有するそれぞれの画素電極 1 1 1 の側面と、E L 層 1 1 2 の側面とに接するように設けられる。また、断面視において、絶縁層 1 3 1 b の凹部を充填するように絶縁層 1 3 1 b 上に接して絶縁層 1 3 1 a が設けられている。

[0092]

図 1 では、絶縁層 1 3 1 は上面視において網目状（格子状、又はマトリクス状ということもできる）の形状を有するように、隣接画素の E L 層 1 1 2 間に配置されている。

[0093]

絶縁層 1 3 1 は例えば、それぞれが異なる色を呈する 2 つの E L 層 1 1 2 の間に設けられる。あるいは絶縁層 1 3 1 は例えば、同じ色を呈する 2 つの E L 層 1 1 2 の間に設けられる。あるいは絶縁層 1 3 1 が、異なる色を呈する 2 つの E L 層 1 1 2 の間に設けられ、同じ色を呈する 2 つの E L 層 1 1 2 の間には設けられない構成としてもよい。

[0094]

絶縁層 1 3 1 は例えば、上面視において、2 つの E L 層 1 1 2 の間に設けられる。

[0095]

E L 層 1 1 2 の端部は、絶縁層 1 3 1 b と接する領域を有することが好ましい。

[0096]

異なる色の発光素子間に絶縁層 1 3 1 を設けることにより、E L 層 1 1 2 R、E L 層 1 1 2 G、及び E L 層 1 1 2 G が、互いに接することを抑制することができる。これにより、隣接する 2 つの E L 層を介して電流が流れ、意図しない発光が生じることを好適に防ぐことができる。そのため、コントラストを高めることができ、表示品位の高い表示装置を実現できる。

[0097]

なお、隣接する同色を呈する画素間において絶縁層 1 3 1 を設けずに、異なる色を呈する画素間においてのみ絶縁層 1 3 1 を形成してもよい。この場合、上面視においてストライプ形状を有する絶縁層 1 3 1 とすることができる。絶縁層 1 3 1 をストライプ形状とすることで、格子状の形状を有する場合と比較して絶縁層 1 3 1 を形成するために必要なスペースが不要となるため、開口率を高めることができる。絶縁層 1 3 1 をストライプ形状とする場合、隣接する同色の E L 層は列方向に地続きになるように帯状に加工されていてもよい。

[0098]

共通電極 1 1 3 は、E L 層 1 1 2 の上面、絶縁層 1 3 1 a の上面、絶縁層 1 3 1 b の上面に接して設けられる。隣接する発光素子間において、画素電極 1 1 1 及び E L 層 1 1 2 の端部では、画素電極 1 1 1 および E L 層 1 1 2 が設けられる領域と、画素電極 1 1 1 および E L 層 1 1 2 が設けられない領域と、に起因する段差が生じている。本発明の一態様の表示装置は、絶縁層 1 3 1 a 及び絶縁層 1 3 1 b を有することで当該段差を平坦化させ、共通電極 1 1 3 が隣接する発光素子の間で

絶縁層 255 等と接して設けられる場合と比較して共通電極の被覆性を向上させることができるため、段切れによる接続不良を抑制することができる。又は、段差によって共通電極 113 が局所的に薄膜化して電気抵抗が上昇することを抑制することができる。

[0099]

また、画素電極 111 の端部が EL 層 112 の端部と概略揃う場合、EL 層 112 上に共通電極 113 を形成する際に、共通電極 113 と画素電極 111 とが短絡する場合がある。本発明の一態様は、隣接して配置される EL 層 112 の間に絶縁層 131a 及び絶縁層 131b を設けることにより、共通電極 113 の形成面の凹凸を小さくすることができるため、EL 層 112 の端部における共通電極 113 の被覆性を高めることができ、共通電極 113 の良好な導電性を実現することができる。また、共通電極 113 と画素電極 111 の短絡を抑制することができる。

[0100]

共通電極 113 の形成面の平坦性を向上させるためには、絶縁層 131a の上面、絶縁層 131b の上面は、EL 層 112 の上面と概略一致することが好ましい。また、絶縁層 131 の上面は平坦な形状を有することが好ましい。ただし、絶縁層 131a の上面、絶縁層 131b の上面及び EL 層 112 の上面は必ずしも一致していなくてもよい。

[0101]

絶縁層 131b は、EL 層 112 の側面と接する領域を有し、EL 層 112 の保護絶縁層として機能する。絶縁層 131b を設けることで、EL 層 112 の側面から内部へ酸素、水分、またはこれらの構成元素が侵入することを抑制でき、信頼性の高い表示装置とすることができる。

[0102]

断面視において EL 層 112 の側面と接する領域における絶縁層 131b の幅が大きいと、EL 層 112 の間隔が大きくなり、開口率が低くなってしまう場合がある。また、絶縁層 131b の幅が小さいと、EL 層 112 の側面から内部へ酸素、水分、またはこれらの構成元素が侵入することを抑制する効果が小さくなってしまう場合がある。EL 層 112 の側面と接する領域における絶縁層 131b の幅は、3nm 以上 200nm 以下が好ましく、さらには 3nm 以上 150nm 以下が好ましく、さらには 5nm 以上 150nm 以下が好ましく、さらには 5nm 以上 100nm 以下が好ましく、さらには 10nm 以上 100nm 以下が好ましく、さらには 10nm 以上 50nm 以下が好ましい。絶縁層 131b の幅を前述の範囲とすることで、高い開口率を有し、かつ信頼性の高い表示装置とすることができる。

[0103]

絶縁層 131b は、無機材料を有する絶縁層とすることができる。絶縁層 131b として、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを単層で、又は積層して用いることができる。特に、酸化アルミニウムは、エッチングにおいて、EL 層 112 との選択比が高く、後述する絶縁層 131b の形成において、EL 層 112 を保護する機能を有するため、好ましい。特に ALD 法により形成した酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化シリコンなどの無機絶縁材料を絶縁層 131b として用いることにより、ピンホールの少ない膜とすることができ、EL 層 112 を保護する機能に優れた絶縁層 131b とすることができる。

[0104]

なお、本明細書中において、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。例えば、酸化窒化シリコンと記載した場合は、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、窒化酸化シリコンと記載した場合は、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を示す。

[0105]

絶縁層131bの形成は、スパッタリング法、化学気相成長（CVD：Chemical Vapor Deposition）法、分子線エピタキシー（MBE：Molecular Beam Epitaxy）法、パルスレーザ堆積（PLD：Pulsed Laser Deposition）法、原子層堆積（ALD：Atomic Layer Deposition）法などを用いることができる。絶縁層131bの形成は、被覆性が良好なALD法を好適に用いることができる。

[0106]

絶縁層131b上に設けられる絶縁層131aは、隣接する発光素子間に形成された絶縁層131bの凹部を平坦化する機能を有する。換言すると、絶縁層131aを有することで共通電極113の形成面の平坦性を向上させる効果を奏する。絶縁層131aとしては、有機材料を有する絶縁層を好適に用いることができる。例えば、絶縁層131aとして、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を適用することができる。また、絶縁層131aとして、感光性の樹脂を用いることができる。感光性の樹脂は、ポジ型の材料、またはネガ型の材料を用いることができる。

[0107]

絶縁層131aを、感光性の樹脂を用いて形成することにより、露光及び現像の工程のみで絶縁層131aを作製することができ、ドライエッチング、あるいはウェットエッチング等による導電層117の表面への影響を低減することができる。

[0108]

絶縁層131aの上面とEL層112の上面の高さの差は例えば、絶縁層131aの厚さの0.5倍以下が好ましく、絶縁層131aの厚さの0.3倍以下がより好ましい。また例えば、EL層112の上面が絶縁層131aの上面よりも高くなるように、絶縁層131aを設ければよい。また例えば、絶縁層131aの上面が、EL層112が有する発光層の上面よりも高くなるように、絶縁層131aを設ければよい。また、絶縁層131aの厚さは例えば、絶縁層255上の導電層117の下面から、EL層112の上面までの厚さの0.3倍以上、あるいは0.5倍以上、あるいは0.7倍以上であることが好ましい。

[0109]

画素電極111として、可視光に対して反射性を有する導電膜を用いる場合には例えば、銀、アルミニウム、チタン、タンタル、モリブデン、白金、金、窒化チタン、窒化タンタル等を用いることができる。また、画素電極111として合金を用いることができる。例えば、銀を含む合金を用いることができる。銀を含む合金として例えば、銀、パラジウムおよび銅を含む合金を用いることができる。また例えば、アルミニウムを含む合金を用いることができる。また、これらの材料を2層以上、積層して用いてもよい。

[0110]

また、画素電極111として、可視光に対して反射性を有する導電膜上に、可視光に対して透光

性を有する導電膜を用いることができる。可視光に対して透光性を有する導電性材料として、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、シリコンを含むインジウム錫酸化物、シリコンを含むインジウム亜鉛酸化物などの導電性酸化物を用いることができる。また、可視光に対して反射性を有する導電性材料の酸化物を用いてもよく、該酸化物は、可視光に対して反射性を有する導電性材料の表面を酸化することにより形成されてもよい。具体的には例えば、酸化チタンを用いてもよい。酸化チタンは例えば、チタンの表面を酸化することにより形成されてもよい。

[0111]

画素電極111の表面に酸化物を設けることにより、EL層112の形成の際に、画素電極111との酸化反応などを抑制することができる。

[0112]

また、画素電極111として、可視光に対して反射性を有する導電膜上に、可視光に対して透光性を有する導電膜を積層して設けることにより、可視光に対して透光性を有する導電膜を光学調整層として機能させることができる。

[0113]

画素電極111が光学調整層を有することにより、光路長を調整することができる。各発光素子における光路長は例えば、光学調整層の厚さと、EL層112において発光性の化合物を含む膜より下層に設けられる層の厚さの和に対応する。

[0114]

発光素子において、マイクロキャビティ構造（微小共振器構造）を用いて光路長を異ならせることにより、特定の波長の光を強めることができる。これにより、色純度が高められた表示装置を実現することができる。

[0115]

例えば、各発光素子において、EL層112の厚さを異ならせることにより、マイクロキャビティ構造を実現することができる。例えば、最も波長の長い光を発する発光素子110RのEL層112Rを最も厚く、最も波長の短い光を発する発光素子110BのEL層112Bが最も薄い構成とすることができる。なお、これに限られず、各発光素子が発する光の波長、発光素子を構成する層の光学特性、及び発光素子の電気特性などを考慮して、各EL層の厚さを調整することができる。

[0116]

図1B等においては簡略化のため、それぞれの発光素子におけるEL層112の厚さが明瞭に異なる記載はしていないが、上述の通り、光路長の調整のために、各発光素子において適宜、厚さを調整し、それぞれの発光素子に対応する波長の光を強めることが好ましい。

[0117]

[作製方法例1]

以下では、本発明の一態様の表示装置の作製方法の一例について、図面を参照して説明する。ここでは、図1Aにおいて示した表示装置100を例に挙げて説明する。図2A乃至図5Bは、以下で例示する表示装置の作製方法の、各工程における断面概略図である。

[0118]

なお、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、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、原子層堆積（ALD：Atomic Layer Deposition）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、または熱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。

[0119]

また、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、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、ドクターナイフ法、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。

[0120]

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ることができる。それ以外に、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。

[0121]

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。

[0122]

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、フォトマスクは不要である。

[0123]

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。

[0124]

[基板301の準備]

基板301としては、少なくとも後の熱処理に耐えうる程度の耐熱性を有する基板を用いることができる。基板301として、絶縁性基板を用いる場合には、ガラス基板、石英基板、サファイア基板、セラミック基板、有機樹脂基板などを用いることができる。また、シリコンまたは炭化シリコンなどを材料とした単結晶半導体基板、多結晶半導体基板、シリコンゲルマニウム等の化合物半導体基板、SOI基板などの半導体基板を用いることができる。

[0125]

次に、基板 301 上に半導体素子等を形成し、層 401 を設ける。層 401 は、上記半導体基板または絶縁性基板上に半導体回路が形成された層である。層 401 は、基板 301 と、基板 301 上に形成された半導体回路と、を有する。該半導体回路は、導電層 241（図 2A においては導電層 241R、導電層 241G、及び導電層 241B）を有する半導体素子を含む。あるいは、該半導体回路は、半導体素子に電氣的に接続される配線、またはプラグ等として導電層 241 を有する。半導体素子として例えば、トランジスタ、ダイオード、容量素子、等が挙げられる。当該半導体回路は、例えば画素回路、ゲート線駆動回路（ゲートドライバ）、ソース線駆動回路（ソースドライバ）などを構成していることが好ましい。また、上記に加えて演算回路、記憶回路などが構成されていてもよい。

[0126]

続いて、導電層 241R、導電層 241G、及び導電層 241B を含む層 401 上に、絶縁層 255 を成膜する。

[0127]

絶縁層 255 として例えば、無機絶縁層、有機絶縁層、または無機絶縁層と有機絶縁層の積層構造、等を用いることができる。有機絶縁層は平坦化膜として機能する場合があります、好ましい。

[0128]

絶縁層 255 等の絶縁層となる絶縁膜には例えば、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、窒化酸化アルミニウム、窒化アルミニウムなどを用いればよい。

[0129]

なお、本明細書中において、酸化窒化シリコンとは、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、窒化酸化シリコンとは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を示す。また、本明細書中において、酸化窒化アルミニウムとは、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、窒化酸化アルミニウムとは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を示す。

[0130]

また、絶縁層 255 等の絶縁層となる絶縁膜には例えば、有機絶縁膜を用いることができる。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。

[0131]

絶縁層 255 となる絶縁膜を成膜した後、化学機械研磨（CMP）法等を用いた平坦化処理を行ってもよい。

[0132]

絶縁層 255 の表面を平坦化することにより、絶縁層 255 上に形成する発光素子を構成する各層の膜厚の均一性を高めることができる場合がある。各層の膜厚の均一性を高めることにより、発光素子における短絡等を抑制できる場合がある。また、各層の膜厚の均一性を高めることにより、発光素子の信頼性を高められる場合がある。

[0133]

続いて、絶縁層 255 に、導電層 241 の上面が露出するように、開口部 129 を設ける。

[0134]

続いて、絶縁層255上と、露出した導電層241上に導電層117となる導電膜117fを設ける。導電膜117fは、開口部129内の底部及び側面に沿うように設けられることが好ましい。

[0135]

[絶縁層132の形成]

続いて、導電膜117fの凹部を埋めるように絶縁層132を形成する(図2A)。

[0136]

絶縁層132は例えば、絶縁層132となる絶縁膜を基板301の全面に成膜した後、該絶縁膜の上面に対し、レジストマスクを用いることなく、略均一にエッチングを施すことにより形成することができる。このように均一にエッチングして平坦化することをエッチバックともいう。

[0137]

あるいは、絶縁層132は例えば、絶縁層132となる膜を全面に成膜した後、絶縁層132となる膜の一部を除去することにより形成することができる。ここで、絶縁層132となる膜として感光性の樹脂を用いることにより、レジストマスク、ハードマスク等のエッチングマスクを用いたエッチングを行うことなく絶縁層132を形成することができる。また、感光性の樹脂は露光及び現像の工程のみで加工が可能であるため、ドライエッチング法などを用いることなく絶縁層132が形成できる。よって、工程の簡略化が可能となる。さらに、絶縁層132の上部の一部をエッチングし、表面の高さを調整してもよい。

[0138]

絶縁層132となる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。また、絶縁層132となる絶縁膜として、感光性の樹脂を用いることができる。感光性の樹脂は、ポジ型の材料、またはネガ型の材料を用いることができる。

[0139]

絶縁層132のエッチングは、ドライエッチング法、ウェットエッチング法を用いることができる。また、酸素プラズマを用いたアッシング、等により絶縁層132のエッチングを行ってもよい。なお、酸素プラズマを用いたアッシングは、制御性が高い、面内均一性がよく大判基板を用いた処理に適している等の利点を有するため、絶縁層132の一部の除去に好適に用いることができる。また、絶縁層132のエッチングとして、化学機械研磨(CMP: Chemical Mechanical Polishing)を用いてもよい。

[0140]

続いて、導電膜117f上に、画素電極111となる導電膜111fを設ける。

[0141]

画素電極111として可視光に対して反射性を有する導電膜を用いる場合、可視光の波長域全域での反射率ができるだけ高い材料(例えば銀またはアルミニウムなど)を適用することが好ましい。これにより、発光素子の光取り出し効率を高められるだけでなく、色再現性を高めることができる。

[0142]

[EL膜112Rfの形成]

続いて、導電膜111f上に、後にEL層112RとなるEL膜112Rfを成膜する。

[0143]

EL膜112Rfは、少なくとも発光性の化合物を含む膜を有する。このほかに、電子注入層、電子輸送層、電荷発生層、正孔輸送層、または正孔注入層として機能する膜のうち、一以上が積層された構成としてもよい。EL膜112Rfは、例えば蒸着法、スパッタリング法、またはインクジェット法等により形成することができる。なおこれに限られず、上述した成膜方法を適宜用いることができる。

[0144]

[犠牲膜144aおよび犠牲膜146aの形成]

続いて、EL膜112Rfを覆って犠牲膜144aを形成する。また、犠牲膜144aは、接続電極111Cの上面に接して設けられる。

[0145]

続いて、犠牲膜144a上に犠牲膜146aを形成する。

[0146]

犠牲膜144a及び犠牲膜146a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、EL膜112Rf上に直接形成する犠牲膜144aには、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、犠牲膜144aを形成すると好適である。

[0147]

犠牲膜144aとして、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好適に用いることができる。

[0148]

また、犠牲膜144aとして、酸化物膜を用いることができる。代表的には、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化窒化ハフニウムなどの酸化物膜または酸窒化物膜を用いることもできる。また、犠牲膜144aとして、例えば窒化物膜を用いることができる。具体的には、窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化ハフニウム、窒化チタン、窒化タンタル、窒化タングステン、窒化ガリウム、窒化ゲルマニウムなどの窒化物を用いることもできる。このような無機絶縁材料は、スパッタリング法、CVD法、またはALD法等の成膜方法を用いて形成することができるが、EL膜112Rf上に直接形成する犠牲膜144aには、特にALD法を用いることが好ましい。

[0149]

また、犠牲膜144aとして、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。特に、アルミニウムまたは銀などの低融点材料を用いることが好ましい。

[0150]

また、犠牲膜144aとして、インジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOとも表記する）などの金属酸化物を用いることができる。さらに、酸化インジウム、インジウム亜鉛酸化物（In-Zn酸化物）、インジウムスズ酸化物（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。

[0151]

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)を用いた場合にも適用できる。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。

[0152]

犠牲膜146aとして、上記に挙げた犠牲膜144aとして用いることができる材料を用いることができる。また、上記に挙げた犠牲膜144aとして用いることができる材料から、犠牲膜144aとして一を選択し、犠牲膜146aとして他の一を選択することができる。また、上記に挙げた犠牲膜144aとして用いることができる材料のうち、犠牲膜144aには一または複数の材料を選択し、犠牲膜146aには、犠牲膜144aとして選択された材料以外の材料を選択することができる。

[0153]

犠牲膜144aは、EL膜112Rfなどの各EL膜のエッチング処理に対する耐性の高い膜、すなわちエッチングの選択比の大きい膜を用いることができる。また、犠牲膜144aは、各EL膜へのダメージの少ないウェットエッチング法により除去可能な膜を用いることが特に好ましい。

[0154]

また、犠牲膜144aとして、少なくともEL膜112Rfの最上部に位置する膜に対して、化学的に安定な溶媒に溶解しうる材料を用いてもよい。特に、水またはアルコールに溶解する材料を、犠牲膜144aに好適に用いることができる。犠牲膜144aを成膜する際には、水またはアルコールなどの溶媒に溶解させた状態で、湿式の成膜方法で塗布した後に、溶媒を蒸発させるための加熱処理を行うことが好ましい。このとき、減圧雰囲気下での加熱処理を行うことで、低温且つ短時間で溶媒を除去できるため、EL膜112Rfへの熱的なダメージを低減することができ、好ましい。

[0155]

犠牲膜144aの形成に用いることのできる湿式の成膜方法としては、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、ドクターナイフ法、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコートなどがある。

[0156]

犠牲膜144aとしては、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリビニルブチラール、ポリビニルピロリドン、ポリエチレングリコール、ポリグリセリン、プルラン、水溶性のセルロース、またはアルコール可溶性のポリアミド樹脂などの有機材料を用いることができる。

[0157]

犠牲膜146aには、犠牲膜144aとの選択比の大きい膜を用いればよい。

[0158]

犠牲膜144aとして、ALD法により形成した酸化アルミニウム、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、犠牲膜146aとして、スパッタリング法により形成した、イン

ジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOとも表記する）などの、インジウムを含む金属酸化物を用いることが特に好ましい。

[0159]

また、犠牲膜146aとして、EL膜112Rfなどに用いることのできる有機膜を用いてもよい。例えば、EL膜112Rf、EL膜112Gf、またはEL膜112Bfに用いる有機膜と同じ膜を、犠牲膜146aとして用いることができる。このような有機膜を用いることで、EL膜112Rfなどと成膜装置を共通に用いることができるため、好ましい。さらに、EL膜112Rf等をエッチングする際に、犠牲層147aを同時に除去できるため、工程を簡略化できる。

[0160]

例えば、犠牲膜144aのエッチングに、フッ素を含むガス（フッ素系ガスともいう）を用いたドライエッチングを用いる場合には、シリコン、窒化シリコン、酸化シリコン、タングステン、チタン、モリブデン、タンタル、窒化タンタル、モリブデンとニオブを含む合金、またはモリブデンとタングステンを含む合金などを、犠牲膜146aに用いることができる。ここで、上記フッ素系ガスを用いたドライエッチングに対して、エッチングの選択比を大きくとれる（すなわち、エッチング速度を遅くできる）膜としては、IGZO、ITOなどの金属酸化物膜などがあり、これを犠牲膜144aに用いることができる。

[0161]

[レジストマスク143aの形成]

続いて、犠牲膜146a上にレジストマスク143aを形成する（図2B）。なお、図2Bには、領域130において、EL膜112Rfの成膜を行わない例を示す。EL膜112Rfの成膜において、領域130を遮蔽する場合には、メタルマスクを用いることができる。この際に用いるメタルマスクでは表示部の画素領域の遮蔽は行わなくてもよいため、高精細なマスクを用いる必要がない。

[0162]

レジストマスク143aは、ポジ型のレジスト材料、またはネガ型のレジスト材料など、感光性の樹脂を含むレジスト材料を用いることができる。

[0163]

ここで、犠牲膜146a上にレジストマスク143aを形成する場合、犠牲膜146aにピンホールなどの欠陥が存在すると、レジスト材料の溶媒によって、EL膜112Rfが溶解してしまう恐れがある。犠牲膜144aとしてALD法により形成した酸化アルミニウム、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により、ピンホールの少ない膜とすることができ、このような不具合が生じることを防ぐことができる。

[0164]

[犠牲膜144a及び犠牲膜146aのエッチング]

続いて、犠牲膜146a及び犠牲膜144aの、レジストマスク143aに覆われない一部をエッチングにより除去し、島状または帯状の犠牲層145aおよび犠牲層147aを形成する。ここで図2Cにおいては、犠牲層145a及び犠牲層147aは導電膜111fにおいて画素電極111Rとなる領域上と、導電膜111fにおいて接続電極111Cとなる領域上と、に形成される。

[0165]

ここで、レジストマスク143aを用いて犠牲膜146aの一部をエッチングにより除去し、犠

犠牲層147aを形成した後、レジストマスク143aを除去し、犠牲層147aをハードマスクとして、犠牲膜144aをエッチングすることが好ましい。犠牲膜146aのエッチングには、犠牲膜144aとの選択比の高いエッチング条件を用いることが好ましい。ハードマスク形成のエッチングにはウェットエッチングまたはドライエッチングを用いることができるが、ドライエッチングを用いることで、パターンを縮小を抑制できる。例えば犠牲膜144aとして、ALD法により形成した酸化アルミニウム、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、犠牲膜146aとして、スパッタリング法により形成した、インジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOとも表記する）などの、インジウムを含む金属酸化物を用いる場合には、ここで、スパッタリング法により形成された犠牲膜146aのエッチングを行い、ハードマスクとする。

[0166]

レジストマスク143aの除去は、ウェットエッチングまたはドライエッチングにより行うことができる。特に、酸素ガスをエッチングガスに用いたドライエッチング（プラズマアッシングともいう）により、レジストマスク143aを除去することが好ましい。

[0167]

犠牲層147aをハードマスクとして犠牲膜144aをエッチングすることにより、レジストマスク143aの除去は、EL膜112Rfを犠牲膜144aに覆われた状態で行うことができる。特に、EL膜112Rfが酸素に触れると、電気特性に悪影響を及ぼす場合があるため、プラズマアッシングなどの、酸素ガスをを用いたエッチングを行う場合には好適である。

[0168]

続いて、犠牲層147aをマスクとして用いて、犠牲膜144aをエッチングにより除去し、島状または帯状の犠牲層145aを形成する（図2C）。なお、本発明の一態様の表示装置の作製方法において、犠牲層145a及び犠牲層147aのうち、いずれかを用いない構成としてもよい。

[0169]

[EL膜112Rfのエッチング]

続いて、犠牲層145aに覆われないEL膜112Rfの一部をエッチングにより除去し、島状または帯状のEL層112Rを形成する。

[0170]

EL膜112Rfのエッチングには、酸素を主成分に含まないエッチングガスをを用いたドライエッチングを用いることが好ましい。これにより、EL膜112Rfの変質を抑制し、信頼性の高い表示装置を実現できる。酸素を主成分に含まないエッチングガスとしては、例えばCF<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>、SF<sub>6</sub>、CHF<sub>3</sub>、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、BCl<sub>3</sub>、またはHeなどの貴ガスが挙げられる。また、上記ガスと、酸素を含まない希釈ガスとの混合ガスをエッチングガスに用いることができる。ここで、EL膜112Rfのエッチングにおいて、犠牲層145aの一部を除去してもよい。例えば犠牲膜144aを2層構造とし、下層として、ALD法により形成した酸化アルミニウム、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、上層として、スパッタリング法により形成した、インジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOとも表記する）などの、インジウムを含む金属酸化物を用いる場合には、ここで、EL膜112Rfのエッチングにおいて、上層をエッチングしてもよい。

[0171]

なお、EL膜112Rfのエッチングは上記に限られず、他のガスをを用いたドライエッチングに

より行ってもよいし、ウェットエッチングにより行ってもよい。

[0172]

また、EL膜112Rfのエッチングに酸素ガスを含むエッチングガス、または酸素ガスを用いたドライエッチングを用いると、エッチング速度を高めることができる。そのため、エッチング速度を十分な速さに維持しつつ、低パワーの条件でのエッチングが可能のため、エッチングによるダメージを低減できる。さらに、エッチング時に生じる反応生成物の付着などの不具合を抑制することができる。例えば、上記酸素を主成分に含まないエッチングガスに、酸素ガスを加えたエッチングガスを用いることができる。

[0173]

[EL層112G、EL層112Bの形成]

続いて、犠牲層145a上にEL層112GとなるEL膜112Gfを成膜する。EL膜112Gfについては、EL膜112Rfの記載を参照することができる。

[0174]

続いて、EL膜112Gf上に犠牲膜144bを成膜する。犠牲膜144bについては、犠牲膜144aの記載を参照することができる。

[0175]

続いて、犠牲膜144b上に犠牲膜146bを成膜する。犠牲膜146bについては、犠牲膜146aの記載を参照することができる。

[0176]

続いて、犠牲膜146b上にレジストマスク143bを形成する（図3A）。

[0177]

続いて、犠牲層145b、犠牲層147b及びEL層112Gを形成する（図3B）。犠牲層145b、犠牲層147b及びEL層112Gの形成は、犠牲層145a、犠牲層147a及びEL層112Rの形成を参照することができる。

[0178]

続いて、犠牲層147a、及び犠牲層147b上にEL層112BとなるEL膜112Bfを成膜する。EL膜112Bfについては、EL膜112Rfの記載を参照することができる。

[0179]

続いて、EL膜112Bf上に犠牲膜144cを成膜する。犠牲膜144cについては、犠牲膜144aの記載を参照することができる。

[0180]

続いて、犠牲膜144c上に犠牲膜146cを成膜する。犠牲膜146cについては、犠牲膜146aの記載を参照することができる。

[0181]

続いて、犠牲膜146c上にレジストマスク143cを形成する（図3C）。

[0182]

続いて、犠牲層145c、犠牲層147c及びEL層112Bを形成する（図4A）。犠牲層145c、犠牲層147c及びEL層112Bの形成は、犠牲層145a、犠牲層147a及びEL層112Rの形成を参照することができる。

[0183]

[絶縁層131の形成]

