

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年2月17日(17.02.2022)



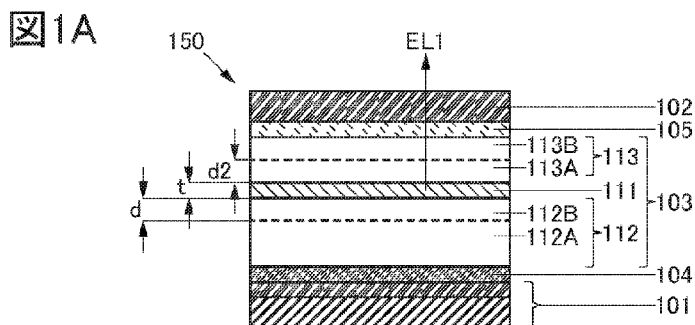
(10) 国際公開番号

WO 2022/034413 A1

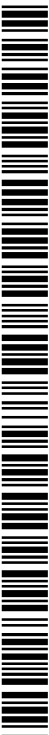
- (51) 国際特許分類:
H01L 27/32 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
H05B 33/02 (2006.01) H05B 33/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/IB2021/056834
- (22) 国際出願日: 2021年7月28日(28.07.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-135814 2020年8月11日(11.08.2020) JP
- (71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR 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). 植
田 藍莉 (UEDA, Airi); 〒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). 木戸裕允 (KIDO, Hiromitsu);
〒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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: LIGHT-EMITTING DEVICE, LIGHT-EMITTING APPARATUS, DISPLAY APPARATUS, ELECTRONIC APPARATUS, AND LIGHTING APPARATUS

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



(57) Abstract: Provided is a novel light-emitting device that has excellent convenience, usefulness, and reliability. The light-emitting device has a function for emitting light and comprises a first electrode, a second electrode, and a unit, wherein the light has a maximum peak at a wavelength (λ), the second electrode has a region overlapping the first electrode, and the unit includes a region sandwiched between the first electrode and the second electrode. The unit has a first layer, a second layer, and a third layer. The first layer has a region sandwiched between the second layer and the third layer, the first layer including a light-emitting material. The second layer has a fourth layer and a fifth layer, the fifth layer having a region sandwiched between the fourth layer and the first layer. The fourth layer includes a first organic compound, the first organic compound having a first refractive index with respect to the light having the wavelength (λ). The fifth layer is in contact with the fourth layer. The fifth layer includes a second organic compound, the second organic compound having a second refractive index with respect to the light having the wavelength (λ). The second refractive index is smaller than the first refractive index.



WO 2022/034413 A1

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

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

添付公開書類:

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

(57) 要約: 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。光を射出する機能と、第1の電極と、第2の電極と、ユニットと、を有する発光デバイスであって、光は波長(ラムダ)に最大ピークを備え、第2の電極は、第1の電極と重なる領域を備え、ユニットは第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備える。ユニットは、第1の層、第2の層および第3の層を備え、第1の層は第2の層および第3の層の間に挟まれる領域を備え、第1の層は、発光性の材料を含む。第2の層は第4の層および第5の層を備え、第5の層は第4の層および第1の層の間に挟まれる領域を備える。第4の層は第1の有機化合物を含み、第1の有機化合物は波長(ラムダ)を備える光に対して第1の屈折率を備え、第5の層は第4の層と接し、第5の層は第2の有機化合物を含み、第2の有機化合物は波長(ラムダ)を備える光に対して第2の屈折率を備え、第2の屈折率は第1の屈折率より小さい。

明細書

発明の名称

発光デバイス、発光装置、表示装置、電子機器、照明装置

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、発光デバイス、発光装置、表示装置、電子機器または照明装置に関する。

[0002]

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

背景技術

[0003]

有機化合物を用いたエレクトロルミネッセンス（EL：Electroluminescence）を利用する発光デバイス（有機ELデバイス）の実用化が進んでいる。これら発光デバイスの基本的な構成は、一对の電極間に発光材料を含む有機化合物層（EL層）を挟んだものである。この素子に電圧を印加して、キャリア（正孔および電子）を注入し、当該キャリアの再結合エネルギーを利用することにより、発光材料からの発光を得ることができる。

[0004]

このような発光デバイスは自発光型であるためディスプレイの画素として用いると、液晶に比べ、視認性が高く、バックライトが不要である等の利点があり、フラットパネルディスプレイ素子として好適である。また、このような発光デバイスを用いたディスプレイは、薄型軽量に作製できることも大きな利点である。さらに非常に応答速度が速いことも特徴の一つである。

[0005]

また、これらの発光デバイスは発光層を二次元に連続して形成することが可能であるため、面状に発光を得ることができる。これは、白熱電球またはLEDに代表される点光源、あるいは蛍光灯に代表される線光源では得難い特色であるため、照明等に應用できる面光源としての利用価値も高い。

[0006]

このように発光デバイスを用いたディスプレイまたは照明装置はさまざまな電子機器に好適であるが、より良好な特性を有する発光デバイスを求めて研究開発が進められている。

[0007]

有機EL素子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。特に、隣接する層の屈折率の違いから起こる反射による減衰は、素子の効率を下げる大きな要因となっている。この影響を低減させるために、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）。

[0008]

この構成を備えた発光デバイスは、従来の構成を有する発光デバイスよりも光取出し効率、ひいては外部量子効率の高い発光デバイスとすることが可能であるが、このような低屈折率の層を、その

他の発光デバイスにおける重要な特性に悪影響を与えずにEL層内部に形成するのは容易なことではない。なぜならば、低い屈折率と、高いキャリア輸送性または発光デバイスに用いた場合の信頼性はトレードオフの関係にあるからである。この問題は、有機化合物におけるキャリア輸送性または信頼性は不飽和結合の存在に由来するところが大きく、不飽和結合を多く有する有機化合物は、屈折率が高い傾向があることに原因がある。

[先行技術文献]

[特許文献]

[0009]

[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

[0010]

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

[0011]

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。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

[0012]

(1) 本発明の一態様は、光を射出する機能と、第1の電極と、第2の電極と、ユニットと、を有し、当該光は第1のスペクトル ϕ_1 を備え、第1のスペクトル ϕ_1 は、波長 λ に最大ピークを備える発光デバイスである。

[0013]

第2の電極は第1の電極と重なる領域を備え、ユニットは第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第1の層、第2の層および第3の層を備える。

[0014]

