

(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4日(04.08.2022)



(10) 国際公開番号

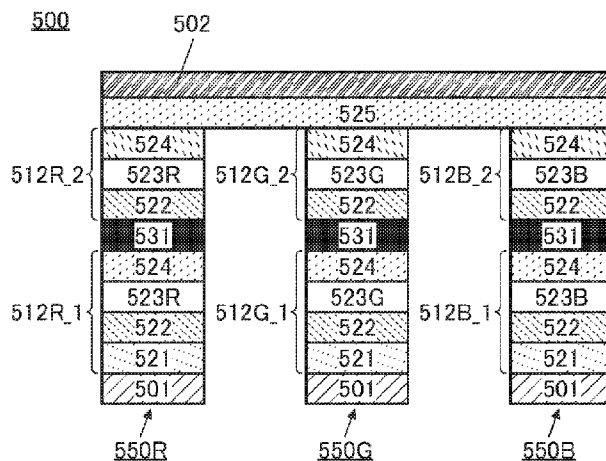
WO 2022/162501 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 33/12 (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01) *H05B 33/06* (2006.01)
H01L 27/32 (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/IB2022/050412
- (22) 国際出願日: 2022年1月19日(19.01.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2021-012374 2021年1月28日(28.01.2021) 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). 瀬尾 哲史(SEO, Satoshi); 〒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).
- (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,

(54) Title: DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 表示装置

図1B



(57) Abstract: Provided is a high-definition display device. Also provided is a display device having both high display quality and high definition. The display device comprises: a plurality of first light-emitting elements; and a plurality of second light-emitting elements. The first light-emitting elements each include a first pixel electrode, a first EL layer, a common layer, and a common electrode. The second light-emitting elements each include a second pixel electrode, a second EL layer, a common layer, and a common electrode. The first and second EL layers are provided separately from each other such that the respective lateral surfaces face each other. In the first EL layer, a first light-emitting unit, a first intermediate layer, and a second light-emitting unit are layered. In the second EL layer, a third light-emitting unit, a second intermediate layer, and a fourth light-emitting unit are layered. The first and second light-emitting units each have a first light-emitting layer which emits light of a first color, and the third and fourth light-emitting units each have a second light-emitting layer which emits light of a second color different from the first color.

WO 2022/162501 A1

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

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

(57) 要約 : 高精細な表示装置を提供する。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。表示装置は、複数の第1の発光素子、複数の第2の発光素子を有する。第1の発光素子は、第1の画素電極、第1のEL層、共通層、共通電極を有する。第2の発光素子は、第2の画素電極、第2のEL層、共通層、共通電極を有する。第1のEL層と、第2のEL層とは、互いに離隔して設けられ、互いの側面が対向して設けられる。第1のEL層は、第1の発光ユニット、第1の中間層、第2の発光ユニットが積層される。第2のEL層は、第3の発光ユニット、第2の中間層、第4の発光ユニットが積層される。第1の発光ユニットと第2の発光ユニットとは、第1の色の光を発する第1の発光層を有し、第3の発光ユニットと第4の発光ユニットとは、第1の色とは異なる第2の色の光を発する第2の発光層を有する。

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、高解像度化に伴い高精細化が求められている。さらに、最も高い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、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。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0006]

[特許文献1] 特開2002-324673号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007]

本発明の一態様は、高精細化が容易な表示装置、及びそ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、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。

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。

[0008]

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。

[0009]

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

[0010]

本発明の一態様は、複数の第1の発光素子と、複数の第2の発光素子と、を有する表示装置である。第1の発光素子は、第1の画素電極と、第1のEL層と、共通層と、共通電極と、を有する。第2の発光素子は、第2の画素電極と、第2のEL層と、共通層と、共通電極と、を有する。第1の発光素子と、第2の発光素子とは、第1の方向に配列し、複数の第1の発光素子、及び複数の第2の発光素子は、それぞれ第1の方向と交差する第2の方向に配列する。第1のEL層と、第2のEL層とは、互いに離隔して設けられる。第1のEL層の側面と、第2のEL層の側面とは、対向して設けられる。第1のEL層は、第1の発光ユニットと、第1の中間層と、第2の発光ユニットと、が積層される。第2のEL層は、第3の発光ユニットと、第2の中間層と、第4の発光ユニットと、が積層される。第1の発光ユニットと、第2の発光ユニットとは、第1の色の光を発する第1の発光層を有し、第3の発光ユニットと、第4の発光ユニットとは、第1の色とは異なる第2の色の光を発する第2の発光層を有する。

[0011]

また、上記において、第1のEL層の側面は、第1のEL層の被形成面に対して垂直または概略垂直であり、第2のEL層の側面は、第2のEL層の被形成面に対して垂直または概略垂直であることが好ましい。

[0012]

また、上記において、第1のEL層の側面と、第1のEL層の被形成面との角度が、60度以上90度以下であり、第2のEL層の側面と、第2のEL層の被形成面との角度が、60度以上90度以下であることが好ましい。

[0013]

また、上記いずれかにおいて、第1の画素電極と第2の画素電極との間に、絶縁層を有することが好ましい。さらに、共通層及び共通電極は、第1のEL層及び第2のEL層のいずれとも重ならず、且つ、絶縁層と重なる領域を有することが好ましい。

[0014]

また、上記において、絶縁層は、有機絶縁膜または無機絶縁膜を含むことが好ましい。

[0015]

また、上記いずれかにおいて、第1の画素電極と同一面上に、接続電極を有することが好ましい。このとき、接続電極は、第1のEL層及び第2のEL層を介することなく、共通電極と電氣的に接

続されることが好ましい。また、接続電極は、共通層を介して、共通電極と電氣的に接続されることが好ましい。

[0016]

また、上記いずれかにおいて、複数の第1の発光素子は1000ppi以上の精細度で配置され、開口率が50%以上であることが好ましい。

発明の効果

[0017]

本発明の一態様によれば、高精細化が容易な表示装置、及びその作製方法を提供できる。または、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できる。または、コントラストの高い表示装置を提供できる。または、信頼性の高い表示装置を提供できる。

[0018]

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。

[0019]

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

[0020]

図1A及び図1Bは、発光装置の構成例を示す図である。

図2A及び図2Bは、発光装置の構成例を示す図である。

図3A及び図3Bは、発光装置の構成例を示す図である。

図4A乃至図4Cは、発光装置の構成例を示す図である。

図5A乃至図5Dは、表示装置の構成例を示す図である。

図6A乃至図6Fは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図7A乃至図7Fは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図8A乃至図8Cは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図9A乃至図9Dは、表示装置の構成例を示す図である。

図10A乃至図10Eは、表示装置の作製方法例を示す図である。

図11A乃至図11Cは、表示装置の構成例を示す図である。

図12A乃至図12Cは、表示装置の構成例を示す図である。

図13A乃至図13Cは、表示装置の構成例を示す図である。

図14は、表示装置の一例を示す斜視図である。

図15A及び図15Bは、表示装置の一例を示す断面図である。

図16Aは、表示装置の一例を示す断面図である。図16Bは、トランジスタの一例を示す断面図である。

図17A及び図17Bは、表示モジュールの一例を示す斜視図である。

図18は、表示装置の一例を示す断面図である。

図19は、表示装置の一例を示す断面図である。

図20は、表示装置の一例を示す断面図である。
図21A及び図21Bは、表示装置の構成例を示す図である。
図22A及び図22Bは、表示装置の構成例を示す図である。
図23A乃至図23Jは、表示装置の構成例を示す図である。
図24は、車両の構成例を示す図である。
図25A及び図25Bは、電子機器の一例を示す図である。
図26A乃至図26Dは、電子機器の一例を示す図である。
図27A乃至図27Fは、電子機器の一例を示す図である。
図28A乃至図28F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

[0021]

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。

[0022]

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。

[0023]

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。

[0024]

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。

[0025]

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。

[0026]

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。

[0027]

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。

[0028]

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。

[0029]

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様である表示装置に用いることができる発光装置、及び発光装置が有する発光素子（発光デバイスともいう）について説明する。

[0030]

<発光装置の構成例>

図1Aに、発光装置500の断面概略図を示す。発光装置500は、赤色の光を発する発光素子550R、緑色の光を発する発光素子550G、及び青色の光を発する発光素子550Bを有する。

[0031]

発光素子550Rは、一対の電極（電極501、電極502）の間に、中間層531を介して2つの発光ユニット（発光ユニット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、発光素子550Gは発光ユニット512G_1、発光ユニット512G_2を有し、発光素子550Bは発光ユニット512B_1、発光ユニット512B_2を有する。

[0032]

電極501は、画素電極として機能し、発光素子毎に設けられる。電極502は、共通電極として機能し、複数の発光素子に共通に設けられる。

[0033]

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、発光素子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。

[0034]

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。

[0035]

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。

[0036]

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。

[0037]

なお、図1A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。

[0038]

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

5 1 2 R__1 及び発光ユニット 5 1 2 R__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 5 3 1 は、電荷発生層と呼ぶこともできる。

[0039]

なお、発光素子 5 5 0 R が有する発光層 5 2 3 R は、赤色の発光を示す発光物質を有し、発光素子 5 5 0 G が有する発光層 5 2 3 G は緑色の発光を示す発光物質を有し、発光素子 5 5 0 B が有する発光層 5 2 3 B は、青色の発光を示す発光物質を有する。なお、発光素子 5 5 0 G、発光素子 5 5 0 B は、それぞれ、発光素子 5 5 0 R が有する発光層 5 2 3 R を、発光層 5 2 3 G、発光層 5 2 3 B に置き換えた構成を有し、そのほかの構成は、発光素子 5 5 0 R と同様である。

[0040]

なお、層 5 2 1、層 5 2 2、層 5 2 4、層 5 2 5 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。

[0041]

発光素子 5 5 0 R、発光素子 5 5 0 G、及び発光素子 5 5 0 B のように、複数の発光ユニットが中間層 5 3 1 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、一対の電極間に一つの発光ユニットを有する構成を、シングル構造と呼ぶ。なお、本明細書等においては、タンデム構造として呼称するが、これに限定されず、例えば、タンデム構造をスタック構造と呼んでもよい。なお、タンデム構造とすることで、高輝度発光が可能な発光素子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。

[0042]

また、発光素子 5 5 0 R、発光素子 5 5 0 G、及び発光素子 5 5 0 B のように、発光素子ごとに発光層を作り分ける構造を SBS (Side By Side) 構造と呼ぶ場合がある。SBS 構造は、発光素子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。

[0043]

本発明の一態様の発光装置 5 0 0 は、タンデム構造であり、且つ、SBS 構造であるといえる。そのため、タンデム構造のメリットと、SBS 構造のメリットの両方を併せ持つことができる。なお、本発明の一態様の発光装置 5 0 0 は、図 1 A 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 1 A 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 1 A 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。

[0044]

図 1 B は、図 1 A に示す発光装置 5 0 0 の変形例である。図 1 B に示す発光装置 5 0 0 は、層 5 2 5 を、電極 5 0 2 と同様に、各発光素子間で共通に設けた場合の例である。このとき、層 5 2 5 を共通層と呼ぶことができる。このように、各発光素子の間に 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。

[0045]

図2Aに示す発光装置500は、3つの発光ユニットを積層した場合の例である。図2Aにおいて、発光素子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、発光ユニット512R_2と同様の構成を有する。また、発光素子550Gが有する発光ユニット512G_3、発光素子550Bが有する発光ユニット512B_3も発光ユニット512R_3と同様である。

[0046]

図2B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。

[0047]

このように、発光ユニットの積層数を増やすことにより、同じ電流量で発光素子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、発光素子の消費電力を、積層数に応じて低減することができる。

[0048]

図3Aに示す発光装置500は、隣接する2つの発光素子が隔離し、且つ、電極502が各発光ユニットおよび中間層531の側面に沿って設けられる場合の例を示している。

[0049]

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

[0050]

図3Aでは、電極501、各発光ユニットおよび中間層531の側面を覆って、絶縁層541が設けられている例を示している。絶縁層541は、側壁保護層、またはサイドウォール絶縁膜などと呼ぶことができる。絶縁層541を設けることで、中間層531と電極502とを電氣的に絶縁することができる。

[0051]

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

[0052]

図3Bは、層525及び電極502が各発光ユニットおよび中間層531の側面に沿って設けられる場合の例を示している。さらに、側壁保護層として、絶縁層541と絶縁層542の2層構造としている。

[0053]

また、図4Aは、図3Bの変形例である。また、図4Bは、図4Aに示す領域503の拡大図である。図4Aと、図3Bとは、絶縁層542の端部の形状が異なる。また、絶縁層542の端部の形状が異なり、絶縁層542の形状に沿って、層525、及び電極502が形成されるため、層525、及び電極502の形状も異なる。また、図4Aと、図3Bとは、絶縁層541、及び絶縁層542の厚さが異なる。図4Aにおいては、絶縁層541の厚さよりも絶縁層542の厚さの方が厚い構成である。絶縁層542の端部は、図4Bに示すように端部の形状がラウンド状である。例えば、絶縁層542を形成する際に、ドライエッチング法を用い、異方性エッチングにて絶縁層542の上部をエッチングする場合、絶縁層542の端部は、図4Bに示すようにラウンド状となる。

絶縁層 5 4 2 の端部の形状をラウンド状とすることで、層 5 2 5、及び電極 5 0 2 の被覆性が高まり好適である。また、図 4 A、及び図 4 B に示すように、絶縁層 5 4 2 の厚さを絶縁層 5 4 1 の厚さよりも厚くすることで、端部の形状をラウンド状にしやすい場合がある。

[0054]

側壁保護層として機能する絶縁層 5 4 1（及び絶縁層 5 4 2）により、電極 5 0 2 と中間層 5 3 1 の電氣的なショートを防ぐことができる。また、絶縁層 5 4 1（及び絶縁層 5 4 2）が電極 5 0 1 の側面を覆うことで、電極 5 0 1 と電極 5 0 2 の電氣的なショートを防ぐことができる。これにより、発光素子の四隅に位置する角部における、電氣的なショートを防ぐことができる。

[0055]

絶縁層 5 4 1 及び絶縁層 5 4 2 には、それぞれ無機絶縁膜を用いることが好ましい。例えば、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、酸化窒化アルミニウム、または酸化ハフニウムなどの、酸化物または窒化物を用いることができる。また、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ガリウム、酸化タンタル、酸化マグネシウム、酸化ランタン、酸化セリウム、及び酸化ネオジム等を用いてもよい。

[0056]

絶縁層 5 4 1 及び絶縁層 5 4 2 は、例えばスパッタリング法、蒸着法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、ALD (Atomic Layer Deposition) 法などの各種成膜方法により形成することができる。特に、ALD 法は被形成層に対する成膜ダメージが小さいため、発光ユニットおよび中間層 5 3 1 に直接形成する絶縁層 5 4 1 は、ALD 法を用いて形成することが好ましい。また、このとき、絶縁層 5 4 2 はスパッタリング法により形成すると、生産性を高めることができるため好ましい。

[0057]

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

[0058]

また、絶縁層 5 4 1、及び絶縁層 5 4 2 のいずれか一方または双方は、水および酸素の少なくとも一方に対するバリア絶縁膜としての機能を有すると好適である。または、絶縁層 5 4 1、及び絶縁層 5 4 2 のいずれか一方または双方は、水および酸素の少なくとも一方の拡散を抑制する機能を有すると好適である。または、絶縁層 5 4 1、及び絶縁層 5 4 2 のいずれか一方または双方は、水および酸素の少なくとも一方を捕獲、または固着する（ゲッタリングともいう）機能を有すると好適である。

[0059]

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

[0060]

絶縁層 5 4 1、及び絶縁層 5 4 2 のいずれか一方または双方が、上述のバリア絶縁膜の機能、またはゲッタリング機能を有することで、外部から各発光素子に拡散しうる不純物（代表的には、水、または酸素）の侵入を抑制することが可能な構成となる。当該構成とすることで、信頼性の優れた発光装置を提供することができる。

[0061]

なお、図4Cに示すように、側壁保護層として機能する絶縁層541及び絶縁層542を有さない構成としてもよい。図4Cでは、層525が、各発光ユニットおよび中間層531の側面に接して設けられている。

[0062]

<発光素子の構成例>

各発光素子の発光色は、発光層523R等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、発光素子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。

[0063]

白色の光を発する発光素子とする場合には、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、発光素子全体として白色発光する発光素子を得ることができる。また、発光層を3つ以上有する発光素子の場合も同様である。

[0064]

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。

[0065]

ここで、発光素子の各層の具体的な例について説明する。

[0066]

発光素子は少なくとも発光層を有する。また、発光素子は、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。

[0067]

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、無機化合物を含んでいてもよい。発光素子を構成する層は、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。

[0068]

例えば、発光素子は、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち1層以上を有する構成とすることができる。

[0069]

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。

[0070]

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、 π 電子過剰型複素芳香族化合物（例えばカルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、フラン誘導体など）、芳香族アミン（芳香族アミン骨格を有する化合物）等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

[0071]

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 π 電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料を用いることができる。

[0072]

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。

[0073]

電子注入層としては、例えば、リチウム、セシウム、イッテルビウム、フッ化リチウム (LiF)、フッ化セシウム (CsF)、フッ化カルシウム (CaF_x , x は任意数)、8-(キノリノラト)リチウム(略称: Li q)、2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称: Li PP)、2-(2-ピリジル)-3-ピリジノラトリチウム(略称: Li PPy)、4-フェニル-2-(2-ピリジル)フェノラトリチウム(略称: Li PPP)、リチウム酸化物 (LiO_x)、炭酸セシウム等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物を用いることができる。また、電子注入層としては、2以上の積層構造としてもよい。当該積層構造としては、例えば、1層目にフッ化リチウムを用い、2層目にイッテルビウムを設ける構成とすることができる。

[0074]

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。

[0075]

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

[0076]

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

[0077]

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。

[0078]

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。

[0079]

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。

[0080]

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。

[0081]

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。

[0082]

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、発光素子の高効率、低電圧駆動、長寿命を同時に実現できる。

[0083]

中間層としては、例えば、フッ化リチウムなどの電子注入層に適用可能な材料を好適に用いることができる。また、中間層としては、例えば、正孔注入層に適用可能な材料を好適に用いることができる。また、中間層には、正孔輸送性材料及び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。

[0084]

なお、図1Aに示す発光装置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1Aに示す発光装置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ればよい。

[0085]

または、図1Aに示す発光装置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ればよい。

[0086]

なお、本発明の一態様の表示装置は、図1Aに示す発光装置500の全ての発光層が蛍光材料を有する構成、または図1Aに示す発光装置500の全ての発光層が燐光材料を有する構成としてもよい。

[0087]

または、本発明の一態様の表示装置は、図1Aに示す発光装置500において、発光ユニット512R__1が有する発光層523Rが燐光材料を有する構成とし、発光ユニット512R__2が有する発光層523Rが蛍光材料を有する構成、または発光ユニット512R__1が有する発光層523Rが蛍光材料を有する構成とし、発光ユニット512R__2が有する発光層523Rが燐光材料を有する構成、すなわち、1段目の発光層と、2段目の発光層とが異なる発光材料を有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。

[0088]

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。

[0089]

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。

[0090]

(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、及び表示装置の作製方法例について説

明する。

[0091]

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。

[0092]

ここで、異なる色の発光素子間で、EL層の一部または全部を作り分ける場合、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、表示装置の高精細化、及び高開口率化が困難である。そのため、ペンタ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。

[0093]

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。

[0094]

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。

[0095]

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。

[0096]

さらに、本発明の一態様は、EL層として、中間層を介して発光ユニットを積層した、タンデム構造（スタック構造ともいう）を用いる。これにより、発光ユニットを1つ有する構成と比較して、同じ輝度で発光させるために必要な電流を削減できるため、消費電力を低減でき、さらに劣化を大幅に抑制することができる。また、同じ電流を流したときの輝度を大幅に高めることができるため、高輝度が求められる電子機器に好適に用いることができる。

[0097]

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、

2つの画素電極を覆って、第1のEL膜と、第1のマスク膜（犠牲膜ともいう）とを積層して形成する。続いて、第1のマスク膜上であって、一方の画素電極（第1の画素電極）と重なる位置にレジストマスクを形成する。続いて、第1のマスク膜の一部、及び第1のEL膜の一部をエッチングする。このとき、他方の画素電極（第2の画素電極）を露出させた時点で、エッチングを終了する。これにより、第1の画素電極上には、帯状または島状に加工された第1のEL膜の一部（第1のEL層ともいう）と、その上にマスク膜の一部（第1のマスク層、第1の犠牲層ともいう）を形成することができる。

[0098]

続いて、第2のEL膜と、第2のマスク膜とを積層して形成する。そして、第2の画素電極と重なる位置にレジストマスクを形成する。続いて、上記と同様にレジストマスクと重ならない第2の犠牲膜の一部、及び第2のEL膜の一部をエッチングする。これにより、第1の画素電極上には第1のEL層及び第1のマスク層が、第2の画素電極上には第2のEL層及び第2のマスク層（第2の犠牲層ともいう）が、それぞれ設けられた状態となる。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のマスク層及び第2のマスク層を除去し、第1のEL層と第2のEL層を露出させたのち、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。

[0099]

さらに、上記工程を繰り返すことで、三色以上の発光素子のEL層を作り分けることができ、三色、または四色以上の発光素子を有する表示装置を実現できる。

[0100]

ここで、共通電極に電位を供給するために、画素電極と同一面上に電極（第1の電極、接続電極などともいう）を設け、当該接続電極と共通電極とが電氣的に接続される構成とすることができる。当該接続電極は、画素が設けられる表示部の外側に配置される。ここで、上記第1のEL膜のエッチング時に、接続電極の上面がエッチングに曝されることを防ぐため、接続電極上にも、第1のマスク層を設けることが好ましい。また、第2のEL膜のエッチング時にも同様に、接続電極上に第2のマスク層を設けることが好ましい。接続電極上に設けられた第1のマスク層及び第2のマスク層は、第1のEL層上の第1のマスク層、及び第2のEL層上の第2のマスク層と同時にエッチングにより除去することができる。

[0101]

異なる色のEL層間の間隔について、例えばメタルマスクを用いた形成方法では10 μ m未満にすることは困難であるが、上記方法によれば、3 μ m以下、2 μ m以下、または、1 μ 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、500nm以下、200nm以下、100nm以下、さらには50nm以下にまで間隔を狭めることもできる。これにより、2つの発光素子間に存在しうる非発光領域の面積を大幅に縮小することができ、開口率を100%に近づけることが可能となる。例えば、開口率は、50%以上、60%以上、70%以上、80%以上、さらには90%以上であって、100%未満を実現することもできる。

[0102]

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。

[0103]

さらに隣接する2つの画素電極の間に、絶縁層を設けることが好ましい。当該絶縁層は、画素電極の端部を覆って設けられる。画素電極上の、当該絶縁層に覆われる領域は、発光素子の発光領域として機能しないため、絶縁層と画素電極とが重なる領域の幅が小さいほど、表示装置の有効発光面積比、すなわち開口率を高めることができる。

[0104]

また、EL層の端部（側面）は、上記絶縁層上に位置する。このとき、絶縁層上には、2つのEL層の端部（側面）が対向して配置されることとなる。2つのEL層間の間隔が狭いほど、絶縁層の幅も小さくできるため、表示装置の開口率を高めることができる。

[0105]

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。そのため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、500ppi以上、1000ppi以上、または2000ppi以上、さらには3000ppi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。さらに、50%以上、さらには60%以上、さらには70%以上であって、100%未満の有効発光面積比（開口率）の表示装置を実現することができる。

[0106]

なお、本明細書等において、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。

[0107]

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。

[0108]

[構成例1]

図5Aに、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5A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。

[0109]

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5A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。

[0110]

発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bは、X方向に配列している。また、

X方向と交差するY方向には、同じ色の発光素子が配列している。

[0111]

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)、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。EL素子が有する発光物質としては、有機化合物だけでなく、無機化合物(量子ドット材料など)を用いることができる。

[0112]

図5Bは、図5A中の一点鎖線A1-A2に対応する断面概略図であり、図5Cは、一点鎖線B1-B2に対応する断面概略図である。

[0113]

図5Bには、発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bの断面を示している。発光素子110Rは、画素電極111R、EL層112R、EL層114、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、EL層114、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、EL層114、及び共通電極113を有する。EL層114と共通電極113は、発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bに共通に設けられる。EL層114は、共通層ともいうことができる。

[0114]

発光素子110Rが有するEL層112Rは、少なくとも赤色の波長域に強度を有する光を発する発光性の有機化合物を有する。発光素子110Gが有するEL層112Gは、少なくとも緑色の波長域に強度を有する光を発する発光性の有機化合物を有する。発光素子110Bが有するEL層112Bは、少なくとも青色の波長域に強度を有する光を発する発光性の有機化合物を有する。

[0115]