続いて、絶縁層131bとなる絶縁膜131bfを形成する(図4B)。絶縁膜131bfは無機材料を有する膜を適用することが好ましい。また、絶縁膜131bfは、犠牲層145a、犠牲層145b、および犠牲層145c、EL層112、画素電極111を覆うように設けられる。例えば、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを有する膜を単層で又は積層して用いることができる。

[0184]

絶縁膜131bfの形成は、スパッタリング法、化学気相成長(CVD)法、分子線エピタキシー(MBE)法、パルスレーザ堆積(PLD)法、原子層堆積(ALD)法などを用いることができる。絶縁膜131bfの形成は、被覆性が良好なALD法を好適に用いることができる。

[0185]

絶縁膜131bfとして、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを単層で、又は積層して用いることができる。特に、酸化アルミニウムは、エッチングにおいて、EL層112との選択比が高く、後述する絶縁層131bの形成において、EL層112を保護する機能を有するため、好ましい。

[0186]

絶縁膜131bfをALD法により形成することにより、ピンホールが少ない膜とすることができ、EL層112を保護する機能に優れた絶縁層131bとすることができ。

[0187]

絶縁膜131bfの成膜温度は、EL層112の耐熱温度よりも低い温度で形成することが好ましい。

[0188]

ここでは、絶縁膜131bfとして、ALD法により酸化アルミニウムを形成する。ALD法による絶縁膜131bfの形成温度は、60℃以上150℃以下が好ましく、70℃以上115℃以下がより好ましく、80℃以上100℃以下がさらに好ましい。このような温度で絶縁膜131bfを形成することにより、緻密な絶縁膜を得ることができ、かつ、EL層112へのダメージを低くすることができる。

[0189]

続いて、絶縁層131aとなる絶縁膜131afを形成する(図4C)。絶縁膜131afは、絶縁膜131bfの凹部を埋めるように設けられる。絶縁膜131afは、平坦化膜であることが好ましい。

[0190]

絶縁膜131afとして、有機材料を有する絶縁膜を適用することが好ましく、有機材料としては樹脂を用いることが好ましい。

[0191]

絶縁膜131af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。また、絶縁膜131afとして、感光

性の樹脂を用いることができる。感光性の樹脂は、ポジ型の材料、またはネガ型の材料を用いることができる。

[0192]

絶縁膜131afを、感光性の樹脂を用いて形成することにより、露光及び現像の工程のみで絶縁膜131afを作製することができ、発光素子110を構成する各層、特にEL層へのダメージを低減することができる。また、ネガ型の感光性樹脂を用いて絶縁層132を形成することにより、開口部129の形成に用いるフォトリソマスク（露光マスク）と同一のフォトリソマスクを用いて、絶縁層132を形成できる場合がある。

[0193]

続いて、絶縁層131aを形成する（図5A）。絶縁層131aは例えば、絶縁膜131afの上面に対し、略均一にエッチングを施すことにより形成することができる。このように均一にエッチングして平坦化することをエッチバックともいう。

[0194]

あるいは、絶縁層131aは例えば、フォトリソマスクを用いて、絶縁膜131afの一部を除去することにより形成することができる。ここで、絶縁膜131afとして感光性の樹脂を用いることにより、レジストマスク、ハードマスク等のエッチングマスクを用いたエッチングを行うことなく絶縁層131aを形成することができる。また、感光性の樹脂は露光及び現像の工程のみで加工が可能であるため、ドライエッチング法などを用いることなく絶縁層131aが形成できる。よって、工程の簡略化が可能となる。また、絶縁膜131afのエッチングによるEL層のダメージを低減することができる。なお、さらに絶縁層131aの上部の一部をエッチングし、表面の高さを調整してもよい。

[0195]

続いて、絶縁膜131bfのエッチングを行い、犠牲層145a、犠牲層145b、及び犠牲層145cの上面を露出させる。これにより、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bの側面を覆う、絶縁層131bが形成される。

[0196]

絶縁膜131bfのエッチングは、ドライエッチング法、ウェットエッチング法を用いることができる。また、酸素プラズマを用いたアッシング、等によりエッチングを行ってもよい。また絶縁膜131bfのエッチングとして、化学機械研磨（CMP：Chemical Mechanical Polishing）を用いてもよい。

[0197]

なお、絶縁膜131bfのエッチングを行う際には、エッチングによるEL層112へのダメージを抑制することが好ましい。よって例えば、EL層112とエッチングの選択比が高い材料を絶縁膜131bfとして用いることが好ましい。

[0198]

絶縁膜131bfとして無機材料を用いることにより、EL層112との選択比を高くできる場合がある。また、絶縁層131bとして、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ハフニウム、酸化ガリウム、インジウムガリウム亜鉛酸化物、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン、または窒化酸化シリコンなどを単層で、又は積層して用いることができる。特に、酸化アルミニウムは、エッチングにおいて、EL層112との選択比が高く、後述する絶縁層131bの形成にお

いて、EL層112を保護する機能を有するため、好ましい。特にALD法により形成した酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化シリコンなどの無機絶縁材料を絶縁層131bとして用いることにより、ピンホールの少ない膜とすることができ、EL層112を保護する機能に優れた絶縁層131bとすることができる。

[0199]

絶縁膜131af及び絶縁膜131bfの形成の際、エッチング量により、それぞれの上面の高さを調整することができる。ここでは絶縁層131bがEL層112の側面を覆うように、エッチング量を調整することが好ましい。特に、絶縁層131bが、EL層112が有する発光層の側面を覆うように、エッチング量を調整することが好ましい。

[0200]

なお、有機材料を有する絶縁膜131bfは、被形成面の凹凸、及び被形成面に形成されるパターンの疎密により、表面の平坦性が変化する可能性がある。また、絶縁膜131bfとして用いる材料の粘度等により、絶縁膜131bfの平坦性が変化する可能性がある。例えば、EL層112上に重なる領域の絶縁膜131bfの膜厚と比較して、EL層112と重ならない領域の絶縁膜131bfの膜厚が小さくなる場合がある。このような場合には例えば、絶縁膜131bfのエッチバックを行うことにより、絶縁層131の上面の高さは、犠牲層147a、犠牲層147b、犠牲層147cの上面の高さ、あるいは犠牲層145a、犠牲層145b、犠牲層145cの上面の高さよりも低くなる場合がある。

[0201]

また、絶縁膜131bfは複数のEL層112の間の領域において凹曲面を有する形状（くぼんだ形状）、凸曲面を有する形状（膨らんだ形状）、等になる場合がある。

[0202]

[犠牲層の除去]

続いて、犠牲層145a、犠牲層147a、犠牲層145b、犠牲層147b、犠牲層145c、及び犠牲層147cを除去し、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bの上面を露出させる（図5B）。

[0203]

犠牲層145a、犠牲層147a、犠牲層145b、犠牲層147b、犠牲層145c、及び犠牲層147cは、ウェットエッチングまたはドライエッチングにより除去することができる。このとき、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bにできるだけダメージを与えない方法を用いることが好ましい。

[0204]

このようにして、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bを作り分けることができる。

[0205]

図5Bに示すように、絶縁層131aの上面及び絶縁層131bの上面が、EL層112の上面と概略揃うようにエッチングを行う。絶縁層131aの上面及び絶縁層131bの上面とEL層の上面が概略揃うことにより、後述する図5Cに示す共通電極113の形成において、共通電極113を設ける面の凹凸を小さくすることができ、被覆性を高めることができる。

[0206]

[共通層114の形成]

続いて、共通層114の形成を行う。なお、共通層114を有さない構成の場合には、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bを覆って、共通電極113を形成すればよい。

[0207]

[共通電極113の形成]

続いて、共通層114上に共通電極113を形成する(図5C)。共通電極113は、例えばスパッタリング法または蒸着法などにより形成することができる。なお、図5Cには、領域130において、共通層114の成膜を行わない例を示す。共通層114の成膜において、領域130を遮蔽する場合には、メタルマスクを用いることができる。この際に用いるメタルでは表示部の画素領域の遮蔽は行わなくてもよいため、高精細なマスクを用いる必要がない。なお、領域130において、接続電極111C上に共通層114を設けた後、共通電極113を設ける構成としてもよい。すなわち、領域130において、接続電極111Cと共通電極113との間に共通層114を有する構成としてもよい。

[0208]

以上の工程により、発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bを作製することができる。

[0209]

[保護層121の形成]

続いて、共通電極113上に、保護層121を形成する。保護層121に用いる無機絶縁膜の成膜には、スパッタリング法、PECVD法、またはALD法を用いることが好ましい。特にALD法は、段差被覆性に優れ、ピンホールなどの欠陥が生じにくいいため、好ましい。また、有機絶縁膜の成膜には、インクジェット法を用いると、所望のエリアに均一な膜を形成できるため好ましい。

[0210]

以上の工程により、図1Aに示す表示装置100を作製することができる。

[0211]

[変形例1]

図6及び図7を用いて、表示装置100の変形例について説明する。

[0212]

図6Aには、図1Bに示す表示装置100の断面図の一部を抜粋した図を示す。

[0213]

図6Aにおいて、一点鎖線で囲む領域138の拡大図を図6Bに示す。また、図6Bの変形例を図6C乃至図6Eに示す。

[0214]

画素電極111Rは、導電層117Rおよび絶縁層132上に設けられる。画素電極111Rは、導電層117Rの上面に接する第1領域と、絶縁層132の上面に接する第2領域と、を有することが好ましい。

[0215]

図6Cにおいて、第1領域と接する導電層117Rの上面の高さは、第2領域と接する絶縁層132の上面の高さよりも高い。また、絶縁層132の上面は中心に向かって凹状に、なだらかに窪んだ形状を有する。

[0216]

また、図6Dにおいて、第1領域と接する導電層117Rの上面の高さは、第2領域と接する絶縁層132の上面の高さよりも低い。また、絶縁層132の上面は中心に向かって凸状に、なだらかに膨らんだ形状を有する。

[0217]

また、図6Eに示すように、絶縁層132が導電層117Rの上面よりも高い領域を有する。また、絶縁層132は、導電層117Rの凹部の幅よりも広く形成してもよい。このとき、絶縁層132は、導電層117Rの凹部の内壁だけでなく、導電層117Rの上面にも接する構成としてもよい。

[0218]

図6Aにおいて、二点鎖線で囲む領域139の拡大図を図7Aに示す。また、図7Aの変形例を図7B乃至図7Fに示す。

[0219]

図7Aにおいて、絶縁層131aの上面は、EL層112Rの上面と概略揃う。また、絶縁層131aの上面は、EL層112Gの上面と概略揃う。また、絶縁層131bの上面は、EL層112Rの上面と概略揃う。また、絶縁層131bの上面はEL層112Gの上面と概略揃う。

[0220]

図7Bにおいて、絶縁層131aの上面は、EL層112Rの上面よりも高い領域を有する。また、絶縁層131aの上面は、EL層112Gの上面よりも高い領域を有する。また、絶縁層131aの上面は、中心に向かって凸状に、なだらかに膨らんだ形状を有する。

[0221]

図7Cにおいて、絶縁層131aがEL層112Rの上面及びEL層112Gの上面より高い領域を有する。また、領域139において、表示装置100は、犠牲層145a及び犠牲層147aの少なくとも一方を有し、絶縁層131aがEL層112Rの上面及びEL層112Gの上面より高く、且つ絶縁層131bよりも外側に位置する第1の領域を有し、第1の領域は犠牲層145a及び犠牲層147aの少なくとも一方の上に位置する。また、領域139において、表示装置100は、犠牲層145b及び犠牲層147bの少なくとも一方を有し、絶縁層131aがEL層112Rの上面及びEL層112Gの上面より高く、且つ絶縁層131bよりも外側に位置する第2の領域を有し、第2の領域は犠牲層145b及び犠牲層147bの少なくとも一方の上に位置する。

[0222]

図7Dにおいて、絶縁層131aの上面は、EL層112Rの上面よりも低い。また、絶縁層131aの上面は、EL層112Gの上面よりも低い領域を有する。また、絶縁層131aの上面は、中心に向かって凹状に、なだらかに窪んだ形状を有する。

[0223]

図7Eにおいて、絶縁層131bの上面は、EL層112Rの上面よりも高い領域を有する。また、絶縁層131bの上面は、EL層112Gの上面よりも高い領域を有する。すなわち、共通層114の被形成面において、絶縁層131bが突出し、凸部を形成している。

[0224]

絶縁層131bの形成において例えば、犠牲層145a、犠牲層145b、及び犠牲層145cの高さと概略揃うように絶縁層131bを形成する場合には、図7Eに示すように、絶縁層131

bが突出する形状が形成される場合がある。

[0225]

図7Fにおいて、絶縁層131bの上面は、EL層112Rの上面よりも低い。また、絶縁層131bの上面は、EL層112Gよりも低い。すなわち、共通層114の被形成面において、絶縁層131bが凹部を形成している。

[0226]

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

[0227]

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成例について説明する。

[0228]

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、スマートフォン、腕時計型端末、タブレット端末、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。

[0229]

[表示装置の構成例2]

図8に、表示装置400Aの斜視図を示し、図9Aに、表示装置400Aの断面図を示す。

[0230]

表示装置400Aは、基板452と基板451とが貼り合わされた構成を有する。図8では、基板452を破線で明示している。

[0231]

表示装置400Aは、表示部462、回路464、配線465等を有する。図8では表示装置400AにIC473及びFPC472が実装されている例を示している。そのため、図8に示す構成は、表示装置400A、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。

[0232]

回路464としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

[0233]

配線465は、表示部462及び回路464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、FPC472を介して外部から、またはIC473から配線465に入力される。

[0234]

図8では、COG(Chip On Glass)方式またはCOF(Chip On Film)方式等により、基板451にIC473が設けられている例を示す。IC473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400A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。

[0235]

図9Aに、表示装置400Aの、FPC472を含む領域の一部、回路464の一部、表示部462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。

[0236]

図9Aに示す表示装置400Aは、基板451と基板452の間に、トランジスタ201、トランジスタ205、赤色の光を発する発光素子430a、緑色の光を発する発光素子430b、及び、青色の光を発する発光素子430c等を有する。

[0237]

発光素子430a、発光素子430b、及び発光素子430cには、実施の形態1で例示した発光素子を適用することができる。

[0238]

ここで、表示装置の画素が、互いに異なる色を発する発光素子を有する副画素を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。

[0239]

保護層410と基板452は接着層442を介して接着されている。発光素子の封止には、固体封止構造または中空封止構造などが適用できる。図9Aでは、基板452、接着層442、及び基板451に囲まれた空間443が、不活性ガス（窒素またはアルゴンなど）で充填されており、中空封止構造が適用されている。接着層442は、発光素子と重ねて設けられていてもよい。また、基板452、接着層442、及び基板451に囲まれた空間443を、接着層442とは異なる樹脂で充填してもよい。

[0240]

トランジスタ205が有する導電層222bの上面が露出するように絶縁層214に設けられる開口部において、該開口部の底面及び側面に沿うように導電層418a、導電層418b、及び導電層418cの一部が形成される。導電層418a、導電層418b、導電層418cは、それぞれ、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。画素電極は可視光を反射する材料を含み、対向電極は可視光を透過する材料を含む。また、導電層418a、導電層418b、及び導電層418cの別の一部は、絶縁層214上に設けられる。

[0241]

導電層418a、導電層418b、及び導電層418cとして、先の実施の形態に示す導電層117を適用することができる。

[0242]

絶縁層214として、先の実施の形態に示す絶縁層255を参照することができる。

[0243]

導電層418a、導電層418b、及び導電層418c上には、導電層411a、導電層411b、及び導電層411cが設けられる。導電層411a、導電層411b、及び導電層411c上には、発光素子430aが有するEL層416a、発光素子430bが有するEL層416b、及

び発光素子430cが有するEL層416cが設けられる。導電層418aの凹部、導電層418bの凹部、及び導電層418cの凹部にそれぞれ、絶縁層414が設けられる。絶縁層414として、先の実施の形態に示す絶縁層132を参照することができる。

[0244]

導電層411a、導電層411b、導電層411cとして、先の実施の形態に示す画素電極111を適用することができる。

[0245]

発光素子430aと発光素子430bの間であり、絶縁層214上の領域、及び発光素子430bと発光素子430cの間であり、絶縁層214上の領域にはそれぞれ、絶縁層421が設けられている。絶縁層421として、先の実施の形態に示す絶縁層131を参照することができる。

[0246]

発光素子が発する光は、基板452側に射出される。基板452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。

[0247]

トランジスタ201及びトランジスタ205は、いずれも基板451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。

[0248]

基板451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。

[0249]

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。

[0250]

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以上積層して用いてもよい。

[0251]

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400A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400A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400A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400

Aの端部に有機絶縁膜が露出しないようにしてもよい。

[0252]

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。

[0253]

図9Aに示す領域228では、絶縁層214及び絶縁層214上の絶縁層421bの2層積層構造に、開口が形成されている。絶縁層421bは絶縁層421と同じ材料を用いて形成することができる。また、絶縁層421bは例えば、絶縁層421と同じ工程を用いて形成される。開口を覆うように保護層410が形成される。保護層410として無機層を用いることにより、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462に不純物が入り込むことを抑制できる。従って、表示装置400Aの信頼性を高めることができる。

[0254]

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の一方として機能する導電層222a、ソースおよびドレインの他方として機能する導電層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。

[0255]

本実施の形態の表示装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型のトランジスタ、スタガ型のトランジスタ、逆スタガ型のトランジスタ等を用いることができる。また、トップゲート型またはボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャンネルが形成される半導体層の上下にゲートが設けられていてもよい。

[0256]

トランジスタ201及びトランジスタ205には、チャンネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。または、2つのゲートのうち、一方に閾値電圧を制御するための電位を与え、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。

[0257]

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。

[0258]

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、金属酸化物をチャン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。

[0259]

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。

[0260]

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。

[0261]

半導体層がIn-M-Zn酸化物の場合、当該In-M-Zn酸化物におけるInの原子数比はMの原子数比以上であることが好ましい。このようなIn-M-Zn酸化物の金属元素の原子数比として、 $In:M:Zn=1:1:1$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=1:1:1$ 、2またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=2:1:3$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=3:1:2$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=4:2:3$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=4:2:4$ 、1またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=5:1:3$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=5:1:6$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=5:1:7$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=5:1:8$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=6:1:6$ またはその近傍の組成、 $In:M:Zn=5:2:5$ またはその近傍の組成、等が挙げられる。なお、近傍の組成とは、所望の原子数比の±30%の範囲を含む。

[0262]

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

[0263]

回路464が有するトランジスタと、表示部462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464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462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。

[0264]

基板451の、基板452が重ならない領域には、接続部204が設けられている。接続部204では、配線465が導電層466及び接続層242を介してFPC472と電氣的に接続されて

いる。導電層466として、画素電極と同一の導電膜を加工して得られた導電膜、あるいは画素電極と同一の導電膜と光学調整層と同一の導電膜の積層膜を加工して得られた導電膜を用いることができる。接続部204の上面では、導電層466が露出している。これにより、接続部204とFPC472とを接続層242を介して電氣的に接続することができる。

[0265]

基板452の基板451側の面には、遮光層417を設けることが好ましい。また、基板452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452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。

[0266]

発光素子を覆う保護層410を設けることで、発光素子に水などの不純物が入り込むことを抑制し、発光素子の信頼性を高めることができる。

[0267]

表示装置400Aの端部近傍の領域228において、絶縁層214の開口を介して、絶縁層215と保護層410とが互いに接することが好ましい。特に、絶縁層215が有する無機絶縁膜と保護層410が有する無機絶縁膜とが互いに接することが好ましい。これにより、有機絶縁膜を介して外部から表示部462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400Aの信頼性を高めることができる。

[0268]

基板451及び基板452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。発光素子からの光を取り出す側の基板には、該光を透過する材料を用いる。基板451及び基板452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451または基板452として偏光板を用いてもよい。

[0269]

基板451及び基板452としては、それぞれ、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）樹脂、ポリアミド樹脂（ナイロン、アラミド等）、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。基板451及び基板452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。

[0270]

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）。

[0271]

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、30nm以下が好ましく、20nm以下がより好ましく、10nm以下がさらに好ましい。

[0272]

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。

[0273]

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。

[0274]

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。

[0275]

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。

[0276]

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。

[0277]

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、発光素子が有する導電層（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。

[0278]

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。

[0279]

トランジスタ205及びトランジスタ201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、チャンネル形成領域231i及び一対の低抵抗領域231nを有する半導体層、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とチャンネル形成領域231iとの間に位置する。絶縁層225は、導電層223とチャンネル形成領域231iとの間に位置する。

[0280]

導電層222a及び導電層222bは、それぞれ、絶縁層215及び絶縁層225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。

[0281]

図9Bでは、絶縁層225が半導体層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。

[0282]

一方、図9Cに示すトランジスタ209では、絶縁層225は、半導体層231のチャンネル形成領域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9Cに示す構造を作製できる。図9C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222a及び導電層222bがそれぞれ低抵抗領域231nと接続されている。さらに、トランジスタを覆う絶縁層218を設けてもよい。トランジスタ205及びトランジスタ201として、図9Cに示すトランジスタ209の構成を用いることができる。

[0283]

また、発光素子を駆動する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シリコンを有するトランジスタを用いてもよい。シリコンとしては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、非晶質シリコンなどが挙げられる。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)を用いることができる。LTPSトランジスタは、電界効果移動度が高く、周波数特性が良好である。

[0284]

LTPSトランジスタなどのシリコンを用いたトランジスタを適用することで、高周波数で駆動する必要のある回路(例えばソースドライバ回路)を表示部と同一基板上に作り込むことができる。これにより、表示装置に実装される外部回路を簡略化でき、部品コストおよび実装コストを削減することができる。

[0285]

また、画素回路に含まれるトランジスタの少なくとも一に、チャンネルが形成される半導体に金属

酸化物（以下、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、非晶質シリコンと比較して電界効果移動度が極めて高い。また、OSトランジスタは、オフ状態におけるソースドレイン間のリーク電流（以下、オフ電流ともいう）が著しく小さく、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トランジスタを適用することで、表示装置の消費電力を低減することができる。

[0286]

画素回路に含まれるトランジスタの一部に、LTPSトランジスタを用い、他の一部にOSトランジスタを用いることで、消費電力が低く、駆動能力の高い表示装置を実現することができる。また、LTPSトランジスタと、OSトランジスタとを、組み合わせる構成をLTPOと呼称する場合がある。なお、より好適な例としては、配線間の導通、非導通を制御するためのスイッチとして機能するトランジスタなどにOSトランジスタを適用し、電流を制御するトランジスタなどにLTPSトランジスタを適用することが好ましい。

[0287]

例えば、画素回路に設けられるトランジスタの一は、発光素子に流れる電流を制御するためのトランジスタとして機能し、駆動トランジスタとも呼ぶことができる。駆動トランジスタのソース及びドレインの一方は、発光素子の画素電極と電氣的に接続される。当該駆動トランジスタには、LTPSトランジスタを用いることが好ましい。これにより、画素回路において発光素子に流れる電流を大きくできる。

[0288]

一方、画素回路に設けられるトランジスタの他の一は、画素の選択、非選択を制御するためのスイッチとして機能し、選択トランジスタとも呼ぶことができる。選択トランジスタのゲートはゲート線と電氣的に接続され、ソース及びドレインの一方は、ソース線（信号線）と電氣的に接続される。選択トランジスタには、OSトランジスタを適用することが好ましい。これにより、フレーム周波数を著しく小さく（例えば1fps以下）しても、画素の階調を維持することができるため、静止画を表示する際にドライバを停止することで、消費電力を低減することができる。

[0289]

このように本発明の一態様は、高い開口率と、高い精細度と、高い表示品位と、低い消費電力と、を兼ね備えた表示装置を実現することができる。

[0290]

以下では、より具体的な構成例について、図面を参照して説明する。

[0291]

[表示装置の構成例3]

図10Aに、表示装置10のブロック図を示す。表示装置10は、表示部11、駆動回路部12、駆動回路部13などを有する。

[0292]

表示部11は、マトリクス状に配置された複数の画素30を有する。画素30は、副画素21R、副画素21G、及び副画素21Bを有する。副画素21R、副画素21G、及び副画素21Bは、それぞれ表示素子として機能する発光素子を有する。

[0293]

画素30は、配線GL、配線SLR、配線SLG、及び配線SLBと電氣的に接続されている。配線SLR、配線SLG、及び配線SLBは、それぞれ駆動回路部12と電氣的に接続されている。配線GLは、駆動回路部13と電氣的に接続されている。駆動回路部12は、ソース線駆動回路（ソースドライバともいう）として機能し、駆動回路部13は、ゲート線駆動回路（ゲートドライバともいう）として機能する。配線GLは、ゲート線として機能し、配線SLR、配線SLG、及び配線SLBは、それぞれソース線として機能する。

[0294]

副画素21Rは、赤色の光を呈する発光素子を有する。副画素21Gは、緑色の光を呈する発光素子を有する。副画素21Bは、青色の光を呈する発光素子を有する。これにより、表示装置10はフルカラーの表示を行うことができる。なお、画素30は、他の色の光を呈する発光素子を有する副画素を有していてもよい。例えば画素30は、上記3つの副画素に加えて、白色の光を呈する発光素子を有する副画素、または黄色の光を呈する発光素子を有する副画素などを有していてもよい。

[0295]

配線GLは、行方向（配線GLの延伸方向）に配列する副画素21R、副画素21G、及び副画素21Bと電氣的に接続されている。配線SLR、配線SLG、及び配線SLBは、それぞれ、列方向（配線SLR等の延伸方向）に配列する副画素21R、副画素21G、または副画素21Bと電氣的に接続されている。

[0296]

[画素回路の構成例]

図10Bに、上記副画素21R、副画素21G、及び副画素21Bに適用することのできる画素21の回路図の一例を示す。画素21は、トランジスタM1、トランジスタM2、トランジスタM3、容量素子C1、及び発光素子ELを有する。また、画素21には、配線GL及び配線SLが電氣的に接続される。配線SLは、図10Aで示した配線SLR、配線SLG、及び配線SLBのうちのいずれかに対応する。

[0297]

トランジスタM1は、ゲートが配線GLと電氣的に接続され、ソース及びドレインの一方が配線SLと電氣的に接続され、他方が容量素子C1の一方の電極、及びトランジスタM2のゲートと電氣的に接続される。トランジスタM2は、ソース及びドレインの一方が配線ALと電氣的に接続され、ソース及びドレインの他方が発光素子ELの一方の電極、容量素子C1の他方の電極、及びトランジスタM3のソース及びドレインの一方と電氣的に接続される。トランジスタM3は、ゲートが配線GLと電氣的に接続され、ソース及びドレインの他方が配線RLと電氣的に接続される。発光素子ELは、他方の電極が配線CLと電氣的に接続される。

[0298]

トランジスタM1及びトランジスタM3は、スイッチとして機能する。トランジスタM2は、発光素子ELに流れる電流を制御するためのトランジスタとして機能する。例えば、トランジスタM1は選択トランジスタとして機能し、トランジスタM2は、駆動トランジスタとして機能するともいえる。

[0299]

ここで、トランジスタM1乃至トランジスタM3の全てに、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M1及びトランジスタM3にOSトランジスタを適用し、トランジスタM2にLTPTSトランジスタを適用することが好ましい。

[0300]

または、トランジスタM1乃至トランジスタM3のすべてに、OSトランジスタを適用してもよい。このとき、駆動回路部12が有する複数のトランジスタ、及び駆動回路部13が有する複数のトランジスタのうち、一以上にLTPTSトランジスタを適用し、他のトランジスタにOSトランジスタを適用する構成とすることができる。例えば、表示部11に設けられるトランジスタにはOSトランジスタを適用し、駆動回路部12及び駆動回路部13に設けられるトランジスタにはLTPTSトランジスタを適用することもできる。

[0301]

OSトランジスタとしては、チャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を用いたトランジスタを用いることができる。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。特に、OSトランジスタの半導体層として、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。または、インジウム(In)、スズ(Sn)、及び亜鉛(Zn)を含む酸化物を用いることが好ましい。または、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、スズ(Sn)、及び亜鉛(Zn)を含む酸化物を用いることが好ましい。

[0302]

シリコンよりもバンドギャップが広く、かつキャリア密度の小さい酸化物半導体を用いたトランジスタは、極めて小さいオフ電流を実現することができる。そのため、その小さいオフ電流により、トランジスタと直列に接続された容量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。そのため、特に容量素子C1に直列に接続されるトランジスタM1及びトランジスタM3には、それぞれ、酸化物半導体が適用されたトランジスタを用いることが好ましい。トランジスタM1及びトランジスタM3として酸化物半導体を有するトランジスタを適用することで、容量素子C1に保持される電荷が、トランジスタM1またはトランジスタM3を介してリークされることを防ぐことができる。また、容量素子C1に保持される電荷を長期間に亘って保持できるため、画素21のデータを書き換えることなく、静止画を長期間に亘って表示することが可能となる。