第1の層は第2の層および第3の層の間に挟まれる領域を備え、第1の層は発光性の材料を含む。

[0015]

第2の層は第4の層および第5の層を備え、第5の層は第4の層および第1の層の間に挟まれる領域を備える。

[0016]

第4の層は第1の有機化合物CTM1を含み、第1の有機化合物CTM1は波長 λ_1 nmを備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備える。

[0017]

第5の層は第4の層と接し、第5の層は第2の有機化合物CTM2を含む。第2の有機化合物CTM2は波長 λ を備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備え、第2の屈折率 n_2 は、1.4以上1.75以下である。

[0018]

(2) また、本発明の一態様は、光を射出する機能と、第1の電極と、第2の電極と、ユニットと、を有し、当該光は、第1のスペクトル ϕ_1 を備え、第1のスペクトル ϕ_1 は、波長 λ_1 nmに最大ピークを備える発光デバイスである。

[0019]

第2の電極は第1の電極と重なる領域を備え、ユニットは第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第1の層、第2の層および第3の層を備える。

[0020]

第1の層は第2の層および第3の層の間に挟まれる領域を備え、第1の層は発光性の材料を含む。

[0021]

第2の層は第4の層および第5の層を備え、第5の層は第4の層および第1の層の間に挟まれる領域を備える。

[0022]

第4の層は第1の有機化合物CTM1を含み、第1の有機化合物CTM1は波長 λ_1 nmを備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備える。

[0023]

第5の層は第4の層と接し、第5の層は第2の有機化合物CTM2を含み、第2の有機化合物CTM2は、波長 λ_1 nmを備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備える。また、第2の屈折率 n_2 は、第1の屈折率 n_1 より小さい。

[0024]

(3) また、本発明の一態様は、第1の屈折率 n_1 が第2の屈折率 n_2 との間に0.1以上1.0以下の差を備える、上記の発光デバイスである。

[0025]

(4) また、本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、ユニットと、を有する発光デバイスである。

[0026]

第2の電極は第1の電極と重なる領域を備え、ユニットは第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第1の層、第2の層および第3の層を備える。

[0027]

第1の層は第2の層および第3の層の間に挟まれる領域を備え、第1の層は発光性の材料を含み、第1の層はフォトルミネッセンス光を発する。当該フォトルミネッセンス光は第2のスペクトル ϕ_2 を備え、第2のスペクトル ϕ_2 は波長 λ_2 nmに最大ピークを備える。

[0028]

第2の層は第1の電極および第1の層の間に挟まれる領域を備え、第2の層は第4の層および第5の層を備え、第5の層は第4の層および第1の層の間に挟まれる領域を備える。

[0029]

第4の層は第1の有機化合物CTM1を含み、第1の有機化合物CTM1は波長 λ_2 nmを備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備える。

[0030]

第5の層は第4の層と接し、第5の層は第2の有機化合物CTM2を含む。第2の有機化合物CTM2は波長 λ_2 nmを備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備え、第2の屈折率 n_2 は、1.4以上1.75以下である。

[0031]

(5) また、本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、ユニットと、を有する発光デバイスである。

[0032]

第2の電極は第1の電極と重なる領域を備え、ユニットは第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第1の層、第2の層および第3の層を備える。

[0033]

第1の層は第2の層および第3の層の間に挟まれる領域を備え、第1の層は発光性の材料を含み、第1の層はフォトルミネッセンス光を発する。当該フォトルミネッセンス光は第2のスペクトル ϕ_2 を備え、第2のスペクトル ϕ_2 は波長 λ_2 nmに最大ピークを備える。

[0034]

第2の層は第4の層および第5の層を備え、第5の層は第4の層および第1の層の間に挟まれる領域を備える。

[0035]

第4の層は第1の有機化合物CTM1を含み、第1の有機化合物CTM1は波長 λ_2 nmを備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備える。

[0036]

第5の層は第4の層と接し、第5の層は第2の有機化合物CTM2を含み、第2の有機化合物CTM2は、波長 λ_2 nmを備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備える。また、第2の屈折率 n_2 は、第1の屈折率 n_1 より小さい。

[0037]

(6) また、本発明の一態様は、第1の屈折率 n_1 が第2の屈折率 n_2 との間に0.1以上1.0以下の差を備える、上記の発光デバイスである。

[0038]

(7) また、本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、ユニットと、を有する発光デバイスである。

[0039]

第2の電極は第1の電極と重なる領域を備え、ユニットは第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第1の層、第2の層および第3の層を備える。

[0040]

第1の層は第2の層および第3の層の間に挟まれる領域を備え、第1の層は発光性の材料を含み、発光性の材料はフォトルミネッセンス光を発する。当該フォトルミネッセンス光は、第3のスペクトル ϕ_3 を備え、第3のスペクトル ϕ_3 は、波長 λ_3 nmに最大ピークを備える。

[0041]

第2の層は第1の電極および第1の層の間に挟まれる領域を備え、第2の層は第4の層および第5の層を備え、第5の層は第4の層および第1の層の間に挟まれる領域を備える。

[0042]

第4の層は第1の有機化合物CTM1を含み、第1の有機化合物CTM1は波長 λ_3 nmを備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備える。

[0043]

第5の層は第4の層と接し、第5の層は第2の有機化合物CTM2を含む。第2の有機化合物CTM2は波長 λ_3 nmを備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備え、第2の屈折率 n_2 は、1.4以上1.75以下である。

[0044]

(8) また、本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、ユニットと、を有する発光デバイスである。

[0045]

第2の電極は第1の電極と重なる領域を備え、ユニットは第1の電極および第2の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第1の層、第2の層および第3の層を備える。

[0046]

第1の層は第2の層および第3の層の間に挟まれる領域を備え、第1の層は発光性の材料を含み、発光性の材料はフォトルミネッセンス光を発する。当該フォトルミネッセンス光は第3のスペクトル ϕ_3 を備え、第3のスペクトル ϕ_3 は波長 λ_3 nmに最大ピークを備える。

[0047]

第2の層は第4の層および第5の層を備え、第5の層は第4の層および第1の層の間に挟まれる領域を備える。

[0048]

第4の層は第1の有機化合物CTM1を含み、第1の有機化合物CTM1は波長 λ_3 nmを備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備える。

[0049]

第5の層は第4の層と接し、第5の層は第2の有機化合物CTM2を含み、第2の有機化合物CTM2は、波長 λ_3 nmを備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備える。また、第2の屈折率 n_2 は、第1の屈折率 n_1 より小さい。