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)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。EL層114は、発光層を有さない構成とすることができる。例えば、EL層114は、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、一以上を有する。

[0116]

ここで、発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bには、実施の形態1で例示した、タンデム構造を有する発光素子を適用することができる。

[0117]

ここでは、2つの発光ユニットが積層された、2段のタンデム構造を有する発光素子を適用した場合の例について示す。発光素子110が有するEL層112Rは、発光ユニット112Ra、中間層112Rb、及び発光ユニット112Rcを有する。図5B、図5Cでは、発光ユニット112Raと発光ユニット112Rcに同じハッチングパターンを付し、中間層112Rbを破線で示している。同様に、EL層112Gは、発光ユニット112Ga、中間層112Gb、及び発光ユニット112Gcを有し、EL層112Bは、発光ユニット112Ba、中間層112Bb、及び

発光ユニット112Bcを有する。

[0118]

また、ここでは示さないが、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bの側面に接して、側壁保護層として機能する絶縁層を設けてもよい。

[0119]

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及びEL層114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。

[0120]

画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bの端部を覆って、絶縁層131が設けられている。絶縁層131の端部は、テーパ形状であることが好ましい。なお、絶縁層131は不要であれば設けなくてもよい。なお、本明細書等において、対象物の端部がテーパ形状であるとは、その端部の領域において表面と被形成面との成す角度が0度より大きく90度未満、好ましくは5度以上70度以下であり、端部から連続的に厚さが増加するような断面形状を有することをいう。

[0121]

EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bは、それぞれ画素電極の上面に接する領域と、絶縁層131の表面に接する領域と、を有する。また、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bの端部は、絶縁層131上に位置する。

[0122]

図5Bに示すように、異なる色の発光素子間において、2つのEL層の間に隙間が設けられている。このように、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bが、互いに接しないように設けられていることが好ましい。これにより、隣接する2つのEL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。

[0123]

図5Cに示すように、Y方向において、EL層112Rが一続きとなるように、EL層112Rが帯状に形成されている。EL層112Rなどを帯状に形成することで、これらを分断するためのスペースが不要となり、発光素子間の非発光領域の面積を縮小できるため、開口率を高めることができる。なお、図5Cでは一例として発光素子110Rの断面を示しているが、発光素子110G及び発光素子110Bについても同様の形状とすることができる。

[0124]

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。

[0125]

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。

[0126]

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。

[0127]

また、図5A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5Aには、共通電極113を破線で示している。

[0128]

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辺以上にわた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。

[0129]

図5Dは、図5A中の一点鎖線C1-C2に対応する断面概略図である。図5Dには、接続電極111Cと共通電極113とが電氣的に接続する接続部130を示している。接続部130では、接続電極111C上に共通電極113が接して設けられ、共通電極113を覆って保護層121が設けられている。また、接続電極111Cの端部を覆って絶縁層131が設けられている。

[0130]

[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、上記構成例で示した表示装置100を例に挙げて説明する。図6A乃至図7F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。また図6A等では、右側に接続部130及びその近傍における断面概略図を合わせて示している。

[0131]

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。

[0132]

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。

[0133]

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。

[0134]

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。

[0135]

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、X線などを用いてもよい。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。

[0136]

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。

[0137]

〔基板101の準備〕

基板101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101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、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。

[0138]

特に、基板101として、上記半導体基板または絶縁性基板上に、トランジスタなどの半導体素子を含む半導体回路が形成された基板を用いることが好ましい。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。

[0139]

〔画素電極111R、111G、111B、接続電極111Cの形成〕

続いて、基板101上に画素電極111R、画素電極111G、画素電極111B、及び接続電極111Cを形成する。まず画素電極及び接続電極となる導電膜を成膜し、フォトリソグラフィ法によりレジストマスクを形成し、導電膜の不要な部分をエッチングにより除去する。その後、レジストマスクを除去することで、画素電極111R、画素電極111G、画素電極111B、及び接続電極111Cを形成することができる。

[0140]

各画素電極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。

[0141]

〔絶縁層131の形成〕

続いて、画素電極111R、画素電極111G、画素電極111B、接続電極111Cの端部を覆って、絶縁層131を形成する（図6A）。絶縁層131としては、有機絶縁膜または無機絶縁膜を用いることができる。絶縁層131は、後のEL膜の段差被覆性を向上させるために、端部をテーパー形状とすることが好ましい。特に、有機絶縁膜を用いる場合には、感光性の材料を用いると、露光及び現像の条件により端部の形状を制御しやすいため好ましい。

[0142]

〔EL膜112Rfの形成〕

続いて、画素電極111R、画素電極111G、画素電極111B、及び絶縁層131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]

一例としては、EL膜112Rfとして、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層が、この順で積層された積層膜とすることが好ましい。このとき、後に形成するEL層114としては、電子注入層を有する膜を用いることができる。特に、発光層を覆って電子輸送層を設けることで、後のフォトリソグラフィ工程などにより発光層がダメージを受けることを抑制することができ、信頼性の高い発光素子を作製することができる。さらに、EL膜112Rf等に用いる電子輸送層と、後のEL層114に用いる電子注入層とに、同じ有機化合物を含む層を用いることで、これらの接合を良好なものとし、発光効率が高く、信頼性の高い発光素子を実現できる。例えば、電子輸送層に電子輸送性の有機化合物を用い、電子注入層に、当該有機化合物と金属とを含む材料を用いることができる。

[0145]

EL膜112Rfは、接続電極111C上に設けないように形成することが好ましい。例えば、EL膜112Rfを蒸着法（またはスパッタリング法）により形成する場合、接続電極111CにEL膜112Rfが成膜されないように、遮蔽マスクを用いて形成することが好ましい。

[0146]

[マスク膜144aの形成]

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

[0147]

マスク膜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、マスク膜144aは、後述する保護膜146aなどの保護膜とのエッチングの選択比の大きい膜を用いることができる。さらに、マスク膜144aは、各EL膜へのダメージの少ないウエットエッチング法により除去可能な膜を用いることができる。

[0148]

マスク膜144aとしては、例えば、金属膜、合金膜、金属酸化物膜、半導体膜、無機絶縁膜などの無機膜を用いることができる。マスク膜144aは、スパッタリング法、蒸着法、CVD法、ALD法などの各種成膜方法により形成することができる。特に、ALD法は被形成層に対する成膜ダメージが小さいため、EL膜112Rf上に直接形成するマスク膜144aは、ALD法を用いて形成することが好ましい。

[0149]

マスク膜144aとしては、例えば金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、チタン、アルミニウム、イットリウム、ジルコニウム、及びタンタルなどの金属材料、または該金属材料を含む合金材料を用いることができる。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、マスク膜144aとしては、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]

また、マスク膜144aとしては、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化シリコンなどの無機絶縁材料を用いることができる。

[0153]

また、マスク膜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ることが好ましい。特に、水またはアルコールに溶解する材料を、マスク膜144aに好適に用いることができる。マスク膜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。

[0154]

マスク膜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。

[0155]

マスク膜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。

[0156]

[保護膜146aの形成]

続いて、マスク膜144a上に、保護膜146aを形成する（図6B）。

[0157]

保護膜146aは、後にマスク膜144aをエッチングする際のハードマスクとして用いる膜である。また、後の保護膜146aの加工時には、マスク膜144aが露出する。したがって、マスク膜144aと保護膜146aとは、互いにエッチングの選択比の大きい膜の組み合わせを選択する。そのため、マスク膜144aのエッチング条件、及び保護膜146aのエッチング条件に応じて、保護膜146aに用いることのできる膜を選択することができる。

[0158]

例えば、保護膜146a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、保護膜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ることができる（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、これをマスク膜144aに用いることができる。

[0159]

なお、これに限られず、保護膜146aは、様々な材料の中から、マスク膜144aのエッチング条件、及び保護膜146aのエッチング条件に応じて、選択することができる。例えば、上記マスク膜144aに用いることのできる膜の中から選択することもできる。

[0160]

また、保護膜146aとしては、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。

[0161]

または、保護膜146aとして、酸化物膜及び酸窒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。

[0162]

例えば、マスク膜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、保護膜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好ましい。

[0163]

また、保護膜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、保護膜146aに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。

[0164]

[レジストマスク143aの形成]

続いて、保護膜146a上であって、画素電極111Rと重なる位置、及び接続電極111Cと重なる位置に、それぞれレジストマスク143aを形成する（図6C）。

[0165]

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。

[0166]

ここで、保護膜146aを有さずに、マスク膜144a上にレジストマスク143aを形成する場合、マスク膜144a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。保護膜146aを用いることで、このような不具合が生じることを防ぐことができる。

[0167]

なお、マスク膜144aにピンホールなどの欠陥が生じにくい膜を用いる場合には、保護膜146aを用いずに、マスク膜144a上に直接、レジストマスク143aを形成してもよい。

[0168]

[保護膜146aのエッチング]

続いて、保護膜146a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、帯状の保護層147aを形成する。このとき同時に、接続電極111C上にも保護層147aが形成される。

[0169]

保護膜146aのエッチングの際、マスク膜144aが当該エッチングにより除去されないように、選択比の高いエッチング条件を用いることが好ましい。保護膜146aのエッチングは、ウエ

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が、ドライエッチングを用いることで、保護膜146aのパターンが縮小することを抑制できる。

[0170]

[レジストマスク143aの除去]

続いて、レジストマスク143aを除去する(図6D)。

[0171]

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。

[0172]

このとき、レジストマスク143aの除去は、EL膜112Rfがマスク膜144aに覆われた状態で行われるため、EL膜112Rfへの影響が抑制されている。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。

[0173]

[マスク膜144aのエッチング]

続いて、保護層147aをマスクとして用いて、マスク膜144aの保護層147aに覆われない一部をエッチングにより除去し、帯状のマスク層145aを形成する(図6E)。このとき同時に、接続電極111C上にもマスク層145aが形成される。

[0174]

マスク膜144aのエッチングは、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が、ドライエッチング法を用いると、パターンの縮小を抑制できるため好ましい。

[0175]

[EL膜112Rf、保護層147aのエッチング]

続いて、保護層147aをエッチングすると同時に、マスク層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、帯状のEL層112Rを形成する(図6F)。このとき同時に、接続電極111C上の保護層147aも除去される。

[0176]

EL膜112Rfと、保護層147aとを同一処理によりエッチングすることで、工程を簡略化することができ、表示装置の作製コストを削減することができるため好ましい。

[0177]

特に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CF₄、C₄F₈、SF₆、CHF₃、Cl₂、H₂O、BCl₃、H₂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。

[0178]

なお、EL膜112Rfのエッチングと、保護層147aのエッチングを、別々に行ってもよい。このとき、EL膜112Rfを先にエッチングしてもよいし、保護層147aを先にエッチングしてもよい。

[0179]

この時点において、EL層112Rと、接続電極111Cが、マスク層145aに覆われた状態となる。

[0180]

[EL膜112Gfの形成]

続いて、マスク層145a、絶縁層131、画素電極111G、画素電極111B上に、後にEL層112GとなるEL膜112Gfを成膜する。このとき、上記EL膜112Rfと同様に、接続電極111C上にはEL膜112Gfを設けないことが好ましい。

[0181]

EL膜112Gfの形成方法については、上記EL膜112Rfの記載を援用できる。

[0182]

[マスク膜144bの形成]

続いて、EL膜112Gf上に、マスク膜144bを形成する。マスク膜144bは、上記マスク膜144aと同様の方法で形成することができる。特に、マスク膜144bは、マスク膜144aと同一材料を用いることが好ましい。

[0183]

このとき同時に、接続電極111C上において、マスク層145aを覆ってマスク膜144aが形成される。

[0184]

[保護膜146bの形成]

続いて、マスク膜144b上に、保護膜146bを形成する。保護膜146bは、上記保護膜146aと同様の方法で形成することができる。特に、保護膜146bは、上記保護膜146aと同一材料を用いることが好ましい。

[0185]

[レジストマスク143bの形成]

続いて、保護膜146b上であって、画素電極111Gと重なる領域、及び接続電極111Cと重なる領域に、レジストマスク143bを形成する（図7A）。

[0186]

レジストマスク143bは、上記レジストマスク143aと同様の方法で形成することができる。

[0187]

[保護膜146bのエッチング]

続いて、保護膜146bの、レジストマスク143bに覆われない一部をエッチングにより除去し、帯状の保護層147bを形成する（図7B）。このとき同時に、接続電極111C上にも保護層147bが形成される。

[0188]

保護膜146bのエッチングについては、上記保護膜146aの記載を援用することができる。

[0189]

[レジストマスク143bの除去]

続いて、レジストマスク143aを除去する。レジストマスク143bの除去は、上記レジストマスク143aの記載を援用することができる。

[0190]

[マスク膜144bのエッチング]

続いて、保護層147bをマスクとして用いて、マスク膜144bの保護層147bに覆われない一部をエッチングにより除去し、帯状のマスク層145bを形成する。このとき同時に、接続電極111C上にもマスク層145bが形成される。接続電極111C上には、マスク層145aとマスク層145bとが積層される。

[0191]

マスク膜144bのエッチングは、上記マスク膜144aの記載を援用することができる。

[0192]

[EL膜112Gf、保護層147bのエッチング]

続いて、保護層147bをエッチングすると同時に、マスク層145bに覆われないEL膜112Gfの一部をエッチングにより除去し、帯状のEL層112Gを形成する(図7C)。このとき同時に、接続電極111C上の保護層147bも除去される。

[0193]

EL膜112Gf及び保護層147bのエッチングは、上記EL膜112Rf及び保護層147aの記載を援用することができる。

[0194]

このとき、EL層112Rは、マスク層145aに保護されているため、EL膜112Gfのエッチング工程においてダメージを受けることを防ぐことができる。

[0195]

このようにして、帯状のEL層112Rと、帯状のEL層112Gとを、高い位置精度で作り分けることができる。

[0196]

[EL層112Bの形成]

以上の工程を、EL膜112Bf(図示しない)に対して行うことで、島状のEL層112Bと、島状のマスク層145cとを形成することができる(図7D)。

[0197]

すなわち、EL層112Gの形成後、EL膜112Bf、マスク膜144c、保護膜146c、及びレジストマスク143c(いずれも図示しない)を順に形成する。続いて、保護膜146cをエッチングして保護層147c(図示しない)を形成した後に、レジストマスク143cを除去する。続いて、マスク膜144cをエッチングしてマスク層145cを形成する。その後、保護層147cと、EL膜112Bfをエッチングして、帯状のEL層112Bを形成する。

[0198]

また、EL層112Bの形成後、同時に接続電極111C上にも、マスク層145cが形成される。接続電極111C上には、マスク層145a、マスク層145b、及びマスク層145cが積層される。

[0199]

[マスク層の除去]

続いて、マスク層145a、マスク層145b、及びマスク層145c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7E)。このとき同時に、接続

電極 1 1 1 C の上面も露出される。

[0200]

マスク層 1 4 5 a、マスク層 1 4 5 b、及びマスク層 1 4 5 c 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 1 1 2 R、EL 層 1 1 2 G、及び EL 層 1 1 2 B 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。特に、ウェットエッチング法を用いることが好ましい。例えば、水酸化テトラメチルアンモニウム水溶液 (TMAH)、希フッ酸、シュウ酸、リン酸、酢酸、硝酸、またはこれらの混合液体を用いたウェットエッチングを用いることが好ましい。

[0201]

または、マスク層 1 4 5 a、マスク層 1 4 5 b、及びマスク層 1 4 5 c を、水またはアルコールなどの溶媒に溶解させることで除去することが好ましい。ここで、マスク層 1 4 5 a、マスク層 1 4 5 b、及びマスク層 1 4 5 c を溶解しうるアルコールとしては、エチルアルコール、メチルアルコール、イソプロピルアルコール (IPA)、またはグリセリンなど、様々なアルコールを用いることができる。

[0202]

マスク層 1 4 5 a、マスク層 1 4 5 b、及びマスク層 1 4 5 c を除去した後に、EL 層 1 1 2 R、EL 層 1 1 2 G、及び EL 層 1 1 2 B の内部に含まれる水、及び表面に吸着する水を除去するため、乾燥処理を行うことが好ましい。例えば、不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気下における加熱処理を行うことが好ましい。加熱処理は、基板温度として 5 0 °C 以上 2 0 0 °C 以下、好ましくは 6 0 °C 以上 1 5 0 °C 以下、より好ましくは 7 0 °C 以上 1 2 0 °C 以下の温度で行うことができる。減圧雰囲気とすることで、より低温で乾燥が可能であるため好ましい。

[0203]

このようにして、EL 層 1 1 2 R、EL 層 1 1 2 G、及び EL 層 1 1 2 B を作り分けることができる。

[0204]

[EL 層 1 1 4 の形成]

続いて、EL 層 1 1 2 R、EL 層 1 1 2 G、及び EL 層 1 1 2 B を覆って EL 層 1 1 4 を成膜する。

[0205]

EL 層 1 1 4 は、EL 膜 1 1 2 R f などと同様の方法で成膜することができる。蒸着法により EL 層 1 1 4 を成膜する場合には、EL 層 1 1 4 が接続電極 1 1 1 C 上に成膜されないように、遮蔽マスクを用いて成膜することが好ましい。

[0206]

[共通電極 1 1 3 の形成]

続いて、EL 層 1 1 4 及び接続電極 1 1 1 C を覆って共通電極 1 1 3 を形成する (図 7 F)。

[0207]

共通電極 1 1 3 は、蒸着法またはスパッタリング法などの成膜方法により形成することができる。または、蒸着法で形成した膜と、スパッタリング法で形成した膜を積層させてもよい。このとき、EL 層 1 1 4 が成膜される領域を包含するように、共通電極 1 1 3 を形成することが好ましい。すなわち、EL 層 1 1 4 の端部が、共通電極 1 1 3 と重畳する構成とすることができる。共通電極 1

1 3は、遮蔽マスクを用いて形成することが好ましい。

[0208]

共通電極1 1 3は、表示領域外において、接続電極1 1 1 Cと電氣的に接続される。

[0209]

[保護層の形成]

続いて、共通電極1 1 3上に、保護層1 2 1を形成する。保護層1 2 1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]

以上により、図5 B及び図5 Cに示す表示装置1 0 0を作製することができる。

[0211]

なお、上記では、共通電極1 1 3とEL層1 1 4とを、異なる上面形状となるように形成した場合について示したが、これらを同じ領域に形成してもよい。

[0212]

図8 Aには、上記において、マスク層を除去した後の断面概略図を示している。続いて、図8 Bに示すように、EL層1 1 4と、共通電極1 1 3とを、同一の遮蔽マスクを用いて、または遮蔽マスクを用いることなく形成する。これにより、異なる遮蔽マスクを用いる場合に比べて、製造コストを低減できる。

[0213]

このとき、図8 Bに示すように、接続部1 3 0では、接続電極1 1 1 Cと共通電極1 1 3との間に、EL層1 1 4が挟持された構成となる。このとき、EL層1 1 4としては、できるだけ電気抵抗の低い材料を用いることが好ましい。または、できるだけ薄く形成することで、EL層1 1 4の厚さ方向の電気抵抗を低減することが好ましい。例えば、EL層1 1 4として、厚さ1 nm以上5 nm以下、好ましくは1 nm以上3 nm以下の電子注入性または正孔注入性の材料を用いることで、接続電極1 1 1 Cと共通電極1 1 3との間の電気抵抗を無視できる程度に小さくできる場合がある。

[0214]

続いて、図8 Cに示すように、保護層1 2 1を形成する。このとき、図8 Cに示すように、保護層1 2 1を、共通電極1 1 3の端部、及びEL層1 1 4の端部を覆って設けることが好ましい。これにより、EL層1 1 4、及びEL層1 1 4と共通電極1 1 3の界面に、外部から水または酸素などの不純物が拡散することを効果的に防ぐことができる。

[0215]

以上が、表示装置の作製方法例についての説明である。

[0216]

[構成例2]

以下では、上記構成例1とは一部の構成が異なる表示装置の構成例について説明する。以下では上記と重複する部分については説明を省略する場合がある。

[0217]

図9 A乃至図9 Dに示す表示装置1 0 0 Aは、主にEL層1 1 4及び共通電極1 1 3の形状が異なる点で、上記表示装置1 0 0と相違している。

[0218]

図9Cに示すように、Y方向の断面において、2つの発光素子110Rの間で、EL層112R、EL層114、及び共通電極113が分離されている。言い換えると、EL層112R、EL層114、及び共通電極113は、絶縁層131と重なる部分に端部を有する。

[0219]

また、保護層121は、絶縁層131と重なる領域において、EL層112R、EL層114、及び共通電極113のそれぞれの側面を覆って設けられている。

[0220]

また、図9Cに示すように、絶縁層131の上面の一部には、凹部が形成されていてもよい。このとき、絶縁層131の凹部の表面に沿って、保護層121が接して設けられていることが好ましい。これにより、絶縁層131と保護層121との接触面積が増大し、これらの密着性が向上するため好ましい。

[0221]

図9Aには、共通電極113とEL層114の輪郭を破線で示している。図9Aに示すように、共通電極113とEL層114は、それぞれ長手方向がX方向と平行な帯状の上面形状を有する。一方、図9B及び図9Cに示すように、EL層112Rは島状の形状を有する。

[0222]

なお、ここでは示さないが、発光素子110G及び発光素子110Bに関しても同様の構成とすることができる。

[0223]

[作製方法例2]

以下では、上記表示装置100Aの作製方法例について説明する。なお、以下では上記作製方法例1と重複する部分についてはこれを援用し、説明を省略する。ここで例示する作製方法例は、共通電極113の形成工程以降の工程が上記作製方法例1と異なる。

[0224]

図10A乃至図10Dには、以下で例示する各工程における断面概略図を示している。ここでは、図9Aにおける一点鎖線B3-B4に対応する断面と、一点鎖線C3-C4に対応する断面とを、並べて示している。

[0225]

上記作製方法例1と同様に、共通電極113の形成まで順に行う(図10A)。

[0226]

続いて、共通電極113上に複数のレジストマスク143dを形成する。レジストマスク143dは、X方向に延在する帯状の上面形状を有するように形成する。レジストマスク143dは、画素電極111Rと重畳する。また、レジストマスク143dは、絶縁層131上に端部が設けられている。

[0227]

続いて、共通電極113、EL層114、EL層112R、EL層112G(図示しない)、及びEL層112B(図示しない)の、レジストマスク143dに覆われていない部分をエッチングにより除去する(図10C)。これにより、それまで全ての画素電極を覆って一続きに設けられていた共通電極113とEL層114は、上記エッチングによりスリットが形成されることによって

分断され、複数の帯状の共通電極 1 1 3 と、EL 層 1 1 4 が形成される。

[0 2 2 8]

エッチングはドライエッチングにより行うことが好ましい。例えば、エッチングガスを切り替えることによって、大気に曝すことなく連続して、共通電極 1 1 3、EL 層 1 1 4、及び EL 層 1 1 2 R などを順にエッチングすることが好ましい。さらに、酸素を主成分として含有しないガスを、エッチングガスに用いることが好ましい。

[0 2 2 9]

共通電極 1 1 3、EL 層 1 1 4、及び EL 層 1 1 2 R などのエッチングの際に、絶縁層 1 3 1 の一部がエッチングされ、図 1 0 C に示すように、絶縁層 1 3 1 の上部に凹部が形成されてもよい。または、絶縁層 1 3 1 のレジストマスク 1 4 3 d に覆われない部分がエッチングされ、2 つに分断される場合もある。

[0 2 3 0]

続いて、レジストマスク 1 4 3 d を除去する。レジストマスク 1 4 3 d 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。

[0 2 3 1]

続いて、保護層 1 2 1 を形成する (図 1 0 D)。保護層 1 2 1 は、共通電極 1 1 3 の側面、EL 層 1 1 4 の側面、EL 層 1 1 2 R の側面を覆って設けられる。また、保護層 1 2 1 は、絶縁層 1 3 1 の上面に接して設けられることが好ましい。

[0 2 3 2]

また、図 1 0 E に示すように、保護層 1 2 1 の形成時に、絶縁層 1 3 1 の上方に、空隙 (隙間、空間などともいう) 1 2 2 が形成される場合がある。空隙 1 2 2 は、減圧状態であってもよいし、大気圧であってもよい。また、空隙 1 2 2 は、空気、窒素、貴ガスなどのガス、または、保護層 1 2 1 の成膜に用いる成膜ガスなどを含んでもよい。

[0 2 3 3]

以上が、表示装置 1 0 0 A の作製方法例についての説明である。

[0 2 3 4]

なお、ここでは共通電極 1 1 3 上に、レジストマスク 1 4 3 d を直接形成したが、共通電極 1 1 3 上に、ハードマスクとして機能する膜を設けてもよい。このとき、レジストマスク 1 4 3 d をマスクとしてハードマスクを形成し、レジストマスクを除去した後に、ハードマスクをマスクとして、共通電極 1 1 3、EL 層 1 1 4、及び EL 層 1 1 2 R などをエッチングすることができる。なお、このときハードマスクは除去してもよいし、残存させてもよい。