[0303]

配線SLには、データ電位Dが与えられる。配線GLには、選択信号が与えられる。当該選択信号には、トランジスタを導通状態とする電位と、非導通状態とする電位が含まれる。

[0304]

配線RLには、リセット電位が与えられる。配線ALには、アノード電位が与えられる。配線CLには、カソード電位が与えられる。画素21において、アノード電位はカソード電位よりも高い電位とする。また、配線RLに与えられるリセット電位は、リセット電位とカソード電位との電位差が、発光素子ELのしきい値電圧よりも小さくなるような電位とすることができる。リセット電位は、カソード電位よりも高い電位、カソード電位と同じ電位、または、カソード電位よりも低い

電位とすることができる。

[0305]

なお、図10B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。

[0306]

また、画素21が有する各トランジスタは、同一基板上に並べて形成されることが好ましい。

[0307]

画素21が有するトランジスタとして、半導体層を介して重なる一对のゲートを有するトランジスタを適用することができる。

[0308]

一对のゲートを有するトランジスタにおいて、一对のゲートが互いに電氣的に接続され、同じ電位が与えられる構成とすることで、トランジスタのオン電流が高まること、及び飽和特性が向上するといった利点がある。また、一对のゲートの一方に、トランジスタのしきい値電圧を制御する電位を与えてもよい。また、一对のゲートの一方に、定電位を与えることで、トランジスタの電気特性の安定性を向上させることができる。例えば、トランジスタの一方のゲートを、定電位が与えられる配線と電氣的に接続する構成としてもよいし、自身のソースまたはドレインと電氣的に接続する構成としてもよい。

[0309]

図10Cに示す画素21は、トランジスタM1及びトランジスタM3に、一对のゲートを有するトランジスタを適用した場合の例である。トランジスタM1及びトランジスタM3は、それぞれ一对のゲートが電氣的に接続されている。このような構成とすることで、画素21へのデータの書き込み期間を短縮することができる。

[0310]

図10Dに示す画素21は、トランジスタM1及びトランジスタM3に加えて、トランジスタM2にも、一对のゲートを有するトランジスタを適用した例である。トランジスタM2は、一对のゲートが電氣的に接続されている。トランジスタM2に、このようなトランジスタを適用することで、飽和特性が向上するため、発光素子ELの発光輝度の制御が容易となり、表示品位を高めることができる。

[0311]

[表示装置の断面構成例]

以下では、上記表示装置に適用することのできるトランジスタ、及び発光素子の構成例について説明する。

[0312]

[構成例1]

図11Aは発光素子330R、発光素子330G（以下、まとめて発光素子330と呼ぶ）、及びトランジスタ310を含む断面図である。

[0313]

トランジスタ310は、半導体層に多結晶シリコンを適用したトランジスタである。図11Aに示す構成は、例えばトランジスタ310が画素21のトランジスタM2に対応し、発光素子330R及び発光素子330Gが、発光素子ELに対応する。すなわち、図11Aは、トランジスタ31

0のソース及びドレインの一方が、発光素子330の画素電極と電氣的に接続されている例である。

[0314]

図11Aにおいて、基板301と基板302との間に、発光素子330R、発光素子330G、及びトランジスタ310が設けられている。

[0315]

トランジスタ310は、半導体層311、絶縁層312、導電層313等を有する。半導体層311は、チャンネル形成領域311i及び低抵抗領域311nを有する。半導体層311は、シリコンを有する。半導体層311は、多結晶シリコンを有することが好ましい。絶縁層312の一部は、ゲート絶縁層として機能する。導電層313の一部は、ゲート電極として機能する。

[0316]

なお、半導体層311は、半導体特性を示す金属酸化物（酸化物半導体ともいう）を含む構成とすることもできる。このとき、トランジスタ310は、OSトランジスタと呼ぶことができる。

[0317]

低抵抗領域311nは、不純物元素を含む領域である。例えばトランジスタ310をnチャンネル型のトランジスタとする場合には、低抵抗領域311nにリンまたはヒ素などを添加すればよい。一方、pチャンネル型のトランジスタとする場合には、低抵抗領域311nにホウ素またはアルミニウムなどを添加すればよい。また、トランジスタ310のしきい値電圧を制御するため、チャンネル形成領域311iに、上述した不純物が添加されていてもよい。

[0318]

基板301上に、絶縁層321が設けられている。半導体層311は、絶縁層321上に設けられている。絶縁層312は、半導体層311及び絶縁層321を覆って設けられている。導電層313は、絶縁層312上の、半導体層311と重なる位置に設けられている。

[0319]

また、導電層313及び絶縁層312を覆って絶縁層322が設けられる。絶縁層322上には、導電層314a及び導電層314bが設けられる。導電層314a及び導電層314bは、絶縁層322及び絶縁層312に設けられた開口部において、低抵抗領域311nと電氣的に接続されている。導電層314aの一部は、ソース電極及びドレイン電極の一方として機能し、導電層314bの一部は、ソース電極及びドレイン電極の他方として機能する。また、導電層314a、導電層314b、及び絶縁層322を覆って、絶縁層323が設けられている。

[0320]

発光素子330Rは、基板301側から、導電層331a、導電層331b、EL層332R、共通層334、及び導電層333を有する。導電層331a及び導電層331bは、画素電極として機能する。導電層331aは、導電層314bと導電層331bとを電氣的に接続する接続電極として機能する。導電層333は、共通電極として機能する。発光素子330Gは、EL層332Rに換えてEL層332Gを有する以外は、発光素子330Rと同様である。

[0321]

導電層331aは、絶縁層323上に設けられ、当該導電層331aは、絶縁層323に設けられた開口において、導電層314bと電氣的に接続されている。また、導電層331aにおいて導電層314bとの接続部に位置する凹部（窪み）を埋めるように、絶縁層361が設けられている。絶縁層361は、有機樹脂材料を含むことが好ましい。また、導電層331a及び絶縁層361を

覆って、導電層 331b が設けられている。導電層 331b は導電層 331a の上面に接して設けられ、これらは電氣的に接続されている。導電層 331b は、反射電極として機能するため、その上面が、可視光に対して反射率が高いことが好ましい。

[0322]

導電層 331b 上には、EL 層 332R または EL 層 332G が設けられる。

[0323]

ここで、EL 層 332R と EL 層 332G の間には、絶縁層 362 及び絶縁層 363 が設けられている。

[0324]

絶縁層 362 は、発光素子 330R が有する EL 層 332R、導電層 331b、及び導電層 331a のそれぞれの側面、発光素子 330G が有する EL 層 332G、導電層 331b、及び導電層 331a のそれぞれの側面、及び、絶縁層 323 の上面に接して設けられている。

[0325]

絶縁層 362 は、U 字状の断面形状を有している。絶縁層 362 の凹部（窪み）を埋めるように、絶縁層 363 が設けられている。絶縁層 363 は、絶縁層 361 と同様、有機樹脂材料を含むことが好ましい。

[0326]

絶縁層 361 と絶縁層 363 には、非感光性の有機樹脂を用いてもよいし、感光性の有機樹脂を用いてもよい。例えば、絶縁層 361 及び絶縁層 363 に用いることのできる材料として、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。

[0327]

また、EL 層 332R、EL 層 332G、絶縁層 362、及び絶縁層 363 を覆って、共通層 334 が設けられ、共通層 334 を覆って導電層 333 が設けられている。また、導電層 333 を覆って絶縁層 335 が設けられている。

[0328]

絶縁層 335 は、発光素子 330R 及び発光素子 330G に水などの不純物が拡散することを抑制するバリア膜として機能する。絶縁層 335 は、少なくとも無機絶縁膜を含むことが好ましい。

[0329]

また、絶縁層 335 上に接着層 325 が設けられ、当該接着層 325 により、基板 301 と基板 302 とが貼り合わされている。

[0330]

ここで、EL 層 332R と、EL 層 332G とは、それぞれメタルマスクを用いることなく形成される。そのため、EL 層 332R と EL 層 332G は、中央と端部とで厚さが概略均一である。さらに、EL 層 332R と、EL 層 332G とは、絶縁層 323 上で互いの側面が対向するように加工されている。一方、例えばメタルマスクを用いた場合には、EL 層 332R 及び EL 層 332R は、端部に近いほど厚さが薄く、その輪郭が不鮮明である傾向があるため、明瞭な側面が形成されないことが多い。

[0331]

EL 層 332R の側面と、EL 層 332G の側面との間の距離は、例えば  $10\ \mu\text{m}$  未満、 $8\ \mu\text{m}$

以下、 $5\ \mu\text{m}$ 以下、 $3\ \mu\text{m}$ 以下、 $2\ \mu\text{m}$ 以下、または $1\ \mu\text{m}$ 以下にまで近づけることができる。

[0332]

EL層332Rは、少なくとも第1の色を呈する発光層を有する構成とすることができる。また、EL層332Gは、少なくとも第1の色と異なる第2の色を呈する発光層を有する構成とすることができる。

[0333]

また、EL層332R及びEL層332Gは、それぞれ少なくとも2以上の発光層が積層された構成とすることができる。このとき、積層した発光層の間に、電荷発生層を設けた構成としてもよい。このとき、EL層332Rが有する電荷発生層と、EL層332Gが有する電荷発生層には、同じ化合物を含む構成とすることが好ましい。

[0334]

また、このとき、EL層332RまたはEL層332Gが有する2つの発光層は、異なる色を呈する発光材料を含む構成とすることができる。このとき、EL層332RとEL層332Gには、同じ発光材料を含む発光層を用いることが好ましい。例えば、複数の発光層がそれぞれ発する光を補色の関係とすることで、白色発光の発光素子を得ることができる。例えば、赤色の光を呈する発光層、青色の光を呈する発光層、及び緑色の光を呈する発光層を積層することで、白色発光を得ることができる。

[0335]

または、EL層332RまたはEL層332Gが有する2つの発光層が、同じ色を呈する発光材料を含む構成とすることができる。特に、2つの発光層が同じ発光材料を含む構成とすることが好ましい。例えば、EL層332Rを赤色の光を呈する発光層を積層した構成とし、EL層332Gを緑色の光を呈する発光層を積層した構成とすることができる。

[0336]

[構成例2]

図11Bには、一対のゲート電極を有するトランジスタ310aを示す。図11Bに示すトランジスタ310aは、導電層315、及び絶縁層316を有する点で、図11Aに示すトランジスタ310と主に相違している。

[0337]

導電層315は、絶縁層321上に設けられている。また、導電層315及び絶縁層321を覆って、絶縁層316が設けられている。半導体層311は、少なくともチャンネル形成領域311iが、絶縁層316を介して導電層315と重なるように設けられている。

[0338]

図11Bに示すトランジスタ310aにおいて、導電層313の一部が第1のゲート電極として機能し、導電層315の一部が第2のゲート電極として機能する。またこのとき、絶縁層312の一部が第1のゲート絶縁層として機能し、絶縁層316の一部が第2のゲート絶縁層として機能する。

[0339]

ここで、第1のゲート電極と、第2のゲート電極とを電氣的に接続する場合、図示しない領域において、絶縁層312及び絶縁層316に設けられた開口部を介して導電層313と導電層315とを電氣的に接続すればよい。また、第2のゲート電極と、ソースまたはドレインとを電氣的に接

続する場合、図示しない領域において、絶縁層 3 2 2、絶縁層 3 1 2、及び絶縁層 3 1 6 に設けられた開口部を介して、導電層 3 1 4 a または導電層 3 1 4 b と、導電層 3 1 5 とを電氣的に接続すればよい。

[0 3 4 0]

画素 2 1 を構成するトランジスタの全てに、LTPS トランジスタを適用する場合、図 1 1 A で例示したトランジスタ 3 1 0、または図 1 1 B で例示したトランジスタ 3 1 0 a を適用することができる。このとき、画素 2 1 を構成する全てのトランジスタに、トランジスタ 3 1 0 a を用いてもよいし、全てのトランジスタにトランジスタ 3 1 0 を適用してもよいし、トランジスタ 3 1 0 a と、トランジスタ 3 1 0 とを組み合わせて用いてもよい。

[0 3 4 1]

[構成例 3]

以下では、半導体層にシリコンが適用されたトランジスタと、半導体層に金属酸化物が適用されたトランジスタの両方を有する構成の例について説明する。

[0 3 4 2]

図 1 2 A に、トランジスタ 3 1 0 a、トランジスタ 3 5 0、発光素子 3 3 0 R、及び発光素子 3 3 0 G を含む、断面概略図を示している。

[0 3 4 3]

トランジスタ 3 1 0 a と発光素子 3 3 0 R、発光素子 3 3 0 G については、上記構成例 1 及び構成例 2 を援用できる。

[0 3 4 4]

トランジスタ 3 5 0 は、半導体層に金属酸化物を適用したトランジスタである。図 1 2 A に示す構成は、例えばトランジスタ 3 5 0 が画素 2 1 のトランジスタ M1 に対応する例である。すなわち、図 1 2 A は、トランジスタ 3 1 0 a のソース及びドレインの一方が、発光素子 3 3 0 R または発光素子 3 3 0 G の導電層 3 3 1 a と電氣的に接続されている例である。

[0 3 4 5]

また、図 1 2 A には、トランジスタ 3 5 0 が一対のゲートを有する例を示している。

[0 3 4 6]

トランジスタ 3 5 0 は、導電層 3 5 5、絶縁層 3 2 2、半導体層 3 5 1、絶縁層 3 5 2、導電層 3 5 3 等を有する。導電層 3 5 3 の一部は、トランジスタ 3 5 0 の第 1 のゲートとして機能し、導電層 3 5 5 の一部は、トランジスタ 3 5 0 の第 2 のゲートとして機能する。このとき、絶縁層 3 5 2 の一部はトランジスタ 3 5 0 の第 1 のゲート絶縁層として機能し、絶縁層 3 2 2 の一部は、トランジスタ 3 5 0 の第 2 のゲート絶縁層として機能する。

[0 3 4 7]

導電層 3 5 5 は、絶縁層 3 1 2 上に設けられている。絶縁層 3 2 2 は、導電層 3 5 5 を覆って設けられている。半導体層 3 5 1 は、絶縁層 3 2 2 上に設けられている。絶縁層 3 5 2 は、半導体層 3 5 1 及び絶縁層 3 2 2 を覆って設けられている。導電層 3 5 3 は、絶縁層 3 5 2 上に設けられ、半導体層 3 5 1 及び導電層 3 5 5 と重なる領域を有する。

[0 3 4 8]

また、絶縁層 3 2 6 が絶縁層 3 5 2 及び導電層 3 5 3 を覆って設けられている。絶縁層 3 2 6 上には、導電層 3 5 4 a 及び導電層 3 5 4 b が設けられる。導電層 3 5 4 a 及び導電層 3 5 4 b は、

絶縁層 3 2 6 及び絶縁層 3 5 2 に設けられた開口部において、半導体層 3 5 1 と電氣的に接続されている。導電層 3 5 4 a の一部は、ソース電極及びドレイン電極の一方として機能し、導電層 3 5 4 b の一部は、ソース電極及びドレイン電極の他方として機能する。また、導電層 3 5 4 a、導電層 3 5 4 b、及び絶縁層 3 2 6 を覆って、絶縁層 3 2 3 が設けられている。

[0349]

ここで、トランジスタ 3 1 0 a と電氣的に接続する導電層 3 1 4 a 及び導電層 3 1 4 b は、導電層 3 5 4 a 及び導電層 3 5 4 b と、同一の導電膜を加工して形成することが好ましい。図 1 2 A では、導電層 3 1 4 a、導電層 3 1 4 b、導電層 3 5 4 a、及び導電層 3 5 4 b が、同一面上に（すなわち絶縁層 3 2 6 の上面に接して）形成され、且つ、同一の金属元素を含む構成を示している。このとき、導電層 3 1 4 a 及び導電層 3 1 4 b は、絶縁層 3 2 6、絶縁層 3 5 2、絶縁層 3 2 2、及び絶縁層 3 1 2 に設けられた開口を介して、低抵抗領域 3 1 1 n と電氣的に接続する。これにより、作製工程を簡略化できるため好ましい。

[0350]

また、トランジスタ 3 1 0 a の第 1 のゲート電極として機能する導電層 3 1 3 と、トランジスタ 3 5 0 の第 2 のゲート電極として機能する導電層 3 5 5 とは、同一の導電膜を加工して形成することが好ましい。図 1 2 A では、導電層 3 1 3 と導電層 3 5 5 とが、同一面上に（すなわち絶縁層 3 1 2 の上面に接して）形成され、且つ、同一の金属元素を含む構成を示している。これにより、作製工程を簡略化できるため好ましい。

[0351]

図 1 2 A では、トランジスタ 3 5 0 の第 1 のゲート絶縁層として機能する絶縁層 3 5 2 が、半導体層 3 5 1 の端部を覆う構成としたが、図 1 2 B に示すトランジスタ 3 5 0 a のように、絶縁層 3 5 2 が、導電層 3 5 3 と上面形状が概略一致するように加工されていてもよい。

[0352]

なお、本明細書等において「上面形状が概略一致」とは、積層した層と層との間で少なくとも輪郭の一部が重なることをいう。例えば、上層と下層とが、同一のマスクパターン、または一部が同一のマスクパターンにより加工された場合を含む。ただし、厳密には輪郭が重なり合わず、上層が下層の内側に位置すること、または上層が下層の外側に位置することもあり、これらの場合も「上面形状が概略一致」という。

[0353]

〔構成例 4〕

図 1 3 には、上記とは異なる構成を有する構成例について説明する。図 1 3 に示す表示装置は、トランジスタ 3 1 0 a とトランジスタ 3 5 0 とが交換されている点などが、主に相違している。

[0354]

図 1 3 では、トランジスタ 3 5 0 が画素電極と電氣的に接続されている。すなわち、トランジスタ 3 5 0 が画素 2 1 におけるトランジスタ M 2 に対応する例である。このとき、トランジスタ 3 1 0 a は、トランジスタ M 1、トランジスタ M 3、またはその他のトランジスタに対応する。

[0355]

このような構成とすることで、高い開口率と、高い精細度と、高い表示品位と、低い消費電力と、を兼ね備えた表示装置を実現することができる。

[0356]

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

[0357]

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0358]

(実施の形態3)

本実施の形態では、上記とは異なる表示装置の構成例について説明する。

[0359]

本実施の形態の表示装置は、高精細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、腕時計型、ブレスレット型などの情報端末機（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向け機器など、頭部に装着可能なウェアラブル機器の表示部に用いることができる。

[0360]

[表示モジュール]

図14Aに、表示モジュール280の斜視図を示す。表示モジュール280は、表示装置400Cと、FPC290と、を有する。

[0361]

表示モジュール280は、基板291及び基板292を有する。表示モジュール280は、表示部281を有する。表示部281は、表示モジュール280における画像を表示する領域であり、後述する画素部284に設けられる各画素からの光を視認できる領域である。

[0362]

図14Bに、基板291側の構成を模式的に示した斜視図を示している。基板291上には、回路部282と、回路部282上の画素回路部283と、画素回路部283上の画素部284と、が積層されている。また、基板291上の画素部284と重ならない部分に、FPC290と接続するための端子部285が設けられている。端子部285と回路部282とは、複数の配線により構成される配線部286により電氣的に接続されている。

[0363]

画素部284は、周期的に配列した複数の画素284aを有する。図14Bの右側に、1つの画素284aの拡大図を示している。画素284aは、発光色が互いに異なる発光素子430a、430b、430cを有する。複数の発光素子は、図14Bに示すようにストライプ配列で配置することが好ましい。ストライプ配列を用いることにより、本発明の一態様の発光素子を高密度に画素回路を配列することが出来るため、高精細な表示装置を提供できる。また、デルタ配列、ペンタイル配列など様々な配列方法を適用することができる。

[0364]

画素回路部283は、周期的に配列した複数の画素回路283aを有する。

[0365]

1つの画素回路283aは、1つの画素284aが有する3つの発光素子の発光を制御する回路である。1つの画素回路283aは、1つの発光素子の発光を制御する回路が3つ設けられる構成としてもよい。例えば、画素回路283aは、1つの発光素子につき、1つの選択トランジスタと、

1つの電流制御用トランジスタ（駆動トランジスタ）と、容量素子と、を少なくとも有する構成とすることができる。このとき、選択トランジスタのゲートにはゲート信号が、ソースまたはドレインの一方にはソース信号が、それぞれ入力される。これにより、アクティブマトリクス型の表示装置が実現されている。

[0366]

回路部282は、画素回路部283の各画素回路283aを駆動する回路を有する。例えば、ゲート線駆動回路、及び、ソース線駆動回路の一方または双方を有することが好ましい。このほか、演算回路、メモリ回路、及び電源回路等の少なくとも一つを有していてもよい。

[0367]

FPC290は、外部から回路部282にビデオ信号または電源電位等を供給するための配線として機能する。また、FPC290上にICが実装されていてもよい。

[0368]

表示モジュール280は、画素部284の下側に画素回路部283及び回路部282の一方または双方が積層された構成とすることができるため、表示部281の開口率（有効表示面積比）を極めて高くすることができる。例えば表示部281の開口率は、40%以上100%未満、好ましくは50%以上95%以下、より好ましくは60%以上95%以下とすることができる。また、画素284aを極めて高密度に配置することが可能で、表示部281の精細度を極めて高くすることができる。例えば、表示部281には、2000ppi以上、好ましくは3000ppi以上、より好ましくは5000ppi以上、さらに好ましくは6000ppi以上であって、20000ppi以下、または30000ppi以下の精細度で、画素284aが配置されることが好ましい。

[0369]

このような表示モジュール280は、極めて高精細であることから、ヘッドマウントディスプレイなどのVR向け機器、またはメガネ型のAR向け機器に好適に用いることができる。例えば、レンズを通して表示モジュール280の表示部を視認する構成の場合であっても、表示モジュール280は極めて高精細な表示部281を有するためにレンズで表示部を拡大しても画素が視認されず、没入感の高い表示を行うことができる。また、表示モジュール280はこれに限られず、比較的小型の表示部を有する電子機器に好適に用いることができる。例えば腕時計などの装着型の電子機器の表示部に好適に用いることができる。

[0370]

図1Aに示す画素103には、ストライプ配列が適用されている。図1Aに示す画素103は、副画素R、G、Bの、3つの副画素から構成される。副画素R、G、Bは、それぞれ異なる色の光を発する発光デバイスを有する。例えば、副画素R、G、Bは、それぞれ、赤色、緑色、青色の副画素とすることができる。

[0371]

図15Aに示す画素103には、Sストライプ配列が適用されている。図15Aに示す画素103は、副画素R、G、Bの、3つの副画素から構成される。

[0372]

図15Bに示す画素103は、角が丸い略台形の上面形状を有する副画素Gと、角が丸い略三角形の上面形状を有する副画素Rと、角が丸い略四角形または略六角形の上面形状を有する副画素Bと、を有する。また、副画素Gは、副画素Rよりも発光面積が広い。このように、各副画素の形状

及びサイズはそれぞれ独立に決定することができる。例えば、信頼性の高い発光デバイスを有する副画素ほど、サイズを小さくすることができる。例えば、副画素Rを赤色の副画素とし、副画素Gを緑色の副画素とし、副画素Bを青色の副画素としてもよい。

[0373]

図15Cに示す画素125a、125bには、ペンタイル配列が適用されている。図15Cでは、副画素R及び副画素Gを有する画素125aと、副画素G及び副画素Bを有する画素125bと、が交互に配置されている例を示す。例えば、副画素Rを赤色の副画素とし、副画素Gを緑色の副画素とし、副画素Bを青色の副画素としてもよい。

[0374]

図15D及び図15Eに示す画素125a、125bは、デルタ配列が適用されている。画素125aは上の行（1行目）に、2つの副画素（副画素R、G）を有し、下の行（2行目）に、1つの副画素（副画素B）を有する。画素125bは上の行（1行目）に、1つの副画素（副画素B）を有し、下の行（2行目）に、2つの副画素（副画素R、G）を有する。

[0375]

図15Dは、各副画素が、角が丸い略四角形の上面形状を有する例であり、図15Eは、各副画素が、円形の上面形状を有する例である。

[0376]

フォトリソグラフィ法では、加工するパターンが微細になるほど、光の回折の影響を無視できなくなるため、露光によりフォトマスクのパターンを転写する際に忠実性が損なわれ、レジストマスクを所望の形状に加工することが困難になる。そのため、フォトマスクのパターンが矩形であっても、角が丸まったパターンが形成されやすい。したがって、副画素の上面形状が、多角形の角が丸い形状、楕円形、または円形などになることがある。

[0377]

さらに、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、レジストマスクを用いてEL層を島状に加工する。EL層上に形成したレジスト膜は、EL層の耐熱温度よりも低い温度で硬化する必要がある。そのため、EL層の材料の耐熱温度及びレジスト材料の硬化温度によっては、レジスト膜の硬化が不十分になる場合がある。硬化が不十分なレジスト膜は、加工時に所望の形状から離れた形状をとることがある。その結果、EL層の上面形状が、多角形の角が丸い形状、楕円形、または円形などになることがある。例えば、上面形状が正方形のレジストマスクを形成しようとした場合に、円形の上面形状のレジストマスクが形成され、EL層の上面形状が円形になることがある。

[0378]

なお、EL層の上面形状を所望の形状とするために、設計パターンと、転写パターンとが、一致するように、あらかじめマスクパターンを補正する技術（OPC（Optical Proximity Correction：光近接効果補正）技術）を用いてもよい。具体的には、OPC技術では、マスクパターン上の図形コーナー部などに補正用のパターンを追加する。

[0379]

図16A乃至図16Cに示す画素103は、ストライプ配列が適用されている。図16A乃至図16Cに示す画素103は、副画素R、G、B、Wの、4つの副画素から構成される。副画素R、G、B、Wは、それぞれ異なる色の光を発する発光デバイスを有する。例えば、副画素R、G、B、Wは、それぞれ、赤色、緑色、青色、白色の副画素とすることができる。

[0380]

図16Aは、各副画素が、長方形の上面形状を有する例であり、図16Bは、各副画素が、2つの半円と長方形をつなげた上面形状を有する例であり、図16Cは、各副画素が、楕円形の上面形状を有する例である。

[0381]

図16D乃至図16Fに示す画素103は、マトリクス配列が適用されている。図16D乃至図16Fに示す画素103は、副画素R、G、B、Wの、4つの副画素から構成される。

[0382]

図16Dは、各副画素が、正方形の上面形状を有する例であり、図16Eは、各副画素が、角が丸い略正方形の上面形状を有する例であり、図16Fは、各副画素が、円形の上面形状を有する例である。図16Gは、上の行（1行目）に副画素R、G、Bを有し、下の行（2行目）に、3つの副画素Wを有する。言い換えると、図16Gは、左の列（1列目）に、副画素R及び副画素Wを有し、中央の列（2列目）に副画素G及び副画素Wを有し、右の列（3列目）に副画素B及び副画素Wを有する。

[0383]

本発明の一態様の表示装置を備える電子機器は、副画素（W）を用いたフラッシュライト機能、及び、副画素（W）を用いた照明機能の一方または双方を有することができる。

[0384]

ここで、副画素（W）が発する白色の光は、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、白色の光を、電球色（例えば2500K以上3250K未満）、または温白色（例えば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。

[0385]

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。

[0386]

例えば、電子機器50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17Aに示すように、夜間でも電子機器50で画像を撮影することができる。ここで、電子機器50の表示装置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50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50から射出される光の色温度を、白色（例えば3800K以上4500K未満）、昼白色（例えば4500K以上5500K未満）、あるいは昼光色（例えば5500K以上7100K未満）とすればよい。

[0387]

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、表示装置が有する受光デバイスで被写体周囲の明るさを検知することで、副画素が有する発光デバイスが射出する光を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50は、露出計としての機能を有するともいえる。

[0388]

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17Bに示すように、暴漢に向けて電子機器50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50の表示装置は面光源であるため、表示装置の向きが多少ずれていても、表示装置の発光を暴漢の視野に入れることができる。

[0389]

なお、図17Bに示すように、電子機器50の表示装置を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17Aに示す夜間撮影時よりも、輝度を大きくすることが好ましい。また、表示装置を複数回、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50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声を発してもよい。暴漢の顔の近くで音声を発することで、光だけでなく音声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。

[0390]

また、副画素Wが有する発光デバイスの発光の演色性を高める場合、当該発光デバイス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。

[0391]

例えば、図17Cに示すように、演色性の高い発光が可能な電子機器50を読書灯などに用いてもよい。図17Cでは、電子機器50を、支持体52を用いて机54に固定している。このような支持体52を用いることで、電子機器50を読書灯として利用することができる。電子機器50の表示装置は面光源として機能するため、対象（図17C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。これにより、対象の視認性が向上し、対象が見やすくなる。また、白色発光の発光デバイス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50の使用者の眼精疲労などを軽減することができる。