[0050]

(9) また、本発明の一態様は、第1の屈折率 n_1 が第2の屈折率 n_2 との間に0.1以上1.0以下の差を備える、上記の発光デバイスである。

[0051]

これにより、第4の層および第5の層の間で屈折率を変化できる。または、屈折率の変化を用いて光を反射できる。または、反射した光を用いて、第1の層から射出される光を強めることができる。または、発光デバイスから光を取り出す効率を高めることができる。または、発光デバイスの発光効率を高めることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0052]

(10) また、本発明の一態様は、第4の層が第1の層との間に距離 d を備え、距離が20nm以

上120nm以下である、上記の発光デバイスである。

[0053]

(11) また、本発明の一態様は、第4の層が第1の層との間に距離dを備え、第1の層が厚さtを備え、距離dが、厚さt、波長 λ_1 nm、第2の屈折率 n_2 および次の数式(1)で表される範囲にある、上記の発光デバイスである。

[0054]

[数1]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \leq \left(d + \frac{t}{2}\right) \times n_2 \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

[0055]

これにより、第4の層および第5の層の間で屈折率を変化できる。または、屈折率の変化を用いて光を反射できる。または、反射した光の位相を第1の層から射出される光と強め合う位相にすることができる。または、ユニットの内部に微小共振器構造の一部を形成できる。または、発光色の彩度を高めることができる。または、発光デバイスから光を取り出す効率を高めることができる。または、発光デバイスの発光効率を高めることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0056]

(12) また、本発明の一態様は、第5の層が第1の層と接し、第5の層が第1の層から第4の層に向けての、キャリアの移動を抑制する機能を備える、上記の発光デバイスである。

[0057]

(13) また、本発明の一態様は、第2の有機化合物CTM2が、正孔輸送性を有する上記の発光デバイスである。

[0058]

第2の有機化合物CTM2は第1の最低非占有分子軌道準位(略称:LUMO準位)を備え、第1の層はホスト材料を含み、ホスト材料は第2のLUMO準位を備え、第2のLUMO準位は、第1のLUMO準位より低い。

[0059]

(14) また、本発明の一態様は、第2の有機化合物CTM2がアミン化合物である、上記の発光デバイスである。

[0060]

(15) また、本発明の一態様は、第1の有機化合物CTM1がアミン化合物である、上記の発光デバイスである。

[0061]

(16) また、本発明の一態様は、第2の有機化合物CTM2がモノアミン化合物である上記の発光デバイスである。

[0062]

当該モノアミン化合物は、一群の芳香族基および窒素原子を含み、一群の芳香族基は、第1の芳香族基、第2の芳香族基および第3の芳香族基を含む。

[0063]

窒素原子は第1の芳香族基、第2の芳香族基および第3の芳香族基と結合し、一群の芳香族基は置

換基を備え、当該置換基は s p 3 炭素を含む。s p 3 炭素は s p 3 混成軌道で他の原子と結合を形成し、s p 3 炭素は、モノアミン化合物に含まれる炭素の 2 3 % 以上 5 5 % 以下を占める。

[0 0 6 4]

(1 7) 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。

[0 0 6 5]

(1 8) 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。

[0 0 6 6]

(1 9) 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。

[0 0 6 7]

(2 0) 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。

[0 0 6 8]

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。

[0 0 6 9]

なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子を用いた画像表示デバイスを含む。また、発光素子にコネクタ、例えば異方導電性フィルム又は T C P (T a p e C a r r i e r P a c k a g e) が取り付けられたモジュール、T C P の先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は発光素子に C O G (C h i p O n G l a s s) 方式により I C (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

[0 0 7 0]

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。または、新規な発光デバイス、新規な発光装置、新規な表示装置、新規な電子機器または、新規な照明装置を提供することができる。

[0 0 7 1]

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

[0 0 7 2]

- 図 1 A 乃至図 1 D 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 A および図 2 B は、実施の形態に係る発光デバイスの構成を説明する図である。
- 図 3 は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する図である。
- 図 4 A および図 4 B はアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。
- 図 5 A および図 5 B はアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。
- 図 6 はアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。
- 図 7 A および図 7 B はパッシブマトリクス型発光装置の概念図である。
- 図 8 A および図 8 B は照明装置を表す図である。
- 図 9 A、図 9 B 1、図 9 B 2 および図 9 C は電子機器を表す図である。
- 図 10 A 乃至図 10 C は電子機器を表す図である。
- 図 11 は照明装置を表す図である。
- 図 12 は照明装置を表す図である。
- 図 13 は車載表示装置及び照明装置を表す図である。
- 図 14 A 乃至図 14 C は電子機器を表す図である。
- 図 15 A 乃至図 15 C 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 16 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 17 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 18 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 19 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 20 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 21 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 22 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 23 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 24 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 25 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 26 は、実施例に係る発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を説明する図である。
- 図 27 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。

発明を実施するための形態

[0073]

光を射出する機能と、第 1 の電極と、第 2 の電極と、ユニットと、を有する発光デバイスであって、当該光は波長 λ に最大ピークを備え、第 2 の電極は、第 1 の電極と重なる領域を備え、ユニットは第 1 の電極および第 2 の電極の間に挟まれる領域を備える。ユニットは、第 1 の層、第 2 の層および第 3 の層を備え、第 1 の層は第 2 の層および第 3 の層の間に挟まれる領域を備え、第 1 の層は、発光性の材料を含む。第 2 の層は第 4 の層および第 5 の層を備え、第 5 の層は第 4 の層および第 1 の層の間に挟まれる領域を備える。第 4 の層は第 1 の有機化合物を含み、第 1 の有機化合物は波長 λ を備える光に対して第 1 の屈折率を備え、第 5 の層は第 4 の層と接し、第 5 の層は第 2 の有機化合物を含み、第 2 の有機化合物は波長 λ を備える光に対して第 2 の屈折率を備え、第 2 の屈折率は第 1 の屈折率より小さい。

[0074]

これにより、発光効率を高めることができる。または、発光効率だけでなく信頼性を高めすること

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発光デバイスを提供することができる。

[0075]

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。

[0076]

(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150の構成について、図1を参照しながら説明する。

[0077]

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図であり、図1Bは、本発明の一態様の発光デバイスが射出する光のスペクトルを説明する図であり、図1Cは、図1Aの構成の一部を説明する図である。