[0 2 3 5]

[変形例]

以下では、上記とは一部の構成が異なる例について説明する。なお以下では、上記と重複する部分についてはこれを援用し、説明を省略する。

[0 2 3 6]

[変形例 1]

図 1 1 A 及び図 1 1 B に、表示装置 1 0 0 B の断面概略図を示す。表示装置 1 0 0 B の上面図は、図 5 A と同様である。図 1 1 A は、X 方向の断面に相当し、図 1 1 B は、Y 方向の断面に相当する。

[0 2 3 7]

表示装置100Bは、主に共通層であるEL層114を有していない点で、上記表示装置100と相違している。

[0238]

共通電極113は、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bの上面に接して設けられている。EL層114を設けないことにより、発光素子110R、発光素子110G、及び発光素子110Bを、それぞれ全く異なる積層構造とすることが可能となり、材料の選択肢が増えるため、設計の自由度を高めることができる。

[0239]

図11Cに示す表示装置100Cは、上記表示装置100Aと同様に、共通電極113の、絶縁層131と重なる領域に、X方向に延在するスリットを形成した場合の例である。表示装置100Cにおいて、保護層121は、共通電極113の側面、EL層112Rの側面、及び絶縁層131の上面に接して設けられている。

[0240]

[変形例2]

図12A、図12Bに示す表示装置100Dは、主に発光素子の構成が異なる点で、上記表示装置100と相違している。

[0241]

発光素子110Rは、画素電極111RとEL層112Rとの間に、光学調整層115Rを有する。発光素子110Gは、画素電極111GとEL層112Gとの間に、光学調整層115Gを有する。発光素子110Bは、画素電極111BとEL層112Bとの間に、光学調整層115Bを有する。

[0242]

さらに、光学調整層115R、光学調整層115G、及び光学調整層115Bは、それぞれ可視光に対して透光性を有する。光学調整層115R、光学調整層115G、及び光学調整層115Bは、それぞれ厚さが異なる。これにより、発光素子毎に光路長を異ならせることができる。

[0243]

ここで、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bに、可視光に対して反射性を有する導電膜を用い、共通電極113に、可視光に対して反射性及び透過性を有する導電膜を用いる。これにより、各発光素子は、いわゆるマイクロキャビティ構造（微小共振器構造）が実現され、特定の波長の光が強められる。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。

[0244]

各光学調整層としては、可視光に対して透光性を有する、導電性材料を用いることができる。例えば、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛、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。

[0245]

各光学調整層は、画素電極111R、画素電極111G、及び画素電極111Bを形成した後であって、EL膜112Rf等を形成する前に、形成することができる。各光学調整層は、それぞれ厚さの異なる導電膜を用いてもよいし、薄いものから順に、単層構造、2層構造、3層構造などと

してもよい。

[0246]

また、図12Cに示す表示装置100Eは、上記表示装置100Aに、光学調整層を適用した場合の例である。図12Cでは、Y方向に並べて配置された2つの発光素子110Gの断面を示している。

[0247]

[変形例3]

図13A及び図13Bに示す表示装置100Fは、主に光学調整層を有さない点で、上記表示装置100Dと相違している。

[0248]

表示装置100Fは、EL層112R、EL層112G、及びEL層112Bの厚さにより、マイクロキャビティ構造を実現した例である。このような構成とすることで、光学調整層を別途設ける必要が無いため、工程を簡略化できる。

[0249]

例えば表示装置100Fでは、最も波長の長い光を発する発光素子110RのEL層112Rが最も厚く、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。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。

[0250]

また、図13Cに示す表示装置100Gは、上記表示装置100AのEL層の厚さを異ならせて、マイクロキャビティ構造を実現した例である。図13Cでは、Y方向に並べて配置された2つの発光素子110Gの断面を示している。

[0251]

以上が変形例についての説明である。

[0252]

なお、上記変形例2及び変形例3では、EL層114を用いる例を示したが、EL層114を設けない構成としてもよい。

[0253]

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。

[0254]

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。

[0255]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置の構成例について説明する。

[0256]

本実施の形態の表示装置は、高解像度の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。

[0257]

[表示装置400A]

図14に、表示装置400Aの斜視図を示し、図15Aに、表示装置400Aの断面図を示す。

[0258]

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14では、基板452を破線で明示している。

[0259]

表示装置400Aは、表示部462、回路464、配線465等を有する。図14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14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。

[0260]

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。

[0261]

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を介して外部から配線465に入力されるか、またはIC473から配線465に入力される。

[0262]

図14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。

[0263]

図15A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。

[0264]

図15A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。

[0265]

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。

[0266]

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。

[0267]

保護層416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15A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。

[0268]

発光素子430a、430b、430cは、画素電極とEL層との間に光学調整層を有する。発光素子430aは光学調整層426aを有し、発光素子430bは光学調整層426bを有し、発光素子430cは光学調整層426cを有する。発光素子の詳細は実施の形態1を参照できる。

[0269]

画素電極411a、411b、411c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。

[0270]

画素電極及び光学調整層の端部は、絶縁層421によって覆われている。画素電極は可視光を反射する材料を含み、対向電極は可視光を透過する材料を含む。

[0271]

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。

[0272]

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。

[0273]

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。

[0274]

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。

[0275]

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。

[0276]

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400Aの端部に有機絶縁膜が露出しないようにしてもよい。

[0277]

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。

[0278]

図15Aに示す領域228では、絶縁層214に開口が形成されている。これにより、絶縁層214に有機絶縁膜を用いる場合であっても、絶縁層214を介して外部から表示部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。

[0279]

トランジスタ201及びトランジスタ205は、ゲートとして機能する導電層221、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211、ソース及びドレインとして機能する導電層222a及び導電層222b、半導体層231、ゲート絶縁層として機能する絶縁層213、並びに、ゲートとして機能する導電層223を有する。ここでは、同一の導電膜を加工して得られる複数の層に、同じハッチングパターンを付している。絶縁層211は、導電層221と半導体層231との間に位置する。絶縁層213は、導電層223と半導体層231との間に位置する。

[0280]

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。

[0281]

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。

[0282]

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、単結晶半導体、または単結晶以外の結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、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。単結晶半導体または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。

[0283]

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。

[0284]

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。

[0285]

特に、半導体層として、インジウム(I_n)、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。

[0286]

半導体層がI_n-M-Zn酸化物の場合、当該I_n-M-Zn酸化物におけるI_n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I_n-M-Zn酸化物の金属元素の原子数比として、I_n:M:Zn=1:1:1またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=1:1:1.2またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=2:1:3またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=3:1:2またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=4:2:3またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=4:2:4.1またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=5:1:3またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=5:1:6またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=5:1:7またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=5:1:8またはその近傍の組成、I_n:M:Zn=6:1:6またはその近傍の組成、I_n: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。

[0287]

例えば、原子数比がI_n:Ga:Zn=4:2:3またはその近傍の組成と記載する場合、各元素の含有比率が、I_nを4としたとき、Gaが1以上3以下であり、Znが2以上4以下である場合を含む。また、原子数比がI_n:Ga:Zn=5:1:6またはその近傍の組成と記載する場合、各元素の含有比率が、I_nを5としたときに、Gaが0.1より大きく2以下であり、Znが5以上7以下である場合を含む。また、原子数比がI_n:Ga:Zn=1:1:1またはその近傍の組成と記載する場合、各元素の含有比率が、I_nを1としたときに、Gaが0.1より大きく2以下であり、Znが0.1より大きく2以下である場合を含む。

[0288]

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種類以上あってもよい。

[0289]

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は、画素電極と同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、光学調整層と同一の導電膜を加工して得られた導電膜と、の積層構造である例を示す。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。

[0290]

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。

[0291]

発光素子を覆う保護層416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。

[0292]

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416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416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。

[0293]

図15Bに、保護層416が3層構造である例を示す。図15Bにおいて、保護層416は、発光素子430c上の無機絶縁層416aと、無機絶縁層416a上の有機絶縁層416bと、有機絶縁層416b上の無機絶縁層416cと、を有する。

[0294]

無機絶縁層416aの端部と無機絶縁層416cの端部は、有機絶縁層416bの端部よりも外側に延在し、互いに接している。そして、無機絶縁層416aは、絶縁層214（有機絶縁層）の開口を介して、絶縁層215（無機絶縁層）と接する。これにより、絶縁層215と保護層416とで、発光素子を囲うことができるため、発光素子の信頼性を高めることができる。

[0295]

このように、保護層416は、有機絶縁膜と無機絶縁膜との積層構造であってもよい。このとき、有機絶縁膜の端部よりも無機絶縁膜の端部を外側に延在させることが好ましい。

[0296]

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。

[0297]

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。

[0298]

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）。

[0299]

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。

[0300]

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。

[0301]

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。

[0302]

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。

[0303]

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。

[0304]

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。

[0305]

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。

[0306]

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。

[0307]

[表示装置400B]

図16Aに、表示装置400Bの断面図を示す。表示装置400Bの斜視図は表示装置400A（図14）と同様である。図16Aには、表示装置400Bの、FPC472を含む領域の一部、回路464の一部、及び、表示部462の一部をそれぞれ切断したときの断面の一例を示す。図16Aでは、表示部462のうち、特に、緑色の光を発する発光素子430bと青色の光を発する発光素子430cを含む領域を切断したときの断面の一例を示す。なお、表示装置400Aと同様の部分については説明を省略することがある。

[0308]

図16Aに示す表示装置400Bは、基板453と基板454の間に、トランジスタ202、トランジスタ210、発光素子430b、及び発光素子430c等を有する。

[0309]

基板454と保護層416とは接着層442を介して接着されている。接着層442は、発光素子430b及び発光素子430cそれぞれと重ねて設けられており、表示装置400Bには、固体封止構造が適用されている。

[0310]

基板453と絶縁層212とは接着層455によって貼り合わされている。

[0311]

表示装置400Bの作製方法としては、まず、絶縁層212、各トランジスタ、各発光素子等が設けられた作製基板と、遮光層417が設けられた基板454と、を接着層442によって貼り合わせる。そして、作製基板を剥離し露出した面に基板453を貼ることで、作製基板上に形成した

各構成要素を、基板453に転置する。基板453及び基板454は、それぞれ、可撓性を有することが好ましい。これにより、表示装置400Bの可撓性を高めることができる。

[0312]

絶縁層212には、それぞれ、絶縁層211、絶縁層213、及び絶縁層215に用いることができる無機絶縁膜を用いることができる。

[0313]

画素電極は、絶縁層214に設けられた開口を介して、トランジスタ210が有する導電層222bと接続されている。導電層222bは、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。トランジスタ210は、発光素子の駆動を制御する機能を有する。

[0314]

画素電極の端部は、絶縁層421によって覆われている。

[0315]

発光素子430b、430cが発する光は、基板454側に射出される。基板454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。

[0316]

基板453の、基板454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は、画素電極と同一の導電膜を加工して得ることができる。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。

[0317]

トランジスタ202及びトランジスタ210は、ゲートとして機能する導電層221、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211、チャンネル形成領域231i及び一对の低抵抗領域231nを有する半導体層、一对の低抵抗領域231nの一方と接続する導電層222a、一对の低抵抗領域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。

[0318]

導電層222a及び導電層222bは、それぞれ、絶縁層215に設けられた開口を介して低抵抗領域231nと接続される。導電層222a及び導電層222bのうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

[0319]

図16A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。

[0320]

一方、図16B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16Bに示す構造を作製できる。図16Bでは、絶縁層2

25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。

[0321]

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。

[0322]

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。

[0323]

(実施の形態4)

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。

[0324]

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。

[0325]

[表示モジュール]

図17A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。なお、表示モジュール280が有する表示装置は表示装置400Cに限られず、後述する表示装置400Dまたは表示装置400Eであってもよい。

[0326]

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。

[0327]

図17B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。

[0328]

画素部284は、周期的に配列した複数の画素284aを有する。図17B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17Bに示すようにストライプ配列で配置してもよい。ストライプ配列は、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。

[0329]

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。

[0330]

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。

[0331]

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。

[0332]

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。

[0333]

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。

[0334]

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。

[0335]

[表示装置400C]

図18に示す表示装置400Cは、基板301、発光素子430a、430b、430c、容量240、及び、トランジスタ310を有する。

[0336]

基板301は、図17A及び図17Bにおける基板291に相当する。基板301から絶縁層255までの積層構造が、実施の形態1における基板に相当する。

[0337]

トランジスタ310は、基板301にチャンネル形成領域を有するトランジスタである。基板301としては、例えば単結晶シリコン基板などの半導体基板を用いることができる。トランジスタ310は、基板301の一部、導電層311、低抵抗領域312、絶縁層313、及び、絶縁層314を有する。導電層311は、ゲート電極として機能する。絶縁層313は、基板301と導電層311の間に位置し、ゲート絶縁層として機能する。低抵抗領域312は、基板301に不純物がドーピングされた領域であり、ソースまたはドレインの一方として機能する。絶縁層314は、導電層311の側面を覆って設けられ、絶縁層として機能する。

[0338]

また、基板301に埋め込まれるように、隣接する2つのトランジスタ310の間に素子分離層315が設けられている。

[0339]

また、トランジスタ310を覆って絶縁層261が設けられ、絶縁層261上に容量240が設けられている。

[0340]

容量240は、導電層241と、導電層245と、これらの間に位置する絶縁層243を有する。導電層241は容量240の一方の電極として機能し、導電層245は容量240の他方の電極として機能し、絶縁層243は容量240の誘電体として機能する。

[0341]

導電層241は絶縁層261上に設けられ、絶縁層254に埋め込まれている。導電層241は、絶縁層261に埋め込まれたプラグ271によってトランジスタ310のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続されている。絶縁層243は導電層241を覆って設けられる。導電層245は、絶縁層243を介して導電層241と重なる領域に設けられている。

[0342]

容量240を覆って、絶縁層255が設けられ、絶縁層255上に発光素子430a、430b、430c等が設けられている。発光素子430a、430b、430c上には保護層416が設けられており、保護層416の上面には、樹脂層419によって基板420が貼り合わされている。基板420は、図17Aにおける基板292に相当する。

[0343]

発光素子の画素電極は、絶縁層255に埋め込まれたプラグ256、絶縁層254に埋め込まれた導電層241、及び、絶縁層261に埋め込まれたプラグ271によってトランジスタ310のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続されている。

[0344]

[表示装置400D]

図19に示す表示装置400Dは、主にトランジスタの構成が異なる点で、表示装置400Cと相違する。なお、表示装置400Cと同様の部分については説明を省略することがある。

[0345]

トランジスタ320は、チャンネルが形成される半導体層に、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）が適用されたトランジスタである。

[0346]

トランジスタ320は、半導体層321、絶縁層323、導電層324、一对の導電層325、

絶縁層 3 2 6、及び、導電層 3 2 7を有する。

[0 3 4 7]

基板 3 3 1は、図 1 7 A及び図 1 7 Bにおける基板 2 9 1に相当する。基板 3 3 1から絶縁層 2 5 5までの積層構造が、実施の形態 1におけるトランジスタを含む層 4 0 1に相当する。基板 3 3 1としては、絶縁性基板または半導体基板を用いることができる。

[0 3 4 8]

基板 3 3 1上に、絶縁層 3 3 2が設けられている。絶縁層 3 3 2は、基板 3 3 1から水または水素などの不純物がトランジスタ 3 2 0に拡散すること、及び半導体層 3 2 1から絶縁層 3 3 2側に酸素が脱離することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層 3 3 2としては、例えば酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、窒化シリコン膜などの、酸化シリコン膜よりも水素または酸素が拡散しにくい膜を用いることができる。

[0 3 4 9]

絶縁層 3 3 2上に導電層 3 2 7が設けられ、導電層 3 2 7を覆って絶縁層 3 2 6が設けられている。導電層 3 2 7は、トランジスタ 3 2 0の第 1のゲート電極として機能し、絶縁層 3 2 6の一部は、第 1のゲート絶縁層として機能する。絶縁層 3 2 6の少なくとも半導体層 3 2 1と接する部分には、酸化シリコン膜等の酸化物絶縁膜を用いることが好ましい。絶縁層 3 2 6の上面は、平坦化されていることが好ましい。

[0 3 5 0]

半導体層 3 2 1は、絶縁層 3 2 6上に設けられる。半導体層 3 2 1は、半導体特性を有する金属酸化物（酸化物半導体ともいう）膜を有することが好ましい。半導体層 3 2 1に好適に用いることのできる材料の詳細については後述する。

[0 3 5 1]

一对の導電層 3 2 5は、半導体層 3 2 1上に接して設けられ、ソース電極及びドレイン電極として機能する。

[0 3 5 2]

また、一对の導電層 3 2 5の上面及び側面、並びに半導体層 3 2 1の側面等を覆って絶縁層 3 2 8が設けられ、絶縁層 3 2 8上に絶縁層 2 6 4が設けられている。絶縁層 3 2 8は、半導体層 3 2 1に絶縁層 2 6 4等から水または水素などの不純物が拡散すること、及び半導体層 3 2 1から酸素が脱離することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層 3 2 8としては、上記絶縁層 3 3 2と同様の絶縁膜を用いることができる。

[0 3 5 3]

絶縁層 3 2 8及び絶縁層 2 6 4に、半導体層 3 2 1に達する開口が設けられている。当該開口の内部において、絶縁層 2 6 4、絶縁層 3 2 8、及び導電層 3 2 5の側面、並びに半導体層 3 2 1の上面に接する絶縁層 3 2 3と、導電層 3 2 4とが埋め込まれている。導電層 3 2 4は、第 2のゲート電極として機能し、絶縁層 3 2 3は第 2のゲート絶縁層として機能する。

[0 3 5 4]

導電層 3 2 4の上面、絶縁層 3 2 3の上面、及び絶縁層 2 6 4の上面は、それぞれ高さが概略一致するように平坦化处理され、これらを覆って絶縁層 3 2 9及び絶縁層 2 6 5が設けられている。

[0 3 5 5]

絶縁層 2 6 4及び絶縁層 2 6 5は、層間絶縁層として機能する。絶縁層 3 2 9は、トランジスタ

320に絶縁層265等から水または水素などの不純物が拡散することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層329としては、上記絶縁層328及び絶縁層332と同様の絶縁膜を用いることができる。

[0356]

一对の導電層325の一方と電氣的に接続するプラグ274は、絶縁層265、絶縁層329、及び絶縁層264に埋め込まれるように設けられている。ここで、プラグ274は、絶縁層265、絶縁層329、絶縁層264、及び絶縁層328のそれぞれの開口の側面、及び導電層325の上面の一部を覆う導電層274aと、導電層274aの上面に接する導電層274bとを有することが好ましい。このとき、導電層274aとして、水素及び酸素が拡散しにくい導電材料を用いることが好ましい。

[0357]

表示装置400Dにおける、絶縁層254から基板420までの構成は、表示装置400Cと同様である。

[0358]

[表示装置400E]

図20に示す表示装置400Eは、基板301にチャンネルが形成されるトランジスタ310と、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を含むトランジスタ320とが積層された構成を有する。なお、表示装置400C、400Dと同様の部分については説明を省略することがある。

[0359]

トランジスタ310を覆って絶縁層261が設けられ、絶縁層261上に導電層251が設けられている。また導電層251を覆って絶縁層262が設けられ、絶縁層262上に導電層252が設けられている。導電層251及び導電層252は、それぞれ配線として機能する。また、導電層252を覆って絶縁層263及び絶縁層332が設けられ、絶縁層332上にトランジスタ320が設けられている。また、トランジスタ320を覆って絶縁層265が設けられ、絶縁層265上に容量240が設けられている。容量240とトランジスタ320とは、プラグ274により電氣的に接続されている。

[0360]

トランジスタ320は、画素回路を構成するトランジスタとして用いることができる。また、トランジスタ310は、画素回路を構成するトランジスタ、または当該画素回路を駆動するための駆動回路（ゲート線駆動回路、ソース線駆動回路）を構成するトランジスタとして用いることができる。また、トランジスタ310及びトランジスタ320は、演算回路または記憶回路などの各種回路を構成するトランジスタとして用いることができる。

[0361]

このような構成とすることで、発光素子の直下に画素回路だけでなく駆動回路等を形成することができるため、表示領域の周辺に駆動回路を設ける場合に比べて、表示装置を小型化することが可能となる。

[0362]

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。

[0363]

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。

[0364]

(実施の形態5)

本実施の形態では、高精細な表示装置について説明する。

[0365]

[画素回路の構成例]

以下では、高精細な表示装置に適した画素、及びその配列方法の例について説明する。

[0366]

図21Aに、画素ユニット70の回路図の例を示す。画素ユニット70は、2つの画素（画素70a及び画素70b）で構成される。また画素ユニット70には、配線51a、配線51b、配線52a、配線52b、配線52c、配線52d、配線53a、配線53b、配線53c等が接続されている。

[0367]

画素70aは、副画素71a、副画素72a、及び副画素73aを有する。画素70bは、副画素71b、副画素72b、及び副画素73bを有する。副画素71a、副画素72a、及び副画素73aは、それぞれ画素回路41a、画素回路42a、及び画素回路43aを有する。また副画素71b、副画素72b、及び副画素73bは、それぞれ画素回路41b、画素回路42b、及び画素回路43bを有する。

[0368]

各々の副画素は、画素回路と表示素子60を有する。例えば副画素71aは、画素回路41aと表示素子60を有する。ここでは、表示素子60として、有機EL素子等の発光素子を用いた場合を示す。

[0369]

配線51a及び配線51bは、それぞれゲート線としての機能を有する。配線52a、配線52b、配線52c、及び配線52dは、それぞれ信号線（データ線ともいう）としての機能を有する。また配線53a、配線53b、及び配線53cは、表示素子60に電位を供給する機能を有する。

[0370]

画素回路41aは、配線51a、配線52a、及び配線53aと電氣的に接続されている。画素回路42aは、配線51b、配線52d、及び配線53aと電氣的に接続されている。画素回路43aは、配線51a、配線52b、及び配線53bと電氣的に接続されている。画素回路41bは、配線51b、配線52a、及び配線53bと電氣的に接続されている。画素回路42bは、配線51a、配線52c、及び配線53cと電氣的に接続されている。画素回路43bは、配線51b、配線52b、及び配線53cと電氣的に接続されている。

[0371]

図21Aに示すように、1つの画素に2本のゲート線が接続される構成とすることで、反対にソース線の本数を、ストライプ配置と比べて半分にすることができる。これにより、ソース駆動回路として用いるICの端子数を半分に減らすことが可能となり、部品点数を削減することができる。

[0372]

また、信号線として機能する1本の配線には、同じ色に対応した画素回路を接続する構成とする

ことが好ましい。例えば、画素間の輝度のばらつきを補正するために電位が調整された信号を当該配線に供給する場合、補正值は色ごとに大きく異なる場合がある。そのため、1本の信号線に接続される画素回路を、全て同じ色に対応した画素回路とすることで、補正を容易にすることができる。

[0373]

また各々の画素回路は、トランジスタ61と、トランジスタ62と、容量素子63と、を有している。例えば画素回路41aにおいて、トランジスタ61は、ゲートが配線51aと電氣的に接続し、ソース又はドレインの一方が配線52aと電氣的に接続し、ソース又はドレインの他方がトランジスタ62のゲート、及び容量素子63の一方の電極と電氣的に接続している。トランジスタ62は、ソース又はドレインの一方が表示素子60の一方の電極と電氣的に接続し、ソース又はドレインの他方が容量素子63の他方の電極、及び配線53aと電氣的に接続している。表示素子60の他方の電極は、電位V1が与えられる配線と電氣的に接続している。

[0374]

なお、他の画素回路については、図21Aに示すようにトランジスタ61のゲートが接続する配線、トランジスタ61のソース又はドレインの一方が接続する配線、及び容量素子63の他方の電極が接続する配線が異なる以外は、画素回路41aと同様の構成を有する。

[0375]

図21Aにおいて、トランジスタ61は選択トランジスタとしての機能を有する。またトランジスタ62は、表示素子60と直列接続され、表示素子60に流れる電流を制御する機能を有する。容量素子63は、トランジスタ62のゲートが接続されるノードの電位を保持する機能を有する。なお、トランジスタ61のオフ状態におけるリーク電流、及びトランジスタ62のゲートを介したリーク電流等が極めて小さい場合には、容量素子63を意図的に設けなくてもよい。

[0376]

ここで、図21Aに示すように、トランジスタ62はそれぞれ電氣的に接続された第1のゲートと第2のゲートを有する構成とすることが好ましい。このように2つのゲートを有する構成とすることで、トランジスタ62の流すことのできる電流を増大させることができる。特に高精細の表示装置においては、トランジスタ62のサイズ、特にチャネル幅を大きくすることなく当該電流を増大させることができるため好ましい。

