

(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
2023年11月2日(02.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/209494 A1

(51) 国際特許分類:

H10K 59/122 (2023.01) H10K 50/852 (2023.01)
G09F 9/30 (2006.01) H10K 59/35 (2023.01)
G09F 9/302 (2006.01) H10K 59/95 (2023.01)

(21) 国際出願番号: PCT/IB2023/053900

(22) 国際出願日: 2023年4月17日(17.04.2023)

(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 2022-075575 2022年4月29日(29.04.2022) JP
特願 2022-191007 2022年11月30日(30.11.2022) 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).

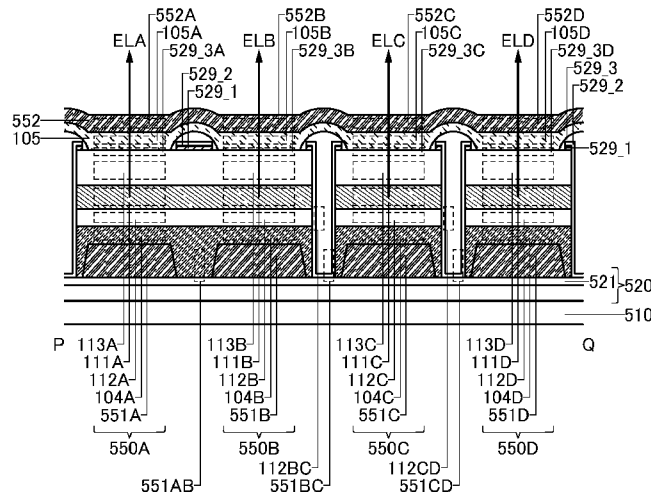
(72) 発明者: 伊佐敏行 (ISA, Toshiyuki); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 杉澤希 (SUGISAWA, Nozomu); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 中村太紀 (NAKAMURA, Daiki); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 千田章裕 (CHIDA, Akihiro); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 山根靖正 (YAMANE, Yasumasa); 〒2430036 神奈川県厚

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

(54) 発明の名称: 表示装置、表示モジュール、電子機器

図1C

700



(57) Abstract: Provided is a new display apparatus that is excellent in terms of convenience, usefulness, and reliability. A display apparatus having first through fourth light-emitting devices, wherein the first light-emitting device comprises a first layer which includes a luminescent material and is interposed between a first electrode and a second electrode, and a second layer interposed between the first layer and the first electrode. The second device comprises a third layer which includes a luminescent material and is interposed between a third electrode and a fourth electrode, and a fourth

木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 島田大吾 (SHIMADA, Daigo); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 佐藤瞳 (SATO, Hitomi); 〒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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

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

layer interposed between the third layer and the third electrode, the third electrode comprising a first gap between the third electrode and the first electrode, and the fourth layer being continuous with the second layer over the first gap. The third light-emitting device comprises a fifth layer which includes a luminescent material and is interposed between a fifth electrode and a sixth electrode, and a sixth layer interposed between the fifth layer and the fifth electrode, the fifth electrode comprises a second gap between the fifth electrode and the third electrode, and the sixth layer comprises a third gap which overlaps with the second gap between the sixth layer and the fourth layer.

(57) 要約: 利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供する。第1乃至第4の発光デバイスを有する表示装置であって、第1の発光デバイスは、発光性の材料を含み、第1の電極および第2の電極の間に挟まれる第1の層と、第1の層および第1の電極の間に挟まれる第2の層を備える。第2の発光デバイスは、発光性の材料を含み、第3の電極および第4の電極の間に挟まれる第3の層と、第3の層および第3の電極の間に挟まれる第4の層を備え、第3の電極は第1の電極との間に第1の間隙を備え、第4の層は第2の層と第1の間隙上で連続する。第3の発光デバイスは、発光性の材料を含み、第5の電極および第6の電極の間に挟まれる第5の層と、第5の層および第5の電極の間に挟まれる第6の層を備え、第5の電極は第3の電極との間に第2の間隙を備え、第6の層は第4の層との間に、第2の間隙と重なる第3の間隙を備える。

明細書

発明の名称

表示装置、表示モジュール、電子機器

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、表示装置、表示モジュール、電子機器または半導体装置に関する。

[0002]

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書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、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げることができる。

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、高解像度化に伴う高精細化が求められている。さらに、最も高精細度が要求される機器としては、例えば、仮想現実（VR：Virtual Reality）、または拡張現実（AR：Augmented Reality）向けの機器がある。

[0004]

また、ディスプレイパネルに適用可能な表示装置としては、代表的には液晶表示装置、有機EL（Electro Luminescence）素子、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、及び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、一対の電極間に発光性の有機化合物を含む層を挟持したものである。この素子に電圧を印加することにより、発光性の有機化合物から発光を得ることができる。このような有機EL素子が適用された表示装置は、液晶表示装置等で必要であったバックライトが不要なため、薄型、軽量、高コントラストで且つ低消費電力な表示装置を実現できる。例えば、有機EL素子を用いた表示装置の一例が、特許文献1に記載されている。

[0006]

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

[先行技術文献]

[特許文献]

[0007]

[特許文献1] 特開2002-324673号公報

[特許文献2] 国際公開第2018/087625号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008]

本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示モジュールを提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することを課題の一とする。または、新規な表示装置、新規な表示モジュール、新規な電子機器、または、新規な半導体装置を提供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、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

課題を解決するための手段

[0010]

(1) 本発明の一態様は、第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、第3の発光デバイスと、第4の発光デバイスと、を有する、表示装置である。

[0011]

第1の発光デバイスは、第1の電極、第1の層、第2の層および第2の電極を備える。第1の層は、第1の電極および第2の電極の間に挟まれ、第1の層は第1の発光性の材料を含む。第2の層は、第1の層および第1の電極の間に挟まれる。

[0012]

第2の発光デバイスは、第3の電極、第3の層、第4の層および第4の電極を備える。第3の電極は第1の電極と隣接し、第3の電極は、第1の電極との間に第1の間隙を備え、第3の層は、第3の電極および第4の電極の間に挟まれ、第3の層は第2の発光性の材料を含む。第4の層は第3の層および第3の電極の間に挟まれ、第4の層は、第2の層と第1の間隙上で連続する。

[0013]

第3の発光デバイスは、第5の電極、第5の層、第6の層および第6の電極を備える。第5の電極は第3の電極と隣接し、第5の電極は、第3の電極との間に第2の間隙を備え、第5の層は、第5の電極および第6の電極の間に挟まれ、第5の層は第3の発光性の材料を含む。第6の層は、第5の層および第5の電極の間に挟まれ、第6の層は第4の層との間に第3の間隙を備え、第3の間隙は第2の間隙と重なる。

[0014]

第4の発光デバイスは、第7の電極、第7の層、第8の層および第8の電極を備える。第7の電極は第5の電極と隣接し、第7の電極は、第5の電極との間に第4の間隙を備え、第7の層は、第7の電極および第8の電極の間に挟まれ、第7の層は第4の発光性の材料を含む。第8の層は、第7の層および第7の電極の間に挟まれ、第8の層は、第6の層との間に第5の間隙を備え、第5の間隙は第4の間隙と重なる。

[0015]

(2) また、本発明の一態様は、第1の発光デバイスが 1 cd/A 以上 10 cd/A 未満の電流効率を備え、第2の発光デバイスが 1 cd/A 以上 10 cd/A 未満の電流効率を備え、第3の発光

デバイスが 10 cd/A 以上 100 cd/A 未満の電流効率を備え、第4の発光デバイスが 10 cd/A 以上 100 cd/A 未満の電流効率を備える、上記の表示装置である。

[0016]

(3) また、本発明の一態様は、第1の発光デバイスが 3 V 以上 4 V 未満の範囲に発光開始電圧を備え、第2の発光デバイスが 3 V 以上 4 V 未満の範囲に発光開始電圧を備え、第3の発光デバイスが 2 V 以上 3 V 未満の範囲に発光開始電圧を備え、第4の発光デバイスが 2 V 以上 3 V 未満の範囲に発光開始電圧を備える、上記の表示装置である。

[0017]

(4) また、本発明の一態様は、第1の層が蛍光を発する第1の発光性の材料を含み、第3の層が蛍光を発する第2の発光性の材料を含み、第5の層がりん光を発する第3の発光性の材料を含み、第7の層がりん光を発する第4の発光性の材料を含む、上記の表示装置である。

[0018]

(5) また、本発明の一態様は、第1の発光性の材料が 380 nm 以上 480 nm 以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備え、第2の発光性の材料が 380 nm 以上 480 nm 以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備え、第3の発光性の材料が 500 nm 以上 550 nm 以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備え、第4の発光性の材料が 600 nm 以上 780 nm 以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備える、上記の表示装置である。

[0019]

(6) また、本発明の一態様は、第1の間隙、第2の間隙および第4の間隙が、いずれも $0.1\text{ }\mu\text{ m}$ 以上 $15\text{ }\mu\text{ m}$ 以下である、上記の表示装置である。

[0020]

これにより、第1の発光デバイス、第2の発光デバイス、第3の発光デバイスおよび第4の発光デバイスのいずれか一を発光させたときに、他が意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。また、第1の発光デバイス、第2の発光デバイス、第3の発光デバイスおよび第4の発光デバイスを、それぞれ独立して発光させることができる。また、発光デバイスの間のクロストーク現象の発生を抑制することができる。また、表示装置が表示可能な色域を広げることができる。また、表示装置の精細度を高めることができる。また、表示装置の画素開口率を高めることができる。また、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができる。また、表示装置の作製工程において、例えば、第1の層または第3の層が剥がれてしまう現象を防止することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。

[0021]

(7) また、本発明の一態様は、第1の絶縁膜と、導電膜と、第2の絶縁膜と、を有する上記の表示装置である。

[0022]

第1の絶縁膜は導電膜と重なり、第1の絶縁膜は、導電膜との間に、第1の電極、第3の電極および第5の電極を挟む。また、導電膜は、第2の電極、第4の電極および第6の電極を含む。

[0023]

第2の絶縁膜は、導電膜および第1の絶縁膜の間に挟まれ、第2の絶縁膜は第1の間隙と重なり、第2の絶縁膜は第2の間隙と重なり、第2の絶縁膜は第3の間隙を埋める。

[0024]

第2の絶縁膜は、第1の開口部、第2の開口部および第3の開口部を備える。第1の開口部は第1の電極と重なり、第2の開口部は第3の電極と重なり、第3の開口部は第5の電極と重なる。

[0025]

これにより、第2の絶縁膜を用いて第3の間隙を充填することができる。また、第3の間隙に由来する段差を平坦に近づけることができる。また、段差に由来して、導電膜552に切れ目または裂け目が生じる現象を抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。

[0026]

(8) また、本発明の一態様は、上記のいずれかに記載の表示装置と、コネクタ及び集積回路のうち少なくとも一方と、を有する、表示モジュールである。

[0027]

(9) また、本発明の一態様は、上記のいずれかに記載の表示装置と、バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイクのうち少なくとも一つと、を有する、電子機器である。

[0028]

本明細書に添付した図面では、構成要素を機能ごとに分類し、互いに独立したブロックとしてブロック図を示しているが、実際の構成要素は機能ごとに完全に切り分けることが難しく、一つの構成要素が複数の機能に係わることもあり得る。

[0029]

なお、本明細書中における発光装置とは、発光デバイスを用いた画像表示デバイスを含む。また、発光デバイスにコネクタ、例えば異方導電性フィルム又はTCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、TCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は発光デバイスにCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも、発光装置に含む場合がある。さらに、照明器具等は、発光装置を有する場合がある。

発明の効果

[0030]

本発明の一態様によれば、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示モジュールを提供することができる。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することができる。また、新規な表示装置を提供することができる。また、新規な表示モジュールを提供することができる。また、新規な電子機器を提供することができる。

[0031]

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、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

図面の簡単な説明

[0032]

図1A乃至図1Cは、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 2 A および図 2 B は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 3 A 乃至図 3 D は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 4 A および図 4 B は、実施の形態に係る発光デバイスの構成を説明する図である。

図 5 A および図 5 B は、実施の形態に係る発光デバイスの構成を説明する図である。

図 6 A 乃至図 6 C は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 7 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 8 は、実施の形態に係る表示モジュールの構成を説明する図である。

図 9 A および図 9 B は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 10 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 11 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 12 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 13 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 14 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 15 は、実施の形態に係る表示モジュールの構成を説明する図である。

図 16 A 乃至図 16 C は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 17 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 18 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 19 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 20 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 21 は、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 22 A 乃至図 22 D は、実施の形態に係る電子機器の一例を説明する図である。

図 23 A 乃至図 23 F は、実施の形態に係る電子機器の一例を説明する図である。

図 24 A 乃至図 24 G は、実施の形態に係る電子機器の一例を説明する図である。

図 25 A および図 25 B は、実施例に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 26 は、実施例に係る表示装置の構成を説明する電子顕微鏡写真である。

図 27 A および図 27 B は、実施例に係る表示装置の構成を説明する電子顕微鏡写真である。

図 28 A および図 28 B は、実施例に係る表示装置の構成を説明する電子顕微鏡写真である。

図 29 A 乃至図 29 D は、実施例に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 30 は、実施例に係る表示装置の微小領域の輝度分布を説明する図である。

図 31 は、実施例に係る表示装置の発光スペクトルを説明する図である。

図 32 は、実施例に係る表示装置の微小領域の輝度分布を説明する図である。

図 33 は、実施例に係る表示装置の発光スペクトルを説明する図である。

図 34 は、実施例に係る表示装置の微小領域の輝度分布を説明する図である。

図 35 は、実施例に係る表示装置の発光スペクトルを説明する図である。

図 36 A および図 36 B は、実施例に係る表示装置の構成を説明する図である。

図 37 は、実施例に係る発光デバイスの電流密度－輝度特性を説明する図である。

図 38 は、実施例に係る発光デバイスの輝度－電流効率特性を説明する図である。

図 39 は、実施例に係る発光デバイスの電圧－輝度特性を説明する図である。

図 40 は、実施例に係る発光デバイスの電圧－電流特性を説明する図である。

図 41 は、実施例に係る発光デバイスの発光スペクトルを説明する図である。

図4 2 Aは、実施例に係る表示装置の表示状態を説明する写真であり、図4 2 Bは、画素の配置を説明する写真である。

図4 3は、実施例に係る表示装置の画素の配置を説明する写真である。

図4 4は、実施例に係る表示装置が表示できる色域を説明する写真である。

図4 5は、実施例に係る表示装置の発光スペクトルを説明する写真である。

図4 6は、実施例に係る発光デバイスの電圧－輝度特性を説明する図である。

図4 7は、実施例に係る発光デバイスの電圧－電流密度特性を説明する図である。

図4 8は、実施例に係る発光デバイスの規格化輝度の経時変化を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0033]

本発明の一態様の表示装置は、本発明の一態様は、第1の発光デバイスと、第2の発光デバイスと、第3の発光デバイスと、第4の発光デバイスと、を有する。第1の発光デバイスは、第1の電極、第1の層、第2の層および第2の電極を備える。第1の層は、第1の電極および第2の電極の間に挟まれ、第1の層は第1の発光性の材料を含む。第2の層は、第1の層および第1の電極の間に挟まれる。第2の発光デバイスは、第3の電極、第3の層、第4の層および第4の電極を備える。第3の電極は第1の電極と隣接し、第3の電極は、第1の電極との間に第1の間隙を備え、第3の層は、第3の電極および第4の電極の間に挟まれ、第3の層は第2の発光性の材料を含む。第4の層は第3の層および第3の電極の間に挟まれ、第4の層は、第2の層と第1の間隙上で連続する。第3の発光デバイスは、第5の電極、第5の層、第6の層および第6の電極を備える。第5の電極は第3の電極と隣接し、第5の電極は、第3の電極との間に第2の間隙を備え、第5の層は、第5の電極および第6の電極の間に挟まれ、第5の層は第3の発光性の材料を含む。第6の層は、第5の層および第5の電極の間に挟まれ、第6の層は第4の層との間に第3の間隙を備え、第3の間隙は第2の間隙と重なる。第4の発光デバイスは、第7の電極、第7の層、第8の層および第8の電極を備える。第7の電極は第5の電極と隣接し、第7の電極は、第5の電極との間に第4の間隙を備え、第7の層は、第7の電極および第8の電極の間に挟まれ、第7の層は第4の発光性の材料を含む。第8の層は、第7の層および第7の電極の間に挟まれ、第8の層は、第6の層との間に第5の間隙を備え、第5の間隙は第4の間隙と重なる。

[0034]

これにより、第1の発光デバイス、第2の発光デバイス、第3の発光デバイスおよび第4の発光デバイスのいずれか一を発光させたときに、他が意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。また、第1の発光デバイス、第2の発光デバイス、第3の発光デバイスおよび第4の発光デバイスを、それぞれ独立して発光させることができる。また、発光デバイスの間のクロストーク現象の発生を抑制することができる。また、表示装置が表示可能な色域を広げることができる。また、表示装置の精細度を高めることができる。また、表示装置の画素開口率を高めることができる。また、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができる。また、表示装置の作製工程において、例えば、第1の層または第3の層が剥がれてしまう現象を防止することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。

[0035]

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本

発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。

[0036]

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置700の構成について、図1乃至図3を参照しながら説明する。

[0037]

図1Aは、本発明の一態様の表示装置700の構成を説明する斜視図である。図1Bは、表示装置700の一部を説明する上面図であり、図1Cは、図1Bに示す切断線P-Qにおける断面図である。

[0038]

図2Aおよび図2Bは、本発明の一態様の表示装置700の一部を説明する上面図である。

[0039]

図3A乃至図3Dは、本発明の一態様の表示装置700の一部を説明する上面図である。

[0040]

<表示装置700の構成例1>

本実施の形態で説明する表示装置700は、基板510および機能層520を有する(図1A参照)。表示装置700は、発光デバイス550A、発光デバイス550B、発光デバイス550Cおよび発光デバイス550Dを備える(図1Aおよび図1B参照)。

[0041]

また、機能層520は絶縁膜521を備え、発光デバイス550A、発光デバイス550B、発光デバイス550Cおよび発光デバイス550Dは、絶縁膜521上に形成される(図1C参照)。機能層520は、基板510および発光デバイス550Aの間に挟まれる。

[0042]

《発光デバイス550Aの構成例》

発光デバイス550Aは、電極551A、層111A、層112Aおよび電極552Aを備える。また、発光デバイス550Aは層113Aを備える。なお、発光デバイス550Aに用いることができる構成の詳細については、実施の形態2乃至実施の形態6において説明する。

[0043]

例えば、 1cd/A 以上 10cd/A 未満の電流効率を備える発光デバイスを、発光デバイス550Aに用いることができる。また、例えば、 3V 以上 4V 未満の範囲に発光開始電圧を備える発光デバイスを、発光デバイス550Aに用いることができる。なお、本明細書において、 10cd/m^2 以上の輝度を得る最小電圧を発光開始電圧という。

[0044]

《層111Aの構成例》

層111Aは、電極551Aおよび電極552Aの間に挟まれ、層111Aは、発光性の材料EMAを含む。例えば、蛍光を発する発光性の材料EMAを、層111Aに用いることができる。

[0045]

また、例えば、380 nm以上480 nm以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備える発光性の材料を、発光性の材料EMAに用いることができる。

[0046]

また、層112Aは、層111Aおよび電極551Aの間に挟まれる。

[0047]

《発光デバイス550Bの構成例》

発光デバイス550Bは、電極551B、層111B、層112Bおよび電極552Bを備える。

また、発光デバイス550Bは層113Bを備える。なお、発光デバイス550Bに用いることができる構成の詳細については、実施の形態2乃至実施の形態6において説明する。

[0048]

電極551Bは電極551Aと隣接し、電極551Bは、電極551Aとの間に間隙551ABを備える。なお、間隙551ABは、0.1 μm以上15 μm以下である。

[0049]

また、電極551Bが、その端部に勾配を有する形状（テーパー形状ともいう）を備えている場合、電極551Bが電極551Aに最も近接している部分の距離を、間隙551ABの長さとする。例えば、電極551Bの下端部分は、電極551Aの下端部分に最も近接している（図1C参照）。この場合、電極551Bの下端部分と電極551Aの下端部分の距離を、間隙551ABの長さとする。

[0050]

また、電極551Bが電極551Bと同じ電位が供給される一の導電膜上に形成されている場合、また、電極551Aが電極551Aと同じ電位が供給される他の導電膜上に形成されている場合、電極551Bまたは一の導電膜が、電極551Aまたは他の導電膜に最も近接している部分の距離を、間隙551ABの長さとする。例えば、電極551Bが配線として機能する一の導電膜上に形成され、電極551Aが配線として機能する他の導電膜上に形成されている場合、一の導電膜と他の導電膜の距離を、間隙551ABの長さとする。また、例えば、電極551Bが反射膜として機能する一の導電膜上に形成され、電極551Aが反射膜として機能する他の導電膜上に形成されている場合、一の導電膜と他の導電膜の距離を、間隙551ABの長さとする。

[0051]

例えば、1 cd/A以上10 cd/A未満の電流効率を備える発光デバイスを、発光デバイス550Bに用いることができる。また、例えば、3 V以上4 V未満の範囲に発光開始電圧を備える発光デバイスを、発光デバイス550Bに用いることができる。これにより、発光デバイス550Aおよび発光デバイス550Bのいずれか一を発光させたときに、他が意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。

[0052]

《層111Bの構成例》

層111Bは、電極551Bおよび電極552Bの間に挟まれ、層111Bは、発光性の材料EMBを含む。例えば、蛍光を発する発光性の材料EMBを、層111Bに用いることができる。

[0053]

また、例えば、380 nm以上480 nm以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備える発光性の材料を、発光性の材料EMBに用いることができる。これにより、発光デバイス550

Aおよび発光デバイス550Bが射出する光は、視感度が低い領域にある。また、発光デバイス550Aおよび発光デバイス550Bいずれかを発光させたときに、他が射出する光を認識しにくい。

[0054]

また、層112Bは、層111Bおよび電極551Bの間に挟まれ、層112Bは、層112Aと間隙551AB上で連続する。

[0055]

《発光デバイス550Cの構成例》

発光デバイス550Cは、電極551C、層111C、層112Cおよび電極552Cを備える。また、発光デバイス550Cは層113Cを備える。なお、発光デバイス550Cに用いることができる構成の詳細については、実施の形態2乃至実施の形態6において説明する。

[0056]

電極551Cは電極551Bと隣接し、電極551Cは、電極551Bとの間に間隙551BCを備える。なお、間隙551BCは0.1 μ m以上15 μ m以下である。

[0057]

例えば、10cd/A以上100cd/A未満の電流効率を備える発光デバイスを、発光デバイス550Cに用いることができる。また、例えば、2V以上3V未満の範囲に発光開始電圧を備える発光デバイスを、発光デバイス550Cに用いることができる。これにより、発光デバイス550Bを発光させたときに、発光デバイス550Cが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。

[0058]

《層111Cの構成例》

層111Cは、電極551Cおよび電極552Cの間に挟まれ、層111Cは、発光性の材料EMCを含む。例えば、りん光を発する発光性の材料EMCを、層111Cに用いることができる。

[0059]

また、例えば、500nm以上550nm以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備える発光性の材料を、発光性の材料EMCに用いることができる。

[0060]

また、層112Cは、層111Cおよび電極551Cの間に挟まれ、層112Cは、層112Bとの間に間隙112BCを備える。間隙112BCは、間隙551BCと重なる。これにより、層112Cを層112Bから分離できる。また、発光デバイス550Bを発光させたときに、キャリアが層112Bから層112Cへ流れてしまう現象の発生を抑制できる。また、発光デバイス550Bを発光させたときに、発光デバイス550Cが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。

[0061]

なお、層112Cは、層112Bとの間に間隙112BCを備える。一方、層112Bは、層112Aとの間に間隙を備えず、層112Aと連続する。これにより、間隙112BCと重なる間隙551BCと比較して、間隙551ABを短くすることができる。また、発光デバイスCおよび隣接する他の発光デバイスの間隔と比較して、発光デバイスAおよび発光デバイスBの間隔を短くすることができる。また、発光デバイスBおよび発光デバイスAの開口率を、他の発光デバイスより高

めることができる。

[0062]

《発光デバイス550Dの構成例》

発光デバイス550Dは、電極551D、層111D、層112Dおよび電極552Dを備える。また、発光デバイス550Dは層113Dを備える。なお、発光デバイス550Dに用いることができる構成の詳細については、実施の形態2乃至実施の形態6において説明する。

[0063]

電極551Dは電極551Cと隣接し、電極551Dは、電極551Cとの間に間隙551CDを備える。なお、間隙551CDは、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下である。

[0064]

例えば、 $10\text{cd}/\text{A}$ 以上 $100\text{cd}/\text{A}$ 未満の電流効率を備える発光デバイスを、発光デバイス550Dに用いることができる。また、例えば、 2V 以上 3V 未満の範囲に発光開始電圧を備える発光デバイスを、発光デバイス550Dに用いることができる。これにより、発光デバイス550Cを発光させたときに、発光デバイス550Dが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。

[0065]

《層111Dの構成例》

層111Dは、電極551Dおよび電極552Dの間に挟まれ、層111Dは、発光性の材料EMDを含む。例えば、りん光を発する発光性の材料EMDを、層111Dに用いることができる。

[0066]

また、例えば、 600nm 以上 780nm 以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備える発光性の材料を、発光性の材料EMDに用いることができる。

[0067]

また、層112Dは、層111Dおよび電極551Dの間に挟まれ、層112Dは、層112Cとの間に間隙112CDを備える。間隙112CDは、間隙551CDと重なる。これにより、層112Dを層112Cから分離できる。また、発光デバイス550Cを発光させたときに、キャリアが層112Cから層112Dへ流れてしまう現象の発生を抑制できる。また、発光デバイス550Cを発光させたときに、発光デバイス550Dが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。

[0068]

これにより、発光デバイス550A、発光デバイス550B、発光デバイス550Cおよび発光デバイス550Dのいずれかを発光させたときに、他が意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できる。また、発光デバイス550A、発光デバイス550B、発光デバイス550Cおよび発光デバイス550Dを、それぞれ独立して発光させることができる。また、発光デバイスの間のクロストーク現象の発生を抑制することができる。また、表示装置が表示可能な色域を広げることができる。また、表示装置の精細度を高めることができる。また、表示装置の画素開口率を高めることができる。また、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができる。また、表示装置の作製工程において、例えば、層111Aまたは層111Bが剥がれてしまう現象を防止することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。

[0069]

<表示装置700の構成例2>

また、本実施の形態で説明する表示装置700は、絶縁膜521と、導電膜552と、絶縁膜529__3と、を有する（図1C参照）。また、表示装置700は、層105、膜529__1および膜529__2を備える。

[0070]

《絶縁膜521の構成例》

絶縁膜521は導電膜552と重なり、絶縁膜521は、導電膜552との間に、電極551A、電極551Bおよび電極551Cを挟む。

[0071]

《導電膜552の構成例》

導電膜552は、電極552A、電極552Bおよび電極552Cを含む。また、導電膜552は電極552Dを含む。

[0072]

例えば、導電性材料を導電膜552に用いることができる。具体的には、金属、合金または導電性化合物を含む材料を、単層または積層で導電膜552に用いることができる。なお、導電膜552に用いることができる構成例については、実施の形態4において、詳細に説明する。

[0073]

《層105の構成例》

層105は、層105A、層105B、層105Cおよび層105Dを含む。電極552A、電極552Bおよび電極552Cからのキャリアの注入を容易にする材料を、層105に用いることができる。例えば、電子注入性を有する材料を、層105に用いることができる。なお、層105に用いることができる構成例については、実施の形態4において、詳細に説明する。

[0074]

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。なお、MML（メタルマスクレス）構造のデバイスは、メタルマスクを用いることなく製造することができるため、メタルマスクの合わせ精度に起因する精細度の上限を超えることができる。また、メタルマスクの製造に係る設備およびメタルマスクの洗浄工程を不要にすることができる。また、大量生産に適している。

[0075]

《膜529__1の構成例》

膜529__1は複数の開口部を備え、一の開口部は電極551Aおよび電極551Bと重なり、一の開口部は電極551Cと重なり、一の開口部は電極551Dと重なる。また、膜529__1は間隙551BCと重なる開口部および間隙551CDと重なる開口部を備える。例えば、金属、金属酸化物、有機材料または無機絶縁材料を含む膜を、膜529__1に用いることができる。具体的には、遮光性の金属膜を用いることができる。これにより、加工工程において照射される光を遮り、当該光により発光デバイスの特性が損なわれてしまう現象の発生を抑制できる。

[0076]

《膜529__2の構成例》

膜529__2は開口部を備え、一の開口部は電極551Aおよび電極551Bと重なり、一の開口部は電極551Cと重なり、一の開口部は電極551Dと重なる。また、膜529__2は間隙551BCおよび間隙551CDと重なる。

[0077]

膜529__2は、層104A、層104B、層104Cおよび層104Dと接する領域を備える。なお、層104Bは層104Aと連続する。

[0078]

膜529__2は、層112A、層112B、層112Cおよび層112Dと接する領域を備える。なお、層112Bは層112Aと連続する。

[0079]

膜529__2は、層111A、層111B、層111Cおよび層111Dと接する領域を備える。なお、層111Bは層111Aと連続する。

[0080]

膜529__2は、層113A、層113B、層113Cおよび層113Dと接する領域を備える。なお、層113Bは層113Aと連続する。

[0081]

また、膜529__2は、絶縁膜521と接する領域を備える。例えば、原子層堆積（ALD: Atomic Layer Deposition）法を用いて、膜529__2を形成することができる。これにより、被覆性のよい膜を形成することができる。具体的には、金属酸化膜などを、膜529__2に用いることができる。例えば、酸化アルミニウムを用いることができる。

[0082]

《絶縁膜529__3の構成例》

絶縁膜529__3は、導電膜552および絶縁膜521の間に挟まれる。

[0083]

絶縁膜529__3は間隙551ABと重なり、絶縁膜529__3は間隙551BCと重なる。また、絶縁膜529__3は間隙551CDと重なる。

[0084]

絶縁膜529__3は間隙112BCを埋める。また、絶縁膜529__3は間隙112CDを埋める。

[0085]

絶縁膜529__3は、開口部529__3A、開口部529__3Bおよび開口部529__3Cを備える。開口部529__3Aは電極551Aと重なり、開口部529__3Bは電極551Bと重なり、開口部529__3Cは電極551Cと重なる。

[0086]

例えば、感光性樹脂を用いて絶縁膜529__3を形成することができる。具体的には、アクリル樹脂などを用いることができる。

[0087]

これにより、絶縁膜529__3を用いて間隙112BCを充填することができる。また、間隙112BCに由来する段差を平坦に近づけることができる。また、段差に由来して、導電膜552に切れ目または裂け目が生じる現象を抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性

に優れた新規な表示装置を提供することができる。

[0088]

なお、例えば、フォトリソグラフィ法を用いて、発光デバイス550Dに用いることができる構成の一部もしくは全部を、間隙551CDから取り除くことができる。

[0089]

具体的には、第1のステップにおいて、後にそれぞれが層104D、層112D、層111D、層113Dになる第1の積層膜を、間隙551CD上に形成する。

[0090]

第2のステップにおいて、後に膜529__1になる第2の膜を、第1の積層膜上に形成する。

[0091]

第3のステップにおいて、フォトリソグラフィ法を用いて、間隙551CDと重なる開口部を、第2の膜に形成する。

[0092]

第4のステップにおいて、第2の膜をレジストに用いて、第1の積層膜の一部を、取り除く。例えば、ドライエッチング法を用いて、間隙551CDと重なる領域から第1の積層膜を取り除く。具体的には、酸素を含むガスを用いて、第1の積層膜を間隙551CDから取り除くことができる。これにより、第1の積層膜に溝状の構造が形成される。また、層104D、層112D、層111Dおよび層113Dが形成される。

[0093]

第5のステップにおいて、例えば、原子層堆積法（ALD: Atomic Layer Deposition）を用いて、後に膜529__2になる第3の膜を第2の膜上に形成する。

[0094]

第6のステップにおいて、例えば、感光性高分子を用いて、絶縁膜529__3を形成する。これにより、絶縁膜529__3が間隙551CDを埋める。また、開口部529__3A、開口部529__3B、開口部529__3Cおよび開口部529__3Dを絶縁膜529__3に形成する。

[0095]

第7のステップにおいて、エッチング法を用いて、電極551Aと重なる開口部、電極551Bと重なる開口部、電極551Cと重なる開口部、および電極551Cと重なる開口部を、第3の膜および第2の膜に形成し、膜529__2および膜529__1を形成する。

[0096]

第8のステップにおいて、層113D上に、層105Dを形成し、層105D上に電極552Dを形成する。

[0097]

<表示装置700の構成例3>

本実施の形態で説明する表示装置700は、一組の画素703を有する。一組の画素703は、複数の他の一組の画素と隣接する（図2A並びに図2Bおよび図3A乃至図3D参照）。

[0098]

例えば、一組の画素703の行方向（図中に矢印Rで示す方向）に、他の一組の画素が隣接して配置される。また、一組の画素703の列方向（図中に矢印Cで示す方向）に、他の一組の画素が隣接して配置される。なお、列方向は行方向と交差する方向である。

[0099]

一組の画素703は、発光デバイス550A、発光デバイス550B、発光デバイス550Cおよび発光デバイス550Dを備える。

[0100]

《一組の画素703の例1》

上記の説明のように、発光デバイス550Aは層112Aを備え、発光デバイス550Bは層112Bを備える。そして、層112Bは層112Aと連続する。連続する層112Bを、斜めのハッチを用いて図中に示す（図2A参照）。換言すれば、2つの発光デバイスが層112Bと連続する層を共有する。これにより、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができる。

[0101]

なお、発光デバイス550Aを、例えば、列方向に隣接して配置された他の一組の画素の発光デバイスに用いることができる。また、発光デバイス550Bに隣接する発光デバイス550Cの層112Cは、層112Bとの間に間隙を備える。

[0102]

《一組の画素703の例2》

上記の説明のように、発光デバイス550Aは層112Aを備え、発光デバイス550Bは層112Bを備える。そして、層112Bは層112Aと連続する。連続する層112Bを、斜めのハッチを用いて図中に示す（図2B参照）。また、層112Bは、行方向に隣接して配置された他の発光デバイスの層とも連続する。換言すれば、4つの発光デバイスが層112Bと連続する層を共有する。これにより、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができる。

[0103]

なお、例えば、発光デバイス550Aを、列方向に隣接して配置された他の一組の画素の発光デバイスに用いることができる。また、発光デバイス550Bに隣接する発光デバイス550Cの層112Cは、層112Bとの間に間隙を備える。

[0104]

《一組の画素703の例3》

上記の説明のように、発光デバイス550Aは層112Aを備え、発光デバイス550Bは層112Bを備える。そして、層112Bは層112Aと連続する。連続する層112Bを、斜めのハッチを用いて図中に示す（図3Aおよび図3C参照）。また、列方向に並ぶ3以上の発光デバイスが層112Bと連続する層を備えることもできる。換言すれば、3以上の発光デバイスが層112Bと連続する層を共有する。これにより、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができる。

[0105]

なお、例えば、発光デバイス550Aを、列方向に隣接して配置された他の一組の画素の発光デバイスに用いることができる。また、発光デバイス550Bに隣接する発光デバイス550Cの層112Cは、層112Bとの間に間隙を備える。

[0106]

《一組の画素703の例4》

上記の説明のように、発光デバイス 550A は層 112A を備え、発光デバイス 550B は層 112B を備える。そして、層 112B は層 112A と連続する。連続する層 112B を、斜めのハッチを用いて図中に示す（図 3B および図 3D 参照）。また、列方向に並ぶ 3 以上の発光デバイスが層 112B と連続する層を備えることもできる。また、層 112B は、行方向に隣接して配置された他の発光デバイスの層とも連続する。換言すれば、4 以上の発光デバイスが層 112B と連続する層を共有する。これにより、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができる。

[0107]

なお、例えば、発光デバイス 550A を、列方向に隣接して配置された他の一組の画素の発光デバイスに用いることができる。また、発光デバイス 550B に隣接する発光デバイス 550C の層 112C は、層 112B との間に間隙を備える。

[0108]

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0109]

（実施の形態 2）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス 550X の構成について、図 4A および図 4B を参照しながら説明する。

[0110]

図 4A は、本発明の一態様の発光デバイス 550X の構成を説明する断面図であり、図 4B は、本発明の一態様の発光デバイス 550X に用いる材料のエネルギー準位を説明するダイアグラムである。

[0111]

本実施の形態で説明する発光デバイス 550X の構成は、本発明の一態様の表示装置に用いることができる。なお、発光デバイス 550X の構成に係る説明は、発光デバイス 550A に適用することができる。具体的には、発光デバイス 550X の構成に用いる符号の「X」を「A」に読み替えて、発光デバイス 550A の説明に援用することができる。また、同様に「X」を「B」、「C」または「D」に読み替えて、発光デバイス 550X の構成を、発光デバイス 550B、発光デバイス 550C または発光デバイス 550D に適用することができる。

[0112]

<発光デバイス 550X の構成例>

本実施の形態で説明する発光デバイス 550X は、電極 551X と、電極 552X と、ユニット 103X と、を有する。電極 552X は、電極 551X と重なり、ユニット 103X は、電極 552X および電極 551X の間に挟まれる。

[0113]

<ユニット 103X の構成例>

ユニット 103X は単層構造または積層構造を備える。例えば、ユニット 103X は、層 111X、層 112X および層 113X を備える（図 4A 参照）。ユニット 103X は光 ELX を射出する機能を備える。

[0114]

層 111X は層 113X および層 112X の間に挟まれ、層 113X は電極 552X および層 11

1 Xの間に挟まれ、層 1 1 2 Xは層 1 1 1 Xおよび電極 5 5 1 Xの間に挟まれる。

[0 1 1 5]

例えば、発光層、正孔輸送層、電子輸送層、キャリアブロック層、などの機能層から選択した層を、ユニット 1 0 3 Xに用いることができる。また、正孔注入層、電子注入層、励起子ブロック層および電荷発生層などの機能層から選択した層を、ユニット 1 0 3 Xに用いることができる。

[0 1 1 6]

《層 1 1 2 Xの構成例》

例えば、正孔輸送性を有する材料を、層 1 1 2 Xに用いることができる。また、層 1 1 2 Xを正孔輸送層ということができる。なお、層 1 1 1 Xに含まれる発光性の材料より大きいバンドギャップを備える材料を、層 1 1 2 Xに用いる構成が好ましい。これにより、層 1 1 1 Xにおいて生じる励起子から層 1 1 2 Xへのエネルギー移動を、抑制することができる。

[0 1 1 7]

[正孔輸送性を有する材料]

正孔移動度が、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上である材料を、正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。

[0 1 1 8]

例えば、アミン化合物または π 電子過剰型複素芳香環骨格を有する有機化合物を、正孔輸送性を有する材料に用いることができる。具体的には、芳香族アミン骨格を有する化合物、カルバゾール骨格を有する化合物、チオフェン骨格を有する化合物、フラン骨格を有する化合物等を用いることができる。特に、芳香族アミン骨格を有する化合物またはカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。

[0 1 1 9]

芳香族アミン骨格を有する化合物としては、例えば、4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称:NPB)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフエニル)-4, 4'-ジアミノビフェニル(略称:TPD)、N,N'-ビス(9, 9'-ス피ロビ[9H-フルオレン]-2-イル)-N,N'-ジフェニル-4, 4'-ジアミノビフェニル(略称:BSPB)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称:BPAPLP)、4-フェニル-3'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称:mBPAPLP)、4-フェニル-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称:PCBA1BP)、4, 4'-ジフェニル-4', 4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称:PCBBi1BP)、4-(1-ナフチル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称:PCBANB)、4, 4'-ジ(1-ナフチル)-4', 4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称:PCBNBB)、9, 9'-ジメチル-N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]フルオレン-2-アミン(略称:PCBAF)、N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9'-ス피ロビ[9H-フルオレン]-2-アミン(略称:PCBASF)、等を用いることができる。

[0 1 2 0]

カルバゾール骨格を有する化合物としては、例えば、1, 3-ビス(N-カルバゾリル)ベンゼン

(略称: mCP)、4, 4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称: CBP)、3, 6-ビス(3, 5-ジフェニルフェニル)-9-フェニルカルバゾール(略称: CzTP)、3, 3'-ビス(9-フェニル-9H-カルバゾール)(略称: PCCP)、等を用いることができる。

[0121]

チオフェン骨格を有する化合物としては、例えば、4, 4', 4''-(ベンゼン-1, 3, 5-トリイル)トリ(ジベンゾチオフェン)(略称: DBT3P-I I)、2, 8-ジフェニル-4-[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]ジベンゾチオフェン(略称: DBTFLP-I I I)、4-[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]-6-フェニルジベンゾチオフェン(略称: DBTFLP-I V)、等を用いることができる。

[0122]

フラン骨格を有する化合物としては、例えば、4, 4', 4''-(ベンゼン-1, 3, 5-トリイル)トリ(ジベンゾフラン)(略称: DBF3P-I I)、4-{3-[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]フェニル}ジベンゾフラン(略称: mmDBFFLB i-I I)、等を用いることができる。

[0123]

《層113Xの構成例》

例えば、電子輸送性を有する材料、アントラセン骨格を有する材料および混合材料等を、層113Xに用いることができる。また、層113Xを電子輸送層ということができる。なお、層111Xに含まれる発光性の材料より大きいバンドギャップを有する材料を、層113Xに用いる構成が好ましい。これにより、層111Xにおいて生じる励起子から層113Xへのエネルギー移動を、抑制することができる。

[0124]

[電子輸送性を有する材料]

例えば、電界強度 V/cm の平方根が600である条件において、電子移動度が $1 \times 10^{-7} cm^2/Vs$ 以上、 $5 \times 10^{-5} cm^2/Vs$ 以下である材料を、電子輸送性を有する材料に好適に用いることができる。これにより、電子輸送層における電子の輸送性を抑制することができる。または、発光層への電子の注入量を制御することができる。または、発光層が電子過多の状態になることを防ぐことができる。

[0125]

例えば、金属錯体または π 電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物を、電子輸送性を有する材料に用いることができる。

[0126]

金属錯体としては、例えば、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(I I)(略称: BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(I I I)(略称: BA1q)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(I I)(略称: Znq)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(I I)(略称: ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(I I)(略称: ZnBTZ)、等を用いることができる。

[0127]

π 電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物としては、例えば、ポリアゾール骨格を有する複

素環化合物、ジアジン骨格を有する複素環化合物、ピリジン骨格を有する複素環化合物、トリアジン骨格を有する複素環化合物等を用いることができる。特に、ジアジン骨格を有する複素環化合物またはピリジン骨格を有する複素環化合物は、信頼性が良好であり好ましい。また、ジアジン（ピリミジンまたはピラジン）骨格を有する複素環化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧を低減することができる。

[0128]

ポリアゾール骨格を有する複素環化合物としては、例えば、2-（4-ビフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール（略称：PBD）、3-（4-ビフェニル）-4-フェニル-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,2,4-トリアゾール（略称：TAZ）、1,3-ビス[5-（p-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン（略称：OXD-7）、9-[4-（5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル）フェニル]-9H-カルバゾール（略称：CO11）、2,2',2''-（1,3,5-ベンゼントリイル）トリス（1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール）（略称：TPBI）、2-[3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール（略称：mDBTBIm-1I）、等を用いることができる。

[0129]

ジアジン骨格を有する複素環化合物としては、例えば、2-[3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン（略称：2mDBTPDBq-1I）、2-[3'-（ジベンゾチオフエン-4-イル）ビフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン（略称：2mDBTBPDDBq-1I）、2-[3'-（9H-カルバゾール-9-イル）ビフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン（略称：2mCzBPDBq）、4,6-ビス[3-（フェナントレン-9-イル）フェニル]ピリミジン（略称：4,6mPnP2Pm）、4,6-ビス[3-（4-ジベンゾチエニル）フェニル]ピリミジン（略称：4,6mDBTP2Pm-1I）、4,8-ビス[3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル]ベンゾ[h]キナゾリン（略称：4,8mDBtP2Bqn）、等を用いることができる。

[0130]

ピリジン骨格を有する複素環化合物としては、例えば、3,5-ビス[3-（9H-カルバゾール-9-イル）フェニル]ピリジン（略称：35DCzPPy）、1,3,5-トリ[3-（3-ピリジル）フェニル]ベンゼン（略称：TmPyPB）、等を用いることができる。

[0131]

トリアジン骨格を有する複素環化合物としては、例えば、2-[3'-（9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル）ビフェニル-3-イル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（略称：mFBPTzn）、2-（ビフェニル-4-イル）-4-フェニル-6-（9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-イル）-1,3,5-トリアジン（略称：BP-SFTzn）、2-{3-[3-（ベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フラン-8-イル）フェニル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（略称：mBnfBPTzn）、2-{3-[3-（ベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フラン-6-イル）フェニル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（略称：mBnfBPTzn-02）、等を用いることができる。

[0132]

[アントラセン骨格を有する材料]

アントラセン骨格を有する有機化合物を、層 1 1 3 X に用いることができる。特に、アントラセン骨格と複素環骨格の両方を含む有機化合物を好適に用いることができる。

[0 1 3 3]

例えば、アントラセン骨格と含窒素 5 員環骨格の両方を含む有機化合物を、層 1 1 3 X に用いることができる。または、2つの複素原子を環に含む含窒素 5 員環骨格とアントラセン骨格の両方を含む有機化合物を、層 1 1 3 X に用いることができる。具体的には、ピラゾール環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、等を当該複素環骨格に好適に用いることができる。

[0 1 3 4]

また、例えば、アントラセン骨格と含窒素 6 員環骨格の両方を含む有機化合物を、層 1 1 3 X に用いることができる。または、2つの複素原子を環に含む含窒素 6 員環骨格とアントラセン骨格の両方を含む有機化合物を、層 1 1 3 X に用いることができる。具体的には、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環等を当該複素環骨格に好適に用いることができる。

[0 1 3 5]

[混合材料の構成例]

また、複数種の物質を混合した材料を、層 1 1 3 X に用いることができる。具体的には、アルカリ金属、アルカリ金属化合物またはアルカリ金属錯体と、電子輸送性を有する物質とを含む混合材料を、層 1 1 3 X に用いることができる。なお、電子輸送性を有する材料の HOMO 準位が -6.0 eV 以上であるとより好ましい。

[0 1 3 6]

なお、別途説明する複合材料を層 1 0 4 X に用いる構成と組み合わせて、当該混合材料を層 1 1 3 X に好適に用いることができる。例えば、電子受容性を有する物質と正孔輸送性を有する材料の複合材料を層 1 0 4 X に用いることができる。具体的には、電子受容性を有する物質と、 -5.7 eV 以上 -5.4 eV 以下の比較的深い HOMO 準位 HM1 を有する物質との複合材料を、層 1 0 4 X に用いることができる（図 4 B 参照）。このような複合材料を層 1 0 4 X に用いる構成と組み合わせて、当該混合材料を層 1 1 3 X に用いることにより、発光デバイスの信頼性を向上することができる。

[0 1 3 7]

また、当該混合材料を層 1 1 3 X に用いて上記複合材料を層 1 0 4 X に用いる構成に、さらに、正孔輸送性を有する材料を層 1 1 2 X に用いる構成を組み合わせると好ましい。例えば、上記比較的深い HOMO 準位 HM1 に対して、 -0.2 eV 以上 0 eV 以下の範囲に HOMO 準位 HM2 を有する物質を、層 1 1 2 X に用いることができる（図 4 B 参照）。これにより、発光デバイスの信頼性を向上することができる。なお、本明細書等において、上記の発光デバイスを *Recombination-Site Tailoring Injection* 構造（ReSTI 構造）と呼称する場合がある。

[0 1 3 8]

アルカリ金属、アルカリ金属化合物またはアルカリ金属錯体が、層 1 1 3 X の厚さ方向において濃度差（0である場合も含む）をもって存在する構成が好ましい。

[0 1 3 9]

例えば、8-ヒドロキシキノリナト構造を含む金属錯体を用いることができる。また、8-ヒドロ

キシキノリナト構造を含む金属錯体のメチル置換体（例えば２－メチル置換体または５－メチル置換体）等を用いることもできる。

[0140]

８－ヒドロキシキノリナト構造を含む金属錯体としては、８－ヒドロキシキノリナト－リチウム（略称：Li q）、８－ヒドロキシキノリナト－ナトリウム（略称：Na q）等を用いることができる。特に、一価の金属イオンの錯体、中でもリチウムの錯体が好ましく、Li q がより好ましい。

[0141]

《層１１１ X の構成例１》

例えば、発光性の材料、または発光性の材料およびホスト材料を、層１１１ X に用いることができる。また、層１１１ X を発光層ということができる。なお、正孔と電子が再結合する領域に層１１１ X を配置する構成が好ましい。これにより、キャリアの再結合により生じるエネルギーを、効率よく光にして射出することができる。

[0142]

また、電極等に用いる金属から遠ざけて層１１１ X を配置する構成が好ましい。これにより、電極等に用いる金属による消光現象を抑制することができる。

[0143]

