

(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4月20日(20.04.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/062474 A1

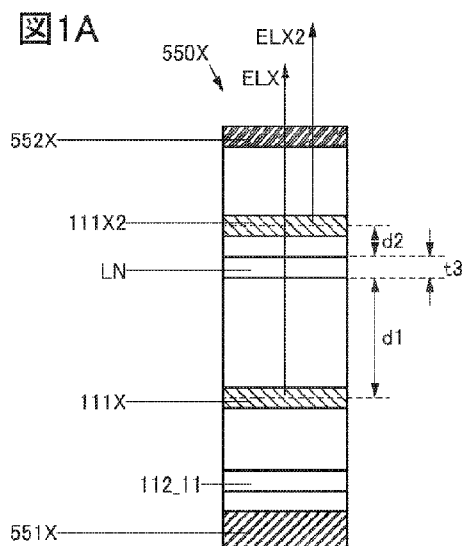
- (51) 国際特許分類:
H05B 33/24 (2006.01) H10K 50/00 (2023.01)
G09F 9/30 (2006.01) H10K 59/00 (2023.01)
H05B 33/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/IB2022/059399
- (22) 国際出願日: 2022年10月3日(03.10.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-169265 2021年10月15日(15.10.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 渡部 剛吉 (WATABE, Takeyoshi);
〒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). 大澤

信晴(OHSAWA, Nobuharu); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 瀬尾哲史(SEO, Satoshi); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP).

(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, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: LIGHT EMITTING DEVICE, DISPLAY APPARATUS, ELECTRONIC EQUIPMENT, LIGHT EMITTING APPARATUS, ILLUMINATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 発光デバイス、表示装置、電子機器、発光装置、照明装置



(57) Abstract: Provided is a novel light emitting device that has excellent convenience, usefulness, and reliability. This light emitting device includes a first electrode, a second electrode, a first layer, a second layer, and a third layer. The first layer is interposed between the first electrode and the second electrode; the second layer is interposed between the second electrode and the first layer; and the third layer is interposed between the second layer and the first layer. The first layer contains a first light emitting material, and the first light emitting material includes a light emission spectrum having a peak at a wavelength λ_1 . The first layer has an ordinary refractive index n_1 at the wavelength λ_1 . The second layer contains a second light emitting material, and the second light emitting material includes a light emission spectrum having a peak at a wavelength λ_2 . The second layer has an ordinary refractive index n_2 at the wavelength λ_2 . The third layer has an ordinary refractive index n_{31} lower than the ordinary refractive index n_1 at the wavelength λ_1 , and the third layer has an ordinary refractive index n_{32} lower than the ordinary refractive index n_2 at the wavelength λ_2 .

WO 2023/062474 A1

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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 :

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

(57) 要約 : 利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供する。第1の電極と、第2の電極と、第1の層と、第2の層と、第3の層と、を有する発光デバイスであって、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2の層は、第2の電極および第1の層の間に挟まれ、第3の層は、第2の層および第1の層の間に挟まれる。第1の層は、第1の発光性の材料を含み、第1の発光性の材料は、波長 λ_1 にピークを有する発光スペクトルを備え、第1の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備える。第2の層は、第2の発光性の材料を含み、第2の発光性の材料は、波長 λ_2 にピークを有する発光スペクトルを備え、第2の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備える。第3の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{31} を備え、第3の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{32} を備える。

明細書

発明の名称

発光デバイス、表示装置、電子機器、発光装置、照明装置

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、発光デバイス、表示装置、電子機器、発光装置、照明装置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事ができる。

背景技術

[0003]

有機ELデバイスが語られる際にしばしば問題として挙げられるものの一つに、光取出し効率の低さがある。これを向上させるために、EL層内部に低屈折率材料からなる層を形成する構成が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0004]

[特許文献1] 米国特許出願公開第2020/0176692号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]

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発光デバイス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電子機器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発光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照明装置を提供することを課題の一とする。または、新規な発光デバイス、新規な表示装置、新規な電子機器、新規な発光装置、新規な照明装置、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。

[0006]

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

[0007]

(1) 本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1の層と、第2の層と、第3の層と、を有する発光デバイスである。

[0008]

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2の層は、第2の電極および第1の層の間に挟まれ、第3の層は、第2の層および第1の層の間に挟まれる。

[0009]

第1の層は、第1の発光性の材料を含み、第1の発光性の材料は、波長 λ_1 にピークを有する発光スペクトルを備え、第1の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備える。

[0010]

第2の層は、第2の発光性の材料を含み、第2の発光性の材料は、波長 λ_2 にピークを有する発光スペクトルを備え、第2の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備える。

[0011]

第3の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{31} を備え、第3の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{32} を備える。

[0012]

(2) また、本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1の層と、第2の層と、第3の層と、を有する発光デバイスである。

[0013]

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2の層は、第2の電極および第1の層の間に挟まれ、第3の層は、第2の層および第1の層の間に挟まれる。

[0014]

第1の層は、第1の発光性の材料および第1のホスト材料を含み、第1の発光性の材料は、波長 λ_1 にピークを有する発光スペクトルを備え、膜にした状態の第1のホスト材料は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備える。

[0015]

第2の層は、第2の発光性の材料および第2のホスト材料を含み、第2の発光性の材料は、波長 λ_2 にピークを有する発光スペクトルを備え、膜にした状態の第2のホスト材料は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備える。

[0016]

第3の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{31} を備え、第3の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{32} を備える。

[0017]

(3) また、本発明の一態様は、第3の層が、波長 455 nm 以上波長 465 nm 以下の光に対して、 1.50 以上 1.75 以下の常光屈折率を備える上記の発光デバイスである。

[0018]

(4) また、本発明の一態様は、第3の層が、波長 633 nm の光に対して、 1.45 以上 1.70 以下の常光屈折率を備える、上記の発光デバイスである。

[0019]

(5) また、本発明の一態様は、第3の層が第1の層の中心平面との間に距離 d_1 を備え、第3の層が第2の層の中心平面との間に距離 d_2 を備え、第3の層が厚さ t_3 を備える上記の発光デバイ

スである。

[0020]

なお、距離 d_1 、距離 d_2 、厚さ t_3 、波長 λ_1 、波長 λ_2 、常光屈折率 n_1 、常光屈折率 n_2 、常光屈折率 n_{31} および常光屈折率 n_{32} が、以下の数式 (1) および数式 (2) を満たす関係にある。

[0021]

[数1]

$$n_1 \times d_1 + n_{31} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

$$n_2 \times d_2 + n_{32} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_2 \quad \dots (2)$$

[0022]

これにより、第1の層が射出する光および第2の層が射出する光を効率よく取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0023]

(6) また、本発明の一態様は、波長 λ_1 および波長 λ_2 が、いずれも 430 nm 以上 490 nm 以下の範囲にある、上記の発光デバイスである。

[0024]

(7) また、本発明の一態様は、第2の発光性の材料が、第1の発光性の材料と同じ材料である、上記の発光デバイスである。

[0025]

これにより、第1の層が射出する光および第2の層が射出する光を効率よく取り出すことができる。また、ブルーインデックスの高い発光デバイスを実現できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0026]

(8) また、本発明の一態様は、第4の層を有する、上記の発光デバイスである。

[0027]

第4の層は、第1の電極および第1の層の間に挟まれ、第4の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{41} を備え、第4の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{42} を備える。

[0028]

(9) また、本発明の一態様は、第4の層が、波長 455 nm 以上波長 465 nm 以下の光に対して、1.50 以上 1.75 以下の常光屈折率を備える、上記の発光デバイスである。

[0029]

(10) また、本発明の一態様は、第4の層が、波長 633 nm の光に対して、1.45 以上 1.70 以下の常光屈折率を備える、上記の発光デバイスである。

[0030]

(11) また、本発明の一態様は、第4の層が、第3の層と、同じ材料を含む、上記の発光デバイスである。

[0031]

(12) また、本発明の一態様は、第5の層を有する上記の発光デバイスである。

[0032]

第5の層は、第2の層および第1の層の間に挟まれ、第5の層は、第2の層に正孔を供給し、第1の層に電子を供給する。

[0033]

(13) また、本発明の一態様は、第3の層が、第2の層および第5の層の間に挟まれる、上記の発光デバイスである。

[0034]

これにより、電流効率の高い発光デバイスを実現できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0035]

(14) また、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、を有する表示装置である。

[0036]

第1の発光デバイスは上記の構成を備え、第5の層が電子受容性の物質を含む。

[0037]

第2の発光デバイスは第1の発光デバイスと隣接し、第2の発光デバイスは、第3の電極、第4の電極および第6の層を備える。

[0038]

第3の電極は、第1の電極との間に間隙を備える。

[0039]

第6の層は、第3の電極および第4の電極の間に挟まれ、第6の層は、電子受容性の物質を含む。また、第6の層は、第5の層との間に、第5の層より膜厚が薄い領域を備え、当該領域は、上記の間隙と重なる。

[0040]

(15) また、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、を有する表示装置である。

[0041]

第1の発光デバイスは上記の構成を備え、第5の層がハロゲン基もしくはシアノ基を含む有機化合物または遷移金属酸化物を含む。

[0042]

第2の発光デバイスは第1の発光デバイスと隣接し、第2の発光デバイスは、第3の電極、第4の電極および第6の層を備える。

[0043]

第3の電極は、第1の電極との間に間隙を備える。

[0044]

第6の層は、第3の電極および第4の電極の間に挟まれ、第6の層は、ハロゲン基もしくはシアノ基を含む有機化合物または遷移金属酸化物を含む。また、第6の層は、第5の層との間に、第5の層より膜厚が薄い領域を備え、当該領域は、上記の間隙と重なる。

[0045]

これにより、例えば、上記第4の層より膜厚が薄い領域を流れる電流を抑制できる。また、第4の層および第5の層の間を流れる電流を抑制できる。また、第1の発光デバイスの動作に伴い、隣接する第2の発光デバイスが意図せず発光してしまう現象の発生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。

[0046]

(16) また、本発明の一態様は、上記の発光デバイスと、トランジスタまたは基板と、を有する表示装置である。

[0047]

(17) また、本発明の一態様は、上記の表示装置と、センサ、操作ボタン、スピーカまたはマイクと、を有する電子機器である。

[0048]

(18) また、本発明の一態様は、上記の発光デバイスと、トランジスタまたは基板と、を有する発光装置である。

[0049]

(19) また、本発明の一態様は、上記の発光装置と、筐体と、を有する照明装置である。

[0050]

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。

[0051]

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

[0052]

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発光デバイス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電子機器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発光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照明装置を提供することができる。また、新規な発光デバイス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、新規な電子機器を提供することができる。また、新規な発光装置を提供することができる。また、新規な照明装置を提供することができる。また、新規な半導体装置を提供することができる。

[0053]

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

[0054]

図1Aおよび図1B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2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3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4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5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6Aおよび図6Bはアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。
図7Aおよび図7Bはアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。
図8はアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。
図9Aおよび図9Bはパッシブマトリクス型発光装置の概念図である。
図10Aおよび図10Bは照明装置を表す図である。
図11A乃至図11Dは電子機器を表す図である。
図12A乃至図12Cは電子機器を表す図である。
図13は照明装置を表す図である。
図14は照明装置を表す図である。
図15は車載表示装置及び照明装置を表す図である。
図16A乃至図16Cは電子機器を表す図である。
図17Aおよび図17Bは、実施例に係る発光デバイスの構成を説明する図である。
図18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19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20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21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22は、実施例に係る発光デバイスの輝度－ブルーインデックス特性を説明する図である。
図23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24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

[0055]

本発明の一態様の発光デバイスは、第1の電極と、第2の電極と、第1の層と、第2の層と、第3の層と、を有する。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2の層は、第2の電極および第1の層の間に挟まれ、第3の層は、第2の層および第1の層の間に挟まれる。第1の層は、第1の発光性の材料を含み、第1の発光性の材料は、波長 λ_1 にピークを有する発光スペクトルを備え、第1の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備える。第2の層は、第2の発光性の材料を含み、第2の発光性の材料は、波長 λ_2 にピークを有する発光スペクトルを備え、第2の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備える。第3の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{31} を備え、第3の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{32} を備える。

[0056]

これにより、第1の層が射出する光および第2の層が射出する光を効率よく取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0057]

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。

[0058]

(実施の形態1)

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1を参照しながら説明する。

[0059]

図1A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。また、図1Bは、本発明の一態様の発光デバイスに用いる発光性の材料の発光スペクトルを説明する模式図である。

[0060]

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。

[0061]

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

[0062]

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

[0063]

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

[0064]

また、上述の白色発光デバイス（シングル構造またはタンデム構造）と、SBS構造の発光デバイスと、を比較した場合、SBS構造の発光デバイスは、白色発光デバイスよりも消費電力を低くすることができる。消費電力を低く抑えたい場合は、SBS構造の発光デバイスを用いると好適である。一方で、白色発光デバイスは、製造プロセスがSBS構造の発光デバイスよりも簡単であるため、製造コストを低くすることができる、又は製造歩留まりを高くすることができるため、好適である。

[0065]

<発光デバイス550Xの構成例1>

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、層111Xと、層111X2と、層LNと、を有する（図1A参照）。層111Xは光ELXを射出する機能を備え、層111X2は光ELX2を射出する機能を備える。

[0066]

層111Xは、電極551Xおよび電極552Xの間に挟まれ、層111X2は、電極552Xおよび層111Xの間に挟まれる。また、層LNは、層111X2および層111Xの間に挟まれる。

[0067]

《層111Xの構成例1》

層111Xは発光性の材料EM1を含む。発光性の材料EM1は、波長 λ_1 にピークを有する発光スペクトル ϕ_1 を備える（図1B参照）。なお、本明細書においては、発光スペクトルの最大をピークという。

[0068]

発光性の材料EM1の溶液の発光スペクトルの最大から、波長 λ_1 を決定することができる。例えば、トルエンなどの有機溶媒を、発光性の材料EM1の溶液の調整に用いることができる。

[0069]

また、発光デバイス550Xから射出される光ELXのスペクトルの最大から、波長 λ_1 を決定することができる。

[0070]

また、層111Xは、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備える。層111Xは、例えば、波長455nm以上波長465nm以下の光に対して、1.75以上2.1以下の常光屈折率を備える。また、波長633nmの光に対して、1.70以上2.05以下の常光屈折率を備える。

[0071]

なお、材料に異方性が生じている場合、常光に対する屈折率と異常光に対する屈折率が異なることがある。測定する薄膜がそのような状態である場合、異方性解析を実施することで、常光屈折率と異常光屈折率に分離して各々の屈折率を算出することができる。なお、本明細書においては、測定した材料に常光屈折率と異常光屈折率の双方が存在した場合、常光屈折率を指標として用いている。また、屈折率は、例えば、分光エリプソメーターを用いて測定することができる。

[0072]

《層111Xの構成例2》

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111Xに用いることができる。また、層111Xを発光層とすることができる。なお、正孔と電子が再結合する領域に層111X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。

[0073]

なお、層111Xが、発光性の材料EM1およびホスト材料HO1を含み、発光性の材料EM1が波長 λ_1 に最大を有する発光スペクトルを備える場合、膜にした状態のホスト材料HO1は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備える。

[0074]

また、電極等に用いる金属から遠ざけて層111X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。

[0075]

また、反射性を備える電極等から層111Xまでの距離を調節し、発光波長に応じた適切な位置に、層111X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111X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、電極等の中の適切な位置に層111X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。

[0076]

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1A参照）。

[0077]

[蛍光発光物質]

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

[0078]

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：PAP2BPY）、5,6-ビス[4'-(10-フェニル-9-アントリル)ピフェニル-4-イル]-2,2'-ビピリジン（略称：PAPP2BPY）、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：1,6FLPAPrn）、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：1,6mMemFLPAPrn）、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' - (2-tert-ブチルアントラセン-9, 10-ジイルジ-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。

[0079]

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。

[0080]

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'-オクタフェニルジベンゾ [g, p] クリセン-2, 7, 10, 15-テトラアミン (略称: DBC1)、クマリン30、N-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)-N, 9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: 2PCAPA)、N-[9, 10-ビス (1, 1'-ビフェニル-2-イル) -2-アントリル]-N, 9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン (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: 2DPAPA)、N-[9, 10-ビス (1, 1'-ビフェニル-2-イル) -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: 2DPABPhA)、9, 10-ビス (1, 1'-ビフェニル-2-イル) -N-[4-(9H-カルバゾール-9-イル) フェニル]-N-フェニルアントラセン-2-アミン (略称: 2YGABPhA)、N, N, 9-トリフェニルアントラセン-9-アミン (略称: DP h APhA)、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。

[0081]

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

ーベンゾ [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: BisDCJTM)、等を用いることができる。

[0082]

[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。

[0083]

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、電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属イリジウム錯体、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、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。

[0084]

[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、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(mppzt-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(Mpzt)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(iPrpzt-3b)₃])、等を用いることができる。

[0085]

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、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(Mpzt1-mp)₃])、トリス (1-メチル-5-フェニル-3-プロピル-1H-1, 2, 4-トリアゾラト) イリジウム (III) (略称: [Ir(Prpzt1-Me)₃])、等を用いることができる。

[0086]

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、fac-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 (III) (略称: [Ir(iPrpmi)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 (III) (略称: [Ir(dmpimpt-

Me) ₃])、等を用いることができる。

[0087]

電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属イリジウム錯体等としては、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 (III) 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 (III) 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 (III) ピコリナート (略称: [I r (C F ₃ 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 (III) 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。

[0088]

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

[0089]

[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、トリス (4-メチル-6-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: [I r (m p p m) ₃])、トリス (4-tert-ブチル-6-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (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 (III) (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-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (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 (III) (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 (III) (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 (III) (略称: [I r (d p p m) ₂ (a c a c)])、等を用いることができる。

[0090]

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、(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 (III) (略称: [I r (m p p r -M e) 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 (III) (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。

[0091]

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、トリス (2-フェニルピリジナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) (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 (III) 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 (III) 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 (III) (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

II) (略称: $[Ir(pq)_3]$)、ビス(2-フェニルキノリナト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: $[Ir(pq)_2(acac)]$)、[2-d₃-メチル-8-(2-ピリジニル-κN)ベンゾフロ[2, 3-b]ピリジン-κC]ビス[2-(5-d₃-メチル-2-ピリジニル-κN²)フェニル-κC]イリジウム(III)(略称: $[Ir(5mp py-d_3)_2(mbf py py-d_3)]$)、[2-d₃-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(III)(略称: $[Ir(p py)_2(mbf py py-d_3)]$)、等を用いることができる。

[0092]

希土類金属錯体としては、トリス(アセチルアセトナート)(モノフェナントロリン)テルビウム(III)(略称: $[Tb(acac)_3(Phen)]$)、などが挙げられる。

[0093]

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、500nmから600nm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。

[0094]

[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、(ジイソブチリルメタナート)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(III)(略称: $[Ir(5md ppm)_2(dibm)]$)、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ート)イリジウム(III)(略称: $[Ir(5md ppm)_2(dpm)]$)、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ート)イリジウム(III)(略称: $[Ir(dlnpm)_2(dpm)]$)、等を用いることができる。

[0095]

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、(アセチルアセトナート)ビス(2, 3, 5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: $[Ir(tppr)_2(acac)]$)、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ート)イリジウム(III)(略称: $[Ir(tppr)_2(dpm)]$)、(アセチルアセトナート)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(III)(略称: $[Ir(Fdpq)_2(acac)]$)、等を用いることができる。

[0096]

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、トリス(1-フェニルイソキノリナト-N, C^{2'})イリジウム(III)(略称: $[Ir(piq)_3]$)、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: $[Ir(piq)_2(acac)]$)、等を用いることができる。

[0097]

希土類金属錯体等としては、トリス(1, 3-ジフェニル-1, 3-プロパンジオナート)(モノフェナントロリン)ユーロピウム(III)(略称: $[Eu(DBM)_3(Phen)]$)、トリス[1-(2-テノイル)-3, 3, 3-トリフルオロアセトナート](モノフェナントロリン)ユーロピウム(III)(略称: $[Eu(TTA)_3(Phen)]$)、等を用いることができる。

[0098]

白金錯体等としては、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: PtOEP)、等を用いることができる。

[0099]

なお、これらは、赤色のりん光発光を示す化合物であり、600 nmから700 nm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。

[0100]

[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。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、発光性の材料に用いることができる。

[0101]

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。

[0102]

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Exciplex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。

[0103]

なお、T1準位の指標としては、低温 (例えば77 Kから10 K) 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とT1の差が0.3 eV以下であることが好ましく、0.2 eV以下であることがさらに好ましい。

[0104]

また、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。

[0105]

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 (Sn)、白金 (Pt)、インジウム (In)、もしくはパラジウム (Pd) 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。

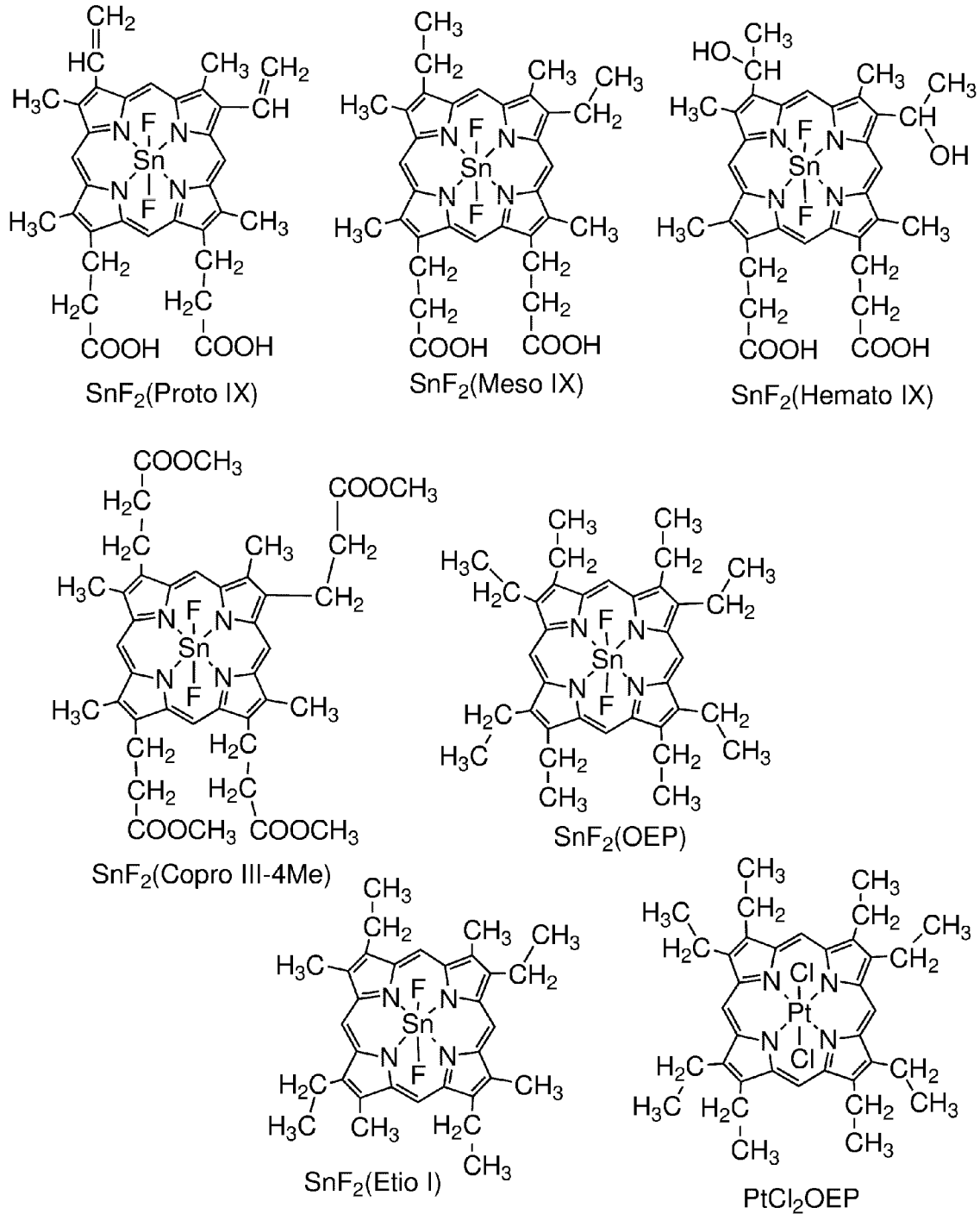
[0106]

具体的には、構造式を以下に示す、プロトポルフィリンフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Proto IX))、メソポルフィリンフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Meso IX))、ヘマトポルフィリンフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Hematoto IX))、コプロポルフィリンテトラメチルエ

ステルーフ化スズ錯体 (SnF₂(Copro III-4Me))、オクタエチルポルフィリンフ化スズ錯体 (SnF₂(OEP))、エチオポルフィリンフ化スズ錯体 (SnF₂(Etio I))、オクタエチルポルフィリン塩化白金錯体 (PtCl₂OEP)、等を用いることができる。

[0107]

[化1]



[0108]

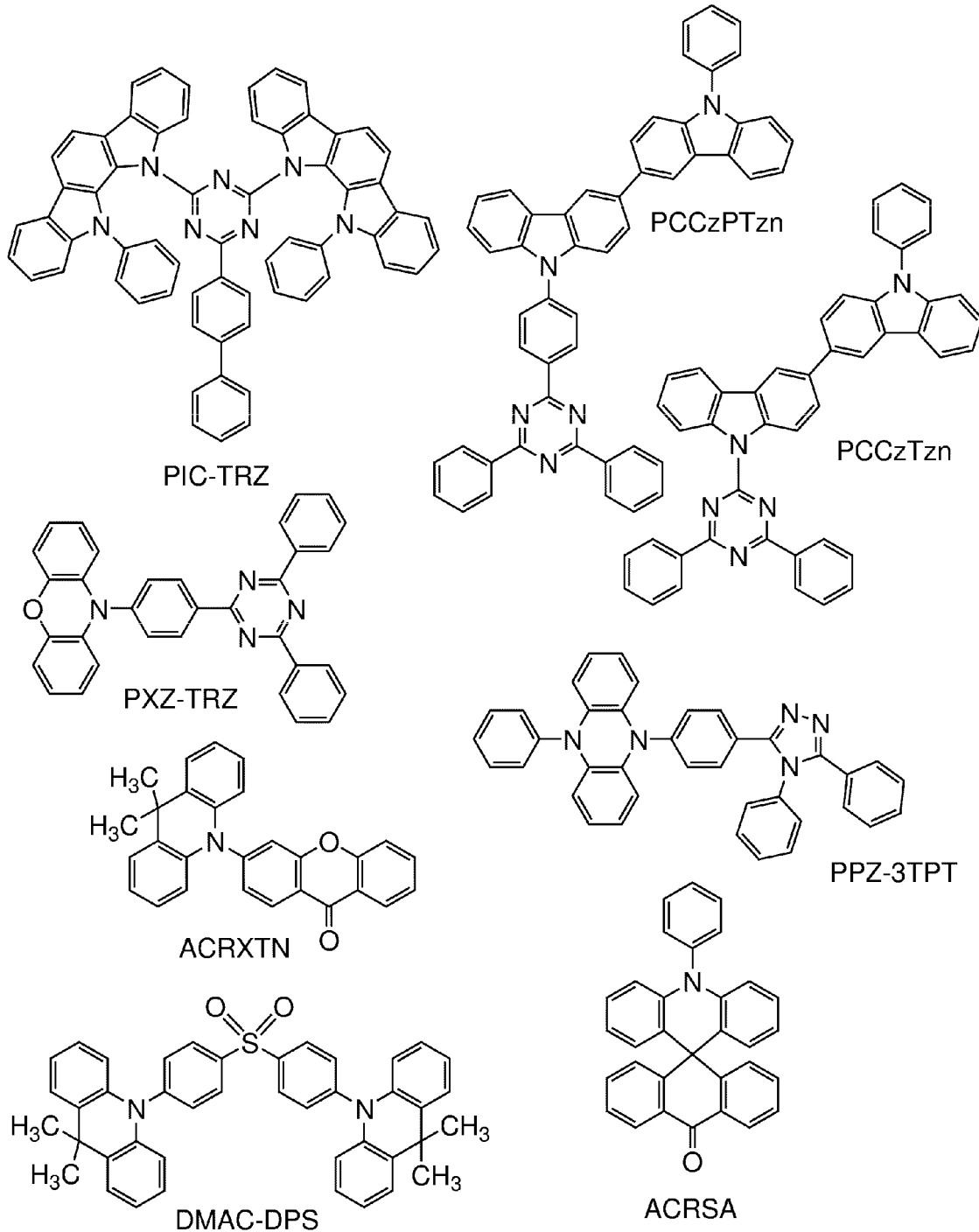
また、例えば、π 電子過剰型複素芳香環と π 電子不足型複素芳香環の一方または両方を有する複素環化合物をTADF材料に用いることができる。