[0377]

なお、トランジスタ62が1つのゲートを有する構成としてもよい。このような構成とすることで、第2のゲートを形成する工程が不要となるため、上記に比べて工程を簡略化できる。また、トランジスタ61が2つのゲートを有する構成としてもよい。このような構成とすることで、いずれのトランジスタもサイズを小さくすることができる。また、各トランジスタの第1のゲートと第2のゲートがそれぞれ電氣的に接続する構成とすることができる。または、一方のゲートが他方のゲートではなく、他の配線と電氣的に接続する構成としてもよい。その場合、2つのゲートに与える電位を異ならせることにより、トランジスタのしきい値電圧を制御することができる。

[0378]

また、表示素子60の一对の電極のうち、トランジスタ62と電氣的に接続する電極が、画素電極に相当する。ここで、図21Aでは、表示素子60のトランジスタ62と電氣的に接続する電極を陰極、反対側の電極を陽極とした構成を示している。このような構成は、トランジスタ62がnチャネル型のトランジスタの場合に特に有効である。すなわち、トランジスタ62がオン状態のと

き、配線 5 3 a により与えられる電位がソース電位となるため、表示素子 6 0 の抵抗のばらつき及び変動によらず、トランジスタ 6 2 に流れる電流を一定とすることができる。また、画素回路が有するトランジスタとして、p チャンネル型のトランジスタを用いてもよい。

[0379]

[画素電極の配置方法例]

図 2 1 B は、表示領域における各画素電極と、各配線の配置方法の例を示す上面概略図である。配線 5 1 a と配線 5 1 b とは交互に配列している。また配線 5 1 a 及び配線 5 1 b と交差する配線 5 2 a、配線 5 2 b、及び配線 5 2 c が、この順で配列している。また、各画素電極は、配線 5 1 a 及び配線 5 1 b の延伸方向に沿ってマトリクス状に配列している。

[0380]

画素ユニット 7 0 は、画素 7 0 a と画素 7 0 b を含んで構成されている。画素 7 0 a は、画素電極 9 1 R 1、画素電極 9 1 G 1、及び画素電極 9 1 B 1 を有する。画素 7 0 b は、画素電極 9 1 R 2、画素電極 9 1 G 2、及び画素電極 9 1 B 2 を有する。また 1 つの副画素の表示領域は、その副画素が有する画素電極の内側に位置する。

[0381]

図 2 1 B に示すように、画素ユニット 7 0 の配線 5 2 a 等の延伸方向（第 1 の方向ともいう）に配列する周期を周期 P としたとき、配線 5 1 a 等の延伸方向（第 2 の方向ともいう）に配列する周期は、その 2 倍（周期 2 P）であることが好ましい。これにより、歪みのない表示を行うことができる。ここで、周期 P は、 $1\ \mu\text{m}$ 以上 $150\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $2\ \mu\text{m}$ 以上 $120\ \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $3\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは、 $4\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。これにより、極めて高精細な表示装置を実現できる。

[0382]

例えば画素電極 9 1 R 1 等は信号線として機能する配線 5 2 a 等と重ならないように設けられていることが好ましい。これにより、配線 5 2 a 等と画素電極 9 1 R 1 等との間の容量を介して電気的ノイズが伝わり、画素電極 9 1 R 1 等の電位が変動することで、表示素子の輝度が変化してしまうことを抑制できる。

[0383]

また、画素電極 9 1 R 1 等は走査線として機能する配線 5 1 a 等と重なって設けられていてもよい。これにより、画素電極 9 1 R 1 の面積を大きくすることができるため、開口率を高めることができる。図 2 1 B では、画素電極 9 1 R 1 の一部が配線 5 1 a と重なるように配置されている例を示している。

[0384]

ある副画素の画素電極 9 1 R 1 等と、走査線として機能する配線 5 1 a 等を重ねて配置する場合、その副画素の画素回路と接続する配線であることが好ましい。例えば、配線 5 1 a 等の電位が変化する信号が入力される期間は、当該副画素のデータを書き換える期間に相当するため、配線 5 1 a 等から画素電極に容量を介して電気的ノイズが伝わったとしても、副画素の輝度が変化することがない。

[0385]

[画素レイアウトの例 1]

以下では、画素ユニット 7 0 のレイアウトの一例について説明する。

[0386]

図22Aには、1つの副画素のレイアウトの例を示している。ここでは見やすくするため、画素電極を形成する前の状態における例を示している。図22Aに示す副画素は、トランジスタ61、トランジスタ62、及び容量素子63を有する。トランジスタ62は、半導体層を挟む2つのゲートを有するトランジスタである。

[0387]

最も下側に位置する導電膜により、配線51とトランジスタ62の一方のゲートなどが形成されている。これよりも後に形成される導電膜により、トランジスタ61のゲート及びトランジスタ62のもう一方のゲートなどが形成されている。これよりも後に形成される導電膜により、配線52、各トランジスタのソース電極及びドレイン電極、並びに容量素子63の一方の電極などが形成されている。これよりも後に形成される導電膜により、配線53等が形成されている。配線53の一部は、容量素子63のもう一方の電極として機能する。

[0388]

図22Bには、図22Aで例示した副画素を用いた画素ユニット70のレイアウトの一例を示している。図22Bには、各画素電極（画素電極31a、画素電極32a、画素電極33a、画素電極31b、画素電極32b、画素電極33b）と、表示領域22も明示している。

[0389]

ここでは、配線51aと電氣的に接続する3つの副画素と、配線51bと電氣的に接続する3つの副画素は、それぞれ左右対称となっている例を示している。これにより、配線52a等の延伸方向に向かって同じ色の副画素をジグザグに配列し、且つ、これら副画素が信号線として機能する一つの配線に接続する構成としたとき、副画素内の配線の長さなどを揃えることができるため、副画素間の輝度のばらつきを抑制することができる。

[0390]

このような画素レイアウトを用いることにより、例えば最小加工寸法が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $6\mu\text{m}$ 以下、代表的には $1.5\mu\text{m}$ 以上 $4\mu\text{m}$ 以下である量産ラインであっても、極めて高精細な表示装置を作製することが可能となる。

[0391]

[表示パネルの構成例]

VR向け、AR向けなどの装着型の電子機器では、視差を用いることで3D画像を提供することができる。その場合、右目用の画像を右目の視界内に、左目用の画像を左目の視界内に、それぞれ表示する必要がある。ここで、表示装置の表示部の形状として、横長の矩形形状としてもよいが、右目及び左目の視界の外側に設けられる画素は、表示に寄与しないため、当該画素には常に黒色が表示されることとなる。

[0392]

そこで、表示パネルの表示部として、右目用と左目用の2つの領域に分け、表示に寄与しない外側の領域には画素を配置しない構成とすることが好ましい。これにより、画素の書き込みに要する消費電力を低減できる。また、ソース線、ゲート線などの負荷が小さくなるため、フレームレートの高い表示が可能となる。これにより、滑らかな動画を表示できるため、現実感を高めることができる。

[0393]

図23Aには、表示パネルの構成例を示している。図23Aでは、基板701の内側に、左目用の表示部702Lと、右目用の表示部702Rが配置されている。なお、基板701上には、表示部702L、表示部702Rのほかに、駆動回路、配線、IC、FPCなどが配置されていてもよい。

[0394]

図23Aに示す表示部702L、表示部702Rは、正方形の上面形状を有している。

[0395]

また、表示部702L、表示部702Rの上面形状は、他の正多角形であってもよい。図23Bは、正六角形とした場合の例を示し、図23Cは、正八角形とした場合の例を示し、図23Dは、正十角形とした場合の例を示し、図23Eは、正十二角形とした場合の例を示している。このように、角が偶数個である多角形を用いることで、表示部の形状を左右対称にすることができる。なお、正多角形ではない多角形を用いてもよい。また、角の丸い正多角形、または多角形を用いてもよい。

[0396]

なお、マトリクス状に配置された画素により表示部を構成するため、各表示部の輪郭の直線部分は、厳密には直線にはならず、階段状である部分が存在しうる。特に、画素の配列方向と平行でない直線部分では、階段状の上面形状となる。ただし、ユーザには画素の形状が視認されない状態で視聴されるため、表示部の斜めの輪郭が厳密には階段状であっても、直線とみなすことができる。同様に表示部の輪郭の曲線部分が厳密には階段状であったとしても、これを曲線とみなすことができる。

[0397]

また、図23Fは、表示部702L、表示部702Rの上面形状を円とした場合の例を示している。

[0398]

また、表示部702L、表示部702Rの上面形状は、それぞれ左右非対称であってもよい。また、それぞれ正多角形でなくてもよい。

[0399]

図23Gには、表示部702L、表示部702Rの上面形状を、それぞれ左右非対称な八角形とした場合の例を示している。また、図23Hには、正七角形とした場合の例を示している。このように、表示部702L、表示部702Rの上面形状を、それぞれ左右非対称な形状とした場合でも、表示部702Lと表示部702Rとは、左右対称に配置することが好ましい。これにより、違和感のない画像を提供することができる。

[0400]

上記では、表示部を2つに分ける構成について説明したが、一続きの形状としてもよい。

[0401]

図23Iは、図23Fにおける2つの円形の表示部を繋げた例である。また、図23Jは、図23Cにおける2つの正八角形の表示部を繋げた例である。

[0402]

以上が、表示パネルの構成例についての説明である。

[0403]

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。

[0404]

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て実施することができる。

[0405]

(実施の形態6)

本発明の一態様の表示装置は、家屋もしくはビルの内壁もしくは外壁、または、車両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。図24に、本発明の一態様の表示装置の車両への搭載例を示す。

[0406]

図24に、表示部5001を備えた車両の構成例を示す。表示部5001には、本発明の一態様の表示装置が適用されている。なお、図24には表示部5001が右ハンドルの車両に搭載された例を示すが、特に限定されず、左ハンドルの車両に搭載することもできる。この場合、図24に示す構成の左右の配置が替わる。

[0407]

図24には、運転席と助手席の周辺に配置されるダッシュボード5002、ハンドル5003、フロントガラス5004などを示している。表示部5001は、ダッシュボード5002の所定の位置、具体的には運転者の回りに配置され、概略T字形状を有する。図24には、複数の表示パネル5007（表示パネル5007a、5007b、5007c、5007d）を用いて形成される1つの表示部5001を、ダッシュボード5002に沿って設けた例を示しているが、表示部5001は複数箇所に分けて配置してもよい。

[0408]

また、図24には、助手席側のドア5008a、運転席側のドア5008bの表面に沿って、それぞれ表示部5009a、表示部5009bが設けられている。表示部5009a及び表示部5009bは、一つまたは複数の表示パネルを用いて形成することができる。

[0409]

表示部5009aと表示部5009bとは、向かい合うように配置され、さらに表示部5001が、表示部5009aの端部と表示部5009bの端部とをつなぐように、ダッシュボード5002に設けられている。これにより、運転手、及び助手席の同乗者は、前方及び両側を、表示部5001、表示部5009a、及び表示部5009bによって囲まれる状況となる。例えば、表示部5009a、表示部5001、及び表示部5009bに一続きの画像を表示することにより、運転手及び同乗者に高い没入感を与えることができる。

[0410]

なお、複数の表示パネル5007は可撓性を有していてもよい。この場合、表示部5001を複雑な形状に加工することができ、表示部5001をダッシュボード5002などの曲面に沿って設ける構成のほか、ハンドルの接続部分、計器の表示部、送風口5006などに表示部5001の表示領域を設けない構成などを容易に実現することができる。

[0411]

また、後側方の状況を撮影するカメラ5005を車外に複数設けてもよい。図24においてはサイドミラーの代わりにカメラ5005を設置する例を示しているが、サイドミラーとカメラの両方

を設置してもよい。

[0412]

カメラ5005としては、CCDカメラまたはCMOSカメラなどを用いることができる。また、これらのカメラに加えて、赤外線カメラを組み合わせて用いてもよい。赤外線カメラは、被写体の温度が高いほど出力レベルが高くなるため、人だけでなく動物等の生体を検知又は抽出することができる。

[0413]

カメラ5005で撮像された画像は、表示パネル5007のいずれか一または複数に出力することができる。この表示部5001を用いて主に車両の運転を支援する。カメラ5005によって後側方の状況を幅広い画角で撮影し、その画像を表示パネル5007に表示することで、運転者の死角領域の視認が可能となり、事故の発生を防止することができる。

[0414]

また、表示パネル5007a、5007b、5007c、及び5007dのつなぎ目における映像の不連続性を補償する構成としてもよい。これにより、つなぎ目が目立たない映像の表示が可能となり、運転時における表示部5001の視認性を向上させることができる。

[0415]

また、車のルーフ上などに距離画像センサを設け、距離画像センサによって得られた画像を表示部5001に表示してもよい。距離画像センサとしては、イメージセンサまたはライダー（LIDAR: Light Detection and Ranging）などを用いることができる。イメージセンサによって得られた画像と、距離画像センサによって得られた画像とを表示部5001に表示することにより、より多くの情報を運転手に提供し、運転を支援することができる。

[0416]

また、表示部5001は、地図情報、交通情報、テレビ映像、DVD映像などを表示する機能を有してもよい。例えば、表示パネル5007a、5007b、5007c、及び5007dを1つの表示画面として、地図情報を大きく表示することができる。なお、表示パネル5007の数は、表示される映像に応じて増やすことができる。

[0417]

また、表示パネル5007a、5007b、5007c、及び5007dに表示される映像は、運転手の好みによって自由に設定することができる。例えば、テレビ映像、DVD映像を左側の表示パネル5007dに表示し、地図情報を中央部の表示パネル5007bに表示し、計器類を右側の表示パネル5007cに表示し、オーディオ類を変速ギア近傍（運転席と助手席の間）の表示パネル5007aに表示することができる。また、複数の表示パネル5007を組み合わせることにより、表示部5001にフェールセーフの機能を付加することができる。例えば、ある表示パネル5007が何らかの原因で故障したとしても、表示領域を変更し、他の表示パネル5007を用いて表示を行うことができる。

[0418]

表示部5009a、表示部5009bに表示される映像もまた、運転手または同乗者の好みに応じて自由に設定することができる。例えば助手席に子供が座っている場合には、表示部5009aにアニメなどの子供向けのコンテンツを表示することができる。

[0419]

また、表示部5009a及び表示部5009bに、カメラ5005等で取得した画像から合成される、車窓から見える光景と連動した映像を表示することができる。すなわち、運転手及び同乗者にとって、ドア5008a及びドア5008bが透過して見える映像を、表示部5009a及び表示部5009bに表示することもできる。これにより、運転手及び同乗者は、まるで浮遊しているかのような感覚を体験することができる。

[0420]

また、表示パネル5007a、5007b、5007c、及び5007dの少なくとも一つに、撮像機能を有する表示パネルが適用されることが好ましい。また、表示部5009a及び表示部5009bに設けられる表示パネルのうちの一以上にも、撮像機能を有する表示パネルを適用することもできる。

[0421]

例えば、運転手が当該表示パネルに触れることで、車両は指紋認証または掌紋認証などの生体認証を行うことができる。車両は、生体認証によって運転手が認証された場合に、個人の好みの環境を整える機能を有していてもよい。例えば、シート位置の調整、ハンドル位置の調整、カメラ5005の向きの調整、明るさの設定、エアコンの設定、ワイパーの速度（頻度）の設定、オーディオの音量の設定、オーディオの再生リストの読出しなどの一以上を、認証後に実行することが好ましい。

[0422]

また、生体認証によって運転手が認証された場合に、自動車を運転可能な状態、例えばエンジンがかかった状態とすることもでき、従来必要であった鍵が不要となるため好ましい。

[0423]

なお、図24に示す表示部5001は、ダッシュボード5002などに沿って設ける構成について例示したがこれに限定されない。例えば、図24に示す表示部5011のように、ダッシュボードの表面とは別に設けてもよい。図24では、表示部5011がダッシュボードに格納可能なヘッドアップディスプレイである場合の例を示している。さらに、表示部5011は、脱着が可能な構成とすることで、タブレット端末として使用することもできる。なお、表示部5001、及び表示部5011は、平面状、または曲面状とすることができる。

[0424]

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で実施することができる。

[0425]

(実施の形態7)

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。

[0426]

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。

[0427]

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。

[0428]

<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。

[0429]

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。

[0430]

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。

[0431]

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。

[0432]

<<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。

[0433]

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。

[0434]

[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。

[0435]

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。

[0436]

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。

[0437]

CAAC-OS膜に対し、例えば、XRD装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta/2\theta$ スキャンを用いたOut-of-plane XRD測定では、c軸配向を示すピークが $2\theta = 31^\circ$ またはその近傍に検出される。なお、c軸配向を示すピークの位置（ 2θ の値）は、CAAC-OSを構成する金属元素の種類、組成などにより変動する場合がある。

[0438]

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、点对称の位置に観測される。

[0439]

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

においても、明確な結晶粒界（グレインバウンダリー）を確認することはできない。即ち、格子配列の歪みによって、結晶粒界の形成が抑制されていることがわかる。これは、CAAC-OSが、a-b面方向において酸素原子の配列が稠密でないこと、金属原子が置換することで原子間の結合距離が変化すること、などによって、歪みを許容することができるためと考えられる。

[0440]

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。

[0441]

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

[0442]

[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。

[0443]

[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。

[0444]

<<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。

[0445]

[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。

[0446]

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。

[0447]

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。

[0448]

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。

[0449]

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。

[0450]

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。

[0451]

CAC-OSは、例えば基板を意図的に加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、CAC-OSをスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス（代表的にはアルゴン）、酸素ガス、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。

[0452]

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。

[0453]

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

[0454]

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。

[0455]

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

[0456]

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。

[0457]

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。

[0458]

<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。

[0459]

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。

[0460]

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。

[0461]

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。

[0462]

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

[0463]

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。

[0464]

<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。

[0465]

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。

[0466]

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。

[0467]

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。

[0468]

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。

[0469]

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ン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。

[0470]

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で実施することができる。

[0471]

(実施の形態8)

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25乃至図28を用いて説明する。

[0472]

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、または大型化が容易である。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。

[0473]

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。

[0474]

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

[0475]

特に、本発明の一態様の表示装置は、精細度を高めることが可能なため、比較的小さな表示部を有する電子機器に好適に用いることができる。このような電子機器としては、例えば腕時計型、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 (Substitutional Reality)

向け機器、及び、MR (Mixed Reality) 向け機器も挙げられる。

[0476]

本発明の一態様の表示装置は、HD (画素数1280×720)、FHD (画素数1920×1080)、WQHD (画素数2560×1440)、WQXGA (画素数2560×1600)、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、300 p p i 以上が好ましく、500 p p i 以上がより好ましく、1000 p p i 以上がより好ましく、2000 p p i 以上がより好ましく、3000 p p i 以上がより好ましく、5000 p p i 以上がより好ましく、7000 p p i 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。

[0477]

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。

[0478]

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。

[0479]

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検知、検出、または測定する機能を含むもの) を有していてもよい。

[0480]

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。

[0481]

図25A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。

[0482]

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。

[0483]

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。

[0484]

図25Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0485]

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。

[0486]

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。

[0487]

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。

[0488]

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。

[0489]

図26A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。

[0490]

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。

[0491]

図26A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。

[0492]

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、あるいは受信者同士など）の情報通信を行うことも可能である。

[0493]

図26B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。

[0494]

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。

[0495]

図26C及び図26Dに、デジタルサイネージの一例を示す。

[0496]

図26C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。

[0497]

図26D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。

[0498]

図26C及び図26D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。

[0499]

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。

[0500]

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。

[0501]

また、図26C及び図26D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。

[0502]

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。

[0503]

図27A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。

[0504]

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。

[0505]

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。

[0506]

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。

[0507]

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

[0508]

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。

[0509]

ボタン8103は、電源ボタン等としての機能を有する。

[0510]

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。

[0511]

図27B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。

[0512]

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。

[0513]

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。

[0514]

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。

[0515]

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。

[0516]

図27C乃至図27E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830

4と、一对のレンズ8305と、を有する。

[0517]

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。

[0518]

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27E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。

[0519]

図27F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、一对の筐体8401と、装着部8402と、緩衝部材8403と、を有する。一对の筐体8401内には、それぞれ、表示部8404及びレンズ8405が設けられる。一对の表示部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。

[0520]

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。

[0521]

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。

[0522]

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。

[0523]

図28A乃至図28F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検知、検出、または測定する機能を含むもの）、マイクロフォン9008、等を有する。

[0524]

図28A乃至図28F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。

[0525]

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。

[0526]

図28A乃至図28Fに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0527]

図28A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28A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。

[0528]

図28B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。

[0529]

図28C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。

[0530]

図28D乃至図28F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28Dは携帯情報端末9201を展開した状態、図28Fは折り畳んだ状態、図28Eは図28Dと図28F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。

[0531]

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。

[0532]

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。

[符号の説明]

[0533]

100：表示装置：100A-G：表示装置：101：基板：110R、G、B：発光素子：111R、G、B：画素電極：111C：接続電極：112R、G、B：EL層：112Ra、Ga、Ba：発光ユニット：112Rb、Gb、Bb：中間層：112Rc、Gc、Bc：発光ユニット：112Rf、Gf、Bf：EL膜：113：共通電極：114：EL層：115R、G、B：光学調整層：121：保護層：122：空隙：130：接続部：131：絶縁層：143-d：レジストマスク：144a-c：マスク膜：145a-c：マスク層：146a-c：保護膜：147a-c：保護層：500：発光装置：501：電極：502：電極：503：領域：512R、G、B：発光ユニット：521：層：522：層：523R、G、B：発光層：524：層：525：層：531：中間層：541：絶縁層：542：絶縁層：550R、G、B：発光素子

請求の範囲

[請求項 1]

複数の第 1 の発光素子と、複数の第 2 の発光素子と、を有する表示装置であって、
前記第 1 の発光素子は、第 1 の画素電極と、第 1 の E L 層と、共通層と、共通電極と、を有し、
前記第 2 の発光素子は、第 2 の画素電極と、第 2 の E L 層と、前記共通層と、前記共通電極と、
を有し、
前記第 1 の発光素子と、前記第 2 の発光素子とは、第 1 の方向に配列し、
複数の前記第 1 の発光素子、及び複数の前記第 2 の発光素子は、それぞれ前記第 1 の方向と交差
する第 2 の方向に配列し、
前記第 1 の E L 層と、前記第 2 の E L 層とは、互いに離隔して設けられ、
前記第 1 の E L 層の側面と、前記第 2 の E L 層の側面とは、対向して設けられ、
前記第 1 の E L 層は、第 1 の発光ユニットと、第 1 の中間層と、第 2 の発光ユニットと、が積層
され、
前記第 2 の E L 層は、第 3 の発光ユニットと、第 2 の中間層と、第 4 の発光ユニットと、が積層
され、
前記第 1 の発光ユニットと、前記第 2 の発光ユニットとは、第 1 の色の光を発する第 1 の発光層
を有し、
前記第 3 の発光ユニットと、前記第 4 の発光ユニットとは、前記第 1 の色とは異なる第 2 の色の
光を発する第 2 の発光層を有する、
表示装置。

[請求項 2]

請求項 1 において、
前記第 1 の E L 層の前記側面は、前記第 1 の E L 層の被形成面に対して垂直または概略垂直であ
り、
前記第 2 の E L 層の前記側面は、前記第 2 の E L 層の被形成面に対して垂直または概略垂直であ
る、
表示装置。

[請求項 3]

請求項 1 において、
前記第 1 の E L 層の前記側面と、前記第 1 の E L 層の被形成面との角度が、60 度以上 90 度以
下であり、
前記第 2 の E L 層の前記側面と、前記第 2 の E L 層の被形成面との角度が、60 度以上 90 度以
下である、
表示装置。

[請求項 4]

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一において、
前記第 1 の画素電極と前記第 2 の画素電極との間に、絶縁層を有し、
前記共通層及び前記共通電極は、前記第 1 の E L 層及び前記第 2 の E L 層のいずれとも重ならず、
且つ、前記絶縁層と重なる領域を有する、
表示装置。

[請求項 5]

請求項 4 において、
前記絶縁層は、有機絶縁膜または無機絶縁膜を含む、
表示装置。

[請求項 6]

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一において、
前記第 1 の画素電極と同一面上に、接続電極を有し、
前記接続電極は、前記第 1 の E L 層及び前記第 2 の E L 層を介することなく、前記共通電極と電
氣的に接続される、
表示装置。

[請求項 7]

請求項 6 において、
前記接続電極は、前記共通層を介して、前記共通電極と電氣的に接続される、
表示装置。

[請求項 8]

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一において、
複数の前記第 1 の発光素子は、1000 p p i 以上の精細度で配置され、
開口率が、50%以上である、
表示装置。