また、反射性を備える電極等から層１１１ X までの距離を調節し、発光波長に応じた適切な位置に、層１１１ X を配置する構成が好ましい。これにより、電極等が反射する光と、層１１１ X が射出する光との干渉現象を利用して、振幅を強め合うことができる。また、所定の波長の光を強めて、光のスペクトルを狭線化することができる。また、鮮やかな発光色を強い強度で得ることができる。換言すれば、電極等の間の適切な位置に層１１１ X を配置して、微小共振器構造（マイクロキャビティ）を構成することができる。

[0144]

例えば、蛍光発光物質、りん光発光物質または熱活性化遅延蛍光（TADF：Thermally Activated Delayed Fluorescence）を示す物質（TADF材料ともいう）を、発光性の材料に用いることができる。これにより、キャリアの再結合により生じたエネルギーを、発光性の材料から光ELXとして放出することができる（図４ A 参照）。

[0145]

[蛍光発光物質]

蛍光発光物質を層１１１ X に用いることができる。例えば、以下に例示する蛍光発光物質を層１１１ X に用いることができる。なお、これに限定されず、さまざまな公知の蛍光性発光物質を層１１１ X に用いることができる。

[0146]

具体的には、５，６－ビス〔４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル〕－２，２’－ビピリジン（略称：PAP2BP y）、５，６－ビス〔４’－（１０－フェニル－９－アントリル）ビフェニル－４－イル〕－２，２’－ビピリジン（略称：PAPP2BP y）、N，N’－ジフェニル－N，N’－ビス〔４－（９－フェニル－９H－フルオレン－９－イル）フェニル〕ピレン－１，６－ジアミン（略称：1，6FLPAP r n）、N，N’－ビス（３－メチルフェニル）－N，N’－ビス〔３－（９－フェニル－９H－フルオレン－９－イル）フェニル〕ピレン－１，６－ジアミン（略称：1，6mMemFLPAP r n）、N，N’－ビス〔４－（９H－カルバゾール－

9-イル) フェニル] -N, N'-ジフェニルスチルベン-4, 4'-ジアミン (略称: YGA2S)、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(10-フェニル-9-アントリル) トリフェニルアミン (略称: YGAPA)、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル) トリフェニルアミン (略称: 2YGAPPA)、N, 9-ジフェニル-N-[4-(10-フェニル-9-アントリル) フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: PCAPA)、ペリレン、2, 5, 8, 11-テトラ (tert-ブチル) ペリレン (略称: TBP)、4-(10-フェニル-9-アントリル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル) トリフェニルアミン (略称: PCBAPA)、N, N', N'-tert-ブチルアントラセン-9, 10-ジイル-4, 1-フェニレン) ビス (N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン) (略称: DPABPA)、N, 9-ジフェニル-N-[4-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: 2PCAPPA)、N, N'-(ピレン-1, 6-ジイル) ビス [(6, N-ジフェニルベンゾ [b] ナフト [1, 2-d] フラン)-8-アミン] (略称: 1, 6BnfAPrn-03)、3, 10-ビス [N-(9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル)-N-フェニルアミノ] ナフト [2, 3-b; 6, 7-b'] ビスベンゾフラン (略称: 3, 10PCA2Nbf (IV)-02)、3, 10-ビス [N-(ジベンゾフラン-3-イル)-N-フェニルアミノ] ナフト [2, 3-b; 6, 7-b'] ビスベンゾフラン (略称: 3, 10FrA2Nbf (IV)-02)、等を用いることができる。

[0147]

特に、1, 6FLPAPrnまたは1, 6mMemFLPAPrn、1, 6BnfAPrn-03のようなピレンジアミン化合物に代表される縮合芳香族ジアミン化合物は、ホールトラップ性が高く、発光効率または信頼性に優れているため好ましい。

[0148]

また、N-[4-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル]-N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称: 2DPAPPA)、N, N, N', N', N', N', N', N'-tert-ブチル-9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル] -N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称: 2DPABPA)、N, N', N'-tert-ブチル-9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル] -N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称: 2DPABPA)、9, 10-ビス (2-ビフェニル) -2-[N-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ] -アントラセン (略称: 2PCABPhA)、N-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)-N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称: 2DPAPPA)、9, 10-ビス (2-ビフェニル) -2-(N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン-N-イル) アントラセン (略称: 2DPABPhA)、9, 10-ビス (2-ビフェニル) -2-[N-(4-(9H) カルバゾール-9-イル) フェニル-N-フェニルアミノ] アントラセン (略称: 2YGABPhA)、N, N, 9-トリフェニルアントラセン-9-アミン (略称: DPhAPhA)、クマリン545T、N, N'-ジフェニルキナクリドン (略称: DPQd)、ルブレン、5, 12-ビス (1, 1'-ビフェニル-4-イル) -6, 11-ジフェニルテトラセン (略称: BPT)、等を用いることができる。

[0149]

また、2-(2-{2-[4-(ジメチルアミノ) フェニル] エテニル}-6-メチル-4H-ピ

ラン-4-イリデン) プロパンジニトリル (略称: DCM1)、2- {2-メチル-6- [2- (2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCM2)、N, N, N', N'-テトラキス (4-メチルフェニル) テトラセン-5, 11-ジアミン (略称: p-mPhTD)、7, 14-ジフェニル-N, N, N', N'-テトラキス (4-メチルフェニル) アセナフト [1, 2-a] フルオランテン-3, 10-ジアミン (略称: p-mPhAFD)、2- {2-イソプロピル-6- [2- (1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCJT I)、2- {2-tert-ブチル-6- [2- (1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCJT B)、2- (2, 6-ビス {2- [4- (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル} -4H-ピラン-4-イリデン) プロパンジニトリル (略称: BisDCM)、2- {2, 6-ビス [2- (8-メトキシ-1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: BisDCJT M)、等を用いることができる。

[0150]

[りん光発光物質]

りん光発光物質を層111Xに用いることができる。例えば、以下に例示するりん光発光物質を層111Xに用いることができる。なお、これに限定されず、さまざまな公知のりん光性発光物質を層111Xに用いることができる。

[0151]

例えば、4H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、1H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、イミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、電子求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イリジウム錯体、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、希土類金属錯体、白金錯体、等を層111Xに用いることができる。

[0152]

[りん光発光物質 (青色)]

4H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス {2- [5- (2-メチルフェニル) -4- (2, 6-ジメチルフェニル) -4H-1, 2, 4-トリアゾール-3-イル- κ N2] フェニル- κ C} イリジウム (III) (略称: [Ir (mpptz-dmp)₃])、トリス (5-メチル-3, 4-ジフェニル-4H-1, 2, 4-トリアゾラト) イリジウム (III) (略称: [Ir (Mptz)₃])、トリス [4- (3-ビフェニル) -5-イソプロピル-3-フェニル-4H-1, 2, 4-トリアゾラト] イリジウム (III) (略称: [Ir (iPrptz-3b)₃])、等を用いることができる。

[0153]

1H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス [3-メチル-1- (2-メチルフェニル) -5-フェニル-1H-1, 2, 4-トリアゾラト] イリジウム (III) (略称: [Ir (Mptz1-mp)₃])、トリス (1-メチル-5-フェニル-3

ープロピル－1H－1, 2, 4－トリアゾラト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (P r p t z 1－Me)₃])、等を用いることができる。

[0154]

イミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、f a c－トリス [1－(2, 6－ジイソプロピルフェニル)－2－フェニル－1H－イミダゾール] イリジウム (I I I) (略称: [I r (i P r p i m)₃])、トリス [3－(2, 6－ジメチルフェニル)－7－メチルイミダゾ [1, 2－f] フェナントリジナト] イリジウム (I I I) (略称: [I r (d m p i m p t－Me)₃])、等を用いることができる。

[0155]

電子求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イリジウム錯体等としては、例えば、ビス [2－(4', 6'－ジフルオロフェニル)ピリジナト－N, C^{2'}] イリジウム (I I I) テトラキス (1－ピラゾリル) ボラート (略称: F I r 6)、ビス [2－(4', 6'－ジフルオロフェニル)ピリジナト－N, C^{2'}] イリジウム (I I I) ピコリナート (略称: F I r p i c)、ビス {2－[3', 5'－ビス (トリフルオロメチル) フェニル]ピリジナト－N, C^{2'}} イリジウム (I I I) ピコリナート (略称: [I r (C F₃ p p y)₂ (p i c)])、ビス [2－(4', 6'－ジフルオロフェニル)ピリジナト－N, C^{2'}] イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称: F I r a c a c)、等を用いることができる。

[0156]

なお、これらは青色のりん光発光を示す化合物であり、440 nmから520 nmに発光波長のピークを有する化合物である。

[0157]

[りん光発光物質 (緑色)]

ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス (4－メチル－6－フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (m p p m)₃])、トリス (4－t－ブチル－6－フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (t B u p p m)₃])、(アセチルアセトナト) ビス (6－メチル－4－フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (m p p m)₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス (6－t e r t－ブチル－4－フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (t B u p p m)₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス [6－(2－ノルボルニル)－4－フェニルピリミジナト] イリジウム (I I I) (略称: [I r (n b p p m)₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス [5－メチル－6－(2－メチルフェニル)－4－フェニルピリミジナト] イリジウム (I I I) (略称: [I r (m p m p p m)₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス (4, 6－ジフェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (d p p m)₂ (a c a c)])、等を用いることができる。

[0158]

ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、(アセチルアセトナト) ビス (3, 5－ジメチル－2－フェニルピラジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (m p p r－Me)₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス (5－イソプロピル－3－メチル－2－フェニルピラジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (m p p r－i P r)₂ (a c a c)])、等を用いることができる。

[0159]

ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス（２－フェニルピリジナト－N, C^{2'}）イリジウム（I I I）（略称：[I r (p p y)₃]）、ビス（２－フェニルピリジナト－N, C^{2'}）イリジウム（I I I）アセチルアセトナート（略称：[I r (p p y)₂ (a c a c)]）、ビス（ベンゾ [h] キノリナト）イリジウム（I I I）アセチルアセトナート（略称：[I r (b z q)₂ (a c a c)]）、トリス（ベンゾ [h] キノリナト）イリジウム（I I I）（略称：[I r (b z q)₃]）、トリス（２－フェニルキノリナト－N, C^{2'}）イリジウム（I I I）（略称：[I r (p q)₃]）、ビス（２－フェニルキノリナト－N, C^{2'}）イリジウム（I I I）アセチルアセトナート（略称：[I r (p q)₂ (a c a c)]）、[2－d₃－メチル－8－（２－ピリジニル－κ N）ベンゾフロ [2, 3－b] ピリジン－κ C] ビス [2－（5－d₃－メチル－2－ピリジニル－κ N²）フェニル－κ C] イリジウム（I I I）（略称：[I r (5 m p p y－d₃)₂ (m b f p y p y－d₃)]）、[2－d₃－メチル－（２－ピリジニル－κ N）ベンゾフロ [2, 3－b] ピリジン－κ C] ビス [2－（２－ピリジニル－κ N）フェニル－κ C] イリジウム（I I I）（略称：[I r (p p y)₂ (m b f p y p y－d₃)]）、等を用いることができる。

[0160]

希土類金属錯体としては、例えば、トリス（アセチルアセトナト）（モノフェナントロリン）テルビウム（I I I）（略称：[T b (a c a c)₃ (P h e n)]）、などが挙げられる。

[0161]

なお、これらは主に緑色のりん光発光を示す化合物であり、500 nmから600 nmに発光波長のピークを有する。また、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性または発光効率において、際だって優れる。

[0162]

[りん光発光物質（赤色）]

ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、（ジイソブチルメタナト）ビス [4, 6－ビス（３－メチルフェニル）ピリミジナト] イリジウム（I I I）（略称：[I r (5 m d p p m)₂ (d i b m)]）、ビス [4, 6－ビス（３－メチルフェニル）ピリミジナト]（ジピバロイルメタナト）イリジウム（I I I）（略称：[I r (5 m d p p m)₂ (d p m)]）、ビス [4, 6－ジ（ナフタレン－1－イル）ピリミジナト]（ジピバロイルメタナト）イリジウム（I I I）（略称：[I r (d 1 n p m)₂ (d p m)]）、等を用いることができる。

[0163]

ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、（アセチルアセトナト）ビス（2, 3, 5－トリフェニルピラジナト）イリジウム（I I I）（略称：[I r (t p p r)₂ (a c a c)]）、ビス（2, 3, 5－トリフェニルピラジナト）（ジピバロイルメタナト）イリジウム（I I I）（略称：[I r (t p p r)₂ (d p m)]）、（アセチルアセトナト）ビス [2, 3－ビス（４－フルオロフェニル）キノキサリナト] イリジウム（I I I）（略称：[I r (F d p q)₂ (a c a c)]）、等を用いることができる。

[0164]

ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス（１－フェニルイソキノリナト－N, C^{2'}）イリジウム（I I I）（略称：[I r (p i q)₃]）、ビス（１－フェニ

ルイソキノリナト-N, C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称: [I r (p i q)₂ (a c a c)])、等を用いることができる。

[0165]

希土類金属錯体等としては、例えば、トリス (1, 3-ジフェニルー1, 3-プロパンジオナト) (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称: [E u (D B M)₃ (P h e n)])、トリス [1-(2-テノイル)-3, 3, 3-トリフルオロアセトナト] (モノフェナントロリン) ユーロピウム (I I I) (略称: [E u (T T A)₃ (P h e n)])、等を用いることができる。

[0166]

白金錯体等としては、例えば、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチルー21H, 23H-ポルフィリン白金 (I I) (略称: P t O E P)、等を用いることができる。

[0167]

なお、これらは、赤色のりん光発光を示す化合物であり、600nmから700nmに発光のピークを有する。また、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、表示装置に良好に用いることができる色度の赤色発光が得られる。

[0168]

[熱活性化遅延蛍光 (TADF) を示す物質]

TADF材料を層111Xに用いることができる。TADF材料を発光物質として用いる場合、ホスト材料のS1準位はTADF材料のS1準位より高い方が好ましい。また、ホスト材料のT1準位はTADF材料のT1準位より高いことが好ましい。

[0169]

例えば、以下に例示するTADF材料を発光性の材料に用いることができる。なお、これに限定されず、さまざまな公知のTADF材料を用いることができる。

[0170]

なお、TADF材料は、S1準位とT1準位との差が小さく、わずかな熱エネルギーによって三重項励起状態から一重項励起状態に逆項間交差 (アップコンバート) できる。これにより、三重項励起状態から一重項励起状態を効率よく生成することができる。また、三重項励起エネルギーを発光に変換することができる。

[0171]

また、2種類の物質で励起状態を形成する励起錯体 (エキサイプレックス、エキシプレックスまたはE x c i p l e xともいう) は、S1準位とT1準位との差が極めて小さく、三重項励起エネルギーを一重項励起エネルギーに変換することが可能なTADF材料としての機能を有する。

[0172]

なお、T1準位の指標としては、低温 (例えば77Kから10K) で観測されるりん光スペクトルを用いればよい。TADF材料としては、その蛍光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをS1準位とし、りん光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをT1準位とした際に、そのS1準位とT1準位の差が0.3eV以下であることが好ましく、0.2eV以下であることがさらに好ましい。

[0173]

例えば、フラーレン及びその誘導体、アクリジン及びその誘導体、エオシン誘導体等をTADF材料に用いることができる。また、マグネシウム (Mg)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、ス

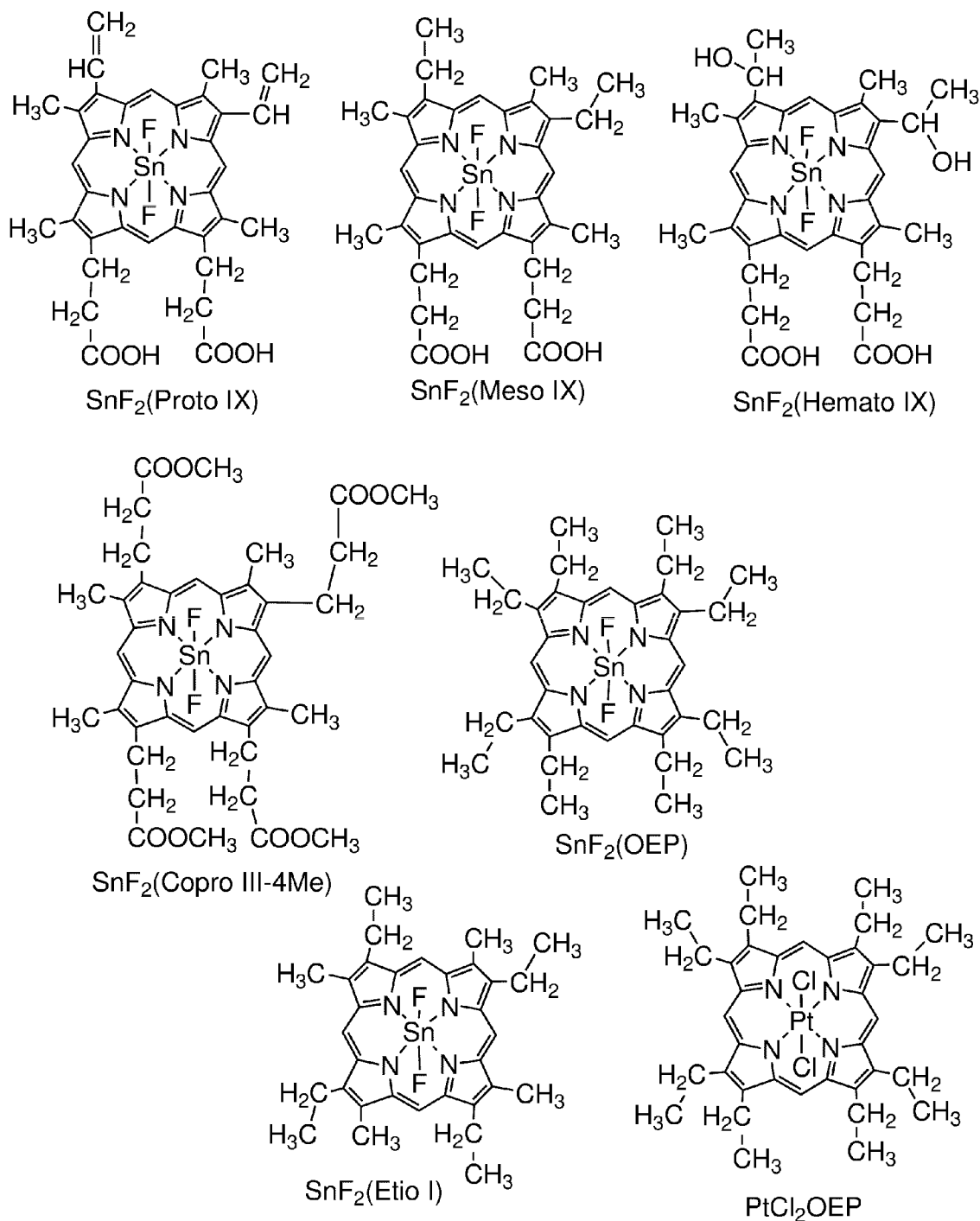
ズ（S n）、白金（P t）、インジウム（I n）、もしくはパラジウム（P d）等を含む金属含有ポルフィリンをTADF材料に用いることができる。

[0174]

具体的には、構造式を以下に示す、プロトポルフィリンーフッ化スズ錯体（S n F₂（P r o t o I X））、メソポルフィリンーフッ化スズ錯体（S n F₂（M e s o I X））、ヘマトポルフィリンーフッ化スズ錯体（S n F₂（H e m a t o I X））、コプロポルフィリンテトラメチルエステルーフッ化スズ錯体（S n F₂（C o p r o I I I - 4 M e））、オクタエチルポルフィリンーフッ化スズ錯体（S n F₂（O E P））、エチオポルフィリンーフッ化スズ錯体（S n F₂（E t i o I））、オクタエチルポルフィリンー塩化白金錯体（P t C l₂O E P）、等を用いることができる。

[0175]

[化1]



[0176]

また、例えば、 π 電子過剰型複素芳香環と π 電子不足型複素芳香環の一方または両方を有する複素環化合物をTADF材料に用いることができる。

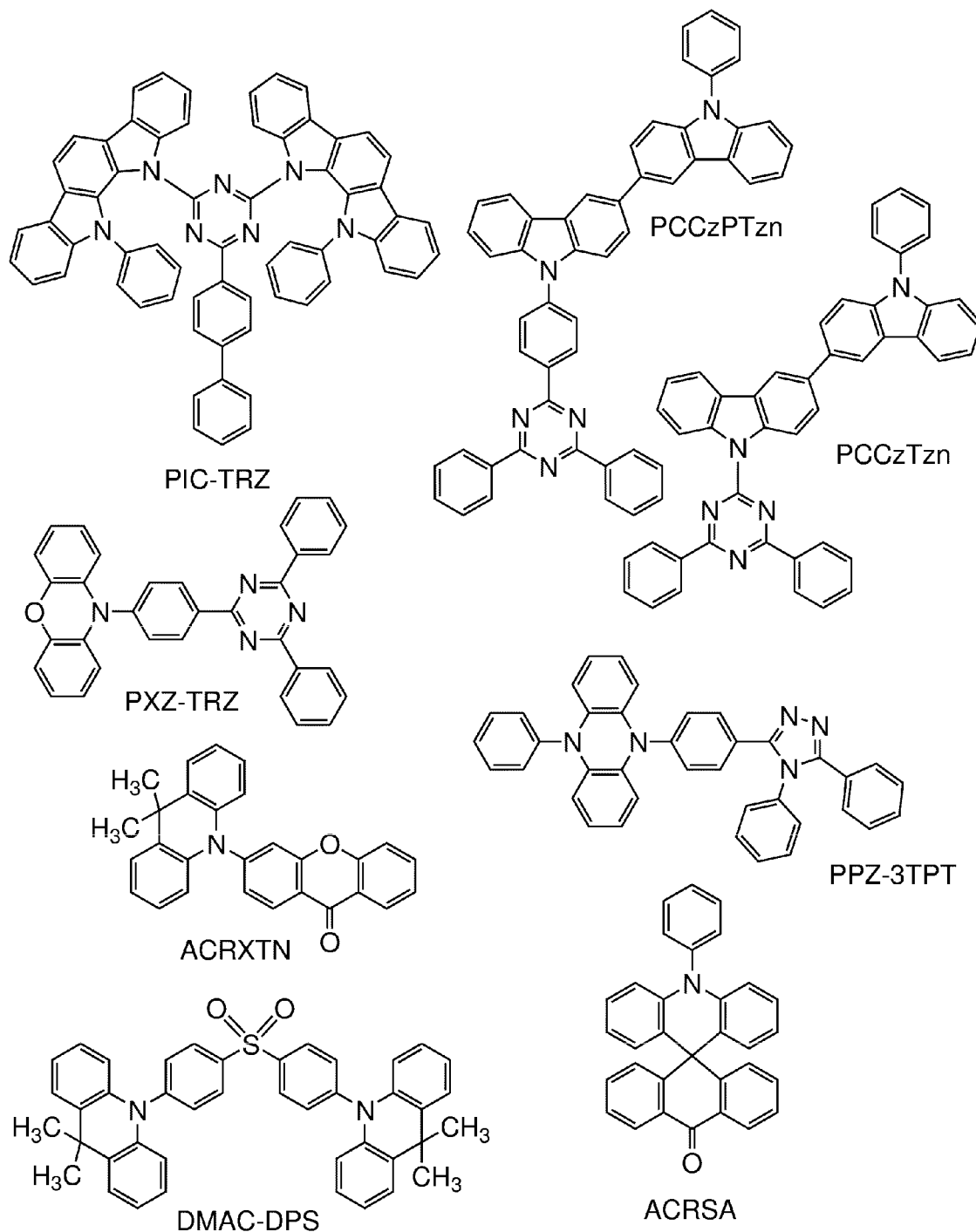
[0177]

具体的には、構造式を以下に示す、2-（ビフェニル-4-イル）-4,6-ビス（12-フェニルインドロ[2,3-a]カルバゾール-11-イル）-1,3,5-トリアジン（略称：PIC-TRZ）、9-（4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル）-9'-フェニル-9H,9'-H-3,3'-ビカルバゾール（略称：PCCzTzn）、2-〔4-〔3-（N-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）-9H-カルバゾール-9-イル〕フェニル〕-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（略称：PCCzPTzn）、2-〔4-（10H-フ

エノキサジン-10-イル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称:PXZ-TRZ)、3-[4-(5-フェニル-5,10-ジヒドロフェナジン-10-イル)フェニル]-4,5-ジフェニル-1,2,4-トリアゾール(略称:PPZ-3TPT)、3-(9,9-ジメチル-9H-アクリジン-10-イル)-9H-キサンテン-9-オン(略称:ACRXTN)、ビス[4-(9,9-ジメチル-9,10-ジヒドロアクリジン)フェニル]スルホン(略称:DMAC-DPS)、10-フェニル-10H,10'-H-スピロ[アクリジン-9,9'-アントラセン]-10'-オン(略称:ACRSA)、等を用いることができる。

[0178]

[化2]



[0179]

該複素環化合物は、 π 電子過剰型複素芳香環及び π 電子不足型複素芳香環を有するため、電子輸送性及び正孔輸送性が共に高く、好ましい。特に、 π 電子不足型複素芳香環を有する骨格のうち、ピリジン骨格、ジアジン骨格（ピリミジン骨格、ピラジン骨格、ピリダジン骨格）、およびトリアジン骨格は、安定で信頼性が良好なため好ましい。特に、ベンゾフロピリミジン骨格、ベンゾチエノピリミジン骨格、ベンゾフロピラジン骨格、ベンゾチエノピラジン骨格は電子受容性が高く、信頼性が良好なため好ましい。

[0180]

また、 π 電子過剰型複素芳香環を有する骨格の中でも、アクリジン骨格、フェノキサジン骨格、フェノチアジン骨格、フラン骨格、チオフエン骨格、及びピロール骨格は、安定で信頼性が良好なため、当該骨格の少なくとも一を有することが好ましい。なお、フラン骨格としてはジベンゾフラン骨格が、チオフエン骨格としてはジベンゾチオフエン骨格が、それぞれ好ましい。また、ピロール骨格としては、インドール骨格、カルバゾール骨格、インドロカルバゾール骨格、ビカルバゾール骨格、3-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）-9H-カルバゾール骨格が特に好ましい。

[0181]

なお、 π 電子過剰型複素芳香環と π 電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、 π 電子過剰型複素芳香環の電子供与性と π 電子不足型複素芳香環の電子受容性が共に強くなり、S1準位とT1準位のエネルギー差が小さくなるため、熱活性化遅延蛍光を効率よく得られることから特に好ましい。なお、 π 電子不足型複素芳香環の代わりに、シアノ基のような電子求引基が結合した芳香環を用いても良い。また、 π 電子過剰型骨格として、芳香族アミン骨格、フェナジン骨格等を用いることができる。

[0182]

また、 π 電子不足型骨格として、キサンテン骨格、チオキサンテンジオキサイド骨格、オキサジアゾール骨格、トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、アントラキノ骨格、フェニルボランまたはボラントレン等の含ホウ素骨格、ベンゾニトリルまたはシアノベンゼン等のニトリル基またはシアノ基を有する芳香環または複素芳香環、ベンゾフェノン等のカルボニル骨格、ホスフィンオキシド骨格、スルホン骨格等を用いることができる。

[0183]

このように、 π 電子不足型複素芳香環および π 電子過剰型複素芳香環の少なくとも一方の代わりに π 電子不足型骨格および π 電子過剰型骨格を用いることができる。

[0184]

《層111Xの構成例2》

キャリア輸送性を備える材料をホスト材料に用いることができる。例えば、正孔輸送性を有する材料、電子輸送性を有する材料、熱活性化遅延蛍光（TADF: Thermally Activated Delayed Fluorescence）を示す物質、アントラセン骨格を有する材料および混合材料等をホスト材料に用いることができる。なお、層111Xに含まれる発光性の材料より大きいバンドギャップを備える材料を、ホスト材料に用いる構成が好ましい。これにより、層111Xにおいて生じる励起子からホスト材料へのエネルギー移動を、抑制することができる。

[0185]

[正孔輸送性を有する材料]

正孔移動度が、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上である材料を、正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。例えば、層 1 1 2 X に用いることができる正孔輸送性を有する材料を、層 1 1 1 X に用いることができる。

[0186]

[電子輸送性を有する材料]

金属錯体または π 電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物を、電子輸送性を有する材料に用いることができる。例えば、層 1 1 3 X に用いることができる電子輸送性を有する材料を、層 1 1 1 X に用いることができる。

[0187]

[アントラセン骨格を有する材料]

アントラセン骨格を有する有機化合物を、ホスト材料に用いることができる。特に、発光物質に蛍光発光物質を用いる場合において、アントラセン骨格を有する有機化合物は好適である。これにより、発光効率および耐久性が良好な発光デバイスを実現することができる。

[0188]

アントラセン骨格を有する有機化合物としては、ジフェニルアントラセン骨格、特に 9, 10-ジフェニルアントラセン骨格を有する有機化合物が化学的に安定であるため好ましい。また、ホスト材料がカルバゾール骨格を有する場合、正孔の注入・輸送性が高まるため好ましい。特に、ホスト材料がジベンゾカルバゾール骨格を含む場合、カルバゾールよりも HOMO 準位が 0.1 eV 程度浅くなり、正孔が入りやすくなる上に、正孔輸送性にも優れ、耐熱性も高くなるため好適である。なお、正孔注入・輸送性の観点から、カルバゾール骨格に換えて、ベンゾフルオレン骨格またはジベンゾフルオレン骨格を用いてもよい。

[0189]

したがって、9, 10-ジフェニルアントラセン骨格およびカルバゾール骨格を共に有する物質、9, 10-ジフェニルアントラセン骨格およびベンゾカルバゾール骨格を共に有する物質、9, 10-ジフェニルアントラセン骨格およびジベンゾカルバゾール骨格を共に有する物質は、ホスト材料として好ましい。

[0190]

例えば、6-[3-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]-ベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン(略称: 2mBnfPPA)、9-フェニル-10-[4'-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)ビフェニル-4-イル]アントラセン(略称: FLPPA)、9-(1-ナフチル)-10-[4-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称: α N- β NPAnt h)、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: PCzPA)、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: CzPA)、7-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-7H-ジベンゾ[c, g]カルバゾール(略称: cgDBCzPA)、3-[4-(1-ナフチル)-フェニル]-9-フェニル-9H-カルバゾール(略称: PCPN)、等を用いることができる。

[0191]

特に、CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPAは非常に良好な特性を示す。

[0192]

[熱活性化遅延蛍光 (TADF) を示す物質]

TADF材料をホスト材料に用いることができる。TADF材料をホスト材料に用いると、TADF材料で生成した三重項励起エネルギーを、逆項間交差によって一重項励起エネルギーに変換することができる。さらに、励起エネルギーを発光物質に移動することができる。換言すれば、TADF材料はエネルギードナーとして機能し、発光物質はエネルギーアクセプターとして機能する。これにより、発光デバイスの発光効率を高めることができる。

[0193]

これは、上記発光物質が蛍光発光物質である場合に、非常に有効である。また、このとき、高い発光効率を得るためには、TADF材料のS1準位は、蛍光発光物質のS1準位より高いことが好ましい。また、TADF材料のT1準位は、蛍光発光物質のS1準位より高いことが好ましい。したがって、TADF材料のT1準位は、蛍光発光物質のT1準位より高いことが好ましい。

[0194]

また、蛍光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TADF材料を用いることが好ましい。そうすることで、TADF材料から蛍光発光物質への励起エネルギーの移動がスムーズとなり、効率よく発光が得られるため、好ましい。

[0195]

また、効率よく三重項励起エネルギーから逆項間交差によって一重項励起エネルギーが生成されるためには、TADF材料でキャリア再結合が生じることが好ましい。また、TADF材料で生成した三重項励起エネルギーが蛍光発光物質の三重項励起エネルギーに移動しないことが好ましい。そのためには、蛍光発光物質は、蛍光発光物質が有する発光団（発光の原因となる骨格）の周囲に保護基を有すると好ましい。該保護基としては、 π 結合を有さない置換基が好ましく、飽和炭化水素が好ましく、具体的には炭素数3以上10以下のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3以上10以下のシクロアルキル基、炭素数3以上10以下のトリアルキルシリル基が挙げられ、保護基が複数あるとさらに好ましい。 π 結合を有さない置換基は、キャリアを輸送する機能に乏しいため、キャリア輸送またはキャリア再結合に影響をほとんど与えずに、TADF材料と蛍光発光物質の発光団との距離を遠ざけることができる。

[0196]

ここで、発光団とは、蛍光発光物質において発光の原因となる原子団（骨格）を指す。発光団は、 π 結合を有する骨格が好ましく、芳香環を含むことが好ましく、縮合芳香環または縮合複素芳香環を有すると好ましい。

[0197]

縮合芳香環または縮合複素芳香環としては、フェナントレン骨格、スチルベン骨格、アクリドン骨格、フェノキサジン骨格、フェノチアジン骨格等が挙げられる。特に、ナフタレン骨格、アントラセン骨格、フルオレン骨格、クリセン骨格、トリフェニレン骨格、テトラセン骨格、ピレン骨格、ペリレン骨格、クマリン骨格、キナクリドン骨格、ナフトビスベンゾフラン骨格を有する蛍光発光物質は蛍光量子収率が高いため好ましい。

[0198]

例えば、発光性の材料に用いることができるTADF材料を、ホスト材料に用いることができる。

[0199]

[混合材料の構成例1]

また、複数種の物質を混合した材料を、ホスト材料に用いることができる。例えば、電子輸送性を有する材料と正孔輸送性を有する材料を、混合材料に用いることができる。混合材料に含まれる正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の重量比の値は、 $(\text{正孔輸送性を有する材料} / \text{電子輸送性を有する材料}) = (1 / 19)$ 以上 $(19 / 1)$ 以下とすればよい。これにより、層 1 1 X のキャリア輸送性を容易に調整することができる。また、再結合領域の制御も簡便に行うことができる。

[0200]

[混合材料の構成例 2]

りん光発光物質を混合した材料を、ホスト材料に用いることができる。りん光発光物質は、発光物質として蛍光発光物質を用いる際に蛍光発光物質へ励起エネルギーを供与するエネルギードナーとして用いることができる。

[0201]

[混合材料の構成例 3]

励起錯体を形成する材料を含む混合材料を、ホスト材料に用いることができる。例えば、形成される励起錯体の発光スペクトルが、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材料を、ホスト材料に用いることができる。これにより、エネルギー移動がスムーズとなり、発光効率を向上することができる。または、駆動電圧を抑制することができる。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質（燐光材料）へのエネルギー移動である E x T E T (E x c i p l e x - T r i p l e t E n e r g y T r a n s f e r) を用いた発光を効率よく得ることができる。

[0202]

励起錯体を形成する材料の少なくとも一方に、りん光発光物質を用いることができる。これにより、逆項間交差を利用することができる。または、三重項励起エネルギーを効率よく一重項励起エネルギーへ変換することができる。

[0203]

励起錯体を形成する材料の組み合わせとしては、正孔輸送性を有する材料の HOMO 準位が電子輸送性を有する材料の HOMO 準位以上であると好ましい。または、正孔輸送性を有する材料の LUMO 準位が電子輸送性を有する材料の LUMO 準位以上であると好ましい。これにより、効率よく励起錯体を形成することができる。なお、材料の LUMO 準位および HOMO 準位は、電気化学特性（還元電位および酸化電位）から導出することができる。具体的には、サイクリックボルタメトリ（CV）測定法を用いて、還元電位および酸化電位を測定することができる。

[0204]

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

の過渡E L及びこれらの混合膜の過渡E Lを比較し、過渡応答の違いを観測することによっても、励起錯体の形成を確認することができる。

[0205]

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0206]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス550Xの構成について、図4Aおよび図4Bを参照しながら説明する。

[0207]

本実施の形態で説明する発光デバイス550Xの構成は、本発明の一態様の表示装置に用いることができる。なお、発光デバイス550Xの構成に係る説明は、発光デバイス550Aに適用することができる。具体的には、発光デバイス550Xの構成に用いる符号の「X」を「A」に読み替えて、発光デバイス550Aの説明に援用することができる。また、同様に「X」を「B」、「C」または「D」に読み替えて、発光デバイス550Xの構成を、発光デバイス550B、発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dに適用することができる。

[0208]

<発光デバイス550Xの構成例>

本実施の形態で説明する発光デバイス550Xは、電極551Xと、電極552Xと、ユニット103Xと、層104Xと、を有する。電極552Xは、電極551Xと重なり、ユニット103Xは、電極551Xおよび電極552Xの間に挟まれる。また、層104Xは、電極551Xおよびユニット103Xの間に挟まれる。なお、例えば、実施の形態2において説明する構成を、ユニット103Xに用いることができる。

[0209]

<電極551Xの構成例>

例えば、導電性材料を電極551Xに用いることができる。具体的には、金属、合金または導電性化合物を含む膜を、単層または積層で電極551Xに用いることができる。

[0210]

例えば、効率よく光を反射する膜を電極551Xに用いることができる。具体的には、銀および銅等を含む合金、銀およびパラジウム等を含む合金またはアルミニウム等の金属膜を電極551Xに用いることができる。

[0211]

また、例えば、光の一部を透過し、光の他の一部を反射する金属膜を電極551Xに用いることができる。これにより、微小共振器構造（マイクロキャビティ）を発光デバイス550Xに設けることができる。または、所定の波長の光を他の光より効率よく取り出すことができる。または、スペクトルの半値幅が狭い光を取り出すことができる。または、鮮やかな色の光を取り出すことができる。

[0212]

また、例えば、可視光について透光性を有する膜を、電極551Xに用いることができる。具体的には、光が透過する程度に薄い金属の膜、合金の膜または導電性酸化物の膜などを、単層または積層で、電極551Xに用いることができる。

[0213]

特に、4.0 eV以上の仕事関数を備える材料を電極551Xに好適に用いることができる。

[0214]

例えば、インジウムを含む導電性酸化物を用いることができる。具体的には、酸化インジウム、酸化インジウム－酸化スズ（略称：ITO）、シリコン若しくは酸化シリコンを含有した酸化インジウム－酸化スズ（略称：ITOS）、酸化インジウム－酸化亜鉛、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（略称：IWZO）等を用いることができる。

[0215]

また、例えば、亜鉛を含む導電性酸化物を用いることができる。具体的には、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛、アルミニウムを添加した酸化亜鉛などを用いることができる。

[0216]

また、例えば、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等を用いることができる。または、グラフェンを用いることができる。

[0217]

《層104Xの構成例1》

例えば、正孔注入性を有する材料を、層104Xに用いることができる。また、層104Xを正孔注入層ということができる。

[0218]

例えば、正孔移動度が、電界強度 V/cm の平方根が600であるときに、 $1 \times 10^{-3} cm^2/Vs$ 以下である材料を層104Xに用いることができる。また、 $1 \times 10^4 \Omega \cdot cm$ 以上 $1 \times 10^7 \Omega \cdot cm$ 以下の電気抵抗率を備える膜を、層104Xに用いることができる。また、好ましくは、層104Xは、 $5 \times 10^4 \Omega \cdot cm$ 以上 $1 \times 10^7 \Omega \cdot cm$ 以下の電気抵抗率を備え、より好ましくは、 $1 \times 10^5 \Omega \cdot cm$ 以上 $1 \times 10^7 \Omega \cdot cm$ 以下の電気抵抗率を備える。

[0219]

《層104Xの構成例2》

具体的には、電子受容性を有する物質を、層104Xに用いることができる。または、複数種の物質を含む複合材料を、層104Xに用いることができる。これにより、正孔を、例えば、電極551Xから注入しやすくすることができる。または、発光デバイス550Xの駆動電圧を小さくすることができる。

[0220]

[電子受容性を有する物質]

有機化合物および無機化合物を、電子受容性を有する物質に用いることができる。電子受容性を有する物質は、電界の印加により、隣接する正孔輸送層あるいは正孔輸送性を有する材料から電子を引き抜くことができる。

[0221]

例えば、電子求引基（ハロゲン基またはシアノ基）を有する化合物を、電子受容性を有する物質に用いることができる。なお、電子受容性を有する有機化合物は蒸着が容易で成膜がしやすい。これにより、発光デバイス550Xの生産性を高めることができる。

[0222]

具体的には、7, 7, 8, 8-テトラシアノー-2, 3, 5, 6-テトラフルオロキノジメタン（略称：F4-TCNQ）、クロラニル、2, 3, 6, 7, 10, 11-ヘキサシアノー-1, 4, 5, 8, 9, 12-ヘキサアザトリフェニレン（略称：HAT-CN）、1, 3, 4, 5, 7, 8-ヘキサフルオロテトラシアノー-ナフトキノジメタン（略称：F6-TCNNQ）、2-（7-ジシアノメチレン-1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10-オクタフルオロ-7H-ピレン-2-イリデン）マロノニトリル、等を用いることができる。

[0223]

特に、HAT-CNのように複素原子を複数有する縮合芳香環に電子求引基が結合している化合物が、熱的に安定であり好ましい。

[0224]

また、電子求引基（特にフルオロ基のようなハロゲン基またはシアノ基）を有する[3]ラジアレン誘導体は、電子受容性が非常に高いため好ましい。

[0225]

具体的には、 α , α' , α'' -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス[4-シアノー-2, 3, 5, 6-テトラフルオロベンゼンアセトニトリル]、 α , α' , α'' -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス[2, 6-ジクロロ-3, 5-ジフルオロ-4-（トリフルオロメチル）ベンゼンアセトニトリル]、 α , α' , α'' -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス[2, 3, 4, 5, 6-ペンタフルオロベンゼンアセトニトリル]、等を用いることができる。

[0226]

また、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等の遷移金属酸化物を、電子受容性を有する物質に用いることができる。

[0227]

また、フタロシアニン（略称：H₂Pc）等のフタロシアニン系の化合物、銅フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の錯体化合物、4, 4'-ビス[N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：DPAB）、N, N'-ビス[4-ビス（3-メチルフェニル）アミノフェニル]-N, N'-ジフェニル-4, 4'-ジアミノビフェニル（略称：DNTPD）等の芳香族アミン骨格を有する化合物を用いることができる。

[0228]

また、ポリ（3, 4-エチレンジオキシチオフエン）／ポリスチレンスルホン酸（略称：PEDOT/PSS）等の高分子等を用いることができる。

[0229]

[複合材料の構成例1]

また、例えば、電子受容性を有する物質と正孔輸送性を有する材料を含む複合材料を層104Xに用いることができる。これにより、仕事関数が高い材料だけでなく、仕事関数の小さい材料を電極551Xに用いることができる。または、仕事関数に依らず、広い範囲の材料から、電極551Xに用いる材料を選ぶことができる。

[0230]

例えば、芳香族アミン骨格を有する化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、ビニル基を有

している芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）などを、複合材料の正孔輸送性を有する材料に用いることができる。また、正孔移動度が、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上である材料を、複合材料の正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。例えば、層112Xに用いることができる正孔輸送性を有する材料を複合材料に用いることができる。

[0231]

また、比較的深いHOMO準位を有する物質を、複合材料の正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。具体的には、HOMO準位が -5.7 eV 以上 -5.4 eV 以下であると好ましい。これにより、ユニット103Xへの正孔の注入を容易にすることができる。また、層112Xへの正孔の注入を容易にすることができる。また、発光デバイス550Xの信頼性を向上することができる。

[0232]

芳香族アミン骨格を有する化合物としては、例えば、N, N'-ジ(p-トリル)-N, N'-ジフェニル-p-フェニレンジアミン（略称：DTDPPA）、4, 4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：DPAB）、N, N'-ビス[4-ビス(3-メチルフェニル)アミノフェニル]-N, N'-ジフェニル-4, 4'-ジアニノビフェニル（略称：DNTPD）、1, 3, 5-トリス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ベンゼン（略称：DPA3B）、等を用いることができる。

[0233]

カルバゾール誘導体としては、例えば、3-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA1）、3, 6-ビス[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA2）、3-[N-(1-ナフチル)-N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)アミノ]-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCN1）、4, 4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル（略称：CBP）、1, 3, 5-トリス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]ベンゼン（略称：TCPB）、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール（略称：CzPA）、1, 4-ビス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]-2, 3, 5, 6-テトラフェニルベンゼン、等を用いることができる。

[0234]

芳香族炭化水素としては、例えば、2-tert-ブチル-9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン（略称：t-BuDNA）、2-tert-ブチル-9, 10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9, 10-ビス(3, 5-ジフェニルフェニル)アントラセン（略称：DPPA）、2-tert-ブチル-9, 10-ビス(4-フェニルフェニル)アントラセン（略称：t-BuDBA）、9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン（略称：DNA）、9, 10-ジフェニルアントラセン（略称：DPAnth）、2-tert-ブチルアントラセン（略称：t-BuAnth）、9, 10-ビス(4-メチル-1-ナフチル)アントラセン（略称：DMNA）、2-tert-ブチル-9, 10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、9, 10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、2, 3, 6, 7-テトラメチル-9, 10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、2, 3, 6, 7-テトラメチル-9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、9, 9'-ビアントリル、10, 10'-ジフェニル-9, 9'-ビアントリル、10, 10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9, 9'-ビアントリル、10, 10'-ビス

〔(2, 3, 4, 5, 6-ペンタフェニル)フェニル〕-9, 9'-ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2, 5, 8, 11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン、ペンタセン、コロネン、等を用いることができる。

〔0235〕

ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、4, 4'-ビス(2, 2-ジフェニルビニル)ビフェニル(略称: DPVBi)、9, 10-ビス〔4-(2, 2-ジフェニルビニル)フェニル〕アントラセン(略称: DPVPA)、等を用いることができる。

〔0236〕

高分子化合物としては、例えば、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(略称: PVK)、ポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)(略称: PVTPA)、ポリ〔N-(4-{N'-[4-(4-ジフェニルアミノ)フェニル]フェニル-N'-フェニルアミノ}フェニル)メタクリルアミド〕(略称: PTPDMA)、ポリ〔N, N'-ビス(4-ブチルフェニル)-N, N'-ビス(フェニル)ベンジジン〕(略称: Poly-TPD)、等を用いることができる。

〔0237〕

また、例えば、カルバゾール骨格、ジベンゾフラン骨格、ジベンゾチオフェン骨格およびアントラセン骨格のいずれかを備える物質を、複合材料の正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。また、ジベンゾフラン環またはジベンゾチオフェン環を含む置換基を有する芳香族アミン、ナフタレン環を有する芳香族モノアミン、または9-フルオレニル基がアリーレン基を介してアミンの窒素に結合する芳香族モノアミンを備える物質を、複合材料の正孔輸送性を有する材料に用いることができる。なお、N, N'-ビス(4-ビフェニル)アミノ基を有する物質を用いると、発光デバイス550Xの信頼性を向上することができる。

〔0238〕

これらの材料としては、例えば、N-(4-ビフェニル)-6, N-ジフェニルベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-8-アミン(略称: BnfABP)、N, N'-ビス(4-ビフェニル)-6-フェニルベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-8-アミン(略称: BBABnf)、4, 4'-ビス(6-フェニルベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-8-イル)-4''-ジフェニルトリフェニルアミン(略称: BnfBB1BP)、N, N'-ビス(4-ビフェニル)ベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-6-アミン(略称: BBABnf(6))、N, N'-ビス(4-ビフェニル)ベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン-8-アミン(略称: BBABnf(8))、N, N'-ビス(4-ビフェニル)ベンゾ[b]ナフト[2, 3-d]フラン-4-アミン(略称: BBABnf(II)(4))、N, N'-ビス〔4-(ジベンゾフラン-4-イル)フェニル〕-4-アミノ-p-ターフェニル(略称: DBfBB1TP)、N-[4-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-N-フェニル-4-ビフェニルアミン(略称: ThBA1BP)、4-(2-ナフチル)-4', 4''-ジフェニルトリフェニルアミン(略称: BBAβNB)、4-[4-(2-ナフチル)フェニル]-4', 4''-ジフェニルトリフェニルアミン(略称: BBAβNBi)、4, 4'-ジフェニル-4''-(6; 1'-ビナフチル-2-イル)トリフェニルアミン(略称: BBAαNβNB)、4, 4'-ジフェニル-4''-(7; 1'-ビナフチル-2-イル)トリフェニルアミン(略称: BBAαNβNB-03)、4, 4'-ジフェニル-4''-(7-フェニル)ナフチル-2-イルトリフェニルアミン(略称: BBAPβNB-03)、4, 4'-ジフェニル-4''-(6; 2'-ビナフチル-2-イル)トリフェニル