[0392]

なお、支持体52の構成は、図17C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がるように、適宜アーム、または可動部などを設ければよい。また、図17Cにおいて、支持体52は、電子機器50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。

[0393]

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。

[0394]

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。

[0395]

(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が、受光デバイス等を有する例について説明する。

[0396]

本実施の形態の表示装置において、画素は、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、複数種有する構成とすることができる。例えば、画素は、副画素を3種類有する構成とすることができる。当該3つの副画素としては、赤色(R)、緑色(G)、青色(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。または、画素は副画素を4種類有する構成とすることができる。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。

[0397]

副画素の配列に特に限定はなく、様々な方法を適用することができる。副画素の配列としては、例えば、ストライプ配列、Sストライプ配列、マトリクス配列、デルタ配列、ベイヤー配列、ペンタイル配列などが挙げられる。

[0398]

また、副画素の上面形状としては、例えば、三角形、四角形(長方形、正方形を含む)、五角形などの多角形、これら多角形の角が丸い形状、楕円形、または円形などが挙げられる。ここで、副画素の上面形状は、発光デバイスの発光領域の上面形状に相当する。

[0399]

本発明の一態様の表示装置は、画素に、受光デバイス(受光素子ともいう)を有していてもよい。

[0400]

画素に、発光デバイス及び受光デバイスを有する表示装置では、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。

[0401]

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。

[0402]

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。

[0403]

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。

[0404]

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。

[0405]

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。

[0406]

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。

[0407]

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。

[0408]

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。

[0409]

図18A及び図18Bに示す画素は、副画素G、副画素B、副画素R、及び、副画素PSを有する。

[0410]

図18Aに示す画素には、ストライプ配列が適用されている。図18Bに示す画素には、マトリクス配列が適用されている。

[0411]

図18C及び図18Dに示す画素は、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。

[0412]

図18C及び図18Dでは、1つの画素が、2行3列にわたって設けられている例を示す。上の行（1行目）には、3つの副画素（副画素G、副画素B、副画素R）が設けられている。図18Cでは、下の行（2行目）に、3つの副画素（1つの副画素PSと、2つの副画素IRS）が設けられている。一方、図18Dでは、下の行（2行目）に、2つの副画素（1つの副画素PSと、1つの副画素IRS）が設けられている。なお、副画素のレイアウトは図18A乃至図18Dの構成に

限られない。

[0413]

副画素Rは、赤色の光を発する発光デバイスを有する。副画素Gは、緑色の光を発する発光デバイスを有する。副画素Bは、青色の光を発する発光デバイスを有する。

[0414]

副画素PSと副画素IRSは、それぞれ受光デバイスを有する。副画素PSと副画素IRSが検出する光の波長は特に限定されない。

[0415]

副画素PSの受光面積は、副画素IRSの受光面積よりも小さい。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PSを用いることで、副画素IRSを用いる場合に比べて、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PS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。

[0416]

副画素PSが有する受光デバイスは、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、副画素PSが有する受光デバイスは、赤外光を検出してもよい。

[0417]

また、副画素IRS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。副画素IRS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、副画素IRS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。

[0418]

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0.1mm以上300mm以下、好ましくは3mm以上50mm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接触せ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）に直接接触せずに、表示装置を操作することが可能となる。

[0419]

1つの画素に、2種類の受光デバイスを搭載することで、表示機能に加えて、2つの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。

[0420]

なお、高精細な撮像を行うため、副画素PS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。一方で、タッチセンサまたはニアタッチセンサなどに用いる副画素IRSは、副

画素 P S 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。表示装置が有する副画素 I R S の数を、副画素 P S 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。

[0421]

ここで、副画素 P S 及び副画素 I R S に用いることのできる受光デバイスの構成について説明する。

[0422]

受光デバイスは、一对の電極間に少なくとも光電変換層として機能する活性層を有する。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。

[0423]

受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。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。

[0424]

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。

[0425]

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が同一である場合もある。例えば、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。

[0426]

受光デバイスが有する活性層は、半導体を含む。当該半導体としては、シリコンなどの無機半導体、及び、有機化合物を含む有機半導体が挙げられる。本実施の形態では、活性層が有する半導体として、有機半導体を用いる例を示す。有機半導体を用いることで、発光層と、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。

[0427]

活性層が有する n 型半導体の材料としては、フラーレン（例えば C<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>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  $\pi$  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、 $\pi$  電子が大きく広がっているにも関わらず、電子受容性が高くなる。電子受容性が高いと、電荷分離を高速に効率よく起こすため、受光デバイスとして有益である。C<sub>60</sub>、C<sub>70</sub>ともに可視光領域に広い吸収帯を有しており、特にC<sub>70</sub>はC<sub>60</sub>に比べて  $\pi$  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-butyrac acid methyl ester（略称：PC70BM）、[6, 6]-Phenyl-C61-butyrac acid methyl ester（略称：PC60BM）、1', 1'', 4', 4''-Tetrahydro-di[1, 4]methanonaphthaleno[1, 2:2', 3', 5, 6:2'', 3''] [5, 6] fullerene-C60（略称：ICBA）などが挙げられる。

[0428]

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。

[0429]

活性層が有する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（Tetra phenyldibenzoperiflanthene；DBP）、亜鉛フタロシアニン（Zinc Phthalocyanine；ZnPc）、スズフタロシアニン（SnPc）、キナクリドン等の電子供与性の有機半導体材料が挙げられる。

[0430]

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。

[0431]

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。

[0432]

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いため、キャリア輸送性を高めることができる。

[0433]

例えば、活性層は、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。

[0434]

受光デバイスは、活性層以外の層として、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、上記に限られず、正孔注入性の高い物質、正孔ブロック材料、電子注入性の高い材料、電子ブロック材料などを含む層をさらに有していてもよい。

[0435]

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。

[0436]

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）（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。

[0437]

また、活性層に、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、PBDB-T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、PBDB-TまたはPBDB-T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。

[0438]

また、活性層には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。

[0439]

以上が、受光デバイスについての説明である。

[0440]

図18Aに示す一点鎖線D1-D2に対応する断面の構成例を図19Aに示す。

[0441]

先の実施の形態に示す発光素子110の構成において、EL層を、受光素子に適用可能な活性層に置き換えることにより、受光素子を構成することができる。

[0442]

図18Aおよび図19Aには、副画素Rが有する発光素子（発光デバイス）として発光素子110Rを用い、副画素PSが有する受光素子（受光デバイス）として、可視光を検出する機能を有する受光素子110PSを用いる例を示す。受光素子110PSは、先の実施の形態に示す発光素子110の構成において、EL層112を、可視光を検出する機能を有する受光素子に適用可能な活性層112PSに置き換えた構成である。受光素子110PSは、導電層117PSと、導電層117PS上の絶縁層132と、導電層117PS上及び絶縁層132上の画素電極111PSと、画素電極111PS上の活性層112PSと、を有する。また、共通電極113は、活性層112PS上に設けられる。共通電極113と活性層112PSとの間に共通層114が設けられてもよい。なお導電層117PSは、絶縁層255上、及び絶縁層255の開口部内に設けられる。導電層117PSは、半導体回路401に設けられる導電層241（ここでは導電層241PS）と電気的に接続される。

[0443]

図19Bに、受光デバイスを有する副画素の画素回路の一例を示し、図19Cに、発光デバイスを有する副画素の画素回路の一例を示す。

[0444]

図19Bに示す画素回路PIX1は、受光デバイスPD、トランジスタM11、トランジスタM12、トランジスタM13、トランジスタM14、及び容量素子C2を有する。ここでは、受光デバイスPDとして、フォトダイオードを用いた例を示している。

[0445]

受光デバイスPDは、カソードが配線V1と電気的に接続し、アノードがトランジスタM11のソースまたはドレインの一方と電気的に接続する。トランジスタM11は、ゲートが配線TXと電気的に接続し、ソースまたはドレインの他方が容量素子C2の一方の電極、トランジスタM12のソースまたはドレインの一方、及びトランジスタM13のゲートと電気的に接続する。トランジスタM12は、ゲートが配線RESと電気的に接続し、ソースまたはドレインの他方が配線V2と電気的に接続する。トランジスタM13は、ソースまたはドレインの一方が配線V3と電気的に接続し、ソースまたはドレインの他方がトランジスタM14のソースまたはドレインの一方と電気的に接続する。トランジスタM14は、ゲートが配線SEと電気的に接続し、ソースまたはドレインの他方が配線OUT1と電気的に接続する。

[0446]

配線V1、配線V2、及び配線V3には、それぞれ定電位が供給される。受光デバイスPDを逆バイアスで駆動させる場合には、配線V2に、配線V1の電位よりも低い電位を供給する。トランジスタM12は、配線RESに供給される信号により制御され、トランジスタM13のゲートに接続するノードの電位を、配線V2に供給される電位にリセットする機能を有する。トランジスタM11は、配線TXに供給される信号により制御され、受光デバイスPDに流れる電流に応じて上記ノードの電位が変化するタイミングを制御する機能を有する。トランジスタM13は、上記ノードの電位に応じた出力を行う増幅トランジスタとして機能する。トランジスタM14は、配線SEに供給される信号により制御され、上記ノードの電位に応じた出力を配線OUT1に接続する外部回路で読み出すための選択トランジスタとして機能する。

[0447]

図19Cに示す画素回路PIX2は、発光デバイスEL、トランジスタM15、トランジスタM16、トランジスタM17、及び容量素子C3を有する。ここでは、発光デバイスELとして、発光ダイオードを用いた例を示している。特に、発光デバイスELとして、有機EL素子を用いることが好ましい。

[0448]

トランジスタM15は、ゲートが配線VGと電氣的に接続し、ソースまたはドレインの一方が配線VSと電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方が、容量素子C3の一方の電極、及びトランジスタM16のゲートと電氣的に接続する。トランジスタM16のソースまたはドレインの一方は配線V4と電氣的に接続し、他方は、発光デバイスELのアノード、及びトランジスタM17のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続する。トランジスタM17は、ゲートが配線MSと電氣的に接続し、ソースまたはドレインの他方が配線OUT2と電氣的に接続する。発光デバイスELのカソードは、配線V5と電氣的に接続する。

[0449]

配線V4及び配線V5には、それぞれ定電位が供給される。発光デバイスELのアノード側を高電位に、カソード側をアノード側よりも低電位にすることができる。トランジスタM15は、配線VGに供給される信号により制御され、画素回路PIX2の選択状態を制御するための選択トランジスタとして機能する。また、トランジスタM16は、ゲートに供給される電位に応じて発光デバイスELに流れる電流を制御する駆動トランジスタとして機能する。トランジスタM15が導通状態のとき、配線VSに供給される電位がトランジスタM16のゲートに供給され、その電位に応じて発光デバイスELの発光輝度を制御することができる。トランジスタM17は配線MSに供給される信号により制御され、トランジスタM16と発光デバイスELとの間の電位を、配線OUT2を介して外部に出力する機能を有する。

[0450]

なお、本実施の形態の表示パネルでは、発光デバイスをパルス状に発光させることで、画像を表示してもよい。発光デバイスの駆動時間を短縮することで、表示パネルの消費電力の低減、及び、発熱の抑制を図ることができる。特に、有機EL素子は周波数特性が優れているため、好適である。周波数は、例えば、1kHz以上100MHz以下とすることができる。

[0451]

ここで、画素回路PIX1が有するトランジスタM11、トランジスタM12、トランジスタM13、及びトランジスタM14、並びに、画素回路PIX2が有するトランジスタM15、トランジスタM16、及びトランジスタM17には、それぞれ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）を用いたトランジスタを適用することが好ましい。

[0452]

シリコンよりもバンドギャップが広く、かつキャリア密度の小さい金属酸化物を用いたトランジスタは、極めて小さいオフ電流を実現することができる。そのため、その小さいオフ電流により、トランジスタと直列に接続された容量素子に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。そのため、特に容量素子C2または容量素子C3に直列に接続されるトランジスタM11、トランジスタM12、及びトランジスタM15には、酸化物半導体が適用されたトランジスタを用いることが好ましい。また、これ以外のトランジスタも同様に酸化物半導体を適用したトランジスタを用いることで、作製コストを低減することができる。

[0453]

また、トランジスタM11乃至トランジスタM17に、チャンネルが形成される半導体にシリコンを適用したトランジスタを用いることもできる。特に単結晶シリコンまたは多結晶シリコンなどの結晶性の高いシリコンを用いることで、高い電界効果移動度を実現することができ、より高速な動作が可能となるため好ましい。

[0454]

また、トランジスタM11乃至トランジスタM17のうち、一以上に酸化物半導体を適用したトランジスタを用い、それ以外にシリコンを適用したトランジスタを用いる構成としてもよい。

[0455]

なお、図19B、図19Cにおいて、トランジスタをnチャンネル型のトランジスタとして表記しているが、pチャンネル型のトランジスタを用いることもできる。

[0456]

画素回路PIX1が有するトランジスタと画素回路PIX2が有するトランジスタは、同一基板上に並べて形成されることが好ましい。特に、画素回路PIX1が有するトランジスタと画素回路PIX2が有するトランジスタとを1つの領域内に混在させて周期的に配列する構成とすることが好ましい。

[0457]

また、受光デバイスPDまたは発光デバイスELと重なる位置に、トランジスタ及び容量素子の一方又は双方を有する層を1つまたは複数設けることが好ましい。これにより、各画素回路の実効的な占有面積を小さくでき、高精細な受光部または表示部を実現できる。

[0458]

以上のように、本実施の形態の表示装置は、1つの画素に、2種類の受光デバイスを搭載することで、表示機能に加えて、2つの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、高精細な撮像機能と、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と、を実現することができる。また、2種類の受光デバイスを搭載した画素と、別の構成の画素と、を組み合わせることで、表示装置の機能をさらに増やすことができる。例えば、赤外光を発する発光デバイス、または、各種センサデバイスなどを有する画素を用いることができる。

[0459]

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。

[0460]

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置に用いることができる発光デバイスについて説明する。

[0461]

<発光デバイスの構成例>

図20Aに示すように、発光デバイスは、一对の電極（下部電極772、上部電極788）の間に、EL層786を有する。EL層786は、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）およ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) およ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。

[0462]

一対の電極間に設けられた層4420、発光層4411および層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20Aの構成をシングル構造と呼ぶ。

[0463]

また、図20Bは、図20A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20Bに示す発光デバイスは、下部電極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上の上部電極788と、を有する。例えば、下部電極772を陽極とし、上部電極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、下部電極772を陰極とし、上部電極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。

[0464]

なお、図20C、図20D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。

[0465]

また、図20E、図20Fに示すように、複数の発光ユニット (EL層786a、EL層786b) が中間層 (電荷発生層) 4440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、本明細書等においては、図20E、図20Fに示すような構成を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。

[0466]

図20Cにおいて、発光層4411、発光層4412、及び発光層4413に、同じ色の光を発する発光材料を用いてもよい。

[0467]

また、発光層4411、発光層4412、及び発光層4413に、異なる発光材料を用いてもよい。発光層4411、発光層4412、及び発光層4413がそれぞれ発する光が補色の関係である場合、白色発光が得られる。図20Dでは、カラーフィルタとして機能する着色層785を設ける例を示している。白色光がカラーフィルタを透過することで、所望の色の光を得ることができる。

[0468]

また、図20Eにおいて、発光層4411と、発光層4412とに、同じ発光材料を用いてもよい。または、発光層4411と、発光層4412とに、異なる色の光を発する発光材料を用いてもよい。発光層4411が発する光と、発光層4412が発する光が補色の関係である場合、白色発光が得られる。図20Fには、さらに着色層785を設ける例を示している。

[0469]

なお、図20C、図20D、図20E、図20Fにおいても、図20Bに示すように、層442

0と、層4430とは、2層以上の層からなる積層構造としてもよい。

[0470]

発光デバイスごとに、発光層（ここでは青（B）、緑（G）、および赤（R））を作り分ける構造をSBS（Side By Side）構造と呼ぶ場合がある。

[0471]

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。

[0472]

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。

[0473]

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以上含むことが好ましい。または、発光物質を2以上有し、それぞれの発光物質の発光は、R、G、Bのうち2以上の色のスペクトル成分を含むことが好ましい。

[0474]

ここで、発光デバイスの具体的な構成例について説明する。

[0475]

発光デバイスは少なくとも発光層を有する。また、発光デバイスは、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、電子ブロック材料、電子注入性の高い物質、またはバイポーラ性の物質（電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質）等を含む層をさらに有していてもよい。

[0476]

発光デバイスには低分子系化合物及び高分子系化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物を含んでいてもよい。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。

[0477]

例えば、発光デバイスは、発光層の他に正孔注入層、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1層以上を有する構成とすることができる。

[0478]

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。

[0479]

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。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、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 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、 $\pi$  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。

[0480]

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。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  $\pi$  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。

[0481]

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。

[0482]

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 ( $\text{LiF}$ )、フッ化セシウム ( $\text{CsF}$ )、フッ化カルシウム ( $\text{CaF}_2$ )、8-（キノリノラト）リチウム（略称： $\text{Li q}$ ）、2-（2-ピリジル）フェノラトリチウム（略称： $\text{Li PP}$ ）、2-（2-ピリジル）-3-ピリジノラトリチウム（略称： $\text{Li PPy}$ ）、4-フェニル-2-（2-ピリジル）フェノラトリチウム（略称： $\text{Li PPP}$ ）、リチウム酸化物 ( $\text{LiO}_x$ )、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。

[0483]

または、上述の電子注入層としては、電子輸送性を有する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、電子輸送性を有する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。

[0484]

なお、非共有電子対を備える有機化合物の最低空軌道 ( $\text{LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital}$ ) が、 $-3.6 \text{ eV}$ 以上 $-2.3 \text{ eV}$ 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 ( $\text{HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital}$ ) 準位及びLUMO準位を見積もることができる。

[0485]

例えば、4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン（略称： $\text{BPhen}$ ）、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： $\text{NBPhen}$ ）

hen)、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(Tg)を備え、耐熱性に優れる。  
[0486]

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。

[0487]

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

[0488]

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。

[0489]

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。

[0490]

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。

[0491]

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。

[0492]

[表示装置の構成例4]

図21及び図22を用いて、発光デバイスの構成例を説明する。

[0493]

図21A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、及び青色の光を発する発光デバイス550B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。

[0494]

発光デバイス550Rは、一对の電極（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512R\_\_1、発光ユニット512R\_\_2）が積層された構成を有する。同様に、発光デバイス550Gは発光ユニット512G\_\_1、発光ユニット512G\_\_2を有し、発光デバイス550Bは発光ユニット512B\_\_1、発光ユニット512B\_\_2を有する。

[0495]

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。

[0496]

発光ユニット512R\_\_1は、層521、層522、発光層523R、層524等を有する。発光ユニット512R\_\_2は、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\_\_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512R\_\_2の一部とみなすこともできる。

[0497]

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。

[0498]

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。

[0499]

なお、層522、発光層523R、層524は、発光ユニット512R\_\_1と発光ユニット512R\_\_2とで同一の構成（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。

[0500]

図21A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。

[0501]

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512R\_\_1及び発光ユニット512R\_\_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。

[0502]

中間層531としては、例えば、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。

[0503]

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。

[0504]

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。

[0505]

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、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、一对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。

[0506]

また、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、発光デバイスごとに発光層を作り分ける構成を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。

[0507]

表示装置500は、タンデム構造であり、かつ、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21A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21A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21A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。

[0508]

図21A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。

[0509]

図21Bは、図21Aに示す表示装置500の変形例である。図21Bに示す表示装置500は、層525を、電極502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525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。

[0510]

図21Bにおいて、発光ユニット512R\_\_1、中間層531、発光ユニット512R\_\_2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を、島状の層として形成することができる。

[0511]

図22A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22A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。

[0512]

図22B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。

[0513]

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。

[0514]

なお、表示装置500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21Aに示す表示装置500において、発光ユニット512R\_\_1が有する発光層523Rは燐光材料を有し、発光ユニット512R\_\_2が有する発光層523Rは燐光材料を有し、発光ユニット512G\_\_1が有する発光層523Gは蛍光材料を有し、発光ユニット512G\_\_2が有する発光層523Gは蛍光材料を有し、発光ユニット512B\_\_1が有する発光層523Bは蛍光材料を有し、発光ユニット512B\_\_2が有する発光層523Bは蛍光材料を有する構成とすることができる。

[0515]

または、図21Aに示す表示装置500において、発光ユニット512R\_\_1が有する発光層523Rは燐光材料を有し、発光ユニット512R\_\_2が有する発光層523Rは燐光材料を有し、発光ユニット512G\_\_1が有する発光層523Gは燐光材料を有し、発光ユニット512G\_\_2が有する発光層523Gは燐光材料を有し、発光ユニット512B\_\_1が有する発光層523Bは蛍光材料を有し、発光ユニット512B\_\_2が有する発光層523Bは蛍光材料を有する構成とすることができる。

[0516]

なお、本発明の一態様の表示装置は、全ての発光層が蛍光材料を有する構成、または全ての発光

層が燐光材料を有する構成としてもよい。

[0517]

または、図21Aに示す表示装置500において、発光ユニット512R\_\_1が有する発光層523Rに燐光材料を用い、発光ユニット512R\_\_2が有する発光層523Rに蛍光材料を用いる構成、または発光ユニット512R\_\_1が有する発光層523Rに蛍光材料を用い、発光ユニット512R\_\_2が有する発光層523Rに燐光材料を用いる構成、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512R\_\_1、及び発光ユニット512R\_\_2について明示したが、発光ユニット512G\_\_1、及び発光ユニット512G\_\_2、並びに発光ユニット512B\_\_1、及び発光ユニット512B\_\_2についても同様の構成を適用することができる。

[0518]

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。

[0519]

(実施の形態6)

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。

[0520]

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。

[0521]

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。

[0522]

<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。

[0523]

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。

[0524]

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。

[0525]

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。

[0526]

<<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。

[0527]

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。

[0528]

[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。

[0529]

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。

[0530]

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。

[0531]

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（ $2\theta$  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。

[0532]

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。

[0533]

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、および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。

[0534]

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。

[0535]

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および欠陥の生成などによって低下する場合があるため、CAAC-OSは不純物および欠陥（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。

[0536]

[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、1nm以上10nm以下、特に1nm以上3nm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50nm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1nm以上30nm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。

[0537]

[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。

[0538]

<<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。

[0539]

[CAC-OS]

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

[0540]

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。

[0541]

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-OS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。

[0542]

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。

[0543]

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。

[0544]

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。

[0545]

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。

[0546]

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。

[0547]

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

[0548]

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。

[0549]

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

[0550]

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。

[0551]

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。

[0552]

<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。

[0553]

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。

[0554]

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。

[0555]

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。

[0556]

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ン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。

[0557]

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。

[0558]

<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。

[0559]

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。

[0560]

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。

[0561]

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

[0562]

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。

[0563]

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。

[0564]

本実施の形態は、少なくともその一部を本明細書中に記載する他の実施の形態と適宜組み合わせる実施することができる。

[0565]

(実施の形態7)

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23乃至図26を用いて説明する。

[0566]

本実施の形態の電子機器は、本発明の一態様の表示装置を有する。本発明の一態様の表示装置は、高精細化、高解像度化、大型化のそれぞれが容易である。したがって、本発明の一態様の表示装置は、様々な電子機器の表示部に用いることができる。

[0567]

また、本発明の一態様の表示装置は、低いコストで作製できるため、電子機器の製造コストを低減することができる。

[0568]

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。

[0569]

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、ブレスレット型などの情報端末機（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。また、ウェアラブル機器としては、SR向け機器、及び、MR向け機器も挙げられる。

[0570]

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）、4K2K（画素数3840×2160）、8K4K（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4K2K、8K4K、又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、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または高い精細度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。

[0571]

本実施の形態の電子機器は、家屋もしくはビルの内壁もしくは外壁、または、自動車の内装もしくは外装の曲面に沿って組み込むことができる。

[0572]

本実施の形態の電子機器は、アンテナを有していてもよい。アンテナで信号を受信することで、表示部で映像及び情報等の表示を行うことができる。また、電子機器がアンテナ及び二次電池を有する場合、アンテナを、非接触電力伝送に用いてもよい。

[0573]

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。

[0574]

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。

[0575]

図23Aに示す電子機器6500は、スマートフォンとして用いることのできる携帯情報端末機である。

[0576]

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

[0577]

表示部6502に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0578]

図23Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0579]

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

[0580]

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

[0581]

表示部6502よりも外側の領域において、表示パネル6511の一部が折り返されており、当該折り返された部分にFPC6515が接続されている。FPC6515には、IC6516が実装されている。FPC6515は、プリント基板6517に設けられた端子に接続されている。

[0582]

表示パネル6511には本発明の一態様のフレキシブルディスプレイ（可撓性を有する表示装置）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6511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6518を搭載することもできる。また、表示パネル6511の一部を折り返して、画素部の裏側にFPC6515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。

[0583]

図24Aにテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7000が組み込まれている。ここでは、スタンド7103により筐体7101を支持した構成

を示している。

[0584]

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。

[0585]

図24Aに示すテレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチ、及び、別体のリモコン操作機7111により行うことができる。または、表示部7000にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部7000に触れることでテレビジョン装置7100を操作してもよい。リモコン操作機7111は、当該リモコン操作機7111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7111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7000に表示される映像を操作することができる。

[0586]

なお、テレビジョン装置7100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。

[0587]

図24B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。

[0588]

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。

[0589]

図24C及び図24Dに、デジタルサイネージの一例を示す。

[0590]

図24C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。

[0591]

図24D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。

[0592]

図24C及び図24D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。

[0593]

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。

[0594]

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。

[0595]

また、図24C及び図24Dに示すように、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400は、ユーザ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。

[0596]

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

[0597]

図25Aは、ファインダー8100を取り付けた状態のカメラ8000の外観を示す図である。

[0598]

カメラ8000は、筐体8001、表示部8002、操作ボタン8003、シャッターボタン8004等を有する。またカメラ8000には、着脱可能なレンズ8006が取り付けられている。なお、カメラ8000は、レンズ8006と筐体とが一体となってもよい。

[0599]

カメラ8000は、シャッターボタン8004を押す、またはタッチパネルとして機能する表示部8002をタッチすることにより撮像することができる。

[0600]

筐体8001は、電極を有するマウントを有し、ファインダー8100のほか、ストロボ装置等を接続することができる。

[0601]

ファインダー8100は、筐体8101、表示部8102、ボタン8103等を有する。

[0602]

筐体8101は、カメラ8000のマウントと係合するマウントにより、カメラ8000に取り付けられている。ファインダー8100はカメラ8000から受信した映像等を表示部8102に表示させることができる。

[0603]

ボタン8103は、電源ボタン等としての機能を有する。

[0604]

カメラ8000の表示部8002、及びファインダー8100の表示部8102に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。なお、ファインダーが内蔵されたカメラ8000であってもよい。

[0605]

図25Bは、ヘッドマウントディスプレイ8200の外観を示す図である。

[0606]

ヘッドマウントディスプレイ8200は、装着部8201、レンズ8202、本体8203、表示部8204、ケーブル8205等を有している。また装着部8201には、バッテリー8206が内蔵されている。

[0607]

ケーブル8205は、バッテリー8206から本体8203に電力を供給する。本体8203は無線受信機等を備え、受信した映像情報を表示部8204に表示させることができる。また、本体8203はカメラを備え、使用者の眼球またはまぶたの動きの情報を入力手段として用いることができる。

[0608]

また、装着部8201には、使用者に触れる位置に、使用者の眼球の動きに伴って流れる電流を検知可能な複数の電極が設けられ、視線を認識する機能を有していてもよい。また、当該電極に流れる電流により、使用者の脈拍をモニタする機能を有していてもよい。また、装着部8201には、温度センサ、圧力センサ、加速度センサ等の各種センサを有していてもよく、使用者の生体情報を表示部8204に表示する機能、使用者の頭部の動きに合わせて表示部8204に表示する映像を変化させる機能などを有していてもよい。

[0609]

表示部8204に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0610]

図25C乃至図25Eは、ヘッドマウントディスプレイ8300の外観を示す図である。ヘッドマウントディスプレイ8300は、筐体8301と、表示部8302と、バンド状の固定具8304と、一対のレンズ8305と、を有する。

[0611]

使用者は、レンズ8305を通して、表示部8302の表示を視認することができる。なお、表示部8302を湾曲して配置させると、使用者が高い臨場感を感じることができるため好ましい。また、表示部8302の異なる領域に表示された別の画像を、レンズ8305を通して視認することで、視差を用いた3次元表示等を行うこともできる。なお、表示部8302を1つ設ける構成に限られず、表示部8302を2つ設け、使用者の片方の目につき1つの表示部を配置してもよい。

[0612]