図1A

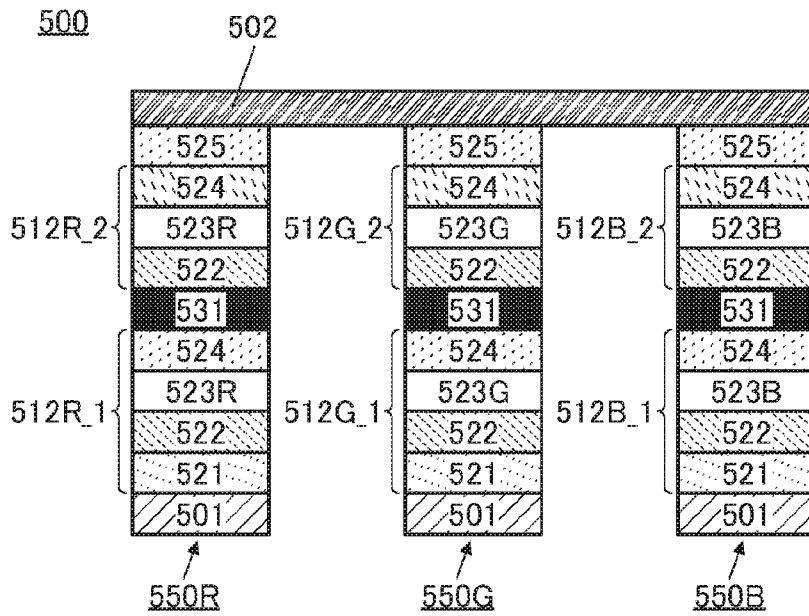
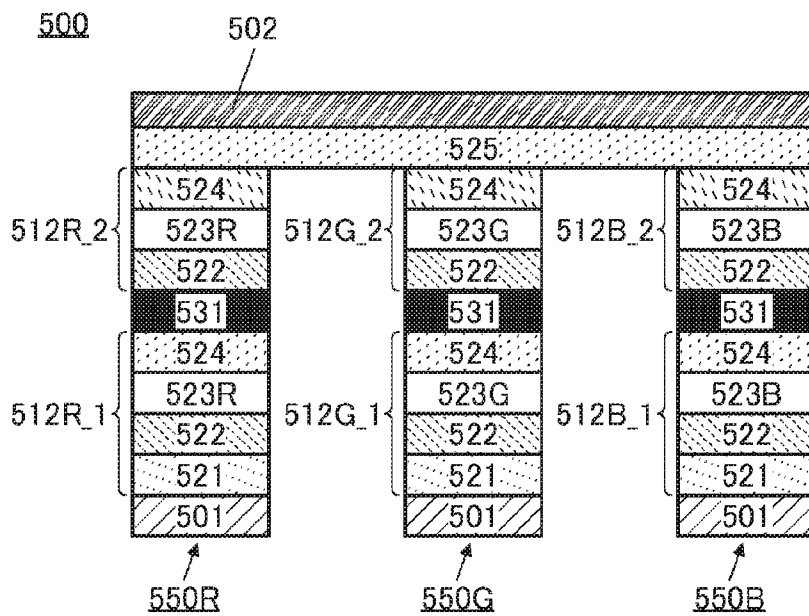
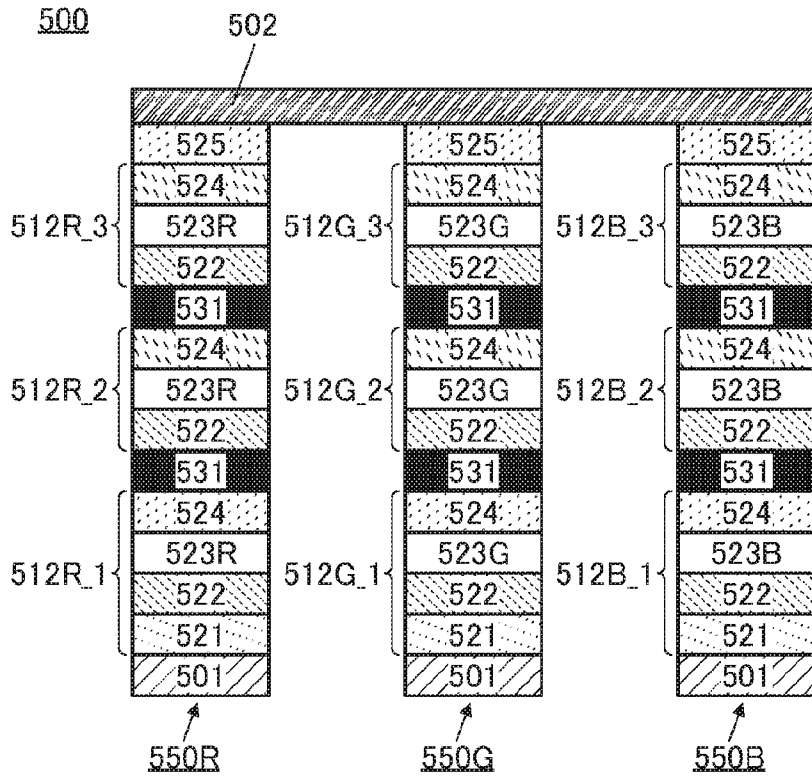