アミン (略称: BBA (β N2) B)、4, 4'-ジフェニル-4''-(7; 2'-ビナフチル-2-イル)トリフェニルアミン (略称: BBA (β N2) B-03)、4, 4'-ジフェニル-4''-(4; 2'-ビナフチル-1-イル)トリフェニルアミン (略称: BBA β N α NB)、4, 4'-ジフェニル-4''-(5; 2'-ビナフチル-1-イル)トリフェニルアミン (略称: BBA β N α NB-02)、4-(4-ビフェニル)-4'-(2-ナフチル)-4''-フェニルトリフェニルアミン (略称: TPBiA β NB)、4-(3-ビフェニル)-4'-[4-(2-ナフチル)フェニル]-4''-フェニルトリフェニルアミン (略称: mTPBiA β NBi)、4-(4-ビフェニル)-4'-[4-(2-ナフチル)フェニル]-4''-フェニルトリフェニルアミン (略称: TPBiA β NBi)、4-フェニル-4'-(1-ナフチル)トリフェニルアミン (略称: α NBA1BP)、4, 4'-ビス(1-ナフチル)トリフェニルアミン (略称: α NBB1BP)、4, 4'-ジフェニル-4''-[4'-(カルバゾール-9-イル)ビフェニル-4-イル]トリフェニルアミン (略称: YGTBi1BP)、4'-[4-(3-フェニル-9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]トリス(1, 1'-ビフェニル-4-イル)アミン (略称: YGTBi1BP-02)、4-[4'-(カルバゾール-9-イル)ビフェニル-4-イル]-4'-(2-ナフチル)-4''-フェニルトリフェニルアミン (略称: YGTBi β NB)、N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-N-[4-(1-ナフチル)フェニル]-9, 9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-アミン (略称: PCBNBSF)、N, N-ビス(ビフェニル-4-イル)-9, 9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-アミン (略称: BBASF)、N, N-ビス(ビフェニル-4-イル)-9, 9'-スピロビ[9H-フルオレン]-4-アミン (略称: BBASF(4))、N-(ビフェニル-2-イル)-N-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-9, 9'-スピロビ[9H-フルオレン]-4-アミン (略称: oFBiSF)、N-(ビフェニル-4-イル)-N-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)ジベンゾフラン-4-アミン (略称: FrBiF)、N-[4-(1-ナフチル)フェニル]-N-[3-(6-フェニルジベンゾフラン-4-イル)フェニル]-1-ナフチルアミン (略称: mPDBfBNBN)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン (略称: BPAFLP)、4-フェニル-3'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン (略称: mBPAFLP)、4-フェニル-4'-[4-(9-フェニルフルオレン-9-イル)フェニル]トリフェニルアミン (略称: BPAFLBi)、4-フェニル-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン (略称: PCBA1BP)、4, 4'-ジフェニル-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン (略称: PCBBi1BP)、4-(1-ナフチル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン (略称: PCBANB)、4, 4'-ジ(1-ナフチル)-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン (略称: PCBNBB)、N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-アミン (略称: PCBASF)、N-(ビフェニル-4-イル)-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: PCBBiF)、N, N-ビス(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-9, 9'-スピロビ-9H-フルオレン-4-アミン、N, N-ビス(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-9, 9'-スピロビ-9H-フルオレン-3-ア

ミン、N、N-ビス（9，9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル）-9，9'-スプロビー9H-フルオレン-2-アミン、N，N-ビス（9，9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル）-9，9'-スプロビー9H-フルオレン-1-アミン、等を用いることができる。

[0239]

〔複合材料の構成例2〕

例えば、電子受容性を有する物質と、正孔輸送性を有する材料と、アルカリ金属のフッ化物またはアルカリ土類金属のフッ化物とを、含む複合材料を、正孔注入性を有する材料に用いることができる。特に、原子比率において、フッ素原子が20%以上である複合材料を好適に用いることができる。これにより、層104Xの屈折率を低下することができる。または、発光デバイス550Xの内部に屈折率の低い層を形成することができる。または、発光デバイス550Xの外部量子効率を向上することができる。

[0240]

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0241]

（実施の形態4）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス550Xの構成について、図4Aおよび図4Bを参照しながら説明する。

[0242]

本実施の形態で説明する発光デバイス550Xの構成は、本発明の一態様の表示装置に用いることができる。なお、発光デバイス550Xの構成に係る説明は、発光デバイス550Aに適用することができる。具体的には、発光デバイス550Xの構成に用いる符号の「X」を「A」に読み替えて、発光デバイス550Aの説明に援用することができる。また、同様に「X」を「B」、「C」または「D」に読み替えて、発光デバイス550Xの構成を、発光デバイス550B、発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dに適用することができる。

[0243]

＜発光デバイス550Xの構成例＞

本実施の形態で説明する発光デバイス550Xは、電極551Xと、電極552Xと、ユニット103Xと、層105Xと、を有する。電極552Xは、電極551Xと重なる領域を備え、ユニット103Xは、電極551Xおよび電極552Xの間に挟まれる領域を備える。また、層105Xは、ユニット103Xおよび電極552Xの間に挟まれる領域を備える。なお、例えば、実施の形態2において説明する構成を、ユニット103Xに用いることができる。

[0244]

＜電極552Xの構成例＞

例えば、導電性材料を電極552Xに用いることができる。具体的には、金属、合金または導電性化合物を含む材料を、単層または積層で電極552Xに用いることができる。

[0245]

例えば、実施の形態3において説明する電極551Xに用いることができる材料を、電極552Xに用いることができる。特に、電極551Xより仕事関数が小さい材料を電極552Xに好適に用いることができる。具体的には、仕事関数が3.8eV以下である材料が好ましい。

[0246]

例えば、元素周期表の第1族に属する元素、元素周期表の第2族に属する元素、希土類金属およびこれらを含む合金を、電極552Xに用いることができる。

[0247]

具体的には、リチウム(Li)、セシウム(Cs)等、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)等、ユウロピウム(Eu)、イッテルビウム(Yb)等およびこれらを含む合金、例えばマグネシウムと銀の合金またはアルミニウムとリチウムの合金を、電極552Xに用いることができる。

[0248]

《層105Xの構成例》

例えば、電子注入性を有する材料を、層105Xに用いることができる。また、層105Xを電子注入層ということができる。

[0249]

具体的には、電子供与性を有する物質を、層105Xに用いることができる。または、電子供与性を有する物質と電子輸送性を有する材料を複合した材料を、層105Xに用いることができる。または、エレクトライドを、層105Xに用いることができる。これにより、例えば、電極552Xから電子を注入しやすくすることができる。または、仕事関数が小さい材料だけでなく、仕事関数の大きい材料を電極552Xに用いることができる。または、仕事関数に依らず、広い範囲の材料から、電極552Xに用いる材料を選ぶことができる。具体的には、Al、Ag、ITO、シリコンまたは酸化シリコンを含有した酸化インジウム-酸化スズなどを、電極552Xに用いることができる。または、発光デバイス550Xの駆動電圧を小さくすることができる。

[0250]

[電子供与性を有する物質]

例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属またはこれらの化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩等）を、電子供与性を有する物質に用いることができる。または、テトラチアナフタセン（略称：TTN）、ニッケロセン、デカメチルニッケロセン等の有機化合物を、電子供与性を有する物質に用いることもできる。

[0251]

アルカリ金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）としては、酸化リチウム、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、炭酸リチウム、炭酸セシウム、8-ヒドロキシキノリナトリウム（略称：Li q）、等を用いることができる。

[0252]

アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）としては、フッ化カルシウム(CaF₂)、等を用いることができる。

[0253]

[複合材料の構成例1]

また、複数種の物質を複合した材料を、電子注入性を有する材料に用いることができる。例えば、電子供与性を有する物質と電子輸送性を有する材料を、複合材料に用いることができる。

[0254]

[電子輸送性を有する材料]

例えば、電界強度V/cmの平方根が600である条件において、電子移動度が $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2$

／V s 以上、 $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2 \text{ / V s}$ 以下である材料を、電子輸送性を有する材料に好適に用いることができる。これにより、発光層への電子の注入量を制御することができる。または、発光層が電子過多の状態になることを防ぐことができる。

[0255]

金属錯体または π 電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物を、電子輸送性を有する材料に用いることができる。例えば、層 113X に用いることができる電子輸送性を有する材料を、層 105X に用いることができる。

[0256]

[複合材料の構成例 2]

また、微結晶状態のアルカリ金属のフッ化物と電子輸送性を有する材料を、複合材料に用いることができる。または、微結晶状態のアルカリ土類金属のフッ化物と電子輸送性を有する材料を、複合材料に用いることができる。特に、アルカリ金属のフッ化物またはアルカリ土類金属のフッ化物を 50 wt % 以上含む複合材料を好適に用いることができる。または、ビピリジン骨格を有する有機化合物を含む複合材料を好適に用いることができる。これにより、層 105X の屈折率を低下することができる。または、発光デバイス 550X の外部量子効率を向上することができる。

[0257]

[複合材料の構成例 3]

例えば、非共有電子対を備える第 1 の有機化合物および第 1 の金属を含む複合材料を、層 105X に用いることができる。また、第 1 の有機化合物の電子数と第 1 の金属の電子数の合計が奇数であると好ましい。また、第 1 の有機化合物 1 モルに対する第 1 の金属のモル比率は、好ましくは 0.1 以上 1.0 以下、より好ましくは 0.2 以上 2 以下、さらに好ましくは 0.2 以上 0.8 以下である。

[0258]

これにより、非共有電子対を備える第 1 の有機化合物は、第 1 の金属と相互に作用し、半占有軌道 (SOMO: Singly Occupied Molecular Orbital) を形成することができる。また、電極 552X から層 105X に電子を注入する場合に、両者の間にある障壁を低減することができる。

[0259]

また、電子スピン共鳴法 (ESR: Electron spin resonance) を用いて測定したスピン密度が、好ましくは $1 \times 10^{16} \text{ spins / cm}^3$ 以上、より好ましくは $5 \times 10^{16} \text{ spins / cm}^3$ 以上、さらに好ましくは $1 \times 10^{17} \text{ spins / cm}^3$ 以上である複合材料を、層 105X に用いることができる。

[0260]

[非共有電子対を備える有機化合物]

例えば、電子輸送性を有する材料を、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。例えば、電子不足型複素芳香環を有する化合物を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。これにより、発光デバイス 550X の駆動電圧を低減することができる。

[0261]

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）準位が、 -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HOMO準位及びLUMO準位を見積もることができる。

[0262]

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-ジ(2-ナフチル)-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称: NBPhen）、ジキノキサリノ[2,3-a:2',3'-c]フェナジン（略称: HATNA）、2,4,6-トリス[3'-(ピリジン-3-イル)ビフェニル-3-イル]-1,3,5-トリアジン（略称: TmPPPyTz）、2,2'-(1,3-フェニレン)ビス(9-フェニル-1,10-フェナントロリン)（略称: mPPhen2P）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。

[0263]

また、例えば、銅フタロシアニンを、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、銅フタロシアニンの電子数は奇数である。

[0264]

[第1の金属]

例えば、非共有電子対を備える第1の有機化合物の電子数が偶数である場合、周期表における奇数の族である金属および第1の有機化合物の複合材料を、層105Xに用いることができる。

[0265]

例えば、第7族の金属であるマンガン（Mn）、第9族の金属であるコバルト（Co）、第11族の金属である銅（Cu）、銀（Ag）、金（Au）、第13族の金属であるアルミニウム（Al）、インジウム（In）は、周期表において奇数の族である。なお、第11族の元素は、第7族または第9族元素と比べて融点が低く、真空蒸着に好適である。特に、Agは融点が低く好ましい。また、水または酸素との反応性が乏しい金属を第1の金属に用いることにより、発光デバイス550Xの耐湿性を向上することができる。

[0266]

なお、電極552Xおよび層105XにAgを用いることにより、層105Xおよび電極552Xの密着性を高めることができる。

[0267]

また、非共有電子対を備える第1の有機化合物の電子数が奇数である場合、周期表における偶数の族である第1の金属および第1の有機化合物の複合材料を、層105Xに用いることができる。例えば、第8族の金属である鉄（Fe）は、周期表において偶数の族である。

[0268]

[エレクトライド]

例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等を、電子注入性を有する材料に用いることができる。

[0269]

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0270]

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス550Xの構成について、図5Aを参照しながら説明する。

[0271]

図5Aは本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する断面図である。

[0272]

本実施の形態で説明する発光デバイス550Xの構成は、本発明の一態様の表示装置に用いることができる。なお、発光デバイス550Xの構成に係る説明は、発光デバイス550Aに適用することができる。具体的には、発光デバイス550Xの構成に用いる符号の「X」を「A」に読み替えて、発光デバイス550Aの説明に援用することができる。また、同様に「X」を「B」、「C」または「D」に読み替えて、発光デバイス550Xの構成を、発光デバイス550B、発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dに適用することができる。

[0273]

<発光デバイス550Xの構成例>

また、本実施の形態で説明する発光デバイス550Xは、電極551Xと、電極552Xと、ユニット103Xと、中間層106Xと、を有する(図5A参照)。電極552Xは、電極551Xと重なる領域を備え、ユニット103Xは、電極551Xおよび電極552Xの間に挟まれる領域を備える。中間層106Xは、電極552Xおよびユニット103Xの間に挟まれる領域を備える。

[0274]

《中間層106Xの構成例1》

中間層106Xは、電圧を加えることにより、陽極側に電子を供給し、陰極側に正孔を供給する機能を備える。また、中間層106Xを電荷発生層とすることができる。

[0275]

例えば、実施の形態3において説明する層104Xに用いることができる正孔注入性を有する材料を中間層106Xに用いることができる。具体的には、複合材料を中間層106Xに用いることができる。

[0276]

また、例えば、当該複合材料を含む膜および正孔輸送性を有する材料を含む膜を積層した積層膜を、中間層106Xに用いることができる。なお、正孔輸送性を有する材料を含む膜は、当該複合材料を含む膜および陰極の間に挟まれる。

[0277]

《中間層106Xの構成例2》

層106X1および層106X2を積層した積層膜を、中間層106Xに用いることができる。層106X1は、ユニット103Xおよび電極552Xの間に挟まれる領域を備え、層106X2は、ユニット103Xおよび層106X1の間に挟まれる領域を備える。

[0278]

《層106X1の構成例》

例えば、実施の形態3において説明する層104Xに用いることができる正孔注入性を有する材料を層106X1に用いることができる。具体的には、複合材料を層106X1に用いることができ

る。また、 $1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の電気抵抗率を備える膜を、層106X1に用いることができる。また、好ましくは、層106X1は、 $5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の電気抵抗率を備え、より好ましくは、 $1 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上 $1 \times 10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の電気抵抗率を備える。

[0279]

《層106X2の構成例》

例えば、実施の形態4において説明する層105Xに用いることができる材料を、層106X2に用いることができる。

[0280]

《中間層106Xの構成例3》

層106X1、層106X2および層106X3を積層した積層膜を、中間層106Xに用いることができる。層106X3は、層106X1および層106X2の間に挟まれる領域を備える。

[0281]

《層106X3の構成例》

例えば、電子輸送性を有する材料を層106X3に用いることができる。また、層106X3を電子リレー層ということができる。層106X3を用いると、層106X3の陽極側に接する層を、層106X3の陰極側に接する層から遠ざけることができる。層106X3の陽極側に接する層と、層106X3の陰極側に接する層の間の相互作用を軽減することができる。層106X3の陽極側に接する層に電子をスムーズに供給することができる。

[0282]

層106X1に含まれる電子受容性を有する物質のLUMO準位と、層106X2に含まれる物質のLUMO準位の間に、LUMO準位を備える物質を、層106X3に好適に用いることができる。

[0283]

例えば、 -5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下の範囲にLUMO準位を備える材料を、層106X3に用いることができる。

[0284]

具体的には、フタロシアニン系の材料を層106X3に用いることができる。例えば、銅フタロシアニン（略称： CuPc ）または、金属-酸素結合および芳香族配位子を有する金属錯体を層106X3に用いることができる。

[0285]

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0286]

（実施の形態6）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス550Xの構成について、図5Bを参照しながら説明する。

[0287]

図5Bは、図5Aに図示する構成とは異なる構成を備える本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する断面図である。

[0288]

本実施の形態で説明する発光デバイス550Xの構成は、本発明の一態様の表示装置に用いること

ができる。なお、発光デバイス 550X の構成に係る説明は、発光デバイス 550A に適用することができる。具体的には、発光デバイス 550X の構成に用いる符号の「X」を「A」に読み替えて、発光デバイス 550A の説明に援用することができる。また、同様に「X」を「B」、「C」または「D」に読み替えて、発光デバイス 550X の構成を、発光デバイス 550B、発光デバイス 550C または発光デバイス 550D に適用することができる。

[0289]

＜発光デバイス 550X の構成例＞

本実施の形態で説明する発光デバイス 550X は、電極 551X と、電極 552X と、ユニット 103X と、中間層 106X と、ユニット 103X2 と、を有する（図 5B 参照）。

[0290]

ユニット 103X は、電極 552X および電極 551X の間に挟まれ、中間層 106X は、電極 552X およびユニット 103X の間に挟まれる。

[0291]

ユニット 103X2 は、電極 552X および中間層 106X の間に挟まれる。なお、ユニット 103X2 は、光 ELX2 を射出する機能を備える。

[0292]

言い換えると、発光デバイス 550X は、積層された複数のユニットを、電極 551X および電極 552X の間に有する。なお、積層する複数のユニットの数は 2 に限られず、3 以上のユニットを積層することができる。なお、電極 551X および電極 552X の間に挟まれた積層された複数のユニットと、複数のユニットの間に挟まれた中間層 106X と、を備える構成を、積層型の発光デバイスまたはタンデム型の発光デバイスという場合がある。

[0293]

これにより、電流密度を低く保ったまま、高輝度の発光を得ることができる。または、信頼性を向上することができる。または、同一の輝度で比較して駆動電圧を低減することができる。または、消費電力を抑制することができる。

[0294]

《ユニット 103X2 の構成例 1》

ユニット 103X2 は、層 111X2、層 112X2 および層 113X2 を備える。層 111X2 は、層 112X2 および層 113X2 の間に挟まれる。

[0295]

ユニット 103X に用いることができる構成を、ユニット 103X2 に用いることができる。例えば、ユニット 103X と同一の構成をユニット 103X2 に用いることができる。

[0296]

《ユニット 103X2 の構成例 2》

また、ユニット 103X とは異なる構成をユニット 103X2 に用いることができる。例えば、ユニット 103X の発光色とは色相が異なる光を射出する構成を、ユニット 103X2 に用いることができる。

[0297]

具体的には、赤色の光および緑色の光を射出するユニット 103X と、青色の光を射出するユニット 103X2 を積層して用いることができる。これにより、所望の色の光を射出する発光デバイス

を提供することができる。例えば、白色の光を射出する発光デバイスを提供することができる。

[0298]

《中間層106Xの構成例》

中間層106Xは、ユニット103Xまたはユニット103X2の一方に電子を供給し、他方に正孔を供給する機能を備える。例えば、実施の形態5において説明する中間層106Xを用いることができる。

[0299]

＜発光デバイス550Xの作製方法＞

例えば、乾式法、湿式法、蒸着法、液滴吐出法、塗布法または印刷法等を用いて、電極551X、電極552X、ユニット103X、中間層106X、およびユニット103X2の各層を形成することができる。また、異なる方法を各構成の形成に用いることができる。

[0300]

具体的には、真空蒸着装置、インクジェット装置、スピンコーターなどのコーティング装置、グラビア印刷装置、オフセット印刷装置、スクリーン印刷装置などを用いて発光デバイス550Xを作製することができる。

[0301]

例えば、金属材料のペーストを用いる湿式法またはゾルゲル法を用いて、電極を形成することができる。また、酸化インジウムに対し1wt%以上20wt%以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いて、スパッタリング法により、酸化インジウム-酸化亜鉛膜を形成することができる。また、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5wt%以上5wt%以下、酸化亜鉛を0.1wt%以上1wt%以下含有したターゲットを用いて、スパッタリング法により酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（IWZO）膜を形成することができる。

[0302]

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0303]

（実施の形態7）

本実施の形態では、本発明の一態様の装置の構成について、図6乃至図7を参照しながら説明する。

[0304]

図6は本発明の一態様の装置の構成を説明する図である。図6Aは本発明の一態様の装置の上面図であり、図6Bは図6Aの一部を説明する上面図である。また、図6Cは、図6Aに示す切断線X1-X2、切断線X3-X4および一組の画素703（i, j）における断面図である。

[0305]

図7は本発明の一態様の装置の構成を説明する回路図である。

[0306]

なお、本明細書において、1以上の整数を値にとる変数を符号に用いる場合がある。例えば、1以上の整数の値をとる変数pを含む（p）を、最大p個の構成要素のいずれかを特定する符号の一部に用いる場合がある。また、例えば、1以上の整数の値をとる変数mおよび変数nを含む（m, n）を、最大m×n個の構成要素のいずれかを特定する符号の一部に用いる場合がある。

[0307]

＜表示装置700の構成例1＞

本発明の一態様の表示装置 700 は、領域 731 を有する（図 6A 参照）。領域 731 は、一組の画素 703 (i, j) を備える。

[0308]

《一組の画素 703 (i, j) の構成例 1》

一組の画素 703 (i, j) は、画素回路 530B (i, j)、画素 702C (i, j) および画素 702D (i, j) を備える（図 6B および図 6C 参照）。

[0309]

画素 702B (i, j) は、画素回路 530B (i, j) および発光デバイス 550B を備える。発光デバイス 550B は、画素回路 530B (i, j) と電氣的に接続される。

[0310]

例えば、実施の形態 2 乃至実施の形態 6 において説明する発光デバイスを、発光デバイス 550B に用いることができる。

[0311]

また、画素 702C (i, j) は、画素回路 530B (i, j) および発光デバイス 550B を備え、発光デバイス 550B は、画素回路 530C (i, j) と電氣的に接続される。同様に、画素 702D (i, j) は発光デバイス 550D を備える。

[0312]

なお、表示装置 700 は発光デバイス 550A を有し、発光デバイス 550A は発光デバイス 550B に隣接する（図 6B 参照）。また、例えば、実施の形態 1 において説明する表示装置 700 の構成を、発光デバイス 550A、発光デバイス 550B、発光デバイス 550C および発光デバイス 550D に用いることができる。

[0313]

<表示装置 700 の構成例 2>

また、本発明の一態様の表示装置 700 は、機能層 540 と、機能層 520 と、を有する（図 6C 参照）。機能層 540 は機能層 520 と重なる。

[0314]

機能層 540 は、発光デバイス 550B を備える。

[0315]

機能層 520 は、画素回路 530B (i, j) および配線を備える（図 6C 参照）。画素回路 530B (i, j) は、配線と電氣的に接続される。例えば、機能層 520 の開口部 591B に設けられた導電膜を配線に用いることができ、当該配線は、端子 519B および画素回路 530B (i, j) を電氣的に接続する。なお、導電性材料 CP は、端子 519B およびフレキシブルプリント基板 FPC1 を電氣的に接続する。また、例えば、機能層 520 の開口部 591C に設けられた導電膜を配線に用いることができる。

[0316]

<表示装置 700 の構成例 3>

また、本発明の一態様の表示装置 700 は、駆動回路 GD および駆動回路 SD を有する（図 6A 参照）。

[0317]

《駆動回路 GD の構成例》

駆動回路GDは、第1の選択信号および第2の選択信号を供給する。

[0318]

《駆動回路SDの構成例》

駆動回路SDは、第1の制御信号および第2の制御信号を供給する。

[0319]

《配線の構成例1》

配線は、導電膜G1(i)、導電膜G2(i)、導電膜S1(j)、導電膜S2(j)、導電膜ANO、導電膜VCOM2および導電膜V0を含む(図7参照)。

[0320]

導電膜G1(i)は第1の選択信号を供給され、導電膜G2(i)は第2の選択信号を供給される。

[0321]

導電膜S1(j)は第1の制御信号を供給され、導電膜S2(j)は第2の制御信号を供給される。

[0322]

《画素回路530B(i, j)の構成例1》

画素回路530B(i, j)は、導電膜G1(i)および導電膜S1(j)と電氣的に接続される。

導電膜G1(i)は第1の選択信号を供給し、導電膜S1(j)は、第1の制御信号を供給する。

[0323]

画素回路530B(i, j)は、第1の選択信号および第1の制御信号に基づいて、発光デバイス550Bを駆動する。また、発光デバイス550Bは、光を射出する。

[0324]

発光デバイス550Bは、一方の電極を画素回路530B(i, j)と電氣的に接続され、他方の電極を導電膜VCOM2と電氣的に接続される。

[0325]

《画素回路530B(i, j)の構成例2》

画素回路530B(i, j)は、スイッチSW21、スイッチSW22、トランジスタM21、容量C21およびノードN21を備える。

[0326]

トランジスタM21は、ノードN21と電氣的に接続されるゲート電極と、発光デバイス550Bと電氣的に接続される第1の電極と、導電膜ANOと電氣的に接続される第2の電極と、を備える。

[0327]

スイッチSW21は、ノードN21と電氣的に接続される第1の端子と、導電膜S1(j)と電氣的に接続される第2の端子と、導電膜G1(i)の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を有するゲート電極を備える。

[0328]

スイッチSW22は、導電膜S2(j)と電氣的に接続される第1の端子と、導電膜G2(i)の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を有するゲート電極を備える。

[0329]

容量C21は、ノードN21と電氣的に接続される導電膜と、スイッチSW22の第2の電極と電氣的に接続される導電膜を備える。

[0330]

これにより、画像信号をノードN 2 1に格納することができる。または、ノードN 2 1の電位を、スイッチSW 2 2を用いて、変更することができる。または、発光デバイス5 5 0 Bが射出する光の強度を、ノードN 2 1の電位を用いて、制御することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な装置を提供することができる。

[0 3 3 1]

《画素回路5 3 0 B (i , j) の構成例3》

画素回路5 3 0 B (i , j) は、スイッチSW 2 3、ノードN 2 2および容量C 2 2を備える。

[0 3 3 2]

スイッチSW 2 3は、導電膜V 0と電氣的に接続される第1の端子と、ノードN 2 2と電氣的に接続される第2の端子と、導電膜G 2 (i) の電位に基づいて導通状態または非導通状態を制御する機能を有するゲート電極を備える。

[0 3 3 3]

容量C 2 2は、ノードN 2 1と電氣的に接続される導電膜と、ノードN 2 2と電氣的に接続される導電膜を備える。

[0 3 3 4]

なお、トランジスタM 2 1の第1の電極は、ノードN 2 2と電氣的に接続される。

[0 3 3 5]

なお、本実施の形態は、本明細書で示す他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

[0 3 3 6]

(実施の形態8)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示モジュールについて説明する。

[0 3 3 7]

<表示モジュール>

図8は、表示モジュール2 8 0の構成を説明する斜視図である。

[0 3 3 8]

表示モジュール2 8 0は、表示装置1 0 0 Aと、F P C 2 9 0またはコネクタと、を有する。F P C 2 9 0は、外部からデータ信号又は電源電位等を供給され、表示装置1 0 0 Aにデータ信号又は電源電位等を供給する。また、F P C 2 9 0上にI Cが実装されていてもよい。なお、コネクタは導体を電氣的に接続する機構部品であり、当該導体は、表示装置1 0 0を結合相手となる部品と電氣的に接続することができる。例えば、F P C 2 9 0を導体に用いることができる。また、コネクタは表示装置1 0 0 Aを結合相手から切り離すことができる。

[0 3 3 9]

《表示装置1 0 0 A》

図9 Aは、表示装置1 0 0 Aの構成を説明する断面図である。表示装置1 0 0 Aは、例えば、表示モジュール2 8 0の表示装置1 0 0に用いることができる。基板3 0 1は、図8における基板7 1に相当する。

[0 3 4 0]

表示装置1 0 0 Aは、基板3 0 1、トランジスタ3 1 0、素子分離層3 1 5、絶縁層2 6 1、容量2 4 0、絶縁層2 5 5 a、絶縁層2 5 5 b、発光デバイス6 1 R、発光デバイス6 1 Gおよび発光デバイス6 1 Bを有する。絶縁層2 6 1は基板3 0 1 A上に設けられ、トランジスタ3 1 0は基板

301および絶縁層261の間に位置する。絶縁層255aは、絶縁層261上に設けられ、容量240は絶縁層261および絶縁層255aの間に位置し、絶縁層255aは発光デバイス61Rおよび容量240、発光デバイス61Gおよび容量240並びに発光デバイス61Bおよび容量240の間に位置する。

[0341]

[トランジスタ310]

トランジスタ310は、導電層311、一对の低抵抗領域312、絶縁層313、及び絶縁層314を有し、基板301の一部にチャネルを形成する。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。基板301は不純物がドーパされた一对の低抵抗領域312を備える。なお、当該領域は、ソース及びドレインとして機能する。導電層311の側面は、絶縁層314に覆われている。

[0342]

素子分離層315は、基板301に埋め込まれ、隣接する2つのトランジスタ310の間に位置する。

[0343]

[容量240]

容量240は、導電層241、導電層245および絶縁層243を有し、絶縁層243は、導電層241および導電層245の間に位置する。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。

[0344]

導電層241は絶縁層261上に位置し、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275によってトランジスタ310のソース又はドレインの一方と電氣的に接続される。絶縁層243は導電層241を覆う。導電層245は、絶縁層243を介して導電層241と重なる。

[0345]

[絶縁膜255]

絶縁層255は、絶縁層255a、絶縁層255bおよび絶縁層255cを備え、絶縁層255bは、絶縁層255aおよび絶縁層255cの間に位置する。

[0346]

[発光デバイス61R、発光デバイス61G、発光デバイス61B]

発光デバイス61R、発光デバイス61G、及び発光デバイス61Bは、絶縁層255c上に設けられる。例えば、実施の形態1において説明する発光デバイスを、発光デバイス61R、発光デバイス61G、及び発光デバイス61Bに適用することができる。

[0347]

発光デバイス61Rは導電層171およびEL層172Rを有し、EL層172Rは導電層171の上面及び側面を覆う。また、犠牲層270RはEL層172R上に位置する。発光デバイス61Gは導電層171およびEL層172Gを有し、EL層172Gは導電層171の上面及び側面を覆う。また、犠牲層270GはEL層172G上に位置する。発光デバイス61Bは導電層171およびEL層172Bを有し、EL層172Bは導電層171の上面及び側面を覆う。また、犠牲

層 270B は EL 層 172B 上に位置する。

[0348]

導電層 171 は、絶縁層 243、絶縁層 255a、絶縁層 255b、及び絶縁層 255c 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 275 によってトランジスタ 310 のソース又はドレインの一方と電氣的に接続される。絶縁層 255c の上面の高さと、プラグ 256 の上面の高さは、一致又は概略一致している。プラグには各種導電材料を用いることができる。

[0349]

[保護層 271、絶縁層 278、保護層 273、接着層 122]

保護層 271 および絶縁層 278 は隣接する発光デバイス、例えば、発光デバイス 61R および発光デバイス 61G の間に位置し、絶縁層 278 は保護層 271 上に設けられる。また、発光デバイス 61R、発光デバイス 61G、及び発光デバイス 61B 上には保護層 273 が設けられる。

[0350]

接着層 122 は、保護層 273 および基板 120 を貼り合わせている。

[0351]

[基板 120]

基板 120 は、図 8 における基板 73 に相当する。なお、例えば、遮光層を基板 120 の接着層 122 側の面に設けることができる。また、各種光学部材を基板 120 の外側に配置できる。

[0352]

フィルムを基板に用いることができる。特に、吸水率が低いフィルムを好適に用いることができる。例えば、吸水率は 1% 以下が好ましく、0.1% 以下がより好ましい。これにより、フィルムの寸法変化を抑制できる。また、しわ等の発生を抑制できる。また、表示装置の形状の変化を抑制できる。

[0353]

例えば、偏光板、位相差板、光拡散層（例えば拡散フィルム）、反射防止層、及び集光フィルム等を、光学部材に用いることができる。

[0354]

光学等方性の高い材料、換言すれば複屈折率が小さい材料を基板に用いて、当該表示装置に円偏光板を重ねることができる。例えば、リタデーション（位相差）値の絶対値が 30nm 以下、より好ましくは 20nm 以下、さらに好ましくは 10nm 以下の材料を基板に用いることができる。例えば、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、及びアクリル樹脂フィルム等を光学等方性が高いフィルムに用いることができる。

[0355]

また、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、又は衝撃吸収層等の表面保護層を基板 120 の外側に配置してもよい。例えば、ガラス層もしくはシリカ層（SiO_x層）、DLC（ダイヤモンドライクカーボン）、酸化アルミニウム（AlO_x）、ポリエステル系材料、又はポリカーボネート系材料等を表面保護層に用いることができる。なお、可視光に対する透過率が高い材料を表面保護層に好適に用いることができる。また、硬度が高い材料を表面保護層に好適に用いることができる。

[0356]

《表示装置100B》

図9Bは、表示装置100Bの構成を説明する断面図である。表示装置100Bは、例えば、表示モジュール280の表示装置100に用いることができる（図8参照）。

[0357]

表示装置100Bは、基板301、発光デバイス61W、容量240、及びトランジスタ310を有する。発光デバイス61Wは、例えば、白色光を発することができる。

[0358]

また、表示装置100Bは、着色層183R、着色層183G、及び着色層183Bを有する。着色層183Rは一の発光デバイス61Wと重なり、着色層183Gは他の発光デバイス61Wと重なり、着色層183Bはまた別の発光デバイス61Wと重なる領域を有する。

[0359]

例えば、着色層183Rは赤色の光を透過し、着色層183Gは緑色の光を透過し、着色層183Bは青色の光を透過できる。

[0360]

《表示装置100C》

図10は、表示装置100Cの構成を説明する断面図である。表示装置100Cは、例えば、表示モジュール280の表示装置100に用いることができる（図8参照）。なお、以降の表示装置の説明では、先に説明した表示装置と同様の部分については説明を省略することができる。

[0361]

表示装置100Cは、基板301Bと、基板301Aとを有する。表示装置100Cはトランジスタ310B、容量240、発光デバイス61R、発光デバイス61G、発光デバイス61B、及びトランジスタ310Aを備える。トランジスタ310Aは基板301Aの一部にチャネルを形成し、トランジスタ310Bは基板301Bの一部にチャネルを形成する。

[0362]

[絶縁層345、絶縁層346]

絶縁層345は基板301Bの下面に接し、絶縁層346は絶縁層261の上に位置する。例えば、保護層273に用いることができる無機絶縁膜を、絶縁層345、及び絶縁層346に用いることができる。絶縁層345、及び絶縁層346は、保護層として機能し、不純物が基板301B及び基板301Aに拡散する現象を抑制することができる。

[0363]

[プラグ343]

プラグ343は、基板301B及び絶縁層345を貫通する。絶縁層344は、プラグ343の側面を覆う。例えば、保護層273に用いることができる無機絶縁膜を絶縁層344に用いることができる。絶縁層344は保護層として機能し、不純物が基板301Bに拡散する現象を抑制することができる。

[0364]

[導電層342]

導電層342は、絶縁層345および絶縁層346の間に位置する。また、導電層342は絶縁層335に埋め込まれ、導電層342および絶縁層335で構成される面が平坦化されていると好ま

しい。なお、導電層 342 はプラグ 343 と電氣的に接続される。

[0365]

[導電層 341]

導電層 341 は、絶縁層 346 および絶縁層 335 の間に位置する。また、導電層 341 は絶縁層 336 に埋め込まれ、導電層 341 および絶縁層 336 で構成される面が平坦化されていると好ましい。導電層 341 は、導電層 342 と接合される。これにより、基板 301A は基板 301B と電氣的に接続される。

[0366]

導電層 341 は、導電層 342 と同じ導電材料を用いることが好ましい。例えば、Al、Cr、Cu、Ta、Ti、Mo、W から選ばれた元素を含む金属膜、又は上述した元素を成分とする金属窒化物膜（例えば窒化チタン膜、窒化モリブデン膜、又は窒化タングステン膜）等を用いることができる。特に、導電層 341 及び導電層 342 に、銅を用いることが好ましい。これにより、Cu-Cu（銅・銅）直接接合技術（Cu（銅）のパッド同士を接続することで電氣的導通を図る技術）を適用できる。

[0367]

《表示装置 100D》

図 11 は、表示装置 100D の構成を説明する断面図である。表示装置 100D は、例えば、表示モジュール 280 の表示装置 100 に用いることができる（図 8 参照）。

[0368]

表示装置 100D はバンプ 347 を有し、バンプ 347 は導電層 341 と導電層 342 を接合する。また、バンプ 347 は、導電層 341 と導電層 342 を電氣的に接続する。例えば、金（Au）、ニッケル（Ni）、インジウム（In）、又はスズ（Sn）等を含む導電材料をバンプ 347 に用いることができる。また、例えば、半田をバンプ 347 に用いることができる。

[0369]

また、表示装置 100D は、接着層 348 を有する。接着層 348 は絶縁層 345 および絶縁層 346 を貼り合わせる。

[0370]

《表示装置 100E》

図 12 は、表示装置 100E の構成を説明する断面図である。表示装置 100E は、例えば、表示モジュール 280 の表示装置 100 に用いることができる（図 8 参照）。基板 331 は、図 8 における基板 71 に相当する。絶縁性基板又は半導体基板を基板 331 に用いることができる。表示装置 100E はトランジスタ 320 を有する。なお、トランジスタの構成が OS トランジスタである点において、表示装置 100E は表示装置 100A と相違する。

[0371]

[絶縁層 332]

絶縁層 332 は基板 331 上に設けられる。例えば、酸化シリコン膜よりも水素又は酸素が拡散しにくい膜を、絶縁層 332 に用いることができる。具体的には、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、又は窒化シリコン膜等を絶縁層 332 に用いることができる。これにより、絶縁層 332 は、基板 331 から水又は水素等の不純物がトランジスタ 320 に拡散する現象を防ぐことができる。また、半導体層 321 から絶縁層 332 側に酸素が脱離することを防ぐことができる。

[0372]

[トランジスタ320]

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326、及び導電層327を有する。

[0373]

導電層327は絶縁層332上に設けられ、導電層327はトランジスタ320の第1のゲート電極として機能する。絶縁層326は導電層327を覆う。絶縁層326の一部は、第1のゲート絶縁層として機能する。絶縁層326は、少なくとも半導体層321と接する領域に、酸化物絶縁膜を備える。具体的には、酸化シリコン膜等を用いることが好ましい。また、絶縁層326は、平坦化された上面を備える。半導体層321は、絶縁層326上に設けられる。半導体特性を有する金属酸化物膜を半導体層321に用いることができる。一对の導電層325は、半導体層321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。

[0374]

[絶縁層328、絶縁層264]

絶縁層328は、一对の導電層325の上面及び側面、並びに半導体層321の側面等を覆う。絶縁層264は絶縁層328上に設けられ、層間絶縁層として機能する。また、絶縁層328及び絶縁層264は開口部を備え、当該開口部は半導体層321に達する。例えば、絶縁層332と同様の絶縁膜を絶縁層328に用いることができる。これにより、絶縁層328は、例えば絶縁層264から水又は水素等の不純物が半導体層321に拡散する現象を防ぐことができる。また、半導体層321から酸素が脱離することを防ぐことができる。

[0375]

[絶縁層323]

絶縁層323は、上記の開口部の内部において、絶縁層264、絶縁層328、及び導電層325の側面、並びに半導体層321の上面に接する。

[0376]

[導電層324]

導電層324は、上記の開口部の内部において、絶縁層323に接して、埋め込まれている。導電層324は平坦化处理された上面を有し、高さが絶縁層323の上面、及び絶縁層264の上面と一致又は概略一致する。導電層324は、第2のゲート電極として機能し、絶縁層323は第2のゲート絶縁層として機能する。

[0377]

[絶縁層329、絶縁層265]

絶縁層329は、導電層324、絶縁層323、及び絶縁層264を覆う。絶縁層265は絶縁層329上に設けられ、層間絶縁層として機能する。例えば、絶縁層328及び絶縁層332と同様の絶縁膜を絶縁層329に用いることができる。これにより、水又は水素等の不純物が例えば絶縁層265からトランジスタ320に拡散する現象を防ぐことができる。

[0378]

[プラグ274]

プラグ274は、絶縁層265、絶縁層329、絶縁層264、及び絶縁層328に埋め込まれ、一对の導電層325の一方と電氣的に接続する。プラグ274は、導電層274aおよび導電層2

74bを有する。導電層274a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と接する。また、導電層325の上面の一部を覆う。導電層274bは、導電層274aの上面に接する。例えば、水素及び酸素が拡散しにくい導電材料を導電層274aに好適に用いることができる。

[0379]

《表示装置100F》

図13は、表示装置100Fの構成を説明する断面図である。表示装置100Fは、トランジスタ320Aと、トランジスタ320Bとが積層された構成を有する。トランジスタ320Aおよびトランジスタ320Bはいずれも酸化物半導体を備え、チャネルは当該酸化物半導体に形成される。なお、2つのトランジスタを積層する構成に限られず、例えば3つ以上のトランジスタを積層する構成としてもよい。

[0380]

トランジスタ320A、及びその周辺の構成は、上記表示装置100Eのトランジスタ320およびその周辺の構成とおなじ構成を備える。また、トランジスタ320B、及びその周辺の構成は、上記表示装置100Eのトランジスタ320およびその周辺の構成とおなじ構成を備える。

[0381]

《表示装置100G》

図14は、表示装置100Gの構成を説明する断面図である。表示装置100Gは、トランジスタ310と、トランジスタ320とが積層された構成を有する。トランジスタ310のチャネルは基板301に形成される。また、トランジスタ320は酸化物半導体を備え、チャネルは当該酸化物半導体に形成される。

[0382]

絶縁層261はトランジスタ310を覆い、導電層251は絶縁層261上に設けられる。絶縁層262は導電層251を覆い、導電層252は絶縁層262上に設けられる。また、絶縁層263及び絶縁層332は導電層252を覆う。なお、導電層251及び導電層252は、それぞれ配線として機能する。

[0383]

トランジスタ320は絶縁層332上に設けられ、絶縁層265はトランジスタ320を覆う。また、容量240は絶縁層265上に設けられ、容量240はトランジスタ320と、プラグ274により電氣的に接続される。

[0384]

例えば、画素回路を構成するトランジスタにトランジスタ320を用いることができる。また、例えば、画素回路を構成するトランジスタ、又は当該画素回路を駆動するための駆動回路（ゲートドライバ回路、又はソースドライバ回路等）にトランジスタ310を用いることができる。また、演算回路又は記憶回路等の各種回路にトランジスタ310及びトランジスタ320を用いることができる。これにより、例えば、発光デバイスの直下に画素回路だけでなく、駆動回路を配置することができる。また、駆動回路を表示領域の周辺に設ける構成と比較して、表示装置を小型化することができる。

[0385]

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

実施することができる。

[0386]

(実施の形態9)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について説明する。

[0387]

<表示モジュール>

図15は、表示モジュールの構成を説明する斜視図である。

[0388]

表示モジュールは、表示装置100Hと、IC（集積回路）176と、FPC177またはコネクタと、を有する。表示装置100HはIC176及びFPC177と電氣的に接続される。FPC177は信号及び電力を外部から供給され、表示装置100Hに信号及び電力を供給する。なお、コネクタは導体を電氣的に接続する機構部品であり、当該導体は、表示装置100Hを結合相手となる部品と電氣的に接続することができる。例えば、FPC177を導体に用いることができる。また、コネクタは表示装置100Hを結合相手から切り離すことができる。

[0389]

表示モジュールはIC176を有する。例えば、COG（Chip On Glass）方式等を用いて、IC176を基板14bに設けることができる。また、例えば、COF（Chip On Film）方式等を用いて、IC176をFPCに設けることができる。なお、例えば、ゲートドライバ回路又はソースドライバ回路等をIC176に用いることができる。

[0390]

《表示装置100H》

表示装置100Hは、表示部37b、接続部140、回路164、及び配線165等を有する。

[0391]

図16Aは、表示装置100Hの構成を説明する断面図である。表示装置100Hは、基板16bと基板14bとを有し、基板16bは基板14bと貼り合わされている。表示装置100Hは、一または複数の接続部140を有する。接続部140を表示部37bの外側に設けることができる。例えば、表示部37bの一边に沿って設けることができる。又は複数の辺、例えば四辺を囲むように設けることができる。接続部140において、発光デバイスの共通電極が導電層と電氣的に接続され、当該導電層は共通電極に所定の電位を供給する。

[0392]

配線165はFPC177又はIC176から信号および電力を供給される。配線165は、表示部37b及び回路164に信号及び電力を供給する。

[0393]

例えばゲートドライバ回路を回路164に用いることができる。

[0394]

表示装置100Hは、基板14b、基板16b、トランジスタ201、トランジスタ205、発光デバイス63R、発光デバイス63G、及び発光デバイス63B等を有する（図16A参照）。例えば、発光デバイス63Rは赤色の光83Rを発し、発光デバイス63Gは緑色の光83Gを発し、発光デバイス63Bは青色の光83Bを発する。なお、基板16bの外側には各種光学部材を配置できる。例えば、偏光板、位相差板、光拡散層（例えば拡散フィルム）、反射防止層、及び集光フ

イルム等を配置できる。

[0395]

例えば実施の形態1において説明する発光デバイスを、発光デバイス63R、発光デバイス63G、及び発光デバイス63Bに用いることができる。

[0396]

発光デバイスは導電層171を有し、導電層171は画素電極として機能する。導電層171は凹部を備え、当該凹部は、絶縁層214、絶縁層215、及び絶縁層213に設けられた開口部と重なる。また、トランジスタ205は導電層222bを有し、導電層222bは、導電層171と電氣的に接続される。

[0397]

表示装置100Hは絶縁層272を有する。絶縁層272は、導電層171の端部を覆い、導電層171の凹部を埋める(図16A参照)。

[0398]

表示装置100Hは、保護層273および接着層142を有する。保護層273は、発光デバイス63R、発光デバイス63G、及び発光デバイス63Bを覆う。接着層142は、保護層273および基板16bを接着する。接着層142は、基板16bと保護層273の間を満たす。なお、例えば、発光デバイスと重ならないように接着層142を枠状に形成し、接着層142、基板16bおよび保護層273で囲まれた領域に接着層142とは異なる樹脂を充填してもよい。または、当該領域に不活性ガス(窒素又はアルゴン等)を充填し、中空封止構造を適用してもよい。例えば、接着層122に用いることができる材料を接着層142に適用できる。

[0399]

表示装置100Hは接続部140を有し、接続部140は導電層168を備える。なお、導電層168は電源電位を供給される。また、発光デバイスは導電層173を有し、導電層168は導電層173と電氣的に接続され、導電層173は電源電位を供給される。なお、導電層173は共通電極として機能する。また、例えば、一の導電膜を加工して、導電層171および導電層168を形成することができる。

[0400]

表示装置100Hは、トップエミッション型である。発光デバイスは、基板16b側に光を射出する。導電層171は可視光を反射する材料を含み、導電層173は可視光を透過する。

[0401]

[絶縁層211、絶縁層213、絶縁層215、絶縁層214]

絶縁層211、絶縁層213、絶縁層215、及び絶縁層214がこの順で基板14b上に設けられる。なお、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。

[0402]

例えば、無機絶縁膜を、絶縁層211、絶縁層213、及び絶縁層215に用いることができる。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、又は窒化アルミニウム膜等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、又は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。

[0403]

絶縁層215および絶縁層214は、トランジスタを覆う。絶縁層214は、平坦化層としての機能を有する。例えば、水及び水素等の不純物が拡散しにくい材料を、絶縁層215または絶縁層214に用いることが好ましい。これにより、外部からトランジスタに不純物が拡散する現象を効果的に抑制することができる。また、表示装置の信頼性を高めることができる。

[0404]

例えば、有機絶縁層を絶縁層214に好適に用いることができる。具体的には、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を、有機絶縁層に用いることができる。また、有機絶縁層および無機絶縁層の積層構造を、絶縁層214に用いることができる。これにより、絶縁層214の最表層を、エッチング保護層に用いることができる。例えば、導電層171を所定の形状に加工する際に、凹部が絶縁層214に形成されてしまう現象を抑制することができる。

[0405]

[トランジスタ201、トランジスタ205]

トランジスタ201及びトランジスタ205は、いずれも基板14b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できる。

[0406]

トランジスタ201及びトランジスタ205は、導電層221、絶縁層211、導電層222a及び導電層222b、半導体層231、絶縁層213、並びに、導電層223を有する。絶縁層211は、導電層221と半導体層231との間に位置する。導電層221はゲートとして機能し、絶縁層211は第1のゲート絶縁層として機能する。導電層222a及び導電層222bはソース及びドレインとして機能する。絶縁層213は、導電層223と半導体層231との間に位置する。導電層223はゲートとして機能し、絶縁層213は第2のゲート絶縁層として機能する。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。

[0407]

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、又は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、トップゲート型又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。又は、チャネルが形成される半導体層の上下にゲートが設けられていてもよい。

[0408]

トランジスタ201及びトランジスタ205には、チャネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。又は、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。

[0409]

トランジスタの半導体層の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、又は一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制することがで

きるため好ましい。

[0410]

トランジスタの半導体層は、金属酸化物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が有するトランジスタとして、OSトランジスタを適用することが好ましい。

[0411]

[半導体層]

例えば、インジウム酸化物、ガリウム酸化物、及び亜鉛酸化物を半導体層に用いることができる。また、金属酸化物は、インジウムと、元素Mと、亜鉛と、の中から選ばれる二又は三を有することが好ましい。なお、元素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、コバルト、及びマグネシウムから選ばれた一種又は複数種である。特に、元素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又は複数種であることが好ましい。

[0412]