表示部8302に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。本発明の一態様の表示装置は、極めて高い精細度を実現することも可能である。例えば、図25Eのようにレンズ8305を用いて表示を拡大して視認される場合でも、使用者に画素が視認されにくい。つまり、表示部8302を用いて、使用者に現実感の高い映像を視認させることができる。

[0613]

図25Fは、ゴーグル型のヘッドマウントディスプレイ8400の外観を示す図である。ヘッドマウントディスプレイ8400は、一対の筐体8401と、装着部8402と、緩衝部材8403と、を有する。一対の筐体8401内には、それぞれ、表示部8404及びレンズ8405が設けられる。一対の表示部8404に互いに異なる画像を表示させることで、視差を用いた3次元表示を行うことができる。

[0614]

使用者は、レンズ8405を通して表示部8404を視認することができる。レンズ8405は

ピント調整機構を有し、使用者の視力に応じて位置を調整することができる。表示部8404は、正方形または横長の長方形であることが好ましい。これにより、臨場感を高めることができる。

[0615]

装着部8402は、使用者の顔のサイズに応じて調整でき、かつ、ずれ落ちることのないよう、可塑性及び弾性を有することが好ましい。また、装着部8402の一部は、骨伝導イヤフォンとして機能する振動機構を有していることが好ましい。これにより、別途イヤフォン、スピーカなどの音響機器を必要とせず、装着しただけで映像と音声を楽しむことができる。なお、筐体8401内に、無線通信により音声データを出力する機能を有していてもよい。

[0616]

装着部8402と緩衝部材8403は、使用者の顔（額、頬など）に接触する部分である。緩衝部材8403が使用者の顔と密着することにより、光漏れを防ぐことができ、より没入感を高めることができる。緩衝部材8403は、使用者がヘッドマウントディスプレイ8400を装着した際に使用者の顔に密着するよう、柔らかな素材を用いることが好ましい。例えばゴム、シリコーンゴム、ウレタン、スポンジなどの素材を用いることができる。また、スポンジ等の表面を布、革（天然皮革または合成皮革）、などで覆ったものを用いると、使用者の顔と緩衝部材8403との間に隙間が生じにくく光漏れを好適に防ぐことができる。また、このような素材を用いると、肌触りが良いことに加え、寒い季節などに装着した際に、使用者に冷たさを感じさせないため好ましい。緩衝部材8403または装着部8402などの、使用者の肌に触れる部材は、取り外し可能な構成とすると、クリーニングまたは交換が容易となるため好ましい。

[0617]

図26A乃至図26G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。

[0618]

図26A乃至図26G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。

[0619]

表示部9001に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

[0620]

図26A乃至図26Gに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0621]

図26A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26A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、SNSなどの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、アンテナ受信の強度などがある。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。

#### [0622]

図26B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。

#### [0623]

図26Cは、タブレット端末9103を示す斜視図である。タブレット端末9103は、一例として、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲーム等の種々のアプリケーションの実行が可能である。タブレット端末9103は、筐体9000の正面に表示部9001、カメラ9002、マイクロフォン9008、スピーカ9003を有し、筐体9000の左側面には操作作用のボタンとしての操作キー9005、底面には接続端子9006を有する。

#### [0624]

図26D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を、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信させることによって、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。

#### [0625]

図26E乃至図26G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26Eは携帯情報端末9201を展開した状態、図26Gは折り畳んだ状態、図26Fは図26Eと図26G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。

#### [0626]

本実施の形態で例示した構成例、及びそれらに対応する図面等は、少なくともその一部を他の構成例、または図面等と適宜組み合わせることができる。

[符号の説明]

[0627]

C1 : 容量素子、C2 : 容量素子、C3 : 容量素子、M1 : トランジスタ、M2 : トランジスタ、M3 : トランジスタ、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、M16 : トランジスタ、M17 : トランジスタ、OUT1 : 配線、OUT2 : 配線、PIX1 : 画素回路、PIX2 : 画素回路、V1 : 配線、V2 : 配線、V3 : 配線、V4 : 配線、V5 : 配線、10 : 表示装置、11 : 表示部、12 : 駆動回路部、13 : 駆動回路部、21 : 画素、21B : 副画素、21G : 副画素、21R : 副画素、30 : 画素、50 : 電子機器、52 : 支持体、54 : 机、100 : 表示装置、103 : 画素、110 : 発光素子、110B : 発光素子、110G : 発光素子、110PS : 受光素子、110R : 発光素子、111 : 画素電極、111B : 画素電極、111C : 接続電極、111f : 導電膜、111G : 画素電極、111PS : 画素電極、111R : 画素電極、112 : EL層、112B : EL層、112Bf : EL膜、112G : EL層、112Gf : EL膜、112PS : 活性層、112R : EL層、112Rf : EL膜、113 : 共通電極、114 : 共通層、117 : 導電層、117B : 導電層、117C : 導電層、117f : 導電膜、117G : 導電層、117PS : 導電層、117R : 導電層、121 : 保護層、125a : 画素、125b : 画素、129 : 開口部、129B : 開口部、129G : 開口部、129R : 開口部、130 : 領域、131 : 絶縁層、131a : 絶縁層、131af : 絶縁膜、131b : 絶縁層、131bf : 絶縁膜、132 : 絶縁層、138 : 領域、139 : 領域、143a : レジストマスク、143b : レジストマスク、143c : レジストマスク、144a : 犠牲膜、144b : 犠牲膜、144c : 犠牲膜、145a : 犠牲層、145b : 犠牲層、145c : 犠牲層、146a : 犠牲膜、146b : 犠牲膜、146c : 犠牲膜、147a : 犠牲層、147b : 犠牲層、147c : 犠牲層、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、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、223 : 導電層、225 : 絶縁層、228 : 領域、231 : 半導体層、231i : チャンネル形成領域、231n : 低抵抗領域、241 : 導電層、241B : 導電層、241G : 導電層、241PS : 導電層、241R : 導電層、242 : 接続層、255 : 絶縁層、280 : 表示モジュール、281 : 表示部、282 : 回路部、283 : 画素回路部、283a : 画素回路、284 : 画素部、284a : 画素、285 : 端子部、286 : 配線部、290 : FPC、291 : 基板、292 : 基板、301 : 基板、302 : 基板、310 : トランジスタ、310a : トランジスタ、311 : 半導体層、311i : チャンネル形成領域、311n : 低抵抗領域、312 : 絶縁層、313 : 導電層、314a : 導電層、314b : 導電層、315 : 導電層、316 : 絶縁層、321 : 絶縁層、322 : 絶縁層、323 : 絶縁層、325 : 接着層、326 : 絶縁層、330 : 発光素子、330G : 発光素子、330R : 発光素子、331a : 導電層、331b : 導電層、332G : EL層、332R : EL層、333 : 導電層、334 : 共通層、335 : 絶縁層、350 : トランジスタ、350a : トランジスタ、351 : 半導体層、352 : 絶縁層、353 : 導電層、354a : 導電層、354b : 導電層、355 : 導電層、361 : 絶縁層、362 : 絶縁層、363 : 絶縁層、400A : 表示装置、400C : 表示装置、401 : 層、410 : 保護層、411a : 導電層、411b : 導電層、411c : 導電層、414 : 絶縁層、416a : EL層、416b : EL層、416c : EL層、417 : 遮光層、418a : 導電層、418b : 導電層、418c : 導電層、421 : 絶縁層、421

b : 絶縁層、430a : 発光素子、430b : 発光素子、430c : 発光素子、442 : 接着層、443 : 空間、451 : 基板、452 : 基板、462 : 表示部、464 : 回路、465 : 配線、466 : 導電層、472 : FPC、473 : IC、500 : 表示装置、501 : 電極、502 : 電極、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\_\_1 : 発光ユニット、512G\_\_2 : 発光ユニット、512G\_\_3 : 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、523R : 発光層、524 : 層、525 : 層、531 : 中間層、550B : 発光デバイス、550G : 発光デバイス、550R : 発光デバイス、772 : 下部電極、785 : 着色層、786 : EL層、786a : EL層、786b : EL層、788 : 上部電極、4411 : 発光層、4412 : 発光層、4413 : 発光層、4420 : 層、4420-1 : 層、4420-2 : 層、4430 : 層、4430-1 : 層、4430-2 : 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、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、8000 : カメラ、8001 : 筐体、8002 : 表示部、8003 : 操作ボタン、8004 : シャッターボタン、8006 : レンズ、8100 : ファインダー、8101 : 筐体、8102 : 表示部、8103 : ボタン、8200 : ヘッドマウントディスプレイ、8201 : 装着部、8202 : レンズ、8203 : 本体、8204 : 表示部、8205 : ケーブル、8206 : バッテリ、8300 : ヘッドマウントディスプレイ、8301 : 筐体、8302 : 表示部、8304 : 固定具、8305 : レンズ、8400 : ヘッドマウントディスプレイ、8401 : 筐体、8402 : 装着部、8403 : 緩衝部材、8404 : 表示部、8405 : レンズ、9000 : 筐体、9001 : 表示部、9002 : カメラ、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、9103 : タブレット端末、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 の絶縁層上に複数の画素を有し、  
複数の前記画素のそれぞれは、前記第 1 の絶縁層の開口部に沿うように設けられる第 1 の導電層と、前記第 1 の導電層上の第 2 の絶縁層と、前記第 1 の導電層上及び前記第 2 の絶縁層上の E L 層と、前記 E L 層上の共通電極とを有し、  
複数の前記画素における前記共通電極は、共有され、  
前記第 2 の絶縁層は、前記第 1 の導電層上に接し、且つ前記 E L 層の下方に配置され、  
複数の前記画素において隣接する画素の前記第 1 の導電層は、無機材料を有する第 3 の絶縁層と、有機材料を有する第 4 の絶縁層とによって分離されており、  
前記第 1 の導電層の側面と、前記 E L 層の側面と、は前記第 3 の絶縁層と接する領域を有し、  
前記第 4 の絶縁層は、前記第 3 の絶縁層上に接し、且つ前記共通電極の下方に配置される表示装置。

## [請求項 2]

請求項 1 において、  
前記第 3 の絶縁層は、アルミニウムと、酸素と、を有する表示装置。

## [請求項 3]

第 1 の絶縁層上に第 1 の画素と、前記第 1 の画素と隣接して配置された第 2 の画素とを有し、  
前記第 1 の画素は、前記第 1 の絶縁層の第 1 開口部に沿うように設けられる第 1 の導電層と、前記第 1 の導電層上の第 2 の絶縁層と、前記第 1 の導電層上及び前記第 2 の絶縁層上の第 1 の E L 層と、前記第 1 の E L 層上の共通電極と、を有する第 1 の発光素子を備え、  
前記第 2 の画素は、前記第 1 の絶縁層の第 2 開口部に沿うように設けられる第 2 の導電層と、前記第 2 の導電層上の第 3 の絶縁層と、前記第 2 の導電層上及び前記第 3 の絶縁層上の第 2 の E L 層と、前記第 2 の E L 層上の前記共通電極と、を有する第 2 の発光素子を備え、  
第 4 の絶縁層を有し、  
前記第 1 の導電層の側面と、前記第 1 の E L 層の側面と、前記第 2 の導電層の側面と、前記第 2 の E L 層の側面とは、前記第 4 の絶縁層と接する領域を有し、  
前記第 4 の絶縁層上に接して設けられ、且つ前記共通電極の下方に配置された第 5 の絶縁層を有し、  
前記第 2 の絶縁層は、前記第 1 の導電層上に接し、且つ前記第 1 の E L 層の下方に配置され、  
前記第 3 の絶縁層は、前記第 2 の導電層上に接し、且つ前記第 2 の E L 層の下方に配置され、  
前記第 4 の絶縁層は、無機材料を有し、  
前記第 5 の絶縁層は、有機材料を有する表示装置。

## [請求項 4]

請求項 3 において、  
前記第 4 の絶縁層は、アルミニウムと、酸素と、を有する表示装置。

## [請求項 5]

第 1 の絶縁層上に複数の画素を有し、  
複数の前記画素のそれぞれは、発光デバイスと、受光デバイスと、を有し、  
前記発光デバイスは、前記第 1 の絶縁層の開口部に沿うように設けられる第 1 の導電層と、前記

第1の導電層上の第2の絶縁層と、前記第1の導電層上及び前記第2の絶縁層上のEL層と、前記EL層上の共通電極とを有し、

複数の前記画素において、前記共通電極は共有され、

前記第2の絶縁層は、前記第1の導電層上に接し、且つ前記EL層の下方に配置され、

複数の前記画素において隣接する画素の前記第1の導電層は、無機材料を有する第3の絶縁層と、有機材料を有する第4の絶縁層とによって互いに分離されており、

前記第1の導電層の側面と、前記EL層の側面と、は前記第3の絶縁層と接する領域を有し、

前記第4の絶縁層は、前記第3の絶縁層上に接し、且つ前記共通電極の下方に配置され、

前記受光デバイスは、可視光及び赤外光の少なくとも一を検出する機能を有する表示装置。

[請求項6]

請求項5において、

前記受光デバイスは、イメージセンサとしての機能を有する表示装置。

[請求項7]

請求項5において、

前記受光デバイスは、タッチセンサまたはニアタッチセンサとしての機能を有する表示装置。

[請求項8]

第1の絶縁層上に、第1の画素と、前記第1の画素と隣接して配置された第2の画素とを有し、

前記第1の画素は、前記第1の絶縁層の第1開口部に沿うように設けられる第1の導電層と、前記第1の導電層上の第2の絶縁層と、前記第1の導電層上及び前記第2の絶縁層上のEL層と、を有する発光デバイスを備え、

前記第2の画素は、前記第1の絶縁層の第2開口部に沿うように設けられる第2の導電層と、前記第2の導電層上の第3の絶縁層と、前記第2の導電層上及び前記第3の絶縁層上の活性層と、を有する受光デバイスを備え、

前記第1の導電層の側面と、前記EL層の側面と、前記第2の導電層の側面と、前記活性層の側面とは、第4の絶縁層と接する領域を有し、

前記第4の絶縁層上に接して設けられる第5の絶縁層を有し、

前記第2の絶縁層は、前記第1の導電層上に接し、且つ前記EL層の下方に配置され、

前記第3の絶縁層は、前記第2の導電層上に接し、且つ前記活性層の下方に配置され、

前記第4の絶縁層は、無機材料を有し、

前記第5の絶縁層は、有機材料を有する表示装置。

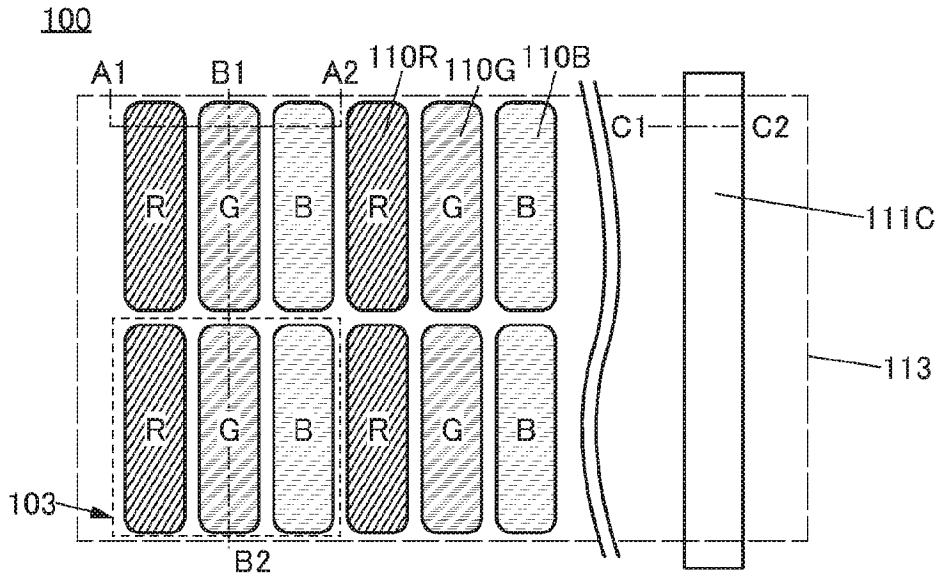
[請求項9]

請求項8において、

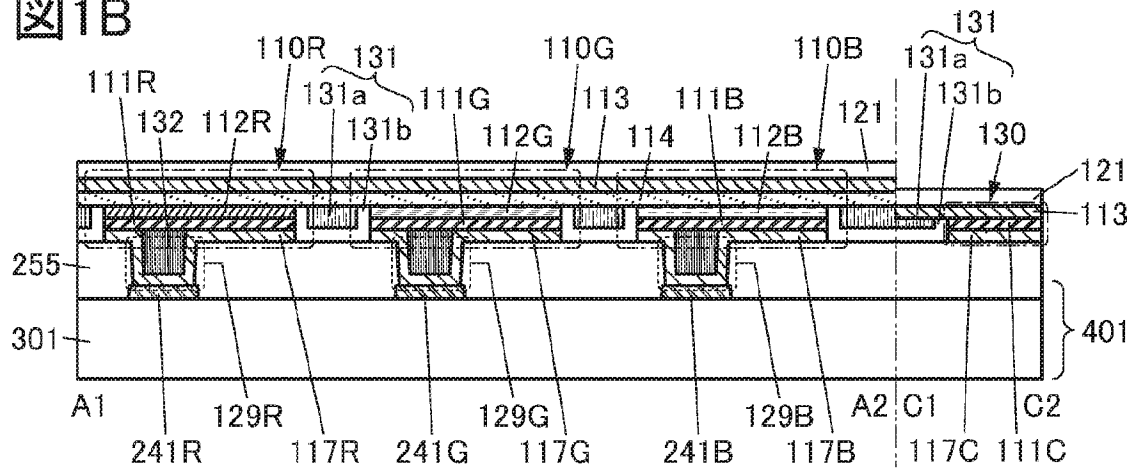
前記EL層上及び前記活性層上の共通電極を有し、

前記第3の絶縁層及び前記第5の絶縁層は、前記共通電極の下方に配置される表示装置。

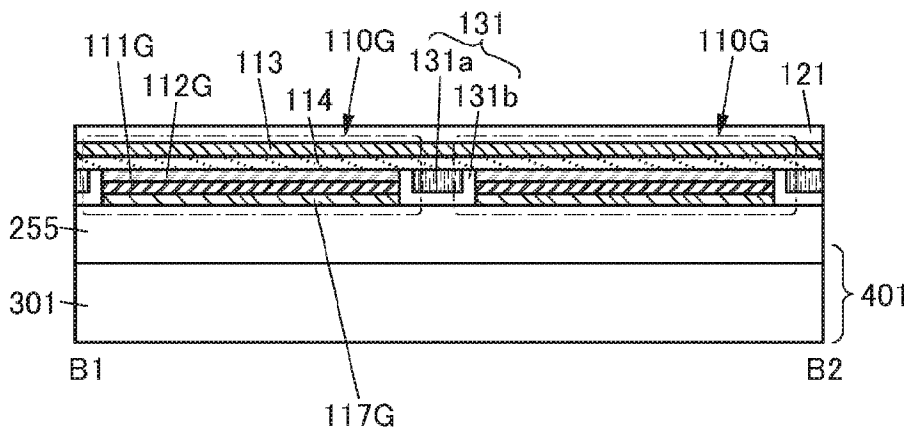
1A



1B



1C



1D

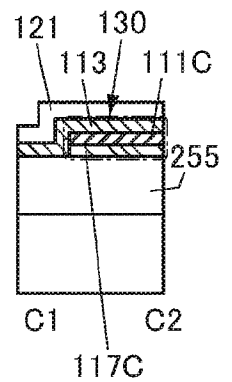


図2A

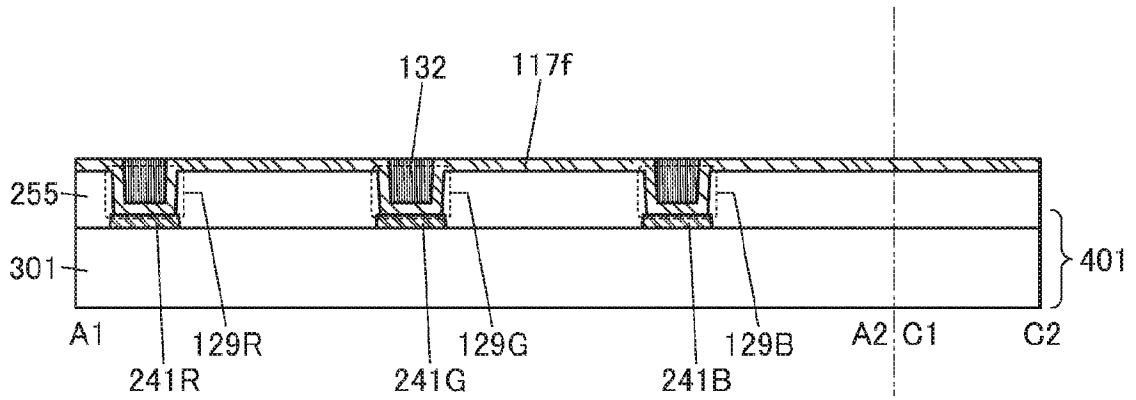


図2B

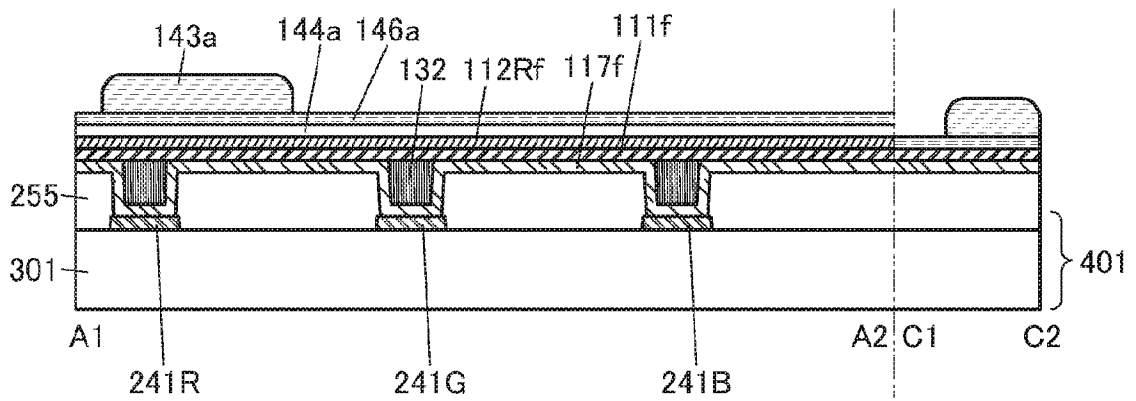
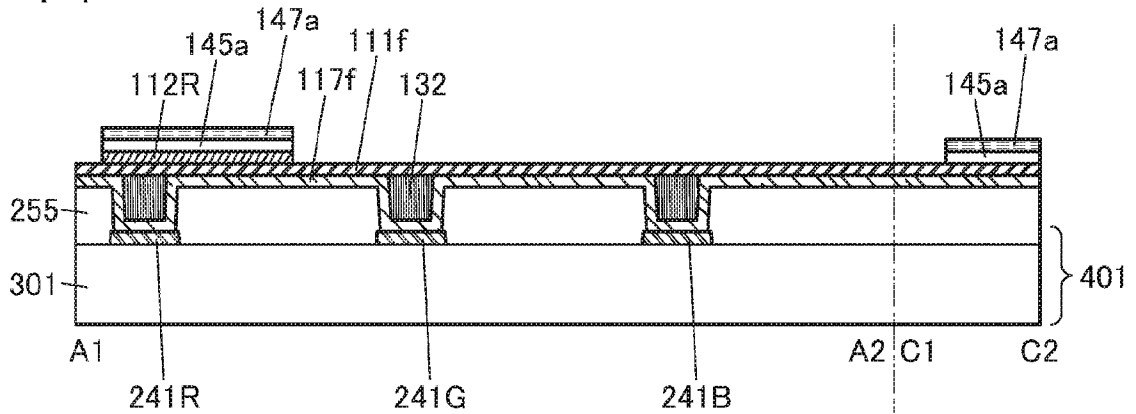
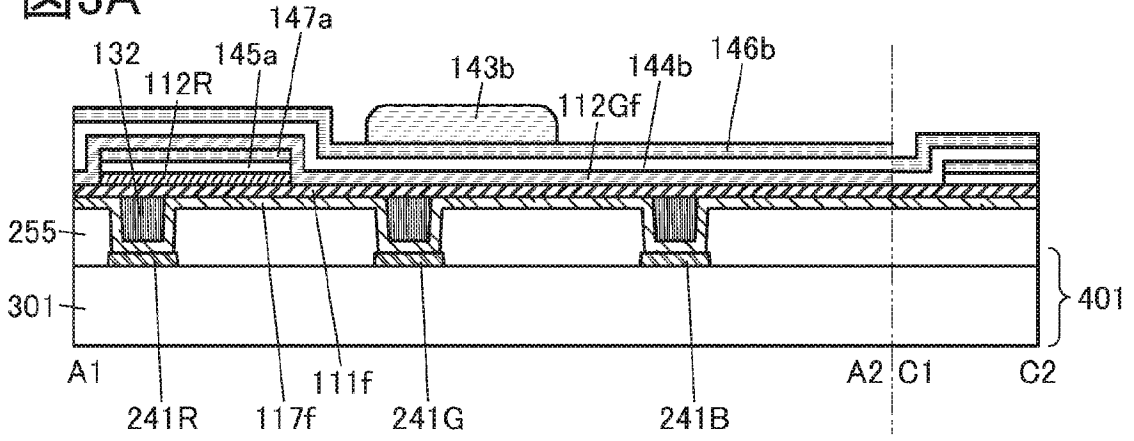