[0109]

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-フェノキサジン-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-キサントレン-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。

[0110]

[化2]



[0111]

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。

[0112]

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、チオフェン骨格、及びピロール骨格は、安定で信頼性が良好な

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、チオフェン骨格としてはジベンゾチオフェン骨格が、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。

[0113]

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吸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。

[0114]

また、 π 電子不足型骨格として、キサテン骨格、チオキサ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、ホスフィンオキソ骨格、スルホン骨格等を用いることができる。

[0115]

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。

[0116]

《層111Xの構成例3》

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。

[0117]

[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。

[0118]

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。

[0119]

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'-ビス (3-メチルフェニル)-N, N'-ジフェニル [1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン (略称: TPD)、4, 4'-ビス [N-(スピロ-9, 9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ] 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: 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'-(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)、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]スピロ-9, 9'-ビフルオレン-2-アミン (略称: PCBASF)、等を用いることができる。

[0120]

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: mmDBFFLBi-I I)、等を用いることができる。

[0123]

[電子輸送性を有する材料]

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。

[0124]

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: Zn

q)、ビス [2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト] 亜鉛 (I I) (略称: Zn PBO)、ビス [2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト] 亜鉛 (I I) (略称: Zn BTZ)、等を用いることができる。

[0125]

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。

[0126]

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-(ジベンゾチオフェン-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-I I)、等を用いることができる。

[0127]

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-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mDBTPDBq-I I)、2-[3-(ジベンゾチオフェン-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: 2mDBTBPDq-I I)、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-I I)、4,8-ビス [3-(ジベンゾチオフェン-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。

[0128]

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。

[0129]

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)-1,1'-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-[(1,1'-ビフェニル)-4-イル]-4-フェニル-6-[9,9'-ス피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。

[0130]

[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。

[0131]

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最高被占有軌道 (HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital) 準位が0.1eV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。

[0132]

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。

[0133]

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 NPAnth)、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。

[0134]

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

[0135]

[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。

[0136]

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。

[0137]

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。

[0138]

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。

[0139]

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。

[0140]

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。

[0141]

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。

[0142]

[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、（正孔輸送性を有する材料/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 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。

[0143]

[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。

[0144]

[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 ExTET (Exciplex-Triplet Energy Transfer) を用いた発光を効率よく得ることができる。

[0145]

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。

[0146]

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最低空軌道 (LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital) 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ンメトリ (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。

[0147]

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

[0148]

《層111X2の構成例》

層111X2は発光性の材料EM2を含む。発光性の材料EM2は、波長 λ_2 に最大を有する発光スペクトル ϕ_2 を備える（図1B参照）。また、層111X2は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備える。層111X2は、例えば、波長455nm以上波長465nm以下の光に対して、1.75以上2.1以下の常光屈折率を備える。また、波長633nmの光に対して、1.70以上2.05以下の常光屈折率を備える。

[0149]

なお、発光性の材料EM2の溶液の発光スペクトルの最大から、波長 λ_2 を決定することができる。例えば、トルエンなどの有機溶媒を、発光性の材料EM2の溶液の調整に用いることができる。

[0150]

また、発光デバイス550X2から射出される光ELX2のスペクトルの最大から、波長 λ_2 を決定することができる。

[0151]

なお、層111Xに用いることができる構成を、層111X2に用いることができる。例えば、層111Xと同一の構成を層111X2に用いることができる。

[0152]

また、層111Xとは異なる構成を層111X2に用いることができる。例えば、層111Xの発光色とは色相が異なる光を射出する構成を層111X2に用いることができる。

[0153]

例えば、青色、緑色、赤色等から選ばれた一の光を射出する構成を層111Xに用い、他の色の光を射出する構成を層111X2に用いることができる。具体的には、青色の光を射出する構成を層111Xに用い、赤色の光を射出する構成を層111X2に用いることができる。また、青色の光を射出する構成を層111Xに用い、黄色の光を射出する構成を層111X2に用いることができる。また、青色の光を射出する構成を層111Xに用い、緑色の光を射出する構成を層111X2に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。

[0154]

なお、層111X2が、発光性の材料EM2およびホスト材料HO2を含み、発光性の材料EM2が波長 λ_2 に最大を有する発光スペクトルを備える場合、膜にした状態のホスト材料HO2は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備える。

[0155]

《層LNの構成例1》

層LNは、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{31} を備える。また、層LNは、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{32} を備える。なお、層LNの屈折率は、層LNに含まれる材料を膜にして屈折率を測定することができる。例えば、層LNが複数の物質を含む場合、それぞれの物質を膜にして屈折率を測定してもよい。また、常光屈折率 n_1 および常光屈折率 n_{31} の間の差異は0.12以上であると好ましく、0.15以上であるとより好ましい。また、常光屈折率 n_2 および常光屈折率 n_{32} の間の差異は0.12以上であると好ましく、0.15以上であるとより好ましい。層111Xおよび層LNの間にある層は、例えば、波長45

5 nm以上波長465 nm以下の光に対して、1.75以上2.1以下の常光屈折率を備える。また、波長633 nmの光に対して、1.70以上2.05以下の常光屈折率を備える。また、層111X2および層LNの間にある層についても同様である。常光屈折率が上記の範囲にある層と層LNが接することで、当該界面で光が反射する。

[0156]

《層LNの構成例2》

層LNは、波長455 nm以上波長465 nm以下の光に対して、1.50以上1.75以下の常光屈折率を備える。また、層LNは、波長633 nmの光に対して、1.45以上1.70以下の常光屈折率を備える。

[0157]

《層LNの構成例3》

層LNは、層111Xの中心平面との間に、距離d1を備え、層LNは、層111X2の中心平面との間に、距離d2を備える(図1A参照)。また、層LNは、厚さt3を備える。

[0158]

距離d1、距離d2、厚さt3、波長λ1、波長λ2、常光屈折率n1、常光屈折率n2、常光屈折率n31および常光屈折率n32は、以下の数式(1)および数式(2)を満たす関係にある。層LNより常光屈折率が高い層と層LNが接する界面を、層111Xに対して所定の距離に配置することで、干渉効果による光の強度の弱め合いを防ぎ、所定の波長の光の強度を高めることができる。また、層LNより常光屈折率が高い層と層LNが接する界面を、層111X2に対して所定の距離に配置することで、同様の効果を得ることができる。

[0159]

[数2]

$$n1 \times d1 + n31 \times t3 < \frac{1}{2} \times \lambda1 \quad \dots (1)$$

$$n2 \times d2 + n32 \times t3 < \frac{1}{2} \times \lambda2 \quad \dots (2)$$

[0160]

これにより、層111Xが射出する光ELXおよび層111X2が射出する光ELX2を効率よく取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0161]

《層LNの構成例4》

層LNは、巨大表面電位(GSP: Giant Surface Potential)を備える。当該GSPを厚さt3で除した電位勾配(GSPの傾き)は、好ましくは20 mV/nm以下である。また、層LNのGSPの傾きから層111XのGSPの傾きを引いた値(ΔGSP)が10 mV/nm以下であると好ましく、0 mV/nm以下であるとさらに好ましい。また、また、層LNのGSPの傾きから層111X2のGSPの傾きを引いた値(ΔGSP)についても同様である。このような構成とする事で、発光層へのキャリアの注入が良好となる。

[0162]

巨大表面電位(Giant surfase potential)とは、蒸着膜の表面電位が膜

厚に比例して増加する現象であり、有機化合物の永久双極子モーメントが、膜厚方向にわずかに偏ることによる自発的配向分極現象として説明できる。その大きさを膜厚に依存しない数値として扱うには、蒸着膜の表面電位を膜厚で割った値、すなわち、蒸着膜の表面電位の電位勾配（傾き）を用いればよい。本明細書中では、この蒸着膜の表面電位の電位勾配をG S Pの傾き（mV/nm）と記載する。

[0163]

有機化合物のG S Pの傾きを求める方法について説明する。

[0164]

一般にはケルビンプローブ測定による蒸着膜の表面電位を膜厚方向にプロットしたときの傾きが、巨大表面電位の大きさ、すなわち、G S Pの傾き（mV/nm）として議論されているが、2つの異なる層が積層されている場合、その界面に蓄積する分極電荷密度（mC/m²）がG S Pの傾きと関連して変化することを利用してG S Pの傾きを見積もることができる。

[0165]

異なる自発分極を持つ有機薄膜（薄膜1および薄膜2。ただし薄膜1が陽極側、薄膜2が陰極側に位置する。）を積層させ電流を流した場合、下記の式が成り立つ。

[0166]

[数3]

$$\sigma_{if} = \frac{Q_{if}}{S} = (V_i - V_{bi}) \frac{\epsilon_2}{d_2} \quad \dots (3)$$

[0167]

[数4]

$$\sigma_{if} = P_1 - P_2 = \frac{\epsilon_1 V_1}{d_1} - \frac{\epsilon_2 V_2}{d_2} \quad \dots (4)$$

[0168]

式(3)において σ_{if} は分極電荷密度、 V_i はホール注入電圧、 V_{bi} は閾値電圧、 d_2 は薄膜2の膜厚、 ϵ_2 は薄膜2の誘電率である。 V_i 、 V_{bi} はデバイスの容量-電圧特性から見積もることができる。また、誘電率は常光屈折率 n （633nm）の二乗を用いることができる。このように、容量-電圧特性から見積もった V_i 、 V_{bi} と、屈折率より算出した薄膜2の誘電率 ϵ_2 、および薄膜2の膜厚 d_2 より、式(3)を用いて分極電荷密度 σ_{if} を求めることができる。

[0169]

続いて、式(4)において、 σ_{if} は分極電荷密度、 P_n は薄膜 n のG S Pの傾き、 ϵ_n は薄膜 n の誘電率、 d_n は薄膜 n の膜厚である。ここで、上記式(3)より分極電荷密度 σ_{if} を求めることができるため、薄膜2としてG S Pが既知の物質を用いることで、薄膜1のG S Pの傾きを見積もることができる。

[0170]

本明細書においては、G S Pの傾きを求めたい有機化合物の蒸着膜を薄膜1とし、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（略称：Alq3）を用いた薄膜を薄膜2とした。なお、Alq3のG S Pの傾きは、48mV/nmである。

[0171]

また、蒸着膜の配向性は蒸着時の基板温度に依存する事が知られており、GSPの傾きの値も同様に蒸着時の基板の温度に依存する可能性がある。本明細書の測定値は、蒸着時の基板温度を室温にして蒸着した膜の値を採用している。

[0172]

《発光性の材料EM1の構成例》

波長 λ_1 は、430nm以上490nm以下の範囲にある。

[0173]

《発光性の材料EM2の構成例1》

波長 λ_2 は、430nm以上490nm以下の範囲にある。

[0174]

《発光性の材料EM2の構成例2》

発光性の材料EM2は、発光性の材料EM1と同じ材料である。

[0175]

これにより、層111Xが射出する光ELXおよび層111X2が射出する光ELX2を効率よく取り出すことができる。また、ブルーインデックスの高い発光デバイスを実現できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0176]

<発光デバイス550Xの構成例2>

本実施の形態で説明する発光デバイス550Xは、層112__11を有する(図1A参照)。層112__11は、電極551Xおよび層111Xの間に挟まれる。

[0177]

《層112__11の構成例1》

層112__11は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{41} を備え、層112__11は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{42} を備える。なお、常光屈折率 n_1 および常光屈折率 n_{41} の間の差異は0.12以上であると好ましく、0.15以上であるとより好ましい。また、常光屈折率 n_2 および常光屈折率 n_{42} の間の差異は0.12以上であると好ましく、0.15以上であるとより好ましい。

[0178]

《層112__11の構成例2》

層112__11は、波長455nm以上波長465nm以下の光に対して、1.50以上1.75以下の常光屈折率を備える。また、層112__11は、波長633nmの光に対して、1.45以上1.70以下の常光屈折率を備える。

[0179]

例えば、層LNに用いることができる材料を、層112__11に用いることができる。

[0180]

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。

[0181]

(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2を参照しながら

説明する。

[0182]

図2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。

[0183]

<発光デバイス550Xの構成例1>

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104と、層105と、を有する(図2参照)。また、発光デバイス550Xは、ユニット103X2と、層106と、を有する。

[0184]

ユニット103Xは、電極551Xおよび電極552Xの間に挟まれる。

[0185]

層104は、ユニット103Xおよび電極551Xの間に挟まれ、層105は、電極552Xおよびユニット103X2の間に挟まれる。

[0186]

また、ユニット103X2は、電極552Xおよびユニット103Xの間に挟まれる。

[0187]

層106は、ユニット103X2およびユニット103Xの間に挟まれる。

[0188]

<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112および層113を備える(図2参照)。ユニット103Xは光ELXを射出する機能を備える。

[0189]

層111Xは層112および層113の間に挟まれ、層112は電極551Xおよび層111Xの間に挟まれ、層113は電極552Xおよび層111Xの間に挟まれる。

[0190]

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103X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103Xに用いることができる。

[0191]

《層111Xの構成例》

例えば、実施の形態1において層111Xについて説明する構成を、層111Xに用いることができる。

[0192]

《層112の構成例》

例えば、正孔輸送性を有する材料を、層112に用いることができる。また、層112を正孔輸送層とすることができる。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、層112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112へのエネルギー移動を、抑制することができる。

[0193]

[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。

[0194]

例えば、層111Xに用いることができる正孔輸送性を有する材料を、層112に用いることができる。具体的には、ホスト材料に用いることができる正孔輸送性を有する材料を、層112に用いることができる。

[0195]

《層113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113に用いることができる。また、層113を電子輸送層ということが出来る。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113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113へのエネルギー移動を、抑制することができる。

[0196]

[電子輸送性を有する材料]

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。

[0197]

例えば、層111Xに用いることができる電子輸送性を有する材料を、層113に用いることができる。具体的には、ホスト材料に用いることができる電子輸送性を有する材料を、層113に用いることができる。

[0198]

[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113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。

[0199]

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。

[0200]

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。

[0201]

[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113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 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。

[0202]

<電極 5 5 1 X の構成例>

例えば、導電性材料を電極 5 5 1 X 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 5 5 1 X に用いることができる。

[0203]

例えば、効率よく光を反射する膜を電極 5 5 1 X 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 5 5 1 X に用いることができる。

[0204]

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 5 5 1 X 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 5 5 0 X 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。

[0205]

また、例えば、可視光について透光性を有する膜を、電極 5 5 1 X 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 5 5 1 X に用いることができる。

[0206]

特に、 4.0 eV 以上の仕事関数を備える材料を電極 5 5 1 X に好適に用いることができる。

[0207]

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）、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ（略称：ITSO）、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。

[0208]

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。

[0209]

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。

[0210]

《層 1 0 4 の構成例 1》

例えば、正孔注入性を有する材料を、層 1 0 4 に用いることができる。また、層 1 0 4 を正孔注入層ということができる。

[0211]

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、 $1 \times 10^{-3} cm/Vs$ 以下である材料を層 104 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 104 に用いることができる。また、好ましくは、層 104 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。

[0212]

《層 104 の構成例 2》

具体的には、電子受容性を有する物質を、層 104 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 104 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。

[0213]

[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。

[0214]

例えば、電子吸引基（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。すなわち、層 104 は、ハロゲン基またはシアノ基を有する有機化合物を含むことが好ましい。当該ハロゲン基としては、フッ素（フルオロ基）が特に好ましい。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。

[0215]

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-TCNMQ）、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）マロニトリル、等を用いることができる。

[0216]

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吸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。

[0217]

また、電子吸引基（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。

[0218]

具体的には、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -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]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -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]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -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。

[0219]

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。すなわち、層104は、遷移金属酸化物を含むことが好ましい。

[0220]

また、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅フタロシアニン（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- (1, 1'-ビフェニル) -4, 4'-ジアミン（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。

[0221]

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

[0222]

[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104に用いることができる。これにより、仕事関数が大きい材料だけでなく、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。

[0223]

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、 dendrimer、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。

[0224]

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112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。

[0225]

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- (1, 1'-ビフェニル) -4, 4'-ジアミン（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。

[0226]

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。

[0227]

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、ルブレネン、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。

[0228]

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。

[0229]

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。

[0230]

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-フルオレン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。

[0231]

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''-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(βN2)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(βN2)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: BBAβNαNB)、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: BBAβNαNB-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: TPBiAβNB)、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: mTPBiAβNBi)、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: TPBiAβNBi)、4-フェニル-4'-(1-ナフチル)トリフェニルアミン (略称: αNBA1BP)、4, 4'-ビス(1-ナフチル)トリフェニルアミン (略称: αNBB1BP)、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: YGTBiβNB)、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 ([1, 1'-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 ([1, 1'-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-(1, 1'-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-(4-ビフェニル)-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]スピロ-9, 9'-ビフルオレン-2-アミン (略称: PCBASF)、N-(1, 1'-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'-スピロビ-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'-スピロビ-9H-フルオレン-1-アミン、等を用いることができる。

[0232]

[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104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。

[0233]

<ユニット103X2の構成例>

ユニット103X2は、層111X2、層112__2および層113__2を備える(図2参照)。ユニット103X2は光ELX2を射出する機能を備える。

[0234]

層 1 1 1 X 2 は層 1 1 2 __ 2 および層 1 1 3 __ 2 の間に挟まれ、層 1 1 2 __ 2 は電極 5 5 1 X および層 1 1 1 X 2 の間に挟まれ、層 1 1 3 __ は電極 5 5 2 X および層 1 1 1 X 2 の間に挟まれる。

[0 2 3 5]

《層 1 1 1 X 2 の構成例》

例えば、実施の形態 1 において層 1 1 1 X 2 について説明する構成を、層 1 1 1 X 2 に用いることができる。

[0 2 3 6]

《層 1 1 2 __ 2 の構成例》

層 1 1 2 __ 2 は、層 1 1 2 __ 2 1 および層 1 1 2 __ 2 2 を備える。層 1 1 2 __ 2 2 は、層 1 1 1 X 2 および層 1 1 2 __ 2 1 の間に挟まれる。

[0 2 3 7]

《層 1 1 2 __ 2 1 の構成例》

例えば、実施の形態 1 において層 L N について説明する構成を、層 1 1 2 __ 2 1 に用いることができる。

[0 2 3 8]

具体的には、青色発光領域（4 5 5 n m 以上 4 6 5 n m 以下）における常光屈折率が 1. 4 0 以上 1. 7 5 以下、または屈折率の測定に通常用いられる 6 3 3 n m の光における常光屈折率が、1. 4 0 以上 1. 7 0 以下であり、正孔輸送性を有する材料を層 1 1 2 __ 2 1 に用いることができる。

[0 2 3 9]

例えば、第 1 の芳香族基、第 2 の芳香族基および第 3 の芳香族基を有し、それら第 1 の芳香族基、第 2 の芳香族基および第 3 の芳香族基が同一の窒素原子に結合しているモノアミン化合物を、層 1 1 2 __ 2 1 に用いることができる。

[0 2 4 0]

当該モノアミン化合物は、分子内の総炭素数に対する s p 3 混成軌道で結合を作っている炭素の割合が 2 3 % 以上 5 5 % 以下であることが好ましく、また、¹H-NMR で当該モノアミン化合物の測定を行った結果における、4 p p m 未満のシグナルの積分値が、4 p p m 以上のシグナルの積分値を上回るような化合物であることが好ましい。

[0 2 4 1]

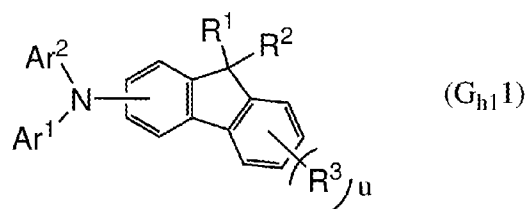
また、当該モノアミン化合物は、少なくとも一のフルオレン骨格を有し、第 1 の芳香族基、第 2 の芳香族基および第 3 の芳香族基のいずれか一または複数がフルオレン骨格であることが好ましい。

[0 2 4 2]

以上のような正孔輸送性を有する有機化合物の例としては以下一般式 (G_{h1}1) 乃至 (G_{h1}4) のような構造を有する有機化合物を挙げることができる。

[0 2 4 3]

[化 3]

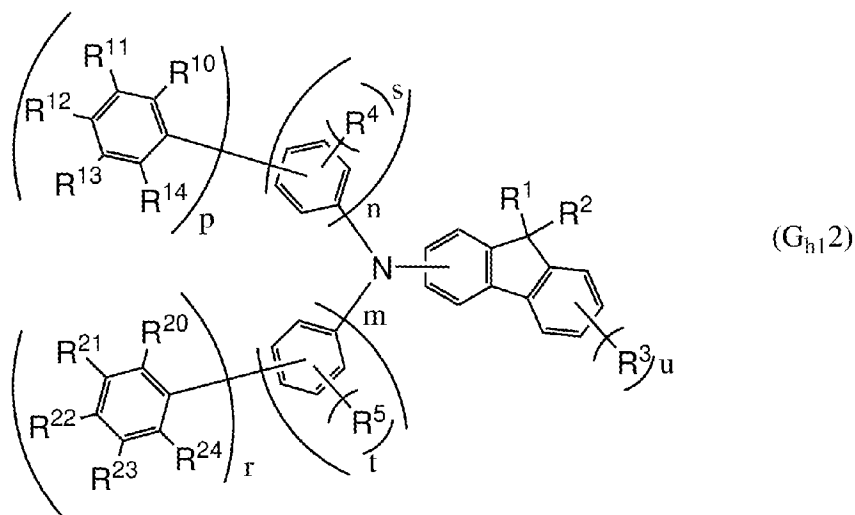


[0244]

上記一般式 (G_{h11}) において、 Ar^1 、 Ar^2 はそれぞれ独立に、ベンゼン環または2個または3個のベンゼン環が互いに結合した置換基を表す。ただし、 Ar^1 、 Ar^2 の一方または両方は、炭素が sp^3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数1乃至12の炭化水素基を一つまたは複数有し、 Ar^1 および Ar^2 に結合した全ての炭化水素基に含まれる炭素の合計が8以上であり、且つ、 Ar^1 および Ar^2 のどちらか一方に結合した全ての炭化水素基に含まれる炭素の合計が6以上である。なお、 Ar^1 または Ar^2 に炭化水素基として炭素数1乃至2の直鎖アルキル基が複数結合している場合、当該直鎖アルキル基同士が結合して環を形成していても良い。炭素が sp^3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数1乃至12の炭化水素基としては、炭素数3乃至8のアルキル基および炭素数6乃至12のシクロアルキル基が好ましい。具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、*sec*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、ペンチル基、イソペンチル基、*sec*-ペンチル基、*tert*-ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、イソヘキシル基、*sec*-ヘキシル基、*tert*-ヘキシル基、ネオヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基、シクロノニル基、シクロデシル基、デカヒドロナフチル基、シクロウンデシル基、及びシクロドデシル基などを用いることができ、特に、*t*-ブチル基、シクロヘキシル基およびシクロドデシル基が好ましい。

[0245]

[化4]

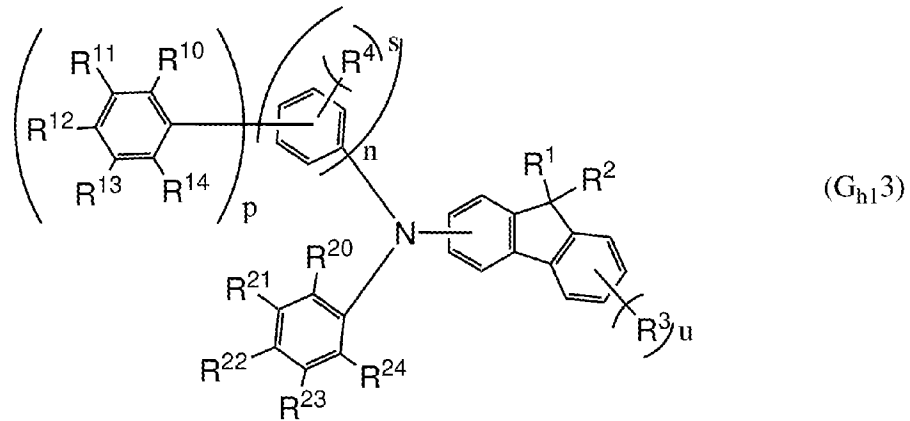


[0246]

上記一般式 (G_{h12}) において、 m および r は各々独立に1または2を表し、 $m+r$ は2または3である。また、 t は各々独立に0乃至4の整数を表し、0であることが好ましい。また、 R^4 および R^5 は各々独立に水素または炭素数1乃至3の炭化水素基のいずれかを表す。なお、 m が2である場合二つのフェニレン基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なってもよく、 r が2である場合二つのフェニル基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良い。また、 t が2乃至4の整数である場合、複数の R^5 は各々同じであっても異なっても良く、 R^5 は、隣り合う基が互いに結合して環を形成していても良い。

[0247]

[化5]

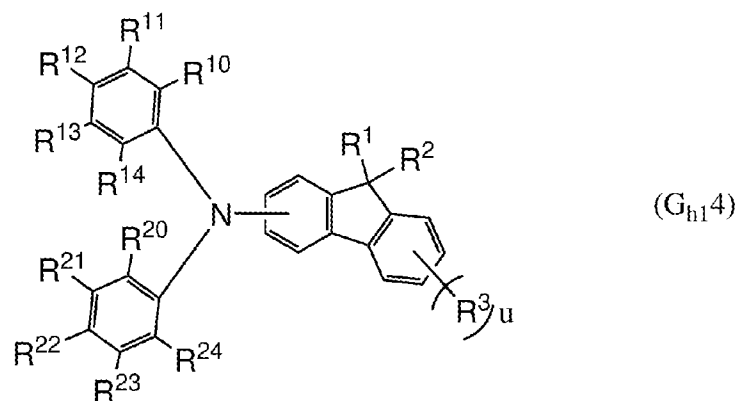


[0248]

上記一般式 (G_{h12}) および (G_{h13}) において、n および p は各々独立に 1 または 2 を表し、n + p およびは各々独立に 2 または 3 である。s は各々独立に 0 乃至 4 の整数を表し、0 であることが好ましい。s が 2 乃至 4 の整数である場合、複数の R⁴ は各々同じであっても異なっても良い。また、R⁴ は水素または炭素数 1 乃至炭素数 3 の炭化水素基のいずれかを表し、なお、n が 2 である場合二つのフェニレン基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良く、p が 2 である場合二つのフェニル基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良い。また、s が 2 乃至 4 の整数である場合、複数の R⁴ は各々同じであっても異なっても良い。炭素数 1 乃至 3 の炭化水素基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基などを挙げることができる。