特に、半導体層に用いる金属酸化物として、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、及び亜鉛(Zn)を含む酸化物(IGZOとも記す)を用いることが好ましい。又は、インジウム、スズ、及び亜鉛を含む酸化物(ITZO(登録商標)とも記す)を用いることが好ましい。又は、インジウム、ガリウム、スズ、及び亜鉛を含む酸化物を用いることが好ましい。又は、インジウム(In)、アルミニウム(Al)、及び亜鉛(Zn)を含む酸化物(IAZOとも記す)を用いることが好ましい。又は、インジウム(In)、アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)、及び亜鉛(Zn)を含む酸化物(AGZOとも記す)を用いることが好ましい。

[0413]

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

[0414]

例えば、原子数比がIn:Ga:Zn=4:2:3又はその近傍の組成と記載する場合、In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In:Ga:Zn=5:1:6又はその近傍の組成と記載する場合、In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In:Ga:Zn=1:1:1又はその近傍の組成と記載する場合、In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。

[0415]

また、半導体層は、組成が異なる2層以上の金属酸化物層を有していてもよい。例えば、 $In:M:Zn=1:3:4$ [原子数比] 若しくはその近傍の組成の第1の金属酸化物層と、当該第1の金属酸化物層上に設けられる $In:M:Zn=1:1:1$ [原子数比] 若しくはその近傍の組成の第2の金属酸化物層と、の積層構造を好適に用いることができる。また、元素Mとして、ガリウム又はアルミニウムを用いることが特に好ましい。

[0416]

また、例えば、インジウム酸化物、インジウムガリウム酸化物、及びIGZOの中から選ばれるいずれかと、IAZO、IAGZO、及びITZO（登録商標）の中から選ばれるいずれかと、の積層構造等を用いてもよい。

[0417]

結晶性を有する酸化物半導体としては、CAAC (c-axis-aligned crystalline) -OS、及びnc (nanocrystalline) -OS等が挙げられる。

[0418]

又は、シリコンをチャネル形成領域に用いたトランジスタ (Siトランジスタ) を用いてもよい。シリコンとしては、単結晶シリコン、多結晶シリコン、及び非晶質シリコン等が挙げられる。特に、半導体層に低温ポリシリコン (LTPS: Low Temperature Poly Silicon) を有するトランジスタ (LTPSトランジスタともいう) を用いることができる。LTPSトランジスタは、電界効果移動度が高く、周波数特性が良好である。

[0419]

LTPSトランジスタ等のSiトランジスタを適用することで、高周波数で駆動する必要のある回路 (例えばデータドライバ回路) を表示部と同一基板上に作り込むことができる。これにより、表示装置に実装される外部回路を簡略化でき、部品コスト及び実装コストを削減できる。

[0420]

OSトランジスタは、非晶質シリコンを用いたトランジスタと比較して電界効果移動度が極めて高い。また、OSトランジスタは、オフ状態におけるソースドレイン間のリーク電流 (オフ電流ともいう) が著しく小さく、当該トランジスタと直列に接続された容量に蓄積した電荷を長期間に亘って保持することが可能である。また、OSトランジスタを適用することで、表示装置の消費電力を低減できる。

[0421]

また、画素回路に含まれる発光デバイスの発光輝度を高くする場合、発光デバイスに流す電流量を大きくする必要がある。このためには、画素回路に含まれている駆動トランジスタのソースドレイン間電圧を高くする必要がある。OSトランジスタは、Siトランジスタと比較して、ソースドレイン間において耐圧が高いため、OSトランジスタのソースドレイン間には高い電圧を印加できる。したがって、画素回路に含まれる駆動トランジスタをOSトランジスタとすることで、発光デバイスに流れる電流量を大きくし、発光デバイスの発光輝度を高くすることができる。

[0422]

また、トランジスタが飽和領域で駆動する場合において、OSトランジスタは、Siトランジスタよりも、ゲートソース間電圧の変化に対して、ソースドレイン間電流の変化を小さくすることができる。このため、画素回路に含まれる駆動トランジスタとしてOSトランジスタを適用するこ

とによって、ソースドレイン間に流れる電流を、ゲートソース間電圧を制御することにより細かく定めることができる。したがって、発光デバイスに流れる電流量を制御できる。このため、画素回路における階調を大きくすることができる。

[0423]

また、トランジスタが飽和領域で駆動するときに流れる電流の飽和特性において、OSトランジスタは、ソースドレイン間電圧が徐々に高くなった場合においても、Siトランジスタよりも安定した電流（飽和電流）を流すことができる。このため、OSトランジスタを駆動トランジスタとして用いることで、例えば、発光デバイスの電流－電圧特性にばらつきが生じた場合においても、発光デバイスに安定した電流を流すことができる。つまり、OSトランジスタは、飽和領域で駆動する場合において、ソースドレイン間電圧を高くしても、ソースドレイン間電流がほぼ変化しない。よって、発光デバイスの発光輝度を安定させることができる。

[0424]

上記のとおり、画素回路に含まれる駆動トランジスタにOSトランジスタを用いることで、黒浮きの抑制、発光輝度の上昇、多階調化、及び発光デバイスのばらつきの抑制等を図ることができる。

[0425]

回路164が有するトランジスタと、表示部107が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路164が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。同様に、表示部107が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。

[0426]

表示部107が有するトランジスタの全てをOSトランジスタとしてもよく、表示部107が有するトランジスタの全てをSiトランジスタとしてもよい。また、表示部107が有するトランジスタの一部をOSトランジスタとし、残りをSiトランジスタとしてもよい。

[0427]

例えば、表示部107にLTPSトランジスタとOSトランジスタとの双方を用いることで、消費電力が低く、駆動能力の高い表示装置を実現できる。また、LTPSトランジスタと、OSトランジスタとを、組み合わせる構成をLTPOという場合がある。なお、例えば配線の導通、非導通を制御するためのスイッチとして機能するトランジスタにOSトランジスタを適用し、電流を制御するトランジスタにLTPSトランジスタを適用することが好ましい。

[0428]

例えば、表示部107が有するトランジスタの1つは、発光デバイスに流れる電流を制御するためのトランジスタとして機能し、駆動トランジスタということができる。駆動トランジスタのソース又はドレインの一方は、発光デバイスの画素電極と電気的に接続される。当該駆動トランジスタには、LTPSトランジスタを用いることが好ましい。これにより、発光デバイスに流れる電流を大きくできる。

[0429]

一方、表示部107が有するトランジスタの他の1つは、画素の選択、非選択を制御するためのスイッチとして機能し、選択トランジスタともいうことができる。選択トランジスタのゲートはゲート線と電気的に接続され、ソース又はドレインの一方は、信号線と電気的に接続される。選択トランジスタには、OSトランジスタを適用することが好ましい。これにより、フレーム周波数を著し

く小さく（例えば1 f p s 以下）しても、画素の階調を維持できるため、静止画を表示する際にドライバを停止することで、消費電力を低減できる。

[0430]

このように本発明の一態様の表示装置は、高い開口率と、高い精細度と、高い表示品位と、低い消費電力と、を兼ね備えることができる。

[0431]

なお、本発明の一態様の表示装置は、OSトランジスタを有し、且つMML構造の発光デバイスを有する構成である。当該構成とすることで、トランジスタに流れうるリーク電流、及び隣接する発光デバイス間に流れうるリーク電流を、極めて低くすることができる。また、上記構成とすることで、表示装置に画像を表示した場合に、観察者が画像のきれ、画像のするどさ、高い彩度、及び高いコントラスト比のいずれか一又は複数を観測できる。なお、トランジスタに流れうるリーク電流、及び発光デバイス間の横リーク電流が極めて低い構成とすることで、例えば黒表示時に生じうる光漏れ（いわゆる黒浮き）が限りなく少ない表示とすることができる。

[0432]

特に、MML構造の発光デバイスは、隣接する発光デバイスの間に流れる電流を、極めて少なくすることができる。

[0433]

[トランジスタ209、トランジスタ210]

図16B、及び図16Cは、表示装置100Hに用いることができるトランジスタの断面構造の他の一例を説明する断面図である。

[0434]

トランジスタ209及びトランジスタ210は、導電層221、絶縁層211、半導体層231、導電層222a、導電層222b、絶縁層225、導電層223、並びに、絶縁層215を有する。半導体層231は、チャネル形成領域231i及び一对の低抵抗領域231nを有する。絶縁層211は、導電層221とチャネル形成領域231iとの間に位置する。導電層221はゲートとして機能し、絶縁層211は第1のゲート絶縁層として機能する。絶縁層225は、少なくとも導電層223とチャネル形成領域231iとの間に位置する。導電層223はゲートとして機能し、絶縁層225は、第2のゲート絶縁層として機能する。導電層222aは、一对の低抵抗領域231nの一方と電氣的に接続し、導電層222bは、一对の低抵抗領域231nの他方と電氣的に接続する。絶縁層215は、導電層223を覆う。絶縁層218は、さらに、トランジスタを覆う。

[0435]

[絶縁層225の構成例1]

トランジスタ209において、絶縁層225は半導体層231の上面及び側面を覆う（図16B参照）。絶縁層225及び絶縁層215は開口部を備え、当該開口部において、導電層222a及び導電層222bは、それぞれ、低抵抗領域231nと電氣的に接続される。なお、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。

[0436]

[絶縁層225の構成例2]

トランジスタ210において、絶縁層225は半導体層231のチャネル形成領域231iと重なり、低抵抗領域231nとは重ならない（図16C参照）。例えば、導電層223をマスクに用い

て、絶縁層 225 を所定の形状に加工することができる。絶縁層 215 は、絶縁層 225 及び導電層 223 を覆う。また、絶縁層 215 は開口部を備え、導電層 222a 及び導電層 222b は、それぞれ低抵抗領域 231n と電氣的に接続される。

[0437]

[接続部 204]

接続部 204 は基板 14b に設けられる。接続部 204 は導電層 166 を備え、導電層 166 は配線 165 と電氣的に接続される。なお、接続部 204 は基板 16b と重ならず、導電層 166 が露出している。なお、一の導電膜を加工して、導電層 166 および導電層 171 を形成することができる。また、導電層 166 は、接続層 242 を介して FPC 177 と電氣的に接続される。例えば、異方性導電フィルム (ACF: Anisotropic Conductive Film)、又は異方性導電ペースト (ACP: Anisotropic Conductive Paste) 等を接続層 242 に用いることができる。

[0438]

《表示装置 100I》

図 17 は、表示装置 100I の構成を説明する断面図である。表示装置 100I は、可撓性を有する点が、表示装置 100H とは異なる。換言すれば、表示装置 100I はフレキシブルディスプレイである。表示装置 100I は基板 14b に替えて基板 17 を有し、基板 16b に替えて基板 18 を有する。基板 17 および基板 18 はいずれも可撓性を有する。

[0439]

表示装置 100I は、接着層 156 および絶縁層 162 を有する。接着層 156 は、絶縁層 162 と基板 17 を貼り合わせる。例えば、接着層 122 に用いることができる材料を、接着層 156 に用いることができる。また、例えば、絶縁層 211、絶縁層 213、又は絶縁層 215 に用いることができる材料を絶縁層 162 に用いることができる。なお、トランジスタ 201 及びトランジスタ 205 は、絶縁層 162 上に設けられる。

[0440]

例えば、作製基板上に絶縁層 162 を形成し、絶縁層 162 上に各トランジスタ、及び発光デバイス等を形成する。続いて、例えば発光デバイス上に接着層 142 を形成し、接着層 142 を用いて作製基板と基板 18 を貼り合わせる。続いて、作製基板を絶縁層 162 から分離し、絶縁層 162 の表面を露出させる。その後、露出した絶縁層 162 の表面に接着層 156 を形成し、接着層 156 を用いて絶縁層 162 と基板 17 を貼り合わせる。これにより、作製基板上に形成した各構成要素を、基板 17 上に転置して、表示装置 100I を作製することができる。

[0441]

《表示装置 100J》

図 18 は、表示装置 100J の構成を説明する断面図である。表示装置 100J は、発光デバイス 63R、発光デバイス 63G 並びに発光デバイス 63B に替えて、発光デバイス 63W を有する点および着色層 183R、着色層 183G 並びに着色層 183B を有する点が、表示装置 100H とは異なる。

[0442]

表示装置 100J は、着色層 183R、着色層 183G、及び着色層 183B を、基板 16b および基板 14b の間に備える。着色層 183R は一の発光デバイス 63W と重なり、着色層 183G

は他の発光デバイス 6 3 W と重なり、着色層 1 8 3 B はまた別の発光デバイス 6 3 W と重なる。

[0 4 4 3]

表示装置 1 0 0 J は遮光層 1 1 7 を有する。例えば、着色層 1 8 3 R と着色層 1 8 3 G の間、着色層 1 8 3 G と着色層 1 8 3 B の間及び着色層 1 8 3 B と着色層 1 8 3 R の間に、遮光層 1 1 7 を有する。また、遮光層 1 1 7 は、接続部 1 4 0 と重なる領域、および回路 1 6 4 と重なる領域を備える。

[0 4 4 4]

発光デバイス 6 3 W は、例えば白色光を発することができる。また、例えば着色層 1 8 3 R は赤色の光を透過し、着色層 1 8 3 G は緑色の光を透過し、着色層 1 8 3 B は青色の光を透過できる。以上により、表示装置 1 0 0 J は、例えば赤色の光 8 3 R、緑色の光 8 3 G、及び青色の光 8 3 B を射出し、フルカラー表示を行うことができる。

[0 4 4 5]

《表示装置 1 0 0 K》

図 1 9 は、表示装置 1 0 0 K の構成を説明する断面図である。表示装置 1 0 0 K は、ボトムエミッション型である点が、表示装置 1 0 0 H とは異なる。発光デバイスは、光 8 3 R、光 8 3 G、及び光 8 3 B を基板 1 4 b 側に射出する。可視光を透過する材料を導電層 1 7 1 に用いる。また、可視光を反射する材料を導電層 1 7 3 に用いる。

[0 4 4 6]

《表示装置 1 0 0 L》

図 2 0 は、表示装置 1 0 0 L の構成を説明する断面図である。表示装置 1 0 0 L は、可撓性を有する点およびボトムエミッション型である点が、表示装置 1 0 0 H とは異なる。表示装置 1 0 0 L は基板 1 4 b に替えて基板 1 7 を有し、基板 1 6 b に替えて基板 1 8 を有する。基板 1 7 および基板 1 8 はいずれも可撓性を有する。発光デバイスは、光 8 3 R、光 8 3 G、及び光 8 3 B を基板 1 4 b 側に射出する。

[0 4 4 7]

また、導電層 2 2 1、及び導電層 2 2 3 は、可視光に対して透光性を有してもよいし、可視光に対して反射性を有してもよい。導電層 2 2 1 及び導電層 2 2 3 が可視光に対して透光性を有する場合、表示部 1 0 7 における可視光の透過率を高めることができる。一方、導電層 2 2 1 及び導電層 2 2 3 が可視光に対して反射性を有する場合、半導体層 2 3 1 に入射する可視光を低減することができる。また、半導体層 2 3 1 へのダメージを軽減できる。これにより、表示装置 1 0 0 K、又は表示装置 1 0 0 L の信頼性を高めることができる。

[0 4 4 8]

なお、表示装置 1 0 0 H、又は表示装置 1 0 0 I 等のトップエミッション型の表示装置であっても、トランジスタ 2 0 5 を構成する層の少なくとも一部を、可視光に対して透光性を有する構成としてもよい。この場合、導電層 1 7 1 も、可視光に対して透光性を有する構成とする。以上により、表示部 1 0 7 における可視光の透過率を高めることができる。

[0 4 4 9]

《表示装置 1 0 0 M》

図 2 1 は、表示装置 1 0 0 M の構成を説明する断面図である。表示装置 1 0 0 M は、発光デバイス 6 3 R、発光デバイス 6 3 G 並びに発光デバイス 6 3 B に替えて、発光デバイス 6 3 W を有する点、

着色層 1 8 3 R、着色層 1 8 3 G 並びに着色層 1 8 3 B を有する点およびボトムエミッション型である点が、表示装置 1 0 0 H とは異なる。

[0 4 5 0]

表示装置 1 0 0 M は、着色層 1 8 3 R、着色層 1 8 3 G、及び着色層 1 8 3 B を有する。また、表示装置 1 0 0 M は遮光層 1 1 7 を有する。

[0 4 5 1]

[着色層 1 8 3 R、着色層 1 8 3 G、及び着色層 1 8 3 B]

着色層 1 8 3 R は一の発光デバイス 6 3 W および基板 1 4 b の間に位置し、着色層 1 8 3 G は他の発光デバイス 6 3 W および基板 1 4 b の間に位置し、着色層 1 8 3 B はまた別の発光デバイス 6 3 W および基板 1 4 b の間に位置する。例えば、絶縁層 2 1 5 および絶縁層 2 1 4 の間に、着色層 1 8 3 R、着色層 1 8 3 G、及び着色層 1 8 3 B を設けることができる。

[0 4 5 2]

[遮光層 1 1 7]

遮光層 1 1 7 は基板 1 4 b 上に設けられ、遮光層 1 1 7 は基板 1 4 b およびトランジスタ 2 0 5 の間に位置する。なお、絶縁層 1 5 3 は、遮光層 1 1 7 およびトランジスタ 2 0 5 の間に位置する。例えば、遮光層 1 1 7 は発光デバイス 6 3 W の発光領域と重ならない。また、例えば、遮光層 1 1 7 は接続部 1 4 0、及び回路 1 6 4 と重なる。

[0 4 5 3]

遮光層 1 1 7 は、表示装置 1 0 0 K、又は表示装置 1 0 0 L に設けることもできる。この場合、発光デバイス 6 3 R、発光デバイス 6 3 G、及び発光デバイス 6 3 B が発する光が例えば基板 1 4 b により反射され、表示装置 1 0 0 K、又は表示装置 1 0 0 L の内部で拡散することを抑制することができる。これにより、表示装置 1 0 0 K、及び表示装置 1 0 0 L は、表示品位が高い表示装置とすることができる。一方、遮光層 1 1 7 を設けないことにより、発光デバイス 6 3 R、発光デバイス 6 3 G、及び発光デバイス 6 3 B が発する光の光取り出し効率を高めることができる。

[0 4 5 4]

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。

[0 4 5 5]

(実施の形態 1 0)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について説明する。

[0 4 5 6]

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

[0 4 5 7]

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型若しくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用のモニタ、デジタルサイネージ、及びパチンコ機等の大型ゲーム機等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、及び音響再生装置等が挙げられる。

[0 4 5 8]

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

[0459]

本発明の一態様の表示装置は、HD（画素数1280×720）、FHD（画素数1920×1080）、WQHD（画素数2560×1440）、WQXGA（画素数2560×1600）、4K（画素数3840×2160）、8K（画素数7680×4320）といった極めて高い解像度を有していることが好ましい。特に4K、8K、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、100ppi以上が好ましく、300ppi以上が好ましく、500ppi以上がより好ましく、1000ppi以上がより好ましく、2000ppi以上がより好ましく、3000ppi以上がより好ましく、5000ppi以上がより好ましく、7000ppi以上がさらに好ましい。このように高い解像度及び高い精細度の一方又は双方を有する表示装置を用いることで、携帯型又は家庭用途等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等をより高めることが可能となる。また、本発明の一態様の表示装置の画面比率（アスペクト比）については、特に限定はない。例えば、表示装置は、1：1（正方形）、4：3、16：9、及び16：10等様々な画面比率に対応できる。

[0460]

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、又は赤外線を測定する機能を含むもの）を有してもよい。

[0461]

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、又はテキスト画像等）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、若しくは時刻等を表示する機能、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、又は記録媒体に記録されているプログラム若しくはデータを読み出す機能等を有することができる。

[0462]

図22A乃至図22Dを用いて、頭部に装着可能なウェアラブル機器の一例を説明する。これらウェアラブル機器は、ARのコンテンツを表示する機能、VRのコンテンツを表示する機能、SRのコンテンツを表示する機能、MRのコンテンツを表示する機能のうち少なくとも一つを有する。電子機器が、AR、VR、SR、及びMR等のうち少なくとも一つのコンテンツを表示する機能を有することで、使用者の没入感を高めることが可能となる。

[0463]

図22Aに示す電子機器6700A、及び図22Bに示す電子機器6700Bは、それぞれ、一対の表示パネル6751と、一対の筐体6721と、通信部（図示しない）と、一対の装着部6723と、制御部（図示しない）と、撮像部（図示しない）と、一対の光学部材6753と、フレーム6757と、一対の鼻パッド6758と、を有する。

[0464]

表示パネル6751には、本発明の一態様の表示装置を適用できる。したがって、信頼性が高い電

子機器とすることができる。

[0465]

電子機器6700A、及び電子機器6700Bは、それぞれ、光学部材6753の表示領域6756に、表示パネル6751で表示した画像を投影できる。光学部材6753は透光性を有するため、使用者は光学部材6753を通して視認される透過像に重ねて、表示領域に表示された画像を見ることができる。したがって、電子機器6700A、及び電子機器6700Bは、それぞれAR表示が可能な電子機器である。

[0466]

電子機器6700A、及び電子機器6700Bには、撮像部として、前方を撮像することのできるカメラが設けられていてもよい。また、電子機器6700A、及び電子機器6700Bは、それぞれ、ジャイロセンサ等の加速度センサを備えることで、使用者の頭部の向きを検知して、その向きに応じた画像を表示領域6756に表示することもできる。

[0467]

通信部は無線通信機を有し、当該無線通信機により例えば映像信号を供給できる。なお、無線通信機に代えて、又は無線通信機に加えて、映像信号及び電源電位が供給されるケーブルを接続可能なコネクタを備えていてもよい。

[0468]

また、電子機器6700A、及び電子機器6700Bには、バッテリーが設けられており、無線及び有線的一方又は双方によって充電できる。

[0469]

筐体6721には、タッチセンサモジュールが設けられていてもよい。タッチセンサモジュールは、筐体6721の外側の面がタッチされることを検出する機能を有する。タッチセンサモジュールにより、使用者のタップ操作又はスライド操作等を検出し、様々な処理を実行できる。例えば、タップ操作によって動画の一時停止又は再開等の処理を実行することが可能となり、スライド操作により、早送り又は早戻しの処理を実行すること等が可能となる。また、2つの筐体6721のそれぞれにタッチセンサモジュールを設けることで、操作の幅を広げることができる。

[0470]

タッチセンサモジュールとしては、様々なタッチセンサを適用できる。例えば、静電容量方式、抵抗膜方式、赤外線方式、電磁誘導方式、表面弾性波方式、又は光学方式等、種々の方式を採用できる。特に、静電容量方式又は光学方式のセンサを、タッチセンサモジュールに適用することが好ましい。

[0471]

光学方式のタッチセンサを用いる場合には、受光素子として、光電変換素子（光電変換デバイスともいう）を用いることができる。光電変換素子の活性層には、無機半導体及び有機半導体の一方又は双方を用いることができる。

[0472]

図22Cに示す電子機器6800A、及び図22Dに示す電子機器6800Bは、それぞれ、一対の表示部6820と、筐体6821と、通信部6822と、一対の装着部6823と、制御部6824と、一対の撮像部6825と、一対のレンズ6832と、を有する。

[0473]

表示部 6820 には、本発明の一態様の表示装置を適用できる。したがって、信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0474]

表示部 6820 は、筐体 6821 の内部の、レンズ 6832 を通して視認できる位置に設けられる。また、一对の表示部 6820 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もできる。

[0475]

電子機器 6800A、及び電子機器 6800B は、それぞれ、VR 向けの電子機器ということが出来る。電子機器 6800A 又は電子機器 6800B を装着した使用者は、レンズ 6832 を通して、表示部 6820 に表示される画像を視認できる。

[0476]

電子機器 6800A、及び電子機器 6800B は、それぞれ、レンズ 6832 及び表示部 6820 が、使用者の目の位置に応じて最適な位置となるように、これらの左右の位置を調整可能な機構を有していることが好ましい。また、レンズ 6832 と表示部 6820 との距離を変えることで、ピントを調整する機構を有していることが好ましい。

[0477]

装着部 6823 により、使用者は電子機器 6800A 又は電子機器 6800B を頭部に装着できる。なお、例えば図 22C においては、メガネのつる（ジョイント、又はテンプル等ともいう）のような形状として例示しているがこれに限定されない。装着部 6823 は、使用者が装着できればよく、例えば、ヘルメット型又はバンド型の形状としてもよい。

[0478]

撮像部 6825 は、外部の情報を取得する機能を有する。撮像部 6825 が取得したデータは、表示部 6820 に出力できる。撮像部 6825 には、イメージセンサを用いることができる。また、望遠、及び広角等の複数の画角に対応可能なように複数のカメラを設けてもよい。

[0479]

なお、ここでは撮像部 6825 を有する例を示したが、対象物の距離を測定することのできる測距センサ（検知部ともいう）を設ければよい。すなわち、撮像部 6825 は、検知部の一態様である。検知部としては、例えばイメージセンサ、又はライダー（L I D A R : L i g h t D e t e c t i o n a n d R a n g i n g）等の距離画像センサを用いることができる。カメラ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用いることにより、より多くの情報を取得し、より高精度なジェスチャー操作を可能とすることができる。

[0480]

電子機器 6800A は、骨伝導イヤフォンとして機能する振動機構を有してもよい。例えば、表示部 6820、筐体 6821、及び装着部 6823 のいずれか一又は複数に、当該振動機構を有する構成を適用できる。これにより、別途、ヘッドフォン、イヤフォン、又はスピーカ等の音響機器を必要とせず、電子機器 6800A を装着しただけで映像と音声を楽しむことができる。

[0481]

電子機器 6800A、及び電子機器 6800B は、それぞれ、入力端子を有してもよい。入力端子には映像出力機器等からの映像信号、及び電子機器内に設けられるバッテリーを充電するための電力等を供給するケーブルを接続できる。

[0482]

本発明の一態様の電子機器は、イヤフォン6750と無線通信を行う機能を有してもよい。イヤフォン6750は、通信部（図示しない）を有し、無線通信機能を有する。イヤフォン6750は、無線通信機能により、電子機器から情報（例えば音声データ）を受信できる。例えば、図22Aに示す電子機器6700Aは、無線通信機能によって、イヤフォン6750に情報を送信する機能を有する。また、例えば、図22Cに示す電子機器6800Aは、無線通信機能によって、イヤフォン6750に情報を送信する機能を有する。

[0483]

また、電子機器がイヤフォン部を有してもよい。図22Bに示す電子機器6700Bは、イヤフォン部6727を有する。例えば、イヤフォン部6727と制御部とは、互いに有線接続される構成とすることができる。イヤフォン部6727と制御部とをつなぐ配線の一部は、筐体6721又は装着部6723の内部に配置されていてもよい。

[0484]

同様に、図22Dに示す電子機器6800Bは、イヤフォン部6827を有する。例えば、イヤフォン部6827と制御部6824とは、互いに有線接続される構成とすることができる。イヤフォン部6827と制御部6824とをつなぐ配線の一部は、筐体6821又は装着部6823の内部に配置されていてもよい。また、イヤフォン部6827と装着部6823とがマグネットを有してもよい。これにより、イヤフォン部6827を装着部6823に磁力によって固定でき、収納が容易となり好ましい。

[0485]

なお、電子機器は、イヤフォン又はヘッドフォン等を接続できる音声出力端子を有してもよい。また、電子機器は、音声入力端子及び音声入力機構の一方又は双方を有してもよい。音声入力機構としては、例えば、マイク等の集音装置を用いることができる。電子機器が音声入力機構を有することで、電子機器に、いわゆるヘッドセットとしての機能を付与してもよい。

[0486]

このように、本発明の一態様の電子機器としては、メガネ型（電子機器6700A、及び電子機器6700B等）と、ゴーグル型（電子機器6800A、及び電子機器6800B等）と、のどちらも好適である。

[0487]

また、本発明の一態様の電子機器は、有線又は無線によって、イヤフォンに情報を送信できる。

[0488]

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

[0489]

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。

[0490]

表示部6502に、本発明の一態様の表示装置を適用できる。したがって、信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0491]

図23Bは、筐体6501のマイク6506側の端部を含む断面概略図である。

[0492]

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、及びバッテリー6518等が配置されている。

[0493]

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。

[0494]

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、当該折り返された領域にFPC6515が接続される。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る。

[0495]

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を適用できる。このため、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。

[0496]

図23C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。

[0497]

表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用できる。したがって、信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0498]

図23C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。又は、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もよい。リモコン操作機7111が備える操作キー又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できる。

[0499]

なお、テレビジョン装置7100は、受信機及びモデム等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又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）又は双方向（送信者と受信者間、或いは受信者同士等）の情報通信を行うことも可能である。

[0500]

図23Dに、ノート型パーソナルコンピュータの一例を示す。ノート型パーソナルコンピュータ7

200は、筐体7211、キーボード7212、ポインティングデバイス7213、及び外部接続ポート7214等を有する。筐体7211に、表示部7000が組み込まれている。

[0501]

表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用できる。したがって、信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0502]

図23E及び図23Fに、デジタルサイネージの一例を示す。

[0503]

図23E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、又は操作スイッチを含む）、接続端子、各種センサ、及びマイクロフォン等を有することができる。

[0504]

図23F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。

[0505]

図23E及び図23Fにおいて、表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用できる。したがって、信頼性が高い電子機器とすることができる。

[0506]

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。

[0507]

表示部7000にタッチパネルを適用することで、表示部7000に画像又は動画を表示するだけでなく、使用者が直感的に操作でき、好ましい。また、路線情報若しくは交通情報等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。

[0508]

また、図23E及び図23Fに示すように、デジタルサイネージ7300又はデジタルサイネージ7400は、使用者が所持するスマートフォン等の情報端末機7311又は情報端末機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又は情報端末機7411の画面に表示させることができる。また、情報端末機7311又は情報端末機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。

[0509]

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

[0510]

図24A乃至図24G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、又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、又は赤外線

測定する機能を含むもの）、及びマイクロフォン 9008等を有する。

[0511]

図24A乃至図24G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、又はテキスト画像等）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付若しくは時刻等を表示する機能、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、又は記録媒体に記録されているプログラム若しく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もよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画又は動画を撮影し、記録媒体（外部又はカメラに内蔵）に保存する機能、及び撮影した画像を表示部に表示する機能等を有してもよい。

[0512]

図24A乃至図24Gに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

[0513]

図24Aは、携帯情報端末9101を示す斜視図である。携帯情報端末9101は、例えばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末9101は、スピーカ9003、接続端子9006、又はセンサ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できる。図24Aでは3つのアイコン9050を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することもできる。情報9051の一例としては、電子メール、SNS、電話等の着信の通知、電子メール又はSNS等の題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、及び電波強度等がある。又は、情報9051が表示されている位置には例えばアイコン9050を表示してもよい。

[0514]

図24Bは、携帯情報端末9102を示す斜視図である。携帯情報端末9102は、表示部9001の3面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報9052、情報9053、及び情報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。

[0515]

図24Cは、タブレット端末9103を示す斜視図である。タブレット端末9103は、一例として、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、及びコンピュータゲーム等の種々のアプリケーションの実行が可能である。タブレット端末9103は、筐体9000の正面に表示部9001、カメラ9002、マイクロフォン9008、及びスピーカ9003を有し、筐体9000の左側面には操作作用のボタンとしての操作キー9005、底面には接続端子9006を有する。

[0516]

図24Dは、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。携帯情報端末9200は、例えばスマートウォッチ（登録商標）として用いることができる。また、表示部9001はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末9200は、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話

することもできる。また、携帯情報端末 9200 は、接続端子 9006 により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うこと、及び充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

[0517]

図 24E 乃至図 24G 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 24E は携帯情報端末 9201 を展開した状態、図 24G は折り畳んだ状態、図 24F は図 24E と図 24G 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 0.1 mm 以上 150 mm 以下で曲げることができる。

[0518]

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

[実施例 1]

[0519]

本実施例では、本発明の一態様の表示装置について、図 25 乃至図 35 を参照しながら説明する。

[0520]

図 25A は作製した表示装置の構成を説明する上面図であり、図 25B は、切断線 P-Q における断面の構成を説明する断面図である。

[0521]

図 26 は、作製した表示装置の構成を説明する走査電子顕微鏡写真である。なお、観察には集束イオンビーム／走査電子顕微鏡複合装置（日立ハイテク社製）を用いた。

[0522]

図 27A は、作製した表示装置の断面の構成を説明する走査型透過電子顕微鏡写真であり、図 27B は、図 27A の一部の構成を説明する走査型透過電子顕微鏡写真である。

[0523]

図 28A は、作製した表示装置の断面の構成を説明する走査型透過電子顕微鏡写真であり、図 28B は、図 28A の一部の構成を説明する走査型透過電子顕微鏡写真である。

[0524]

図 29A は、作製した表示装置の画素の構成を説明する顕微鏡写真であり、図 29B 乃至図 29D は、図 29A の一部を発光させた状態を説明する図である。

[0525]

図 30 は、作製した表示装置の発光デバイス 550B の相対位置－輝度特性を説明する図である。

[0526]

図 31 は、作製した表示装置および発光デバイス 550B の発光スペクトルを説明する図である。

[0527]

図 32 は、作製した表示装置の発光デバイス 550C の相対位置－輝度特性を説明する図である。

[0528]

図 3 3 は、作製した表示装置および発光デバイス 5 5 0 C の発光スペクトルを説明する図である。

[0 5 2 9]

図 3 4 は、作製した表示装置の発光デバイス 5 5 0 D の相対位置－輝度特性を説明する図である。

[0 5 3 0]

図 3 5 は、作製した表示装置および発光デバイス 5 5 0 D の発光スペクトルを説明する図である。

[0 5 3 1]

< 表示装置 7 0 0 >

本実施例で説明する作製した表示装置 7 0 0 は、発光デバイス 5 5 0 A と、発光デバイス 5 5 0 B と、発光デバイス 5 5 0 C と、発光デバイス 5 5 0 D と、を有する（図 2 5 乃至図 2 8 参照）。

[0 5 3 2]

《発光デバイス 5 5 0 A の構成》

発光デバイス 5 5 0 A は、電極 5 5 1 A、層 1 1 1 A、層 1 1 2 A および電極 5 5 2 A を備える（図 2 5 乃至図 2 8 参照）。層 1 1 1 A は、電極 5 5 1 A および電極 5 5 2 A の間に挟まれ、層 1 1 1 A は、発光性の材料 EMA を含む。層 1 1 2 A は、層 1 1 1 A および電極 5 5 1 A の間に挟まれる。

[0 5 3 3]

《発光デバイス 5 5 0 B の構成》

発光デバイス 5 5 0 B は、電極 5 5 1 B、層 1 1 1 B、層 1 1 2 B および電極 5 5 2 B を備える。電極 5 5 1 B は電極 5 5 1 A と隣接し、電極 5 5 1 B は、電極 5 5 1 A との間に間隙 5 5 1 A B を備える。また、層 1 1 1 B は、電極 5 5 1 B および電極 5 5 2 B の間に挟まれ、層 1 1 1 B は、発光性の材料 EMB を含む。層 1 1 2 B は、層 1 1 1 B および電極 5 5 1 B の間に挟まれ、層 1 1 2 B は、層 1 1 2 A と間隙 5 5 1 A B 上で連続する。なお、電極 5 5 1 B は反射膜 R E F B 1 として機能する導電膜上に形成され、電極 5 5 1 A は反射膜 R E F A 1 として機能する導電膜上に形成されている。反射膜 R E F B 1 と反射膜 R E F A 1 の距離は、 $0.68\mu\text{m}$ であった（図 2 7 B 参照）。

[0 5 3 4]

《発光デバイス 5 5 0 C の構成》

発光デバイス 5 5 0 C は、電極 5 5 1 C、層 1 1 1 C、層 1 1 2 C および電極 5 5 2 C を備える（図 2 5、図 2 6 および図 2 8 参照）。電極 5 5 1 C は、電極 5 5 1 B と隣接し、電極 5 5 1 C は、電極 5 5 1 B との間に間隙 5 5 1 B C を備える。また、層 1 1 1 C は、電極 5 5 1 C および電極 5 5 2 C の間に挟まれ、層 1 1 1 C は、発光性の材料 EMC を含む。層 1 1 2 C は、層 1 1 1 C および電極 5 5 1 C の間に挟まれ、層 1 1 2 C は、層 1 1 2 B との間に間隙 1 1 2 B C を備え、間隙 1 1 2 B C は、間隙 5 5 1 B C と重なる。なお、電極 5 5 1 C は反射膜 R E F C 1 として機能する導電膜上に形成され、電極 5 5 1 B は反射膜 R E F B 1 として機能する導電膜上に形成されている。反射膜 R E F C 1 と反射膜 R E F B 1 の距離は、 $0.65\mu\text{m}$ であった（図 2 8 B 参照）。

[0 5 3 5]

《発光デバイス 5 5 0 D の構成》

発光デバイス 5 5 0 D は、電極 5 5 1 D、層 1 1 1 D、層 1 1 2 D および電極 5 5 2 D を備える（図 2 5 および図 2 6 参照）。電極 5 5 1 D は電極 5 5 1 C と隣接し、電極 5 5 1 D は、電極 5 5 1 C との間に間隙 5 5 1 C D を備える。また、層 1 1 1 D は、電極 5 5 1 D および電極 5 5 2 D の

間に挟まれ、層 1 1 1 D は発光性の材料 EMD を含む。層 1 1 2 D は、層 1 1 1 D および電極 5 5 1 D の間に挟まれ、層 1 1 2 D は、層 1 1 2 C との間に間隙 1 1 2 C D を備え、間隙 1 1 2 C D は、間隙 5 5 1 C D と重なる。

[0536]

《表示装置の動作特性 1》

電力と表示信号を供給すると、表示装置は画像を表示した。表示装置の動作特性を、室温にて測定した。なお、輝度、CIE 色度および発光スペクトルの測定には、光学顕微鏡（オリンパス社製、MX50）に接続した二次元分光放射計（トプコン社製、SR-5000HM）を用いた。

[0537]

発光デバイス 550B、発光デバイス 550C または発光デバイス 550D のみを発光させた状態（1dot 表示）における、半径 $1\mu\text{m}$ の領域の CIE 色度を表 1 に示す。また、発光デバイス 550B と同じ色の複数の発光デバイスを発光させた状態、発光デバイス 550C と同じ色の複数の発光デバイスを発光させた状態または発光デバイス 550D と同じ色の複数の発光デバイスを発光させた状態（全面表示）における、半径 1mm の領域の CIE 色度を表 1 に示す。

[0538]

[表 1]

	発光デバイス B		発光デバイス C		発光デバイス D	
	色度 _x	色度 _y	色度 _x	色度 _y	色度 _x	色度 _y
1dot 表示 $1\mu\text{m}\phi$	0.143	0.036	0.260	0.703	0.690	0.310
全面表示 $1\text{mm}\phi$	0.143	0.039	0.262	0.701	0.690	0.310

[0539]

作製した表示装置に信号を供給し、青色の発光デバイス、緑色の発光デバイスおよび赤色の発光デバイスを発光させ、全体で白色を表示した（図 29A 参照）。

[0540]

また、表示装置の動作特性 2 乃至表示装置の動作特性 4 において詳細に説明するが、複数の同一色の発光デバイスが表示する色の発光スペクトルと、一の発光デバイスが表示する色の発光スペクトルが良く一致した。これにより、一の発光デバイスを発光させたときに、他の発光デバイスが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できることが確認できた。また、表示装置が表示可能な色域を広げることができた。表示装置の精細度を高めることができた。また、高い精細度（2731ppi）を実現することができた。また、高い画素開口率（43.3%）を実現することができた。また、表示装置の作製工程において、膜が剥がれてしまう現象を防止することができた。また、表示装置の作製工程において、例えば、層 1 1 1 A または層 1 1 1 B が剥がれてしまう現象を防止することができた。

[0541]

《表示装置の動作特性 2》

作製した表示装置に信号を供給し、一組の画素 703 が備える発光デバイス 550B のみを発光させ、図中の R1-R2 間の輝度の分布および C1-C2 間の輝度の分布を測定した（図 29B および図 30 参照）。発光デバイス 550B は長方形の発光領域を備えるため、C1-C2 間の輝度の

分布は、R 1－R 2間の輝度の分布より幅が広がった。また、発光デバイス 5 5 0 Bに隣接する他の発光デバイスは、発光していないことが確認できた。

[0 5 4 2]

発光デバイス 5 5 0 Bのみを発光させた。この状態における半径 1 μ mの領域から射出される光の発光スペクトル（5 5 0 B－1 d o t）に、他の色の発光デバイスからの発光を確認することはできなかった（図 3 1 参照）。また、表示装置全体が備える、発光デバイス 5 5 0 Bと同じ色の複数の発光デバイスを発光させた状態において、半径 1 mmの領域から射出される光の発光スペクトル（5 5 0 B－1 mm ϕ ）に、他の色の発光デバイスからの発光を確認することはできなかった（図 3 1 参照）。

[0 5 4 3]

これにより、発光デバイス 5 5 0 Bを発光させたときに、他の発光デバイスが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できることが確認できた。また、表示装置が表示可能な色域を広げることができた。

[0 5 4 4]

《表示装置の動作特性 3》

作製した表示装置に信号を供給し、一組の画素 7 0 3が備える発光デバイス 5 5 0 Cのみを発光させ、図中のR 3－R 4間の輝度の分布およびC 3－C 4間の輝度の分布を測定した（図 2 9 Cおよび図 3 2 参照）。発光デバイス 5 5 0 Cは正方形の発光領域を備えるため、C 3－C 4間の輝度の分布は、R 3－R 4間の輝度の分布とおおよそ同じだった。また、発光デバイス 5 5 0 Cに隣接する他の発光デバイスは、発光していないことが確認できた。

[0 5 4 5]

発光デバイス 5 5 0 Cのみを発光させた。この状態における半径 1 μ mの領域から射出される光の発光スペクトル（5 5 0 C－1 d o t）に、他の色の発光デバイスからの発光を確認することはできなかった（図 3 3 参照）。また、表示装置全体が備える、発光デバイス 5 5 0 Cと同じ色の複数の発光デバイスを発光させた状態において、半径 1 mmの領域から射出される光の発光スペクトル（5 5 0 C－1 mm ϕ ）に、他の色の発光デバイスからの発光を確認することはできなかった（図 3 3 参照）。

[0 5 4 6]

これにより、発光デバイス 5 5 0 Cを発光させたときに、他の発光デバイスが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できることが確認できた。また、表示装置が表示可能な色域を広げることができた。

[0 5 4 7]

《表示装置の動作特性 4》

作製した表示装置に信号を供給し、一組の画素 7 0 3が備える発光デバイス 5 5 0 Dのみを発光させ、図中のR 5－R 6間の輝度の分布およびC 5－C 6間の輝度の分布を測定した（図 2 9 Dおよび図 3 4 参照）。発光デバイス 5 5 0 Dは正方形の発光領域を備えるため、C 5－C 6間の輝度の分布は、R 5－R 6間の輝度の分布とおおよそ同じだった。また、発光デバイス 5 5 0 Dに隣接する他の発光デバイスは、発光していないことが確認できた。

[0 5 4 8]

発光デバイス 5 5 0 Dのみを発光させた。この状態における半径 1 μ mの領域から射出される光の

発光スペクトル（550D-1dot）に、他の色の発光デバイスからの発光を確認することはできなかった（図35参照）。また、表示装置全体が備える、発光デバイス550Dと同じ色の複数の発光デバイスを発光させた状態において、半径1mmの領域から射出される光の発光スペクトル（550D-1mmφ）に、他の色の発光デバイスからの発光を確認することはできなかった（図35参照）。

[0549]

これにより、発光デバイス550Dを発光させたときに、他の発光デバイスが意図しない輝度で発光してしまう現象の発生を抑制できることが確認できた。また、表示装置が表示可能な色域を広げることができた。

[実施例2]

[0550]

本実施例では、作製した本発明の一態様の表示装置に用いることができる発光デバイス1乃至発光デバイス3について、図36乃至図41を参照しながら説明する。

[0551]

図36Aは、発光デバイス550Xの構成を説明する図であり、図36Bは、図36Aとは異なる発光デバイス550Xの構成を説明する図である。

[0552]

図37は、発光デバイス1、発光デバイス2、発光デバイス3の電流密度－輝度特性を説明する図である。

[0553]

図38は、発光デバイス1、発光デバイス2、発光デバイス3の輝度－電流効率特性を説明する図である。

[0554]

図39は、発光デバイス1、発光デバイス2、発光デバイス3の電圧－輝度特性を説明する図である。

[0555]

図40は、発光デバイス1、発光デバイス2、発光デバイス3の電圧－電流特性を説明する図である。

[0556]

図41は、発光デバイス1、発光デバイス2、発光デバイス3を1000cd/m²の輝度で発光させた際の発光スペクトルを説明する図である。

[0557]

<発光デバイス1>

本実施例で説明する作製した発光デバイス1は、発光デバイス550Xと同様の構成を備える（図36A参照）。なお、発光デバイス1は、実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dに用いることができる。

[0558]

《発光デバイス1の構成》

発光デバイス1の構成を表2に示す。また、本実施例で説明する発光デバイスに用いた材料の構造式を以下に示す。なお、本実施例の表中において、下付き文字および上付き文字は、便宜上、標準

の大きさに記載される。例えば、略称に用いる下付き文字および単位に用いる上付き文字は、表中において、標準の大きさに記載される。表中のこれらの記載は、明細書の記載を参酌して読み替えることができる。

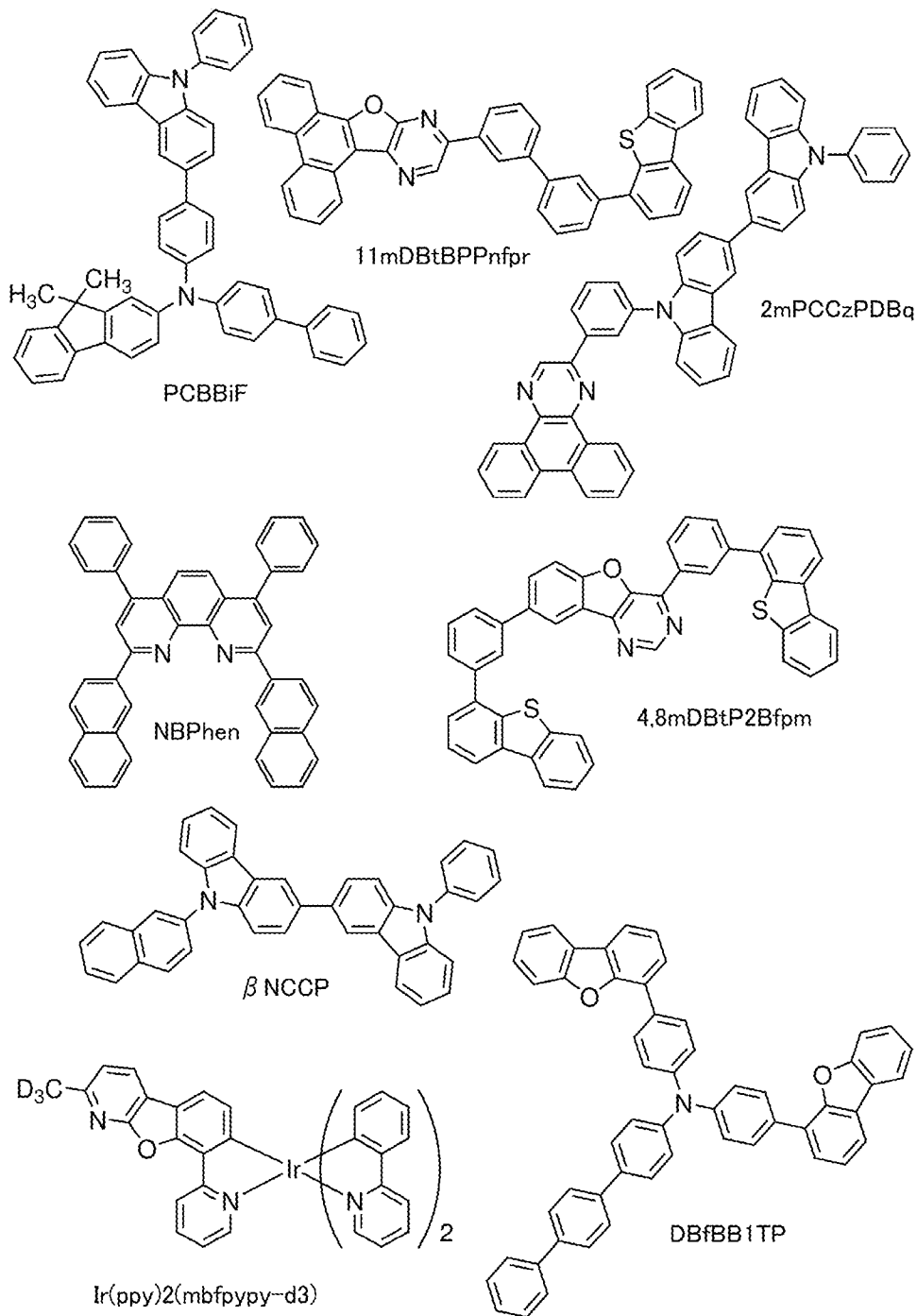
[0559]

[表2]