[0078]

<発光デバイス150の構成例1>

本実施の形態で説明する発光デバイス150は、光EL1を射出する機能と、電極101と、電極102と、ユニット103と、を有する(図1A参照)。なお、光EL1はスペクトル ϕ 1を備え、スペクトル ϕ 1は波長 λ 1nmに最大ピークを備える(図1B参照)。また、電極102は電極101と重なる領域を備える。

[0079]

《ユニット103の構成例1》

ユニット103は電極101および電極102の間に挟まれる領域を備え、ユニット103は、層111、層112および層113を備える。

[0080]

《層111の構成例1》

層111は層112および層113の間に挟まれる領域を備え、層111はホスト材料および発光性の材料を含む。

[0081]

《層112の構成例1》

例えば、キャリア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、正孔輸送性を有する材料を層112に用いることができる。なお、層111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111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。

[0082]

[正孔輸送性を有する材料の例1]

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。

[0083]

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。

[0084]

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。

[0085]

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。

[0086]

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。

[0087]

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。

[0088]

《層 1 1 2 の構成例 2》

層 1 1 2 は層 1 1 2 A および層 1 1 2 B を備え、層 1 1 2 B は層 1 1 2 A および層 1 1 1 の間に挟まれる領域を備える。

[0089]

《層 1 1 2 A の構成例 1》

層 1 1 2 A は材料 C T M 1 を含む。材料 C T M 1 は、波長 $\lambda 1 \text{ nm}$ を備える光に対して、屈折率 $n 1$ を備える。

[0090]

《層 1 1 2 B の構成例 1》

層 1 1 2 B は層 1 1 2 A と接し、層 1 1 2 B は材料 C T M 2 を含む。材料 C T M 2 は、波長 $\lambda 1 \text{ nm}$ を備える光に対して、屈折率 $n 2$ を備え、屈折率 $n 2$ は屈折率 $n 1$ より小さい。

[0091]

これにより、層 1 1 2 A および層 1 1 2 B の間で屈折率を変化できる。または、屈折率の変化を用いて光を反射できる。または、反射した光を用いて、層 1 1 1 から射出される光を強めることができる。または、発光デバイスから光を取り出す効率を高めることができる。または、発光デバイスの発光効率を高めることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0092]

《材料 C T M 2 の例 1》

また、屈折率が 1.4 以上 1.75 以下である材料を、材料 C T M 2 に好適に用いることができる。

[0093]

例えば、青色発光領域（455 nm 以上 465 nm 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 633 nm の光における常光屈折率が、1.45 以上 1.70 以下である正孔輸送性を有する材料を材料 C T M 2 に用いることができる。

[0094]

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。

[0095]

[正孔輸送性を有する材料の例 2]

当該正孔輸送性を有する材料の一つとしては、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が挙げられる。

[0096]

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 23% 以上 55% 以下であることが好ましく、また、 $^1\text{H-NMR}$ 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 ppm 未満のシグナルの積分値が、4 ppm 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。

[0097]

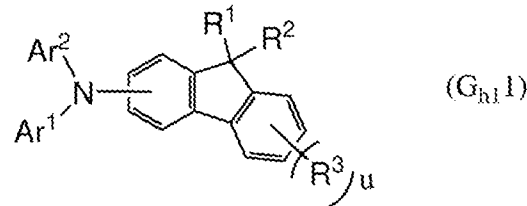
また、当該モノアミン化合物は、少なくとも一のフルオレン骨格を有し、第1の芳香族基、第2の芳香族基および第3の芳香族基のいずれか一または複数がフルオレン骨格であることが好ましい。

[0098]

以上のような正孔輸送性を有する材料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ができる。

[0099]

[化1]

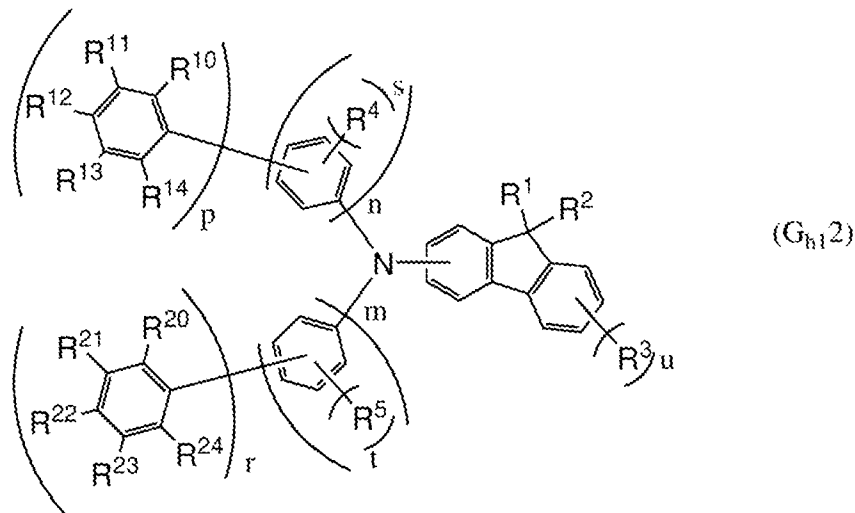


[0100]

上記一般式 (G_{h1}1) において、Ar¹、Ar²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、Ar¹、Ar²の一方または両方は、炭素がsp³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、Ar¹およびAr²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、Ar¹およびAr²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、Ar¹またはAr²に炭化水素基として炭素数1または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。

[0101]

[化2]



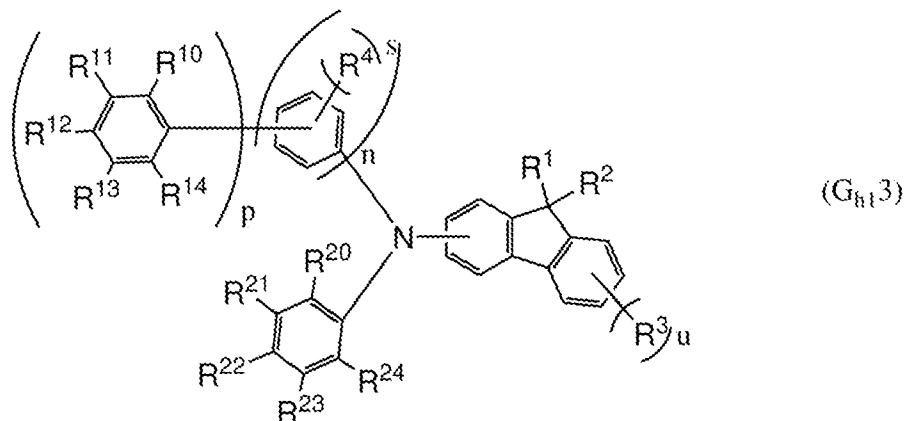
[0102]