[0249]

[化6]



[0250]

上記一般式 (G_{h12}) 乃至 (G_{h14}) において、R¹⁰ 乃至 R¹⁴ および R²⁰ 乃至 R²⁴ は各々独立に、水素、または炭素が s p 3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数 1 乃至 12 の炭化水素基を表す。なお、R¹⁰ 乃至 R¹⁴ の少なくとも 3、および R²⁰ 乃至 R²⁴ の少なくとも 3 が水素であることが好ましい。炭素が s p 3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数 1 乃至 12 の炭化水素基としては、tert-ブチル基およびシクロヘキシル基が好ましい。ただし、R¹⁰ 乃至 R¹⁴ および R²⁰ 乃至 R²⁴ に含まれる炭素の合計は 8 以上であり、且つ、R¹⁰ 乃至 R¹⁴ または R²⁰ 乃至 R²⁴ のどちらか一方に含まれる炭素の合計が 6 以上であるものとする。R¹⁰ 乃至 R¹⁴ および R²⁰ 乃至 R²⁴ は、隣

り合う基が互いに結合して環を形成していても良い。

[0251]

炭素が sp^3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数1乃至12の炭化水素基としては、炭素数3乃至8のアルキル基および炭素数6乃至12のシクロアルキル基が好ましい。具体的には、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、*sec*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、ペンチル基、イソペンチル基、*sec*-ペンチル基、*tert*-ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、イソヘキシル基、*sec*-ヘキシル基、*tert*-ヘキシル基、ネオヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基、シクロノニル基、シクロデシル基、デカヒドロナフチル基、シクロウンデシル基、及びシクロドデシル基などを用いることができ、特に、*t*-ブチル基、シクロヘキシル基およびシクロドデシル基が好ましい。

[0252]

また、上記一般式 ($G_{h_1 1}$) 乃至 ($G_{h_1 4}$) において、 u は各々独立に0乃至4の整数を表し、0であることが好ましい。 u が2乃至4の整数である場合複数の R^3 は各々同じであっても異なっても良い。また、 R^1 、 R^2 および R^3 は各々独立に炭素数1乃至4のアルキル基を表し、 R^1 および R^2 は互いに結合して環を形成していてもよい。炭素数1乃至4の炭化水素基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基を挙げることができる。

[0253]

また、正孔輸送性を有する材料の一つとしては、少なくとも1の芳香族基を有し、当該芳香族基は第1乃至第3のベンゼン環と、少なくとも3つのアルキル基とを有しているアリールアミン化合物もまた好ましい。なお、第1乃至第3のベンゼン環はこの順に結合しており、第1のベンゼン環がアミンの窒素に直接結合しているものとする。

[0254]

また、第1のベンゼン環はさらに置換または無置換のフェニル基を有していてもよく、無置換のフェニル基を有していることが好ましい。また、前記第2のベンゼン環または前記第3のベンゼン環が、アルキル基で置換されたフェニル基を有していてもよい。

[0255]

なお、当該第1乃至第3のベンゼン環のうち、2以上のベンゼン環、好ましくはすべてのベンゼン環の1位および3位の炭素には直接水素は結合しておらず、上述の第1乃至第3のベンゼン環、上述のアルキル基で置換されたフェニル基、上述の少なくとも3つのアルキル基、および上述のアミンの窒素のいずれかと結合しているものとする。

[0256]

また、上記アリールアミン化合物は、さらに第2の芳香族基を有することが好ましい。第2の芳香族基としては、無置換の単環、または置換もしくは無置換の3環以下の縮合環を有する基であることが好ましく、中でも置換もしくは無置換の3環以下の縮合環であり、前記縮合環が、環を形成する炭素の数が6乃至13の縮合環を有する基であることがより好ましく、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、アセナフチレン環を有する基であることがさらに好ましく、フルオレン環を有する基であることが特に好ましい。なお、第2の芳香族基としてはジメチルフルオレニル基が好ましい。

[0257]

また、上記アリールアミン化合物は、さらに第3の芳香族基を有することが好ましい。第3の芳香族基は、置換または無置換のベンゼン環を1乃至3有する基である。

[0258]

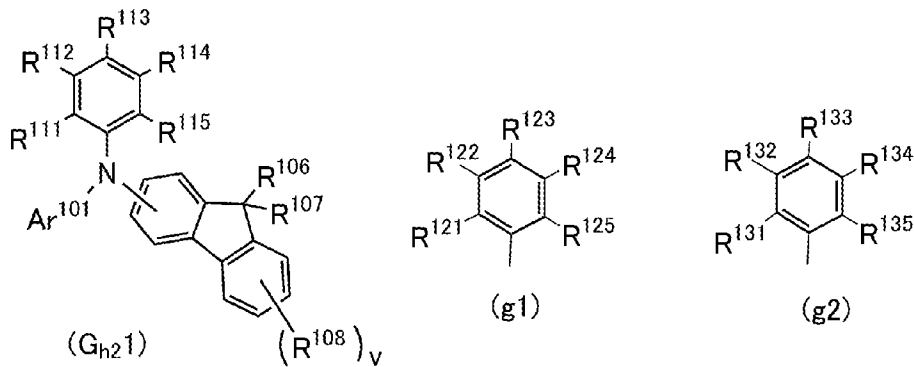
上述の少なくとも3つのアルキル基、フェニル基に置換するアルキル基は、炭素数2乃至炭素数5の鎖式アルキル基であることが好ましい。特に当該アルキル基としては、炭素数3乃至炭素数5の分岐を有する鎖式アルキル基が好ましく、*t*-ブチル基がさらに好ましい。

[0259]

以上のような正孔輸送性を有する材料の例としては下記 (G_{h21}) 乃至 (G_{h23}) のような構造を有する有機化合物を挙げることができる。

[0260]

[化7]

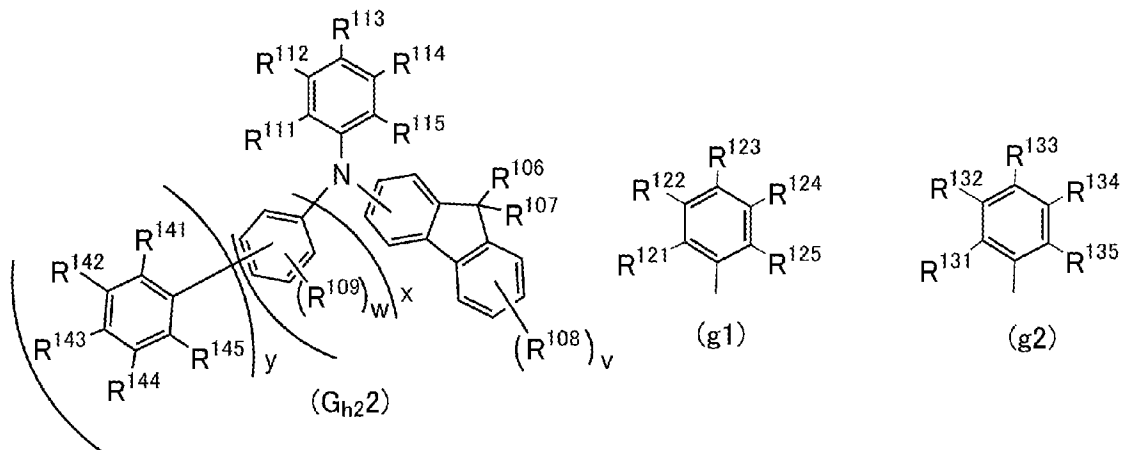


[0261]

なお、上記一般式 (G_{h21}) において、 Ar^{101} は置換または無置換のベンゼン環、または2個もしくは3個の置換または無置換のベンゼン環が互いに結合した置換基を表す。

[0262]

[化8]



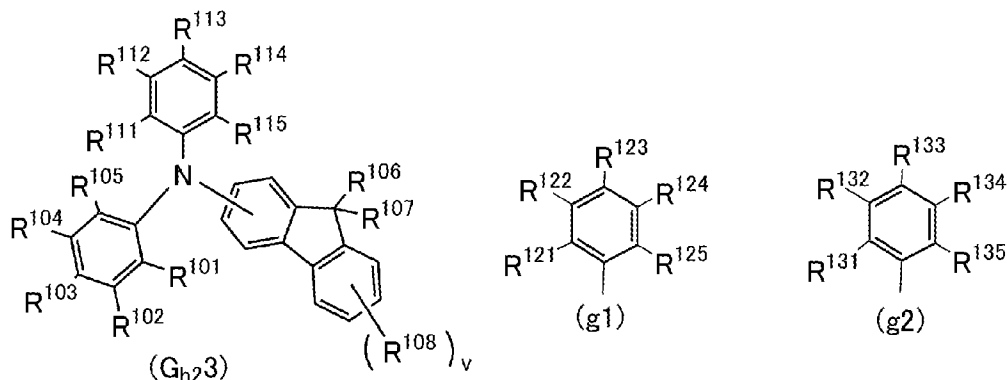
[0263]

なお、上記一般式 (G_{h22}) において、 x および y は各々独立に1または2を表し、 $x + y$ は2または3である。また、 R^{109} は炭素数1乃至4のアルキル基を表し、 w は0乃至4の整数を表す。また、 R^{141} 乃至 R^{145} は各々独立に、水素、炭素数1乃至炭素数6のアルキル基、炭素数5乃至炭素数12のシクロアルキル基のいずれか一を表す。 w が2以上である場合、複数の R^{109} は各々同じであっても異なっても良い。また x が2である場合、二つのフェニレン基が有する置換基

の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良い。また、 y が2である場合、二つの R^{141} 乃至 R^{145} を有するフェニル基が有する置換基の種類、および置換基の数は同じであっても異なってもよい。

[0264]

[化9]



[0265]

なお、上記一般式 (G_{h23}) において、 R^{101} 乃至 R^{105} は各々独立に、水素、炭素数1乃至炭素数6のアルキル基、炭素数6乃至炭素数12のシクロアルキル基および置換または無置換のフェニル基のいずれか一を表す。

[0266]

また、上記一般式 (G_{h21}) 乃至 (G_{h23}) において、 R^{106} 、 R^{107} および R^{108} は各々独立に炭素数1乃至4のアルキル基を表し、 v は0乃至4の整数を表す。なお、 v が2以上である場合、複数の R^{108} は各々同じであっても異なってもよい。また、 R^{111} 乃至 R^{115} は一つが上記一般式 $(g1)$ で表される置換基であり、残りが各々独立に、水素、炭素数1乃至炭素数6のアルキル基、および置換または無置換のフェニル基のいずれか一を表す。また、上記一般式 $(g1)$ において、 R^{121} 乃至 R^{125} は一つが上記一般式 $(g2)$ で表される置換基であり、残りが各々独立に、水素、炭素数1乃至炭素数6のアルキル基、および炭素数1乃至炭素数6のアルキル基で置換されたフェニル基のいずれか一を表す。また、上記一般式 $(g2)$ において、 R^{131} 乃至 R^{135} は各々独立に、水素、炭素数1乃至炭素数6のアルキル基、および炭素数1乃至炭素数6のアルキル基で置換されたフェニル基のいずれか一を表す。なお、 R^{111} 乃至 R^{115} 、 R^{121} 乃至 R^{125} および R^{131} 乃至 R^{135} のうち、少なくとも3以上が炭素数1乃至炭素数6のアルキル基であり、 R^{111} 乃至 R^{115} における置換または無置換のフェニル基は1以下であり、 R^{121} 乃至 R^{125} および R^{131} 乃至 R^{135} における炭素数1乃至炭素数6のアルキル基で置換されたフェニル基は1以下であるものとする。また、 R^{112} および R^{114} 、 R^{122} および R^{124} 、並びに R^{132} および R^{134} の3つの組み合わせのうち少なくとも2つの組み合わせにおいて、少なくとも一方の R が水素以外であるものとする。

[0267]

一般式 (G_{h21}) 乃至 (G_{h23}) において、上記置換または無置換のベンゼン環、置換または無置換のフェニル基が置換基を有する場合、当該置換基としては、炭素数1乃至炭素数6のアルキル基、炭素数5乃至炭素数12のシクロアルキル基を用いることができる。また、炭素数1乃至4のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、sec-ブチル

基、イソブチル基、tert-ブチル基が好ましい。炭素数1乃至炭素数6のアルキル基としては、炭素数2以上の鎖式アルキル基が好ましく、輸送性を確保する観点で炭素数5以下の鎖式アルキル基が好ましい。また、屈折率低減効果が顕著なのは、炭素数3以上の分岐を有する鎖式アルキル基である。すなわち、上記炭素数1乃至炭素数6のアルキル基は、炭素数2乃至炭素数5の鎖式アルキル基が好ましく、炭素数3乃至炭素数5の分岐を有する鎖式アルキル基がさらに好ましい。炭素数1乃至炭素数6のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、sec-ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基が好ましく、特に好ましくはtert-ブチル基である。なお、炭素数5乃至炭素数12のシクロアルキル基としては、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基、シクロノニル基、シクロデシル基、デカヒドロナフチル基、シクロウンデシル基、及びシクロドデシル基などを用いることができるが、炭素数6以上のシクロアルキル基が低屈折率化のために好ましく、特にシクロヘキシル基およびシクロドデシル基が好ましい。

[0268]

上述したような正孔輸送性を有する有機化合物は、青色発光領域（455nm以上465nm以下）における常光屈折率が1.40以上1.75以下、または屈折率の測定に通常用いられる633nmの光における常光屈折率が、1.40以上1.70以下であり、且つ正孔輸送性の良好な有機化合物である。また、同時にガラス転移温度（T_g）が高く、信頼性の良好な有機化合物を得ることも可能である。このような有機化合物は、十分な正孔輸送性も備える。

[0269]

このような材料としては、例えば、N,N-ビス（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：dchPAF）、N-〔（4'-シクロヘキシル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：chBichPAF）、N,N-ビス（4-シクロヘキシルフェニル）-N-（スピロ〔シクロヘキサン-1,9'-[9H]フルオレン〕-2'-イル）アミン（略称：dchPASchF）、N-〔（4'-シクロヘキシル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-N-（スピロ〔シクロヘキサン-1,9'-[9H]フルオレン〕-2'-イル）-アミン（略称：chBichPASchF）、N-（4-シクロヘキシルフェニル）-ビス（スピロ〔シクロヘキサン-1,9'-[9H]フルオレン〕-2'-イル）アミン（略称：SchFB1chP）、N-〔（3',5'-ジターシャリーブチル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：mmtBuBichPAF）、N,N-ビス（3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：dmmtBuBiAF）、N-（3,5-ジターシャリーブチルフェニル）-N-（3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：mmtBuBimmtBuPAF）、N,N-ビス（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジプロピル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：dchPAPrF）、N-〔（3',5'-ジシクロヘキシル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：mmchBichPAF）、N-（3,3'',5,5''-テトラ-tert-ブチル-1,1':3',1''-ターフェニル-5'-イル）-N-（4-シクロヘキシルフェニル）

-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F*)、N-(4-シクロドデシルフェニル)-N-(4-シクロヘキシルフェニル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *C d o P c h P A F*)、N-(3, 3', 5, 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5'-イル)-N-フェニル-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F A*)、N-(1, 1'-ビフェニル-4-イル)-N-(3, 3', 5, 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5'-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F B i*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3, 3', 5, 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5'-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i*)、N-[(3, 3', 5'-トリ-tert-ブチル)-1, 1'-ビフェニル-5-イル]-N-(4-シクロヘキシルフェニル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m B i c h P A F*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-[(3, 3', 5'-トリ-tert-ブチル)-1, 1'-ビフェニル-5-イル]-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m B i o F B i*)、N-(4-tert-ブチルフェニル)-N-(3, 3', 5, 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5'-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P t B u P A F*)、N-(3, 3', 5', 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5-イル)-N-フェニル-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F A-02*)、N-(1, 1'-ビフェニル-4-イル)-N-(3, 3', 5', 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F B i-02*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3, 3', 5', 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i-02*)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3, 3', 5', 5'-テトラ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F-02*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3', 5', 5'-トリ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i-03*)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3', 5', 5'-トリ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F-03*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3', 5', 5'-トリ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-4-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i-04*)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3', 5', 5'-トリ-tert-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-4-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F-04*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3, 3', 5'-トリ-tert-ブチル-1, 1':4', 1'-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t*

BumTPoFBi-05)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3,3',5'-トリ tert-ブチル-1,1':4',1''-ターフェニル-5-イル)-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: mm t B u m T P c h P A F - 0 5) および N-(3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル)-N-(1,1'-ビフェニル-2-イル)-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: mm t B u B i o F B i) などが好ましい。

[0270]

また、その他、1,1-ビス{4-[ビス(4-メチルフェニル)アミノ]フェニル}シクロヘキサン (略称: T A P C) なども用いることができる。

[0271]

《層112__22の構成例》

例えば、層112に用いることができる正孔輸送性を有する材料を、層112__22に用いることができる。

[0272]

《層113__2の構成例》

例えば、層113に用いることができる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113__2に用いることができる。

[0273]

<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。

[0274]

例えば、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。

[0275]

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。

[0276]

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(MgAg、AlLi)を、電極552Xに用いることができる。

[0277]

《層105の構成例》

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。また、層105を電子注入層とすることができる。

[0278]

具体的には、電子供与性を有する物質を、層105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105に用いることができる。または、エレクトライドを、層105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 5 5 2 X 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 5 5 2 X に用いる材料を選ぶことができる。具体的には、Al、Ag、ITO、ケイ素または酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズなどを、電極 5 5 2 X に用いることができる。または、発光デバイス 5 5 0 X の駆動電圧を小さくすることができる。

[0279]

[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。

[0280]

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：LiQ）、等を用いることができる。

[0281]

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。

[0282]

[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。

[0283]

[電子輸送性を有する材料]

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。

[0284]

例えば、ユニット 1 0 3 X に用いることができる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。

[0285]

[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、ピ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 1 0 5 の屈折率を低下することができる。または、発光デバイス 5 5 0 X の外部量子効率を向上することができる。

[0286]

[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 1 0 5 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10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。

[0287]

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105に電子を注入する場合に、両者間にある障壁を低減することができる。また、第1の金属は水および酸素との反応性が乏しいため、発光デバイス550Xの耐湿性を向上することができる。

[0288]

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 1×10^{16} spins/cm³以上、より好ましくは 5×10^{16} spins/cm³以上、さらに好ましくは 1×10^{17} spins/cm³以上である複合材料を、層105に用いることができる。

[0289]

[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。

[0290]

なお、非共有電子対を備える有機化合物のLUMO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。

[0291]

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

[0292]

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。

[0293]

[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第1の金属および第1の有機化合物の複合材料を、層105に用いることができる。

[0294]

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。

[0295]

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

[0296]

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105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。

[0297]

[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。

[0298]

<層106の構成例1>

層106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、層106を電荷発生層とすることができる。

[0299]

例えば、層104に用いることができる正孔注入性を有する材料を層106に用いることができる。具体的には、複合材料を層106に用いることができる。

[0300]

また、例えば、当該複合材料を含む膜と、正孔輸送性を有する材料を含む膜を積層した積層膜を、層106に用いることができる。

[0301]

<層106の構成例2>

層106は、層106__1、層106__2および層106__3を備える。層106__1は、電極552Xおよびユニット103Xの間に挟まれる領域を備え、層106__2は、層106__1およびユニット103Xの間に挟まれる領域を備え、層106__3は、層106__1および層106__2の間に挟まれる領域を備える。

[0302]

《層106__1の構成例》

例えば、層104に用いることができる正孔注入性を有する材料を層106__1に用いることができる。具体的には、複合材料を層106__1に用いることができる。また、 1×10^4 [$\Omega \cdot \text{cm}$] 以上 1×10^7 [$\Omega \cdot \text{cm}$] 以下の電気抵抗率を備える膜を、層106__1に用いることができる。また、好ましくは、層106__1は、 5×10^4 [$\Omega \cdot \text{cm}$] 以上 1×10^7 [$\Omega \cdot \text{cm}$] 以下の電気抵抗率を備え、より好ましくは、 1×10^5 [$\Omega \cdot \text{cm}$] 以上 1×10^7 [$\Omega \cdot \text{cm}$] 以下の電気抵抗率を備える。

[0303]

《層106__2の構成例》

例えば、層105に用いることができる材料を、層106__2に用いることができる。

[0304]

《層106__3の構成例》

例えば、電子輸送性を有する材料を層106__3に用いることができる。また、層106__3を電子リレー層ということができる。層106__3を用いると、層106__3の陽極側に接する層を、層106__3の陰極側に接する層から遠ざけることができる。層106__3の陽極側に接する層と、層106__3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106__3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。

[0305]

層106__3の陰極側に接する層に含まれる電子受容性を有する物質のLUMO準位と、層106__3の陽極側に接する層に含まれる物質のLUMO準位の間、LUMO準位を備える物質を、層106__3に好適に用いることができる。

[0306]

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106__3に用いることができる。

[0307]

具体的には、フタロシアニン系の材料を層106__3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106__3に用いることができる。

[0308]

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。

[0309]

（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3を参照しながら説明する。

[0310]

図3は、図2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。

[0311]

<発光デバイス550Xの構成例1>

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104と、層105と、を有する（図3参照）。また、発光デバイス550Xは、ユニット103X2と、層106と、を有する。

[0312]

なお、層113が層113__11および層113__12を備える点および層112__2が単層で構成されている点が、実施の形態2において図2を用いて説明する発光デバイス550Xとは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同じ構成を備える部分については、実施の形態2の説明を援用する。

[0313]

《層113の構成例》

層113は、層113__11および層113__12を備える。層113__11は、層111Xおよび層113__12の間に挟まれる。

[0314]

《層113__11の構成例》

例えば、実施の形態2において説明する層113に用いることができる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113__11に用いることができる。

[0315]

《層113__12の構成例》

例えば、実施の形態1において層LNについて説明する構成を、層113__12に用いることができる。

[0316]

具体的には、青色発光領域（455nm以上465nm以下）における常光屈折率が1.50以上1.75以下、または屈折率の測定に通常用いられる633nmの光における常光屈折率が、1.45以上1.70以下であり、電子輸送性を有する材料を層113__12に用いることができる。

[0317]

例えば、1個以上3個以下の窒素を含む6員環の複素芳香環を少なくとも1つ有し、環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素環を複数有し、複数の当該芳香族炭化水素環のうち少なくとも2つはベンゼン環であり、sp³混成軌道で結合を形成している炭化水素基を複数有する有機化合物を、層113__12に用いることができる。

[0318]

当該有機化合物は、分子内の総炭素数に対するsp³混成軌道で結合を形成している炭素数の割合が、10%以上60%以下であることが好ましく、10%以上50%以下であるとより好ましい。または、このような有機化合物は、¹H-NMRで当該有機化合物の測定を行った結果における4ppm未満のシグナルの積分値が、4ppm以上のシグナルの積分値の1/2倍以上であることが好ましい。

[0319]

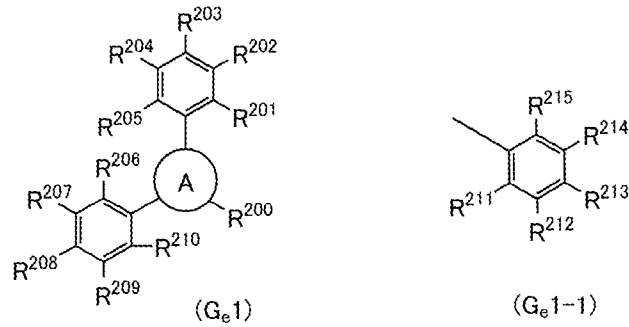
なお、当該有機化合物が有するすべてのsp³混成軌道で結合を形成している炭化水素基は、上記環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素環に結合し、その芳香族炭化水素環には当該有機化合物のLUMOが分布していないことが好ましい。

[0320]

例えば、下記一般式(G₁)で表される有機化合物を、層113__12に用いることができる。

[0321]

[化10]



[0322]

式中、Aは1以上3以下の窒素原子を含む6員環の複素芳香環を表し、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環、トリアジン環のいずれかが好ましい。

[0323]

また、R²⁰⁰は、水素、炭素数1乃至6のアルキル基、炭素数3乃至10の脂環式基、または式(G_e1-1)で表される置換基、のいずれかを表す。

[0324]

R²⁰¹乃至R²¹⁵の少なくとも一は、置換基を有するフェニル基であり、他は各々独立に、水素、炭素数1乃至6のアルキル基、炭素数3乃至10の脂環式基、置換または無置換の環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素基、置換または無置換のピリジル基、のいずれかを表す。なお、R²⁰¹、R²⁰³、R²⁰⁵、R²⁰⁶、R²⁰⁸、R²¹⁰、R²¹¹、R²¹³およびR²¹⁵は水素であることが好ましい。当該置換基を有するフェニル基は1つまたは2つの置換基を有し、当該置換基は各々独立に、炭素数1乃至6のアルキル基、炭素数3乃至10の脂環式基、置換または無置換の環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素基、のいずれかである。

[0325]

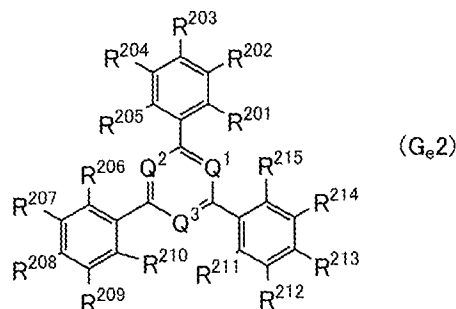
なお、上記一般式(G_e1)で表される有機化合物は、炭素数1乃至6のアルキル基および炭素数3乃至10の脂環式基から選ばれる炭化水素基を複数有し、分子内の総炭素数に対するs p³混成軌道で結合を形成している総炭素数の割合は、10%以上60%以下である。

[0326]

例えば、下記一般式(G_e2)で表される有機化合物を、層113_12に用いることができる。

[0327]

[化11]



[0328]

上記一般式において、Q¹乃至Q³のうち2または3は窒素原子であり、Q¹乃至Q³のうちの2が窒

素原子である場合、1はCHを表す。

[0329]

R²⁰¹乃至R²¹⁵の少なくとも1は、置換基を備えるフェニル基であり、R²⁰¹乃至R²¹⁵の他は、各々独立に、水素、炭素数1乃至6のアルキル基、炭素数3乃至10の脂環式炭化水素基、置換または無置換の環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換のピリジル基、のいずれかを表す。

[0330]

置換基を備えるフェニル基は、1または2の置換基を備え、置換基は、各々独立に、炭素数1乃至6のアルキル基、炭素数3乃至10の脂環式炭化水素基、または置換もしくは無置換の環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素基である。

[0331]

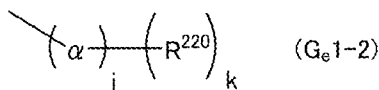
また、例えば、一般式(G_e.2)で表される有機化合物のうち、当該有機化合物に含まれる全ての炭素の10%以上60%以下を、sp³炭素が占める有機化合物を、層113__12に用いることができる。なお、sp³炭素はsp³混成軌道で他の原子と結合を形成する炭素である。

[0332]

また、上記一般式(G_e.1)または(G_e.2)で表される有機化合物において、置換基を有するフェニル基が下記式(G_e.1-2)で表される基であることが好ましい。

[0333]

[化12]



[0334]