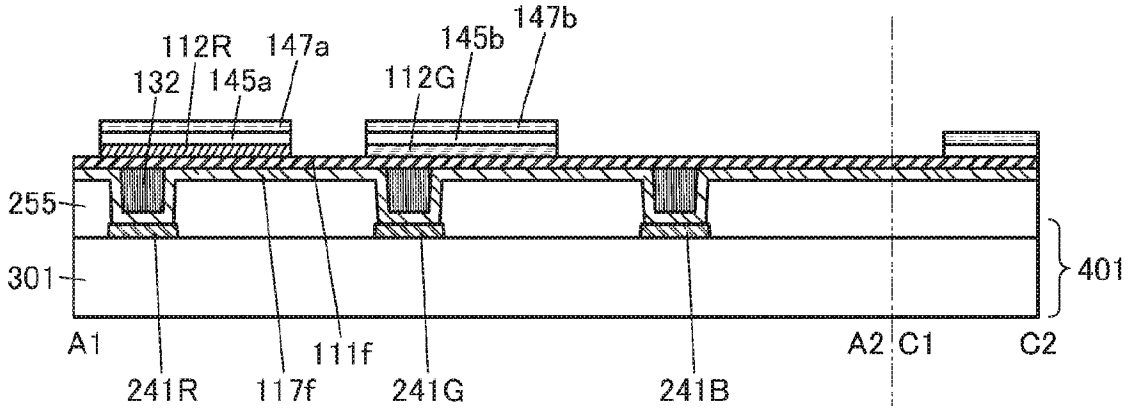
図2C



3A



3B



3C

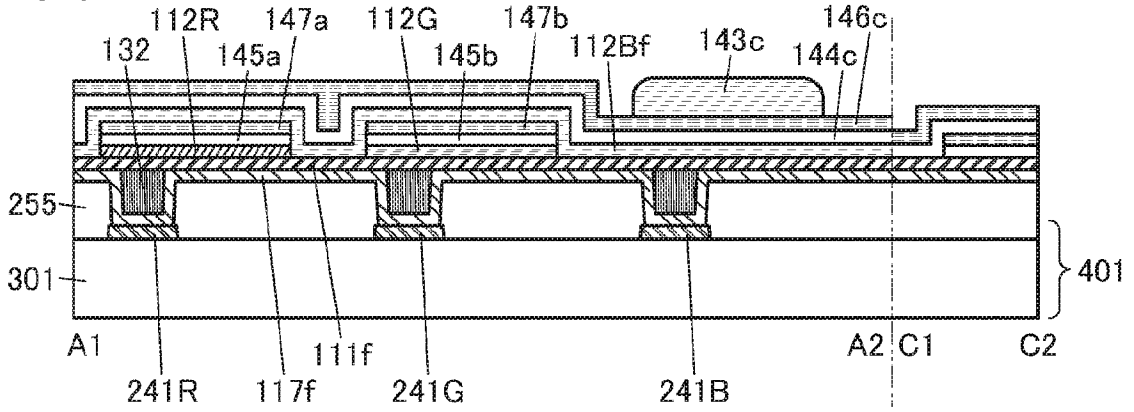


図4A

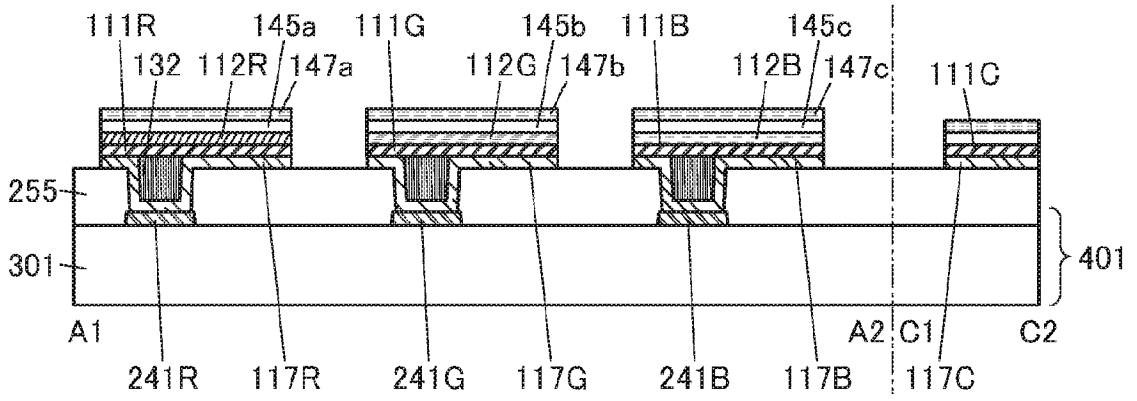


図4B

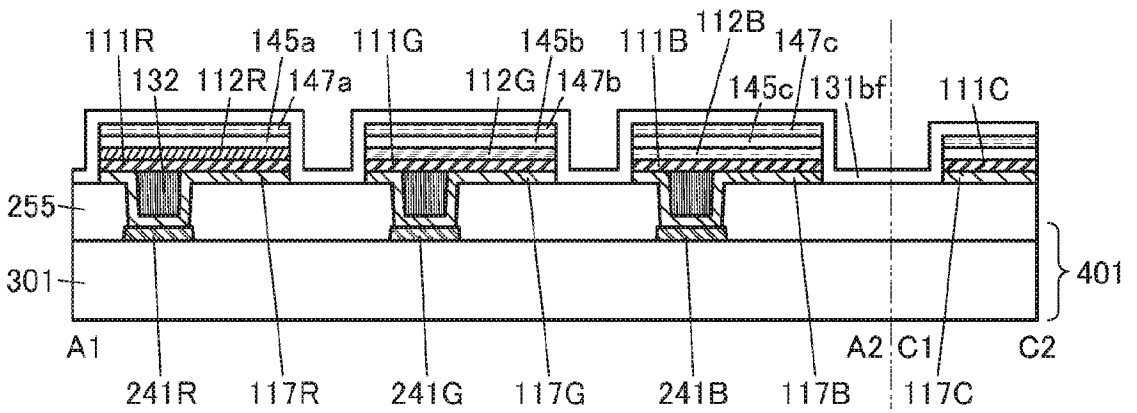
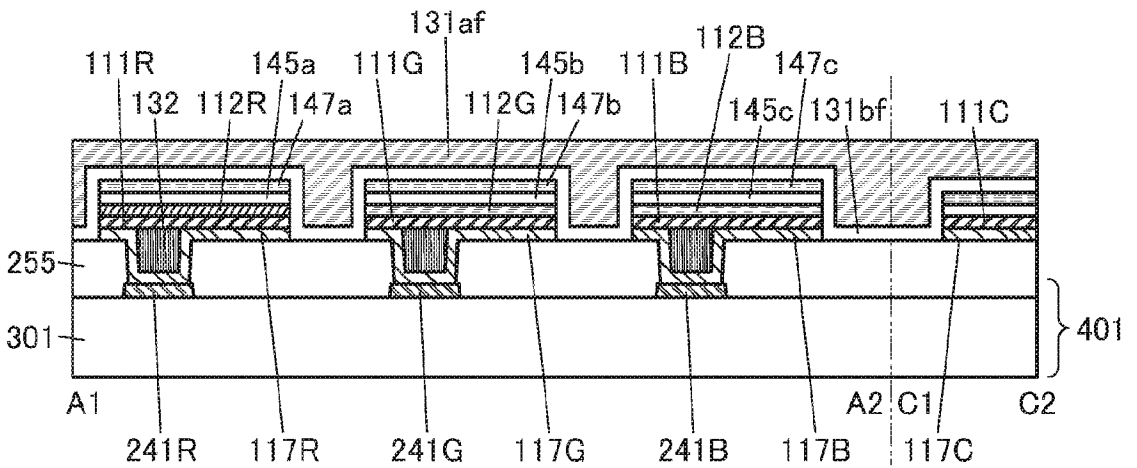
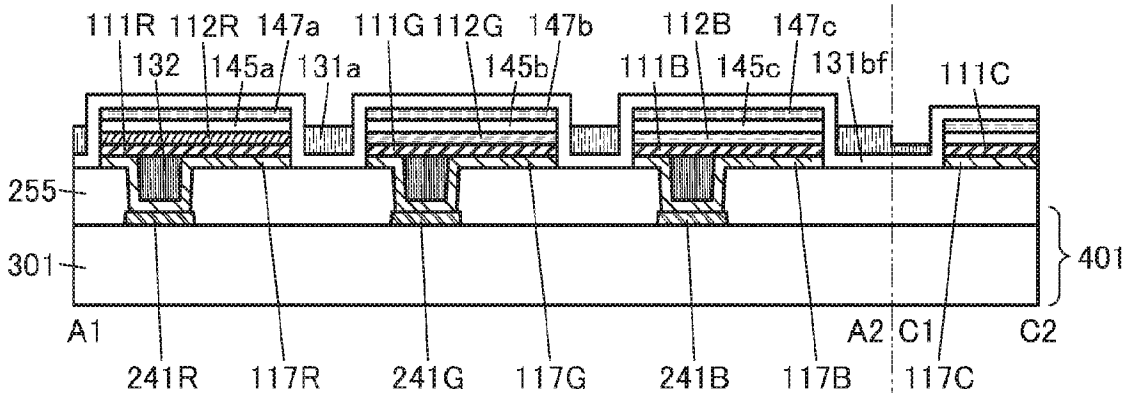


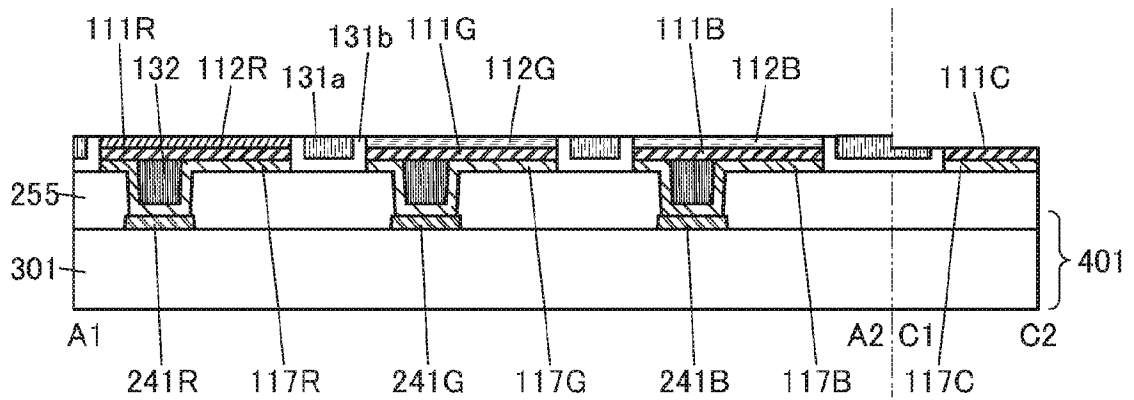
図4C



5A



5B



5C

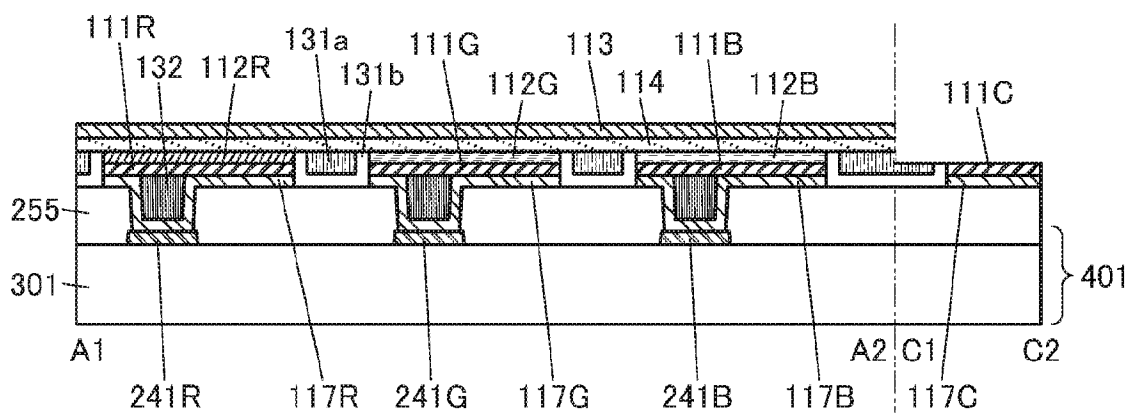


図6A

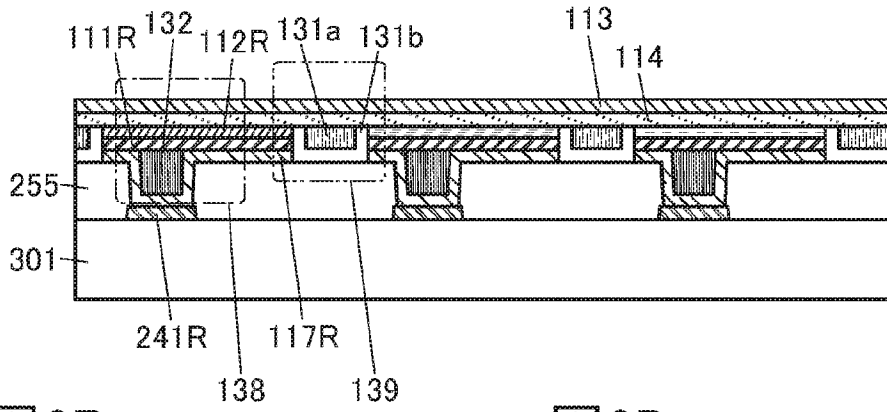


図6B

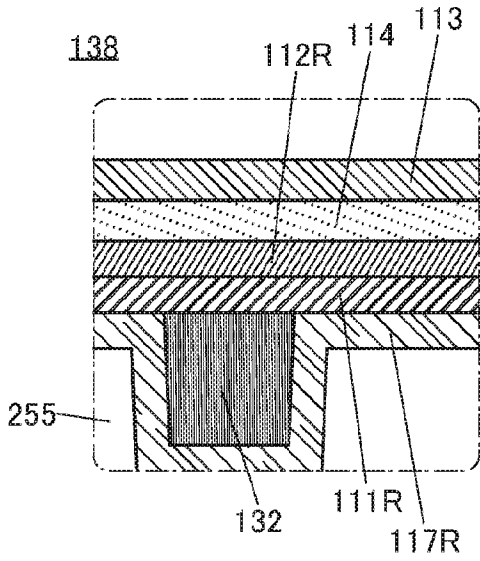


図6D

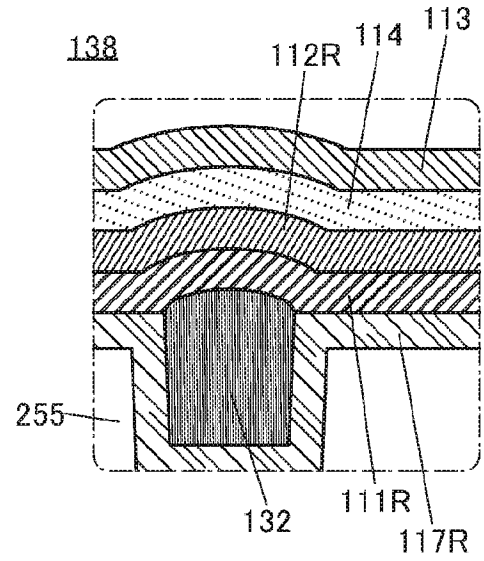


図6C

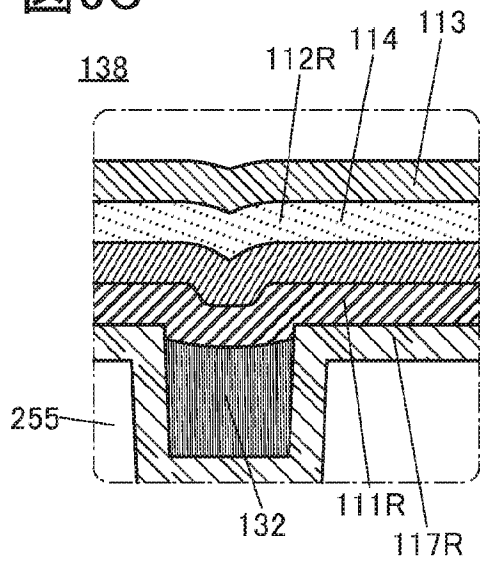


図6E

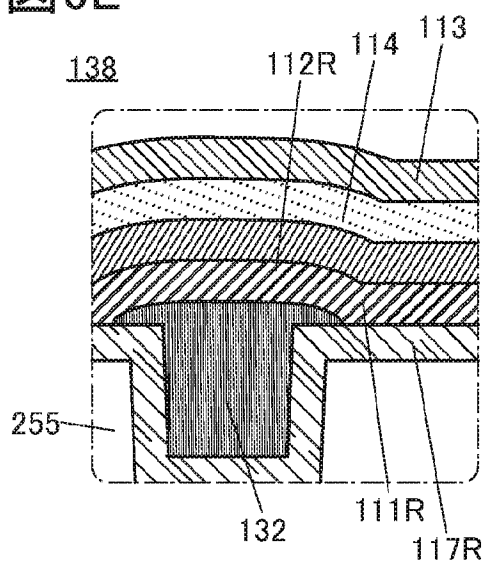


図7A

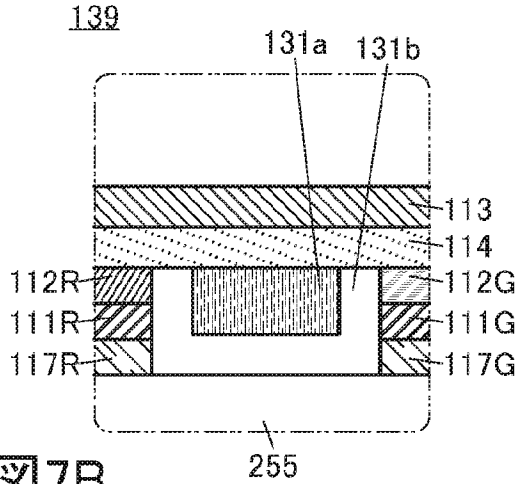


図7D

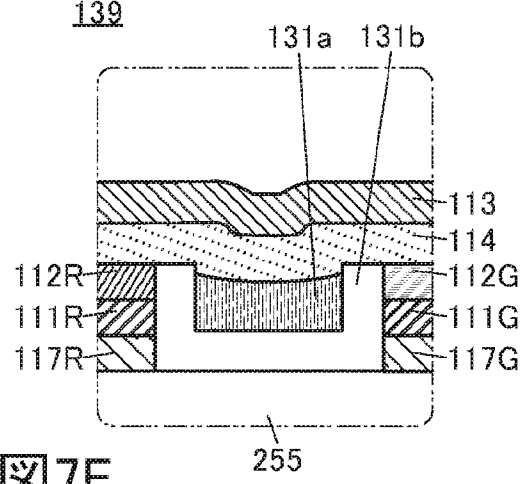


図7B

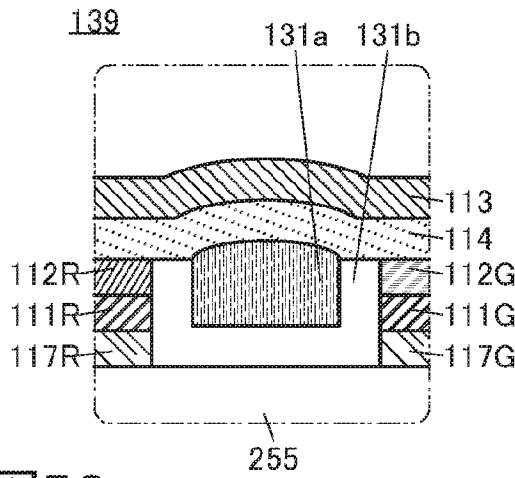


図7E

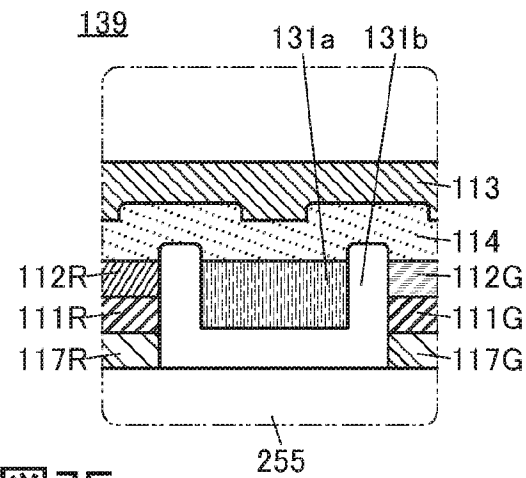


図7C

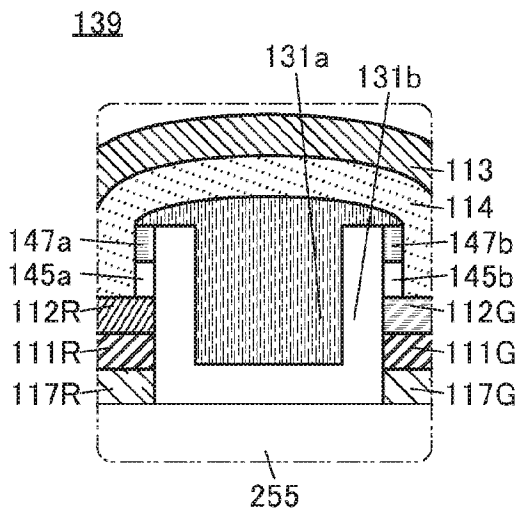
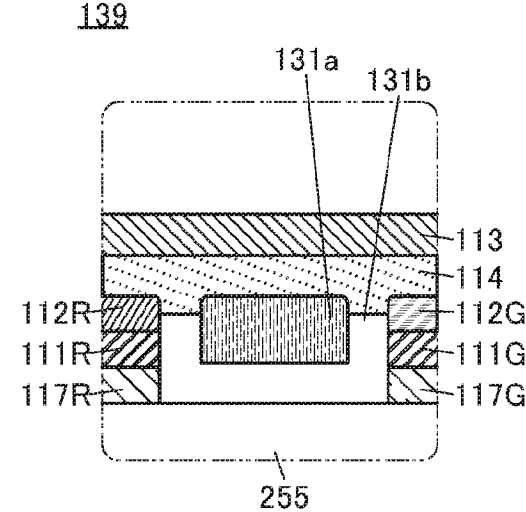
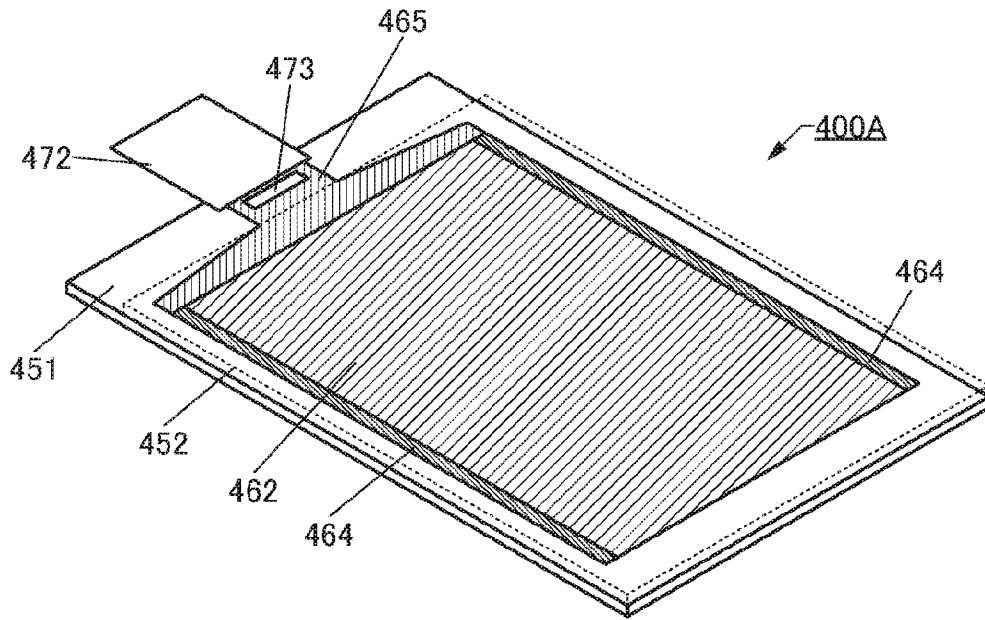
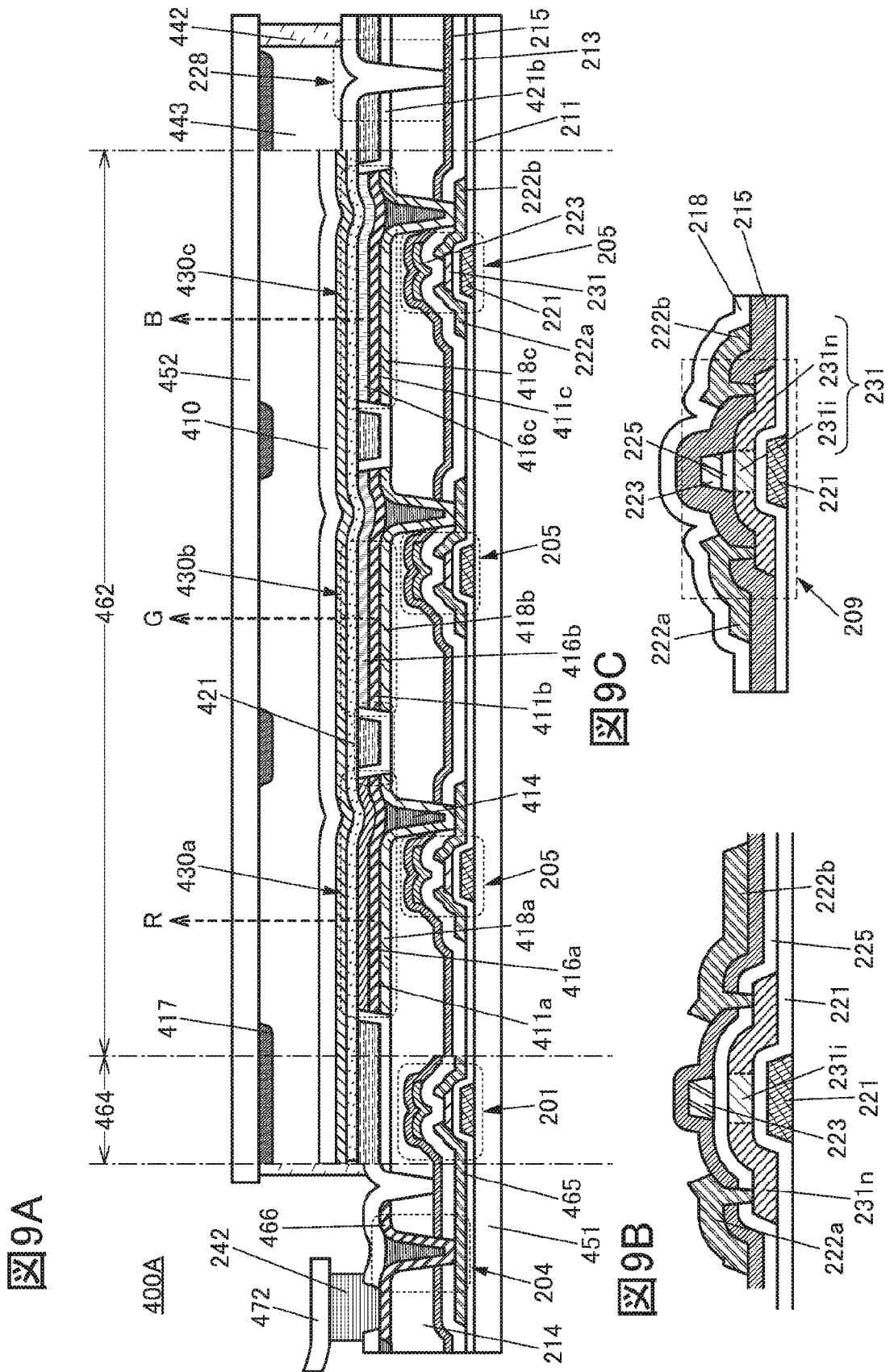