上記一般式 (G_{h1}2) 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0乃至4の整数を表し、0であることが好ましい。また、R⁵は水素または炭素数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R⁵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。

[0103]

[化3]

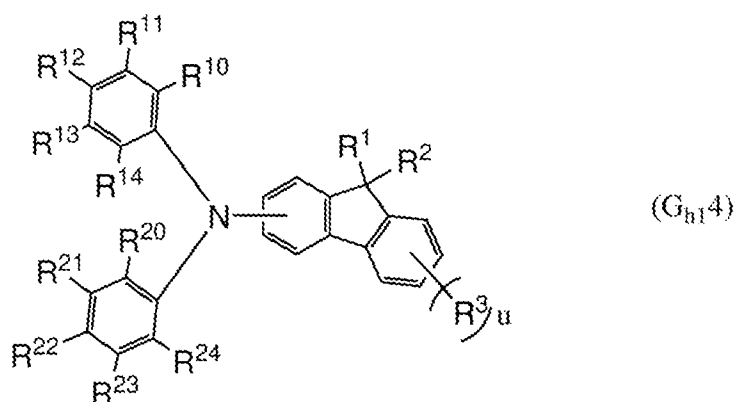


[0104]

上記一般式 (G_{h1} 2) および (G_{h1} 3) において、 n および p は各々独立に 1 または 2 を表し、 $n + p$ は 2 または 3 である。 s は 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 は水素または炭素数 1 乃至 3 の炭化水素基のいずれかを表し、 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 R^4 は各々同じであっても異なっても良い。

[0105]

[化4]



[0106]

上記一般式 (G_{h1} 2) 乃至 (G_{h1} 4) において、 R^{10} 乃至 R^{14} および R^{20} 乃至 R^{24} は各々独立に、水素、または炭素が sp^3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数 1 乃至 12 の炭化水素基を表す。なお、 R^{10} 乃至 R^{14} の少なくとも 3、および R^{20} 乃至 R^{24} の少なくとも 3 が水素であることが好ましい。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、*tert*-ブチル基およびシクロヘキシル基が好ましい。ただし、 R^{10} 乃至 R^{14} および R^{20} 乃至 R^{24} に含まれる炭素の合計は 8 以上であり、且つ、 R^{10} 乃至 R^{14} または R^{20} 乃至 R^{24} 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。 R^4 、 R^{10} 乃至 R^{14} および R^{20} 乃至 R^{24}

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。

[0107]

また、上記一般式 ($G_{h1}1$) 乃至 ($G_{h1}4$) において、 u は 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。

[0108]

また、当該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であることが好ましい。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。

[0109]

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、第 2 のベンゼン環または第 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。

[0110]

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。

[0111]

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、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、フルオレン環を有する基であることがさらに好ましい。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。

[0112]

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。

[0113]

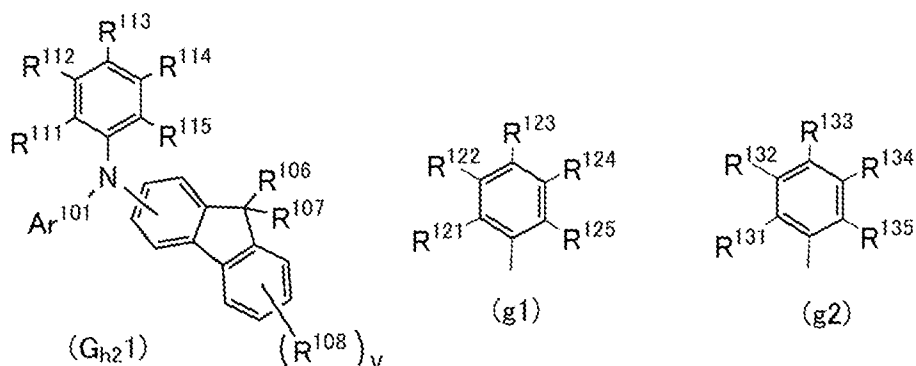
上述の少なくとも 3 つのアルキル基、フェニル基に置換するアルキル基は、炭素数 2 乃至炭素数 5 の鎖式アルキル基であることが好ましい。特に当該アルキル基としては、炭素数 3 乃至炭素数 5 の分岐を有する鎖式アルキル基が好ましく、 t -ブチル基がさらに好ましい。

[0114]

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 ($G_{h2}1$) 乃至 ($G_{h2}3$) 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。

[0115]

[化5]

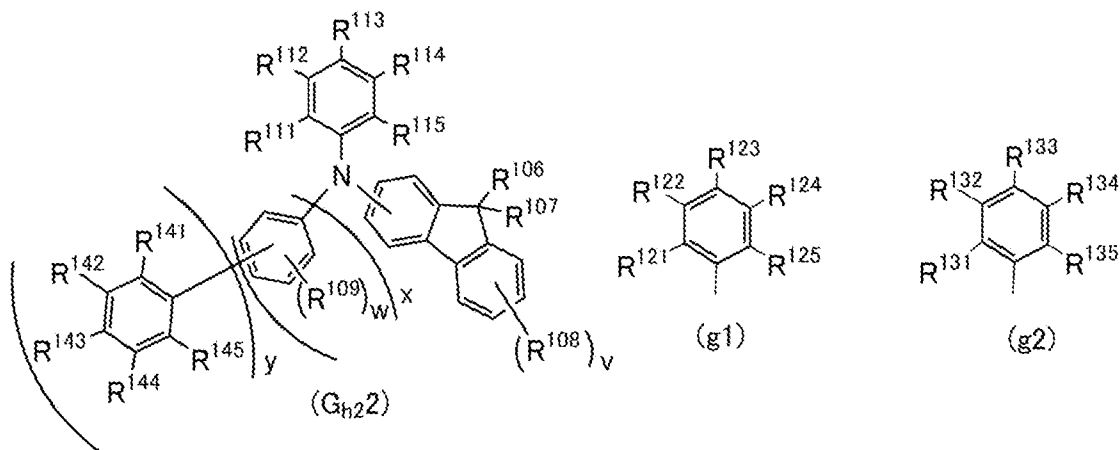


[0116]