式中、αは置換または無置換のフェニレン基を表し、メタ位置換のフェニレン基であることが好ましい。また、メタ位置換のフェニレン基が置換基を一つ有する場合、当該置換基もメタ位に置換していることが好ましい。なお、当該置換基としては炭素数1乃至6のアルキル基、または炭素数3乃至10の脂環式基であることが好ましく、炭素数1乃至6のアルキル基であることがより好ましく、*t*-ブチル基であることがさらに好ましい。

[0335]

R²²⁰は、炭素数1乃至6のアルキル基、炭素数3乃至10の脂環式基、または、置換もしくは無置換の環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素基を表す。

[0336]

また、jおよびkそれぞれ独立に1または2を表す。なお、jが2の場合、複数のαは各々同じでも異なってもよい。また、kが2の場合、複数のR²²⁰は各々同じでも異なってもよい。なお、R²²⁰はフェニル基であることが好ましく、2か所のメタ位の一方または両方に炭素数1乃至6のアルキル基、または炭素数3乃至10の脂環式基を有するフェニル基であることがより好ましい。なお、当該フェニル基が2か所のメタ位の一方または両方に有する置換基は炭素数1乃至6のアルキル基であることがより好ましく、*t*-ブチル基であることがさらに好ましい。

[0337]

《層112__2の構成例》

例えば、実施の形態2において説明する層112に用いることができる正孔輸送性を有する材料を層112__2に用いることができる。

[0338]

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。

[0339]

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置700の構成について、図4および図5を参照しながら説明する。

[0340]

図4は、本発明の一態様の表示装置700の構成を説明する断面図である。図5は、図4とは異なる本発明の一態様の表示装置700の構成を説明する断面図である。

[0341]

<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、発光デバイス550X(i, j)と、発光デバイス550Y(i, j)とを有する(図4参照)。発光デバイス550Y(i, j)は、発光デバイス550X(i, j)と隣接する。

[0342]

また、表示装置700は基材510および機能層520を有する。機能層520は絶縁膜521を備え、発光デバイス550X(i, j)および発光デバイス550Y(i, j)は、絶縁膜521上に形成される。機能層520は、基材510および発光デバイス550X(i, j)の間に挟まれる。

[0343]

《発光デバイス550X(i, j)の構成例》

発光デバイス550X(i, j)は、電極551X(i, j)と、電極552X(i, j)と、ユニット103X(i, j)と、ユニット103X2(i, j)と、層106X(i, j)と、を有する。また、層104X(i, j)および層105X(i, j)を有する。

[0344]

例えば、実施の形態2または実施の形態3において説明する発光デバイス550Xを、発光デバイス550X(i, j)に用いることができる。具体的には、電極551Xに用いることができる構成を電極551X(i, j)に用いることができる。また、ユニット103Xに用いることができる構成をユニット103X(i, j)に用いることができ、ユニット103X2に用いることができる構成をユニット103X2(i, j)に用いることができる。また、層106に用いることができる構成を層106X(i, j)に用いることができる。また、層104に用いることができる構成を層104X(i, j)に用いることができ、層105に用いることができる構成を層105X(i, j)に用いることができる。

[0345]

《発光デバイス550Y(i, j)の構成例1》

本実施の形態で説明する発光デバイス550Y(i, j)は、電極551Y(i, j)と、電極552Y(i, j)と、ユニット103Y(i, j)と、ユニット103Y2(i, j)と、層10

6 Y (i , j) と、を有する。また、層 1 0 4 Y (i , j) および層 1 0 5 Y (i , j) を有する。

[0 3 4 6]

電極 5 5 1 Y (i , j) は電極 5 5 1 X (i , j) に隣接し、電極 5 5 1 Y (i , j) は電極 5 5 1 X (i , j) との間には電極 5 5 1 X Y (i , j) を備える。なお、電極 5 5 1 Y (i , j) に供給する電位は、電極 5 5 1 X (i , j) と同じであっても、異なってもよい。異なる電位を供給することで、発光デバイス 5 5 0 Y (i , j) を発光デバイス 5 5 0 X (i , j) とは異なる条件で駆動することができる。

[0 3 4 7]

電極 5 5 2 Y (i , j) は電極 5 5 1 Y (i , j) と重なる。

[0 3 4 8]

ユニット 1 0 3 Y (i , j) は、電極 5 5 1 Y (i , j) および電極 5 5 2 Y (i , j) の間に挟まれ、ユニット 1 0 3 Y 2 (i , j) は、電極 5 5 2 Y (i , j) およびユニット 1 0 3 Y (i , j) の間に挟まれる。また、層 1 0 6 Y (i , j) は、ユニット 1 0 3 Y 2 (i , j) およびユニット 1 0 3 Y (i , j) の間に挟まれる。

[0 3 4 9]

層 1 0 4 Y (i , j) は、ユニット 1 0 3 Y (i , j) および電極 5 5 1 Y (i , j) の間に挟まれ、層 1 0 5 Y (i , j) は電極 5 5 2 Y (i , j) およびユニット 1 0 3 Y 2 (i , j) の間に挟まれる。

[0 3 5 0]

例えば、電極 5 5 1 X (i , j) に用いることができる構成を、電極 5 5 1 Y (i , j) に用いることができる。また、電極 5 5 2 X (i , j) に用いることができる導電膜の一部を電極 5 5 2 Y (i , j) に用いることができる。

[0 3 5 1]

例えば、実施の形態 2 または実施の形態 3 において説明する発光デバイス 5 5 0 X を、発光デバイス 5 5 0 Y (i , j) に用いることができる。具体的には、電極 5 5 1 X に用いることができる構成を電極 5 5 1 Y (i , j) に用いることができる。また、ユニット 1 0 3 X に用いることができる構成をユニット 1 0 3 Y (i , j) に用いることができ、ユニット 1 0 3 X 2 に用いることができる構成をユニット 1 0 3 Y 2 (i , j) に用いることができる。また、層 1 0 6 に用いることができる構成を層 1 0 6 Y (i , j) に用いることができる。また、層 1 0 4 に用いることができる構成を層 1 0 4 Y (i , j) に用いることができ、層 1 0 5 に用いることができる構成を層 1 0 5 Y (i , j) に用いることができる。

[0 3 5 2]

なお、発光デバイス 5 5 0 X (i , j) の構成の一部を発光デバイス 5 5 0 Y (i , j) の構成の一部に用いることができる。これにより、構成の一部を共通にすることができる。また、作製工程を簡略化することができる。

[0 3 5 3]

また、発光デバイス 5 5 0 X (i , j) の発光色と異なる色相の光を射出する構成を発光デバイス 5 5 0 Y (i , j) に用いることができる。例えば、ユニット 1 0 3 Y (i , j) が射出する光 E L Y の色相を、光 E L X の色相と異ならせることができる。また、ユニット 1 0 3 Y 2 (i , j) が射出する光 E L Y 2 の色相を、光 E L X 2 の色相と異ならせることができる。

[0354]

また、発光デバイス550X(i, j)の発光色と同じ色相の光を射出する構成を発光デバイス550Y(i, j)に用いることができる。例えば、発光デバイス550X(i, j)および発光デバイス550Y(i, j)が、いずれも白色の光を射出してもよい。

[0355]

なお、着色層を発光デバイス550X(i, j)に重ねて配置し、所定の色相の光を白色の光から取り出すことができる。また、別の着色層を発光デバイス550Y(i, j)に重ねて配置し、別の所定の色相の光を白色の光から取り出すことができる。

[0356]

また、例えば、発光デバイス550X(i, j)および発光デバイス550Y(i, j)が、いずれも青色の光を射出してもよい。色変換層を発光デバイス550X(i, j)に重ねて配置し、青色の光を所定の色相の光に変換することができる。また、別の色変換層を発光デバイス550Y(i, j)に重ねて配置し、青色の光を別の所定の色相の光に変換することができる。青色の光を、例えば緑色の光または赤色の光に変換することができる。

[0357]

<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528を有する(図4参照)。

[0358]

《絶縁膜528の構成例》

絶縁膜528は開口部を備え、一の開口部は電極551X(i, j)と重なり、他の開口部は電極551Y(i, j)と重なる。また、絶縁膜528は間隙551XY(i, j)と重なる。

[0359]

《間隙551XY(i, j)の構成例》

電極551X(i, j)および電極551Y(i, j)の間に挟まれる間隙551XY(i, j)は、例えば、溝状の形状を備える。これにより、当該溝に沿って段差が形成される。また、間隙551XY(i, j)上に堆積する膜と、電極551X(i, j)上に堆積する膜との間に、断絶または膜厚が薄い部分が形成される。

[0360]

例えば、加熱蒸着法等の異方性を有する成膜方法を用いると、層106X(i, j)および層106Y(i, j)の間に挟まれる領域106XY(i, j)に、断絶または膜厚の薄い部分が上記段差に沿って形成される。

[0361]

これにより、例えば、領域106XY(i, j)を流れる電流を抑制できる。また、層106X(i, j)および層106Y(i, j)の間を流れる電流を抑制できる。また、発光デバイス550X(i, j)の動作に伴い、隣接する発光デバイス550Y(i, j)が意図せず発光してしまう現象の発生を抑制することができる。

[0362]

<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、発光デバイス550X(i, j)と、発光デバイス550Y(i, j)とを有する(図5参照)。発光デバイス550Y(i, j)は、発光デバイス5

50X (i, j) と隣接する。

[0363]

なお、表示装置700が、絶縁膜528に換えて、絶縁膜528__1、絶縁膜528__2および絶縁膜528__3を有する点が、図4を用いて説明する表示装置700とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同じ構成を備える部分については、上記の説明を援用する。

[0364]

《絶縁膜528__1の構成例》

絶縁膜528__1は開口部を備え、一の開口部は電極551X (i, j) と重なり、他の開口部は電極551Y (i, j) と重なる(図5参照)。また、絶縁膜528__1は間隙551XY (i, j) と重なる開口部を備える。

[0365]

《絶縁膜528__2の構成例》

絶縁膜528__2は開口部を備え、一の開口部は電極551X (i, j) と重なり、他の開口部は電極551Y (i, j) と重なる。また、絶縁膜528__2は間隙551XY (i, j) と重なる。

[0366]

絶縁膜528__2は、層104X (i, j)、ユニット103X (i, j)、層106X (i, j) およびユニット103X2 (i, j) と接する領域を備える。

[0367]

また、絶縁膜528__2は、層104Y (i, j)、ユニット103Y (i, j)、層106Y (i, j) およびユニット103Y2 (i, j) と接する領域を備える。

[0368]

また、絶縁膜528__2は、絶縁膜521と接する領域を備える。

[0369]

《絶縁膜528__3の構成例》

絶縁膜528__3は開口部を備え、一の開口部は電極551X (i, j) と重なり、他の開口部は電極551Y (i, j) と重なる。また、絶縁膜528__3は、間隙551XY (i, j) と重なる領域に形成される溝を埋める。

[0370]

これにより、例えば、層106X (i, j) および層106Y (i, j) の間を、電氣的に絶縁することができる。また、例えば、領域106XY (i, j) を流れる電流を抑制できる。また、発光デバイス550X (i, j) の動作に伴い、隣接する発光デバイス550Y (i, j) が意図せず発光してしまう現象の発生を抑制することができる。また、ユニット103X2 (i, j) の上面とユニット103Y2 (i, j) の上面の間に生じる段差の大きさを低減することができる。また、電極552X (i, j) および電極552Y (i, j) の間において、当該段差に伴う断絶または膜厚が薄い部分が形成される現象の発生を抑制することができる。また、一の導電膜を電極552X (i, j) および電極552Y (i, j) に用いることができる。

[0371]

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。

[0372]

(実施の形態5)

本実施の形態では、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスを用いた発光装置について説明する。

[0373]

本実施の形態では、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスを用いて作製された発光装置について図6を用いて説明する。なお、図6Aは、発光装置を示す上面図、図6Bは図6AをA-BおよびC-Dで切断した断面図である。この発光装置は、発光デバイスの発光を制御するものとして、点線で示された画素部602および駆動回路部を有し、駆動回路部はソース線駆動回路601およびゲート線駆動回路603を含んでいる。また、発光装置は封止基板604およびシール材605を備え、シール材605は空間607を囲む。

[0374]

なお、引き回し配線608はソース線駆動回路601及びゲート線駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子609となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

[0375]

次に、断面構造について図6Bを用いて説明する。素子基板610上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路601と、画素部602中の一つの画素が示されている。

[0376]

素子基板610はガラス、石英、有機樹脂、金属、合金、半導体などからなる基板の他、FRP（Fiber Reinforced Plastics）、PVF（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル樹脂等からなるプラスチック基板を用いて作製すればよい。

[0377]

画素または駆動回路に用いられるトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、逆スタガ型のトランジスタとしてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート型のトランジスタでもボトムゲート型トランジスタでもよい。トランジスタに用いる半導体材料は特に限定されず、例えば、シリコン、ゲルマニウム、炭化シリコン、窒化ガリウム等を用いることができる。または、In-Ga-Zn系金属酸化物などの、インジウム、ガリウム、亜鉛のうち少なくとも一つを含む酸化物半導体を用いてもよい。

[0378]

トランジスタに用いる半導体材料の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、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できるため好ましい。

[0379]

ここで、上記画素または駆動回路に設けられるトランジスタの他、後述するタッチセンサ等に用いられるトランジスタなどの半導体装置には、酸化物半導体を適用することが好ましい。特にシリコンよりもバンドギャップの広い酸化物半導体を適用することが好ましい。シリコンよりもバンドギ

チップの広い酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ状態における電流を低減できる。

[0380]

上記酸化物半導体は、少なくともインジウム (In) 又は亜鉛 (Zn) を含むことが好ましい。また、In-M-Zn系酸化物 (MはAl、Ti、Ga、Ge、Y、Zr、Sn、La、CeまたはHf等の金属) で表記される酸化物を含む酸化物半導体であることがより好ましい。

[0381]

特に、半導体層として、複数の結晶部を有し、当該結晶部はc軸が半導体層の被形成面、または半導体層の上面に対し垂直に配向し、且つ隣接する結晶部間には粒界を有さない酸化物半導体膜を用いることが好ましい。

[0382]

半導体層としてこのような材料を用いることで、電気特性の変動が抑制され、信頼性の高いトランジスタを実現できる。

[0383]

また、上述の半導体層を有するトランジスタはその低いオフ電流により、トランジスタを介して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。このようなトランジスタを画素に適用することで、各表示領域に表示した画像の階調を維持しつつ、駆動回路を停止することも可能となる。その結果、極めて消費電力の低減された電子機器を実現できる。

[0384]

トランジスタの特性安定化等のため、下地膜を設けることが好ましい。下地膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜などの無機絶縁膜を用い、単層で又は積層して作製することができる。下地膜はスパッタリング法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法 (プラズマCVD法、熱CVD法、MOCVD (Metal Organic CVD) 法など)、ALD (Atomic Layer Deposition) 法、塗布法、印刷法等を用いて形成できる。なお、下地膜は、必要で無ければ設けなくてもよい。

[0385]

なお、FET623はソース線駆動回路601に形成されるトランジスタの一つを示すものである。また、駆動回路は、種々のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成すれば良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

[0386]

また、画素部602はスイッチング用FET611と、電流制御用FET612とそのドレインに電氣的に接続された第1の電極613とを含む複数の画素により形成されているが、これに限定されず、3つ以上のFETと、容量素子とを組み合わせた画素部としてもよい。

[0387]

なお、第1の電極613の端部を覆って絶縁物614が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成することができる。

[0388]

また、後に形成するEL層等の被覆性を良好なものとするため、絶縁物614の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物614の材料としてポジ型の感光

性アクリル樹脂を用いた場合、絶縁物614の上端部のみに曲率半径（ $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $3\ \mu\text{m}$ 以下）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物614として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

[0389]

第1の電極613上には、EL層616、および第2の電極617がそれぞれ形成されている。ここで、陽極として機能する第1の電極613に用いる材料としては、仕事関数の大きい材料を用いることが望ましい。例えば、ITO膜、またはケイ素を含有したインジウム錫酸化物膜、2wt%以上20wt%以下の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Zn膜、Pt膜などの単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造等を用いることができる。なお、積層構造とすると、配線としての抵抗も低く、良好なオーミックコンタクトがとれ、さらに陽極として機能させることができる。

[0390]

また、EL層616は、蒸着マスクを用いた蒸着法、インクジェット法、スピコート法等の種々の方法によって形成される。EL層616は、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかで説明したような構成を含んでいる。また、EL層616を構成する他の材料としては、低分子化合物、または高分子化合物（オリゴマー、 dendromerを含む）であっても良い。

[0391]

さらに、EL層616上に形成され、陰極として機能する第2の電極617に用いる材料としては、仕事関数の小さい材料（Al、Mg、Li、Ca、またはこれらの合金または化合物（MgAg、MgIn、AlLi等）等）を用いることが好ましい。なお、EL層616で生じた光が第2の電極617を透過させる場合には、第2の電極617として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（ITO、2wt%以上20wt%以下の酸化亜鉛を含む酸化インジウム、ケイ素を含有したインジウム錫酸化物、酸化亜鉛（ZnO）等）との積層を用いるのが良い。

[0392]

なお、第1の電極613、EL層616、第2の電極617でもって、発光デバイスが形成されている。当該発光デバイスは実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかに記載の発光デバイスである。なお、画素部は複数の発光デバイスが形成されており、本実施の形態における発光装置では、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかに記載の発光デバイスと、それ以外の構成を有する発光デバイスの両方が混在していても良い。

[0393]

さらにシール材605で封止基板604を素子基板610と貼り合わせることにより、素子基板610、封止基板604、およびシール材605で囲まれた空間607に発光デバイス618が備えられた構造になっている。なお、空間607には、充填材が充填されており、不活性気体（窒素またはアルゴン等）が充填される場合の他、シール材で充填される場合もある。封止基板には凹部を形成し、そこに乾燥材を設けることで水分の影響による劣化を抑制することができ、好ましい構成である。

[0394]

なお、シール材605にはエポキシ系樹脂またはガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分および酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板

604に用いる材料としてガラス基板または石英基板の他、FRP (Fiber Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、ポリエステルまたはアクリル樹脂等からなるプラスチック基板を用いることができる。

[0395]

図6Aおよび図6Bには示されていないが、第2の電極上に保護膜を設けても良い。保護膜は有機樹脂膜または無機絶縁膜で形成すればよい。また、シール材605の露出した部分を覆うように、保護膜が形成されていても良い。また、保護膜は、一对の基板の表面及び側面、封止層、絶縁層、等の露出した側面を覆って設けることができる。

[0396]

保護膜には、水などの不純物を透過しにくい材料を用いることができる。したがって、水などの不純物が外部から内部に拡散することを効果的に抑制することができる。

[0397]

保護膜を構成する材料としては、酸化物、窒化物、フッ化物、硫化物、三元化合物、金属またはポリマー等を用いることができ、例えば、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、ハフニウムシリケート、酸化ランタン、酸化珪素、チタン酸ストロンチウム、酸化タンタル、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ニオブ、酸化ジルコニウム、酸化スズ、酸化イットリウム、酸化セリウム、酸化スカンジウム、酸化エルビウム、酸化バナジウムまたは酸化インジウム等を含む材料または窒化アルミニウム、窒化ハフニウム、窒化珪素、窒化タンタル、窒化チタン、窒化ニオブ、窒化モリブデン、窒化ジルコニウムまたは窒化ガリウム等を含む材料、チタンおよびアルミニウムを含む窒化物、チタンおよびアルミニウムを含む酸化物、アルミニウムおよび亜鉛を含む酸化物、マンガンおよび亜鉛を含む硫化物、セリウムおよびストロンチウムを含む硫化物、エルビウムおよびアルミニウムを含む酸化物、イットリウムおよびジルコニウムを含む酸化物等を含む材料を用いることができる。

[0398]

保護膜は、段差被覆性 (ステップカバレッジ) の良好な成膜方法を用いて形成することが好ましい。このような手法の一つに、原子層堆積 (ALD: Atomic Layer Deposition) 法がある。ALD法を用いて形成することができる材料を、保護膜に用いることが好ましい。ALD法を用いることで緻密な、クラックまたはピンホールなどの欠陥が低減された、または均一な厚さを備える保護膜を形成することができる。また、保護膜を形成する際に加工部材に与える損傷を、低減することができる。

[0399]

例えばALD法を用いて保護膜を形成することで、複雑な凹凸形状を有する表面または、タッチパネルの上面、側面及び裏面にまで均一で欠陥の少ない保護膜を形成することができる。

[0400]

以上のようにして、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスを用いて作製された発光装置を得ることができる。

[0401]

本実施の形態における発光装置は、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスを用いているため、良好な特性を備えた発光装置を得ることができる。具体的には、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスは発光効率が良好なため、消費電力の小さい発光装置とすることが可能である。

[0402]

図7には白色発光を呈する発光デバイスを形成し、着色層（カラーフィルタ）等を設けることによってフルカラー化した発光装置の例を示す。図7Aには基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、ゲート電極1007、ゲート電極1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、発光デバイスの電極1024W、電極1024R、電極1024G、電極1024B、隔壁1025、EL層1028、発光デバイスの電極1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。

[0403]

また、図7Aでは着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B）は透明な基材1033に設けている。また、ブラックマトリクス1035をさらに設けても良い。着色層及びブラックマトリクスが設けられた透明な基材1033は、位置合わせし、基板1001に固定する。なお、着色層、及びブラックマトリクス1035は、オーバーコート層1036で覆われている。また、図7Aにおいては、光が着色層を透過せずに外部へ出る発光層と、各色の着色層を透過して外部に光が出る発光層とがあり、着色層を透過しない光は白、着色層を透過する光は赤、緑、青となることから、4色の画素で映像を表現することができる。

[0404]

図7Bでは着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B）をゲート絶縁膜1003と第1の層間絶縁膜1020との間に形成する例を示した。このように、着色層は基板1001と封止基板1031の間に設けられていても良い。

[0405]

また、以上に説明した発光装置では、FETが形成されている基板1001側に光を取り出す構造（ボトムエミッション型）の発光装置としたが、封止基板1031側に発光を取り出す構造（トップエミッション型）の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図8に示す。この場合、基板1001は光を通さない基板を用いることができる。FETと発光デバイスの陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第3の層間絶縁膜1037を、電極1022を覆って形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第3の層間絶縁膜1037は第2の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の公知の材料を用いて形成することができる。

[0406]

発光デバイスの電極1024W、電極1024R、電極1024G、電極1024Bはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図8のようなトップエミッション型の発光装置である場合、電極1024W、電極1024R、電極1024G、電極1024Bを反射電極とすることが好ましい。EL層1028の構成は、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一において説明したような構成とし、且つ、白色の発光が得られるような素子構造とする。

[0407]

図8のようなトップエミッションの構造では着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B）を設けた封止基板1031で封止を行うことができる。封止基板1031には画素と画素との間に位置するようにブラックマトリクス1035を設けても良い。着色層（赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B）またはブ

ラックマトリクス1035はオーバーコート層によって覆われていても良い。なお封止基板1031は透光性を有する基板を用いることとする。また、ここでは赤、緑、青、白の4色でフルカラー表示を行う例を示したが特に限定されず、赤、黄、緑、青の4色または赤、緑、青の3色でフルカラー表示を行ってもよい。

[0408]

トップエミッション型の発光装置では、マイクロキャビティ構造の適用が好適に行える。マイクロキャビティ構造を有する発光デバイスは、第1の電極を反射電極、第2の電極を半透過・半反射電極とすることにより得られる。反射電極と半透過・半反射電極との間には少なくともEL層を有し、少なくとも発光領域となる発光層を有している。

[0409]

なお、反射電極は、可視光の反射率が40%乃至100%、好ましくは70%乃至100%であり、かつその抵抗率が $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の膜であるとする。また、半透過・半反射電極は、可視光の反射率が20%乃至80%、好ましくは40%乃至70%であり、かつその抵抗率が $1 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下の膜であるとする。

[0410]

EL層に含まれる発光層から射出される発光は、反射電極と半透過・半反射電極とによって反射され、共振する。

[0411]

当該発光デバイスは、透明導電膜または上述の複合材料、キャリア輸送材料などの厚みを変えることで反射電極と半透過・半反射電極の間の光学的距離を変えることができる。これにより、反射電極と半透過・半反射電極との間において、共振する波長の光を強め、共振しない波長の光を減衰させることができる。

[0412]

なお、反射電極によって反射されて戻ってきた光（第1の反射光）は、発光層から半透過・半反射電極に直接入射する光（第1の入射光）と大きな干渉を起こすため、反射電極と発光層の光学的距離を $(2n-1)\lambda/4$ （ただし、 n は1以上の自然数、 λ は増幅したい発光の波長）に調節することが好ましい。当該光学的距離を調節することにより、第1の反射光と第1の入射光との位相を合わせ発光層からの発光をより増幅させることができる。

[0413]

なお、上記構成においてEL層は、複数の発光層を有する構成であっても、単一の発光層を有する構成であっても良く、例えば、上述のタンデム型発光デバイスの構成と組み合わせ、一つの発光デバイスに電荷発生層を挟んで複数のEL層を設け、それぞれのEL層に単数もしくは複数の発光層を形成する構成に適用してもよい。

[0414]

マイクロキャビティ構造を有することで、特定波長の正面方向の発光強度を強めることが可能となるため、低消費電力化を図ることができる。なお、赤、黄、緑、青の4色の副画素で映像を表示する発光装置の場合、黄色発光による輝度向上効果のうえ、全副画素において各色の波長に合わせたマイクロキャビティ構造を適用できるため良好な特性の発光装置とすることができる。

[0415]

本実施の形態における発光装置は、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一に記載の発光デバ

イスを用いているため、良好な特性を備えた発光装置を得ることができる。具体的には、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスは発光効率が良好なため、消費電力の小さい発光装置とすることが可能である。

[0416]

ここまでは、アクティブマトリクス型の発光装置について説明したが、以下からはパッシブマトリクス型の発光装置について説明する。図9には本発明を適用して作製したパッシブマトリクス型の発光装置を示す。なお、図9Aは、発光装置を示す斜視図、図9Bは図9AをX-Yで切断した断面図である。図9において、基板951上には、電極952と電極956との間にはEL層955が設けられている。電極952の端部は絶縁層953で覆われている。そして、絶縁層953上には隔壁層954が設けられている。隔壁層954の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層954の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層953と接する辺）の方が上辺（絶縁層953の面方向と同様の方向を向き、絶縁層953と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層954を設けることで、静電気等に起因した発光デバイスの不良を防ぐことが出来る。また、パッシブマトリクス型の発光装置においても、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスを用いており、信頼性の良好な発光装置、又は消費電力の小さい発光装置とすることができる。

[0417]

以上、説明した発光装置は、マトリクス状に配置された多数の微小な発光デバイスをそれぞれ制御することが可能であるため、画像の表現を行う表示装置として好適に利用できる発光装置である。

[0418]

また、本実施の形態は他の実施の形態と自由に組み合わせることができる。

[0419]

(実施の形態6)

本実施の形態では、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスを照明装置として用いる例を、図10を参照しながら説明する。図10Bは照明装置の上面図、図10Aは図10Bにおけるe-f断面図である。

[0420]

本実施の形態における照明装置は、支持体である透光性を有する基板400上に、第1の電極401が形成されている。第1の電極401は実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーにおける電極551Xに相当する。第1の電極401側から発光を取り出す場合、第1の電極401は透光性を有する材料により形成する。

[0421]

第2の電極404に電圧を供給するためのパッド412が基板400上に形成される。

[0422]

第1の電極401上にはEL層403が形成されている。EL層403は実施の形態2または実施の形態3における層104、ユニット103Xおよび層105を合わせた構成または層104、ユニット103X、層106、ユニット103X2および層105を合わせた構成などに相当する。なお、これらの構成については当該記載を参照されたい。

[0423]