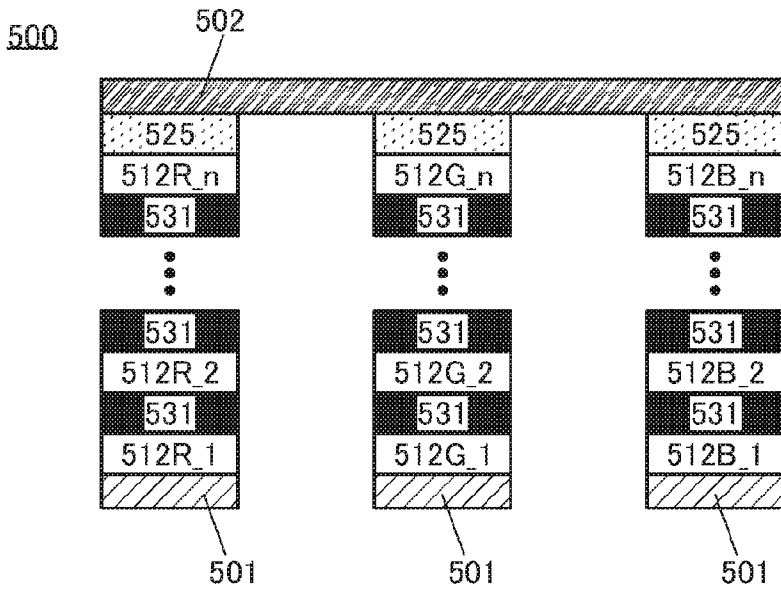
図1B



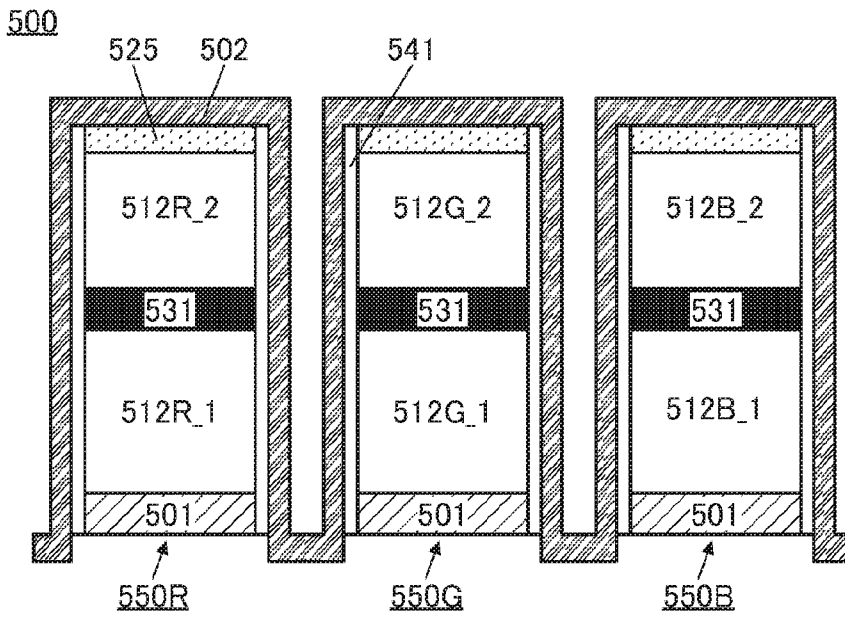
2A



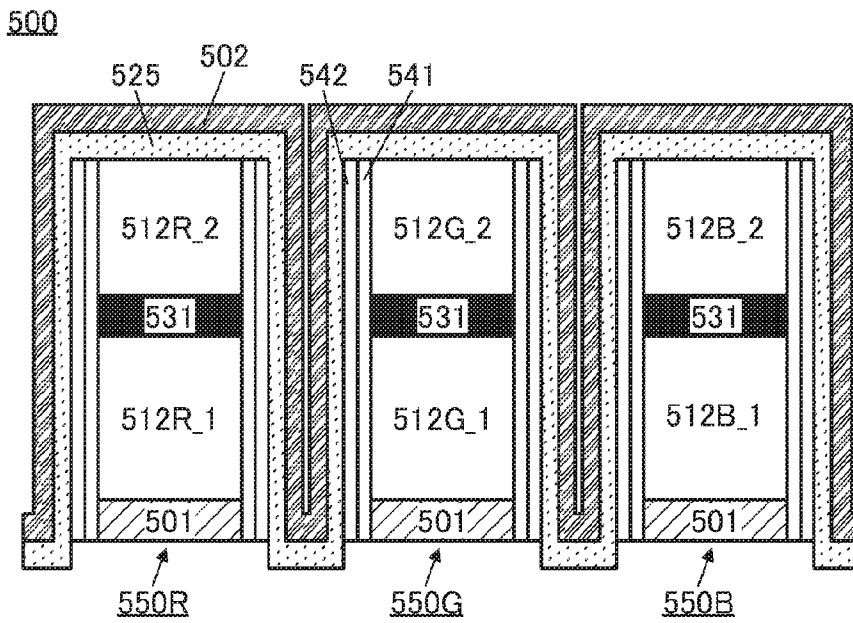
2B



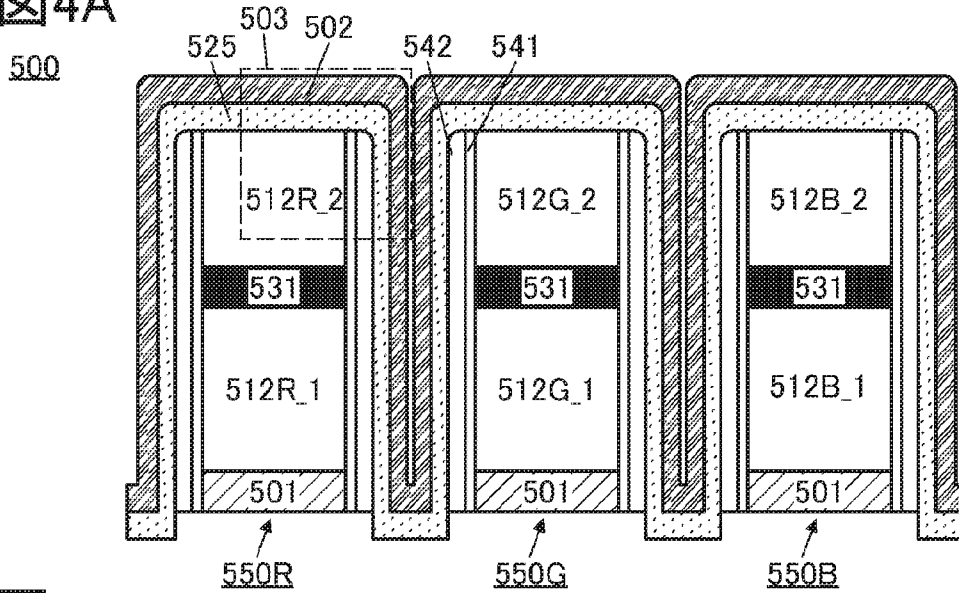
3A



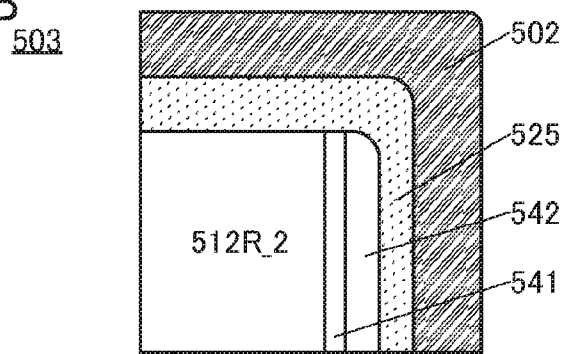
3B



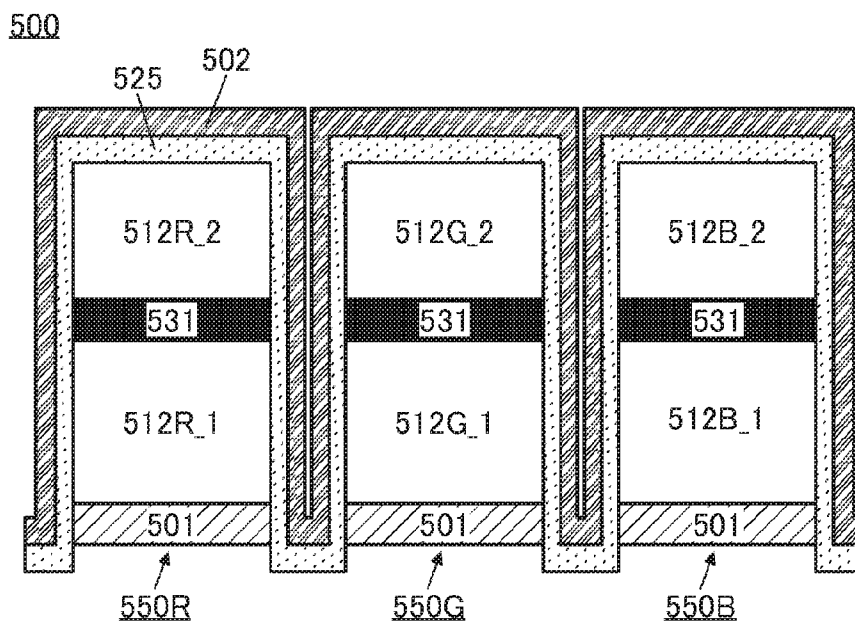
4A



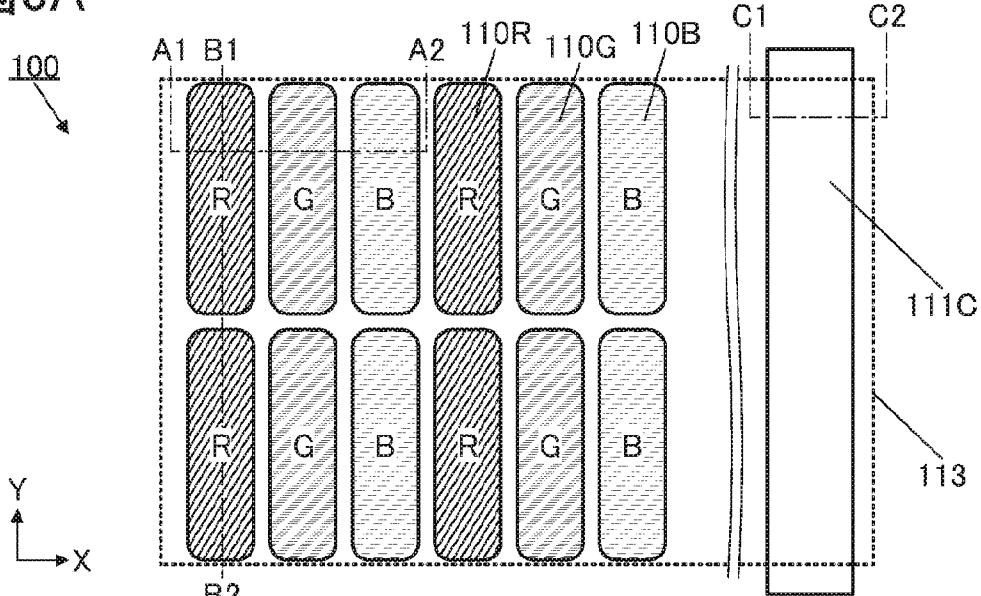
4B



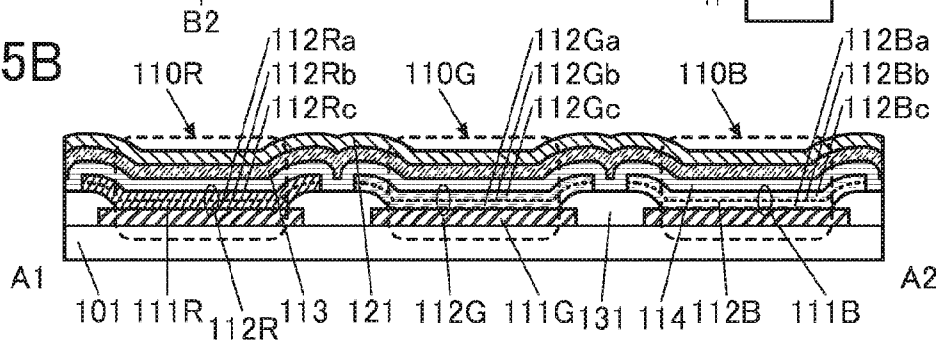
4C



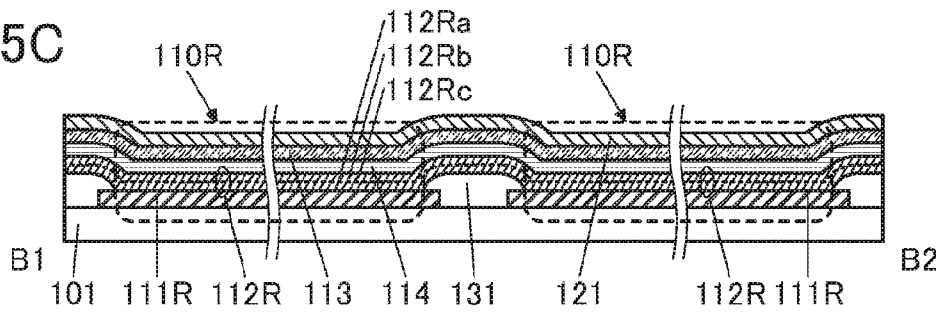
5A



5B



5C



5D

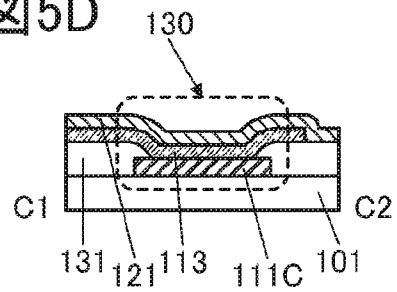


図6A

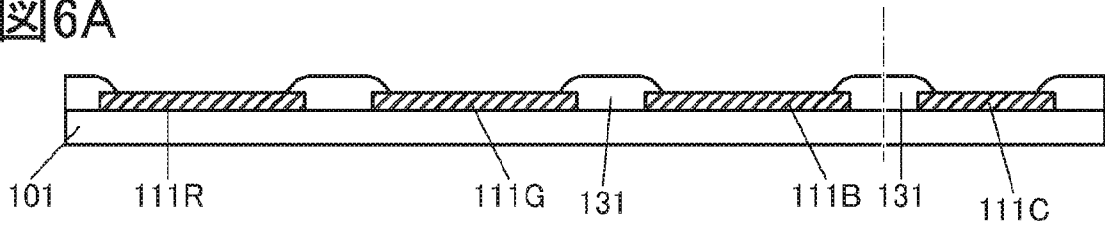


図6B

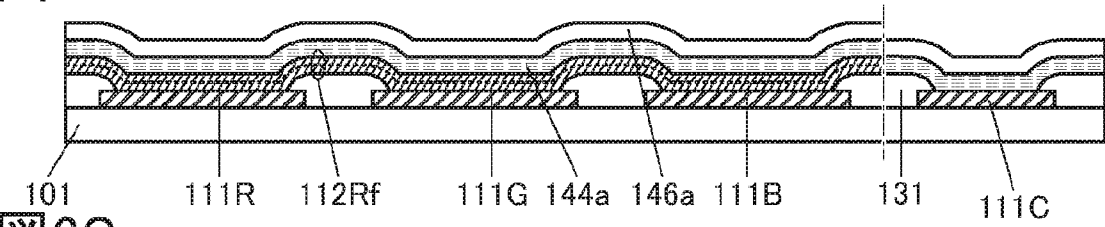


図6C

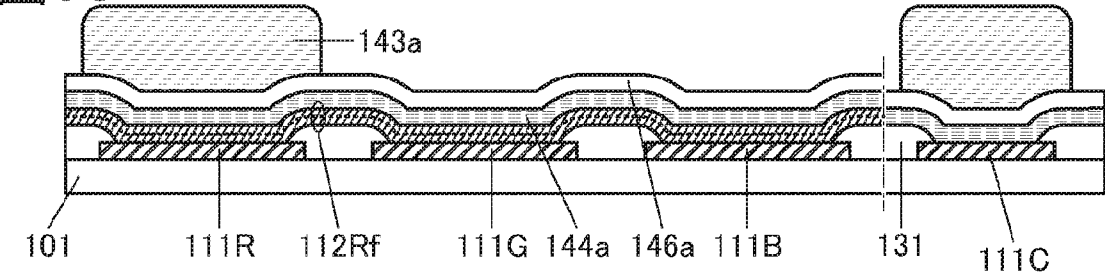


図6D

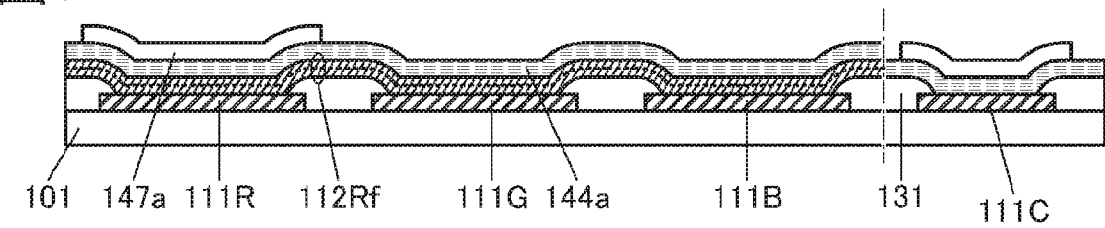


図6E

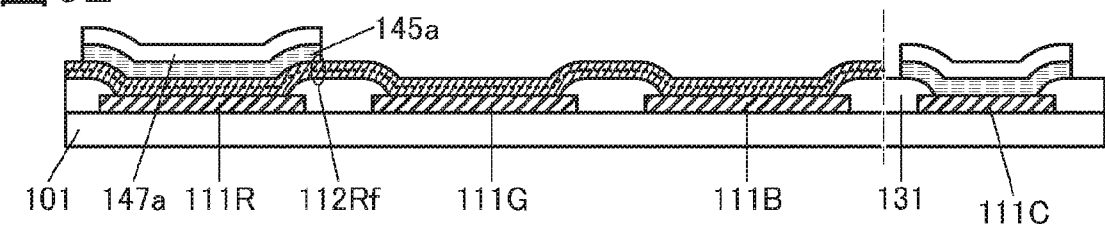


図6F

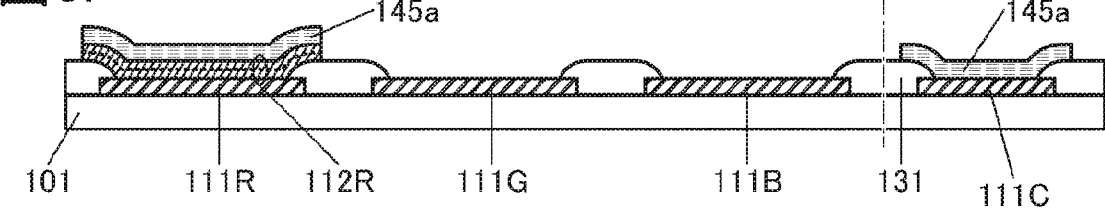


図7A

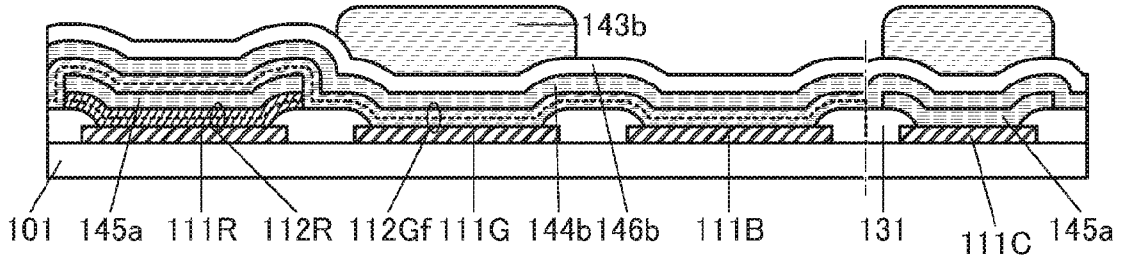


図7B

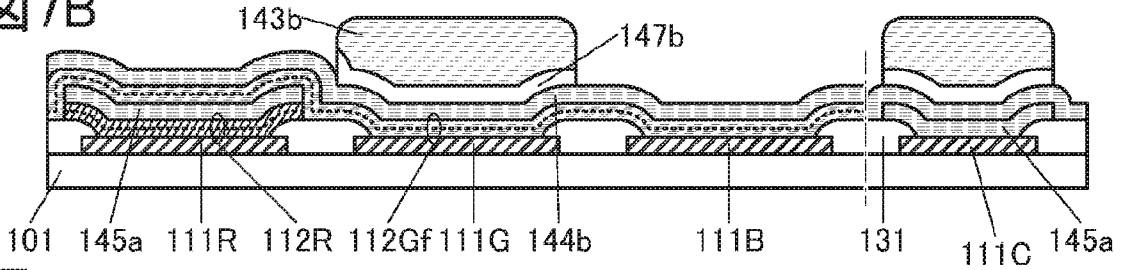


図7C

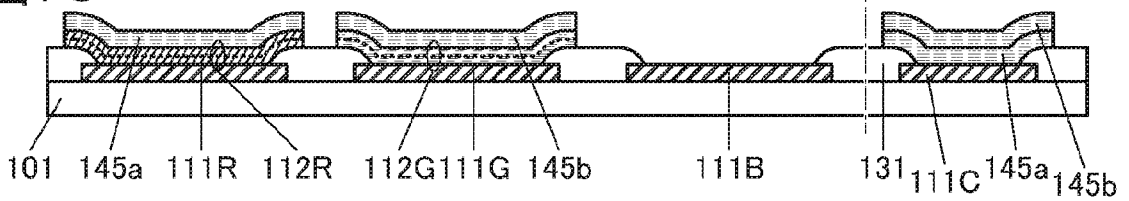


図7D

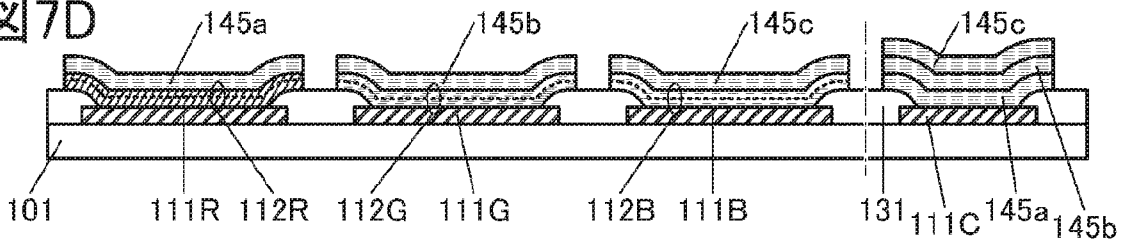


図7E

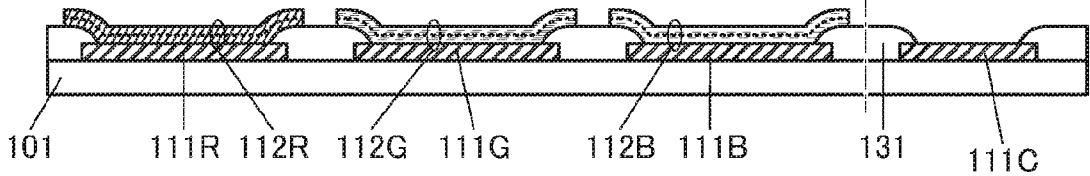


図7F

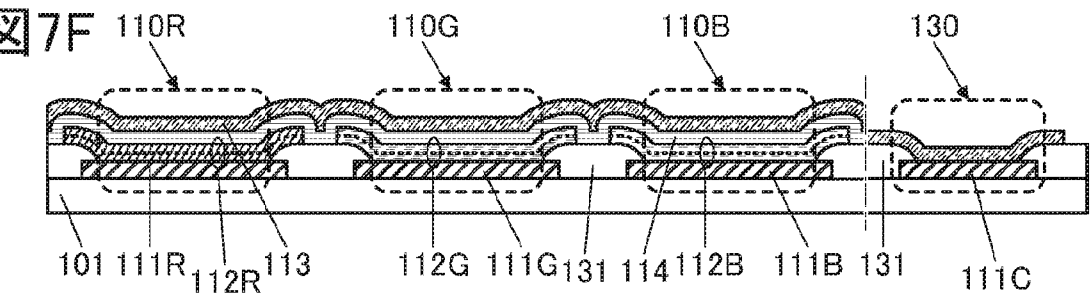


图8A

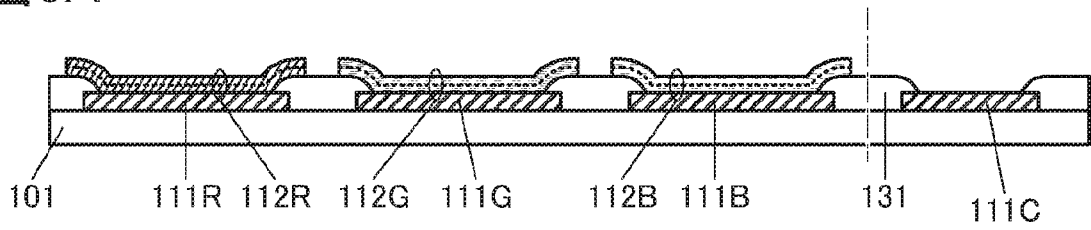


图8B

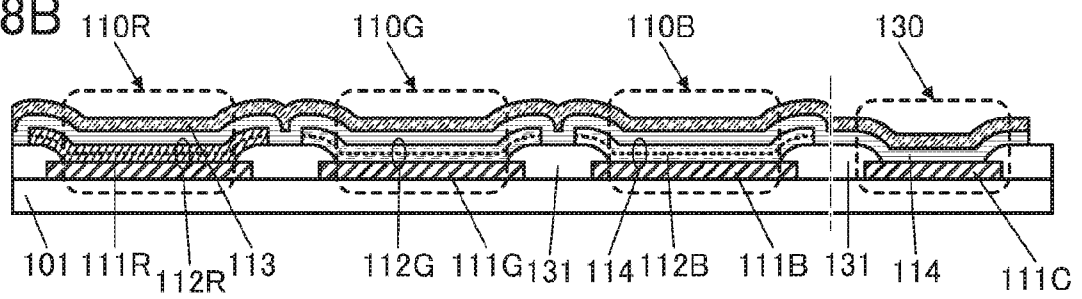
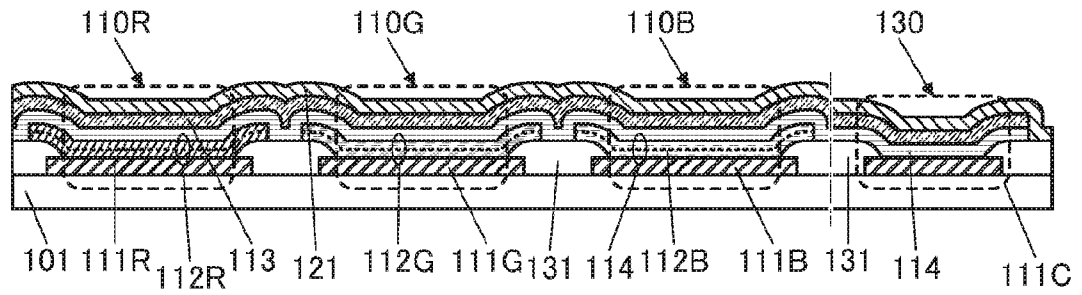
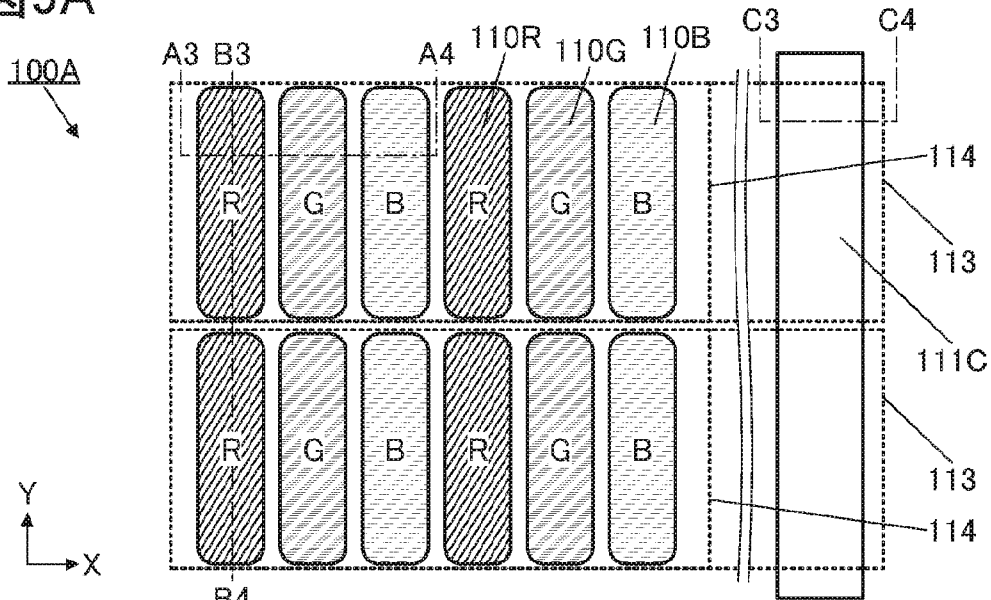