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。

[0117]

[化6]

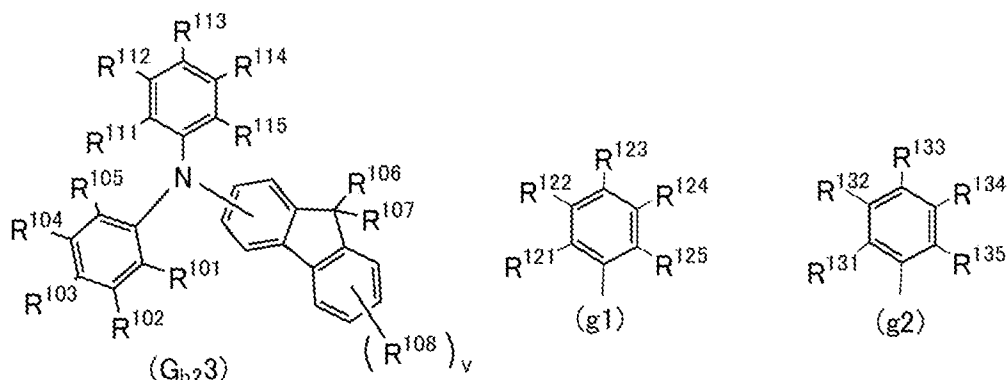


[0118]

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。

[0119]

[化7]



[0120]

なお、上記一般式 (G_{h2}3) において、R¹⁰¹乃至R¹⁰⁵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。

[0121]

また、上記一般式 (G_{h2}1) 乃至 (G_{h2}3) において、R¹⁰⁶、R¹⁰⁷およびR¹⁰⁸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R¹⁰⁸は各々同じであっても異なっても良い。また、R¹¹¹乃至R¹¹⁵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、R¹²¹乃至R¹²⁵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、R¹³¹乃至R¹³⁵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、R¹¹¹乃至R¹¹⁵、R¹²¹乃至R¹²⁵およびR¹³¹乃至R¹³⁵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、R¹¹¹乃至R¹¹⁵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、R¹²¹乃至R¹²⁵およびR¹³¹乃至R¹³⁵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、R¹¹²およびR¹¹⁴、R¹²²およびR¹²⁴、並びにR¹³²およびR¹³⁴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。

[0122]

具体的には、N, N-ビス(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)アミン(略称:dchPAF)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)アミン(略称:mmtBuBichPAF)、N-(3,3',5,5'-テトラ-t-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:mmtBumTPchPAF)、N-[(3,3',5'-t-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:mmtBumBichPAF)、N-(1,1'-ビフェニル-2-イル)

-N- [(3, 3', 5'-トリートーブチル)-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''-テトラートーブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 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-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3, 3'', 5', 5''-テトラートーブチル-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''-テトラートーブチル-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''-トリートーブチル-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''-トリートーブチル-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) などを、材料CTM2に用いることができる。

[0123]

《材料CTM1の例》

また、材料CTM2が備える屈折率 n_2 との間に0.1以上1.0以下の差を備える材料を、材料CTM1に好適に用いることができる。また、好ましくは、材料CTM2が備える屈折率 n_2 との間に0.15以上1.0以下の差を備える材料を、材料CTM1に用いることができる。また、より好ましくは、材料CTM2が備える屈折率 n_2 との間に0.2以上1.0以下の差を備える材料を、材料CTM1に用いることができる。具体的には、上記の正孔輸送性を有する材料から適宜選択した材料を材料CTM1に用いることができる。

[0124]

<発光デバイス150の構成例2>

本実施の形態で説明する発光デバイス150は、層111がフォトルミネッセンス光を発生し、当該フォトルミネッセンス光が、第2のスペクトル ϕ_2 を備える点が、発光デバイス150の構成例1とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分については、上記の説明を援用する。

[0125]

《層111の構成例2》

層111は、フォトルミネッセンス光を発生し、当該フォトルミネッセンス光は、第2のスペクトル ϕ_2 を備える。なお、第2のスペクトル ϕ_2 は波長 λ_2 nmに最大ピークを備える。

[0126]

《層112Aの構成例2》

層112Aは材料CTM1を含む。材料CTM1は、波長 λ_2 nmを備える光に対して、屈折率 n_1 を備える。

[0127]

《層112Bの構成例2》

層 1 1 2 B は層 1 1 2 A と接し、層 1 1 2 B は材料 C T M 2 を含む。材料 C T M 2 は、波長 $\lambda 2 \text{ nm}$ を備える光に対して、屈折率 $n 2$ を備え、屈折率 $n 2$ は屈折率 $n 1$ より小さい。

[0 1 2 8]

<発光デバイス 1 5 0 の構成例 3 >

本実施の形態で説明する発光デバイス 1 5 0 は、層 1 1 1 が発光性の材料を含み、発光性の材料がフォトルミネッセンス光を発生し、当該フォトルミネッセンス光が、第 3 のスペクトル $\phi 3$ を備える点が、発光デバイス 1 5 0 の構成例 1 とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の構成を用いることができる部分については、上記の説明を援用する。

[0 1 2 9]

《層 1 1 1 の構成例 3》

層 1 1 1 は発光性の材料を含み、当該発光性の材料はフォトルミネッセンス光を発生する。また、当該フォトルミネッセンス光は、第 3 のスペクトル $\phi 3$ を備える。なお、第 3 のスペクトル $\phi 3$ は波長 $\lambda 3 \text{ nm}$ に最大ピークを備える。発光性の材料のフォトルミネッセンスは、例えば、発光性の材料を溶媒に溶解した状態で観測することができる。例えば、極性溶媒、無極性溶媒または水などに溶解した状態で、発光性の材料のフォトルミネッセンスを観測することができる。具体的には、トルエン、ジクロロメタン、アセトニトリルなどを、溶媒に用いることができる。特に、トルエンを好適に用いることができる。

[0 1 3 0]

《層 1 1 2 A の構成例 3》

層 1 1 2 A は材料 C T M 1 を含む。材料 C T M 1 は、波長 $\lambda 3 \text{ nm}$ を備える光に対して、屈折率 $n 1$ を備える。

[0 1 3 1]

《層 1 1 2 B の構成例 3》

層 1 1 2 B は層 1 1 2 A と接し、層 1 1 2 B は材料 C T M 2 を含む。材料 C T M 2 は、波長 $\lambda 3 \text{ nm}$ を備える光に対して、屈折率 $n 2$ を備え、屈折率 $n 2$ は屈折率 $n 1$ より小さい。