図7F

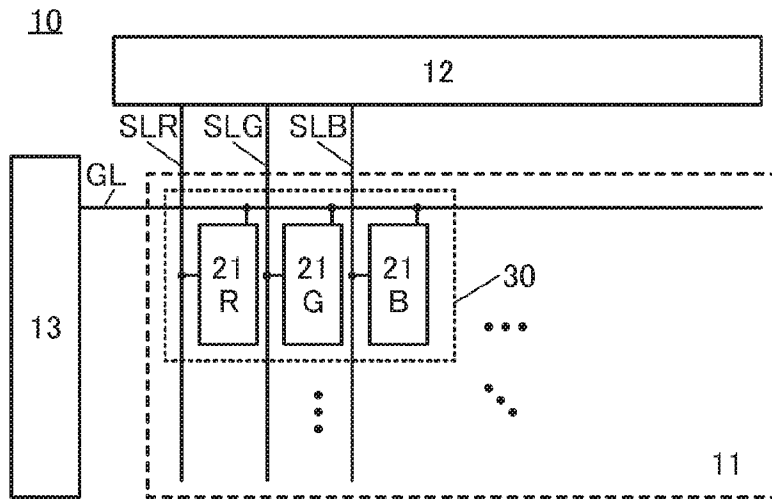


8

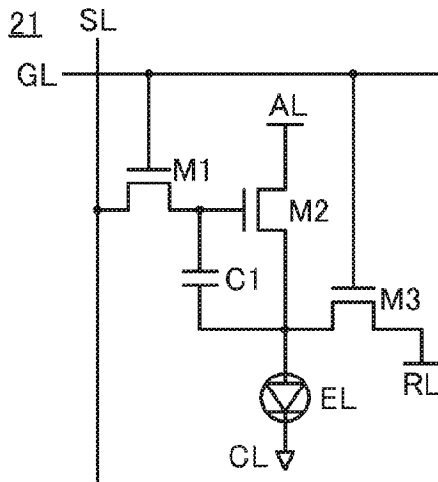




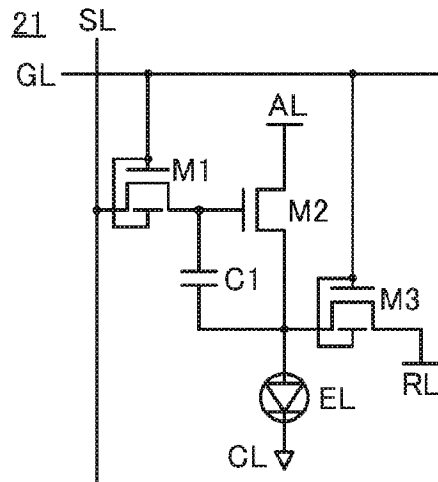
10A



10B



10C



10D

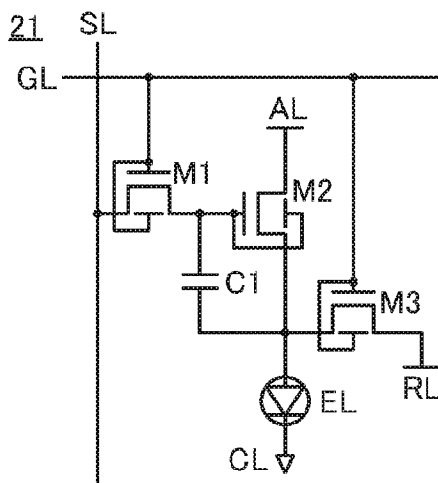


図11A

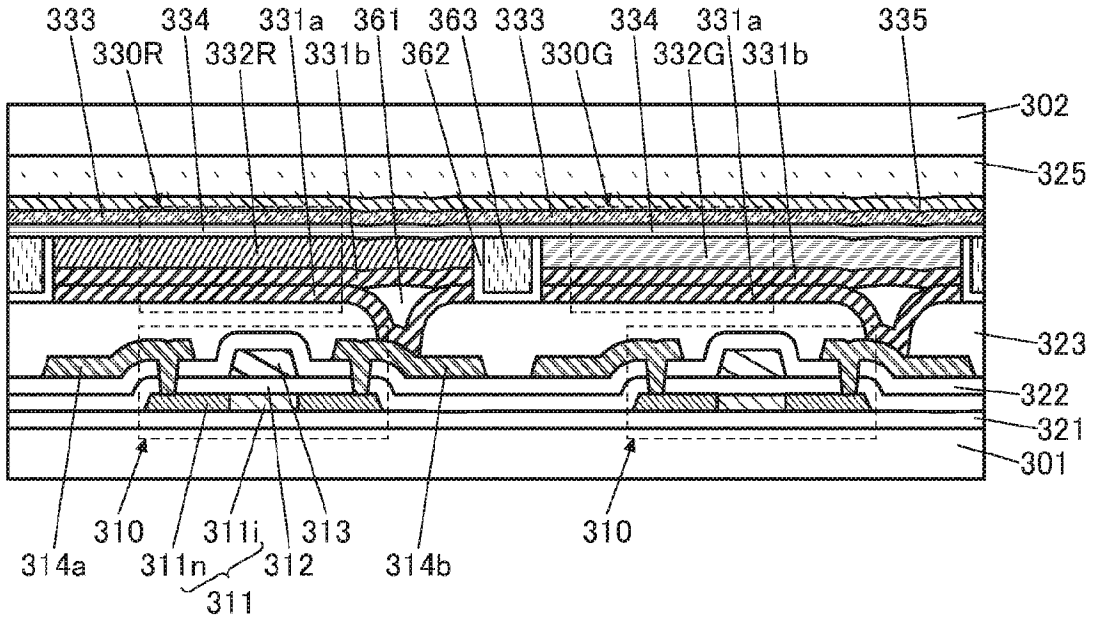


図11B

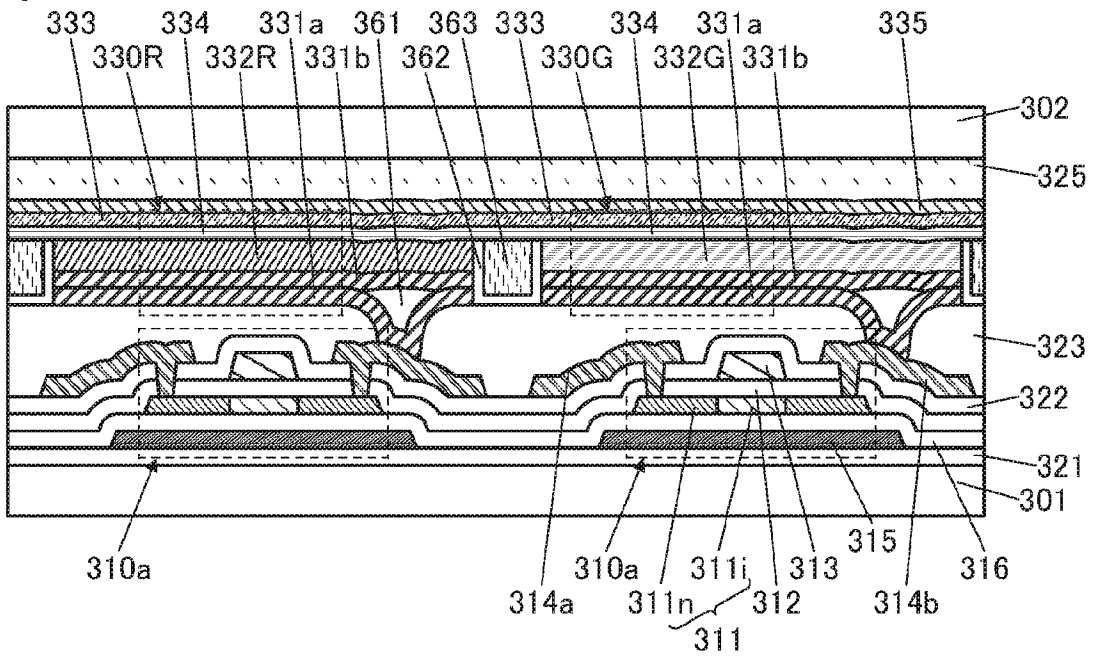




图13

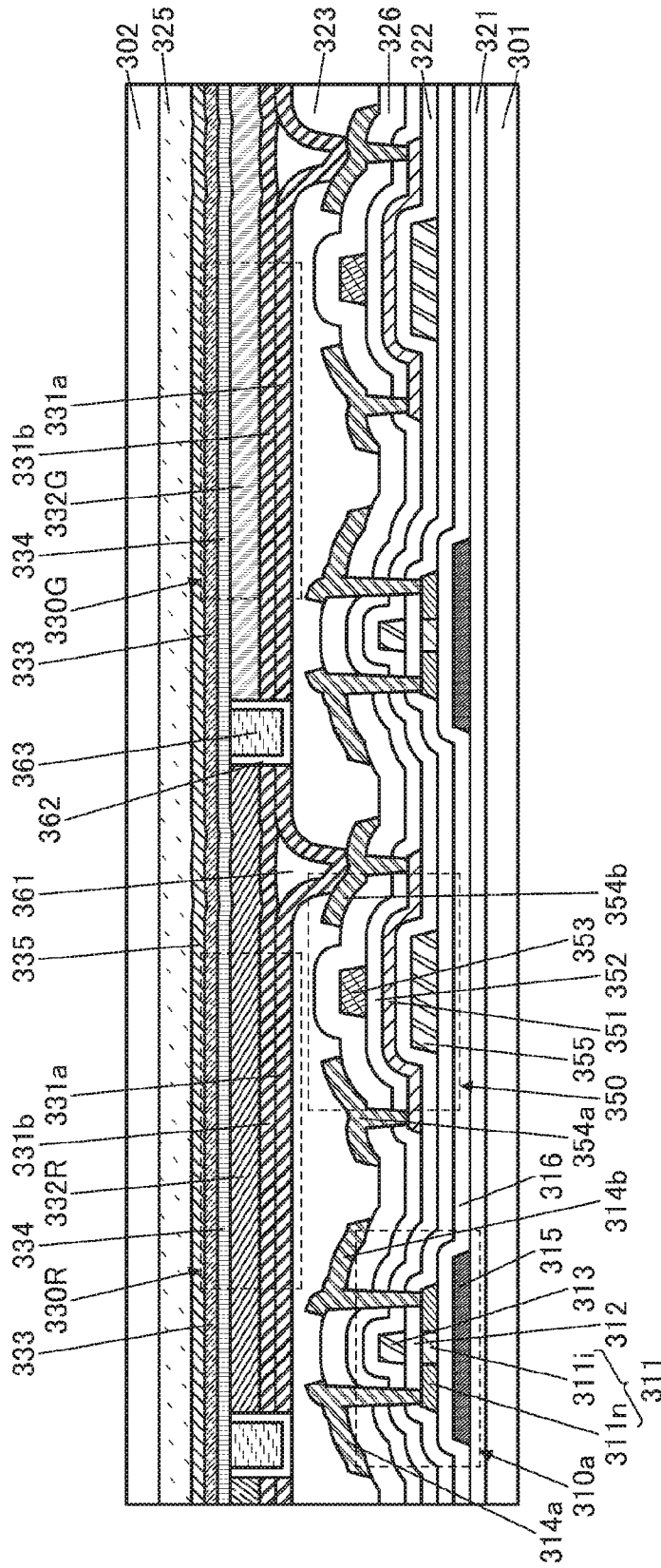


図14A

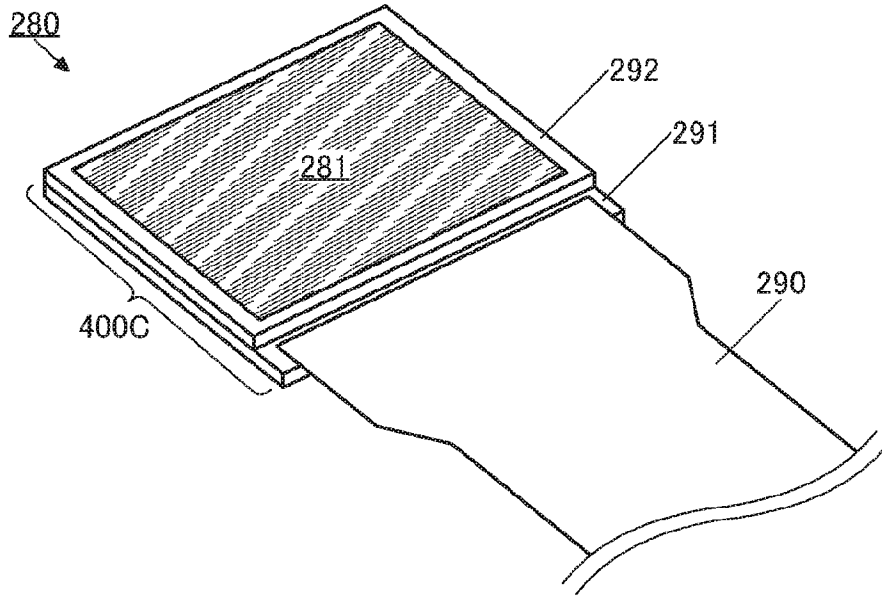
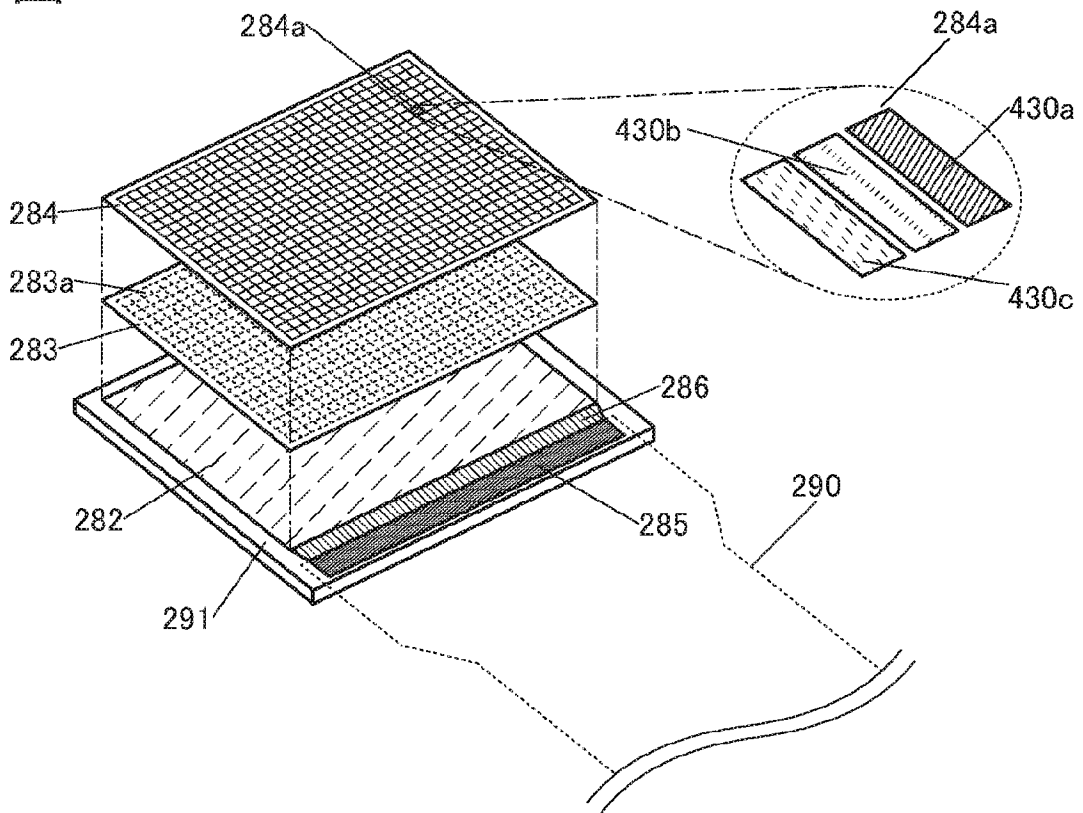
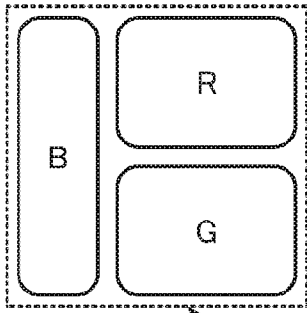


図14B

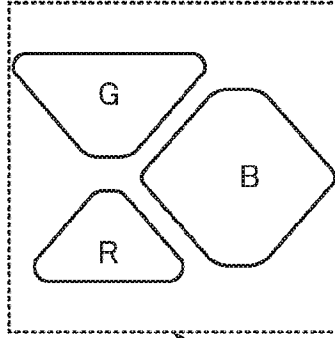


15A



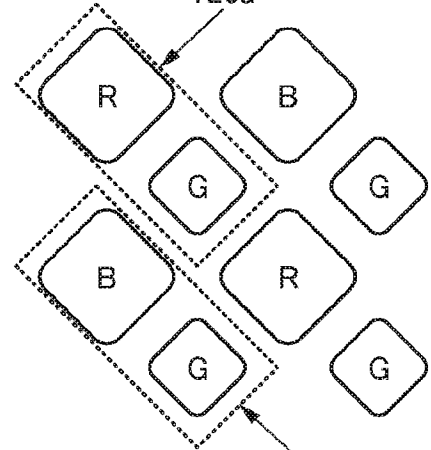
103

15B



103

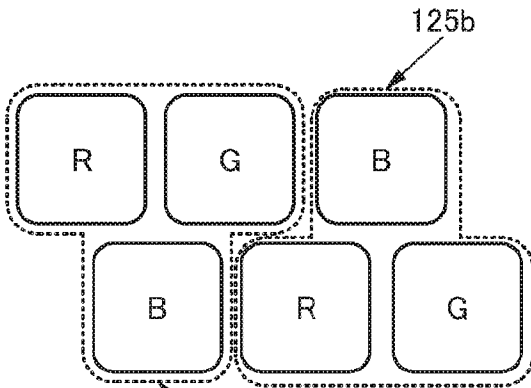
15C



125a

125b

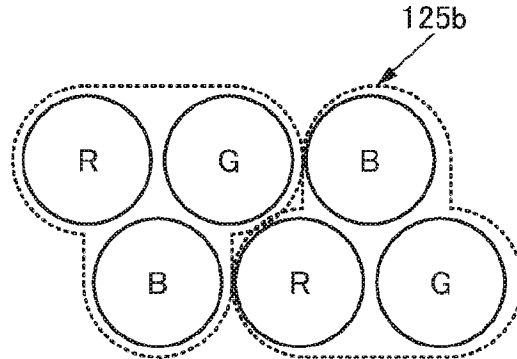
15D



125b

125a

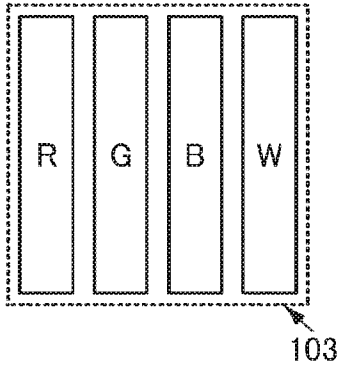
15E



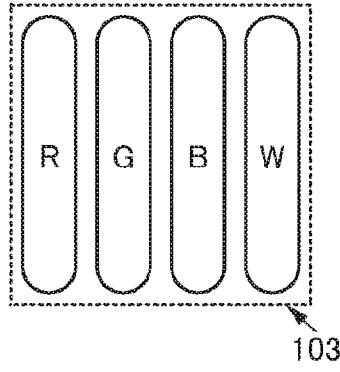
125b

125a

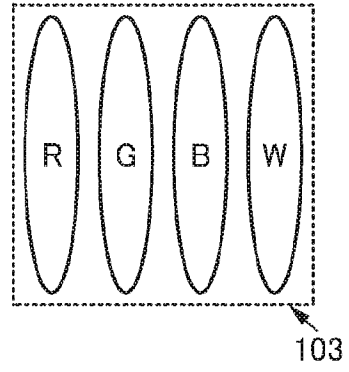
16A



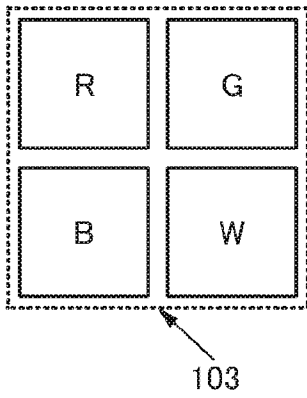
16B



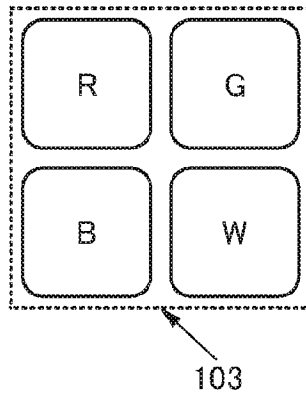
16C



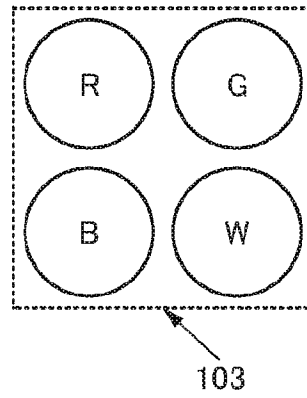
16D



16E



16F



16G

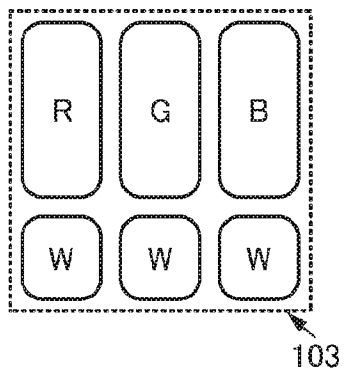


图17A

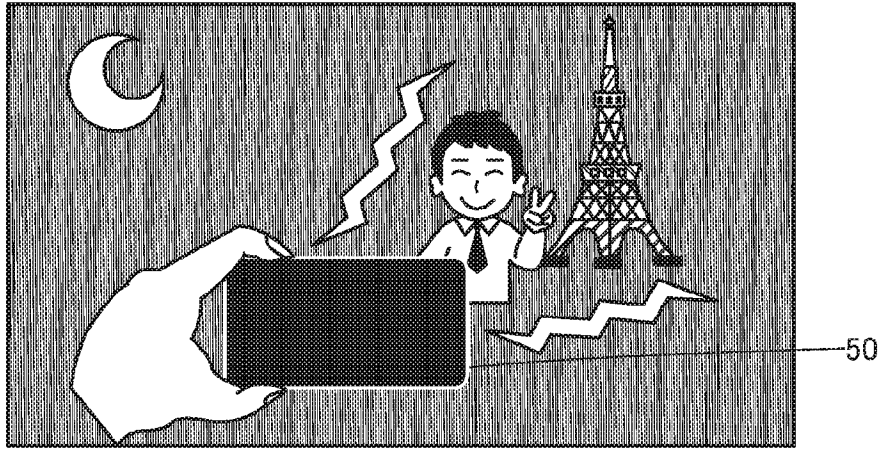


图17B

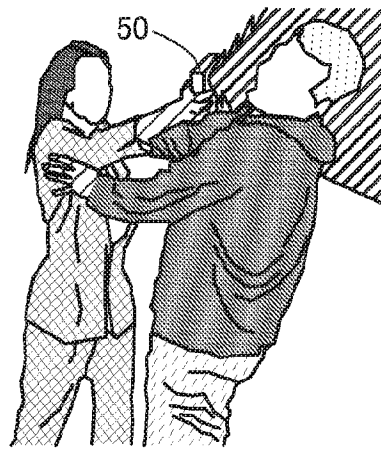
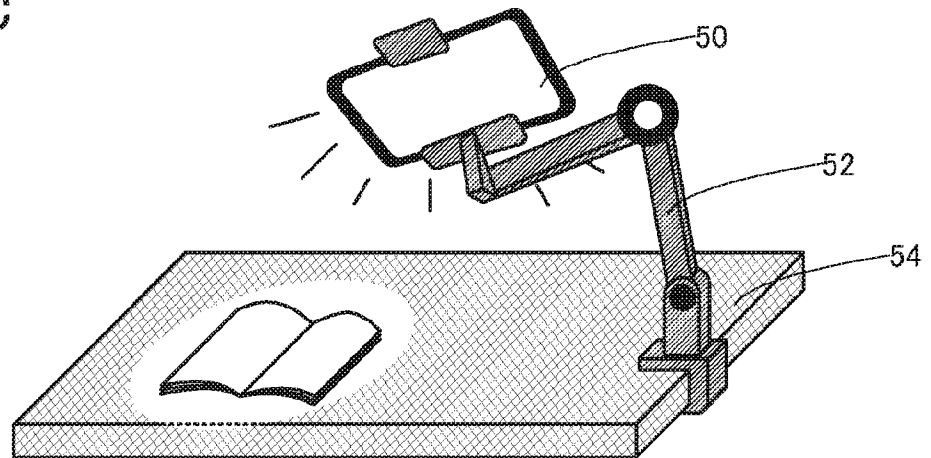
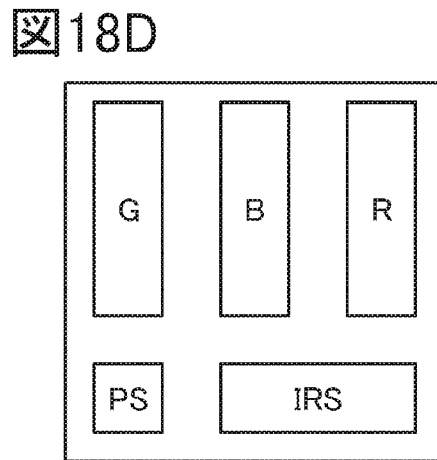
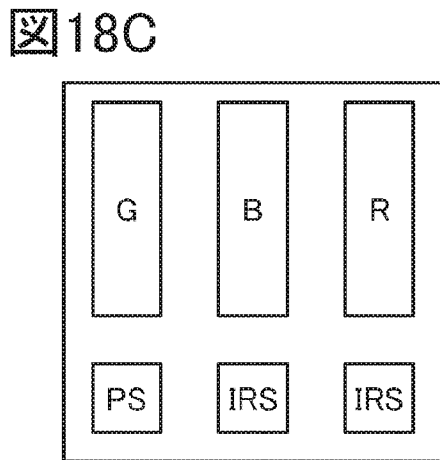
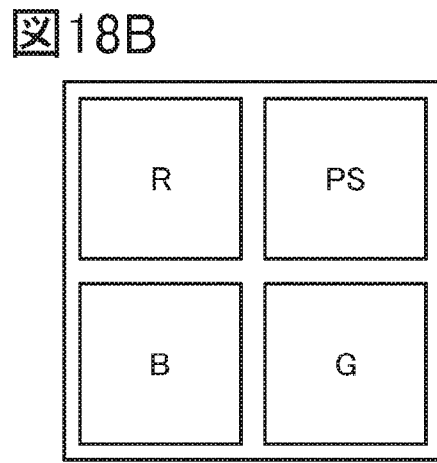
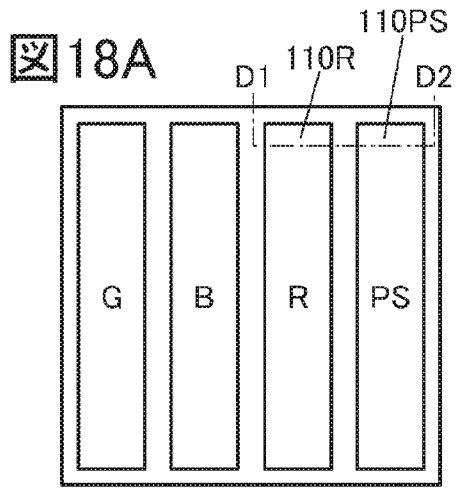
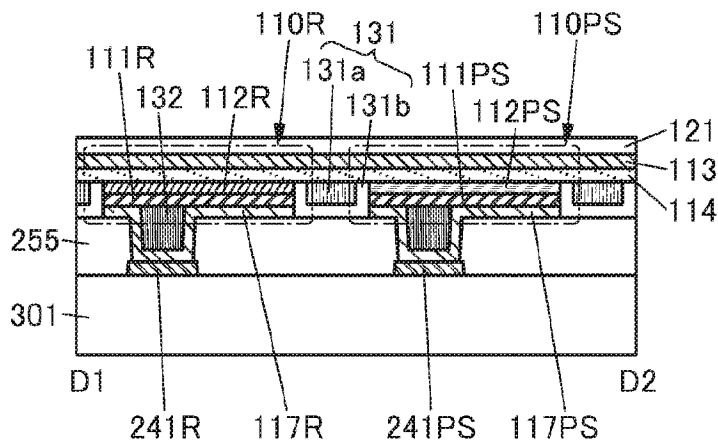


图17C

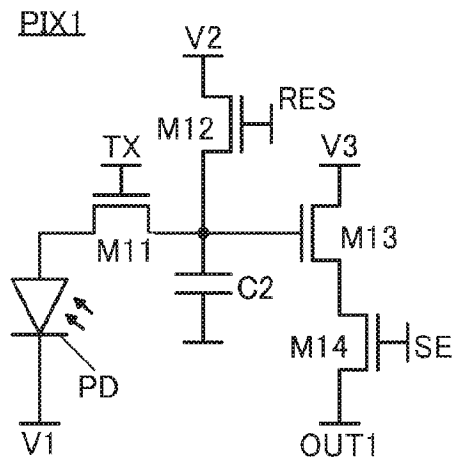




19A



19B



19C

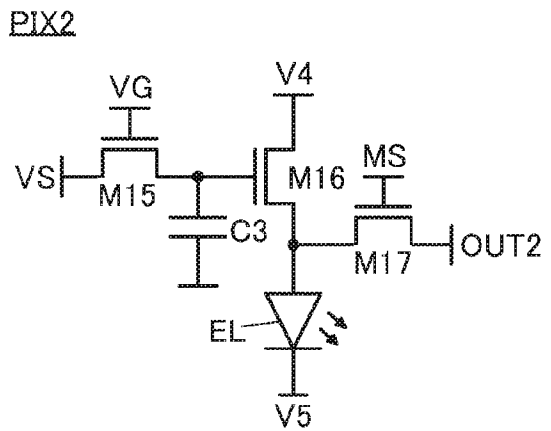


図20A

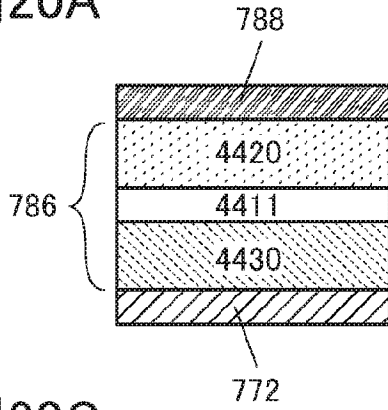


図20B

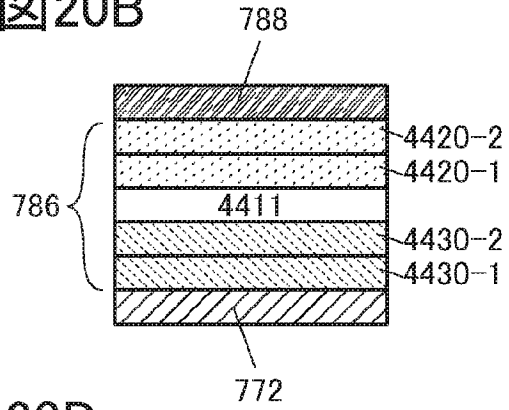


図20C

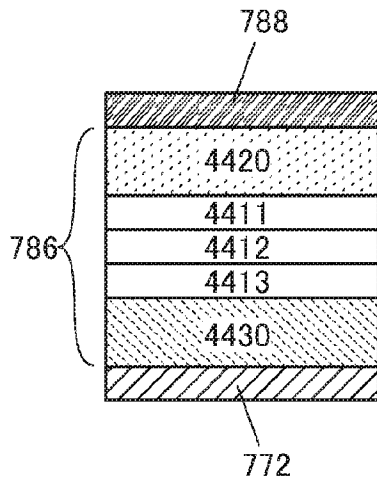


図20D

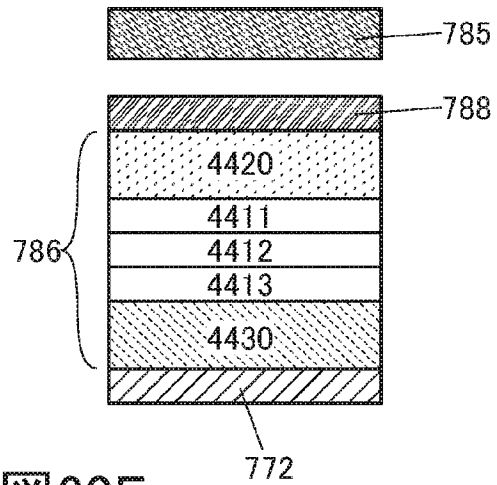


図20E

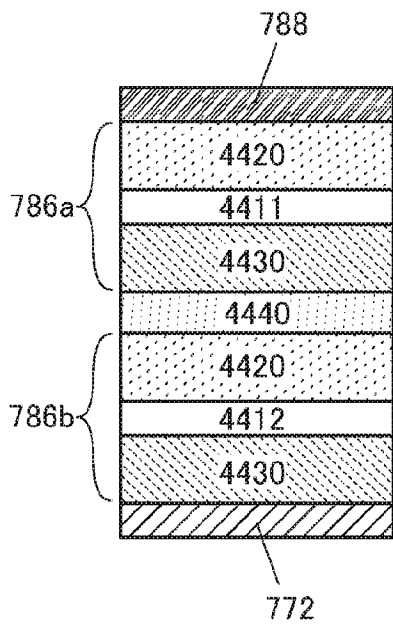
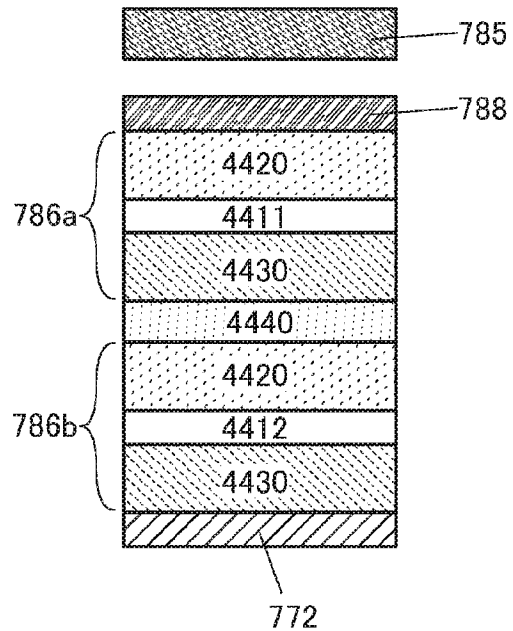
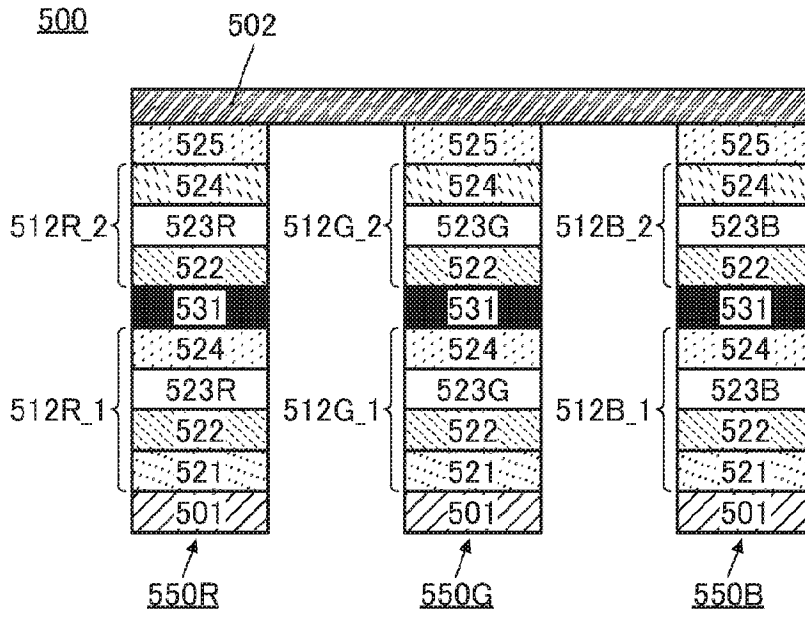