EL層403を覆って第2の電極404を形成する。第2の電極404は実施の形態2または実施の形態3における電極552Xに相当する。発光を第1の電極401側から取り出す場合、第2の電極404は反射率の高い材料によって形成される。第2の電極404はパッド412と接続することによって、電圧が供給される。

[0424]

以上、第1の電極401、EL層403、及び第2の電極404を有する発光デバイスを本実施の形態で示す照明装置は有している。当該発光デバイスは発光効率の高い発光デバイスであるため、本実施の形態における照明装置は消費電力の小さい照明装置とすることができる。

[0425]

以上の構成を有する発光デバイスが形成された基板400と、封止基板407とを、シール材405およびシール材406を用いて固着し、封止することによって照明装置が完成する。シール材405およびシール材406はどちらか一方でもかまわない。また、内側のシール材406（図10Bでは図示せず）には乾燥剤を混ぜることもでき、これにより、水分を吸着することができ、信頼性の向上につながる。

[0426]

また、パッド412と第1の電極401の一部をシール材405、シール材406の外に伸張して設けることによって、外部入力端子とすることができる。また、その上にコンバーターなどを搭載したICチップ420などを設けても良い。

[0427]

以上、本実施の形態に記載の照明装置は、EL素子に実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一に記載の発光デバイスを用いており、消費電力の小さい照明装置とすることができる。

[0428]

(実施の形態7)

本実施の形態では、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一に記載の発光デバイスをその一部に含む電子機器の例について説明する。実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一に記載の発光デバイスは発光効率が良好であり、消費電力の小さい発光デバイスである。その結果、本実施の形態に記載の電子機器は、消費電力が小さい発光部を有する電子機器とすることが可能である。

[0429]

上記発光デバイスを適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、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（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を以下に示す。

[0430]

図11Aは、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、表示部7103は、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一に記載の発光デバイスをマトリクス状に配列して構成されている。

[0431]

テレビジョン装置の操作は、筐体7101が備える操作スイッチまたは、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルまたは音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、表示部7107をリモコン操作機7110に設け、出力する情報を表示してもよい。

[0432]

なお、テレビジョン装置は、受信機またはモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができ、さらにモデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

[0433]

図11Bはコンピュータであり、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、このコンピュータは、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスをマトリクス状に配列して表示部7203に用いることにより作製される。図11Bのコンピュータは、図11Cのような形態であっても良い。図11Cのコンピュータは、キーボード7204、ポインティングデバイス7206の代わりに第2の表示部7210が設けられている。第2の表示部7210はタッチパネル式となっており、第2の表示部7210に表示された入力用の表示を指または専用のペンで操作することによって入力を行うことができる。また、第2の表示部7210は入力用表示だけでなく、その他の画像を表示することも可能である。また表示部7203もタッチパネルであっても良い。二つの画面がヒンジで接続されていることによって、収納または運搬をする際に画面を傷つける、破損するなどのトラブルの発生も防止することができる。

[0434]

図11Dは、携帯端末の一例を示している。携帯端末は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯端末は、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかーに記載の発光デバイスをマトリクス状に配列して作製された表示部7402を有している。

[0435]

図11Dに示す携帯端末は、表示部7402を指などで触れることで、情報を入力することができる構成とすることもできる。この場合、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部7402を指などで触れることにより行うことができる。

[0436]

表示部7402の画面は主として3つのモードがある。第1は、画像の表示を主とする表示モードであり、第2は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第3は表示モードと入力モードの2つのモードが混合した表示+入力モードである。

[0437]

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部7402を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部7402の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。

[0438]

また、携帯端末内部に、ジャイロセンサ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装

置を設けることで、携帯端末の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7 4 0 2 の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

[0 4 3 9]

また、画面モードの切り替えは、表示部 7 4 0 2 を触れること、又は筐体 7 4 0 1 の操作ボタン 7 4 0 3 の操作により行われる。また、表示部 7 4 0 2 に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

[0 4 4 0]

また、入力モードにおいて、表示部 7 4 0 2 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7 4 0 2 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

[0 4 4 1]

表示部 7 4 0 2 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7 4 0 2 に掌または指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライトまたは近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

[0 4 4 2]

図 1 2 A は、掃除ロボットの一例を示す模式図である。

[0 4 4 3]

掃除ロボット 5 1 0 0 は、上面に配置されたディスプレイ 5 1 0 1、側面に配置された複数のカメラ 5 1 0 2、ブラシ 5 1 0 3、操作ボタン 5 1 0 4 を有する。また図示されていないが、掃除ロボット 5 1 0 0 の下面には、タイヤ、吸い込み口等が備えられている。掃除ロボット 5 1 0 0 は、その他に赤外線センサ、超音波センサ、加速度センサ、ピエゾセンサ、光センサ、ジャイロセンサなどの各種センサを備えている。また、掃除ロボット 5 1 0 0 は、無線による通信手段を備えている。

[0 4 4 4]

掃除ロボット 5 1 0 0 は自走し、ゴミ 5 1 2 0 を検知し、下面に設けられた吸い込み口からゴミを吸引することができる。

[0 4 4 5]

また、掃除ロボット 5 1 0 0 はカメラ 5 1 0 2 が撮影した画像を解析し、壁、家具または段差などの障害物の有無を判断することができる。また、画像解析により、配線などブラシ 5 1 0 3 に絡まりそうな物体を検知した場合は、ブラシ 5 1 0 3 の回転を止めることができる。

[0 4 4 6]

ディスプレイ 5 1 0 1 には、バッテリーの残量または、吸引したゴミの量などを表示することができる。掃除ロボット 5 1 0 0 が走行した経路をディスプレイ 5 1 0 1 に表示させてもよい。また、ディスプレイ 5 1 0 1 をタッチパネルとし、操作ボタン 5 1 0 4 をディスプレイ 5 1 0 1 に設けてもよい。

[0 4 4 7]

掃除ロボット 5 1 0 0 は、スマートフォンなどの携帯電子機器 5 1 4 0 と通信することができる。カメラ 5 1 0 2 が撮影した画像は、携帯電子機器 5 1 4 0 に表示させることができる。そのため、掃除ロボット 5 1 0 0 の持ち主は、外出先からでも、部屋の様子を知ることができる。また、ディ

スプレイ 5101 の表示をスマートフォンなどの携帯電子機器 5140 で確認することもできる。

[0448]

本発明の一態様の発光装置はディスプレイ 5101 に用いることができる。

[0449]

図 12B に示すロボット 2100 は、演算装置 2110、照度センサ 2101、マイクロフォン 2102、上部カメラ 2103、スピーカ 2104、ディスプレイ 2105、下部カメラ 2106、障害物センサ 2107 および移動機構 2108 を備える。

[0450]

マイクロフォン 2102 は、使用者の話し声及び環境音等を検知する機能を有する。また、スピーカ 2104 は、音声を発する機能を有する。ロボット 2100 は、マイクロフォン 2102 およびスピーカ 2104 を用いて、使用者とコミュニケーションをとることが可能である。

[0451]

ディスプレイ 2105 は、種々の情報の表示を行う機能を有する。ロボット 2100 は、使用者の望みの情報をディスプレイ 2105 に表示することが可能である。ディスプレイ 2105 は、タッチパネルを搭載していてもよい。また、ディスプレイ 2105 は取り外しのできる情報端末であっても良く、ロボット 2100 の定位置に設置することで、充電およびデータの受け渡しを可能とする。

[0452]

上部カメラ 2103 および下部カメラ 2106 は、ロボット 2100 の周囲を撮像する機能を有する。また、障害物センサ 2107 は、移動機構 2108 を用いてロボット 2100 が前進する際の進行方向における障害物の有無を察知することができる。ロボット 2100 は、上部カメラ 2103、下部カメラ 2106 および障害物センサ 2107 を用いて、周囲の環境を認識し、安全に移動することが可能である。本発明の一態様の発光装置はディスプレイ 2105 に用いることができる。

[0453]

図 12C はゴーグル型ディスプレイの一例を表す図である。ゴーグル型ディスプレイは、例えば、筐体 5000、表示部 5001、スピーカ 5003、LED ランプ 5004、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 5006、センサ 5007（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、において、又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン 5008、表示部 5002、支持部 5012、イヤホン 5013 等を有する。

[0454]

本発明の一態様の発光装置は表示部 5001 および表示部 5002 に用いることができる。

[0455]

図 13 は、実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスを、照明装置である電気スタンドに用いた例である。図 13 に示す電気スタンドは、筐体 2001 と、光源 2002 を有し、光源 2002 としては、実施の形態 6 に記載の照明装置を用いても良い。

[0456]

図 14 は、実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスを、室内の照明装置 3001 として用いた例である。実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスは発光効率の高い発光デバイスであるため、消費電力の小さい照明装置とすることができる。ま

た、実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスは大面積化が可能であるため、大面積の照明装置として用いることができる。また、実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスは、薄型であるため、薄型化した照明装置として用いることが可能となる。

[0457]

実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスは、自動車のフロントガラスまたはダッシュボードにも搭載することができる。図 15 に実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスを自動車のフロントガラスまたはダッシュボードに用いる一態様を示す。表示領域 5200 乃至表示領域 5203 は実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスを用いて設けられた表示領域である。

[0458]

表示領域 5200 と表示領域 5201 は自動車のフロントガラスに設けられた実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスを搭載した表示装置である。実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスは、第 1 の電極と第 2 の電極を、透光性を有する電極で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態の表示装置とすることができる。シースルー状態の表示であれば、自動車のフロントガラスに設置したとしても、視界の妨げになることなく設置することができる。なお、駆動のためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料による有機トランジスタまたは、酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いると良い。

[0459]

表示領域 5202 はピラー部分に設けられた実施の形態 1 乃至実施の形態 3 のいずれかーに記載の発光デバイスを搭載した表示装置である。表示領域 5202 には、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。また、同様に、ダッシュボード部分に設けられた表示領域 5203 は車体によって遮られた視界を、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。見えない部分を補完するように映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

[0460]

表示領域 5203 は、ナビゲーション情報、速度または回転、走行距離、燃料残量、ギア状態、空調の設定などを表示することで、様々な情報を提供することができる。表示は使用者の好みに合わせて適宜その表示項目またはレイアウトを変更することができる。なお、これら情報は表示領域 5200 乃至表示領域 5202 にも設けることができる。また、表示領域 5200 乃至表示領域 5203 は照明装置として用いることも可能である。

[0461]

また、図 16A 乃至図 16C に、折りたたみ可能な携帯情報端末 9310 を示す。図 16A に展開した状態の携帯情報端末 9310 を示す。図 16B に展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の携帯情報端末 9310 を示す。図 16C に折りたたんだ状態の携帯情報端末 9310 を示す。携帯情報端末 9310 は、折りたた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。

[0462]

表示パネル9311はヒンジ9313によって連結された3つの筐体9315に支持されている。なお、表示パネル9311は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。また、表示パネル9311は、ヒンジ9313を介して2つの筐体9315間を屈曲させることにより、携帯情報端末9310を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。本発明の一態様の発光装置を表示パネル9311に用いることができる。

[0463]

なお、本実施の形態に示す構成は、実施の形態1乃至実施の形態3に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。

[0464]

以上のように実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一に記載の発光デバイスを備えた発光装置の適用範囲は極めて広く、この発光装置をあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。実施の形態1乃至実施の形態3のいずれか一に記載の発光デバイスを用いることにより消費電力の小さい電子機器を得ることができる。

[0465]

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。

[実施例]

[0466]

本実施例では、本発明の一態様の発光デバイス1について、図17乃至図24を参照しながら説明する。

[0467]

図17Aは、発光デバイス550Xの構成を説明する図である。また、図17Bは、発光デバイス1に用いる発光性の材料の発光スペクトルを説明する模式図である。

[0468]

図18は、発光デバイス1の電流密度－輝度特性を説明する図である。

[0469]

図19は、発光デバイス1の輝度－電流効率特性を説明する図である。

[0470]

図20は、発光デバイス1の電圧－輝度特性を説明する図である。

[0471]

図21は、発光デバイス1の電圧－電流特性を説明する図である。

[0472]

図22は、発光デバイス1の輝度－ブルーインデックス特性を説明する図である。なお、ブルーインデックス（BI: Blue Index）は、青色発光デバイスの特性を表す指標の一つであり、電流効率（cd/A）をy色度で除した値である。一般に、色純度の高い青色光は、広い色域の表現に有用である。また、色純度の高い青色光ほどy色度が小さくなる傾向にある。これにより、電流効率（cd/A）をy色度で除した値は、青色発光デバイスの有用性を示す指標となる。換言すれば、広い色域と高い効率を備える表示装置を実現する上で、高いBIを備える青色発光デバイスは好適であるといえる。

[0473]

図23は、発光デバイス1を1000 cd/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。

[0474]

図24は、50 mA/cm²の一定の電流密度で比較デバイス1、発光デバイス1を発光させた場合の規格化輝度の時間変化特性を説明する図である。

[0475]

<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17A参照)。

[0476]

本発明の一態様の発光デバイス550Xは、電極551Xと、電極552Xと、層111Xと、層111X2と、層112__21と、を有する。

[0477]

層111Xは、電極551Xおよび電極552Xの間に挟まれ、層111X2は、電極552Xおよび層111Xの間に挟まれ、層112__21は、層111X2および層111Xの間に挟まれる。

[0478]

層111Xは、発光性の材料EM1を含み、発光性の材料EM1は、波長λ1に最大を有する発光スペクトルを備え、層111Xは、波長λ1において、常光屈折率n1を備える。

[0479]

層111X2は、発光性の材料EM2を含み、発光性の材料EM2は、波長λ2に最大を有する発光スペクトルを備え、層111X2は、波長λ2において、常光屈折率n2を備える。

[0480]

層112__21は、波長λ1において、常光屈折率n1より低い常光屈折率n31を備え、層112__21は、波長λ2において、常光屈折率n2より低い常光屈折率n32を備える。

[0481]

また、発光デバイス550Xは、層112__21が、層111Xの中心平面との間に距離d1を備え、層112__21が、層111X2の中心平面との間に距離d2を備え、層112__21が、厚さt3を備える。

[0482]

なお、距離d1、距離d2、厚さt3、波長λ1、波長λ2、常光屈折率n1、常光屈折率n2、常光屈折率n31および常光屈折率n32が、以下の数式(1)および数式(2)を満たす関係にある。

[0483]

[数5]

$$n1 \times d1 + n31 \times t3 < \frac{1}{2} \times \lambda1 \quad \dots (1)$$

$$n2 \times d2 + n32 \times t3 < \frac{1}{2} \times \lambda2 \quad \dots (2)$$

[0484]

《発光デバイス1の構成》

発光デバイス1の構成を表1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、標準の大きさと記載される。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、標準の大きさと記載される。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。

[0485]

なお、距離 d_1 は 50.1 nm であり、距離 d_2 は 20 nm である。また、厚さ t_3 は 40 nm である。また、波長 λ_1 および波長 λ_2 は 455 nm であり、常光屈折率 n_1 および常光屈折率 n_2 は 1.93 であり、常光屈折率 n_{31} および常光屈折率 n_{32} は、 1.73 である。材料の屈折率の測定には、分光エリプソメーター（ジェー・エー・ウーラム・ジャパン社製M-2000U）を用いた。また、測定試料には、石英基板上に形成した当該材料の厚さ約 50 nm の薄膜を用い、薄膜の形成には、真空蒸着法を用いた。

[0486]

従って、上記の数式（1）の左辺は $(1.93 \times 50.1) + (1.73 \times 40) = 165.893$ であり、右辺は $(0.5 \times 455) = 227.5$ であり、上記の数式（1）を満たしている。

[0487]

また、上記の数式（2）の左辺は $(1.93 \times 20) + (1.73 \times 40) = 107.8$ であり、右辺は $(0.5 \times 455) = 227.5$ であり、上記の数式（2）も満たしている。

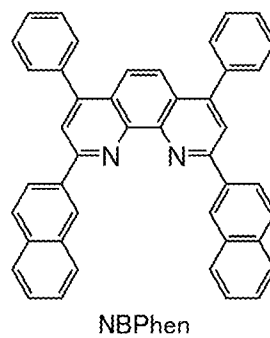
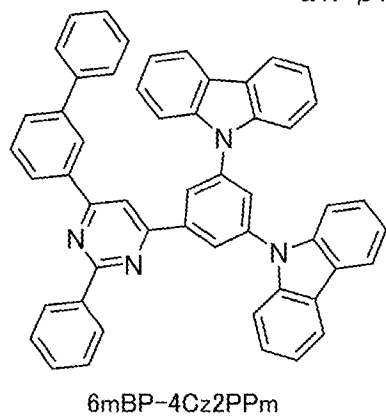
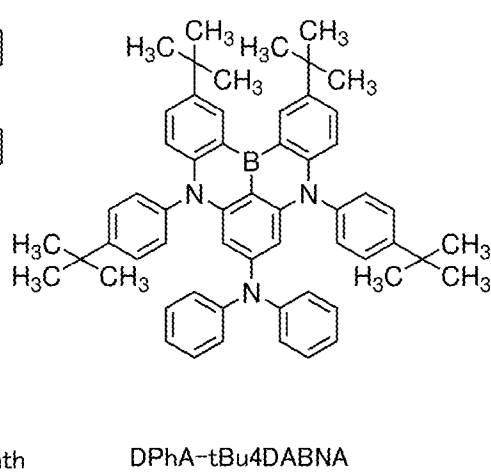
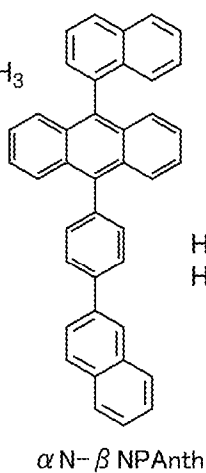
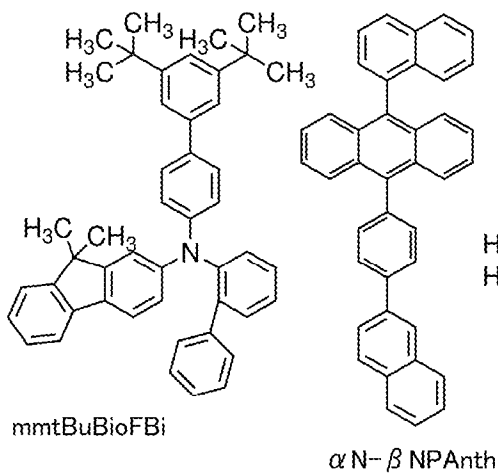
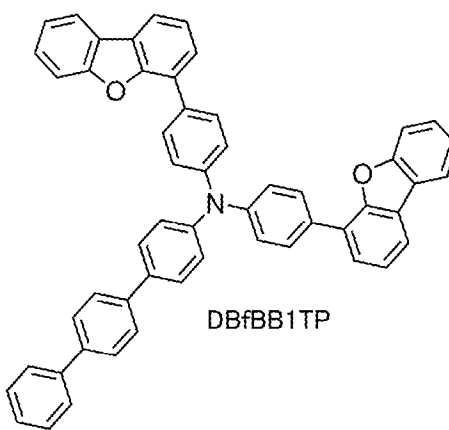
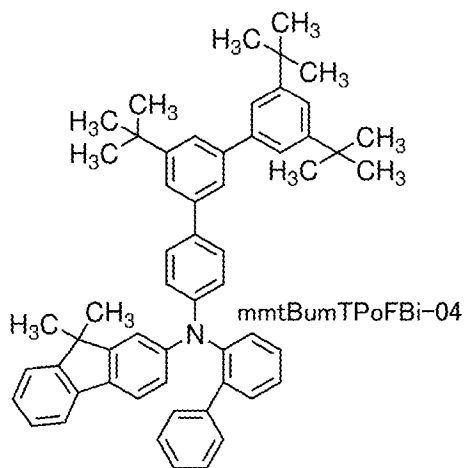
[0488]

[表1]

構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
層	CAP	BisBTc		65
電極	552X	Ag:Mg	10:1	15
層	105	LiF		2
層	113__22	mmtBumBPTzn:Li-6mq	0.5:0.5	20
層	113__21	6mBP-4Cz2PPm		10
層	111X2	α N- β NPhAnth:DPhA-tBu4DABNA	1:0.015	20
層	112__22	DBfBB1TP		10
層	112__21	mmtBumTPoFbi-04		40
層	106__1	PCBBiF:OCHD-003	1:0.1	10
層	106__2	Li2O		0.1
層	113__12	NBPhen		20
層	113__11	6mBP-4Cz2PPm		10
層	111X	α N- β NPhAnth:DPhA-tBu4DABNA	1:0.015	20
層	112__14	DBfBB1TP		10
層	112__13	mmtBuBioFbi		40
層	112__12	DBfBB1TP		50
層	112__11	mmtBumTPoFbi-04		35
層	104	mmtBumTPoFbi-04:OCHD-003	1:0.1	10
電極	551X	ITSO		5
反射膜	REF	Ag		100

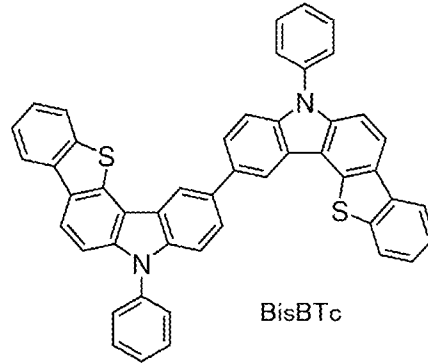
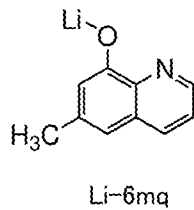
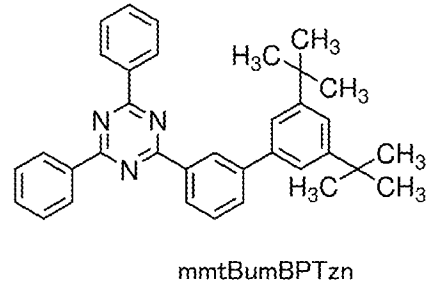
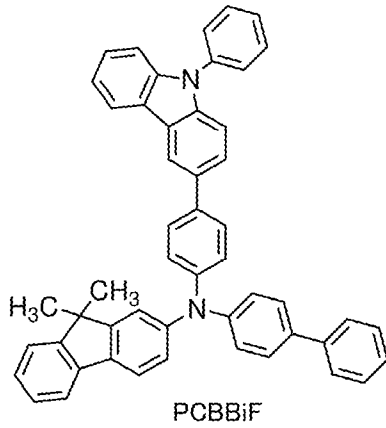
[0489]

[化13]



[0 4 9 0]

[化 1 4]



[0491]

《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。

[0492]

[第1のステップ]

第1のステップにおいて、反射膜REFを形成した。具体的には、ターゲットに銀（略称：Ag）を用いて、スパッタリング法により形成した。

[0493]

なお、反射膜REFはAgを含み、100nmの厚さを備える。

[0494]

[第2のステップ]

第2のステップにおいて、反射膜REF上に電極551Xを形成した。具体的には、ターゲットにケイ素若しくは酸化ケイ素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。

[0495]

なお、電極551XはITOを含み、5nmの厚さと、4mm²（2mm×2mm）の面積を備える。

[0496]

次いで、電極551Xが形成された基材を水で洗浄し、200℃で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。その後、10⁻⁴Pa程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基材を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、170℃で30分間の真空焼成を行った。その後、基材を30分程度放冷した。

[0497]

[第3のステップ]

第3のステップにおいて、電極551X上に層104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。

[0498]

なお、層104はN-(3',5',5'-トリ-tert-ブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル)-N-(1,1'-ビフェニル-2-イル)-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン(略称: mm t B u m T P o F B i - 0 4) および電子アクセプタ材料(略称: O C H D - 0 0 3) を、mm t B u m T P o F B i - 0 4 : O C H D - 0 0 3 = 1 : 0.1 (重量比) で含み、10nmの厚さを備える。なお、O C H D - 0 0 3 はフッ素を含み、その分子量は672である。

[0499]

[第4のステップ]

第4のステップにおいて、層104上に層112__11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。

[0500]

なお、層112__11はmm t B u m T P o F B i - 0 4 を含み、35nmの厚さを備える。また、mm t B u m T P o F B i - 0 4 の膜は巨大表面電位(GSP)を備え、膜厚で除したその電位勾配(GSPの傾き)は16.2mV/nmである。そして、mm t B u m T P o F B i - 0 4 の膜の波長455nm以上波長465nm以下における常光屈折率は1.72以上1.73以下であり、633nmにおける常光屈折率は1.66であった。

[0501]

[第5のステップ]

第5のステップにおいて、層112__11上に層112__12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。

[0502]

なお、層112__12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: D B f B B 1 T P) を含み、50nmの厚さを備える。

[0503]

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、層112__12上に層112__13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。

[0504]

なお、層112__13はN-3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル-N-1,1'-ビフェニル-2-イル-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン(略称: mm t B u B i o F B i) を含み、40nmの厚さを備える。そして、mm t B u B i o F B i の膜の波長455nm以上波長465nm以下における常光屈折率は1.73以上1.74以下であり、633nmにおける常光屈折率は1.66であった。

[0505]

[第7のステップ]

第7のステップにおいて、層112__13上に層112__14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。

[0506]

なお、層112__14はDBfBB1TPを含み、10nmの厚さを備える。

[0507]

[第8のステップ]

第8のステップにおいて、層112__14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。

[0508]

なお、層111Xは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)および2,12-ジ(tert-ブチル)-5,9-ジ(4-tert-ブチルフェニル)-N,N-ジフェニル-5H,9H-[1,4]ベンズアザボリノ[2,3,4-kl]フェナザボリン-7-アミン(略称:DP hA-tBu4DABNA)を、 α N- β NPAnt h:DP hA-tBu4DABNA=1:0.015(重量比)で含み、20nmの厚さを備える。

[0509]

[第9のステップ]

第9のステップにおいて、層111X上に層113__11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。また、 α N- β NPAnt hの膜は巨大表面電位(GSP)を備え、膜厚で除したその電位勾配(GSPの傾き)は10.8mV/nmである。そして、 α N- β NPAnt hの膜の波長455nm以上波長465nm以下における常光屈折率は1.92以上1.93以下であり、633nmにおける常光屈折率は1.81であった。

[0510]

なお、層113__11は6-(1,1'-ビフェニル-3-イル)-4-[3,5-ビス(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-2-フェニルピリミジン(略称:6mBP-4Cz2PPm)を含み、10nmの厚さを備える。

[0511]

[第10のステップ]

第10のステップにおいて、層113__11上に層113__12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。

[0512]

なお、層113__12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。

[0513]

[第11のステップ]

第11のステップにおいて、層113__12上に層106__2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。

[0514]

なお、層106__2は酸化リチウム(略称:Li2O)を含み、0.1nmの厚さを備える。

[0515]

[第12のステップ]

第12のステップにおいて、層106__2上に層106__1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。

[0516]

なお、層106__1はN-(1,1'-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OCHD-003を、PCBBiF:OCHD-003=1:0.1(重量比)で含み、10nmの厚さを備える。

[0517]

[第13のステップ]

第13のステップにおいて、層106__1上に層112__21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。

[0518]

なお、層112__21はmmtBumTPoFBi-04を含み、40nmの厚さを備える。

[0519]

[第14のステップ]

第14のステップにおいて、層112__21上に層112__22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。

[0520]

なお、層112__22はDBfBB1TPを含み、10nmの厚さを備える。

[0521]

[第15のステップ]

第15のステップにおいて、層112__22上に層111X2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。

[0522]

なお、層111X2は α N- β NPAnt hおよびDPhA-tBu4DABNAを、 α N- β NPAnt h:DPhA-tBu4DABNA=1:0.015(重量比)で含み、20nmの厚さを備える。