[0 1 3 2]

《層 1 1 2 A の構成例 4》

また、層 1 1 2 A は層 1 1 1 との間に距離 d を備える。例えば、距離 d は 20 nm 以上 120 nm 以下である。

[0 1 3 3]

《ユニット 1 0 3 の構成例 2》

また、本実施の形態で説明する発光デバイス 1 5 0 は、ユニット 1 0 3 の構成が次式で表される関係を備える。なお、式中において、 d は層 1 1 2 A および層 1 1 1 の間の距離であり、 t は層 1 1 1 の厚さであり、 λ は発光スペクトルの最大ピークの波長であり、 $n 2$ は波長 $\lambda \text{ nm}$ を備える光に対する材料 C T M 2 が備える屈折率である（図 1 A 参照）。

[0 1 3 4]

[数 2]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda \leq \left(d + \frac{t}{2} \right) \times n 2 \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda \quad \dots (1)$$

[0135]

なお、発光デバイス150が射出する光のスペクトルにおいて、最大ピークを観測する波長 λ_{1nm} を波長 λ_{nm} に用いることができる。または、層111が発するフォトルミネッセンス光のスペクトルにおいて、最大ピークを観測する波長 λ_{2nm} を波長 λ_{nm} に用いることができる。または、層111に含まれる発光性の材料が発するフォトルミネッセンス光のスペクトルにおいて、最大ピークを観測する波長 λ_{3nm} を波長 λ_{nm} に用いることができる。

[0136]

これにより、層112Aおよび層112Bの間で屈折率を変化できる。または、屈折率の変化を用いて光を反射できる。または、反射した光の位相を層111から射出される光と強め合う位相にすることができる。または、ユニット103の内部に微小共振器構造の一部を形成できる。または、発光色の彩度を高めることができる。または、発光デバイスから光を取り出す効率を高めることができる。または、発光デバイスの発光効率を高めることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0137]

《層112の構成例4》

また、本発明の一態様は、層112Bが層111と接し、層112Bが層111から層112Aに向けての、キャリアの移動を抑制する機能を備える。例えば、層112Bは、電子の移動を抑制する機能を備える。

[0138]

《材料CTM2の例2》

材料CTM2は正孔輸送性を有し、材料CTM2はLUMO準位LUMO1を備える（図1C参照）。

[0139]

《層111の構成例4》

層111はホスト材料を含む。ホスト材料（HOST）はLUMO準位LUMO2を備え、LUMO準位LUMO2は、LUMO準位LUMO1より低い。

[0140]

これにより、層111から層112Aに向けての、電子の移動を抑制することができる。または、電子と正孔が層111において再結合する確率を高めることができる。または、発光効率を高めることができる。または、信頼性を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0141]

《層113の構成例1》

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を電子輸送層とすることができる。なお、層111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111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。

[0142]

[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。

[0143]

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

[0144]

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(II) (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(III) (略称: BA1q)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(II) (略称: Znq)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II) (略称: ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II) (略称: ZnBTZ)、等を用いることができる。

[0145]

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。

[0146]

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-II)、等を用いることができる。

[0147]

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-II)、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-II)、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

ー 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。

[0148]

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。

[0149]

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'-スピロビ (9H-フルオレン) -2-イル] -1, 3, 5-トリアジン (略称: BP-SFTzn)、2- {3- [3- (ベンゾ [b] ナフト [1, 2-d] フラン-8-イル) フェニル] フェニル} -4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (略称: mBnfBPTzn)、2- {3- [3- (ベンゾ [b] ナフト [1, 2-d] フラン-6-イル) フェニル] フェニル} -4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (略称: mBnfBPTzn-02)、等を用いることができる。

[0150]

[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。

[0151]

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。

[0152]

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。

[0153]

[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113に用いることができる。なお、当該電子輸送性を有する材料の最高占有分子軌道準位 (略称: HOMO準位) が -6.0 eV 以上であるとより好ましい。

[0154]

また、複合材料を層104に用いる構成と組み合わせて、当該混合材料を層113に好適に用いることができる。例えば、アクセプタ性を有する物質と正孔輸送性を有する材料の複合材料を層104に用いることができる。具体的には、アクセプタ性を有する物質と、 -5.7 eV 以上 -5.4

e V以下の比較的深いHOMO準位HOMO 1を有する物質との複合材料を、層104に用いることができる(図1D参照)。特に、当該複合材料を層104に用いる構成と組み合わせて、当該複合材料を層113に好適に用いることができる。これにより、発光デバイスの信頼性を向上することができる。

[0155]

また、当該複合材料を層113と、上記複合材料を層104に用いる構成に、さらに、正孔輸送性を有する材料を層112に用いる構成を組み合わせて、好適に用いることができる。例えば、上記比較的深いHOMO準位HOMO 1に対して、 -0.2 eV 以上 0 eV 以下の範囲にHOMO準位HOMO 2を有する物質を、層112に用いることができる(図1D参照)。これにより、発光デバイスの信頼性を向上することができる。

[0156]

アルカリ金属、アルカリ金属化合物またはアルカリ金属錯体が、層113の厚さ方向において濃度差(0である場合も含む)をもって存在する構成が好ましい。

[0157]

例えば、8-ヒドロキシキノリナト構造を含む金属錯体を用いることができる。また、8-ヒドロキシキノリナト構造を含む金属錯体のメチル置換体(例えば2-メチル置換体または5-メチル置換体)等を用いることもできる。

[0158]

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

[0159]

《層113の構成例2》

層113は層113Aおよび層113Bを備え、層113Aは層113Bおよび層111の間に挟まれる領域を備える。

[0160]

《層113Bの構成例1》

層113Bは材料CTM12を含む。材料CTM12は、波長 $\lambda_1\text{ nm}$ を備える光に対して、屈折率 n_{12} を備える。

[0161]

《層113Aの構成例》

層113Aは層113Bと接し、層113Aは材料CTM11を含む。材料CTM11は、波長 $\lambda_1\text{ nm}$ を備える光に対して、屈折率 n_{11} を備え、屈折率 n_{11} は屈折率 n_{12} より小さい。

[0162]

《材料CTM11の例1》

また、屈折率が1.4以上1.75以下である材料を、材料CTM11に好適に用いることができる。

[0163]