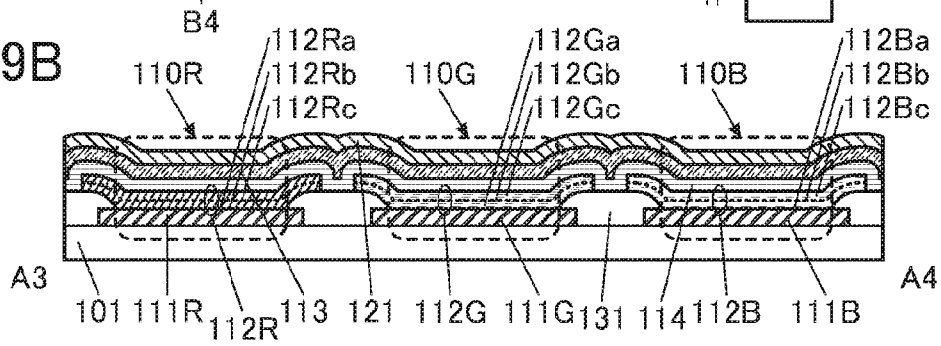
图8C



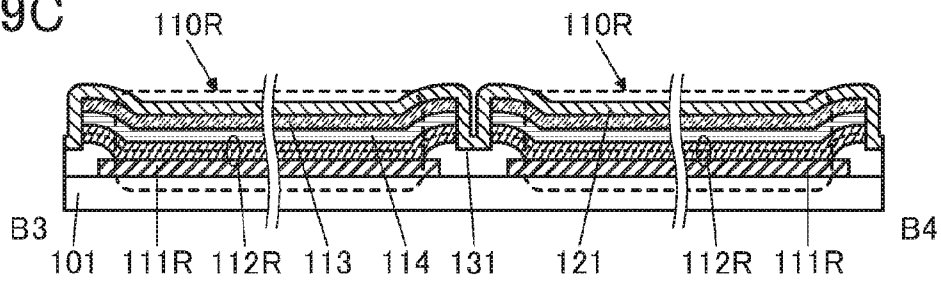
9A



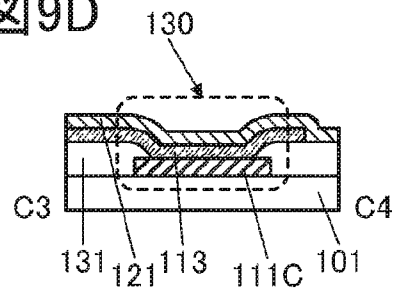
9B



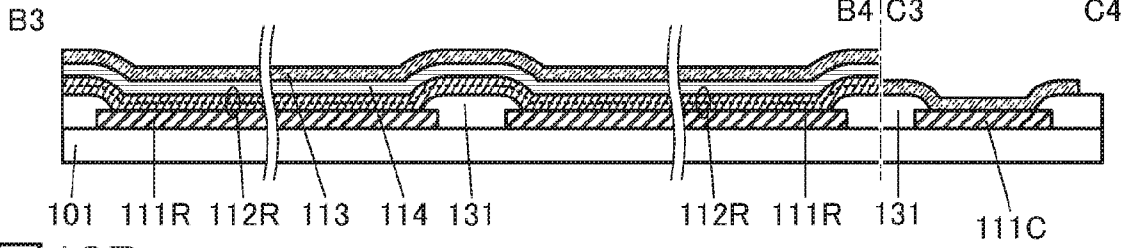
9C



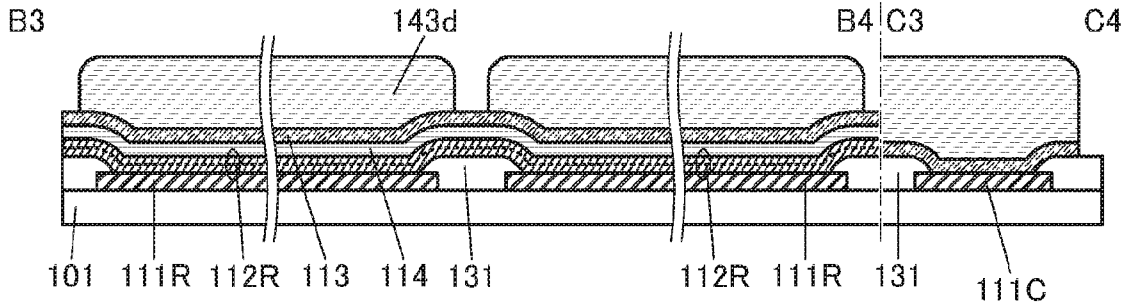
9D



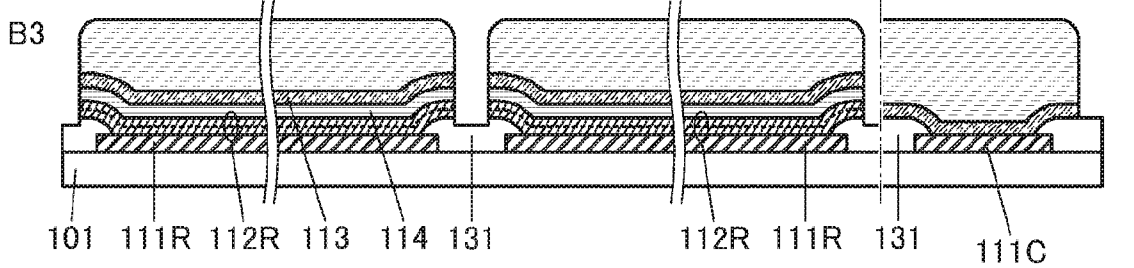
10A



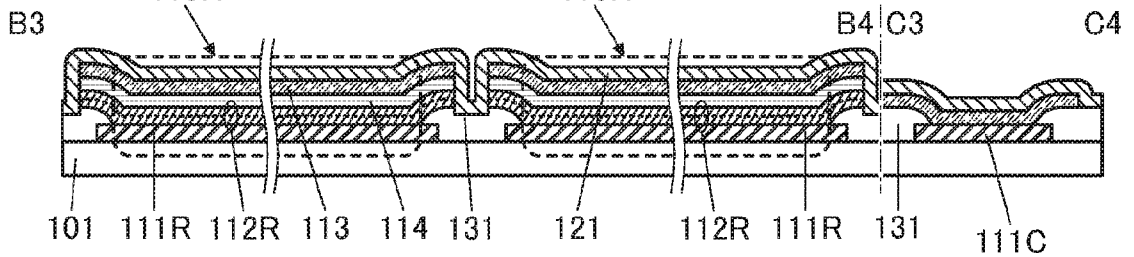
10B



10C



10D



10E

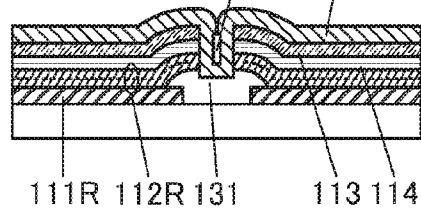


図12A

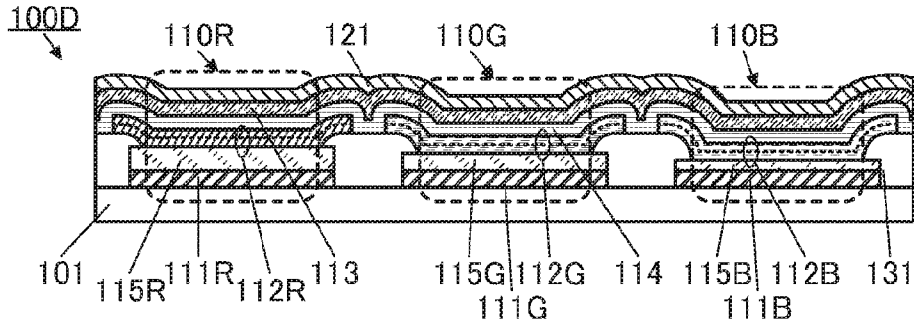


図12B

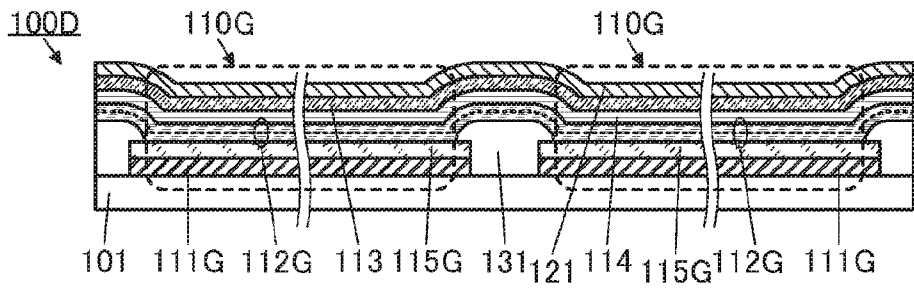


図12C

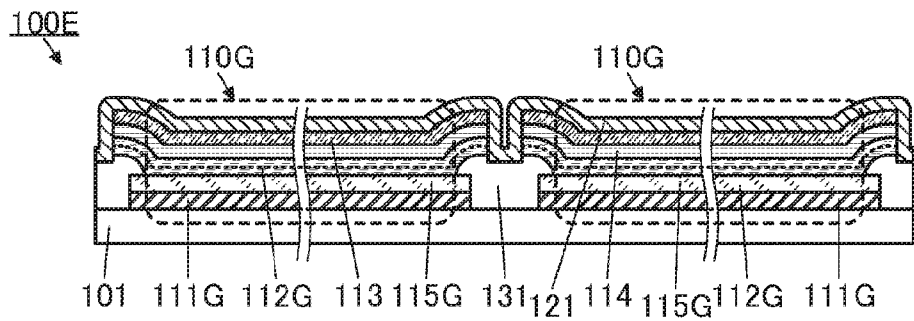


図13A

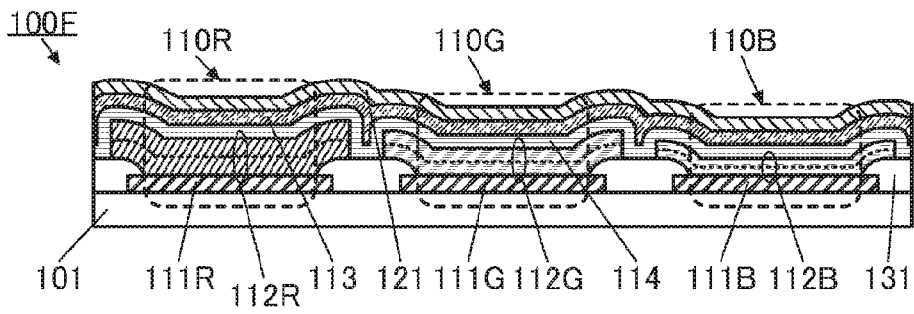


図13B

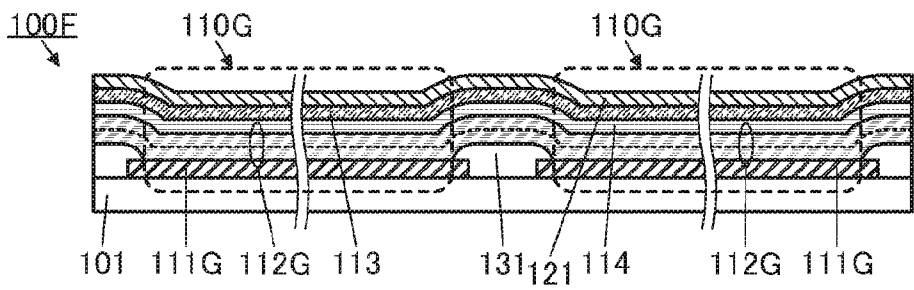


図13C

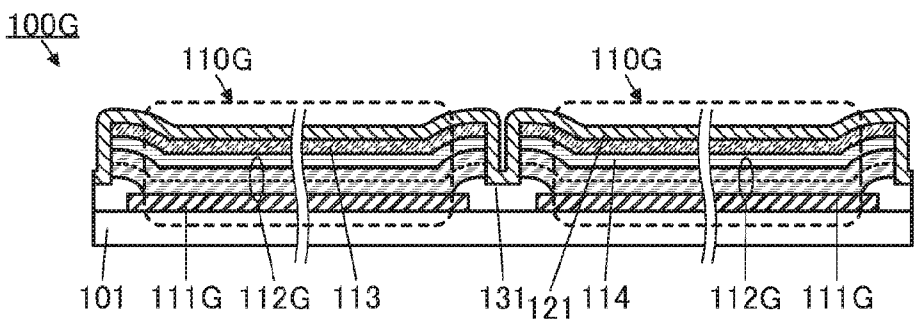
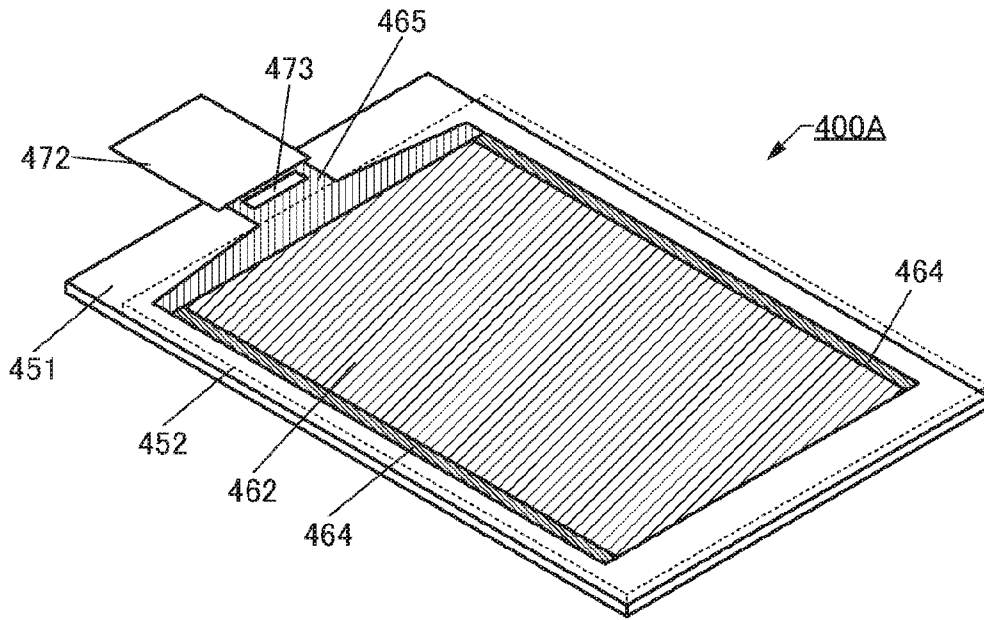
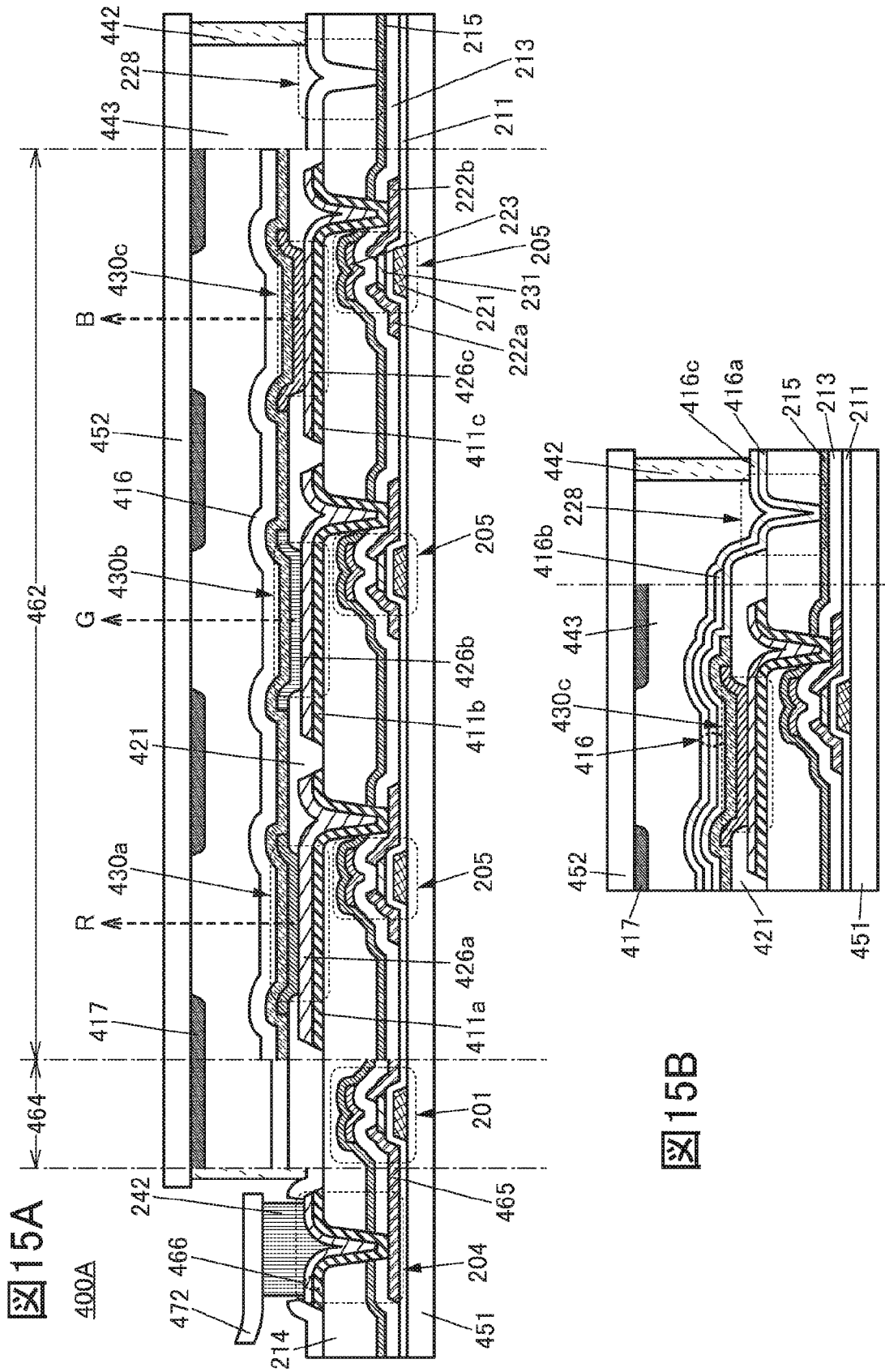
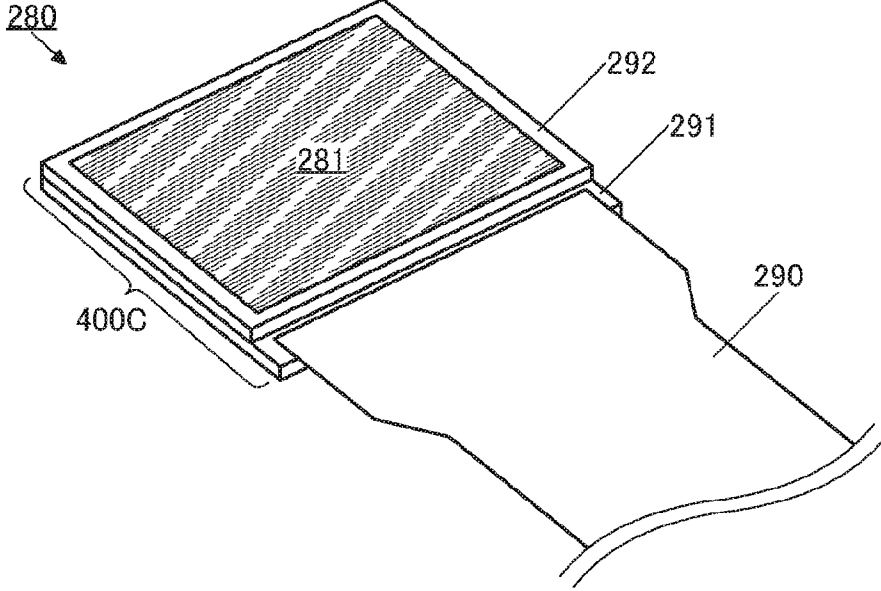


図 14

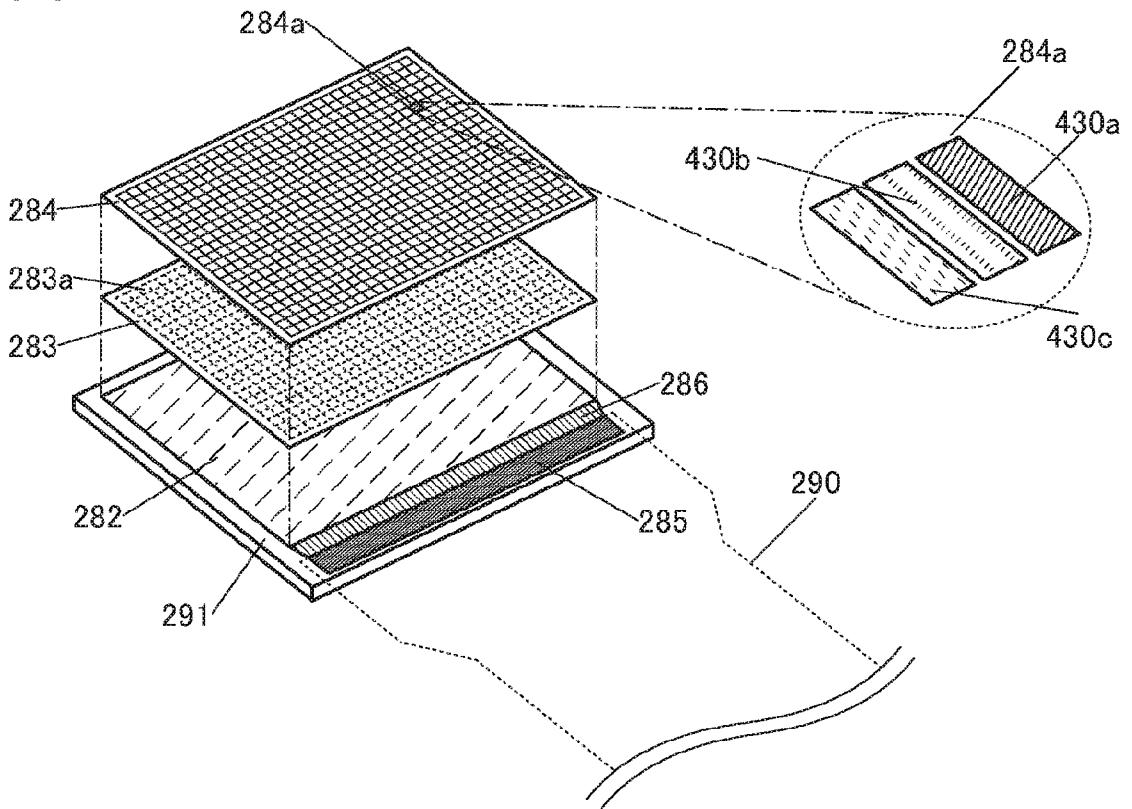




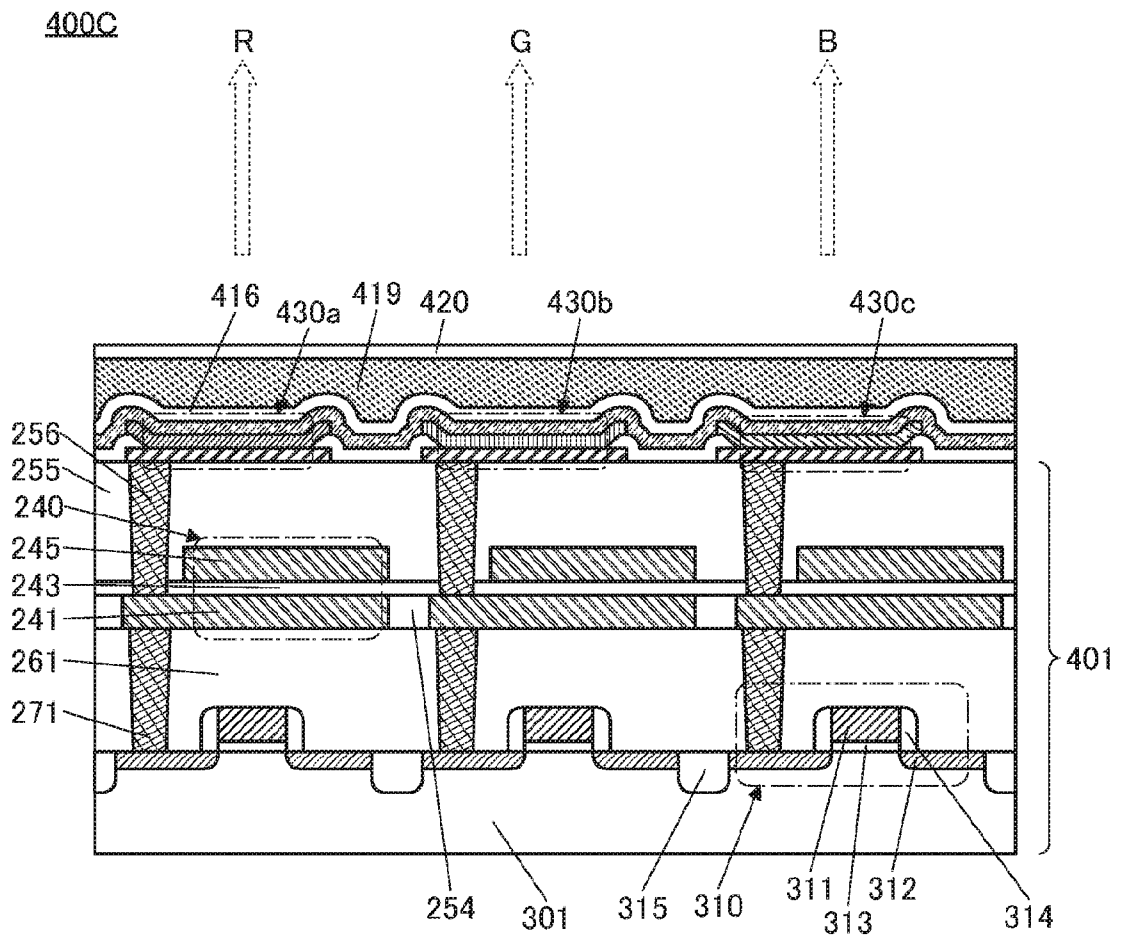
17A



17B



18



19

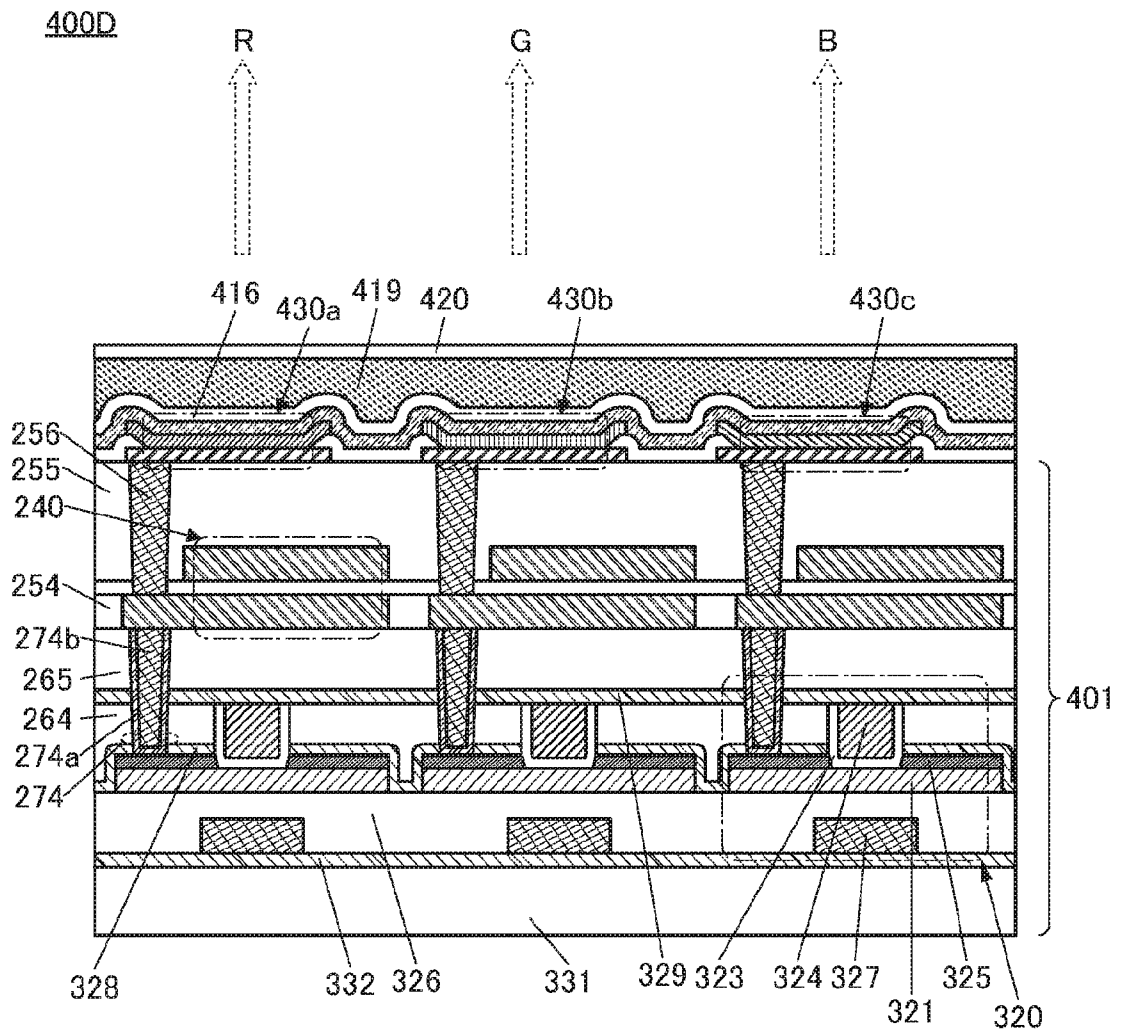
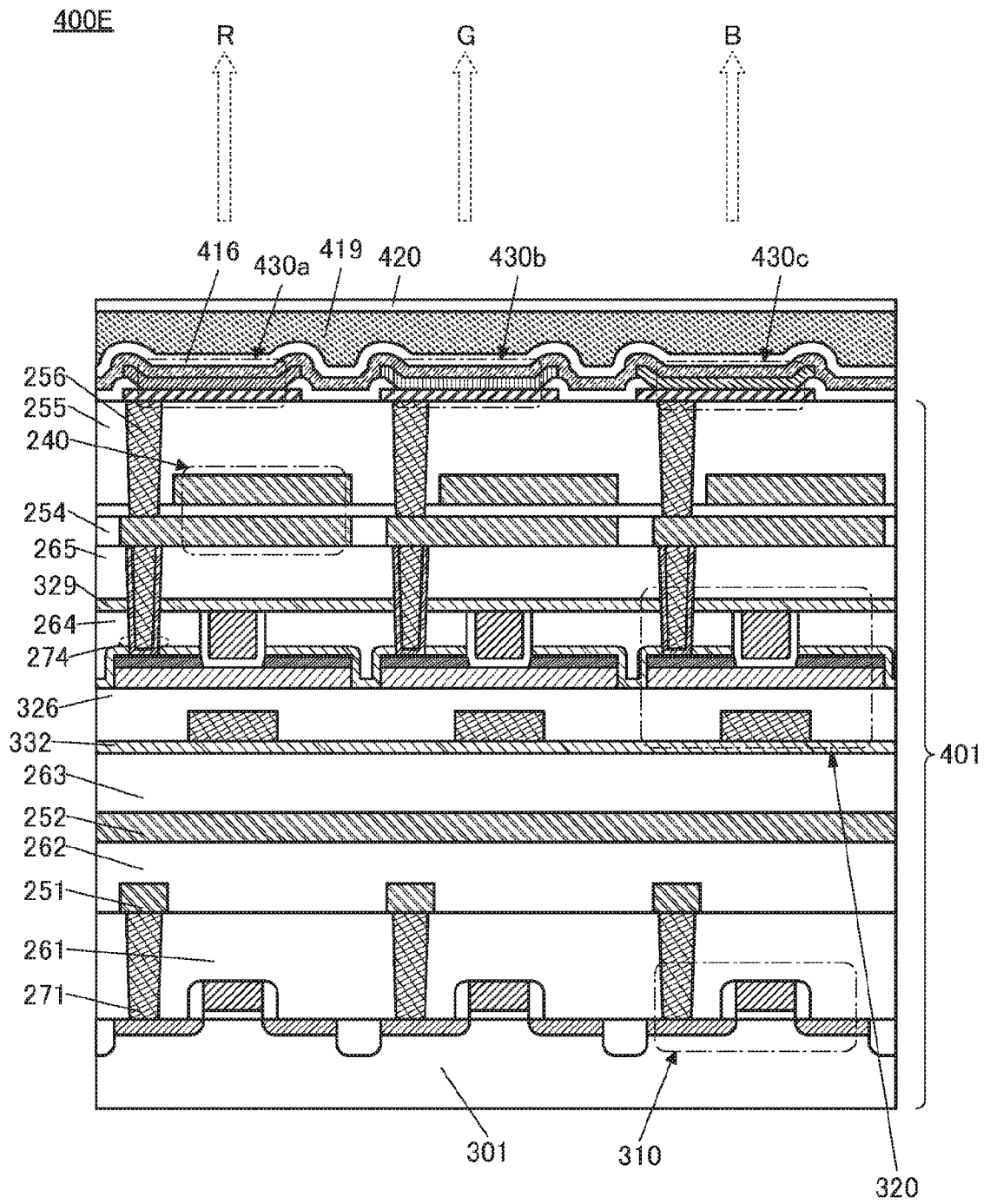
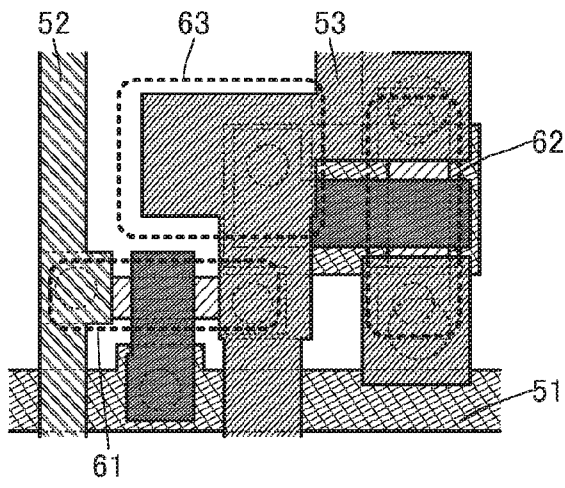