構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
層	CAP	ITO		70
電極	552X	Ag:Mg	1:0.1	25
層	105X	LiF:Yb	1:0.5	1.5
層	113X2	NBPhen		20
層	113X1	2mPCCzPDBq		20
		11mDBtBPPnfpr:	0.7:	
層	111X	PCBBiF:	0.3:	40
		OCPG-006	0.05	
層	112X	PCBBiF		25
層	104X	PCBBiF:OCHD-003	1:0.03	10
電極	551X	ITSO		70
反射膜	REF3	Ti		6
反射膜	REF2	Al		70
反射膜	REF1	Ti		50

[0560]

[化3]



[0561]

《発光デバイス1の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、本実施例で説明する発光デバイス1を作製した。

[0562]

[第1のステップ]

第1のステップにおいて、反射膜REF1、反射膜REF2および反射膜REF3を積層した。具体的には、ターゲットにチタン (Ti) を用いて、スパッタリング法により反射膜REF1を形成した。なお、反射膜REF1はTiを含み、50nmの厚さを備える。また、ターゲットにアルミニウム (Al) を用いて、スパッタリング法により反射膜REF2を形成した。なお、反射膜REF2はAlを含み、70nmの厚さを備える。また、ターゲットにチタン (Ti) を用いて、スパ

ッタリング法により反射膜REF3を形成した。なお、反射膜REF3はTiを含み、6nmの厚さを備える。

[0563]

[第2のステップ]

第2のステップにおいて、反射膜REF3上に電極551Xを形成した。具体的には、ターゲットにシリコンもしくは酸化シリコンを含有した酸化インジウム－酸化スズ（略称：ITO）を用いて、スパッタリング法により形成した。なお、電極551XはITOを含み、70nmの厚さと、 4mm^2 （ $2\text{mm} \times 2\text{mm}$ ）の面積を備える。

[0564]

次いで、電極が形成されたワークピースを水で洗浄し、 200°C で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。その後、 10^{-4}Pa 程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、 170°C で30分間の真空焼成を行った。その後、30分程度放冷した。

[0565]

[第3のステップ]

第3のステップにおいて、電極551X上に層104Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層104XはN-（ビフェニル-4-イル）-N-[4-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）フェニル]-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：PCBBiF）および電子受容性材料（OCHD-003）を、PCBBiF：OCHD-003=1：0.03（重量比）で含み、10nmの厚さを備える。

[0566]

[第4のステップ]

第4のステップにおいて、層104X上に層112Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層112XはPCBBiFを含み、25nmの厚さを備える。

[0567]

[第5のステップ]

第5のステップにおいて、層112X上に層111Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層111Xは11-[(3'-ジベンゾチオフェン-4-イル)ビフェニル-3-イル]フェナントロ[9',10':4,5]フロ[2,3-b]ピラジン（略称：11mDBtBPPnfpr）、PCBBiFおよびりん光ドーパント（OCPG-006）を、11mDBtBPPnfpr：PCBBiF：OCPG-006=0.7：0.3：0.05（重量比）で含み、40nmの厚さを備える。

[0568]

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、層111X上に層113X1を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層113X1は2-{3-[3-(N-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-9H-カルバゾール-9-イル]フェニル}ジベンゾ[f,h]キノキサリン（略称：2mPCCzPDBq）を含み、20nmの厚さを備える。

[0569]

[第7のステップ]

第7のステップにおいて、層113X1上に層113X2を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層113X2は2,9-ジ(2-ナフチル)-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(略称:NBPhen)を含み、20nmの厚さを備える。

[0570]

[第8のステップ]

第8のステップにおいて、層113X2上に層105Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層105Xはフッ化リチウム(LiF)およびイッテルビウム(Yb)を、LiF:Yb=1:0.5(重量比)で含み、1.5nmの厚さを備える。

[0571]

[第9のステップ]

第9のステップにおいて、層105X上に電極552Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、電極552XはAgおよびマグネシウム(Mg)を、Ag:Mg=1:0.1(体積比)で含み、25nmの厚さを備える。

[0572]

[第10のステップ]

第10のステップにおいて、電極552X上に層CAPを形成した。具体的には、ターゲットに酸化インジウム-酸化スズ(略称:ITO)を用いて、スパッタリング法により形成した。なお、層CAPはITOを含み、70nmの厚さを備える。

[0573]

《発光デバイス1の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス1は光EL1を射出した(図36A参照)。発光デバイス1の動作特性を、室温にて測定した(図37乃至図41参照)。なお、輝度、CIE色度および発光スペクトルの測定には、分光放射計(トプコン社製、SR-UL1R)を用いた。

[0574]

作製した発光デバイスを輝度1000cd/m²程度で発光させた場合の主な初期特性を表3に示す。また、構成を後述する他の発光デバイスの特性も表3に記載する。

[0575]

[表3]

	電圧	電流	電流密度	色度x	色度y	電流 効率	発光開始 電圧
	(V)	(mA)	(mA/cm ²)			(cd/A)	(V)
発光デバイス1	2.7	0.11	2.9	0.69	0.31	30.6	2.2
発光デバイス2	3.0	0.06	1.5	0.26	0.70	74.3	2.3
発光デバイス3	5.0	1.57	39.2	0.14	0.05	2.3	3.3

[0576]

発光デバイス1は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、発光デバイス1は、赤色の光を高い電流効率で射出した。また、例えば、テレビジョン向けに定められたNTSC規格の赤色(色度x=0.67、色度y=0.33)より、色純度の高い赤色を表示することができた。また、例えば、デジタルシネマ向けに定められたDCI-P3規格の赤色(色度x=0.68、色度y=0.31)より、色純度の高い赤色を表示することができた。これにより、色域の広い表示装置に最適な発光デバイスであることがわかった。

[0577]

実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dは、隣接する他の発光デバイスから分離されている。例えば、 10 cd/A 以上 100 cd/A 未満の高い電流効率を示す発光デバイスを、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下の間隙を挟んで配置できる。具体的には、発光デバイス1を実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dに用いることができる。

[0578]

<発光デバイス2>

本実施例で説明する作製した発光デバイス2は、発光デバイス550Xと同様の構成を備える（図36A参照）。また、発光デバイス2は、実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dに用いることができる。

[0579]

なお、発光デバイス2は発光色が発光デバイス1とは異なる。また、発光デバイス2の構成は、層112X、層111X、層113X1および層113X2において発光デバイス1と異なる。

[0580]

具体的には、層112Xが、 25 nm の厚さに換えて 10 nm の厚さを備える点、層111Xが、 11 mDBtBPPnfpr 、 PCBBiF 、 OC PG-006 に換えて、4, 8-ビス[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-[1]ベンゾフロ[3, 2-d]ピリミジン（略称：4, 8mDBtP2Bfp m）、9-(2-ナフチル)-9'-フェニル-9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール（略称： βNCCP ）および[2-d 3-メチル-(2-ピリジニル- κN)ベンゾフロ[2, 3-b]ピリジン- κC]ビス[2-(2-ピリジニル- κN)フェニル- κC]イリジウム(I I I)（略称： $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{mbfppy-d3})$ ）を含む点、層113X1が、 20 nm の厚さに換えて 10 nm の厚さを備える点、層113X2が、 20 nm の厚さに換えて 15 nm の厚さを備える点が発光デバイス1とは異なる。

[0581]

《発光デバイス2の構成》

発光デバイス2の構成を表4に示す。また、本実施例で説明する発光デバイスに用いた材料の構造式を以下に示す。

[0582]

[表4]

構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
層	CAP	ITO		70
電極	552X	Ag:Mg	1:0.1	25
層	105X	LiF:Yb	1:0.5	1.5
層	113X2	NBPhen		15
層	113X1	2mPCCzPDBq		10
		4,8mDBtP2Bfpm:	0.6:	
層	111X	β NCCP:	0.4:	40
		Ir(ppy) ₂ (mbfppy-d3)	0.1	
層	112X	PCBBiF		10
層	104X	PCBBiF:OCHD-003	1:0.03	10
電極	551X	ITSO		70
反射膜	REF3	Ti		6
反射膜	REF2	Al		70
反射膜	REF1	Ti		50

[0583]

《発光デバイス2の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、本実施例で説明する発光デバイス2を作製した。

[0584]

なお、発光デバイス2の作製方法は、第4のステップ、第5のステップ、第6のステップおよび第7のステップにおいて、発光デバイス1の作製方法とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

[0585]

[第4のステップ]

第4のステップにおいて、層104X上に層112Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層112XはPCBBiFを含み、10nmの厚さを備える。

[0586]

[第5のステップ]

第5のステップにおいて、層112X上に層111Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層111Xは4, 8mDBtP2Bfpm、 β NCCPおよびIr(ppy)₂(mbfppy-d3)を、4, 8mDBtP2Bfpm : β NCCP : Ir(ppy)₂(mbfppy-d3) = 0.6 : 0.4 : 0.1 (重量比) で含み、40nmの厚さを備える。

[0587]

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、層111X上に層113X1を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層113X1は2- {3- [3- (N-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル) -9H-カルバゾール-9-イル] フェニル} ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mPCCzPDBq) を含み、10nmの厚さを備える。

[0588]

[第7のステップ]

第7のステップにおいて、層113X1上に層113X2を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層113X2はNBPhenを含み、15nmの厚さを備える。

[0589]

《発光デバイス2の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス2は光EL1を射出した（図36A参照）。発光デバイス2の動作特性を、室温にて測定した（図37乃至図41参照）。

[0590]

発光デバイス2は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、発光デバイス2は、緑色の光を高い電流効率で射出した。また、例えば、テレビジョン向けに定められたNTSC規格の緑色（色度 $x=0.210$ 、色度 $y=0.710$ ）およびDCI-P3規格の緑色（色度 $x=0.265$ 、色度 $y=0.690$ ）と、同程度の色純度の高い緑色を表示することができた。これにより、色域の広い表示装置に好適な発光デバイスであることがわかった。

[0591]

実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dは、隣接する他の発光デバイスから分離されている。例えば、 10 cd/A 以上 100 cd/A 未満の高い電流効率を示す発光デバイスを、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $15\text{ }\mu\text{m}$ 以下の間隙を挟んで配置できる。具体的には、発光デバイス2を実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Cまたは発光デバイス550Dに用いることができる。

[0592]

<発光デバイス3>

本実施例で説明する作製した発光デバイス3は、発光デバイス550Xと同様の構成を備える（図36B参照）。また、発光デバイス3は、実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Aおよび発光デバイス550Bに用いることができる。

[0593]

なお、発光デバイス3は発光色が発光デバイス1とは異なる。また、発光デバイス3の構成は、層112X1、層112X2、層111Xおよび層113X2において発光デバイス1と異なる。

[0594]

具体的には、層112X1が、 25 nm の厚さに換えて 96 nm の厚さを備える点、層112X1および層111Xの間に層112X2を備える点、層111Xが、 40 nm の厚さおよび 11 mD BtBPpNfp r 、 PCBBiF 並びに OCPG-006 に換えて 25 nm の厚さおよび9-（1-ナフチル）-10-〔4-（2-ナフチル）フェニル〕アントラセン（略称： $\alpha\text{N}-\beta\text{NP}$ Anth ）並びに3,10-ビス〔N-（9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル）-N-フェニルアミノ〕ナフト〔2,3-b;6,7-b'〕ビスベンゾフラン（略称：3,10PCA 2Nb f （IV）-02）を含む点および層113X2が、 20 nm の厚さに換えて 15 nm の厚さを備える点が発光デバイス1とは異なる。

[0595]

《発光デバイス3の構成》

発光デバイス3の構成を表5に示す。また、本実施例で説明する発光デバイスに用いた材料の構造式を以下に示す。

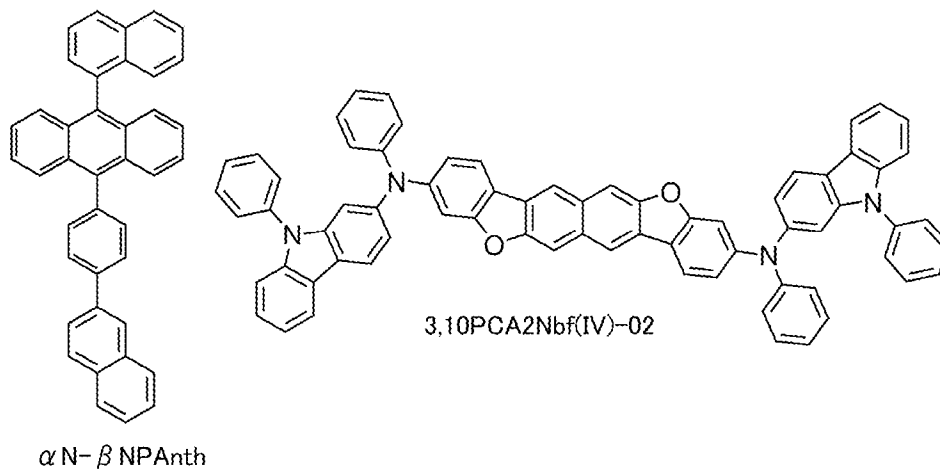
[0596]

[表5]

構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
層	CAP	ITO		70
電極	552X	Ag:Mg	1:0.1	25
層	105X	LiF:Yb	1:0.5	1.5
層	113X2	NBPhen		15
層	113X1	2mPCCzPDBq		20
層	111X	α N- β NPAAnth: 3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
層	112X2	DBfBB1TP		10
層	112X1	PCBBiF		96
層	104X	PCBBiF:OCHD-003	1:0.03	10
電極	551X	ITSO		70
反射膜	REF3	Ti		6
反射膜	REF2	Al		70
反射膜	REF1	Ti		50

[0597]

[化4]



[0598]

《発光デバイス3の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、本実施例で説明する発光デバイス3を作製した。

[0599]

なお、発光デバイス2の作製方法は、第4のステップ、第4-2のステップ、第5のステップおよび第7のステップにおいて、発光デバイス1の作製方法とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

[0600]

[第4のステップ]

第4のステップにおいて、層104X上に層112X1を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層112X1はPCBBiFを含み、96nmの厚さを備える。

[0601]

[第4-2のステップ]

第4のステップに続く第4-2のステップにおいて、層112X1上に層112X2を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層112X2はN,N-ビス[4-(ジベンゾフラン-4-イル)フェニル]-4-アミノ-p-ターフェニル（略称：DBfBB1TP）

を含み、10 nmの厚さを備える。

[0602]

[第5のステップ]

第4-2のステップに続く第5のステップにおいて、層112X2上に層111Xを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層111Xは $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth}$ および 3, 10PCA2Nbf (IV) - 02 を、 $\alpha\text{N}-\beta\text{NPAnth} : 3, 10PCA2Nbf$ (IV) - 02 = 1 : 0.015 (重量比) で含み、25 nmの厚さを備える。

[0603]

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、層111X上に層113X1を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層113X1は 2mPCCzPDBq を含み、20 nmの厚さを備える。

[0604]

《発光デバイス3の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス3は光EL1を射出した(図36B参照)。発光デバイス3の動作特性を、室温にて測定した(図37乃至図41参照)。なお、輝度、CIE色度および発光スペクトルの測定には、分光放射計(トプコン社製、SR-UL1R)を用いた。

[0605]

発光デバイス3は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、発光デバイス3は、青色の光を射出した。また、例えば、テレビジョン向けに定められたNTSC規格の青色(色度 $x = 0.140$ 、色度 $y = 0.08$) より、色純度の高い青色を表示することができた。また、例えば、デジタルシネマ向けに定められたDCI-P3規格の青色(色度 $x = 0.150$ 、色度 $y = 0.06$) より、色純度の高い青色を表示することができた。これにより、色域の広い表示装置に好適な発光デバイスであることがわかった。

[0606]

実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Bは、発光デバイス550Aと連続する層を備える。例えば、 $1\text{cd}/\text{A}$ 以上 $10\text{cd}/\text{A}$ 未満の電流効率を示す発光デバイスを分離することなく、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下の間隙を挟んで配置できる。具体的には、発光デバイス3を実施例1で説明する表示装置の発光デバイス550Aおよび発光デバイス550Bに用いることができる。

[実施例3]

[0607]

本実施例では、本発明の一態様の表示装置について、図42乃至図48を参照しながら説明する。

[0608]

図42Aは作製した表示装置の表示状態を説明する写真であり、図42Bは、白色を表示した状態における画素の光学顕微鏡写真である。

[0609]

図43は作製した表示装置の画素の構成を説明する上面図である。

[0610]

図44は作製した表示装置を用いて表示することができる色域を説明する図である。

[0611]

図45は作製した表示装置の発光スペクトルを説明する図である。

[0612]

図46は作製した表示装置が備える青色の発光デバイスの電圧－輝度特性を説明する図である。

[0613]

図47は作製した表示装置が備える青色の発光デバイスの電圧－電流密度特性を説明する図である。

[0614]

図48は、一定の電流密度（ 50 mA/cm^2 ）で発光させた場合における、青色の発光デバイスの規格化輝度の経時変化を説明する図である。

[0615]

<表示装置700-2>

本実施例で説明する作製した表示装置の仕様を以下に示す。酸化物半導体を用いたOSトランジスタを画素回路に用いた。

[0616]

画像を表示した状態の表示装置を撮影した写真を図42Aに示す。また、白色を表示した状態の画素の光学顕微鏡写真を図42Bに示す。

[0617]

[表6]

	仕様
画面サイズ	1.50インチ
パネルサイズ	30.41mm(H) x 22.81mm(V)
構成	OLED/OS
画素数	3840(H) x 2880(V)
画素密度	3207 ppi
画素サイズ	$7.92\text{ }\mu\text{m(H)} \times 7.92\text{ }\mu\text{m(V)}$
画素配置	RGB S-ストライプ
開口率	61.0 %
着色方法	SBS（フォトリソグラフィ法による）
エミッション方式	トップエミッション方式
ソースドライバ	ICボンディング
ゲートドライバ	内蔵

[0618]

《画素の構成》

本実施例で作製した表示装置700-2は一組の画素703を有し、一組の画素703は、発光デバイス550Aと、発光デバイス550Bと、発光デバイス550Cと、発光デバイス550Dと、を備える（図43参照）。なお、青色の発光デバイス、緑色の発光デバイスおよび赤色の発光デバイスは、フォトリソグラフィ法を用いて微細加工され、互いに隣り合った、サイドバイサイド（SBS）になるように配置されている。また、いずれの発光デバイスも、フォトリソグラフィ法を用いて微細加工された発光性の有機化合物を含む膜を備える。

[0619]

《表示することができる色域》

本実施例で作製した表示装置700-2を用いて、青色、緑色、赤色を表示して、CIE1931色空間における色度（chromaticity）座標を求めた。青色、緑色、赤色の色度座標を

色度図上にプロットして、表示装置 700-2 が表示することができる色域を示す（図 4 4 参照）。

[0620]

また、本実施例で作製した表示装置 700-2 を用いて、約 100 cd/m^2 の輝度で青色を表示した状態の発光スペクトルと、約 1 cd/m^2 の輝度で青色を表示した状態の発光スペクトルを比較した（図 4 5 参照）。 460 nm 付近にピークを有するスペクトルが観測された。最大輝度を用いて規格化した規格化分光輝度において、約 1 cd/m^2 の輝度で青色を表示した状態の発光スペクトル（破線）は、約 100 cd/m^2 の輝度で青色を表示した状態の発光スペクトル（実線）と一致した。

[0621]

また、同様にして、約 100 cd/m^2 の輝度で緑色を表示した状態の発光スペクトルと、約 1 cd/m^2 の輝度で緑色を表示した状態の発光スペクトルを比較した（図 4 5 参照）。 530 nm 付近にピークを有するスペクトルが観測された。最大輝度を用いて規格化した規格化分光輝度において、約 1 cd/m^2 の輝度で緑色を表示した状態の発光スペクトル（破線）は、約 100 cd/m^2 の輝度で緑色を表示した状態の発光スペクトル（実線）とおよそ一致した。

[0622]

また、同様にして、約 100 cd/m^2 の輝度で赤色を表示した状態の発光スペクトルと、約 1 cd/m^2 の輝度で赤色を表示した状態の発光スペクトルを比較した（図 4 5 参照）。 630 nm 付近にピークを有するスペクトルが観測された。最大輝度を用いて規格化した規格化分光輝度において、約 1 cd/m^2 の輝度で赤色を表示した状態の発光スペクトル（破線）は、約 100 cd/m^2 の輝度で赤色を表示した状態の発光スペクトル（実線）と一致した。

[0623]

《発光デバイス 550B の動作特性》

発光デバイス 550B は青色の光を表示する。発光デバイス 550B と同じ構成を備える発光デバイス 4 を作製し動作特性を評価した。なお、発光デバイス 4 は、 3207 ppi （縦方向 $7.92 \mu\text{m}$ ピッチ、横方向 $7.92 \mu\text{m}$ ピッチ）の精細度で配置され、発光デバイス 4 は 34.7% の開口率を有する。また、表示装置 700-2 の作製方法と同様に、フォトリソグラフィ法を用いて、有機化合物を含む膜を微細加工し、発光デバイス 4 を作製した。

[0624]

また、発光デバイス 550B と同じ構成を備える比較デバイスを作製し、動作特性を比較した。なお、比較デバイスは、 $2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$ の大きさを有する点、開口率が 100% である点および発光性の有機化合物を含む膜がフォトリソグラフィ法を用いて加工されていない点が、発光デバイス 4 とは異なる。

[0625]

発光デバイスの動作特性を、室温にて測定した（図 4 6 および図 4 7 参照）。なお、輝度、CIE 色度および発光スペクトルの測定には、分光放射計（トプコン社製、SR-UL1R）を用いた。

[0626]

また、発光デバイスを一定の電流密度（ 50 mA/cm^2 ）で発光させ、輝度の経時変化を観測した（図 4 8 参照）。

[0627]

発光デバイス 4 は、良好な特性を示すことがわかった。また、比較デバイスと同等の特性を示した。

[符号の説明]

[0628]

ANO：導電膜、C21：容量、C22：容量、CAP：層、CP：導電性材料、EMA：材料、EMB：材料、EMC：材料、EMD：材料、GD：駆動回路、M21：トランジスタ、N21：ノード、N22：ノード、SD：駆動回路、SW21：スイッチ、SW22：スイッチ、SW23：スイッチ、14b：基板、16b：基板、17：基板、18：基板、37b：表示部、61B：発光デバイス、61G：発光デバイス、61R：発光デバイス、61W：発光デバイス、63B：発光デバイス、63G：発光デバイス、63R：発光デバイス、63W：発光デバイス、71：基板、73：基板、83B：光、83G：光、83R：光、100A：表示装置、100B：表示装置、100C：表示装置、100D：表示装置、100E：表示装置、100F：表示装置、100G：表示装置、100H：表示装置、100I：表示装置、100J：表示装置、100K：表示装置、100L：表示装置、100M：表示装置、100：表示装置、103X：ユニット、104A：層、104B：層、104C：層、104D：層、104X：層、105A：層、105B：層、105C：層、105D：層、105X：層、105：層、106X：中間層、107：表示部、111A：層、111B：層、111C：層、111D：層、111X：層、112A：層、112B：層、112BC：間隙、112C：層、112CD：間隙、112D：層、112X：層、113A：層、113B：層、113C：層、113D：層、113X：層、117：遮光層、120：基板、122：接着層、140：接続部、142：接着層、153：絶縁層、156：接着層、162：絶縁層、164：回路、165：配線、166：導電層、168：導電層、171：導電層、172B：EL層、172G：EL層、172R：EL層、173：導電層、176：IC、177：FPC、183B：着色層、183G：着色層、183R：着色層、201：トランジスタ、204：接続部、205：トランジスタ、209：トランジスタ、210：トランジスタ、211：絶縁層、213：絶縁層、214：絶縁層、215：絶縁層、218：絶縁層、221：導電層、222a：導電層、222b：導電層、223：導電層、225：絶縁層、231i：チャネル形成領域、231n：低抵抗領域、231：半導体層、240：容量、241：導電層、242：接続層、243：絶縁層、245：導電層、251：導電層、252：導電層、254：絶縁層、255a：絶縁層、255b：絶縁層、255c：絶縁層、255：絶縁層、256：プラグ、261：絶縁層、262：絶縁層、263：絶縁層、264：絶縁層、265：絶縁層、270B：犠牲層、270G：犠牲層、270R：犠牲層、271：保護層、272：絶縁層、273：保護層、274a：導電層、274b：導電層、274：プラグ、275：プラグ、278：絶縁層、280：表示モジュール、290：FPC、301A：基板、301B：基板、301：基板、310A：トランジスタ、310B：トランジスタ、310：トランジスタ、311：導電層、312：低抵抗領域、313：絶縁層、314：絶縁層、315：素子分離層、320A：トランジスタ、320B：トランジスタ、320：トランジスタ、321：半導体層、323：絶縁層、324：導電層、325：導電層、326：絶縁層、327：導電層、328：絶縁層、329：絶縁層、331：基板、332：絶縁層、335：絶縁層、336：絶縁層、341：導電層、342：導電層、343：プラグ、344：絶縁層、345：絶縁層、346：絶縁層、347：パンプ、348：接着層、510：基板、519B：端子、520：機能層、521：絶縁膜、529__1：膜、529__2：膜、529__3：絶縁膜、529__3A：開口部、529__3B：開口部、529__3C：開口部、529__3D：開口部、530B：画素回路、53

0C : 画素回路、540 : 機能層、550A : 発光デバイス、550B : 発光デバイス、550C : 発光デバイス、550D : 発光デバイス、550X : 発光デバイス、551A : 電極、551AB : 間隙、551B : 電極、551BC : 間隙、551C : 電極、551CD : 間隙、551D : 電極、551X : 電極、552A : 電極、552B : 電極、552C : 電極、552D : 電極、552X : 電極、552 : 導電膜、591B : 開口部、591C : 開口部、700 : 表示装置、702B : 画素、702C : 画素、702D : 画素、703 : 画素、731 : 領域、6500 : 電子機器、6501 : 筐体、6502 : 表示部、6503 : 電源ボタン、6504 : ボタン、6505 : スピーカ、6506 : マイク、6507 : カメラ、6508 : 光源、6510 : 保護部材、6511 : 表示パネル、6512 : 光学部材、6513 : タッチセンサパネル、6515 : FPC、6516 : IC、6517 : プリント基板、6518 : バッテリ、6700A : 電子機器、6700B : 電子機器、6721 : 筐体、6723 : 装着部、6727 : イヤフォン部、6750 : イヤフォン、6751 : 表示パネル、6753 : 光学部材、6756 : 表示領域、6757 : フレーム、6758 : 鼻パッド、6800A : 電子機器、6800B : 電子機器、6820 : 表示部、6821 : 筐体、6822 : 通信部、6823 : 装着部、6824 : 制御部、6825 : 撮像部、6827 : イヤフォン部、6832 : レンズ、7000 : 表示部、7100 : テレビジョン装置、7101 : 筐体、7103 : スタンド、7111 : リモコン操作機、7200 : ノート型パーソナルコンピュータ、7211 : 筐体、7212 : キーボード、7213 : ポインティングデバイス、7214 : 外部接続ポート、7300 : デジタルサイネージ、7301 : 筐体、7303 : スピーカ、7311 : 情報端末機、7400 : デジタルサイネージ、7401 : 柱、7411 : 情報端末機、9000 : 筐体、9001 : 表示部、9002 : カメラ、9003 : スピーカ、9005 : 操作キー、9006 : 接続端子、9007 : センサ、9008 : マイクロフォン、9050 : アイコン、9051 : 情報、9052 : 情報、9053 : 情報、9054 : 情報、9055 : ヒンジ、9101 : 携帯情報端末、9102 : 携帯情報端末、9103 : タブレット端末、9200 : 携帯情報端末、9201 : 携帯情報端末

請求の範囲

[請求項 1]

第 1 の発光デバイスと、
第 2 の発光デバイスと、
第 3 の発光デバイスと、
第 4 の発光デバイスと、を有し、
前記第 1 の発光デバイスは、第 1 の電極、第 1 の層、第 2 の層および第 2 の電極を備え、
前記第 1 の層は、前記第 1 の電極および前記第 2 の電極の間に挟まれ、
前記第 1 の層は、第 1 の発光性の材料を含み、
前記第 2 の層は、前記第 1 の層および前記第 1 の電極の間に挟まれ、
前記第 2 の発光デバイスは、第 3 の電極、第 3 の層、第 4 の層および第 4 の電極を備え、
前記第 3 の電極は、前記第 1 の電極と隣接し、
前記第 3 の電極は、前記第 1 の電極との間に第 1 の間隙を備え、
前記第 3 の層は、前記第 3 の電極および前記第 4 の電極の間に挟まれ、
前記第 3 の層は、第 2 の発光性の材料を含み、
前記第 4 の層は、前記第 3 の層および前記第 3 の電極の間に挟まれ、
前記第 4 の層は、前記第 2 の層と前記第 1 の間隙上で連続し、
前記第 3 の発光デバイスは、第 5 の電極、第 5 の層、第 6 の層および第 6 の電極を備え、
前記第 5 の電極は、前記第 3 の電極と隣接し、
前記第 5 の電極は、前記第 3 の電極との間に第 2 の間隙を備え、
前記第 5 の層は、前記第 5 の電極および前記第 6 の電極の間に挟まれ、
前記第 5 の層は、第 3 の発光性の材料を含み、
前記第 6 の層は、前記第 5 の層および前記第 5 の電極の間に挟まれ、
前記第 6 の層は、前記第 4 の層との間に第 3 の間隙を備え、
前記第 3 の間隙は、前記第 2 の間隙と重なり、
前記第 4 の発光デバイスは、第 7 の電極、第 7 の層、第 8 の層および第 8 の電極を備え、
前記第 7 の電極は、前記第 5 の電極と隣接し、
前記第 7 の電極は、前記第 5 の電極との間に第 4 の間隙を備え、
前記第 7 の層は、前記第 7 の電極および前記第 8 の電極の間に挟まれ、
前記第 7 の層は、第 4 の発光性の材料を含み、
前記第 8 の層は、前記第 7 の層および前記第 7 の電極の間に挟まれ、
前記第 8 の層は、前記第 6 の層との間に第 5 の間隙を備え、
前記第 5 の間隙は、前記第 4 の間隙と重なる、表示装置。

[請求項 2]

前記第 1 の発光デバイスは、 1 cd/A 以上 10 cd/A 未満の電流効率を備え、
前記第 2 の発光デバイスは、 1 cd/A 以上 10 cd/A 未満の電流効率を備え、
前記第 3 の発光デバイスは、 10 cd/A 以上 100 cd/A 未満の電流効率を備え、
前記第 4 の発光デバイスは、 10 cd/A 以上 100 cd/A 未満の電流効率を備える、請求項

1 に記載の表示装置。

[請求項 3]

前記第1の発光デバイスは、3 V以上4 V未満の範囲に発光開始電圧を備え、
前記第2の発光デバイスは、3 V以上4 V未満の範囲に発光開始電圧を備え、
前記第3の発光デバイスは、2 V以上3 V未満の範囲に発光開始電圧を備え、
前記第4の発光デバイスは、2 V以上3 V未満の範囲に発光開始電圧を備える、請求項1に記載の表示装置。

[請求項4]

前記第1の層は、蛍光を発する前記第1の発光性の材料を含み、
前記第3の層は、蛍光を発する前記第2の発光性の材料を含み、
前記第5の層は、りん光を発する前記第3の発光性の材料を含み、
前記第7の層は、りん光を発する前記第4の発光性の材料を含む、請求項1に記載の表示装置。

[請求項5]

前記第1の発光性の材料は、380 nm以上480 nm以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備え、

前記第2の発光性の材料は、380 nm以上480 nm以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備え、

前記第3の発光性の材料は、500 nm以上550 nm以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備え、

前記第4の発光性の材料は、600 nm以上780 nm以下の範囲に最大ピークを備える発光スペクトルを備える、請求項1に記載の表示装置。

[請求項6]

前記第1の間隙、前記第2の間隙および前記第4の間隙は、いずれも0.1 μm以上15 μm以下である、請求項1乃至請求項5のいずれかーに記載の表示装置。

[請求項7]

第1の絶縁膜と、

導電膜と、

第2の絶縁膜と、を有し、

前記第1の絶縁膜は、前記導電膜と重なり、

前記第1の絶縁膜は、前記導電膜との間に、前記第1の電極、前記第3の電極および前記第5の電極を挟み、

前記導電膜は、前記第2の電極、前記第4の電極および前記第6の電極を含み、

前記第2の絶縁膜は、前記導電膜および前記第1の絶縁膜の間に挟まれ、

前記第2の絶縁膜は、前記第1の間隙と重なり、

前記第2の絶縁膜は、前記第2の間隙と重なり、

前記第2の絶縁膜は、前記第3の間隙を埋め、

前記第2の絶縁膜は、第1の開口部、第2の開口部および第3の開口部を備え、

前記第1の開口部は、前記第1の電極と重なり、

前記第2の開口部は、前記第3の電極と重なり、

前記第3の開口部は、前記第5の電極と重なる、請求項1乃至請求項5のいずれかーに記載の表示装置。

[請求項8]

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一に記載の表示装置と、
コネクタ及び集積回路のうち少なくとも一方と、を有する、表示モジュール。

[請求項 9]

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一に記載の表示装置と、
バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイクのうち少なくとも一つと、を有する、電子機器。

図1A

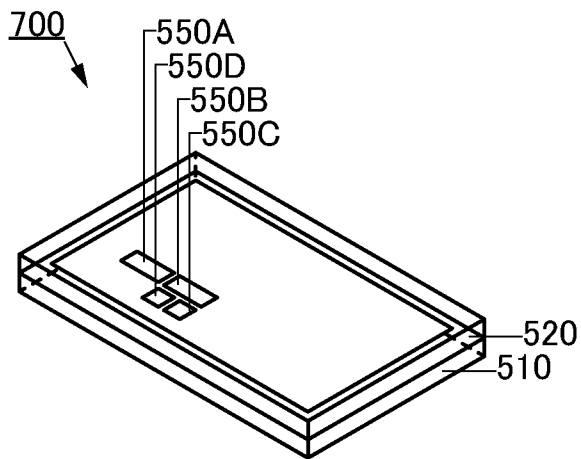


図1B

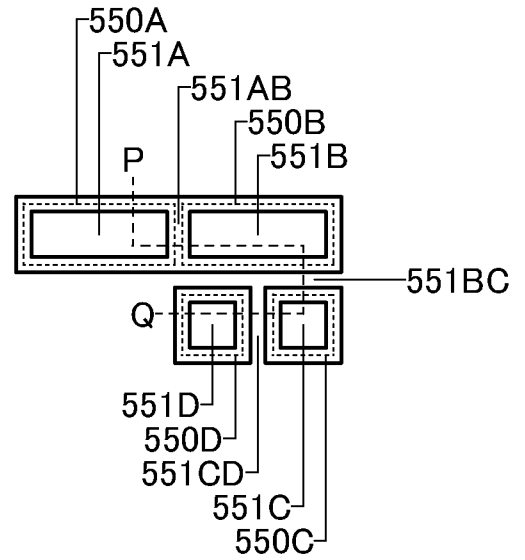


図1C

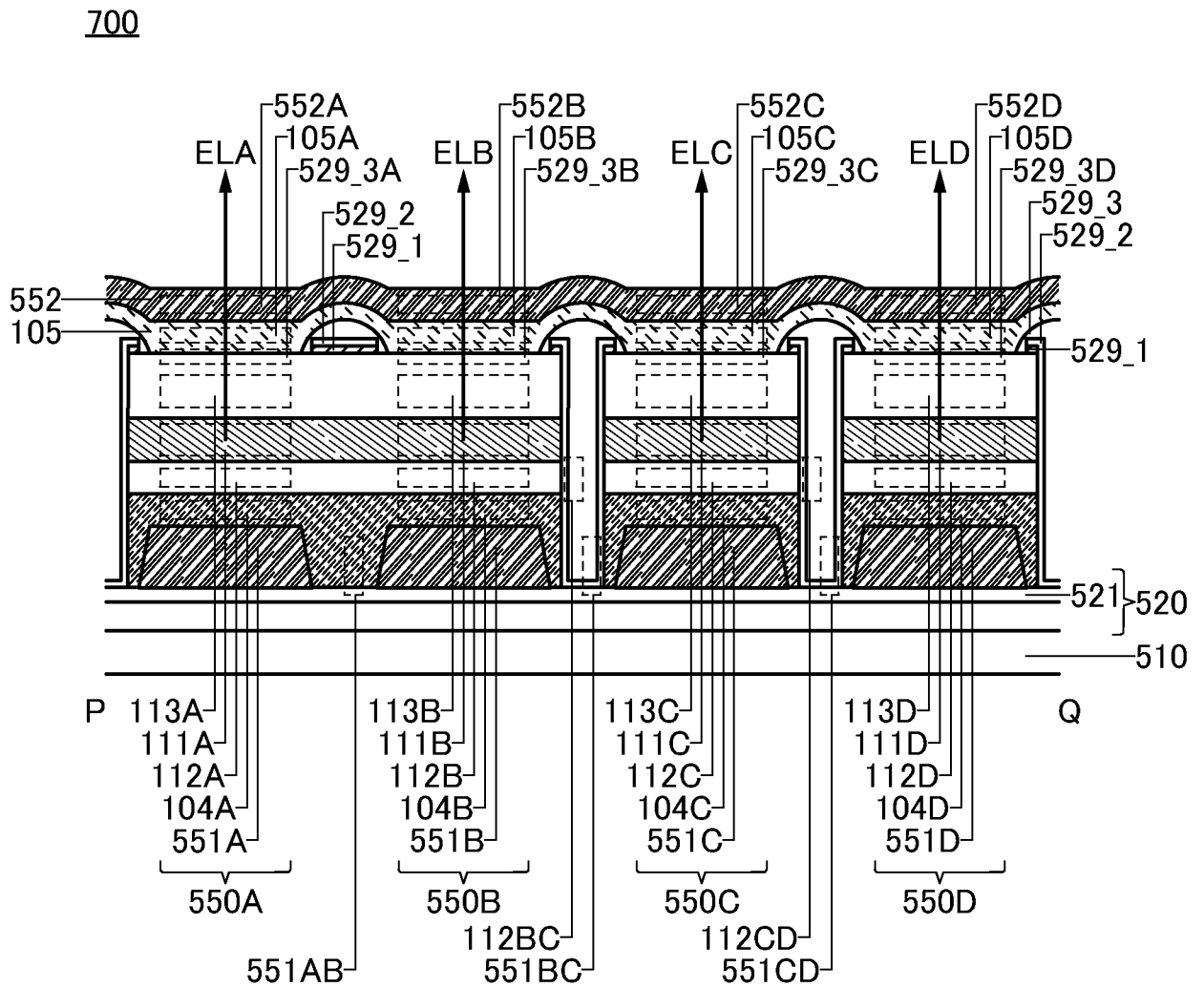


図2A

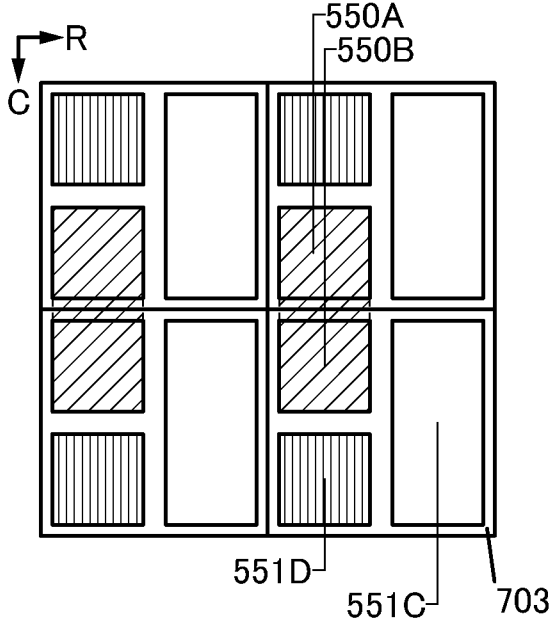


図2B

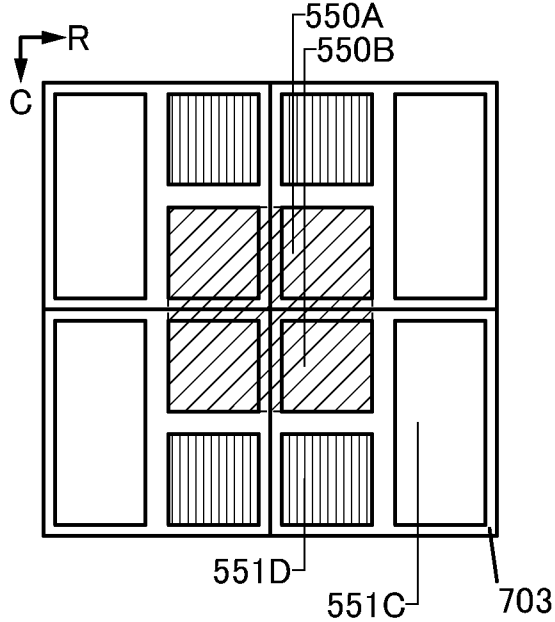


図3A

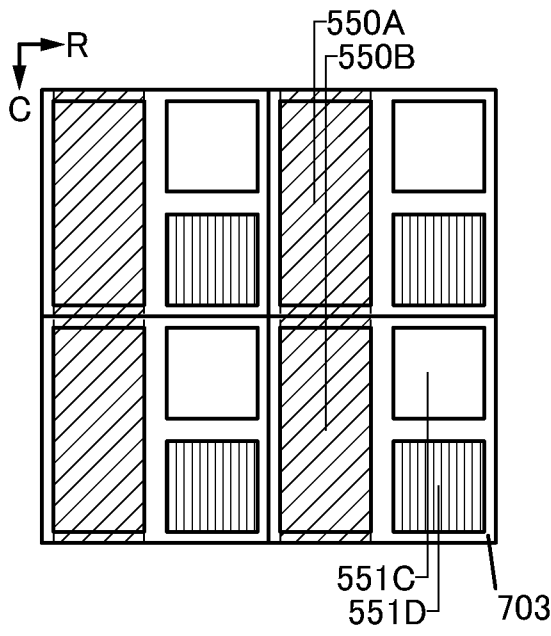


図3B

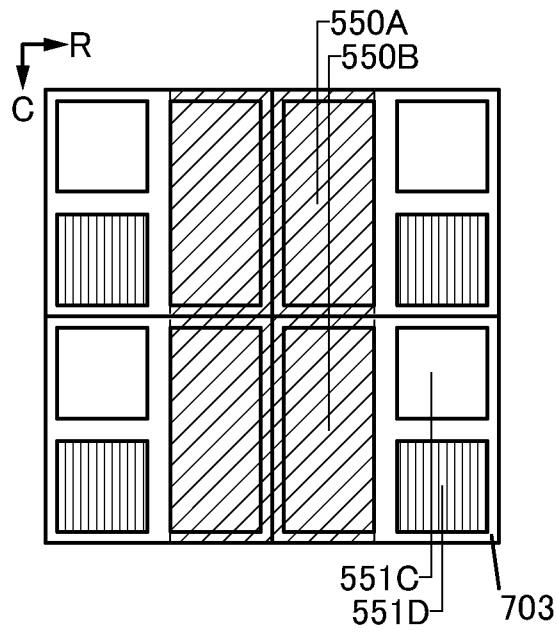


図3C

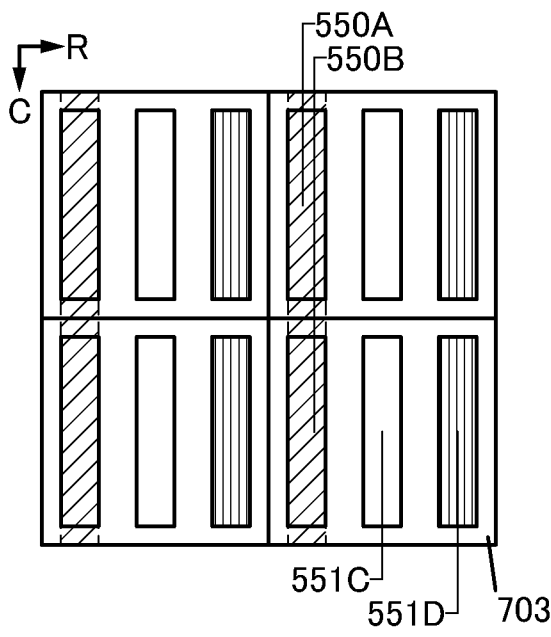


図3D

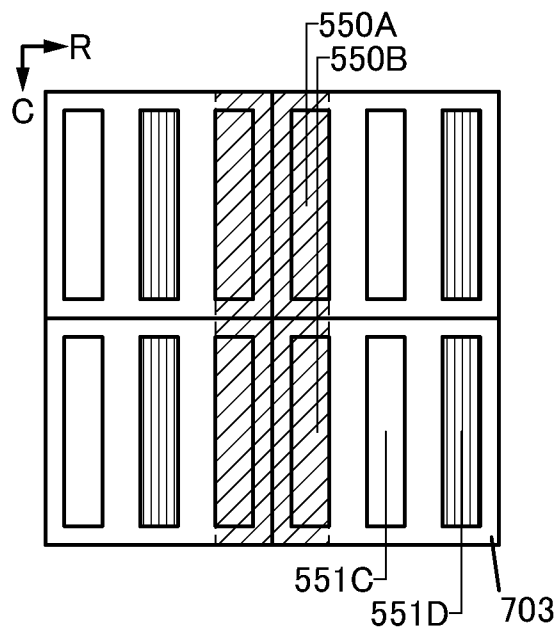


図4A

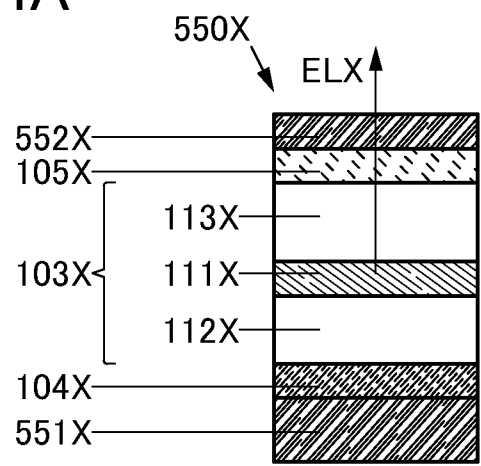
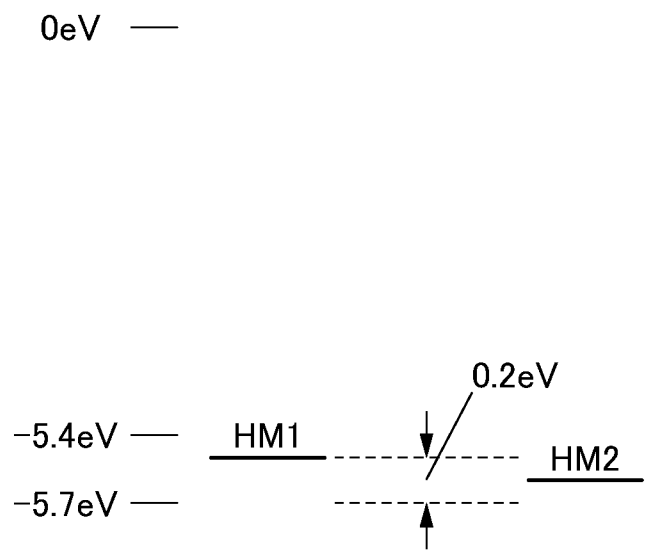


図4B



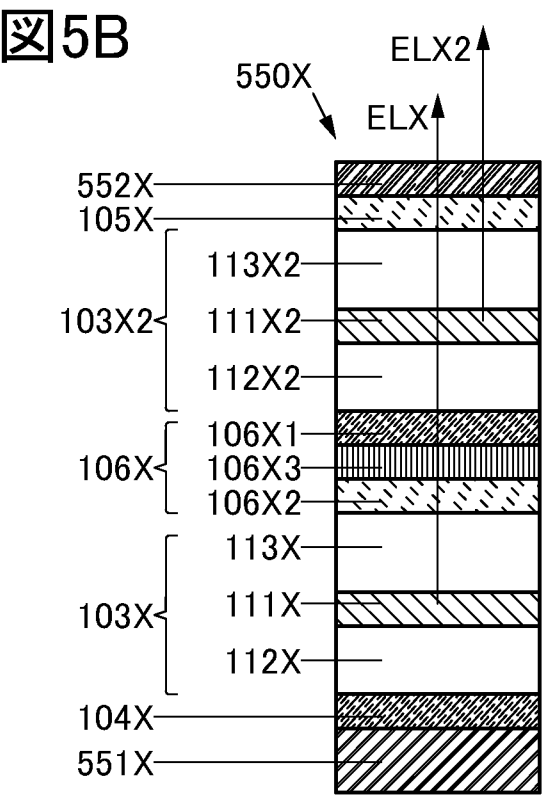
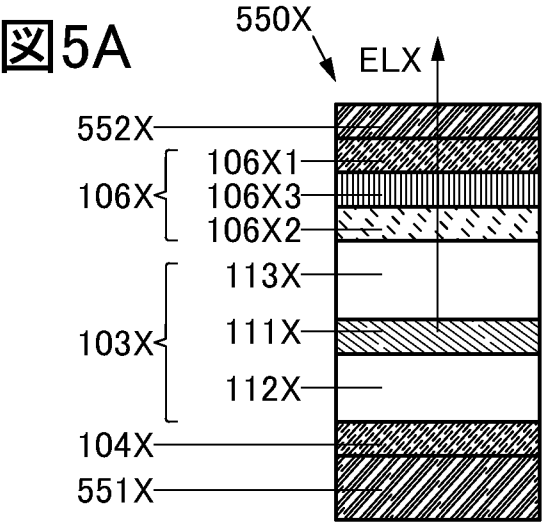