[0523]

[第16のステップ]

第16のステップにおいて、層111X2上に層113__21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。

[0524]

なお、層113__21は6mBP-4Cz2PPmを含み、10nmの厚さを備える。

[0525]

[第17のステップ]

第17のステップにおいて、層113__21上に層113__22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。

[0526]

なお、層113__22は2-{(3',5'-ジ-tert-ブチル)-1,1'-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:mmtBumBPTzn)お

よび6-メチル-8-キノリノラト-リチウム（略称：Li-6mq）を、mm t B u m B P T z
n : Li-6mq = 0.5 : 0.5（重量比）で含み、20nmの厚さを備える。

[0527]

[第18のステップ]

第18のステップにおいて、層113__22上に層105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。

[0528]

なお、層105はフッ化リチウム（略称：LiF）を含み、2nmの厚さを備える。

[0529]

[第19のステップ]

第19のステップにおいて、層105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。

[0530]

なお、電極552XはAgおよびマグネシウム（略称：Mg）を、Ag : Mg = 10 : 1（体積比）で含み、15nmの厚さを備える。

[0531]

[第20のステップ]

第20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、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

[0532]

なお、層CAPは5,5'-ジフェニル-2,2'-ジ-5H-[1]ベンゾチエノ[3,2-c]カルバゾール（略称：BisBTc）を含み、65nmの厚さを備える。

[0533]

《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17A参照）。発光デバイス1の動作特性を、室温にて測定した（図18乃至図23参照）。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。

[0534]

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2に示す。また、発光デバイスを一定の電流密度（50mA/cm²）で発光させ、輝度が初期輝度の90%に低下するまでの経過時間であるLT90を表2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2に記載する。

[0535]

[表2]

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度x	色度y	電流効率 (cd/A)	B.I. (cd/A/y)	LT90 (hr)
発光デバイス1	8.0	0.29	7.4	0.15	0.03	13.8	461.6	156
比較デバイス1	7.8	0.31	7.7	0.15	0.03	13.2	458.2	157

[0536]

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、比較デバイス

1 に比べて高い電流効率を示した。また、発光デバイス 1 は、比較デバイス 1 に比べて高いブルーインデックスの値を示した。また、電流効率およびブルーインデックスの最大値を比較すると、発光デバイス 1 の方が明確に高い値を示した。

[0537]

(参考例 1)

本参考例で説明する作製した比較デバイス 1 は、発光デバイス 550X と同様の構成を備える (図 17A 参照)。

[0538]

《比較デバイス 1 の構成》

比較デバイス 1 の構成は、mm t B u m T P o F B i - 0 4 に換えて P C B B i F を層 1 1 2 _ 2 1 に用いた点が、発光デバイス 1 とは異なる。なお、P C B B i F の膜の波長 4 5 5 n m における常光屈折率は、1.93 である。

[0539]

《比較デバイス 1 の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、本参考例で説明する比較デバイス 1 を作製した。なお、比較デバイス 1 の作製方法は、層 1 1 2 _ 2 1 を形成するステップにおいて、mm t B u m T P o F B i - 0 4 に換えて P C B B i F を用いた点が、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。

[0540]

[第 13 のステップ]

第 13 のステップにおいて、層 1 0 6 _ 1 上に層 1 1 2 _ 2 1 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。

[0541]

なお、層 1 1 2 _ 2 1 は P C B B i F を含み、40 nm の厚さを備える。

[0542]

《比較デバイス 1 の動作特性》

電力を供給すると比較デバイス 1 は光 E L 1 を射出した (図 17A 参照)。比較デバイス 1 の動作特性を、室温にて測定した (図 18 乃至図 23 参照)。なお、輝度、C I E 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。

[0543]

作製した比較デバイスを輝度 1000 cd/m² 程度で発光させた場合の主な初期特性を表 2 に示す。また、発光デバイスを一定の電流密度 (50 mA/cm²) で発光させ、輝度が初期輝度の 90% に低下するまでの経過時間である L T 9 0 を表 2 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 2 に記載する。

[符号の説明]

[0544]

CAP : 層、LN : 層、103X : ユニット、103X2 : ユニット、103Y : ユニット、103Y2 : ユニット、104 : 層、104X : 層、104Y : 層、105 : 層、105X : 層、105Y : 層、106 : 層、106_1 : 層、106_2 : 層、106_3 : 層、106X : 層、106XY : 領域、106Y : 層、111X : 層、111X2 : 層、112 : 層、112_2 : 層、1

1 2__1 1 : 層、1 1 2__1 2 : 層、1 1 2__1 3 : 層、1 1 2__1 4 : 層、1 1 2__2 1 : 層、
1 1 2__2 2 : 層、1 1 3 : 層、1 1 3__ : 層、1 1 3__2 : 層、1 1 3__1 1 : 層、1 1 3__1
2 : 層、1 1 3__2 1 : 層、1 1 3__2 2 : 層、4 0 0 : 基板、4 0 1 : 電極、4 0 3 : EL層、
4 0 4 : 電極、4 0 5 : シール材、4 0 6 : シール材、4 0 7 : 封止基板、4 1 2 : パッド、4 2
0 : ICチップ、5 1 0 : 基材、5 2 0 : 機能層、5 2 1 : 絶縁膜、5 2 8 : 絶縁膜、5 2 8__
1 : 絶縁膜、5 2 8__2 : 絶縁膜、5 2 8__3 : 絶縁膜、5 5 0 X : 発光デバイス、5 5 0 X 2 :
発光デバイス、5 5 0 Y : 発光デバイス、5 5 1 X : 電極、5 5 1 X Y : 間隙、5 5 1 Y : 電極、
5 5 2 X : 電極、5 5 2 Y : 電極、6 0 1 : ソース線駆動回路、6 0 2 : 画素部、6 0 3 : ゲート
線駆動回路、6 0 4 : 封止基板、6 0 5 : シール材、6 0 7 : 空間、6 0 8 : 配線、6 0 9 : 外部
入力端子、6 1 0 : 素子基板、6 1 1 : スイッチング用FET、6 1 2 : 電流制御用FET、6 1
3 : 電極、6 1 4 : 絶縁物、6 1 6 : EL層、6 1 7 : 電極、6 1 8 : 発光デバイス、6 2 3 : F
ET、7 0 0 : 表示装置、9 5 1 : 基板、9 5 2 : 電極、9 5 3 : 絶縁層、9 5 4 : 隔壁層、9 5
5 : EL層、9 5 6 : 電極、1 0 0 1 : 基板、1 0 0 2 : 下地絶縁膜、1 0 0 3 : ゲート絶縁膜、
1 0 0 6 : ゲート電極、1 0 0 7 : ゲート電極、1 0 0 8 : ゲート電極、1 0 2 0 : 層間絶縁膜、
1 0 2 1 : 層間絶縁膜、1 0 2 2 : 電極、1 0 2 4 B : 電極、1 0 2 4 G : 電極、1 0 2 4 R : 電
極、1 0 2 4 W : 電極、1 0 2 5 : 隔壁、1 0 2 8 : EL層、1 0 2 9 : 電極、1 0 3 1 : 封止基
板、1 0 3 2 : シール材、1 0 3 3 : 基材、1 0 3 4 B : 着色層、1 0 3 4 G : 着色層、1 0 3 4
R : 着色層、1 0 3 5 : ブラックマトリクス、1 0 3 6 : オーバーコート層、1 0 3 7 : 層間絶縁
膜、1 0 4 0 : 画素部、1 0 4 1 : 駆動回路部、1 0 4 2 : 周辺部、2 0 0 1 : 筐体、2 0 0 2 :
光源、2 1 0 0 : ロボット、2 1 0 1 : 照度センサ、2 1 0 2 : マイクロフォン、2 1 0 3 : 上部
カメラ、2 1 0 4 : スピーカ、2 1 0 5 : ディスプレイ、2 1 0 6 : 下部カメラ、2 1 0 7 : 障害
物センサ、2 1 0 8 : 移動機構、2 1 1 0 : 演算装置、3 0 0 1 : 照明装置、5 0 0 0 : 筐体、5
0 0 1 : 表示部、5 0 0 2 : 表示部、5 0 0 3 : スピーカ、5 0 0 4 : LEDランプ、5 0 0 6 :
接続端子、5 0 0 7 : センサ、5 0 0 8 : マイクロフォン、5 0 1 2 : 支持部、5 0 1 3 : イヤホ
ン、5 1 0 0 : 掃除ロボット、5 1 0 1 : ディスプレイ、5 1 0 2 : カメラ、5 1 0 3 : ブラシ、
5 1 0 4 : 操作ボタン、5 1 2 0 : ゴミ、5 1 4 0 : 携帯電子機器、5 2 0 0 : 表示領域、5 2 0
1 : 表示領域、5 2 0 2 : 表示領域、5 2 0 3 : 表示領域、7 1 0 1 : 筐体、7 1 0 3 : 表示部、
7 1 0 5 : スタンド、7 1 0 7 : 表示部、7 1 0 9 : 操作キー、7 1 1 0 : リモコン操作機、7 2
0 1 : 本体、7 2 0 2 : 筐体、7 2 0 3 : 表示部、7 2 0 4 : キーボード、7 2 0 5 : 外部接続ポ
ート、7 2 0 6 : ポインティングデバイス、7 2 1 0 : 表示部、7 4 0 1 : 筐体、7 4 0 2 : 表示
部、7 4 0 3 : 操作ボタン、7 4 0 4 : 外部接続ポート、7 4 0 5 : スピーカ、7 4 0 6 : マイク、
9 3 1 0 : 携帯情報端末、9 3 1 1 : 表示パネル、9 3 1 3 : ヒンジ、9 3 1 5 : 筐体

請求の範囲

[請求項1]

第1の電極と、

第2の電極と、

第1の層と、

第2の層と、

第3の層と、を有し、

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2の層は、前記第2の電極および前記第1の層の間に挟まれ、

前記第3の層は、前記第2の層および前記第1の層の間に挟まれ、

前記第1の層は、第1の発光性の材料を含み、

前記第1の発光性の材料は、波長 λ_1 にピークを有する発光スペクトルを備え、

前記第1の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備え、

前記第2の層は、第2の発光性の材料を含み、

前記第2の発光性の材料は、波長 λ_2 にピークを有する発光スペクトルを備え、

前記第2の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備え、

前記第3の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{31} を備え、

前記第3の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{32} を備える、発光デバイス。

[請求項2]

第1の電極と、

第2の電極と、

第1の層と、

第2の層と、

第3の層と、を有し、

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2の層は、前記第2の電極および前記第1の層の間に挟まれ、

前記第3の層は、前記第2の層および前記第1の層の間に挟まれ、

前記第1の層は、第1の発光性の材料および第1のホスト材料を含み、

前記第1の発光性の材料は、波長 λ_1 にピークを有する発光スペクトルを備え、

膜にした状態の前記第1のホスト材料は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 を備え、

前記第2の層は、第2の発光性の材料および第2のホスト材料を含み、

前記第2の発光性の材料は、波長 λ_2 にピークを有する発光スペクトルを備え、

膜にした状態の前記第2のホスト材料は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 を備え、

前記第3の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{31} を備え、

前記第3の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{32} を備える、発光デバイス。

[請求項3]

前記第3の層は、波長455nm以上波長465nm以下の光に対して、1.50以上1.75以下の常光屈折率を備える、請求項1または請求項2に記載の発光デバイス。

[請求項 4]

前記第 3 の層は、波長 633 nm の光に対して、1.45 以上 1.70 以下の常光屈折率を備える、請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイス。

[請求項 5]

前記第 3 の層は、前記第 1 の層の中心平面との間に距離 d_1 を備え、

前記第 3 の層は、前記第 2 の層の中心平面との間に距離 d_2 を備え、

前記第 3 の層は、厚さ t_3 を備え、

前記距離 d_1 、前記距離 d_2 、前記厚さ t_3 、前記波長 λ_1 、前記波長 λ_2 、前記常光屈折率 n_1 、前記常光屈折率 n_2 、前記常光屈折率 n_{31} および前記常光屈折率 n_{32} が、以下の数式 (1) および数式 (2) を満たす関係にある、請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイス。

[数 1]

$$n_1 \times d_1 + n_{31} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

$$n_2 \times d_2 + n_{32} \times t_3 < \frac{1}{2} \times \lambda_2 \quad \dots (2)$$

[請求項 6]

波長 λ_1 および波長 λ_2 は、いずれも 430 nm 以上 490 nm 以下の範囲にある、請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイス。

[請求項 7]

前記第 2 の発光性の材料は、前記第 1 の発光性の材料と同じ材料である、請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイス。

[請求項 8]

第 4 の層を有し、

前記第 4 の層は、前記第 1 の電極および前記第 1 の層の間に挟まれ、

前記第 4 の層は、波長 λ_1 において、常光屈折率 n_1 より低い常光屈折率 n_{41} を備え、

前記第 4 の層は、波長 λ_2 において、常光屈折率 n_2 より低い常光屈折率 n_{42} を備える、請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイス。

[請求項 9]

前記第 4 の層は、波長 455 nm 以上波長 465 nm 以下の光に対して、1.50 以上 1.75 以下の常光屈折率を備える、請求項 8 に記載の発光デバイス。

[請求項 10]

前記第 4 の層は、波長 633 nm の光に対して、1.45 以上 1.70 以下の常光屈折率を備える、請求項 8 に記載の発光デバイス。

[請求項 11]

前記第 4 の層は、前記第 3 の層と、同じ材料を含む、請求項 8 に記載の発光デバイス。

[請求項 12]

第 5 の層を有し、

前記第 5 の層は、前記第 2 の層および前記第 1 の層の間に挟まれ、

前記第 5 の層は、前記第 2 の層に正孔を供給し、前記第 1 の層に電子を供給する、請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイス。

[請求項 1 3]

前記第 3 の層は、前記第 2 の層および前記第 5 の層の間に挟まれる、請求項 1 2 に記載の発光デバイス。

[請求項 1 4]

第 1 の発光デバイスと、
第 2 の発光デバイスと、を有し、
前記第 1 の発光デバイスは、請求項 1 2 に記載の構成を備え、
前記第 5 の層は、電子受容性の物質を含み、
前記第 2 の発光デバイスは、前記第 1 の発光デバイスと隣接し、
前記第 2 の発光デバイスは、第 3 の電極、第 4 の電極および第 6 の層を備え、
前記第 3 の電極は、前記第 1 の電極との間に、間隙を備え、
前記第 6 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 6 の層は、前記電子受容性の物質を含み、
前記第 6 の層は、前記第 5 の層との間に、前記第 5 の層より膜厚が薄い領域を備え、
前記領域は、前記間隙と重なる、表示装置。

[請求項 1 5]

第 1 の発光デバイスと、
第 2 の発光デバイスと、を有し、
前記第 1 の発光デバイスは、請求項 1 2 に記載の構成を備え、
前記第 5 の層は、ハロゲン基もしくはシアノ基を含む有機化合物または遷移金属酸化物を含み、
前記第 2 の発光デバイスは、前記第 1 の発光デバイスと隣接し、
前記第 2 の発光デバイスは、第 3 の電極、第 4 の電極および第 6 の層を備え、
前記第 3 の電極は、前記第 1 の電極との間に、間隙を備え、
前記第 6 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 6 の層は、ハロゲン基もしくはシアノ基を含む前記有機化合物または前記遷移金属酸化物を含み、
前記第 6 の層は、前記第 5 の層との間に、前記第 5 の層より膜厚が薄い領域を備え、
前記領域は、前記間隙と重なる、表示装置。

[請求項 1 6]

請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイスと、トランジスタまたは基板と、を有する表示装置。

[請求項 1 7]

請求項 1 4 に記載の表示装置と、センサ、操作ボタン、スピーカまたはマイクと、を有する電子機器。

[請求項 1 8]

請求項 1 または請求項 2 に記載の発光デバイスと、トランジスタまたは基板と、を有する発光装置。

[請求項 1 9]

請求項 1 8 に記載の発光装置と、筐体と、を有する照明装置。

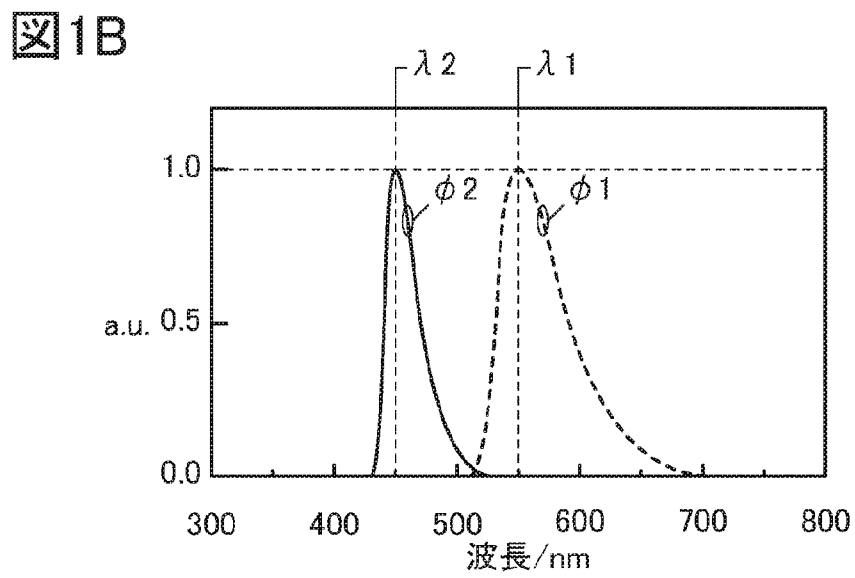
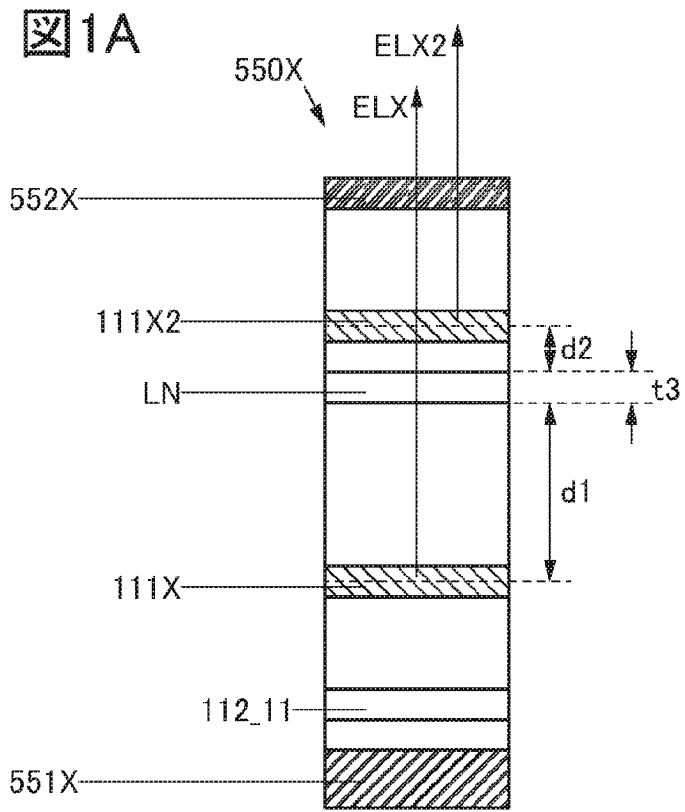