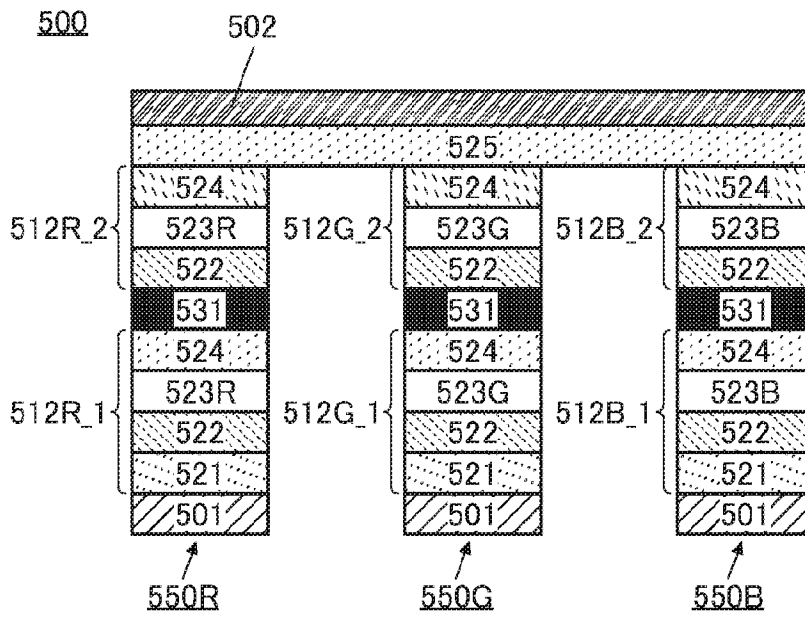
図20F



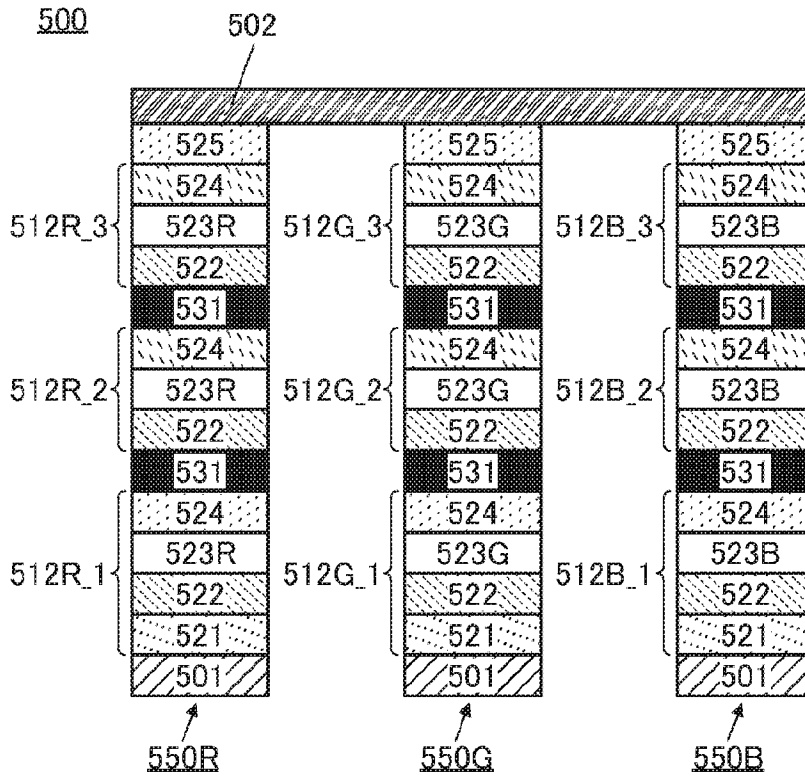
21A



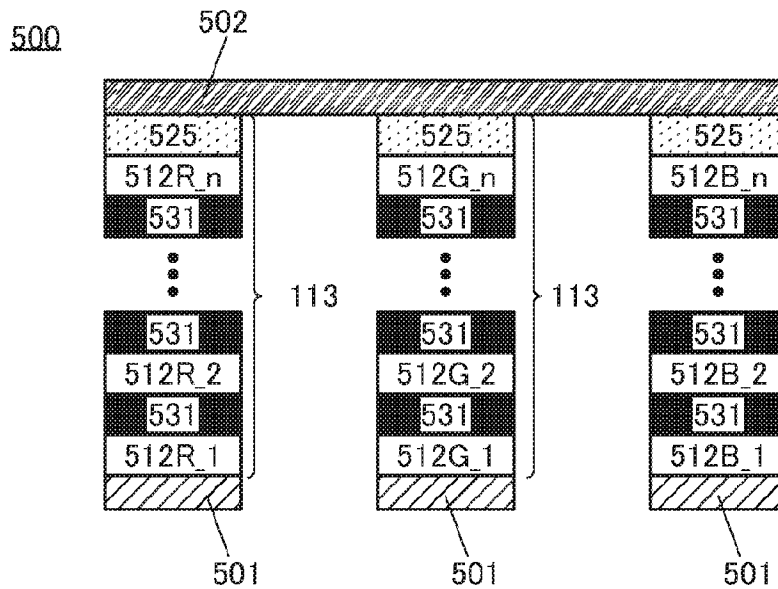
21B



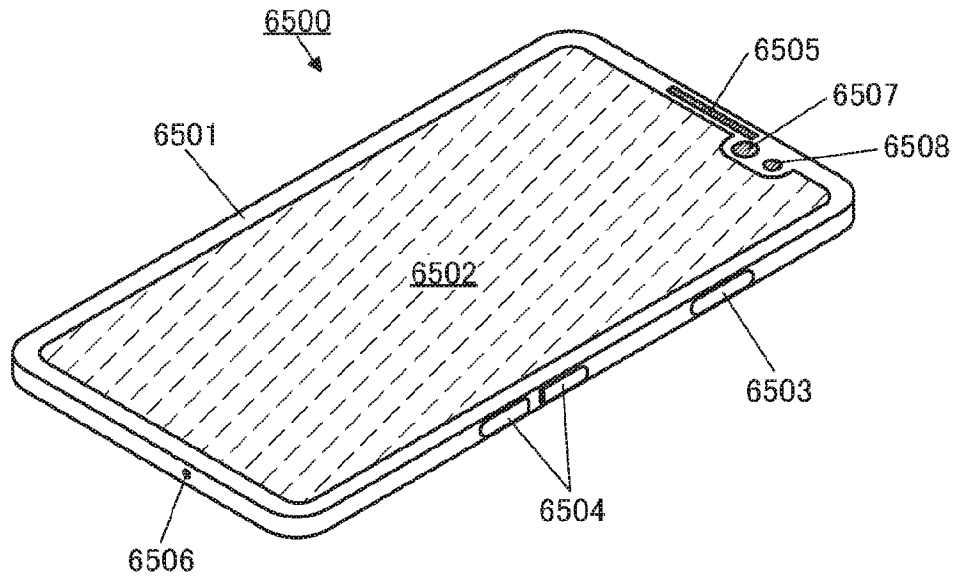
22A



22B



23A



23B

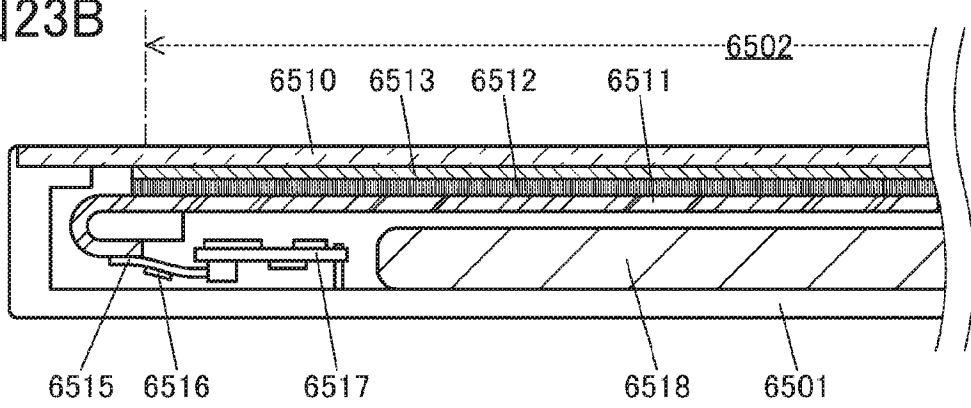


図24A

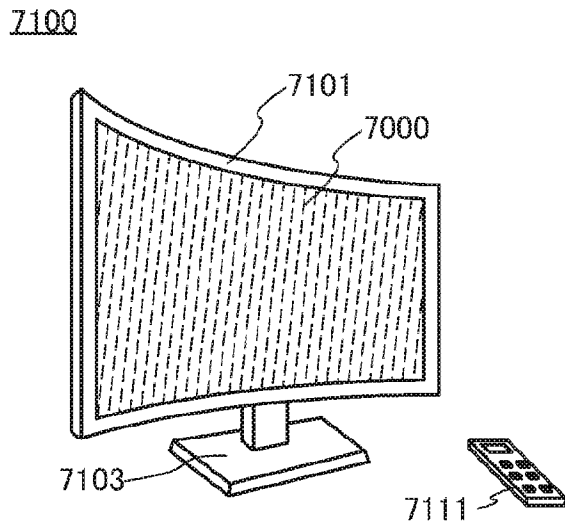


図24B

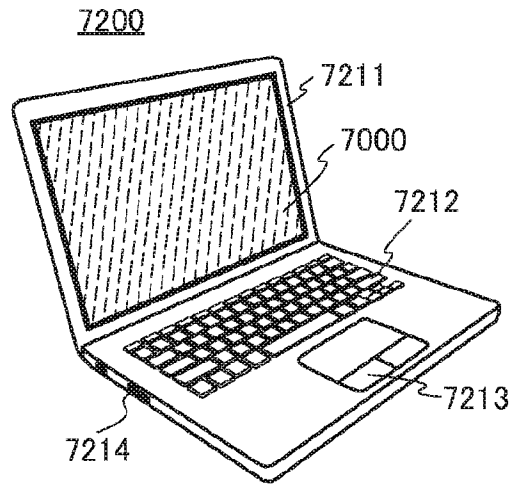


図24C

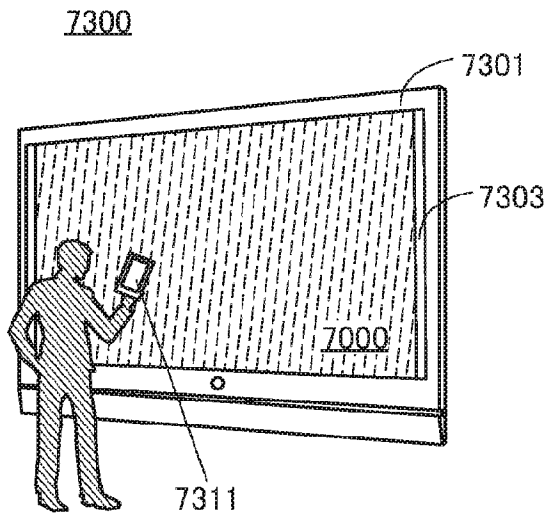


図24D

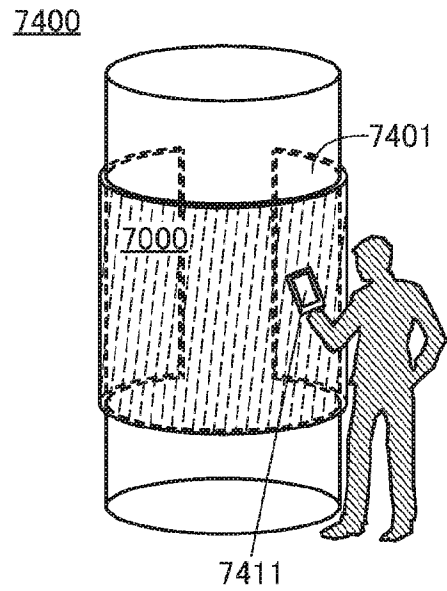


図25A

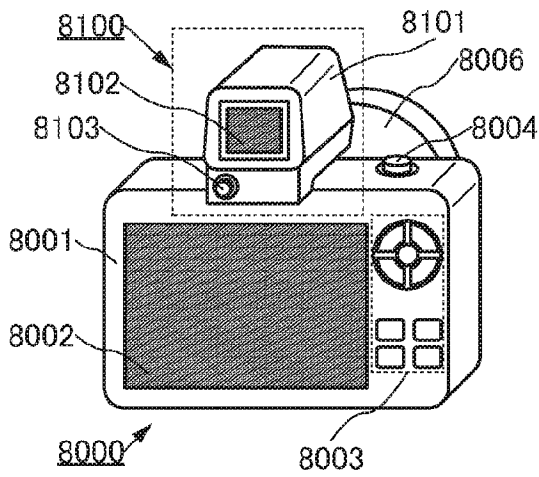


図25B

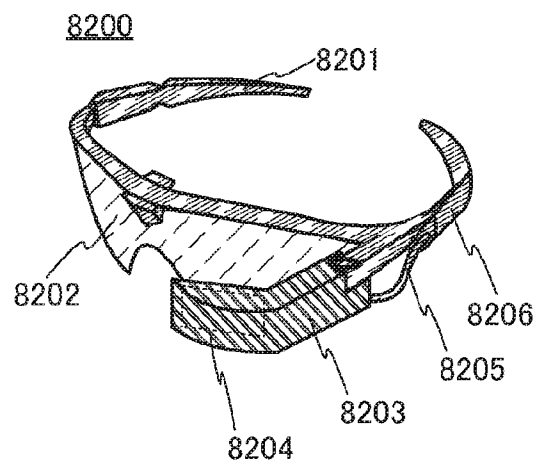


図25C

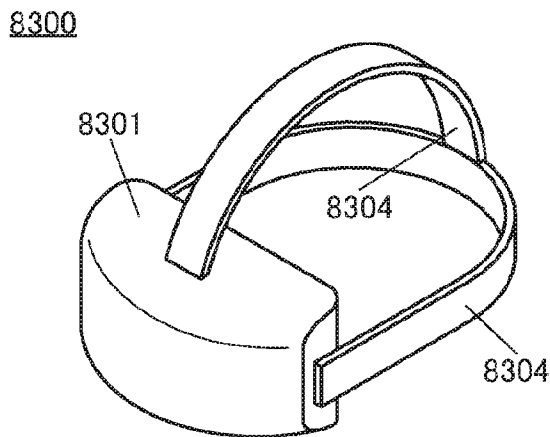


図25D

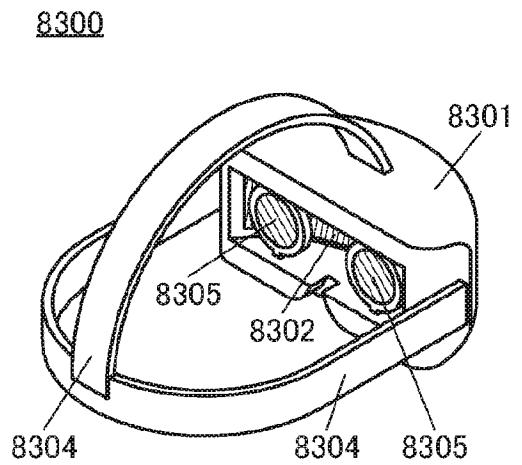


図25E

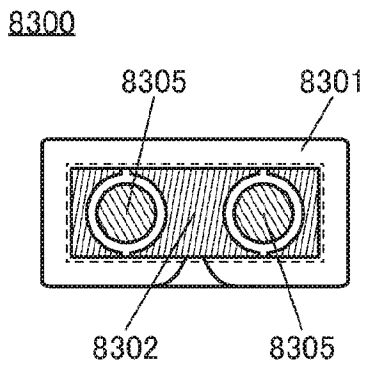


図25F

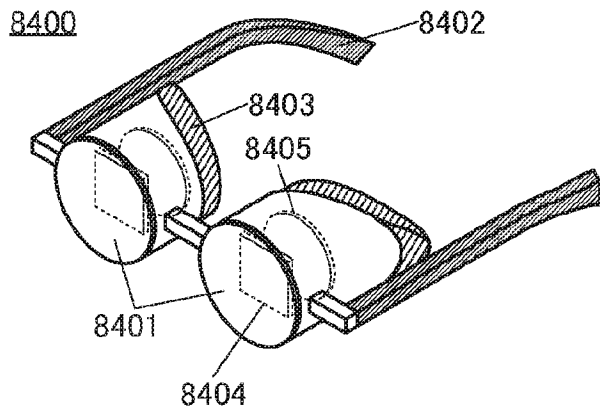


图26A

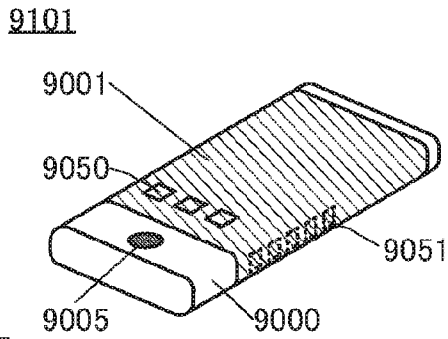


图26B

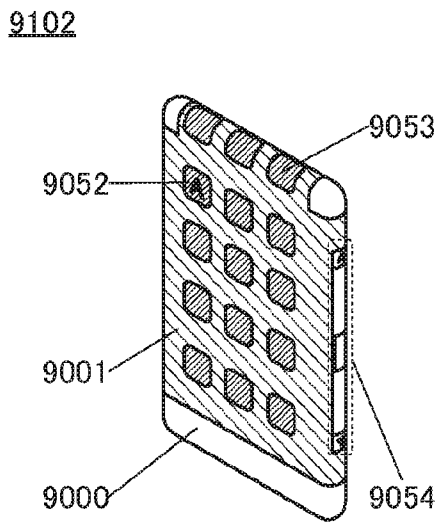


图26C

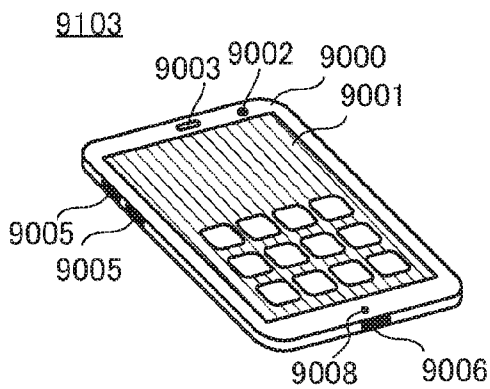


图26D

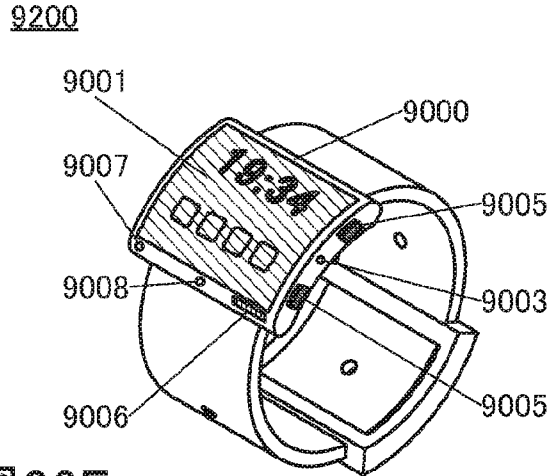


图26E

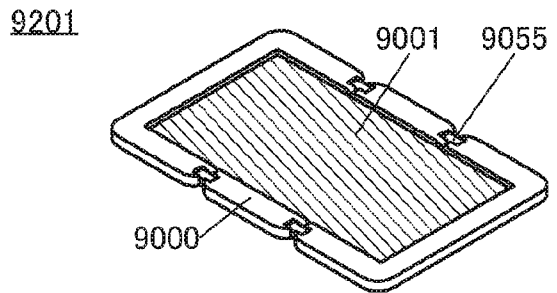


图26F

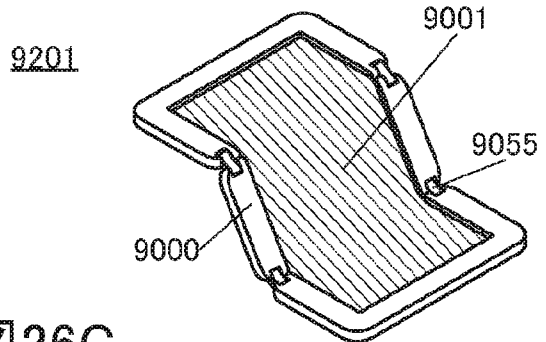
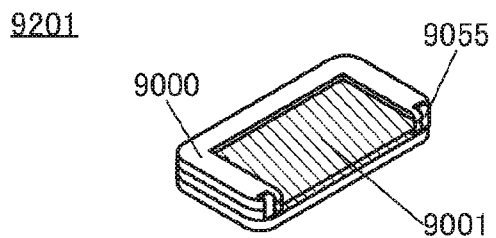


图26G



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/051180

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<p><i>H05B 33/22</i>(2006.01)i; <i>G06F 3/042</i>(2006.01)i; <i>G09F 9/00</i>(2006.01)i; <i>G09F 9/30</i>(2006.01)i; <i>H01L 27/32</i>(2006.01)i; <i>H01L 51/50</i>(2006.01)i; <i>H05B 33/12</i>(2006.01)i; <i>H05B 33/14</i>(2006.01)i; <i>H05B 33/26</i>(2006.01)i; <i>H05B 33/28</i>(2006.01)i</p> <p>FI: H05B33/22 Z; G09F9/30 365; G09F9/30 338; G09F9/30 348A; H05B33/28; H05B33/12 B; H05B33/26 Z; G09F9/00 366Z; G06F3/042 472; H01L27/32; H05B33/14 A; H05B33/14 Z</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H05B33/22; G06F3/042; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/26; H05B33/28		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
<p>Published examined utility model applications of Japan 1922-1996</p> <p>Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022</p> <p>Registered utility model specifications of Japan 1996-2022</p> <p>Published registered utility model applications of Japan 1994-2022</p>		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-345179 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 14 December 2001 (2001-12-14) paragraph [0080], fig. 6, 7, etc.	1-9
Y	JP 2014-220235 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 20 November 2014 (2014-11-20) paragraphs [0090], [0147], [0149], fig. 2, etc.	1-9
Y	WO 2021/009621 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 21 January 2021 (2021-01-21) claims, paragraph [0042]	5-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
07 April 2022		26 April 2022
Name and mailing address of the ISA/JP		Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		
		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/IB2022/051180</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2001-345179 A	14 December 2001	US 2001/0026125 A1 paragraph [0100], fig. 6, 7, etc. TW 484238 B	
JP 2014-220235 A	20 November 2014	US 2014/0306201 A1 paragraphs [0105], [0162], [0164], fig. 2, etc.	
WO 2021/009621 A1	21 January 2021	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H05B 33/22(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; H05B 33/12(2006.01)i; H05B 33/14(2006.01)i;                  H05B 33/26(2006.01)i; H05B 33/28(2006.01)i                  FI: H05B33/22 Z; G09F9/30 365; G09F9/30 338; G09F9/30 348A; H05B33/28; H05B33/12 B; H05B33/26 Z;                  G09F9/00 366Z; G06F3/042 472; H01L27/32; H05B33/14 A; H05B33/14 Z</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H05B33/22; G06F3/042; G09F9/00; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/12; H05B33/14; H05B33/26;                  H05B33/28</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			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				
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													
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2001-345179 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 14.12.2001 (2001 - 12 - 14) 段落 [0080]、図6、7等</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2014-220235 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 20.11.2014 (2014 - 11 - 20) 段落 [0090] [0147] [0149]、図2等</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2021/009621 A1 (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.01.2021 (2021 - 01 - 21) 請求の範囲、段落 [0042]</td> <td>5-9</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” 同一パテントファミリー文献</p>			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	JP 2001-345179 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 14.12.2001 (2001 - 12 - 14) 段落 [0080]、図6、7等	1-9	Y	JP 2014-220235 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 20.11.2014 (2014 - 11 - 20) 段落 [0090] [0147] [0149]、図2等	1-9	Y	WO 2021/009621 A1 (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.01.2021 (2021 - 01 - 21) 請求の範囲、段落 [0042]	5-9
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	JP 2001-345179 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 14.12.2001 (2001 - 12 - 14) 段落 [0080]、図6、7等	1-9												
Y	JP 2014-220235 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 20.11.2014 (2014 - 11 - 20) 段落 [0090] [0147] [0149]、図2等	1-9												
Y	WO 2021/009621 A1 (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.01.2021 (2021 - 01 - 21) 請求の範囲、段落 [0042]	5-9												
<p>国際調査を完了した日</p> <p>07.04.2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>26.04.2022</p>													
<p>名称及びあて先</p> <p>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</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>藤岡 善行 20 9225</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3271</p>													

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/IB2022/051180

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2001-345179 A	14.12.2001	US 2001/0026125 A1 段落 [0100]、図6、 7等 TW 484238 B	
JP 2014-220235 A	20.11.2014	US 2014/0306201 A1 段落 [0105] [016 2] [0164]、図2等	
WO 2021/009621 A1	21.01.2021	(ファミリーなし)	