図6A

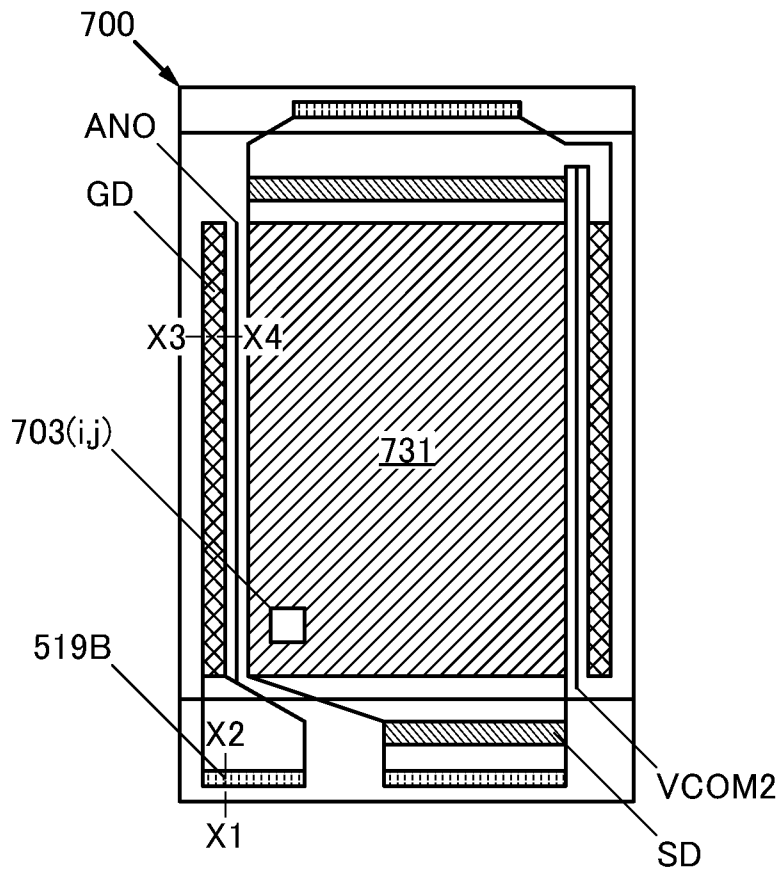


図6B

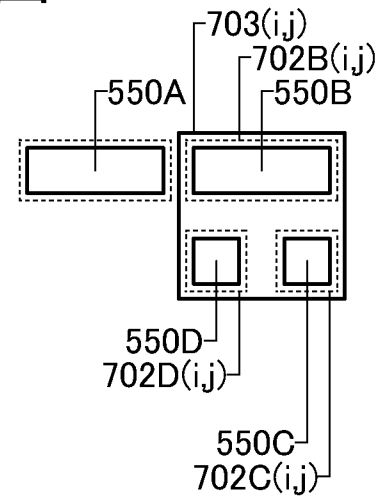
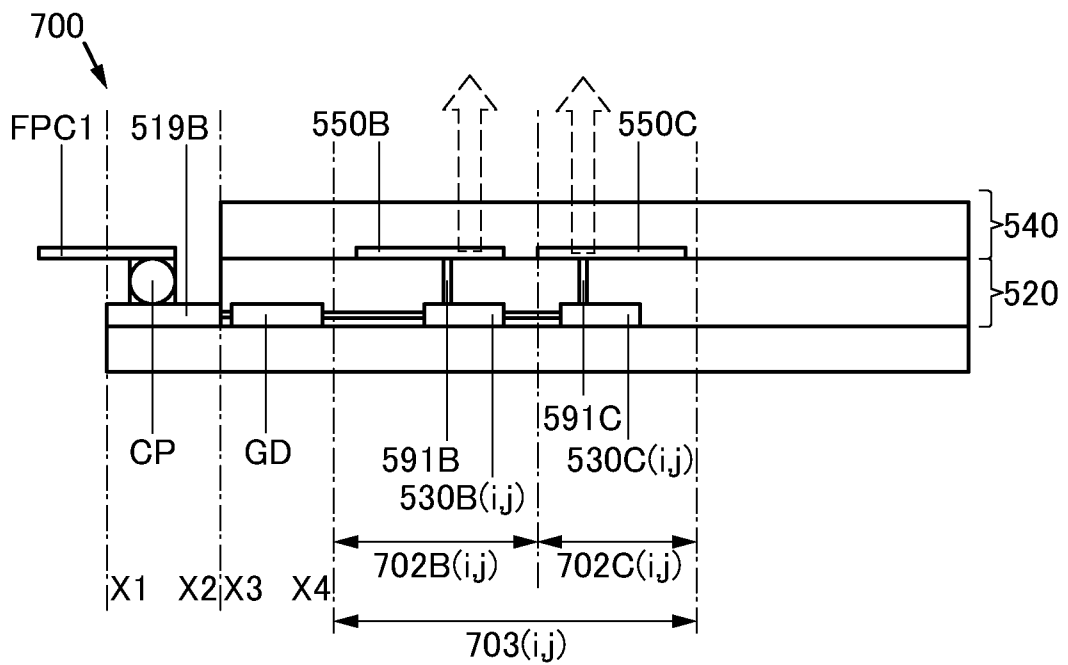
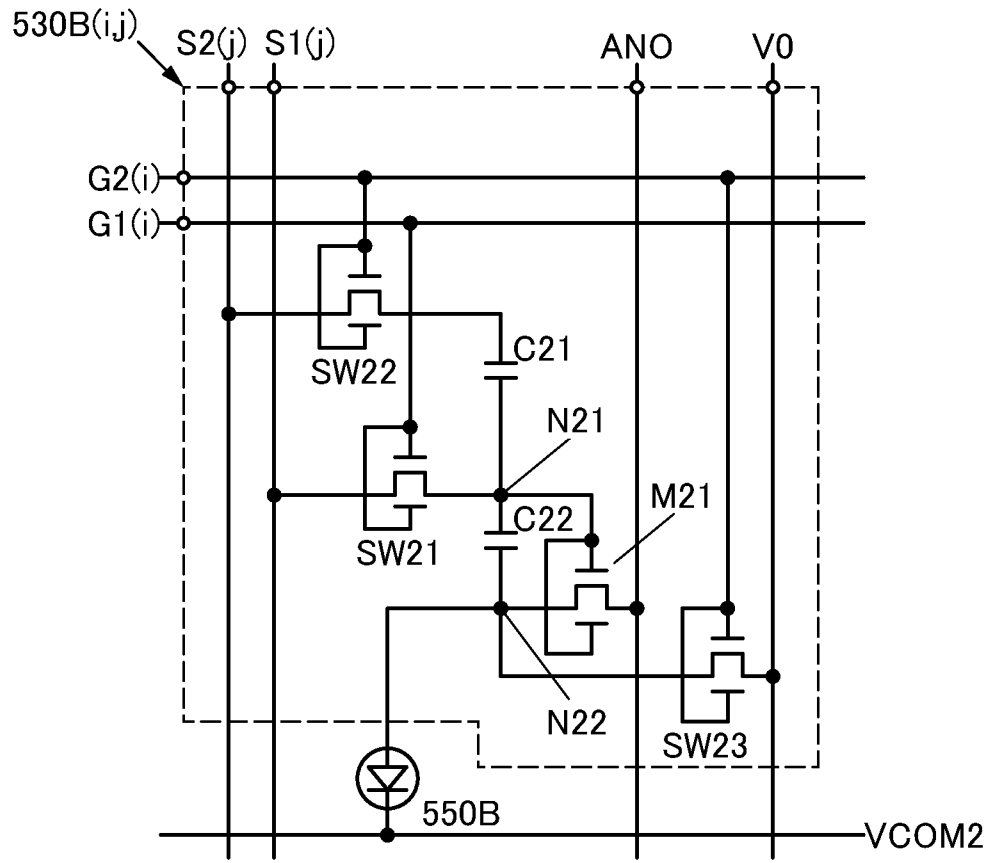


図6C





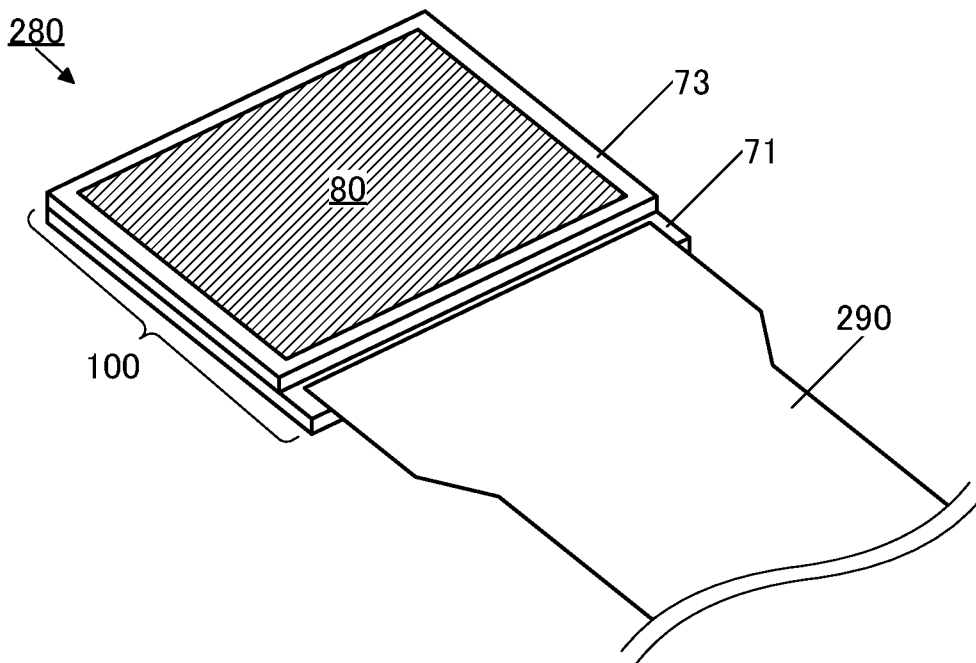


図9A

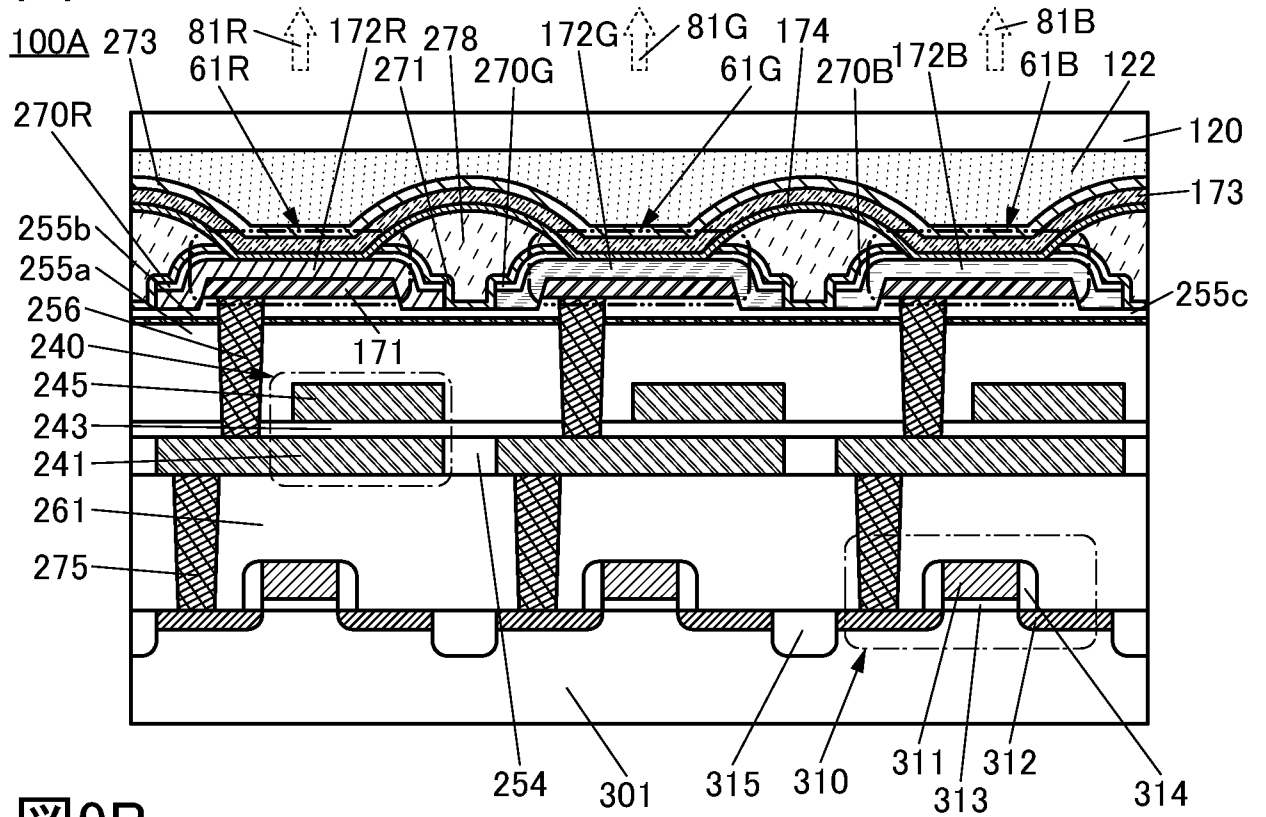
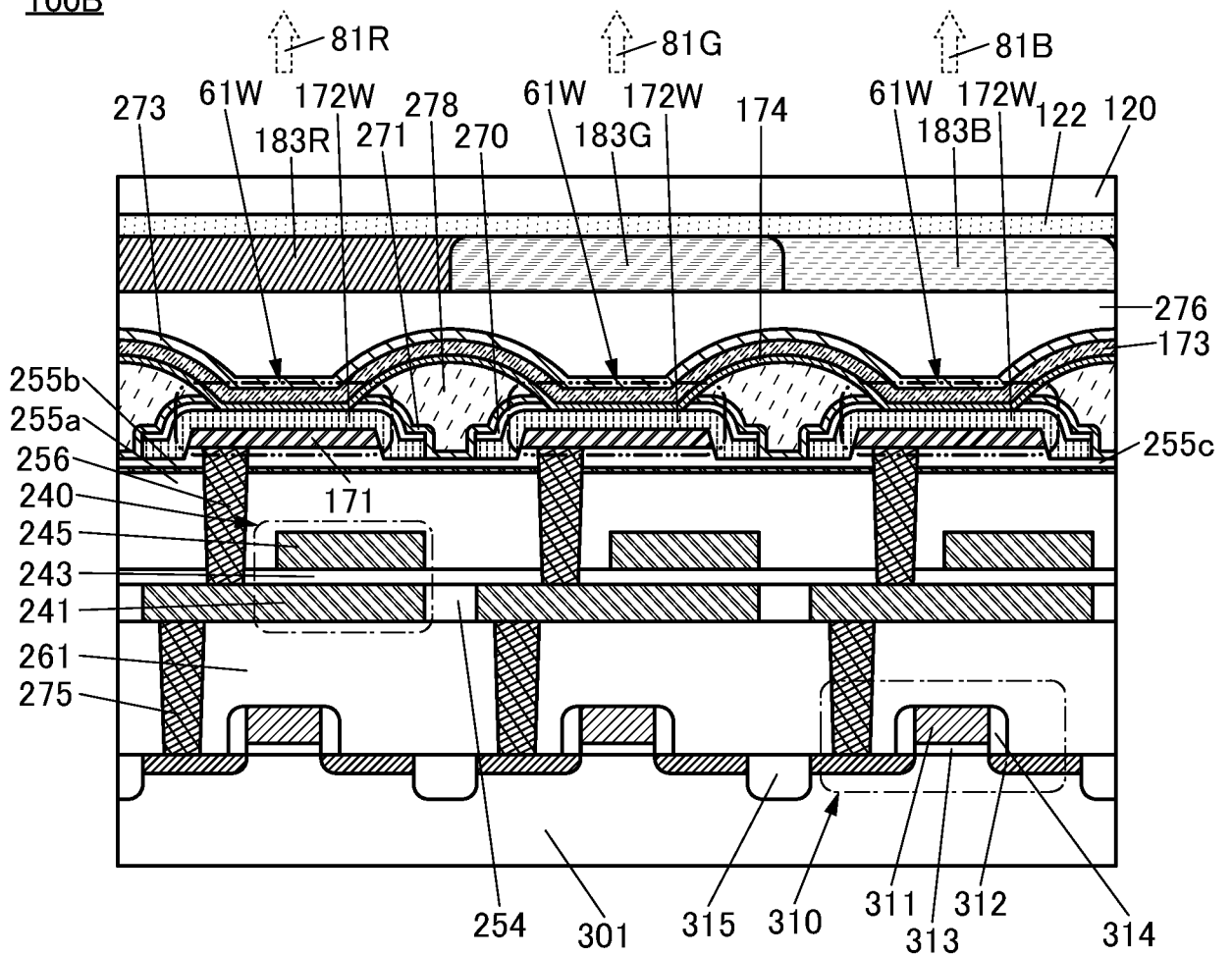
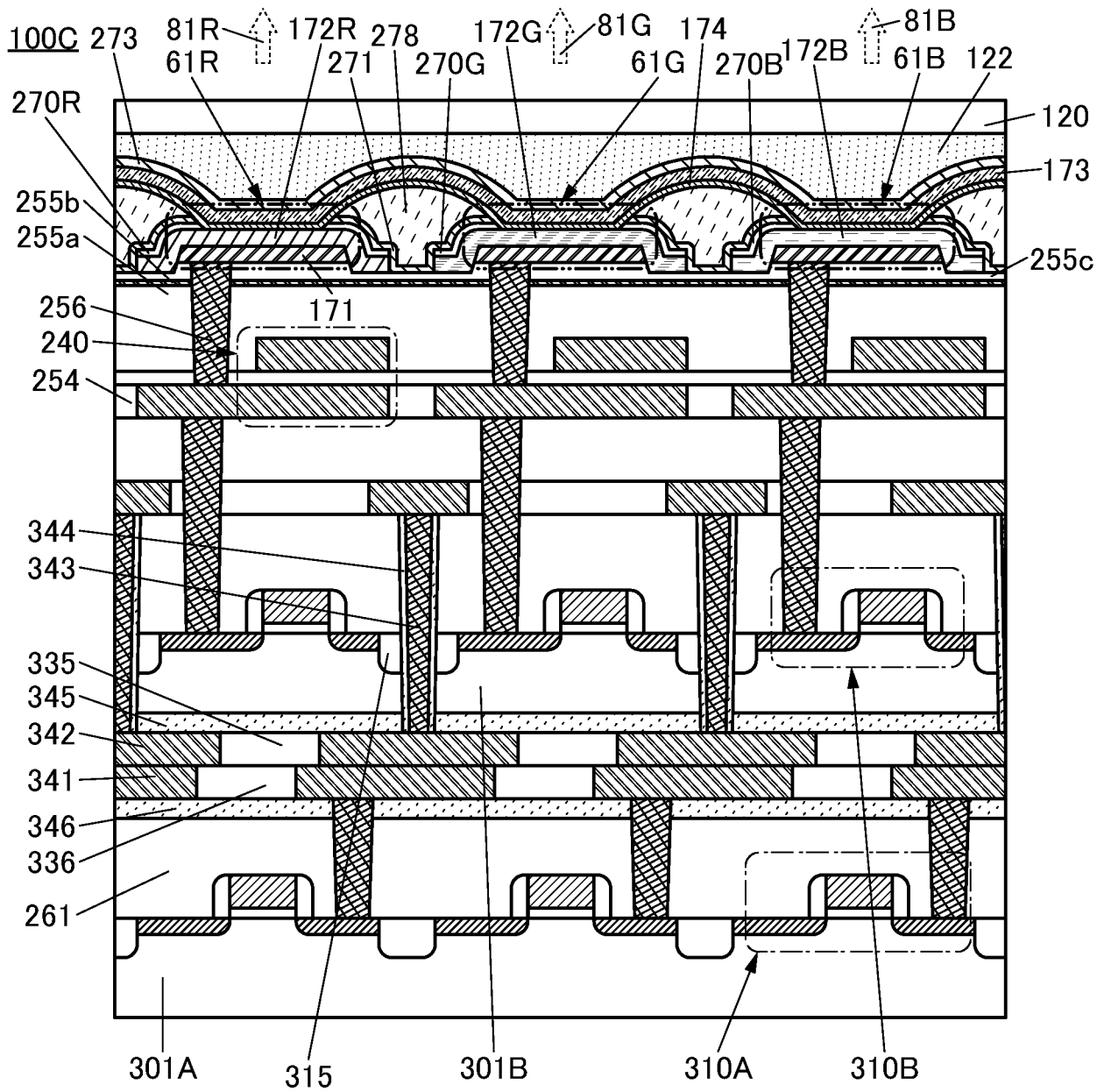
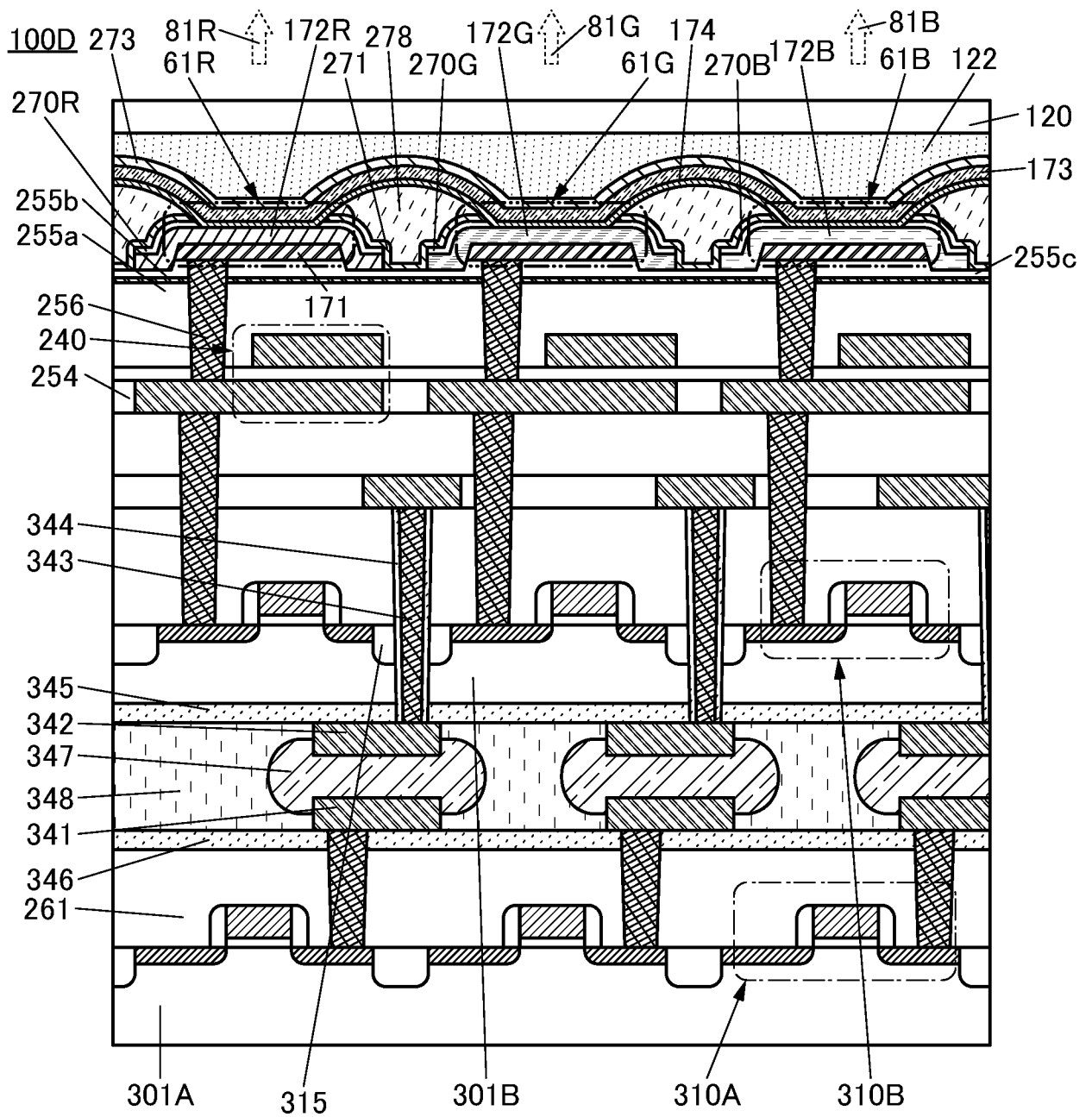


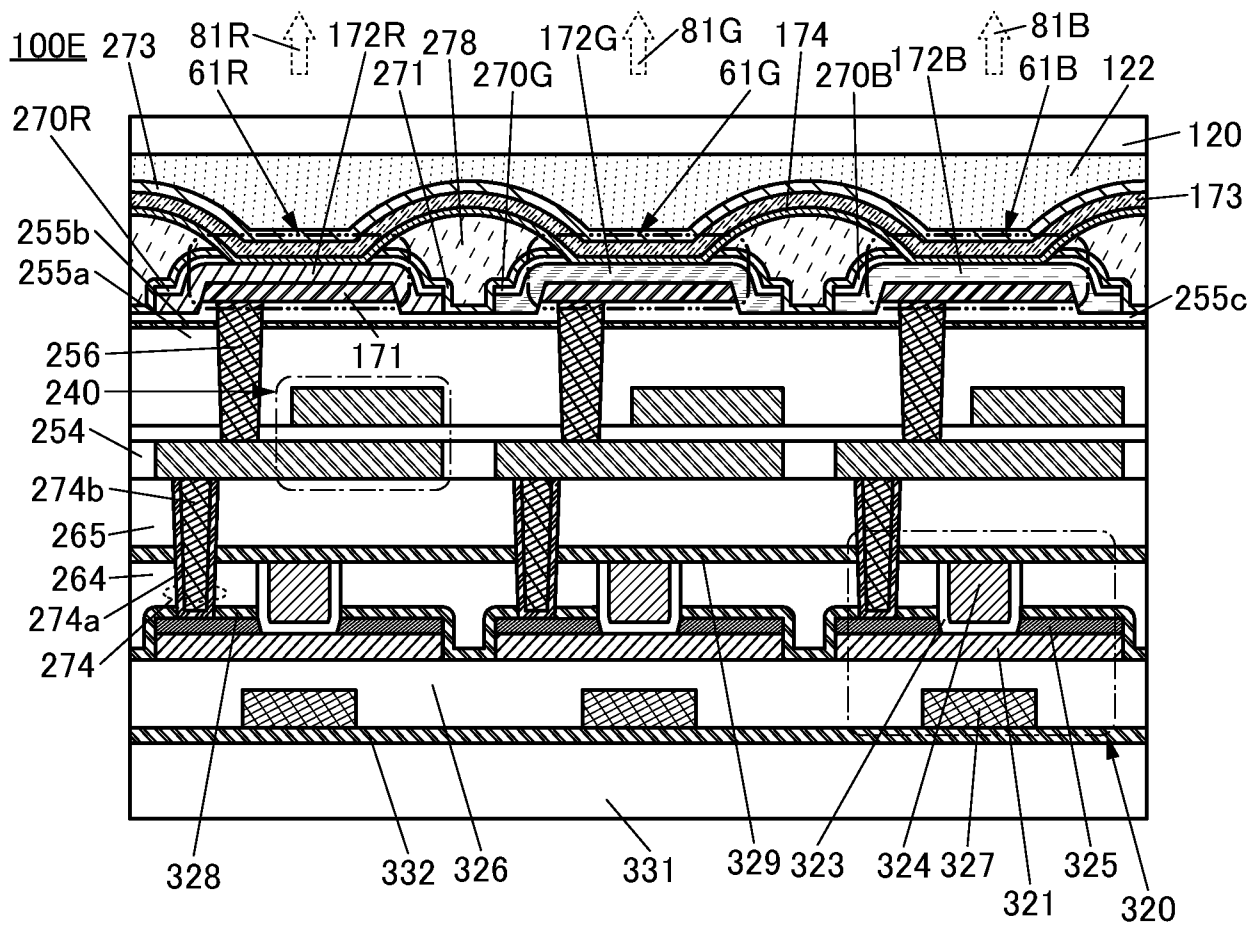
図9B

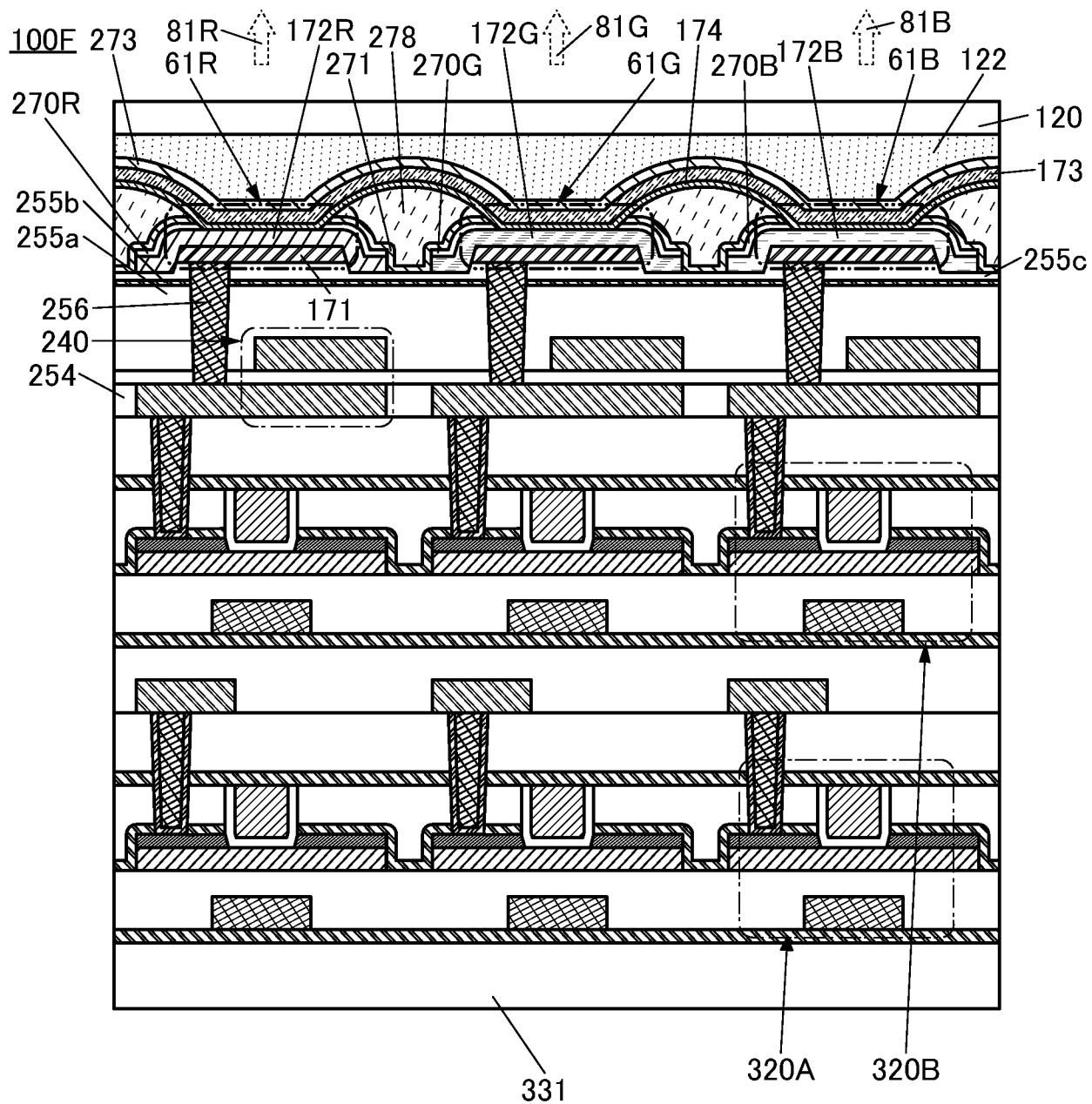
100B

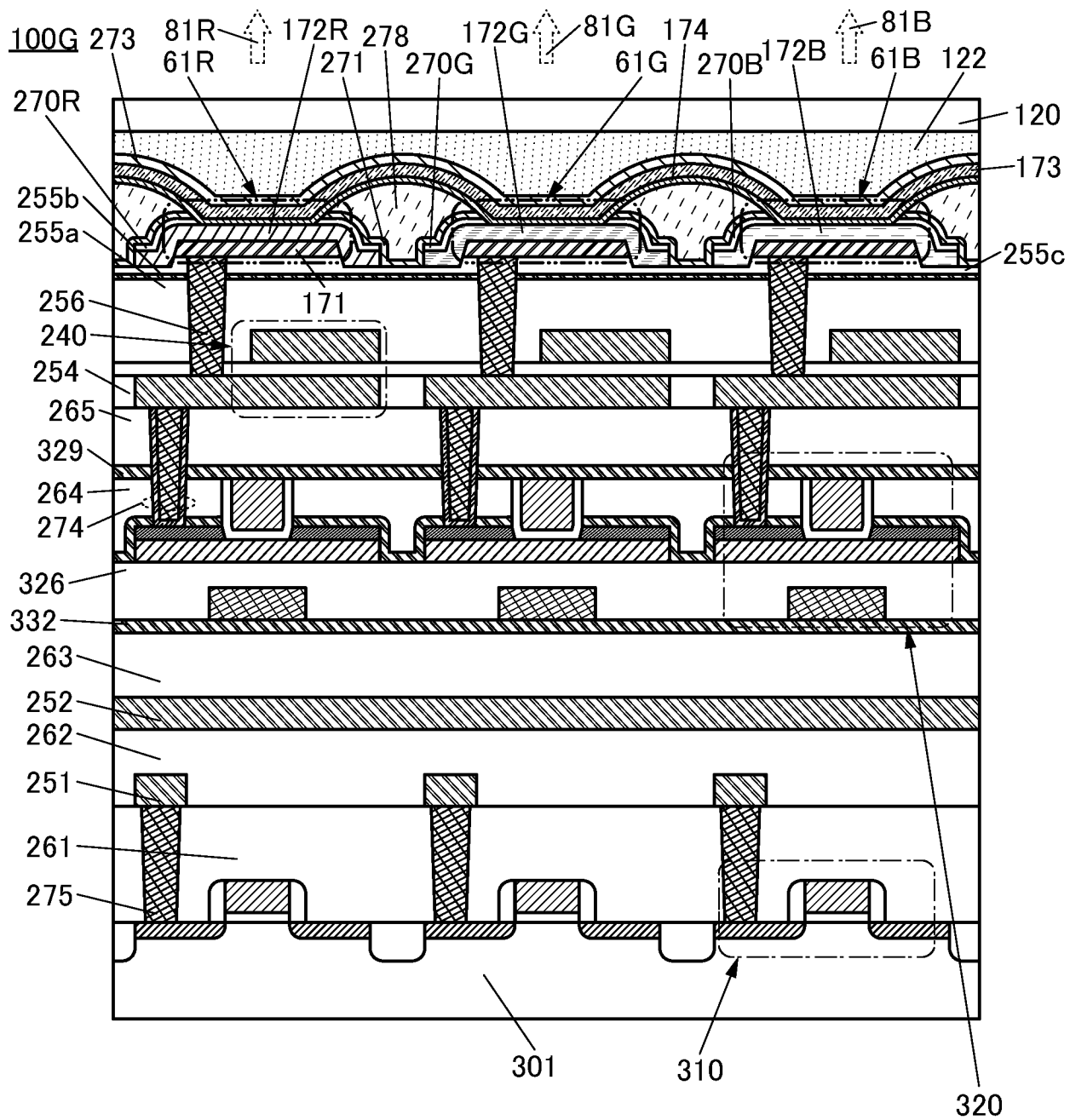


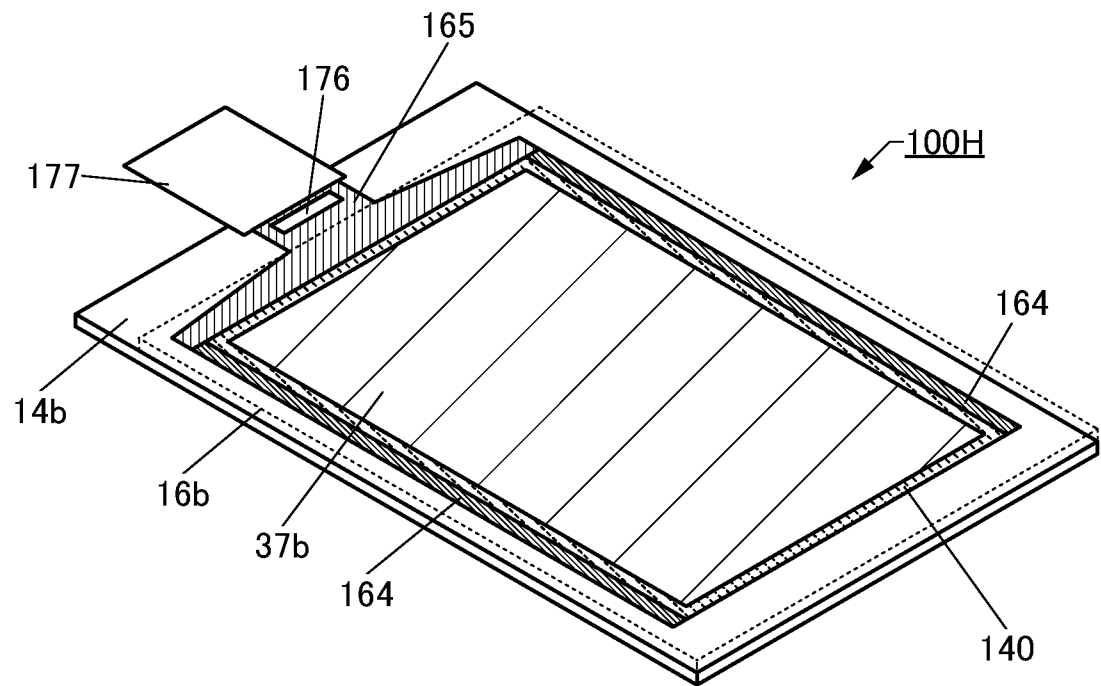












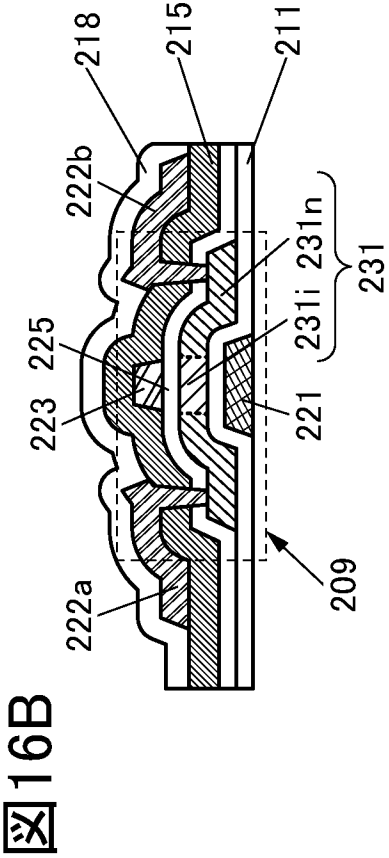
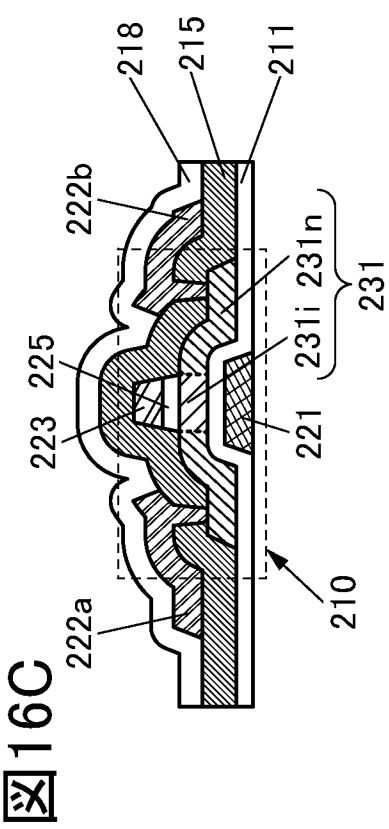
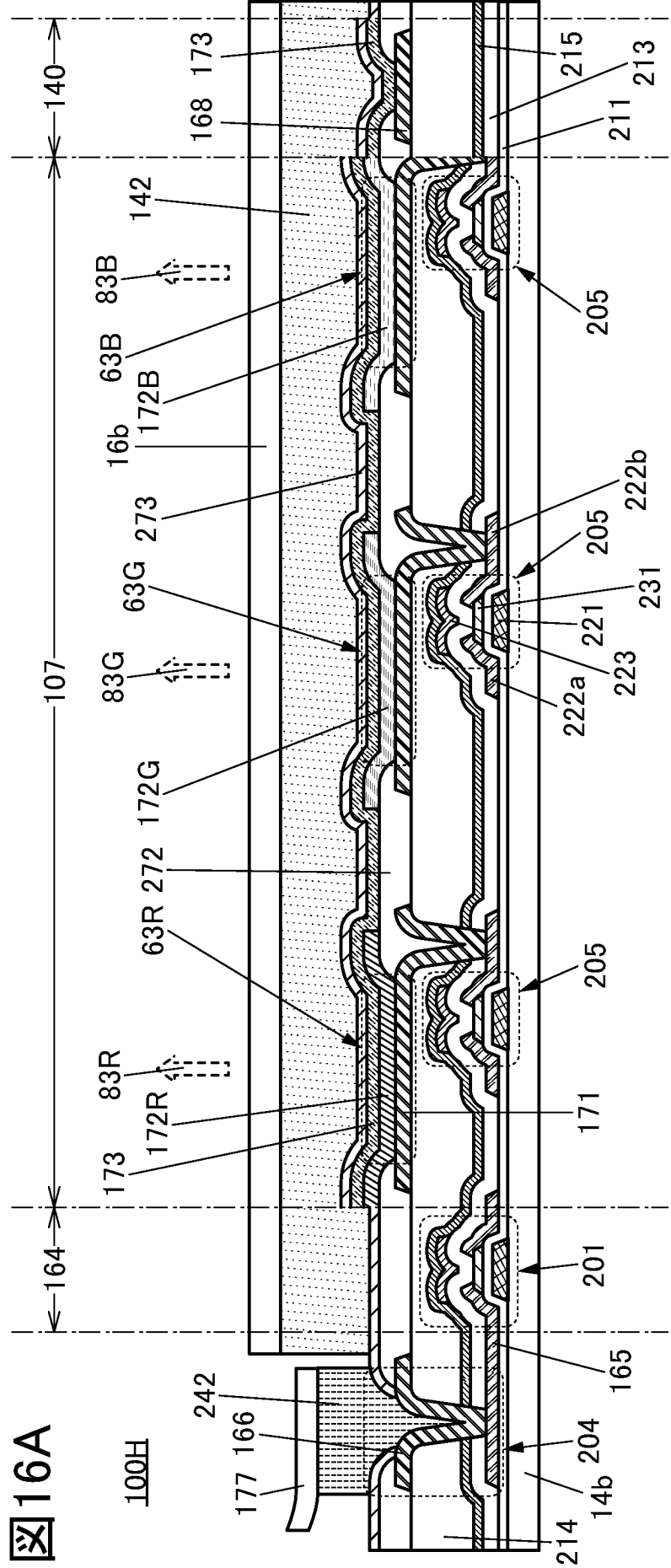
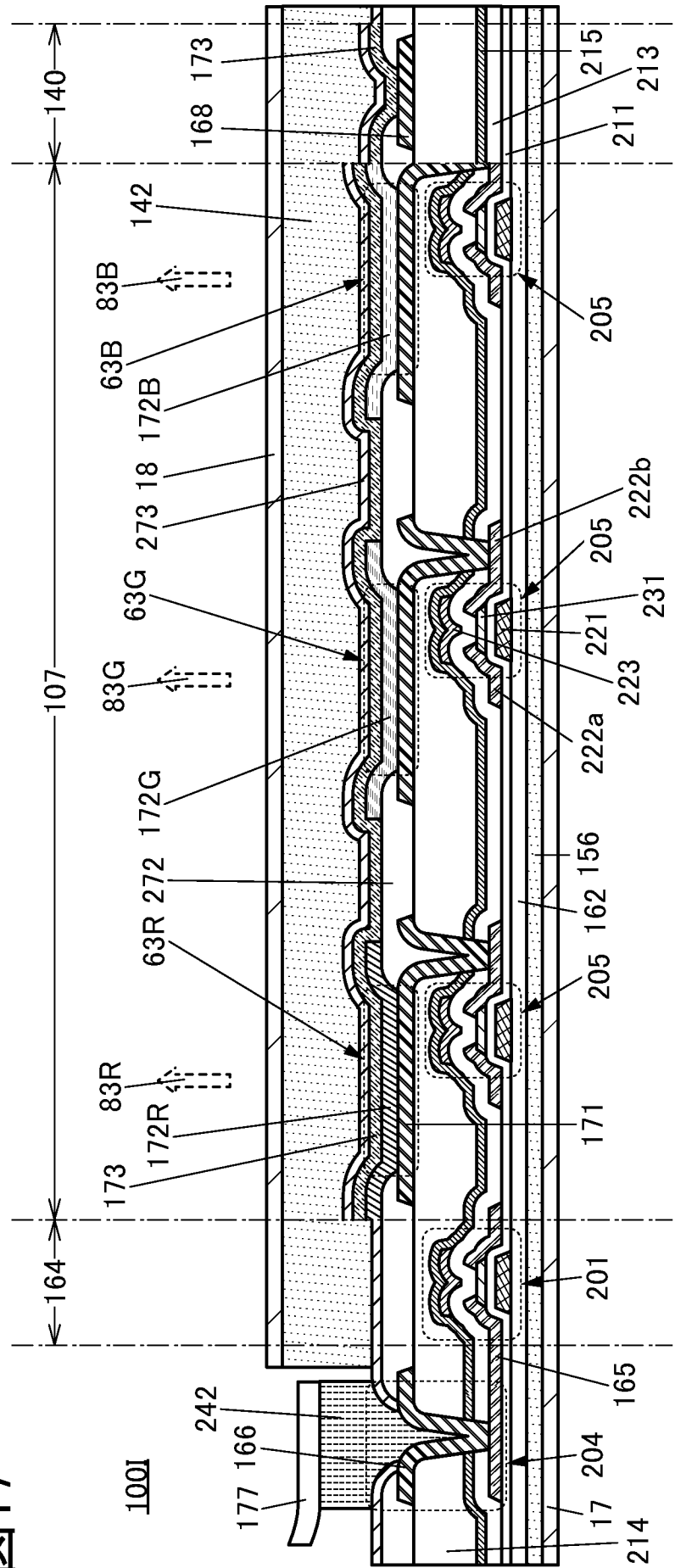