図2

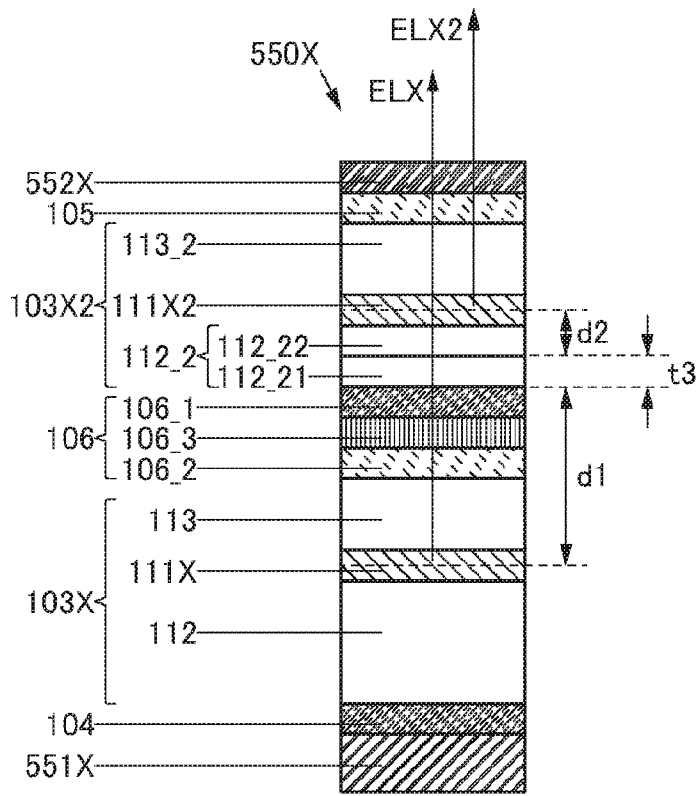


図3

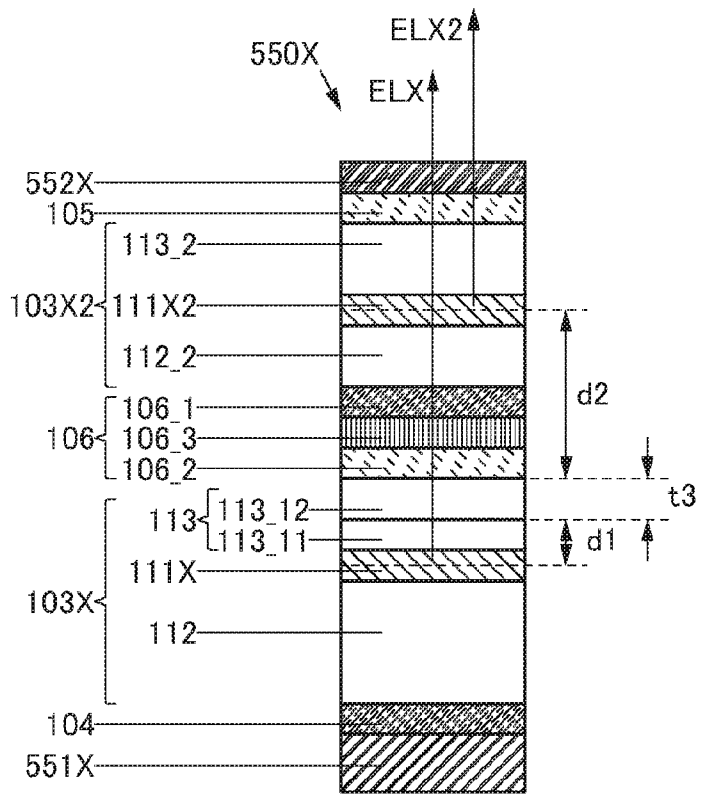


図4

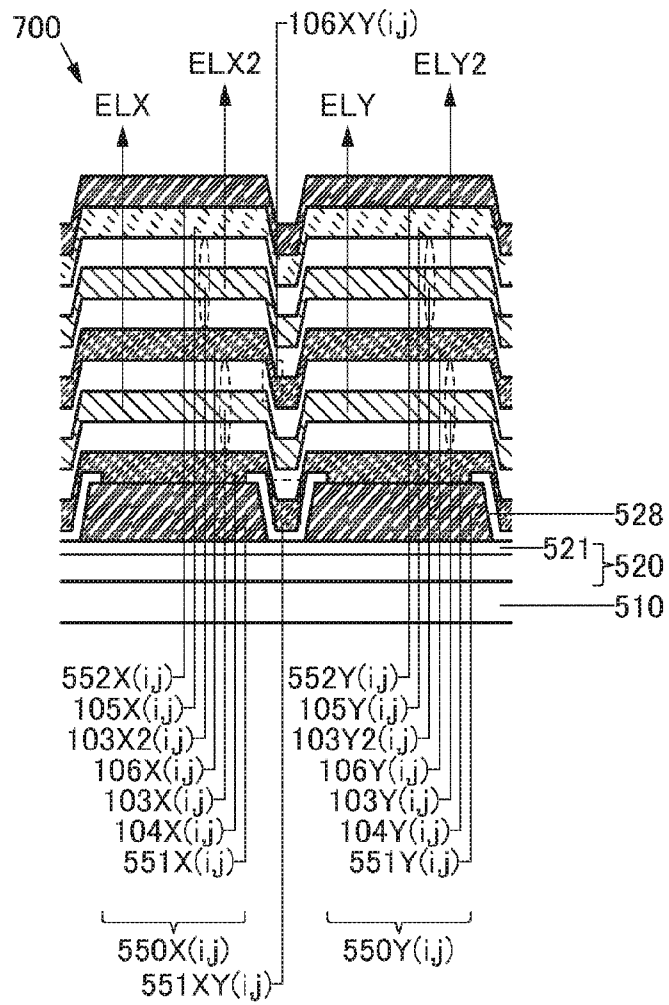
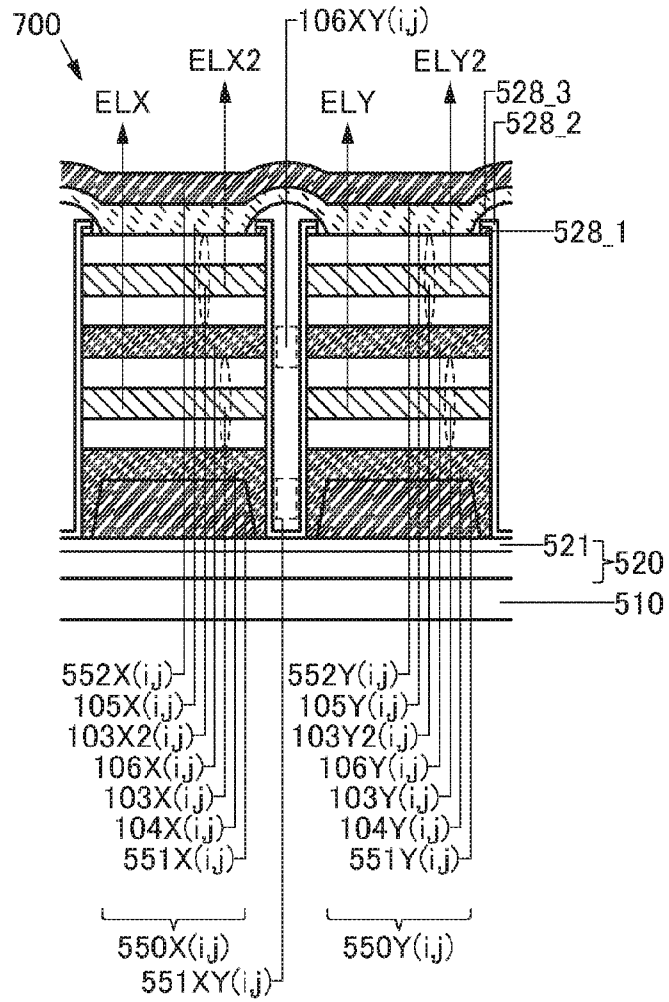
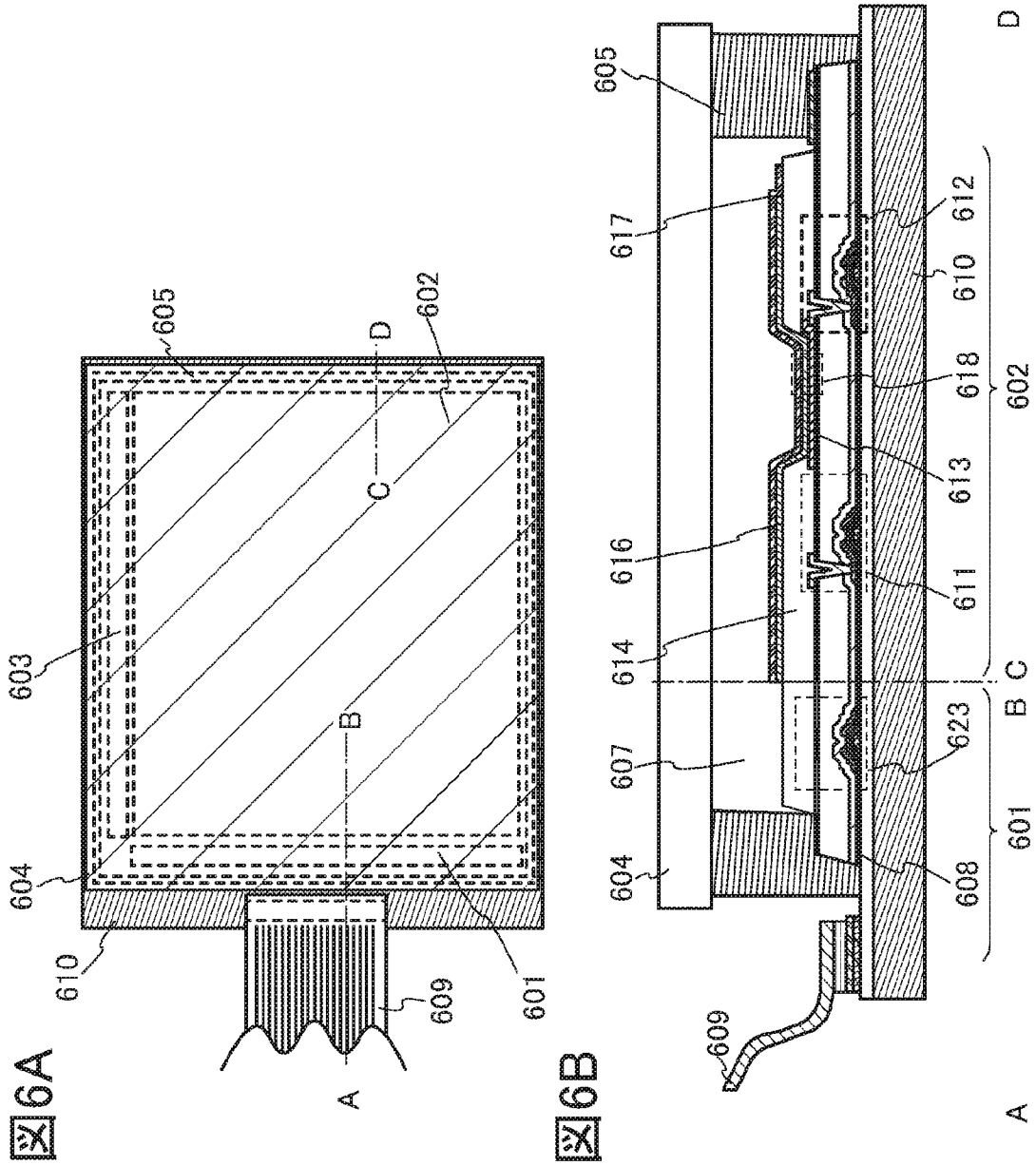
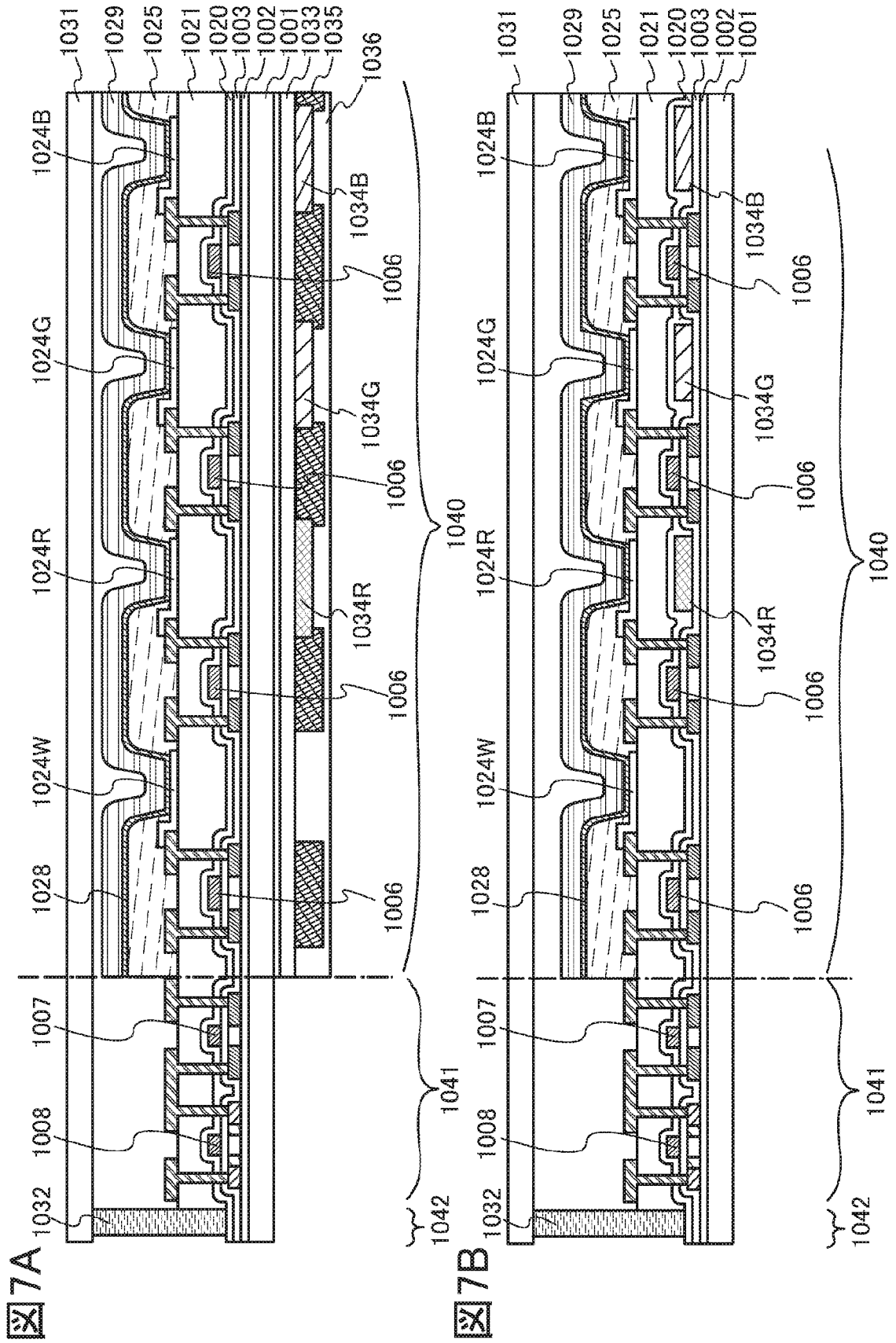


図5







8

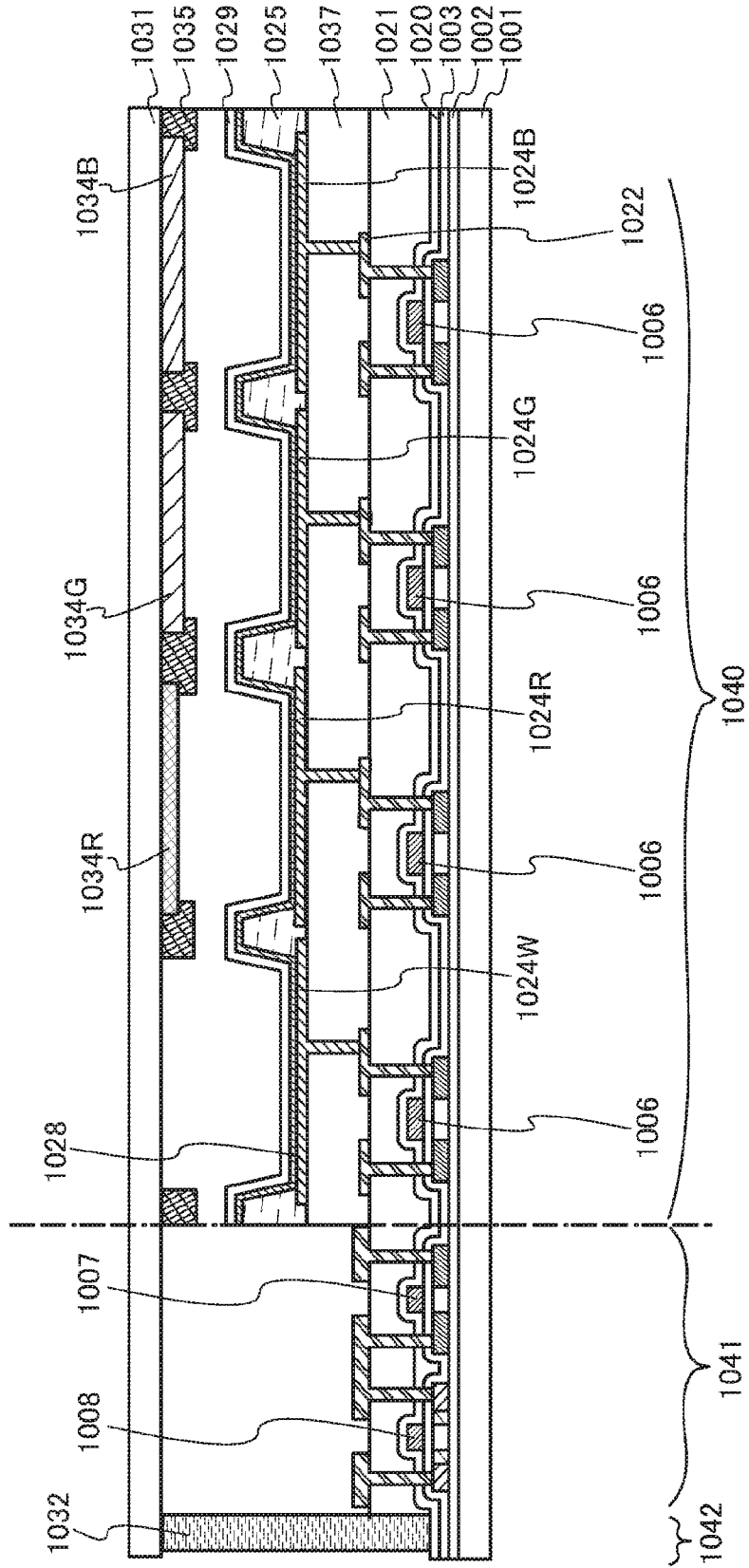


図9A

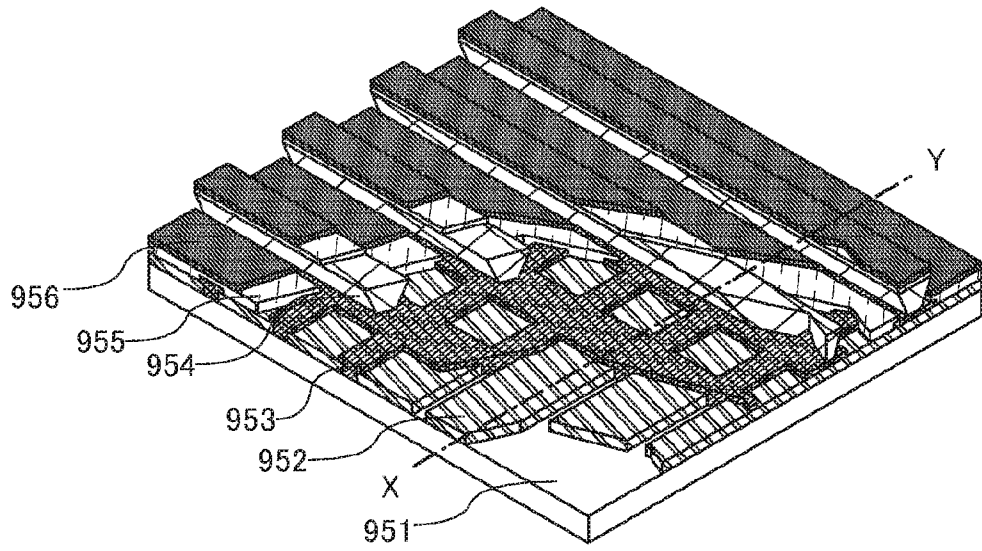
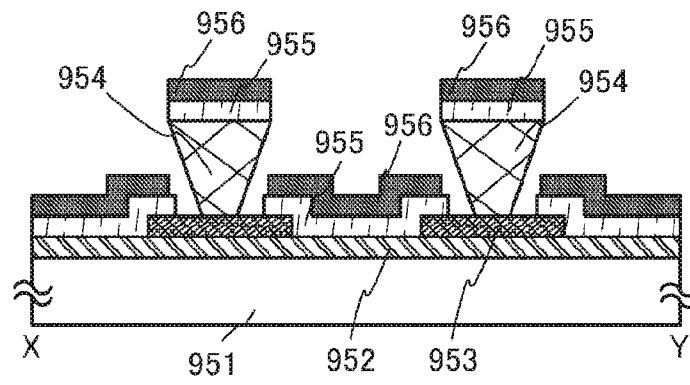


図9B



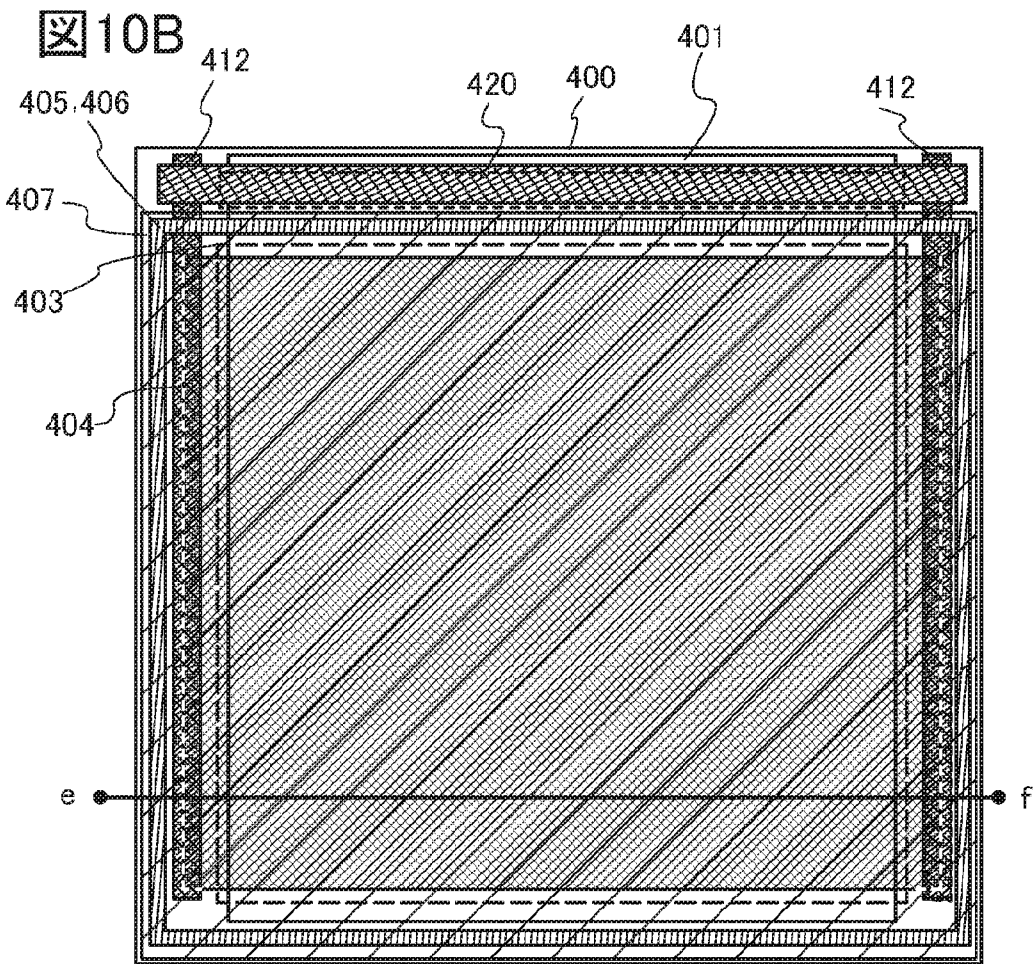
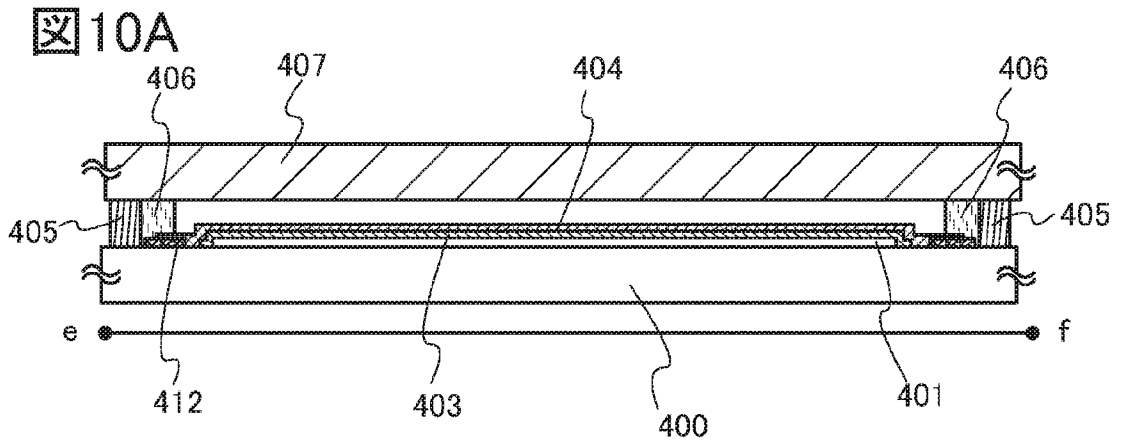


図11A

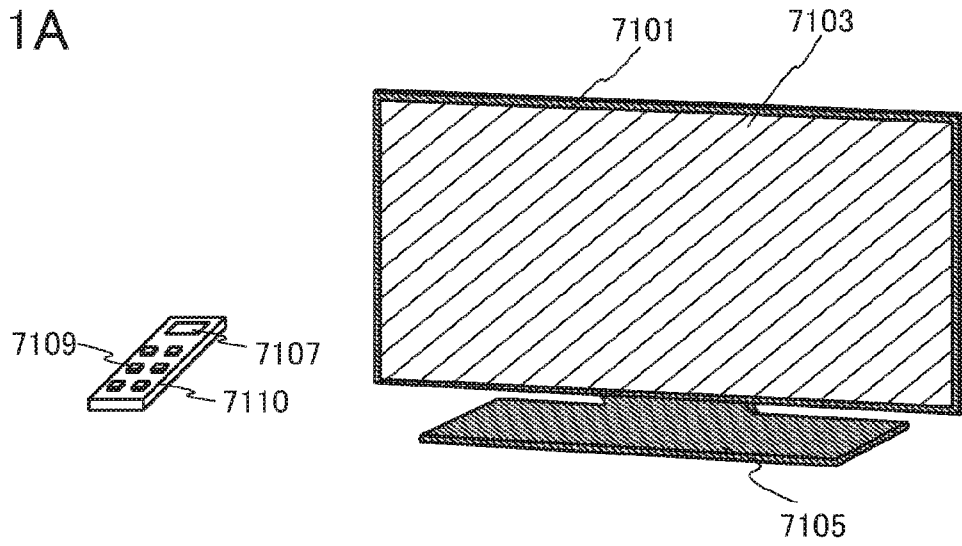


図11B

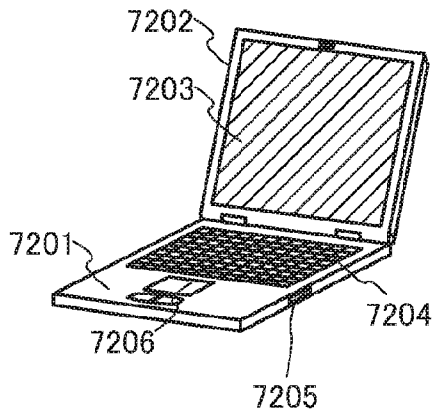


図11C

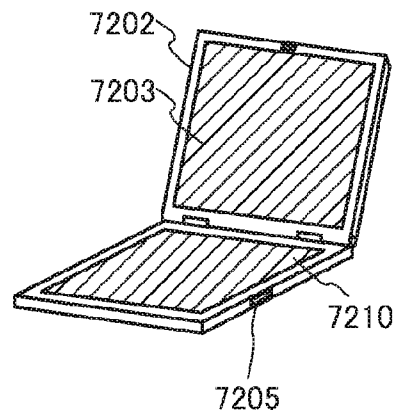


図11D

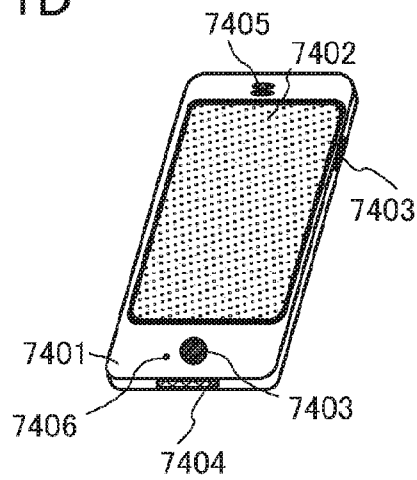


図12A

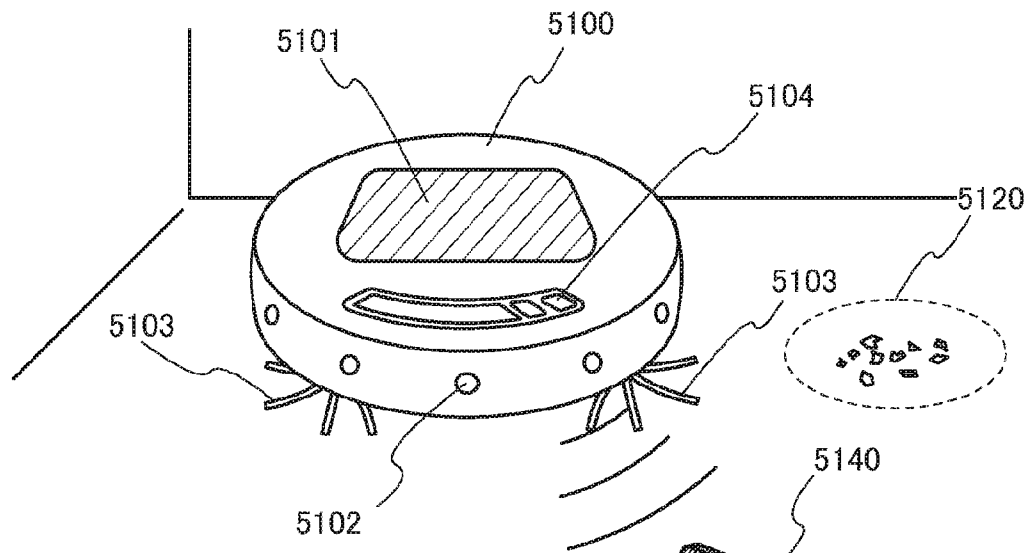


図12B

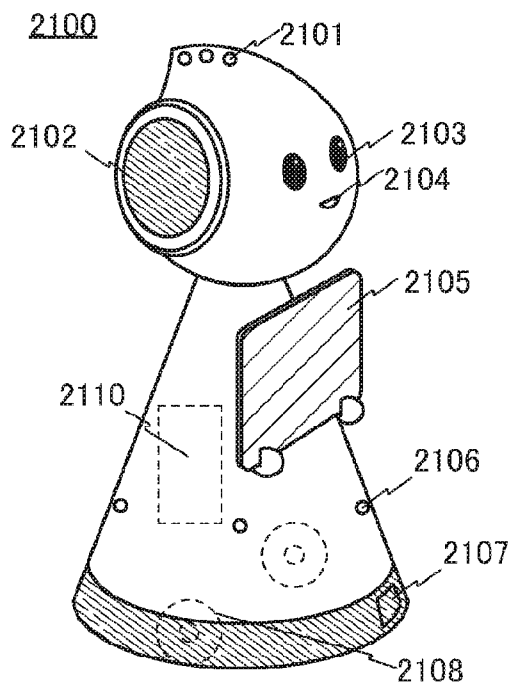


図12C

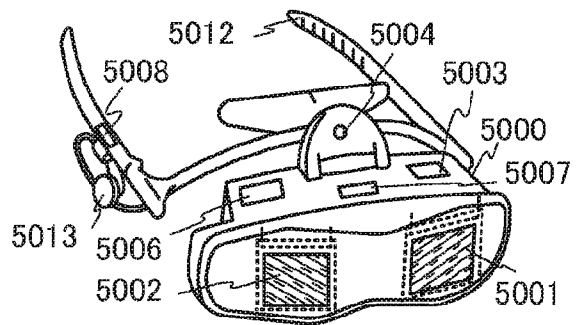


图 13

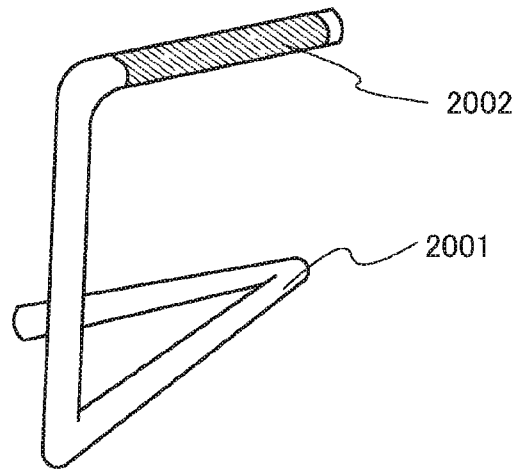


図 14

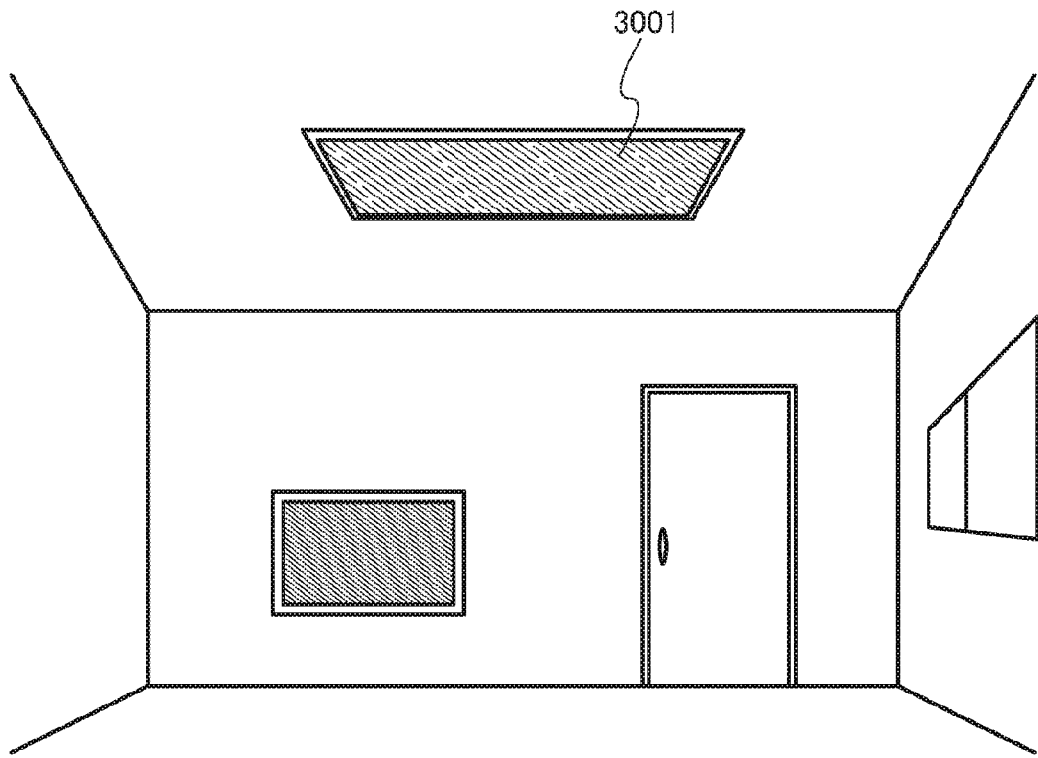
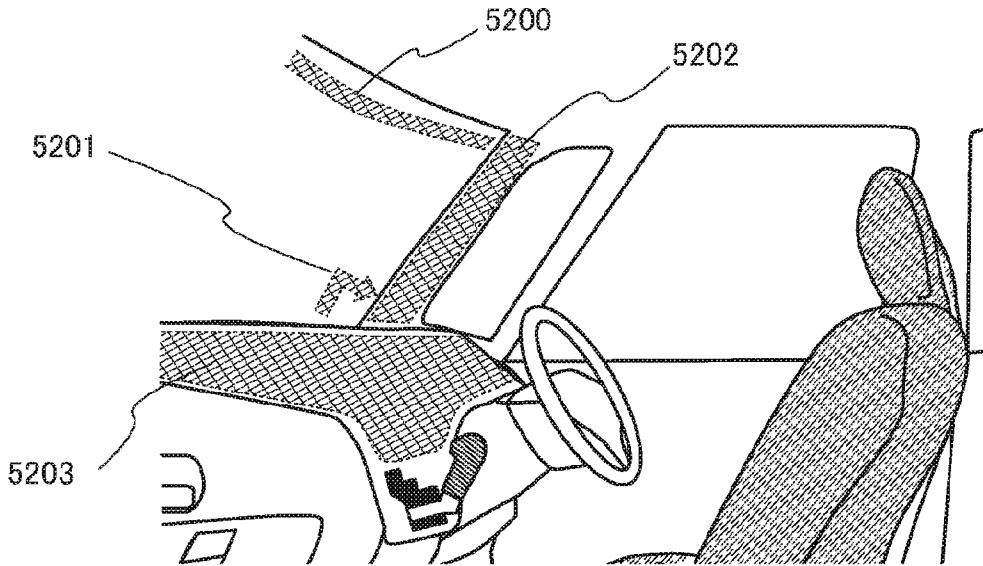
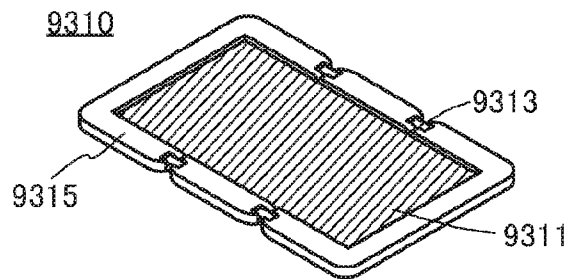