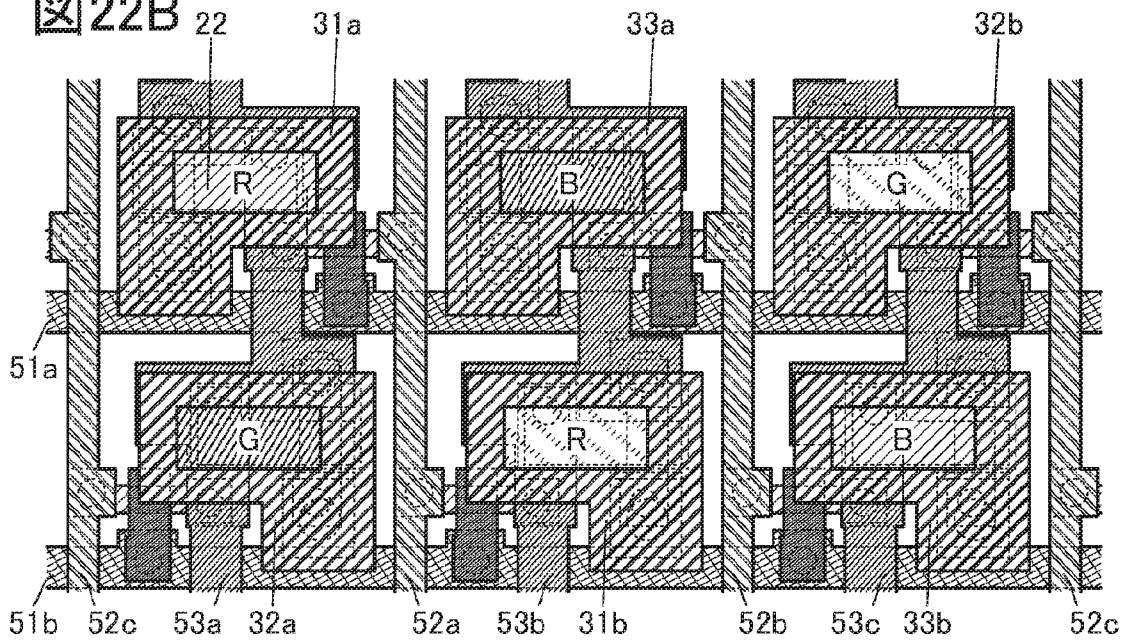
図 20



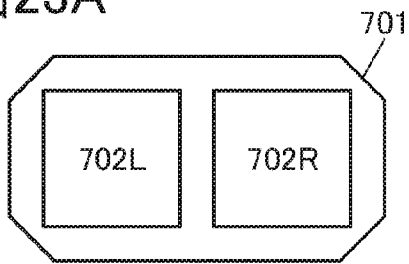
22A



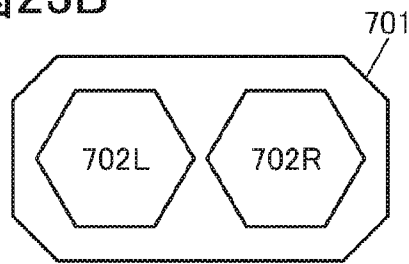
22B



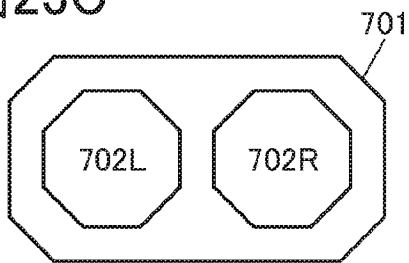
23A



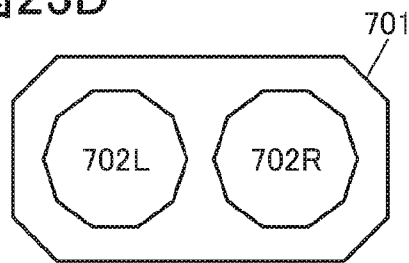
23B



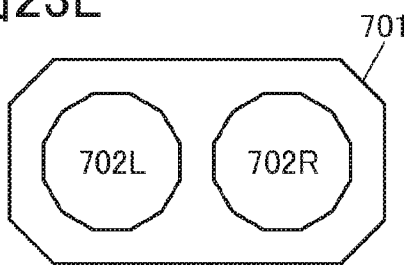
23C



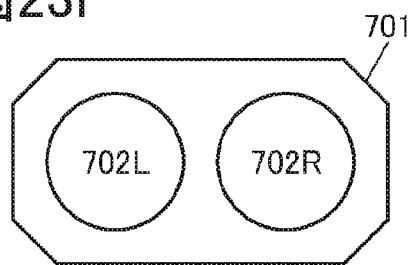
23D



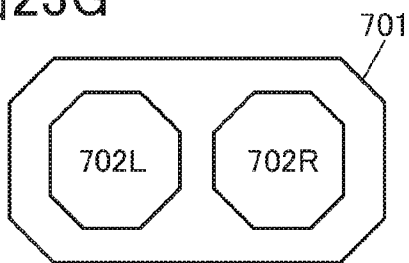
23E



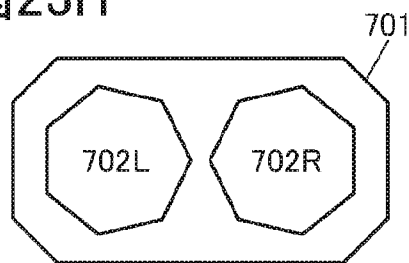
23F



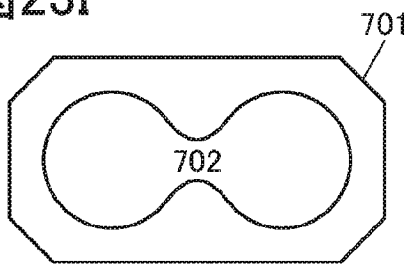
23G



23H



23I



23J

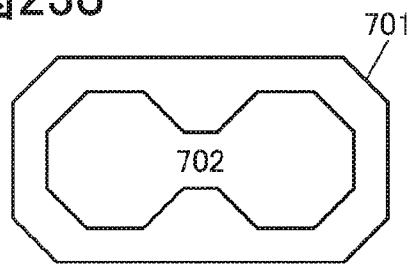
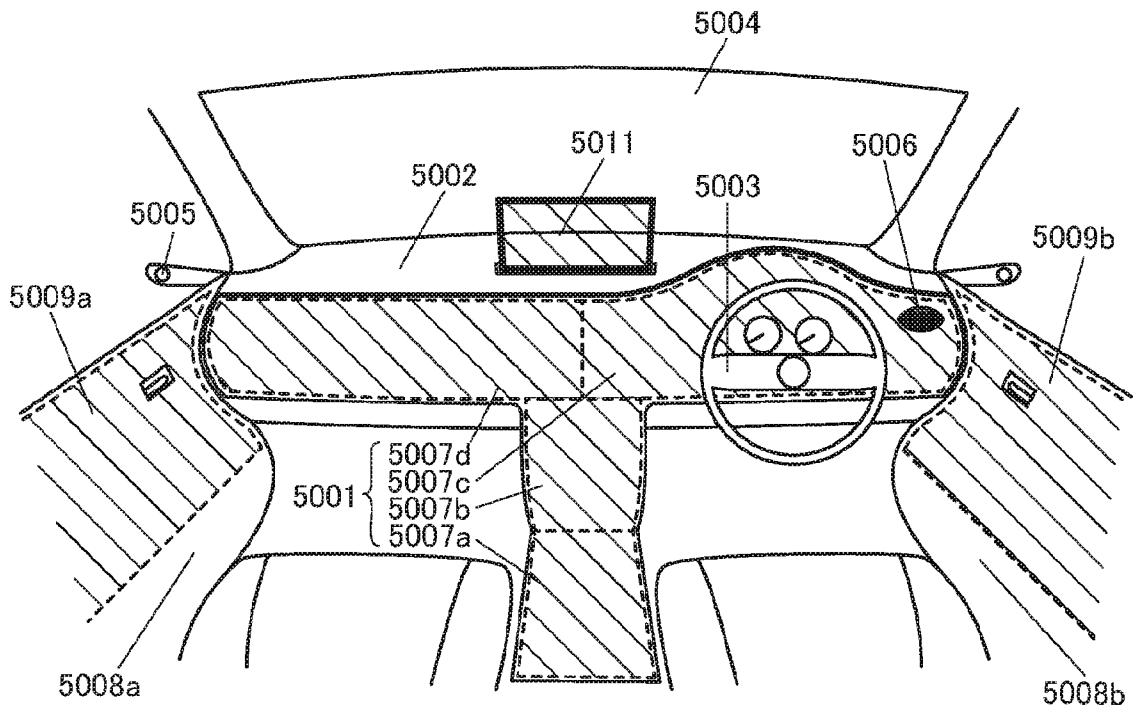
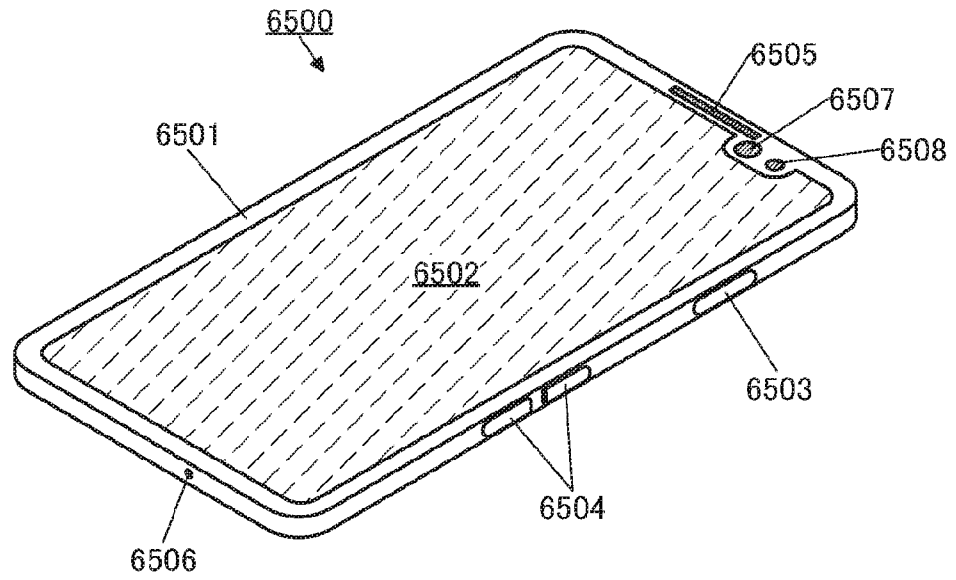


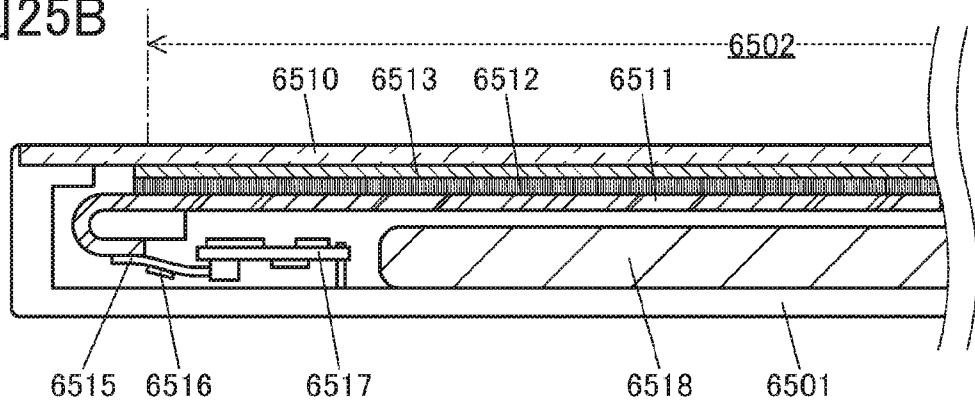
図24



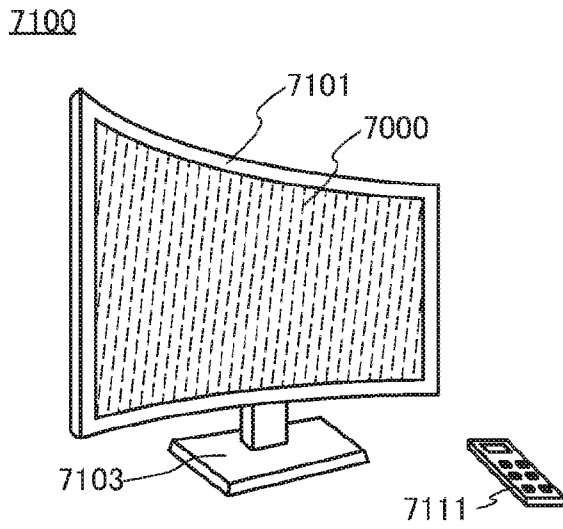
25A



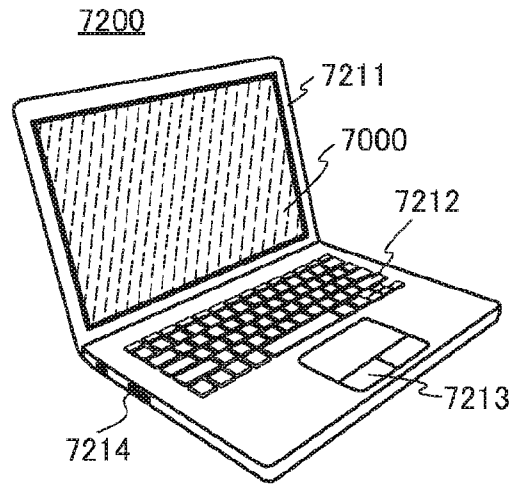
25B



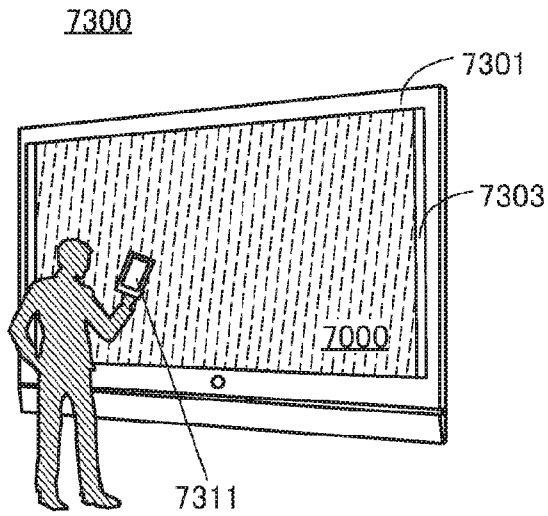
26A



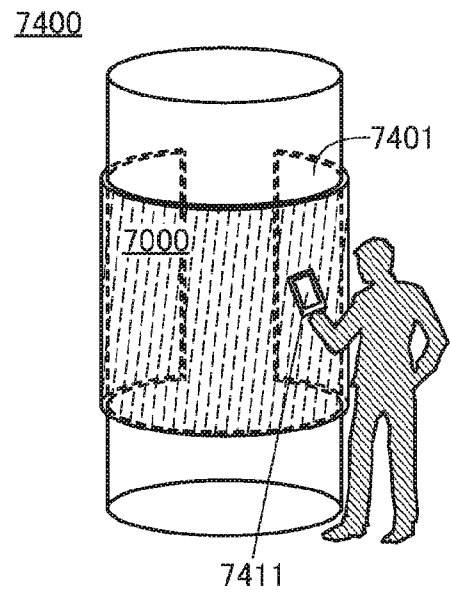
26B



26C



26D



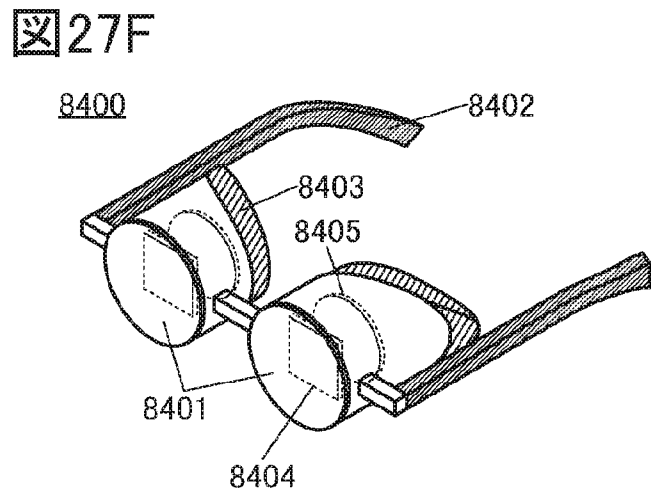
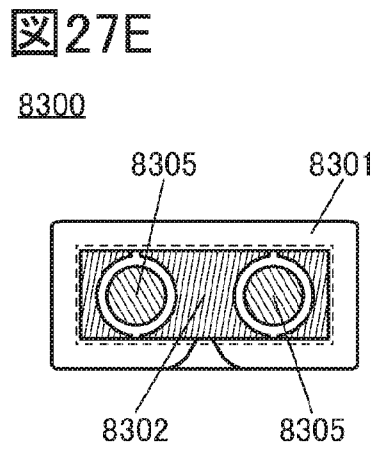
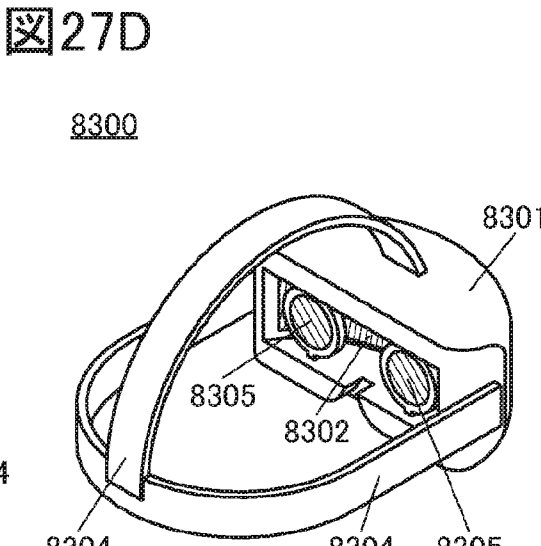
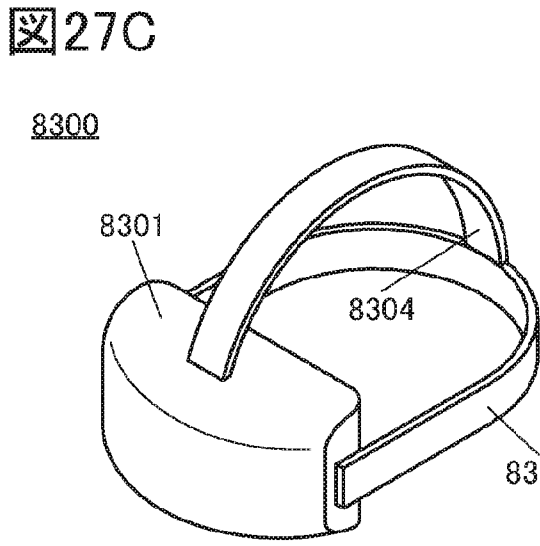
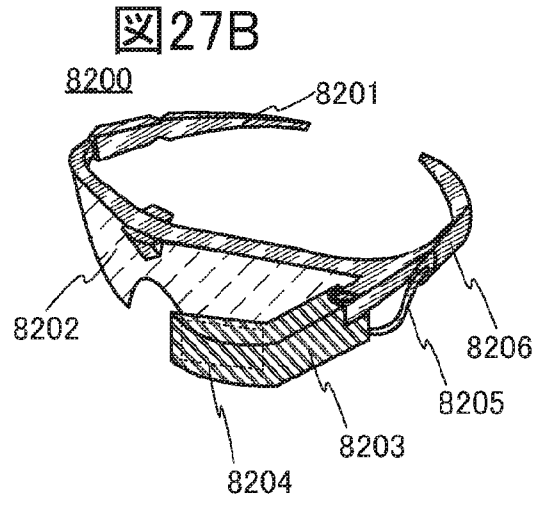
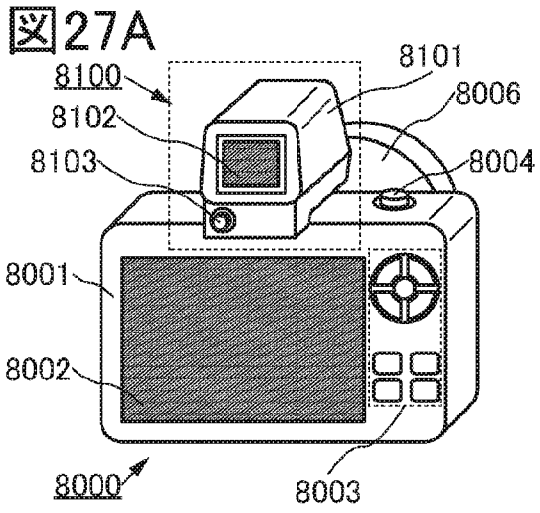


图28A

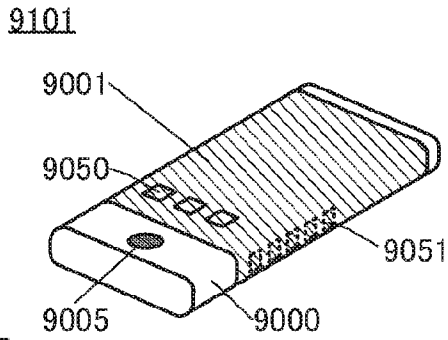


图28B

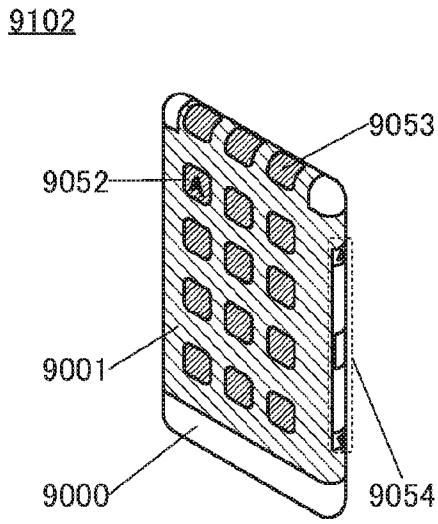


图28C

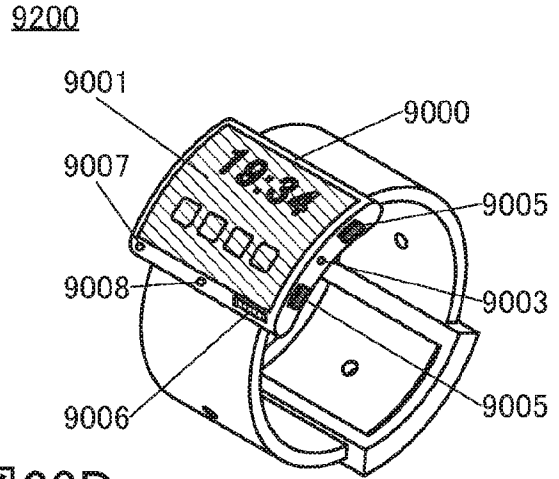


图28D

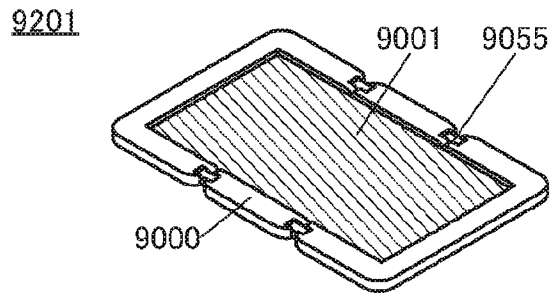


图28E

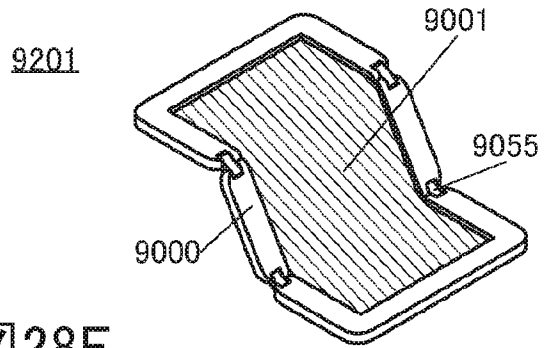
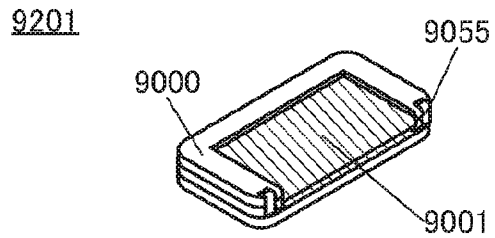


图28F



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/050412

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H05B 33/12</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 33/06</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/22</i> (2006.01)i		
FI: H05B33/12 C; G09F9/30 365; H01L27/32; H05B33/06; H05B33/12 B; H05B33/14 A; H05B33/22 Z		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05B33/12; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/06; H05B33/22		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2017/0179418 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 22 June 2017 (2017-06-22) paragraphs [0051], [0055], [0061], [0074]-[0075], [0110]-[0127], fig. 1, 6	1-5
Y		6-8
Y	WO 2012/001727 A1 (PANASONIC CORPORATION) 05 January 2012 (2012-01-05) paragraph [0056], fig. 3	6-7
Y	JP 2018-189937 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD) 29 November 2018 (2018-11-29) paragraph [0405]	8
Y	KR 10-2020-0082920 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 08 July 2020 (2020-07-08) paragraph [0187]	8
A	JP 2020-004970 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 09 January 2020 (2020-01-09) entire text, all drawings	1-8
A	US 2018/0151819 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 31 May 2018 (2018-05-31) entire text, all drawings	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 April 2022		Date of mailing of the international search report 26 April 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/050412**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2015/0188087 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 02 July 2015 (2015-07-02) entire text, all drawings	1-8
A	KR 10-2021-0004919 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 13 January 2021 (2021-01-13) entire text, all drawings	1-8
A	KR 10-2018-0025057 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 08 March 2018 (2018-03-08) entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/050412

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2017/0179418	A1	22 June 2017	EP 3182475 A1 KR 10-2017-0072728 A CN 106898630 A	
WO	2012/001727	A1	05 January 2012	US 2011/0316414 A1 paragraph [0071], fig. 3 EP 2587892 A1 CN 102388674 A KR 10-2013-0033259 A	
JP	2018-189937	A	29 November 2018	US 2020/0057330 A1 paragraph [0432] WO 2018/087625 A1 CN 109937443 A KR 10-2019-0076045 A	
KR	10-2020-0082920	A	08 July 2020	(Family: none)	
JP	2020-004970	A	09 January 2020	US 2020/0006692 A1 whole document EP 3595011 A1 KR 10-2020-0002458 A CN 110660831 A TW 202000653 A	
US	2018/0151819	A1	31 May 2018	DE 102017128304 A1 KR 10-2018-0062290 A CN 108134010 A TW 201824599 A	
US	2015/0188087	A1	02 July 2015	KR 10-2020-0002458 A CN 104752481 A	
KR	10-2021-0004919	A	13 January 2021	(Family: none)	
KR	10-2018-0025057	A	08 March 2018	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05B 33/12(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; H01L 27/32(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/06(2006.01)i; H05B 33/22(2006.01)i FI: H05B33/12 C; G09F9/30 365; H01L27/32; H05B33/06; H05B33/12 B; H05B33/14 A; H05B33/22 Z		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H05B33/12; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/06; H05B33/22 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	US 2017/0179418 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 22.06.2017 (2017-06-22) 段落 [0051], [0055], [0061], [0074]-[0075], [0110]-[0127], 図1,6	1-5
Y		6-8
Y	WO 2012/001727 A1 (パナソニック株式会社) 05.01.2012 (2012-01-05) 段落 [0056], 図3	6-7
Y	JP 2018-189937 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 29.11.2018 (2018-11-29) 段落 [0405]	8
Y	KR 10-2020-0082920 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 08.07.2020 (2020-07-08) 段落 [0187]	8
A	JP 2020-004970 A (エルジー ディスプレイ カンパニー リミテッド) 09.01.2020 (2020-01-09) 全文全図	1-8
A	US 2018/0151819 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 31.05.2018 (2018-05-31) 全文全図	1-8
<input checked="" 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。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 14.04.2022	国際調査報告の発送日 26.04.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 辻本 寛司 20 3908 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	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
A	US 2015/0188087 A1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 02.07.2015 (2015 - 07 - 02) 全文全図	1-8
A	KR 10-2021-0004919 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 13.01.2021 (2021 - 01 - 13) 全文全図	1-8
A	KR 10-2018-0025057 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 08.03.2018 (2018 - 03 - 08) 全文全図	1-8

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/IB2022/050412

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
US	2017/0179418	A1	22.06.2017	EP	3182475	A1	
				KR	10-2017-0072728	A	
				CN	106898630	A	
WO	2012/001727	A1	05.01.2012	US	2011/0316414	A1	
					para. [0071], Fig.3		
				EP	2587892	A1	
				CN	102388674	A	
				KR	10-2013-0033259	A	
JP	2018-189937	A	29.11.2018	US	2020/0057330	A1	
					para. [0432]		
				WO	2018/087625	A1	
				CN	109937443	A	
				KR	10-2019-0076045	A	
KR	10-2020-0082920	A	08.07.2020	(ファミリーなし)			
JP	2020-004970	A	09.01.2020	US	2020/0006692	A1	
					whole document		
				EP	3595011	A1	
				KR	10-2020-0002458	A	
				CN	110660831	A	
				TW	202000653	A	
US	2018/0151819	A1	31.05.2018	DE	102017128304	A1	
				KR	10-2018-0062290	A	
				CN	108134010	A	
				TW	201824599	A	
US	2015/0188087	A1	02.07.2015	KR	10-2015-0080407	A	
				CN	104752481	A	
KR	10-2021-0004919	A	13.01.2021	(ファミリーなし)			
KR	10-2018-0025057	A	08.03.2018	(ファミリーなし)			