图 17



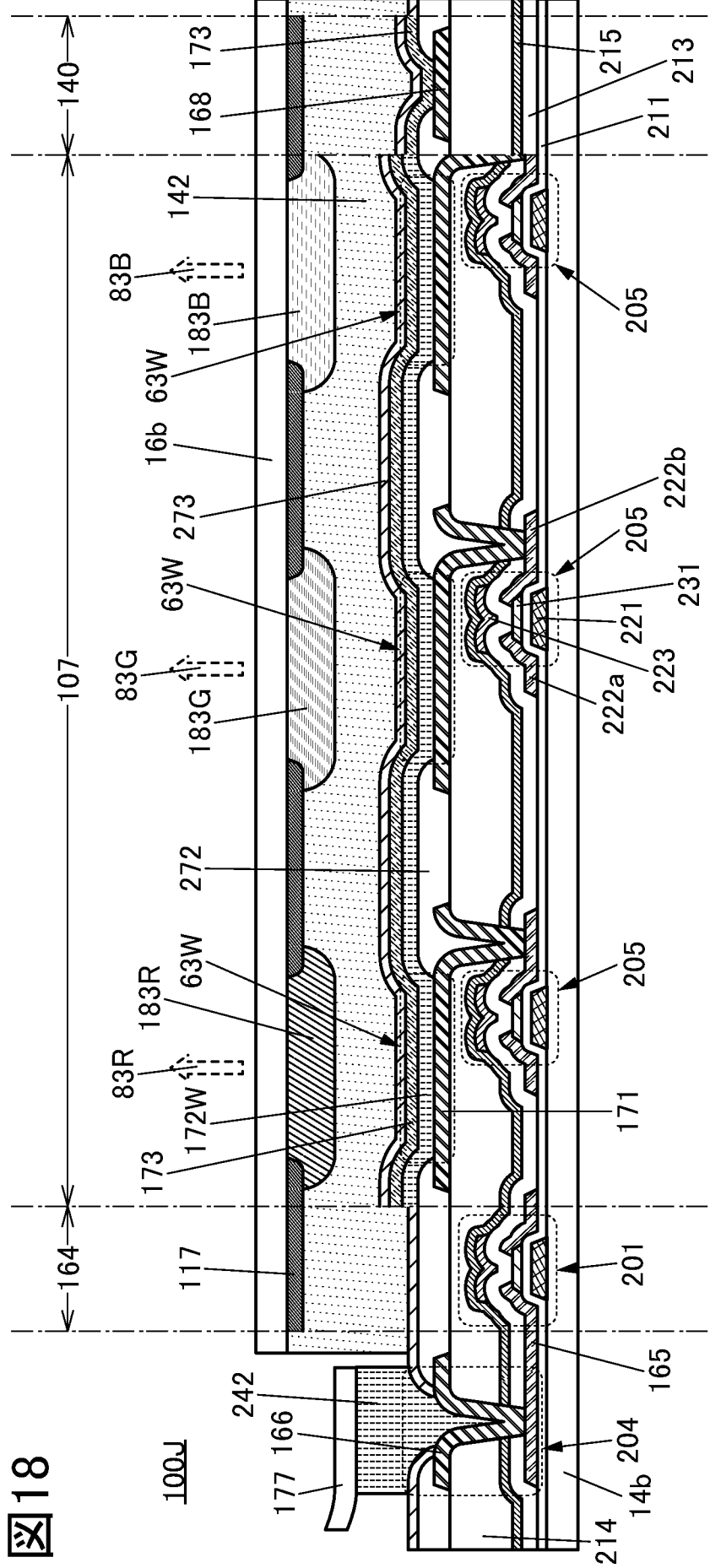
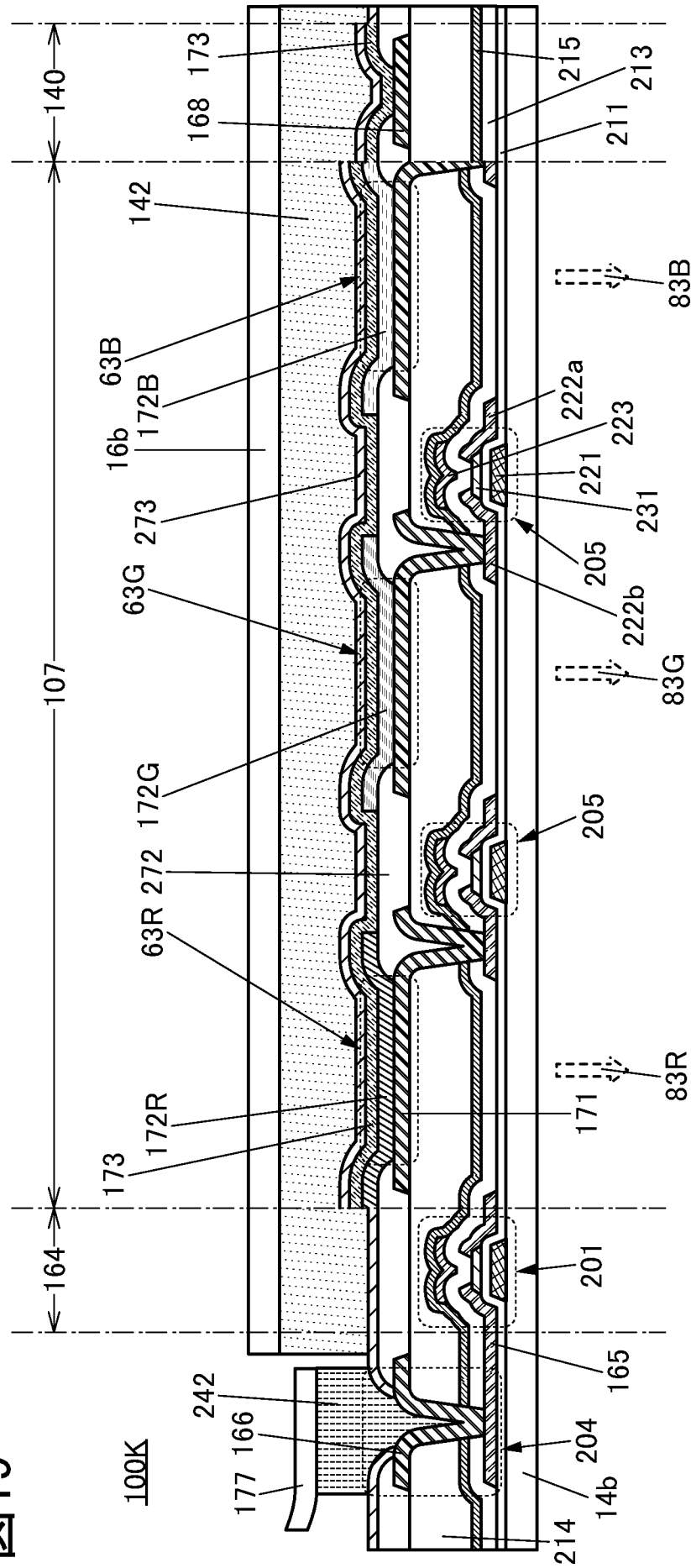


図19



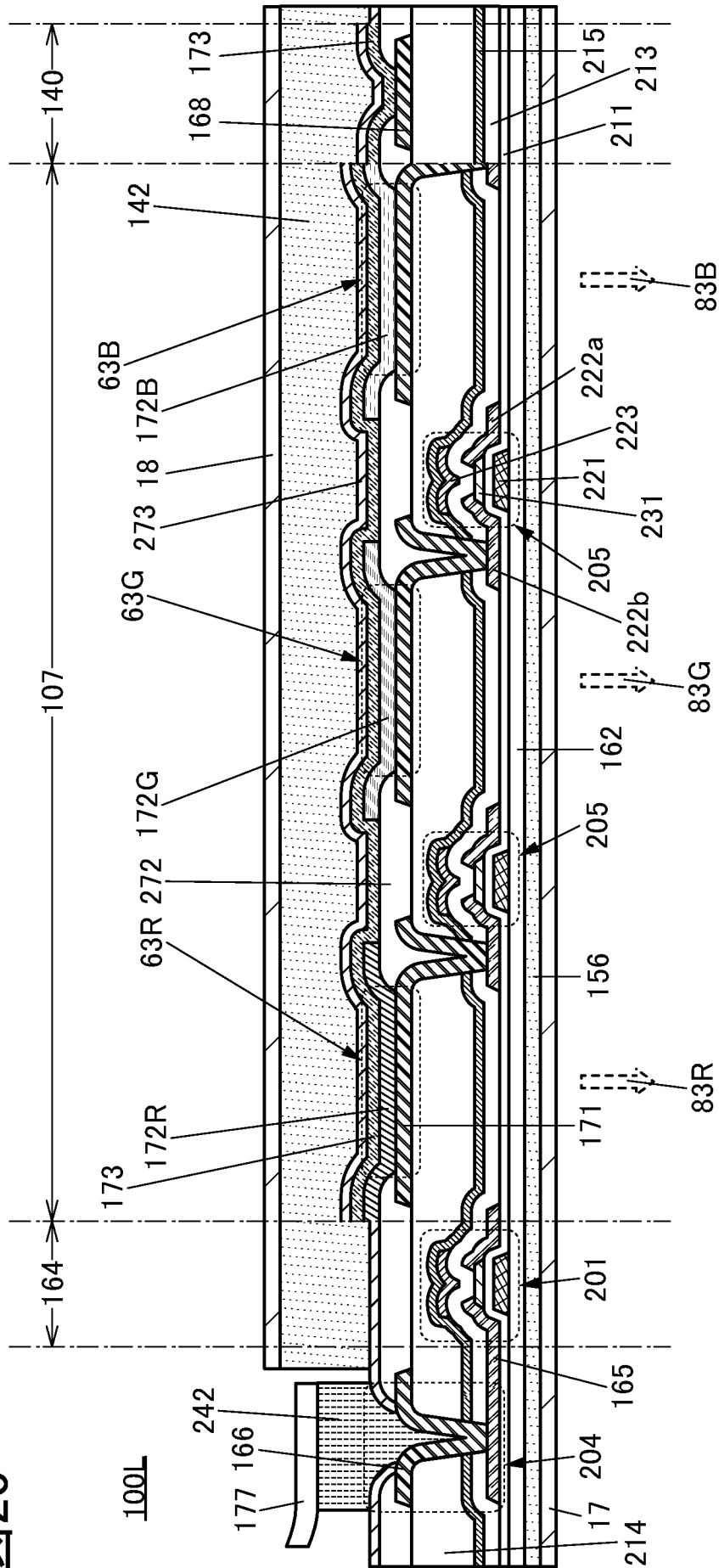


図21

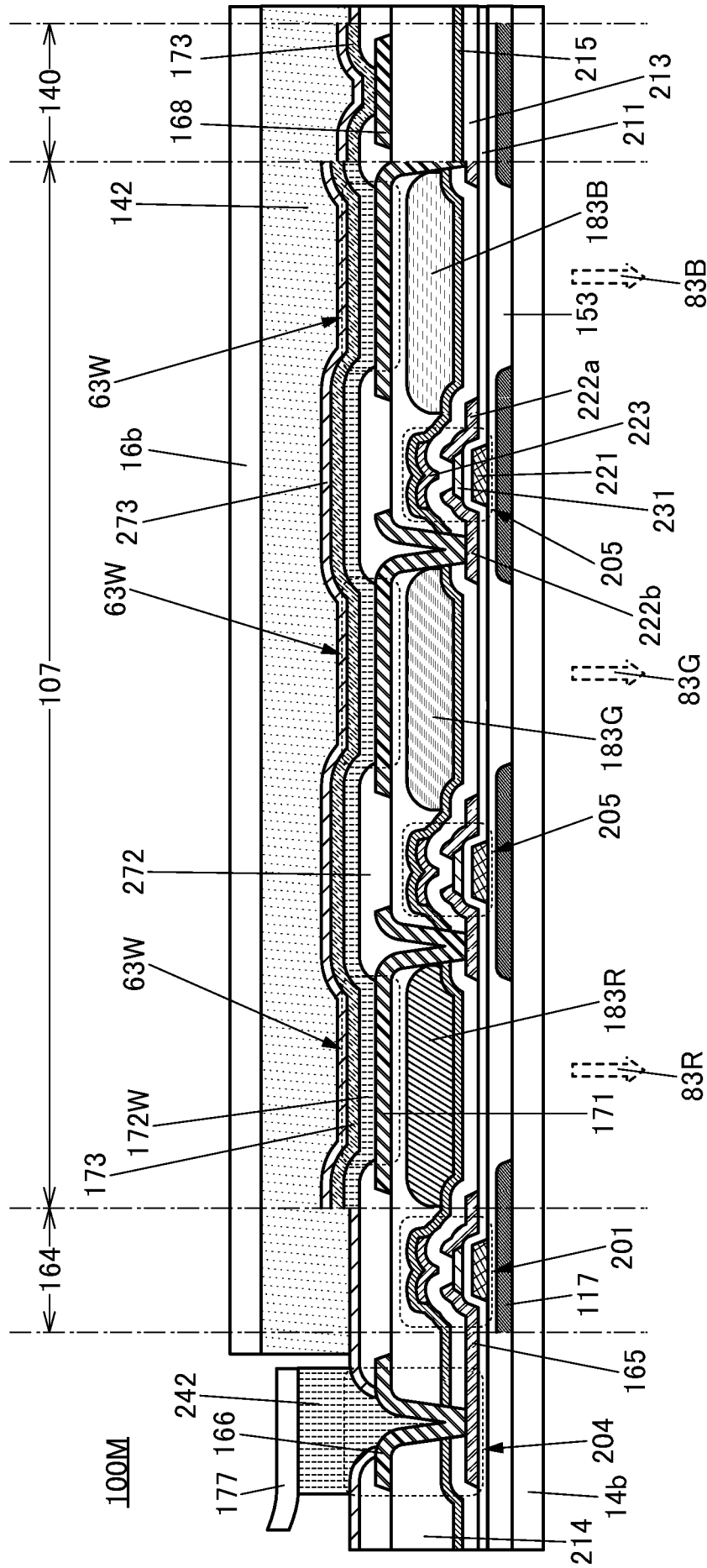


図22A

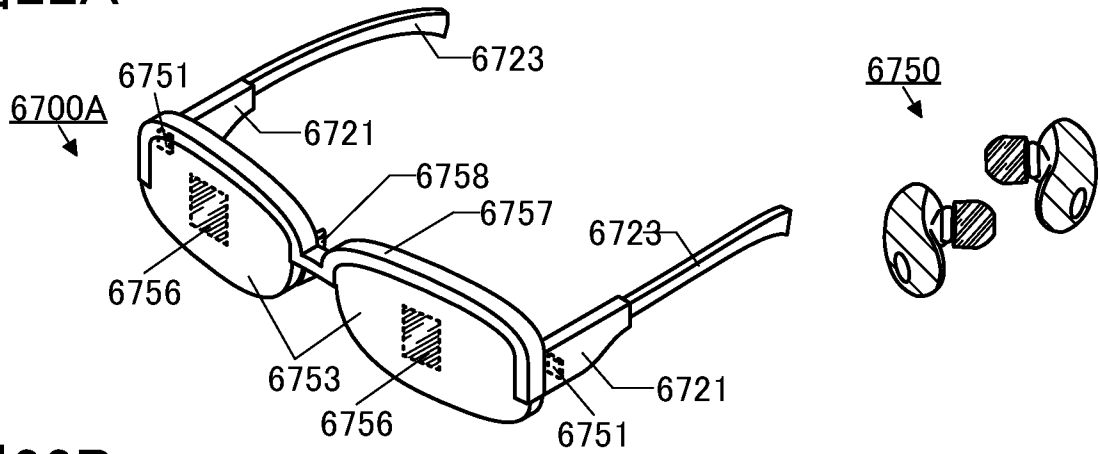


図22B

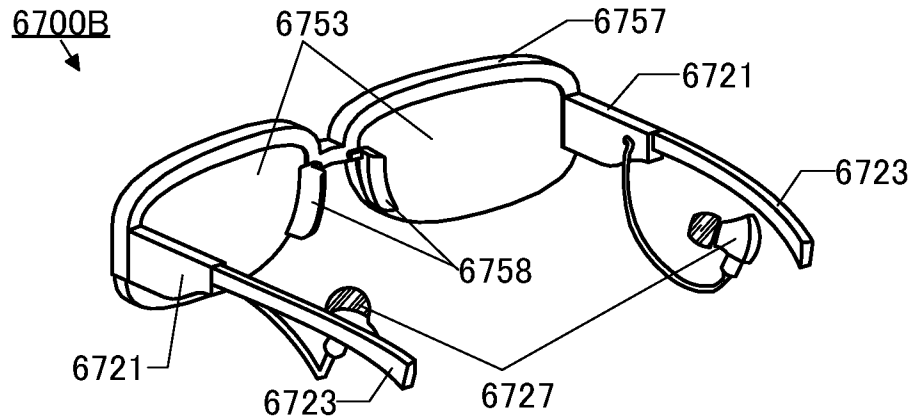


図22C

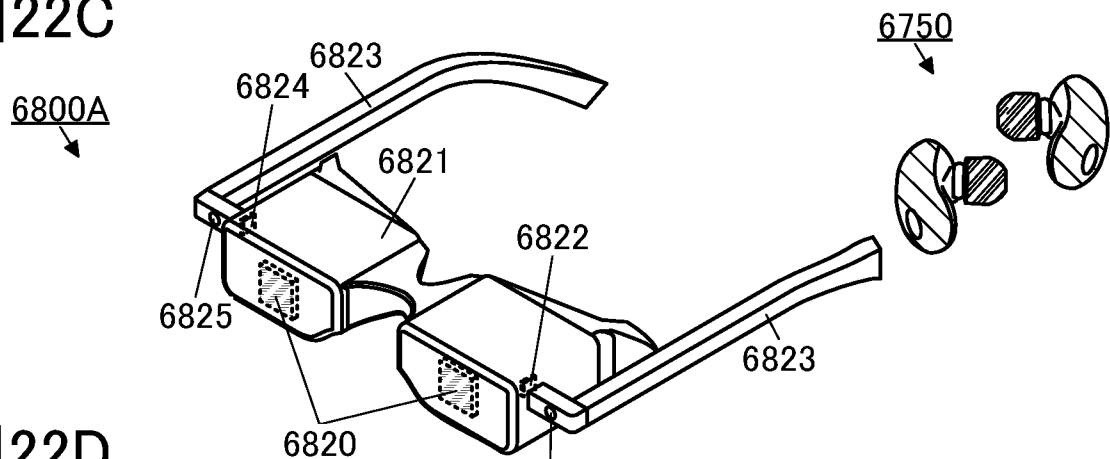
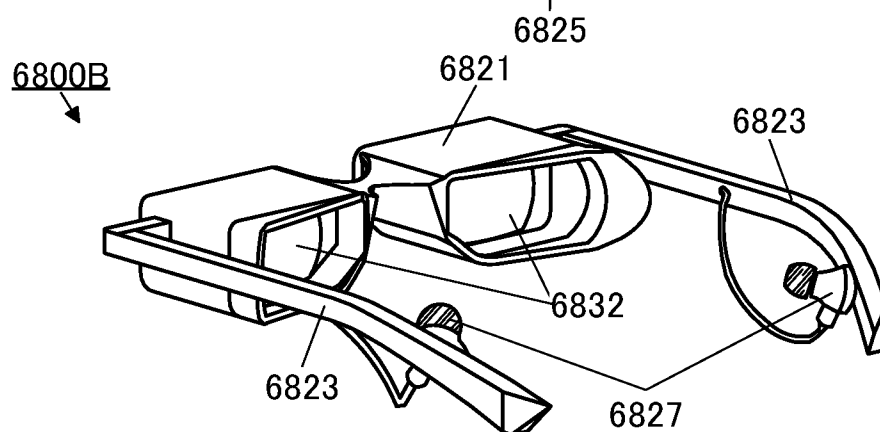
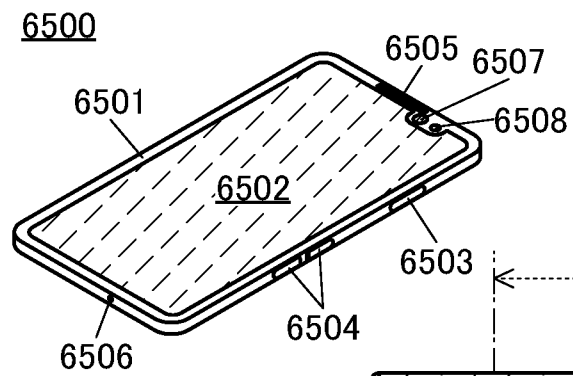
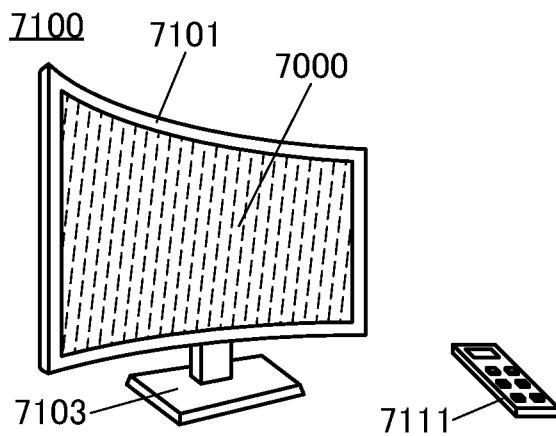
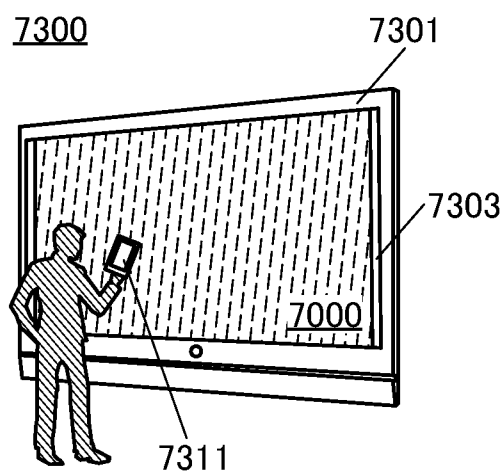


図22D









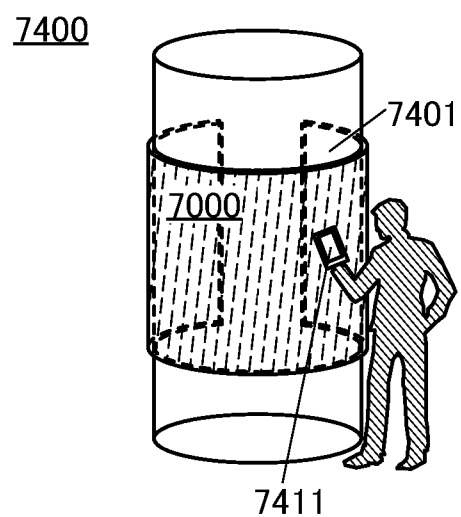


图24A

9101

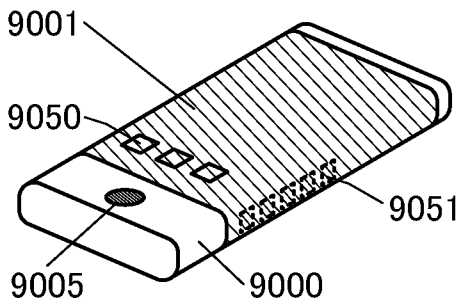


图24D

9200

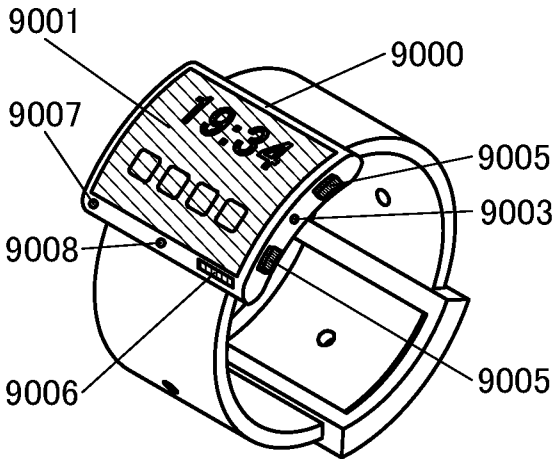


图24B

9102

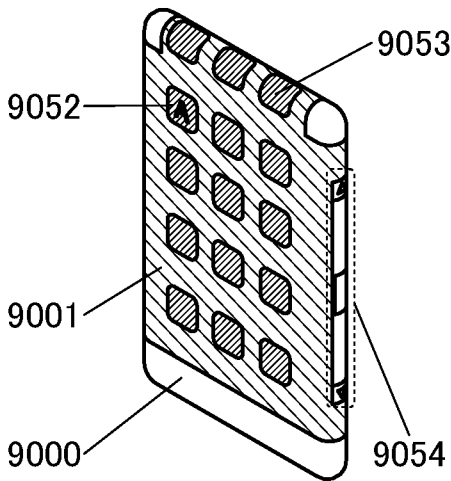


图24E

9201

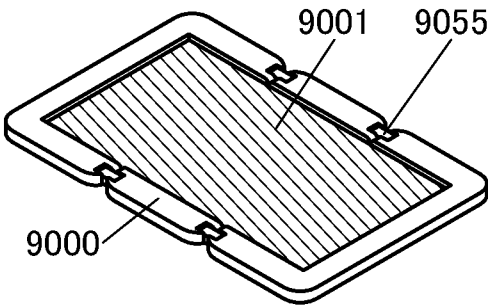


图24F

9201

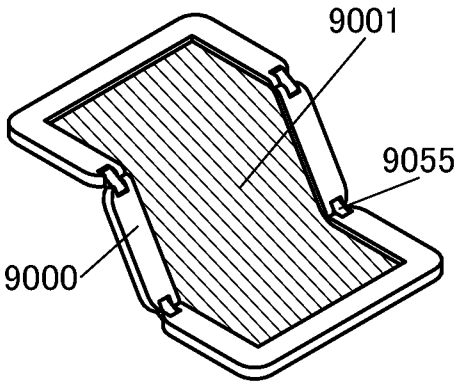


图24C

9103

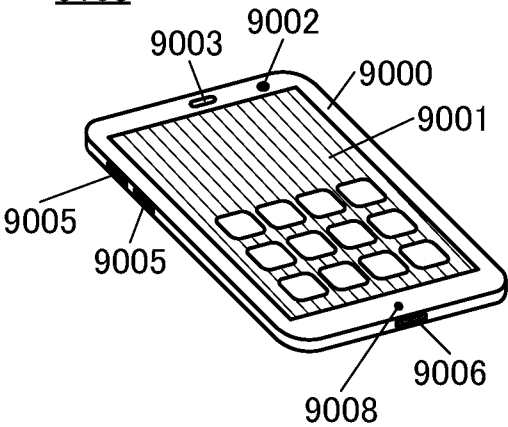


图24G

9201

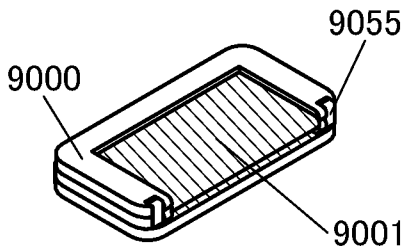


図25A

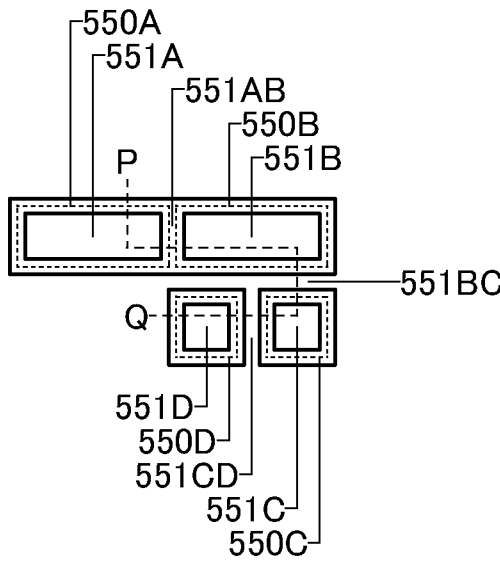
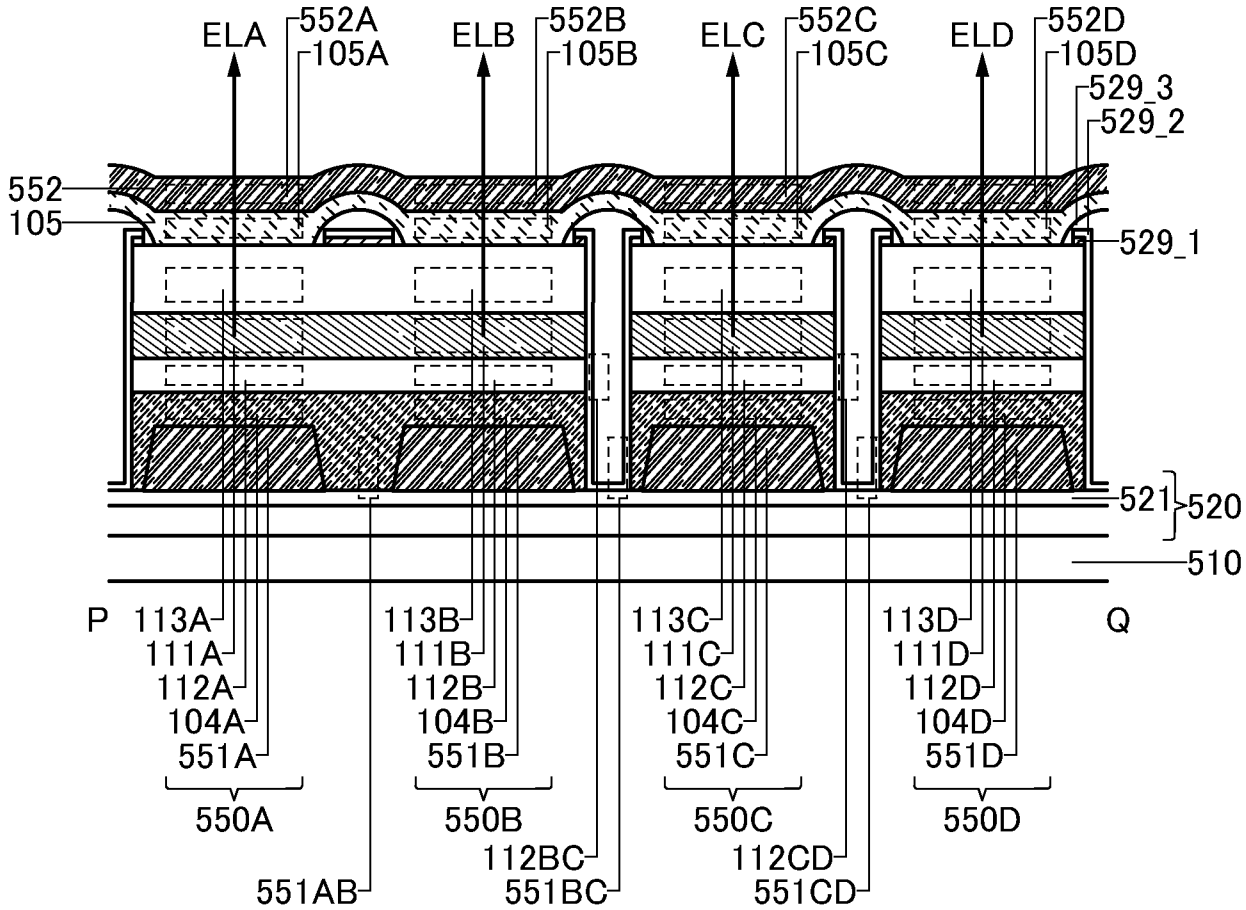