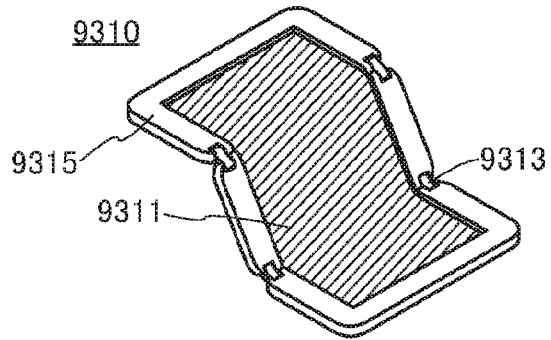
图 15



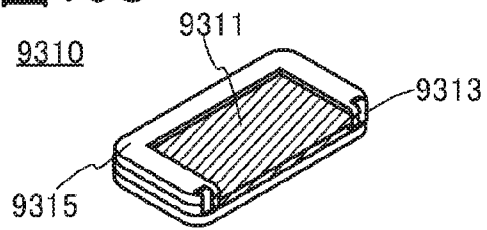
☒ 16A



☒ 16B



☒ 16C



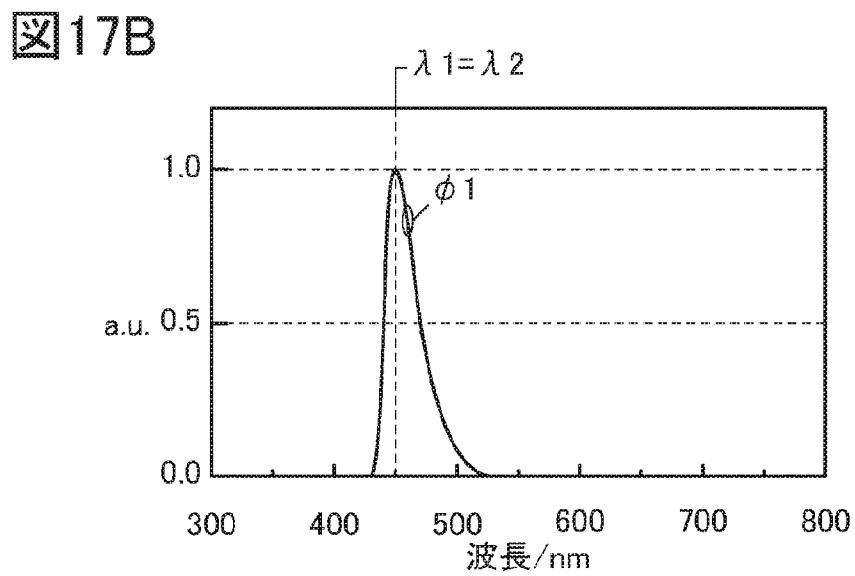
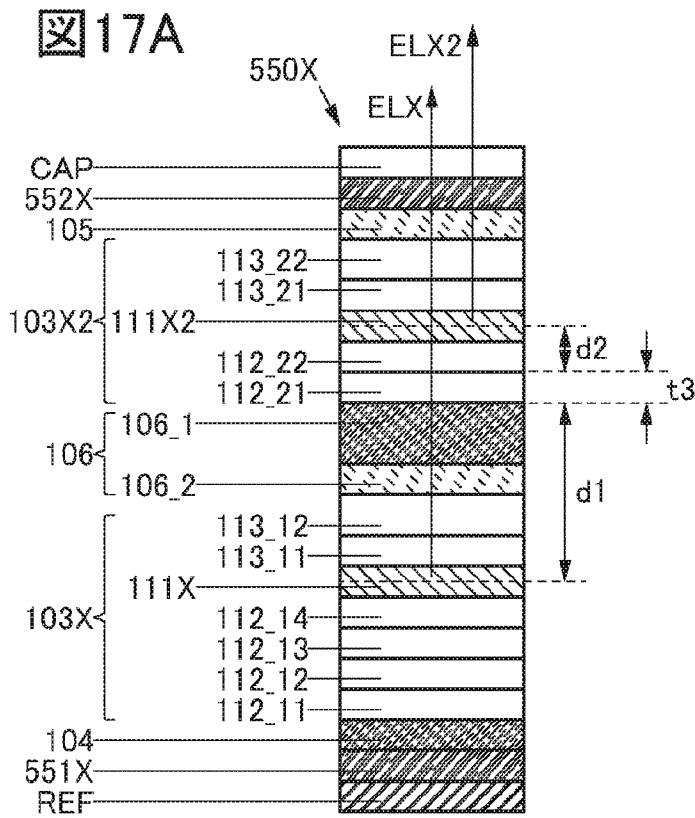


図18

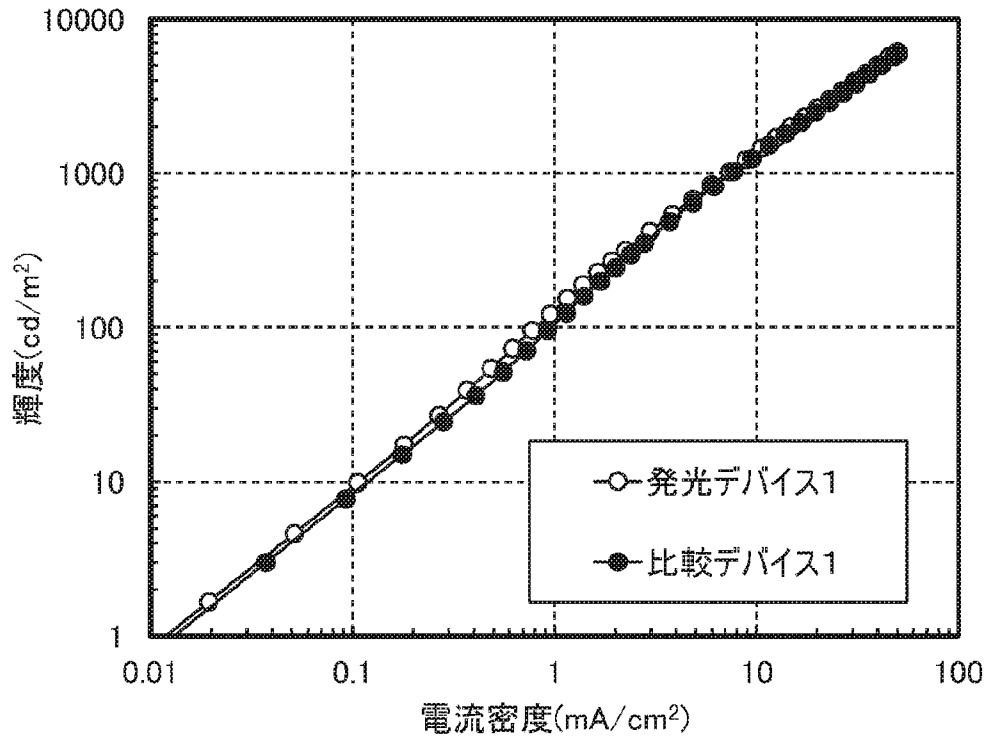


図19

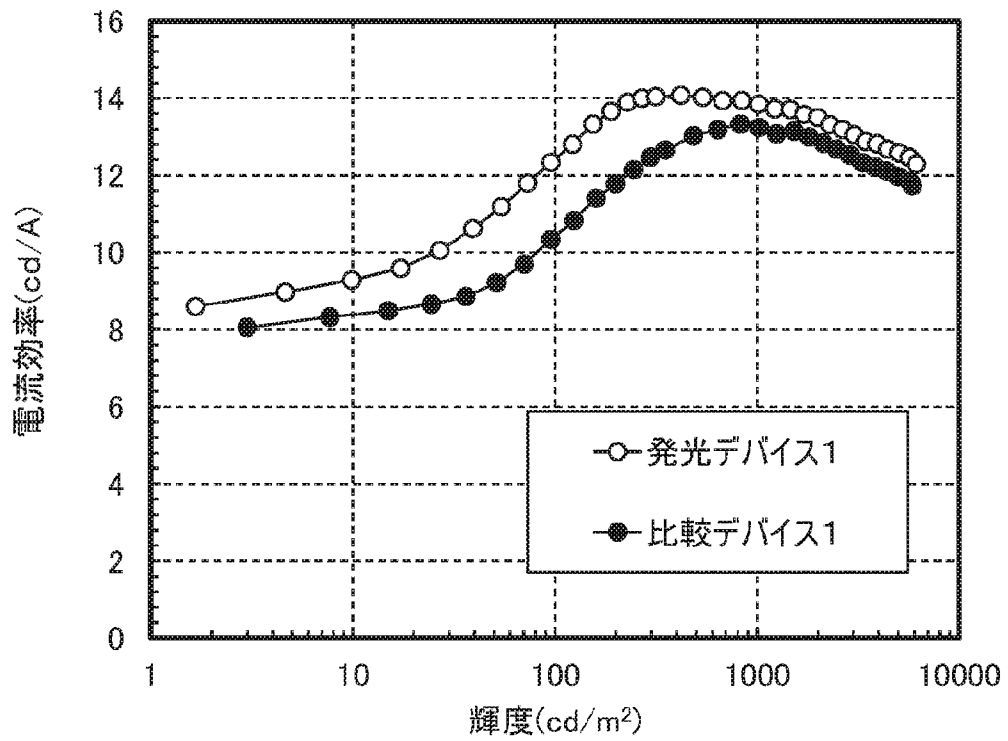


図20

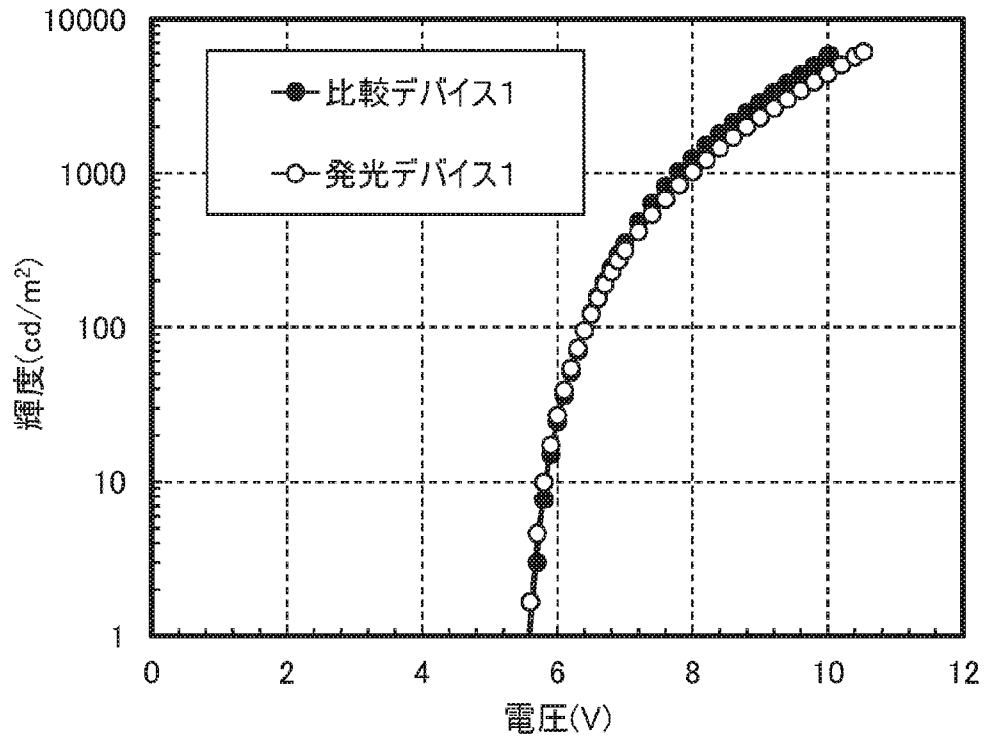


図21

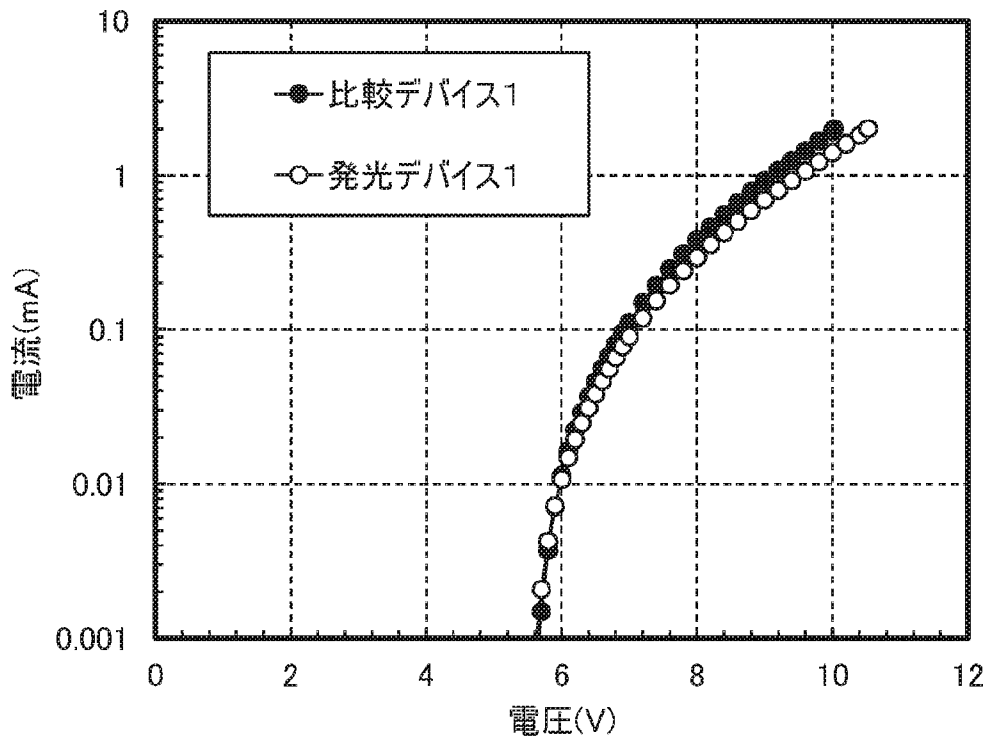


図22

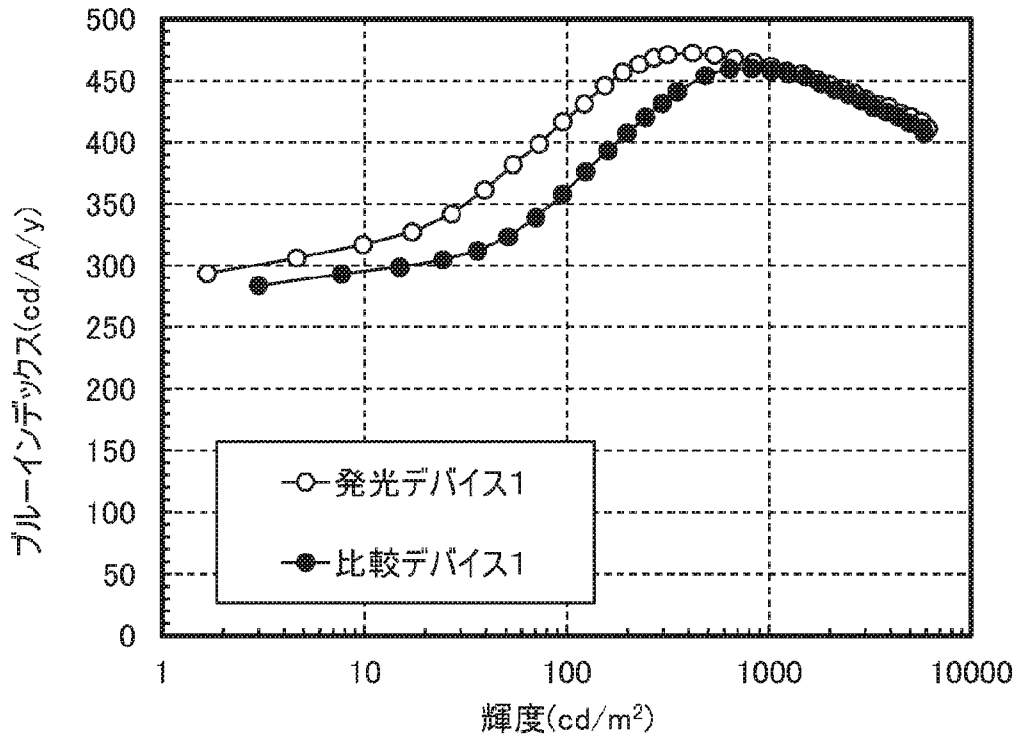


図23

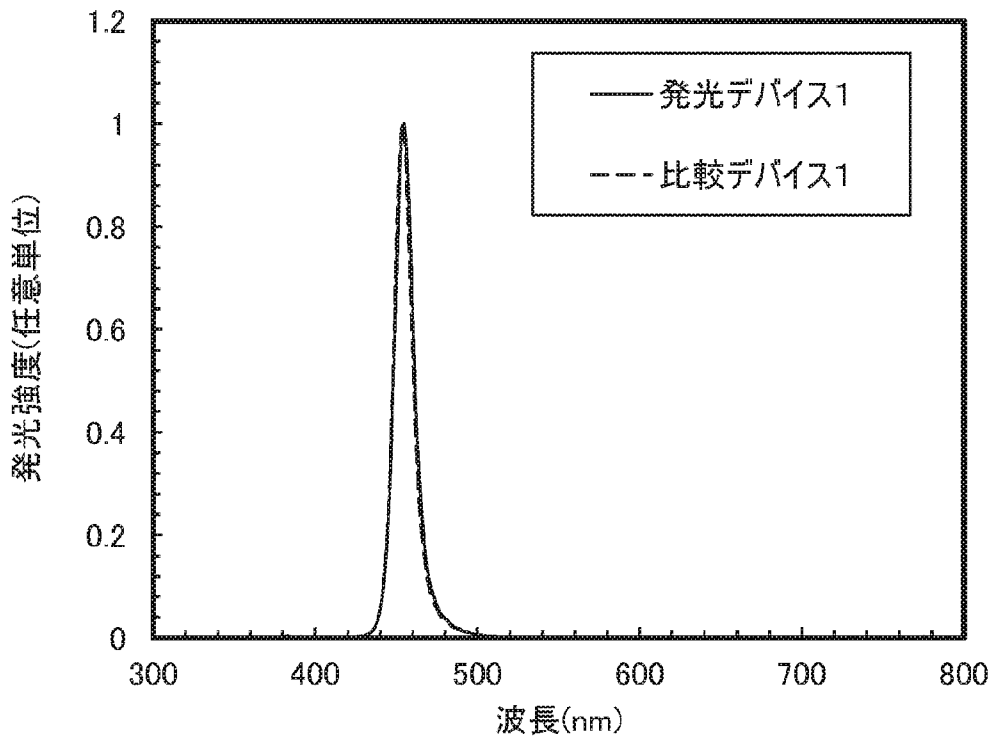
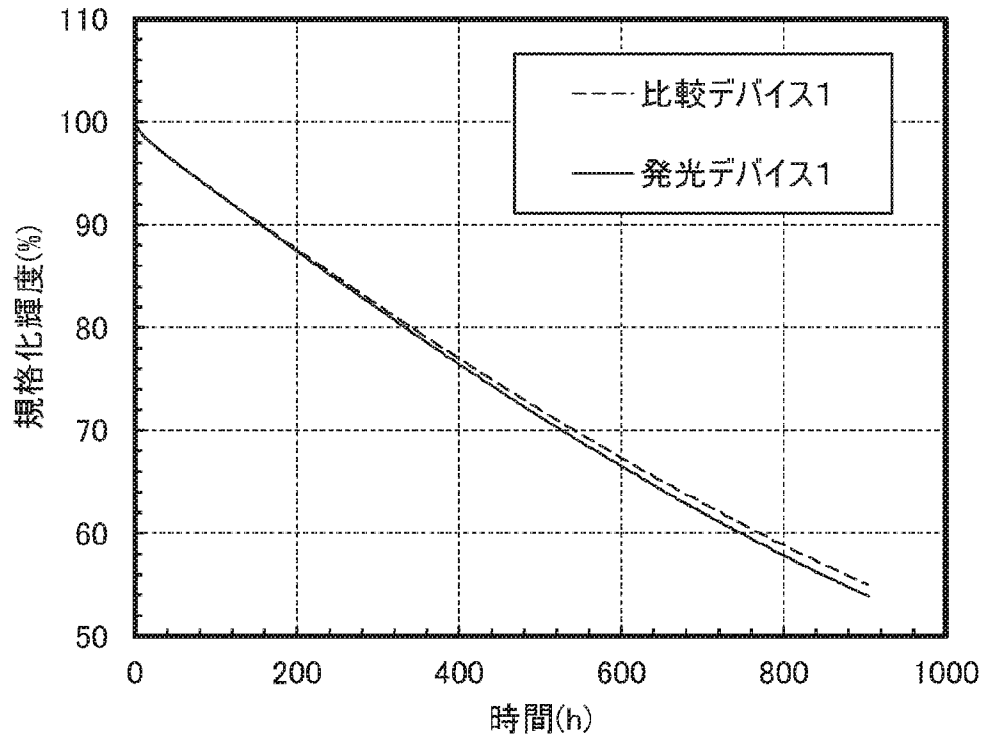


図24



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/059399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H05B 33/24</i> (2006.01)i; <i>G09F 9/30</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/12</i> (2006.01)i; <i>H10K 50/00</i> (2023.01)i; <i>H10K 59/00</i> (2023.01)i FI: H05B33/24; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/12 C; H05B33/12 B; G09F9/30 338; G09F9/30 365		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H05B33/24; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/12		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-216040 A (CANON KK) 03 December 2015 (2015-12-03) claims, paragraphs [0001], [0002], [0019], [0045], [0056], [0062], [0070], [0086], fig. 1, 11, etc.	1-13, 16, 18-19
Y		14-15, 17
Y	JP 2016-4761 A (JOLED INC) 12 January 2016 (2016-01-12) paragraph [0053], fig. 4, etc.	14-15, 17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 December 2022		Date of mailing of the international search report 27 December 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/059399

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2015-216040 A	03 December 2015	US 2017/0033317 A1 claims, paragraphs [0001], [0002], [0044], [0073], [0082], [0087], [0095], [0114], fig. 1, 11, etc.	
		WO 2015/174508 A1	
JP 2016-4761 A	12 January 2016	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H05B 33/24(2006.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i; H10K 50/00(2023.01)i; H10K 59/00(2023.01)i FI: H05B33/24; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/12 C; H05B33/12 B; G09F9/30 338; G09F9/30 365</p>														
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H05B33/24; G09F9/30; H01L27/32; H01L51/50; H05B33/12</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 2015-216040 A (キヤノン株式会社) 03.12.2015 (2015 - 12 - 03) 特許請求の範囲、[0001] [0002] [0019] [0045] [0056] [0062] [0070] [0086]、図1、11等</td> <td>1-13,16,18-19</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>14-15,17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-4761 A (株式会社JOLE D) 12.01.2016 (2016 - 01 - 12) [0053]、図4等</td> <td>14-15,17</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	X	JP 2015-216040 A (キヤノン株式会社) 03.12.2015 (2015 - 12 - 03) 特許請求の範囲、[0001] [0002] [0019] [0045] [0056] [0062] [0070] [0086]、図1、11等	1-13,16,18-19	Y		14-15,17	Y	JP 2016-4761 A (株式会社JOLE D) 12.01.2016 (2016 - 01 - 12) [0053]、図4等	14-15,17
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2015-216040 A (キヤノン株式会社) 03.12.2015 (2015 - 12 - 03) 特許請求の範囲、[0001] [0002] [0019] [0045] [0056] [0062] [0070] [0086]、図1、11等	1-13,16,18-19												
Y		14-15,17												
Y	JP 2016-4761 A (株式会社JOLE D) 12.01.2016 (2016 - 01 - 12) [0053]、図4等	14-15,17												
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>														
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>														
<p>国際調査を完了した日</p> <p>14. 12. 2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>27. 12. 2022</p>													
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>藤岡 善行 20 9225</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3271</p>													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/IB2022/059399

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-216040 A	03.12.2015	US 2017/0033317 A1 特許請求の範囲、 [000 1] [0002] [004 4] [0073] [008 2] [0087] [009 5] [0114]、図1、 11等 WO 2015/174508 A1	
JP 2016-4761 A	12.01.2016	(ファミリーなし)	