図25B

700



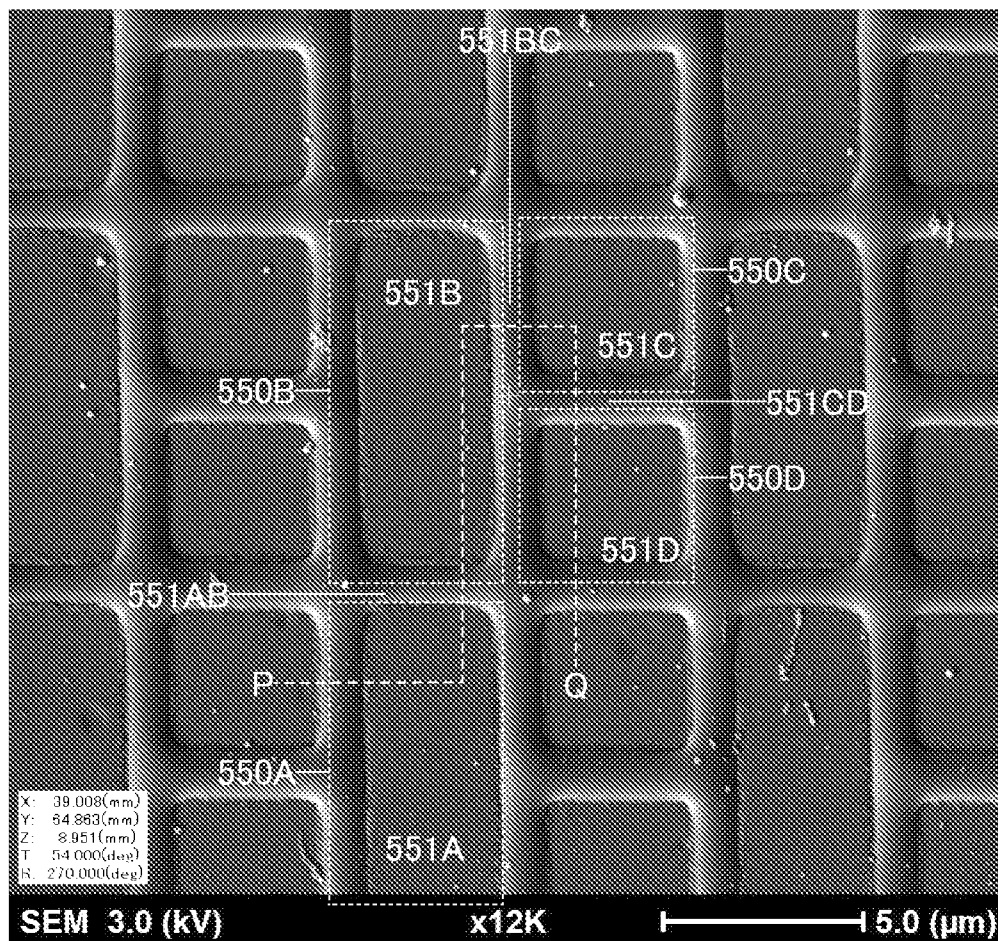


図27A

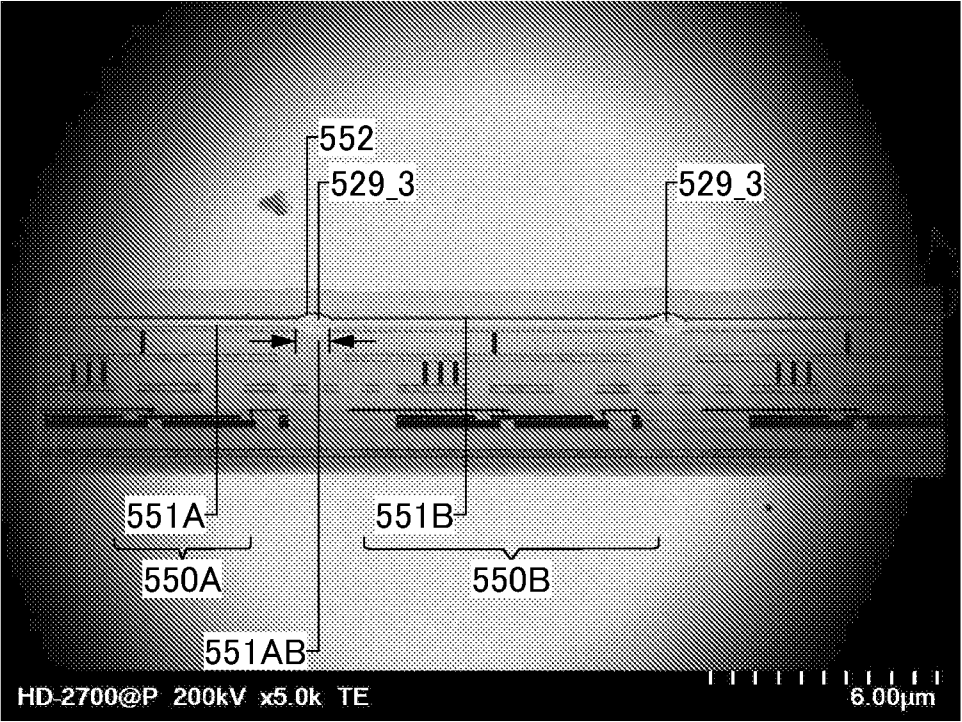


図27B

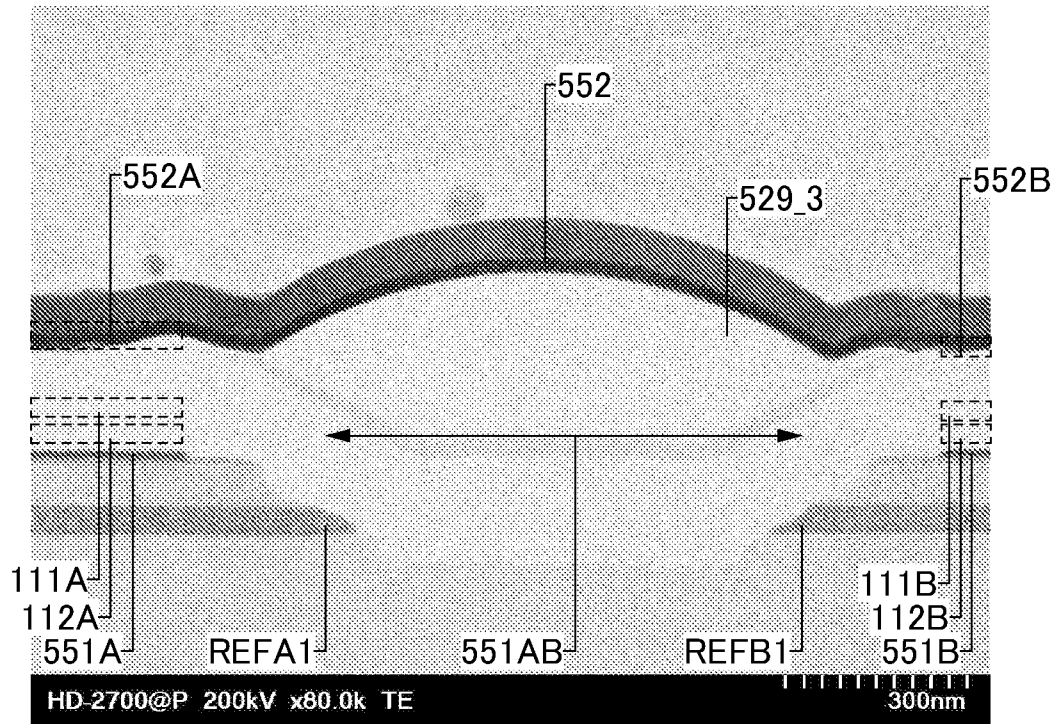


図28A

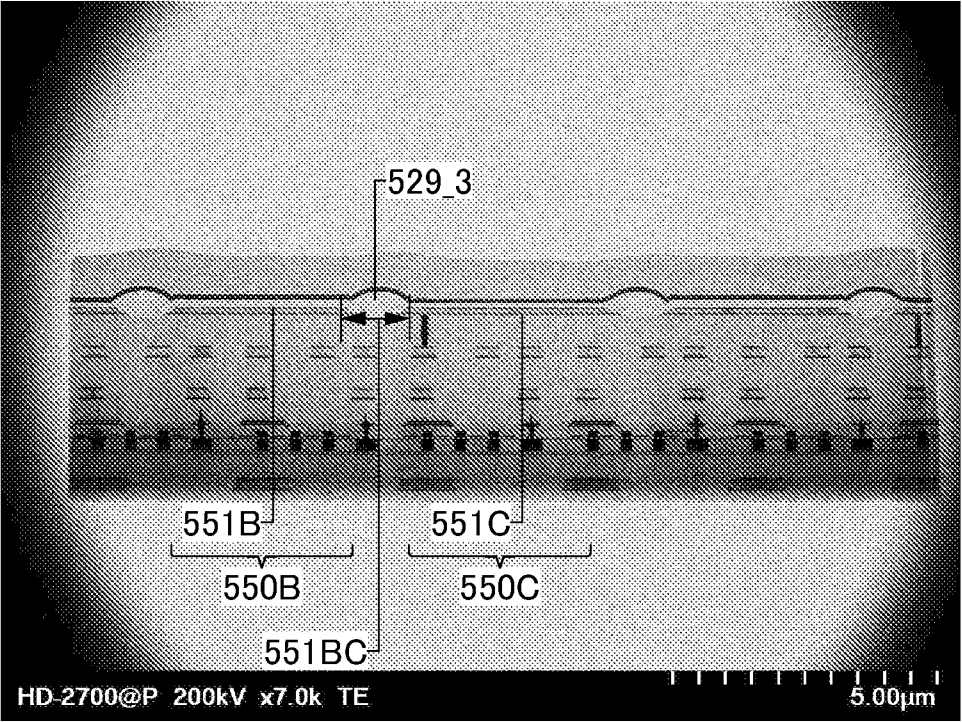


図28B

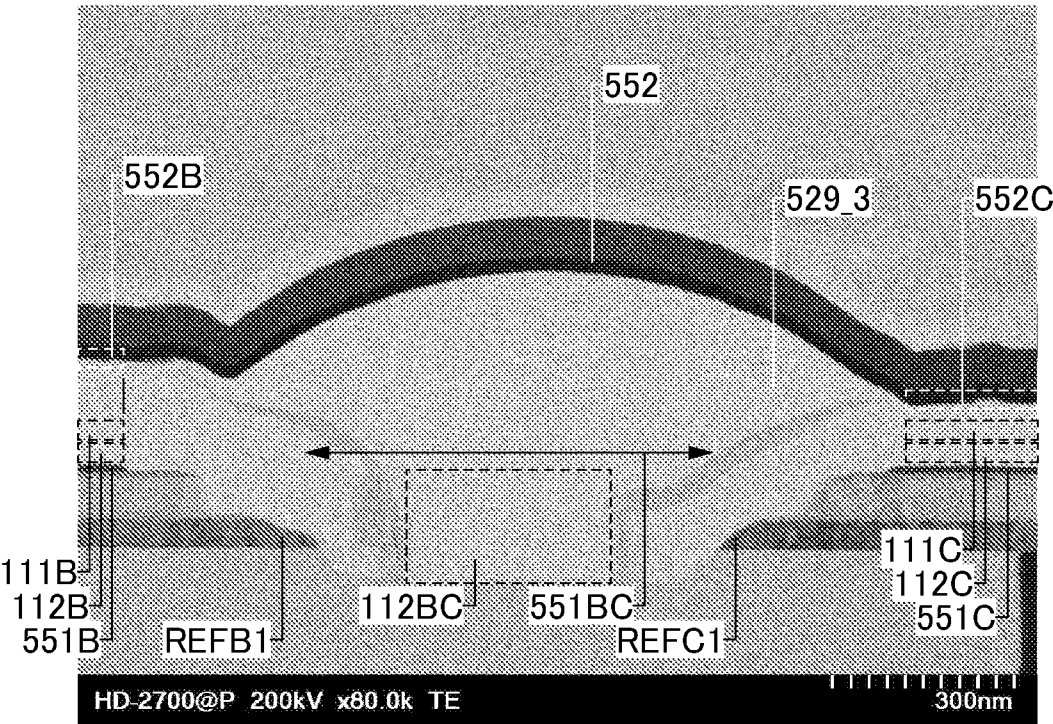


図29A

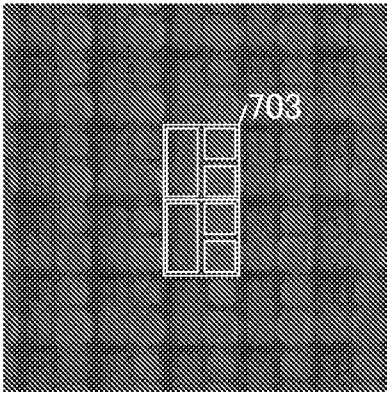


図29B

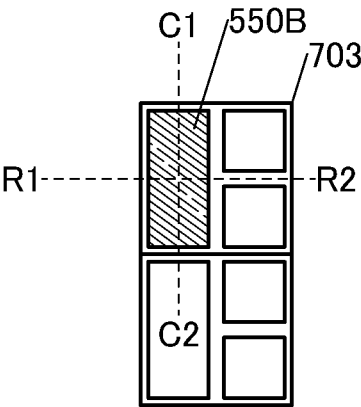


図29C

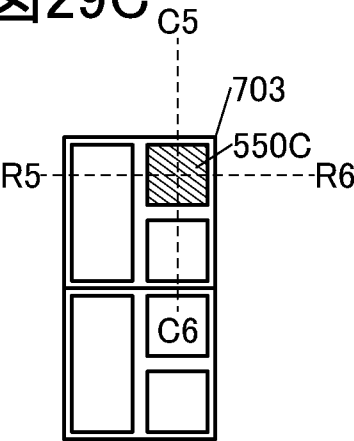


図29D

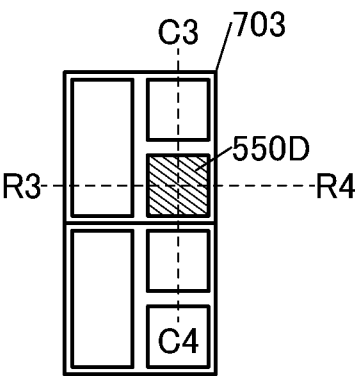


図30

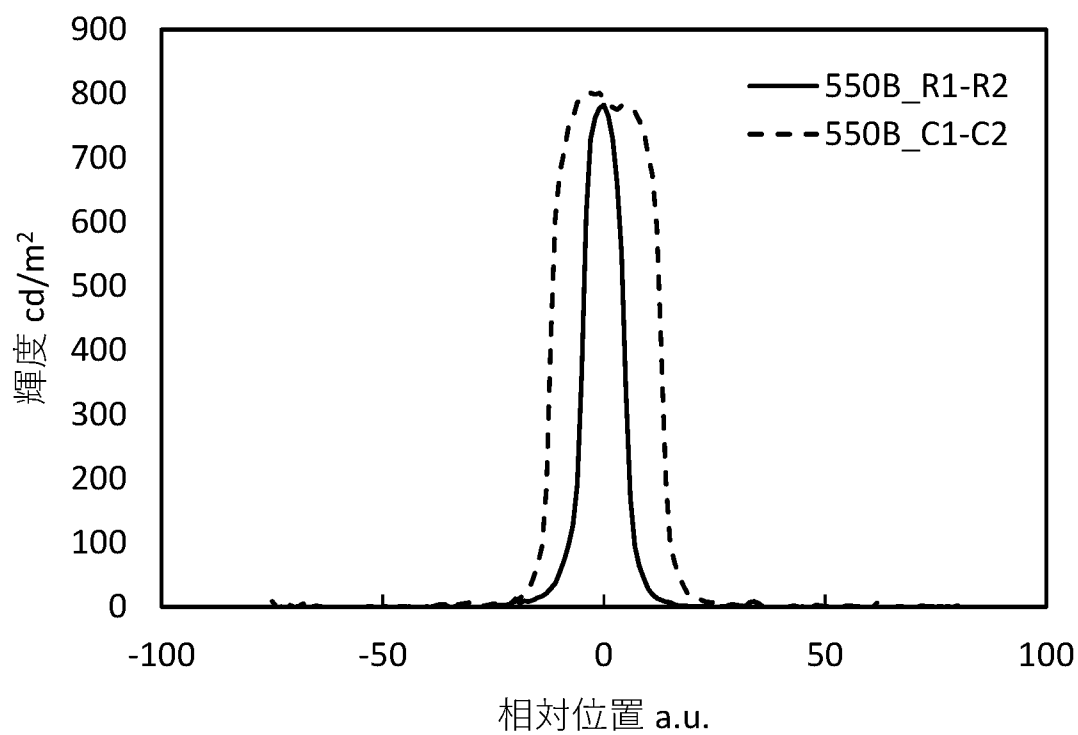


図31

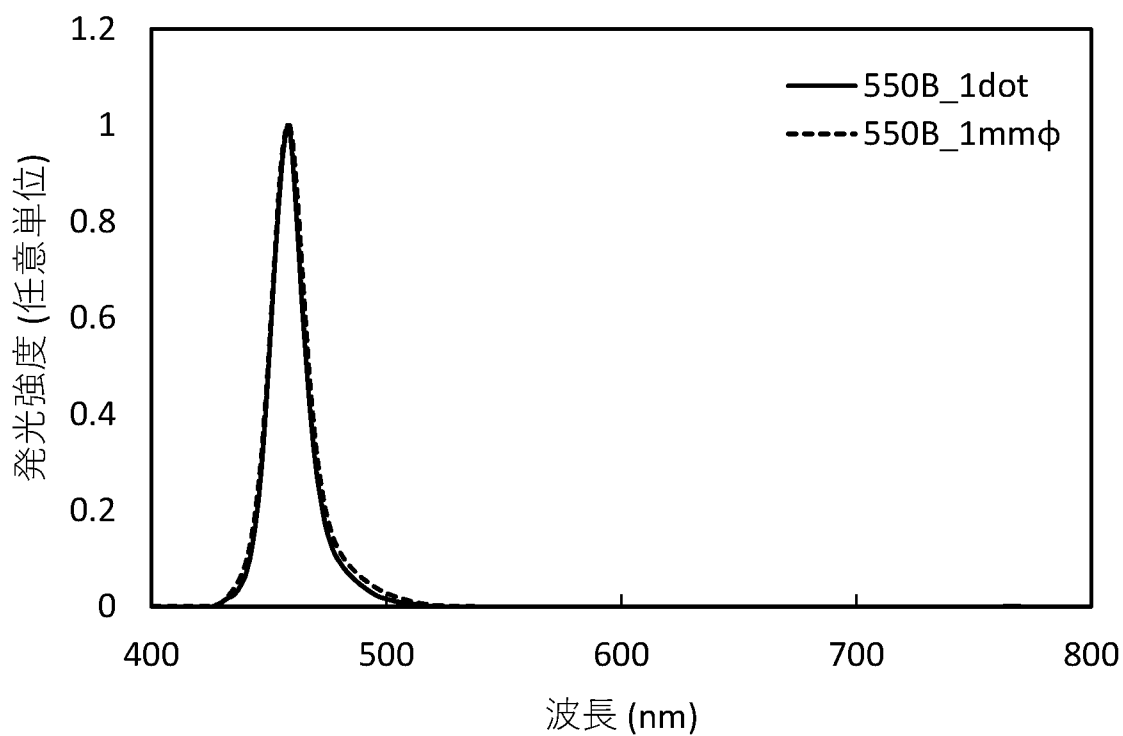


図32

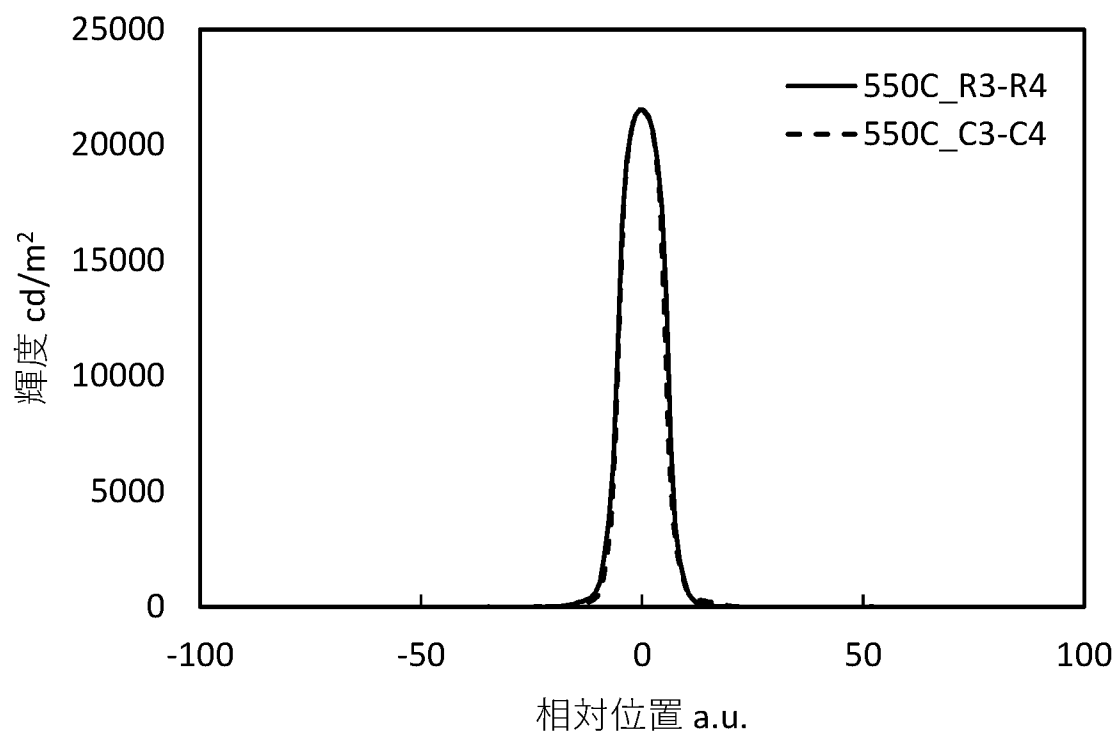


図33

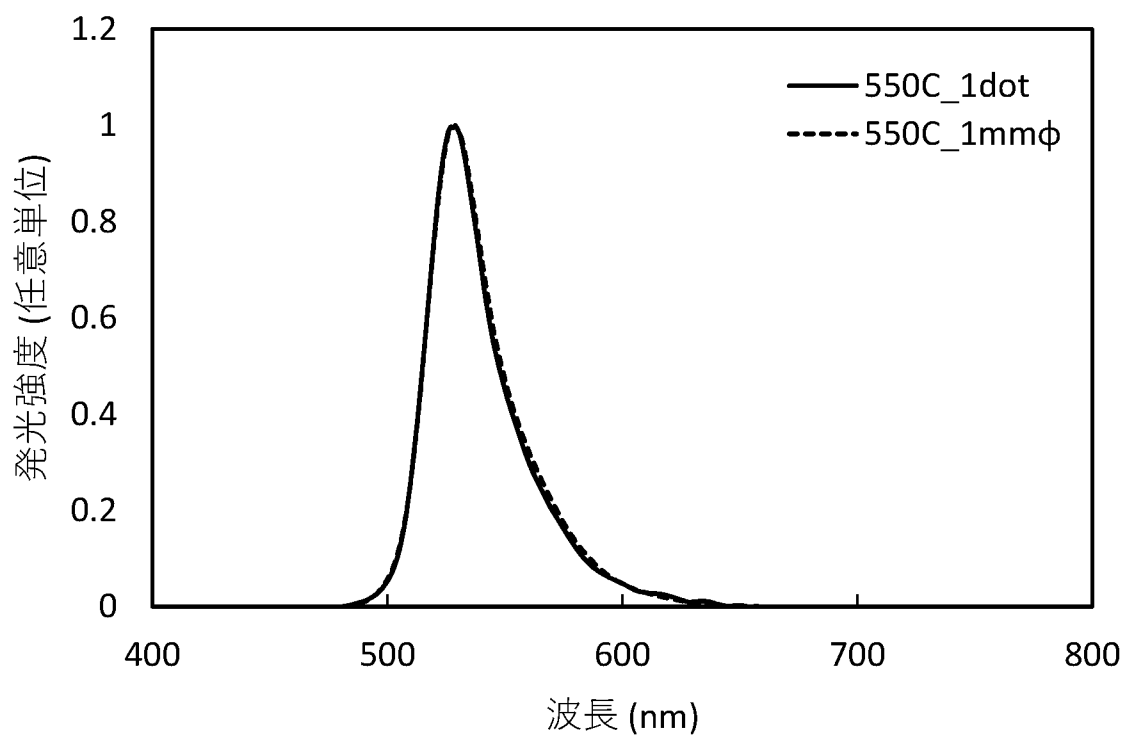


図34

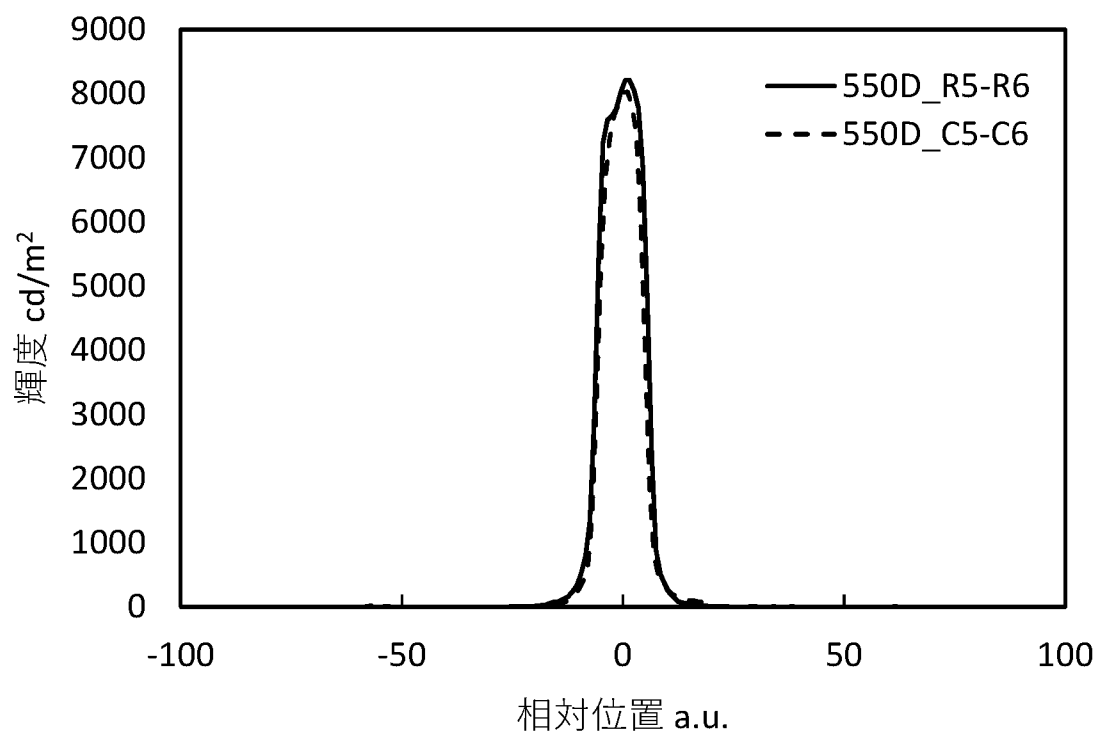


図35

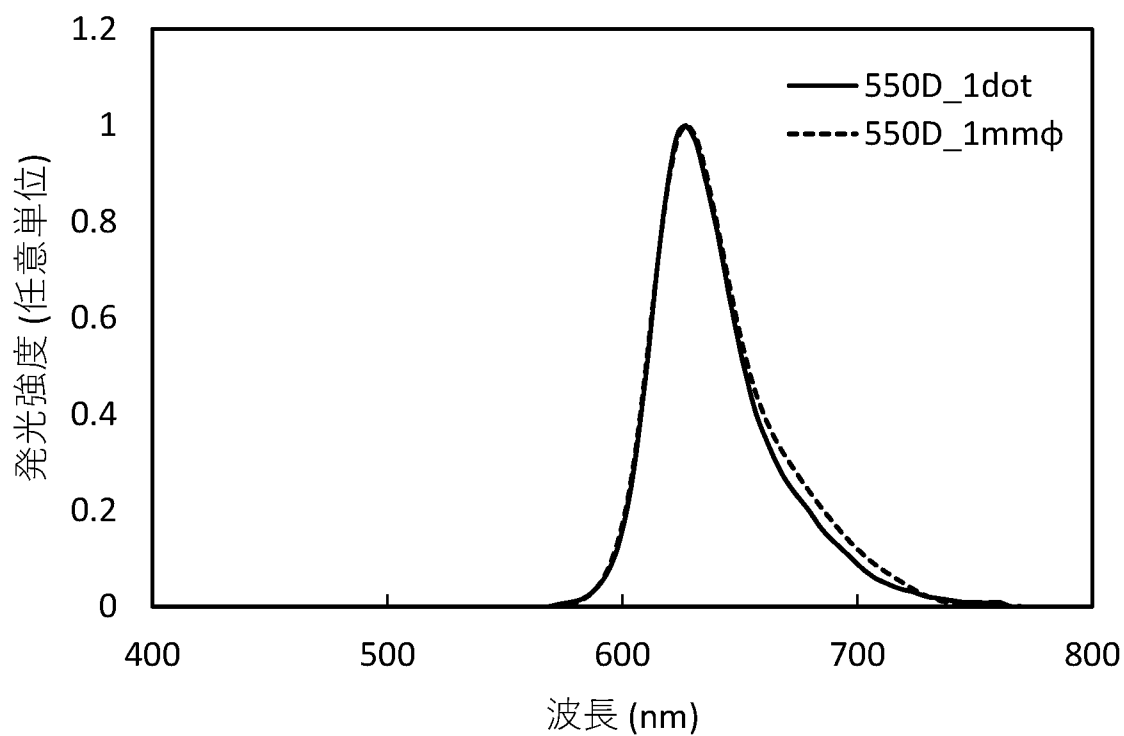


図36A

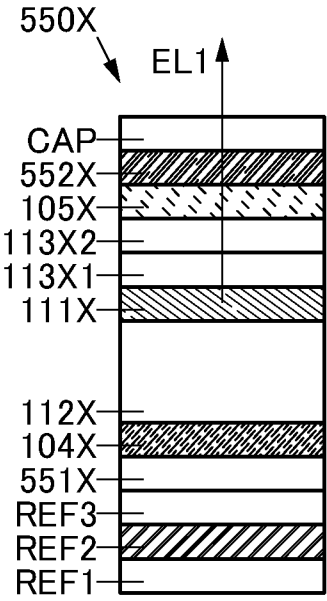


図36B

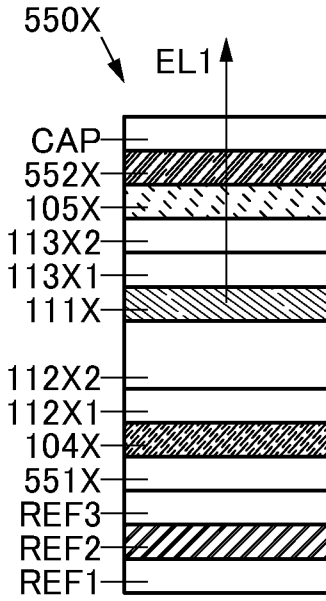


図37

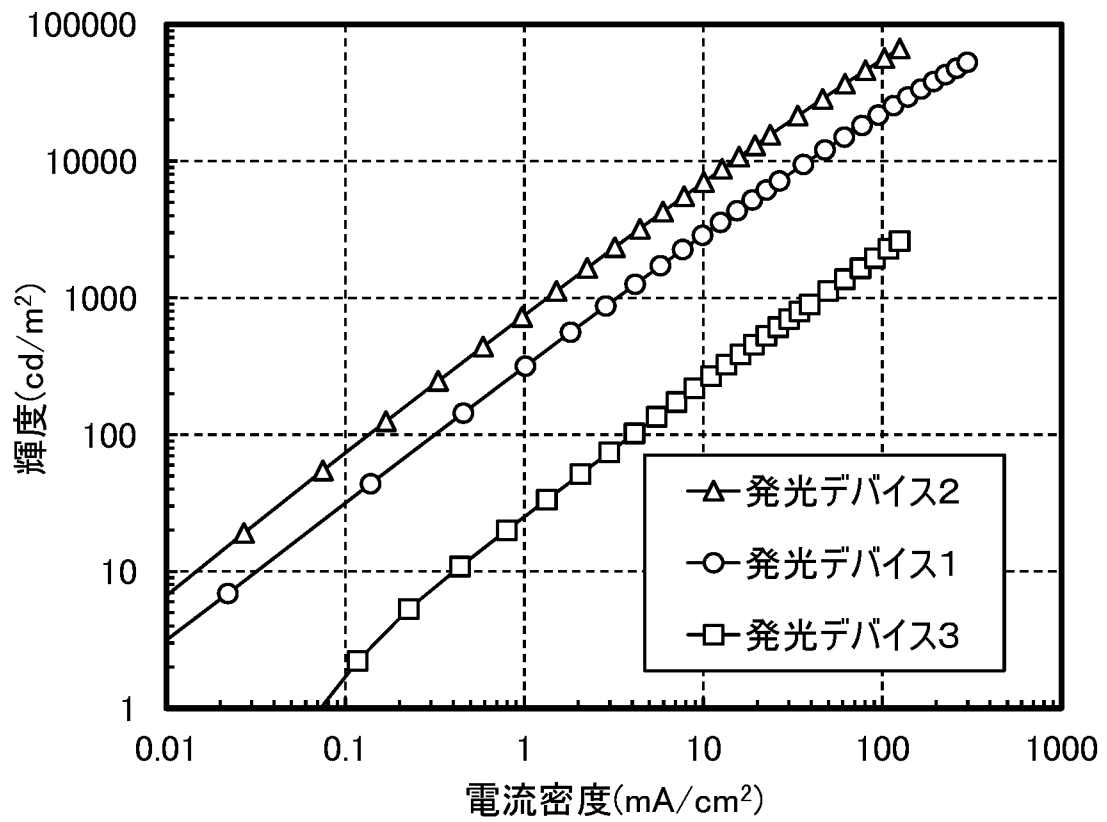


図38

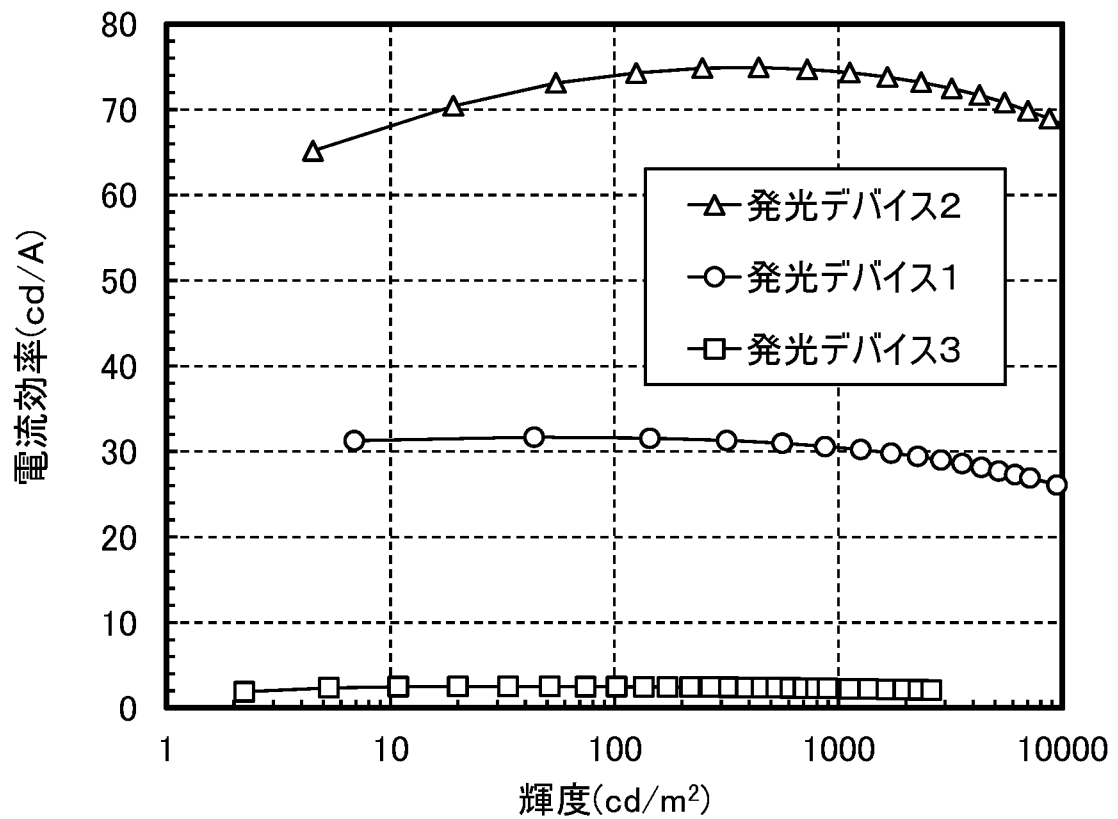


図39

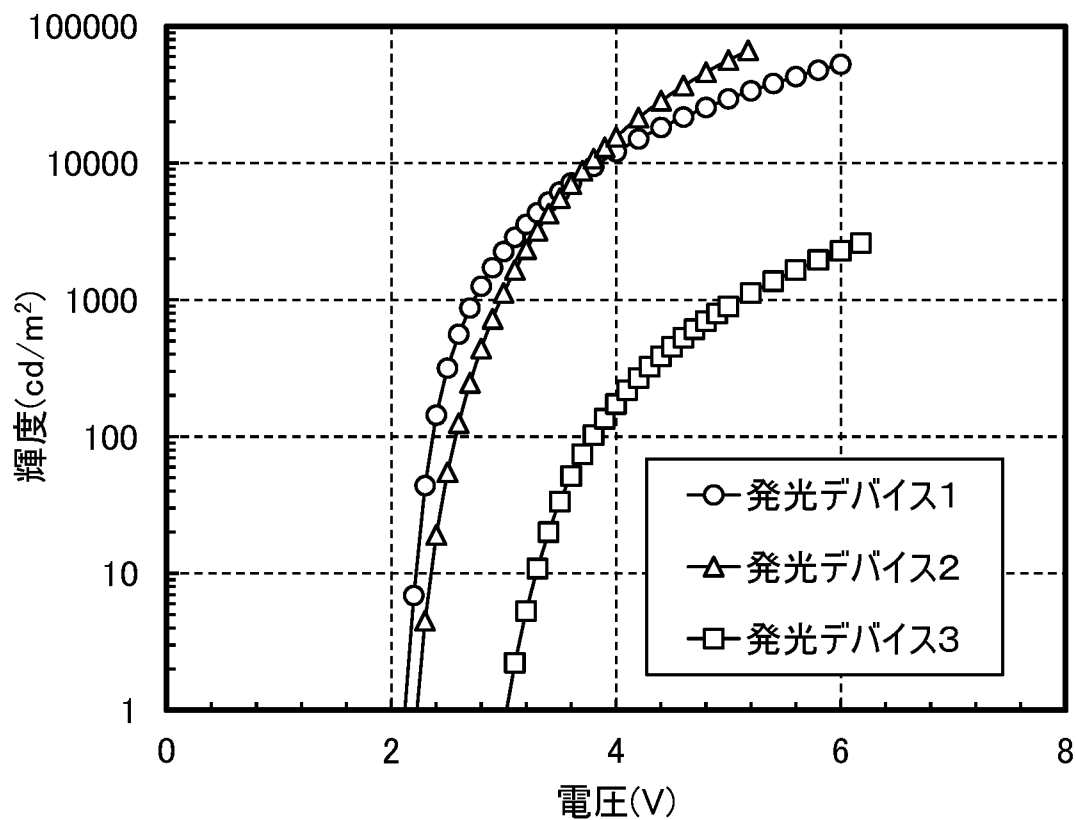


図40

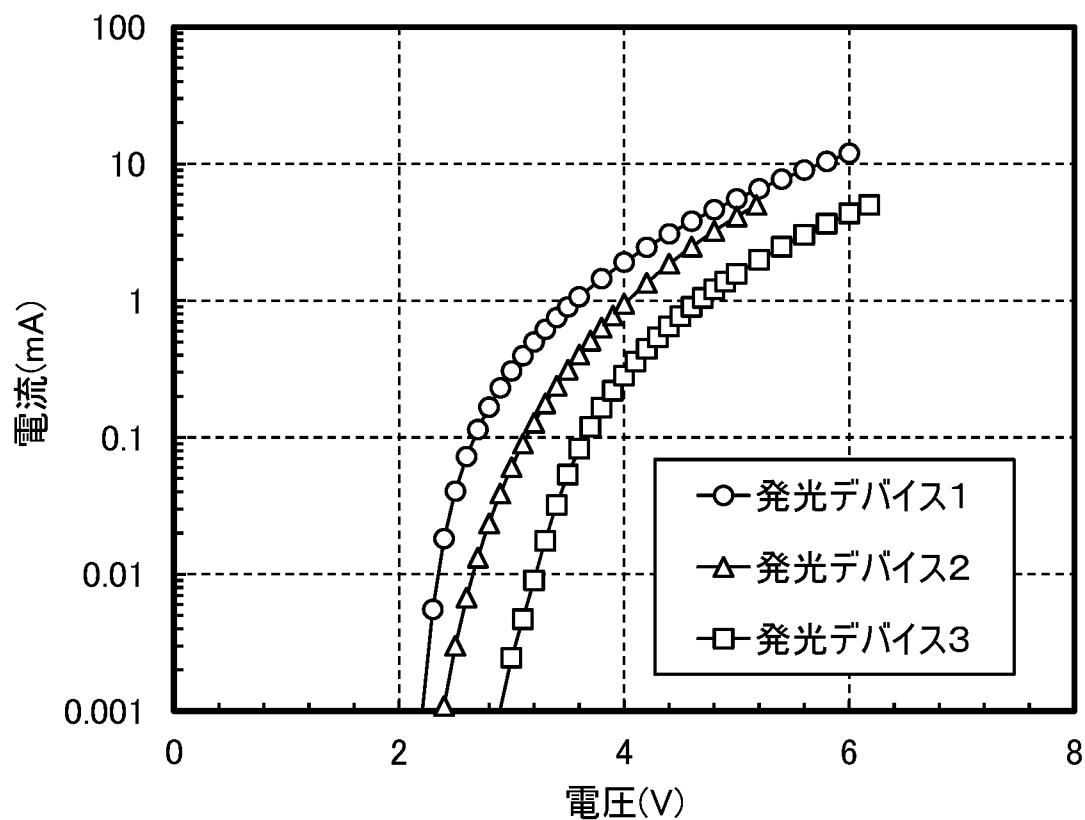


図41

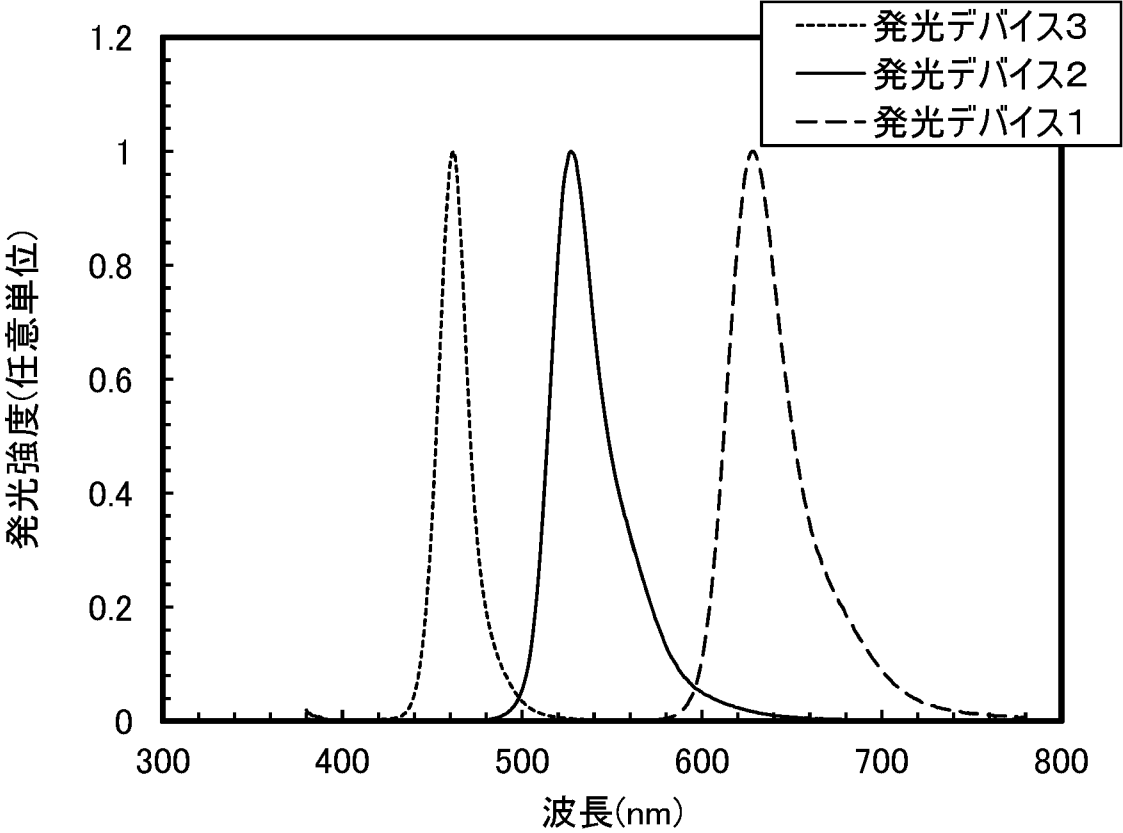
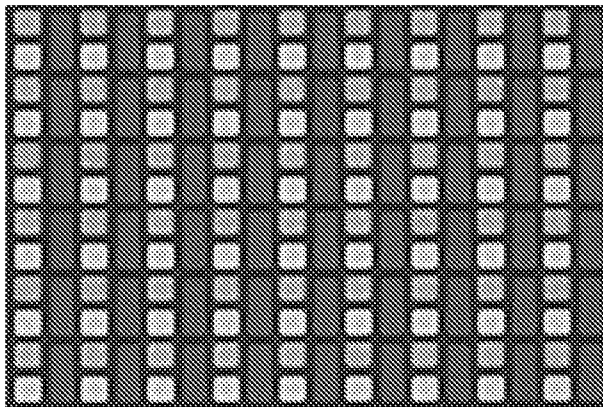


図42A



図42B



10 μm

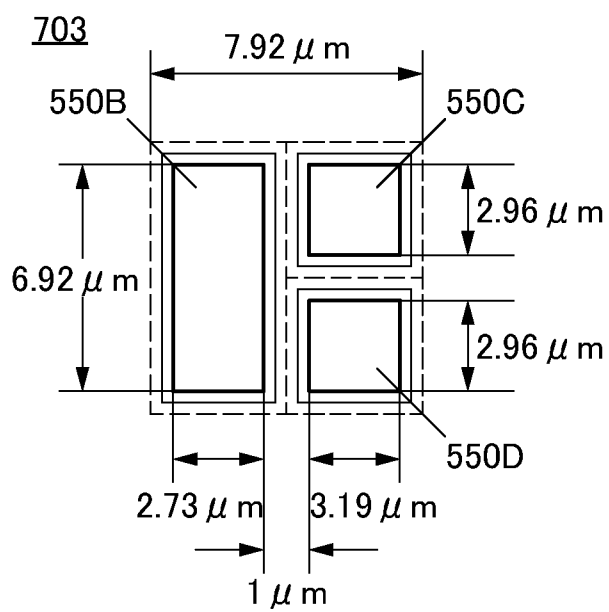


図44

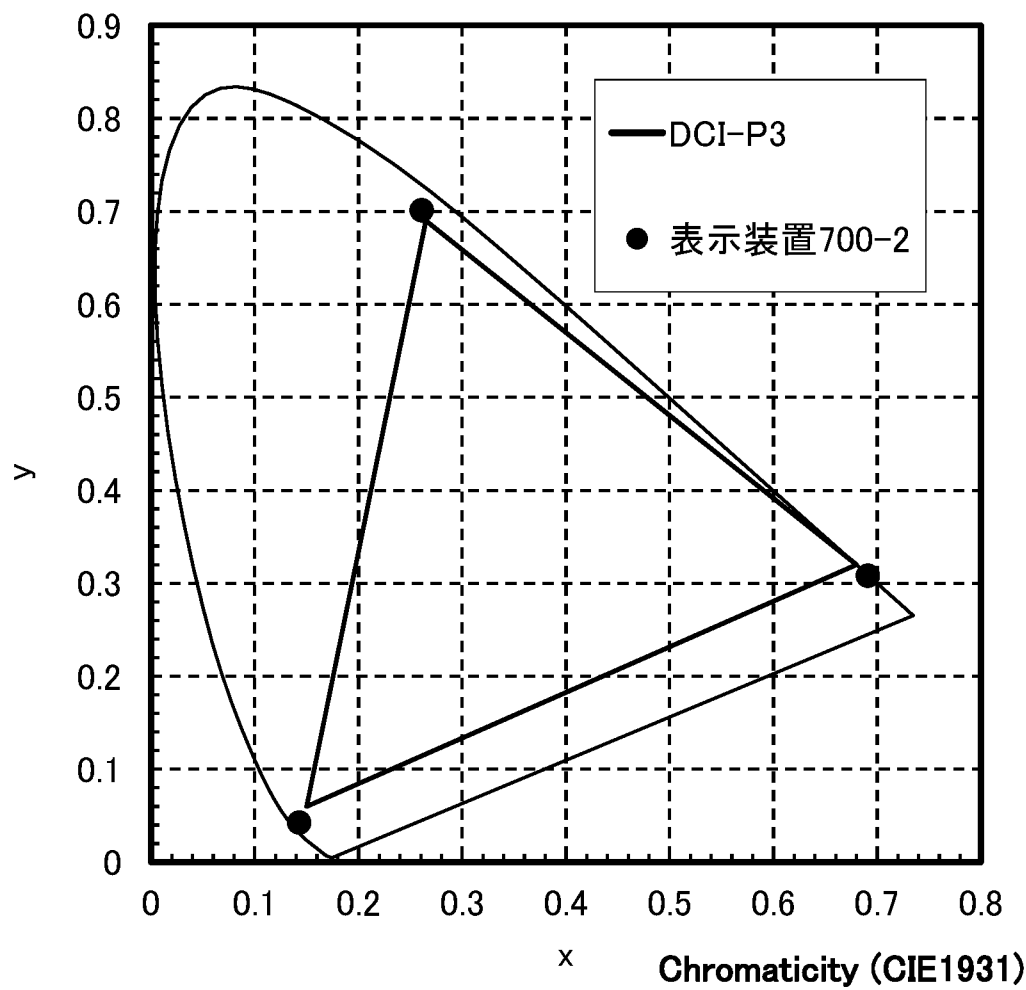


図45

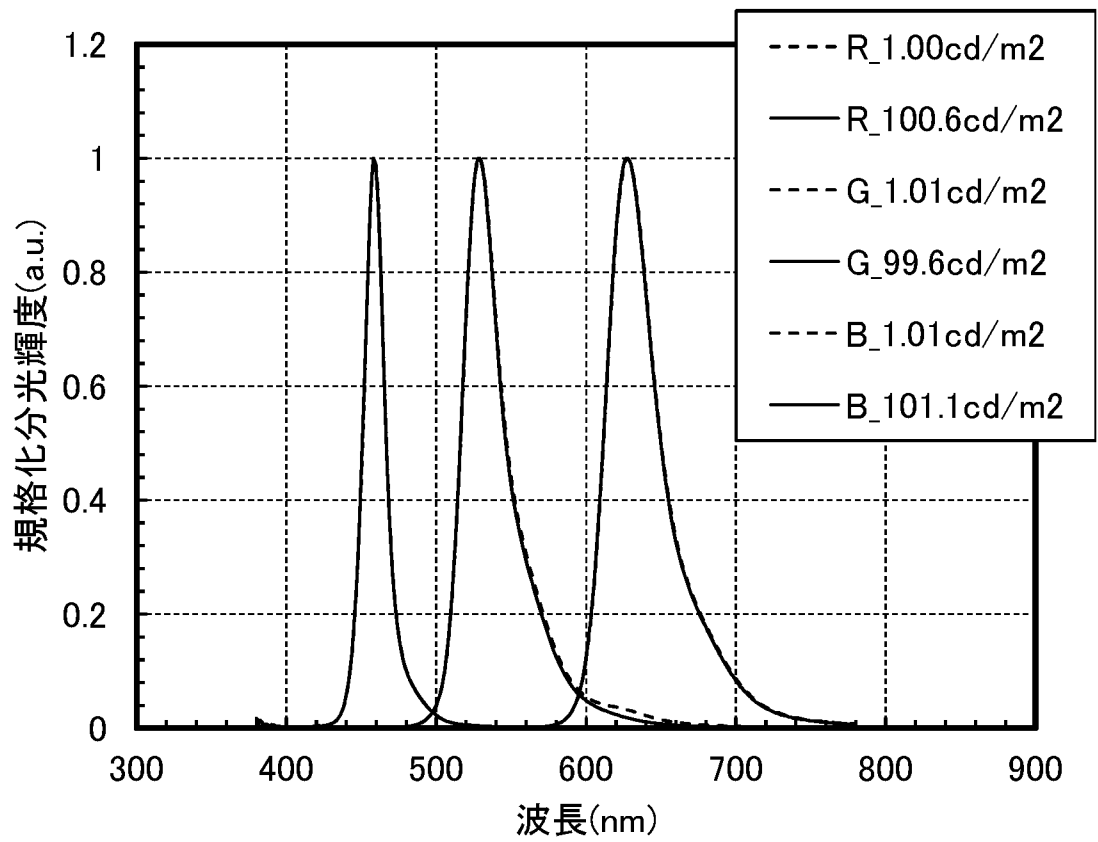


図46

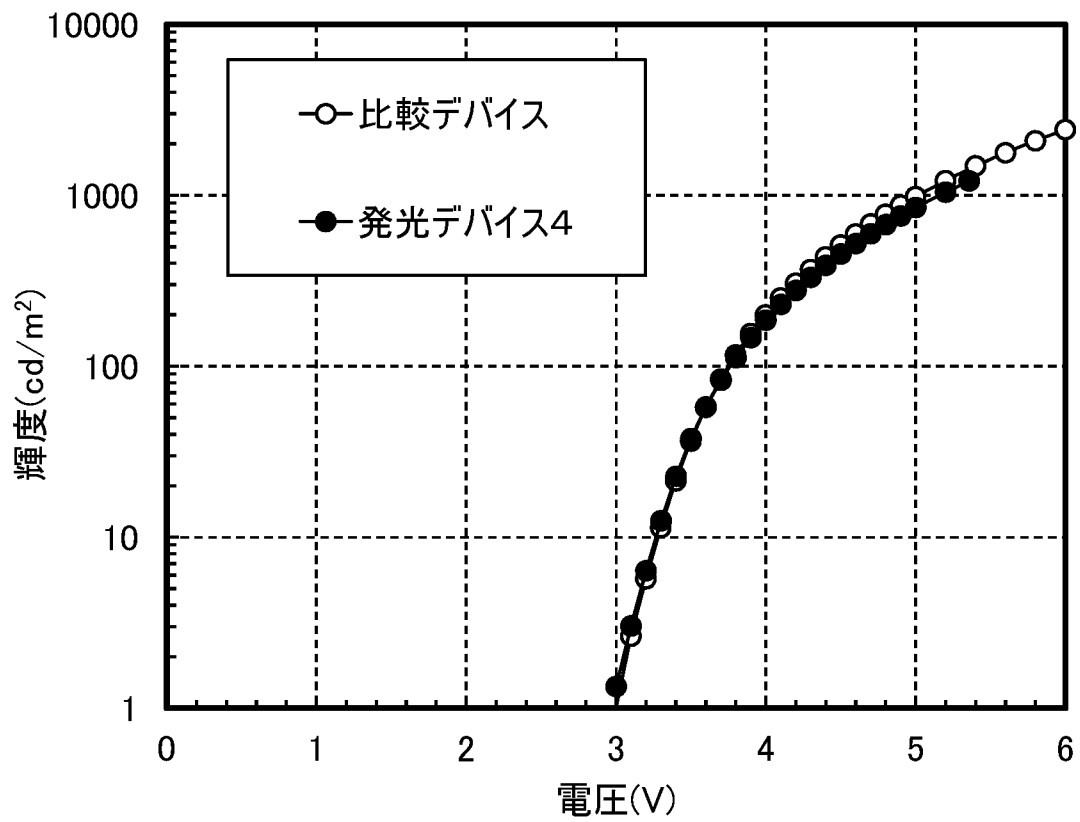


図47

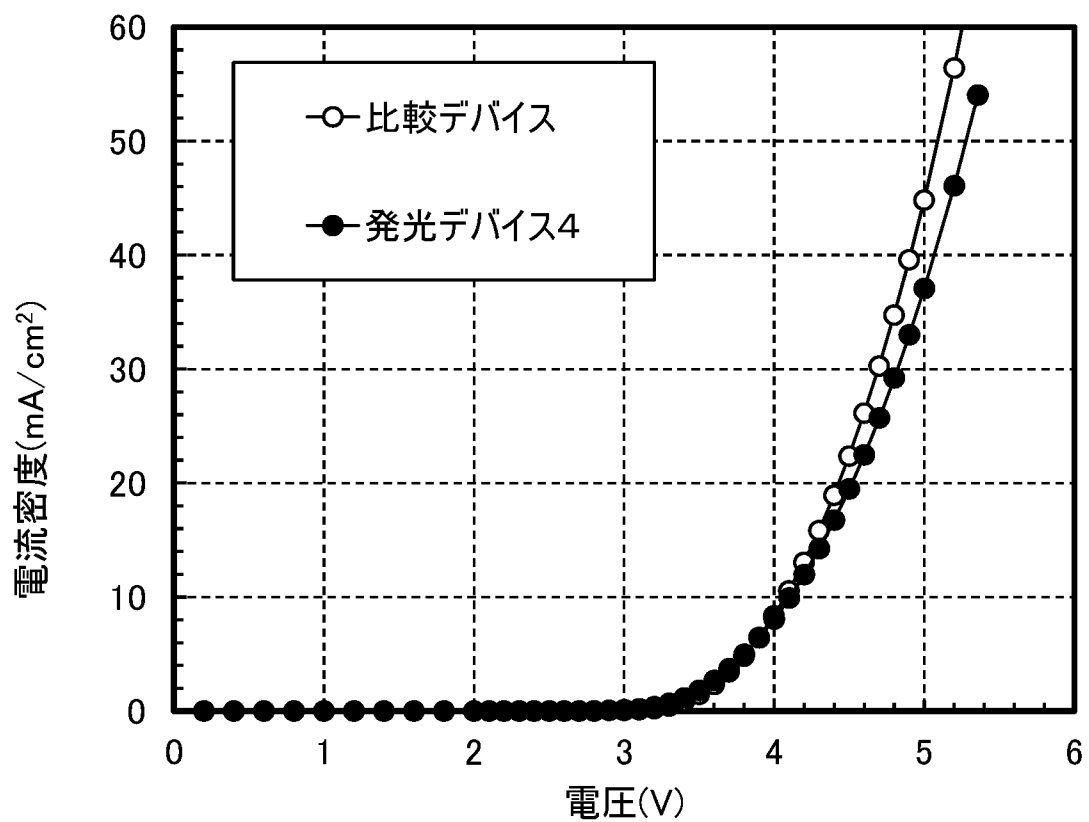
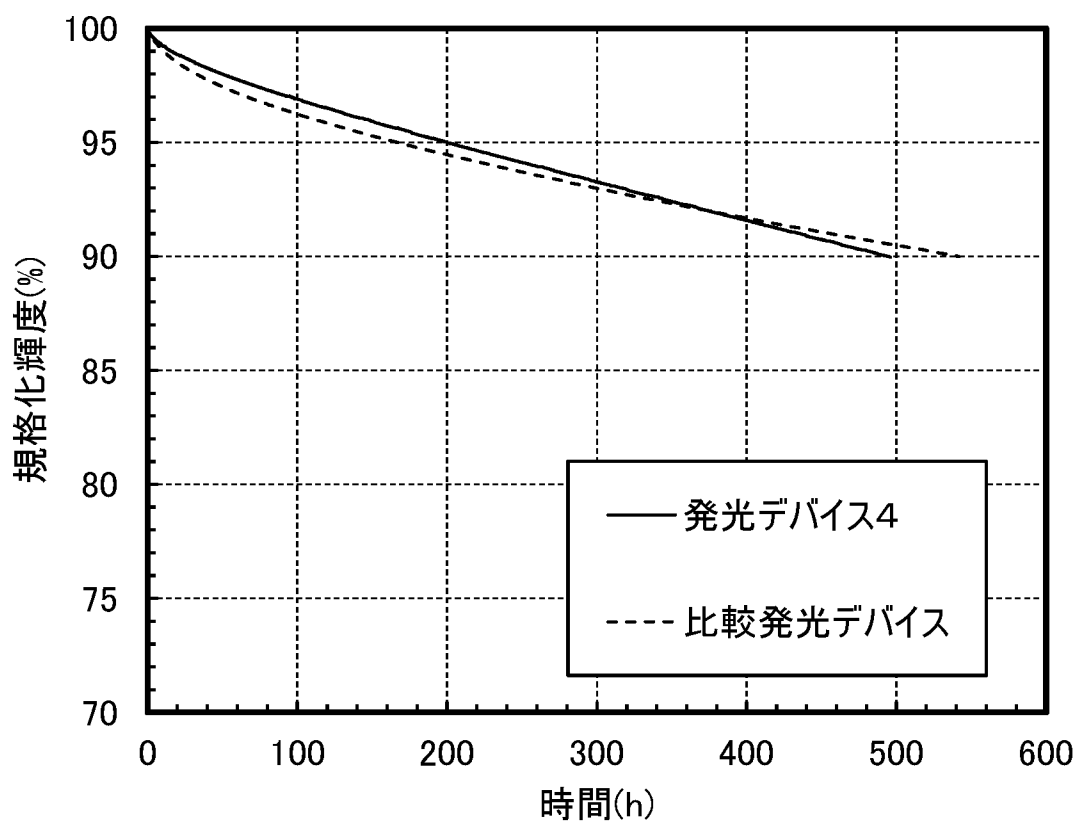


図48



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2023/053900

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H10K 59/122(2023.01)i; **G09F 9/30**(2006.01)i; **G09F 9/302**(2006.01)i; **H10K 50/852**(2023.01)i; **H10K 59/35**(2023.01)i; **H10K 59/95**(2023.01)i

FI: H10K59/122; G09F9/30 348A; G09F9/30 365; G09F9/302 C; H10K59/35; H10K59/95; H10K50/852

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)

H10K59/122; G09F9/30; G09F9/302; H10K50/852; H10K59/35; H10K59/95

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	JP 2012-195133 A (SONY CORP) 11 October 2012 (2012-10-11) fig. 9	1-9
A	JP 2019-503049 A (KUNSHAN NEW FLAT PANEL DISPLAY TECHNOLOGY CENTER CO., LTD. KUNSHAN GO-VISIONOX OPTO-ELECTRONICS CO., LTD.) 31 January 2019 (2019-01-31) fig. 4	1-9
A	WO 2014/136149 A1 (PANASONIC CORPORATION) 12 September 2014 (2014-09-12) fig. 6	1-9
A	JP 2010-56016 A (FUJIFILM CORP) 11 March 2010 (2010-03-11) fig. 3, 6	1-9
A	JP 2018-110118 A (LG DISPLAY CO LTD) 12 July 2018 (2018-07-12) fig. 5	1-9
A	WO 2013/168365 A1 (PANASONIC CORPORATION) 14 November 2013 (2013-11-14) fig. 5, 10	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 2023

Date of mailing of the international search report

11 July 2023

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/IB2023/053900**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-524432 A (UNIVERSAL DISPLAY CORPORATION) 17 June 2013 (2013-06-17) fig. 6	1-9
A	JP 2020-96171 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD) 18 June 2020 (2020-06-18) paragraph [0367]	1-9
P, A	JP 2023-16026 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD) 01 February 2023 (2023-02-01) paragraph [0488]	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2023/053900

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
JP	2012-195133	A	11 October 2012	US	2012/0235178	A1
fig. 9C						
JP	2019-503049	A	31 January 2019	US	2019/0378882	A1
fig. 4						
				WO	2017/162077	A1
				EP	3382683	A1
				CN	205487172	U
				TW	201803106	A
				KR	10-2018-0084975	A
WO	2014/136149	A1	12 September 2014	US	2016/0013251	A1
fig. 6						
JP	2010-56016	A	11 March 2010	US	2010/0053038	A1
fig. 3, 6						
JP	2018-110118	A	12 July 2018	US	2018/0182828	A1
fig. 5						
				EP	3343629	A1
				KR	10-2018-0076813	A
				CN	108258013	A
WO	2013/168365	A1	14 November 2013	US	2015/0076455	A1
fig. 5, 10						
JP	2013-524432	A	17 June 2013	US	2010/0225252	A1
fig. 6						
				WO	2010/039938	A1
				EP	3751618	A1
				CN	102822973	A
				KR	10-2013-0079333	A
				TW	201031255	A
JP	2020-96171	A	18 June 2020	US	2021/0367177	A1
paragraph [0410]						
				WO	2020/065471	A1
				CN	111819708	A
				KR	10-2021-0043482	A
				TW	202030903	A
JP	2023-16026	A	01 February 2023	CN	115643782	A
				KR	10-2023-0014078	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H10K 59/122(2023.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; G09F 9/302(2006.01)i; H10K 50/852(2023.01)i; H10K 59/35(2023.01)i; H10K 59/95(2023.01)i FI: H10K59/122; G09F9/30 348A; G09F9/30 365; G09F9/302 C; H10K59/35; H10K59/95; H10K50/852														
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）） H10K59/122; G09F9/30; G09F9/302; H10K50/852; H10K59/35; H10K59/95 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年													
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												
A	JP 2012-195133 A（ソニー株式会社）11.10.2012（2012 - 10 - 11） [図9]	1-9												
A	JP 2019-503049 A（昆山工研院新型平板顯示技術中心有限公司，昆山国顯光電有限公司）31.01.2019（2019 - 01 - 31） [図4]	1-9												
A	WO 2014/136149 A1（パナソニック株式会社）12.09.2014（2014 - 09 - 12） [図6]	1-9												
A	JP 2010-56016 A（富士フイルム株式会社）11.03.2010（2010 - 03 - 11） [図3]，[図6]	1-9												
A	JP 2018-110118 A（エルジー ディスプレイ カンパニー リミテッド）12.07.2018 （2018 - 07 - 12） [図5]	1-9												
A	WO 2013/168365 A1（パナソニック株式会社）14.11.2013（2013 - 11 - 14） [図5]，[図10]	1-9												
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 29.06.2023	国際調査報告の発送日 11.07.2023													
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） 小久保 州洋 20 1169 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
A	JP 2013-524432 A (ユニバーサル ディスプレイ コーポレーション) 17.06.2013 (2013 - 06 - 17) [図6]	1-9
A	JP 2020-96171 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 18.06.2020 (2020 - 06 - 18) 段落[0367]	1-9
P, A	JP 2023-16026 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 01.02.2023 (2023 - 02 - 01) 段落[0488]	1-9

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/IB2023/053900

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2012-195133	A	11.10.2012	US	2012/0235178	A1	
				図9C			
JP	2019-503049	A	31.01.2019	US	2019/0378882	A1	
				図4			
				WO	2017/162077	A1	
				EP	3382683	A1	
				CN	205487172	U	
				TW	201803106	A	
				KR	10-2018-0084975	A	
WO	2014/136149	A1	12.09.2014	US	2016/0013251	A1	
				図6			
JP	2010-56016	A	11.03.2010	US	2010/0053038	A1	
				図3, 6			
JP	2018-110118	A	12.07.2018	US	2018/0182828	A1	
				図5			
				EP	3343629	A1	
				KR	10-2018-0076813	A	
				CN	108258013	A	
WO	2013/168365	A1	14.11.2013	US	2015/0076455	A1	
				図5, 10			
JP	2013-524432	A	17.06.2013	US	2010/0225252	A1	
				図6			
				WO	2010/039938	A1	
				EP	3751618	A1	
				CN	102822973	A	
				KR	10-2013-0079333	A	
				TW	201031255	A	
JP	2020-96171	A	18.06.2020	US	2021/0367177	A1	
				段落[0410]			
				WO	2020/065471	A1	
				CN	111819708	A	
				KR	10-2021-0043482	A	
				TW	202030903	A	
JP	2023-16026	A	01.02.2023	CN	115643782	A	
				KR	10-2023-0014078	A	