例えば、青色発光領域(455 nm以上465 nm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633 nmの光における常光屈折率が、1.45

以上1.70以下である電子輸送性を有する材料を、材料CTM11に用いることができる。

[0164]

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様な状態である場合、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。

[0165]

[電子輸送性を有する材料]

当該電子輸送性を有する材料の一つとしては、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が挙げられる。

[0166]

また、このような有機化合物は、当該有機化合物の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。

[0167]

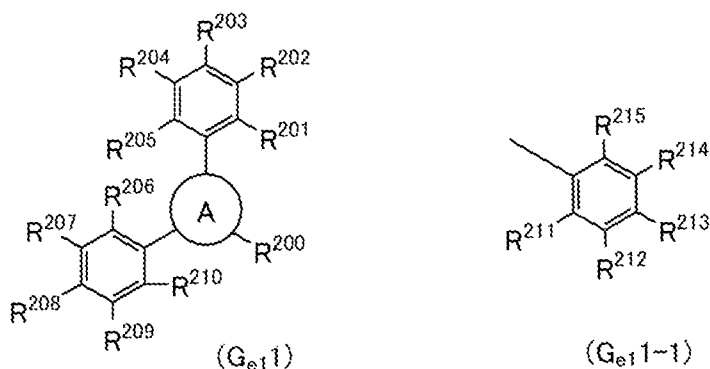
なお、当該有機化合物が有するすべてのsp³混成軌道で結合を形成している炭化水素基は、上記環を形成する炭素数が6乃至14の芳香族炭化水素環に結合し、その芳香族炭化水素環には当該有機化合物のLUMOが分布していないことが好ましい。

[0168]

当該電子輸送性を有する有機化合物としては、下記一般式(G_{e1}1)または(G_{e1}2)で表される有機化合物が好ましい。

[0169]

[化8]



[0170]

式中、Aは1以上3以下の窒素を含む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。

[0171]

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}1-1) で表される置換基、のいずれかを表す。

[0172]

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。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。

[0173]

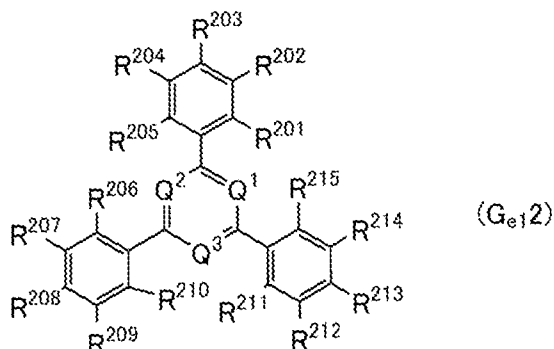
なお、上記一般式(G_{e1}1)で表される有機化合物は、炭素数1乃至6のアルキル基および炭素数3乃至10の脂環式基から選ばれる炭化水素基を複数有し、分子内の総炭素数に対するsp³混成軌道で結合を形成している総炭素数の割合は、10%以上60%以下である。

[0174]

また、当該電子輸送性を有する有機化合物としては、下記一般式(G_{e1}2)で表される有機化合物が好ましい。

[0175]

[化9]



[0176]

式中、Q¹乃至Q³のうち2または3はNを表し、Q¹乃至Q³のうち2がNである場合、残りの1はCHを表す。

[0177]

またR²⁰¹乃至R²¹⁵の少なくともいずれか一は、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。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。

[0178]

なお、上記一般式(G_{e1}2)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sp³混成

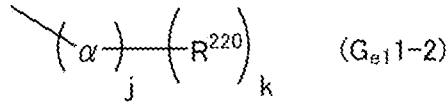
軌道で結合を形成している炭素数の割合は、10%以上60%以下であることが好ましい。

[0179]

また、上記一般式 (G_{e1}1) または (G_{e1}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_{e1}1-2) で表される基であることが好ましい。

[0180]

[化10]



[0181]

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。

[0182]

R^{220} 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。

[0183]

また、*j*および*k*は1乃至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 R^{220} は各々同じでも異なってもよい。なお、 R^{220} 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。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。

[0184]

具体的には、2- { (3', 5'-ジ-*t*ert-ブチル) -1, 1'-ビフェニル-3-イル} -4, 6-ビス (3, 5'-ジ-*t*ert-ブチルフェニル) -1, 3, 5-トリアジン (略称: mmtBumBP-dmmtBuPTzn)、2- { (3', 5'-ジ-*t*ert-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: mmtBumBP Tzn)、2- (3, 3'', 5, 5''-テトラ-*t*ert-ブチル-1, 1': 3', 1''-フェニル-5-イル) -4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (略称: mmtBumTP Tzn)、2- { (3', 5'-ジ-*t*ert-ブチル) -1, 1'-ビフェニル-3-イル} -4, 6-ビス (3, 5'-ジ-*t*ert-ブチルフェニル) -1, 3-ピリミジン (略称: mmtBumBP-dmmtBuPPm)、2- (3, 3'', 5', 5''-テトラ-*t*ert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル) -4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン (略称: mmtBumTP Tzn-02) などを、材料CTM11に用いることができる。

[0185]

《材料CTM12の例》

また、材料CTM11が備える屈折率 n_{11} との間に0.1以上1.0以下の差を備える材料を、材料CTM12に好適に用いることができる。また、好ましくは、材料CTM11が備える屈折率 n_{11} との間に0.15以上1.0以下の差を備える材料を、材料CTM12に用いることができる。また、より好ましくは、材料CTM11が備える屈折率 n_{11} との間に0.2以上1.0以下の差を備える材料を、材料CTM12に用いることができる。具体的には、上記電子輸送性を有する材料から適宜選択した材料を材料CTM12に用いることができる。

[0186]

《層113Bの構成例2》

また、層113Bは層111との間に距離 d_2 を備える。例えば、距離 d_2 は20nm以上120nm以下である。

[0187]

《ユニット103の構成例3》

また、本実施の形態で説明する発光デバイス150は、ユニット103の構成が次式で表される関係を備える。なお、式中において、 d_2 は層113Bおよび層111の間の距離であり、 t は層111の厚さであり、 λ は発光スペクトルの最大ピークの波長であり、 n_{11} は波長 λ nmを備える光に対する材料CTM11が備える屈折率である（図1A参照）。

[0188]

[数3]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda \leq \left(d_2 + \frac{t}{2} \right) \times n_{11} \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda \quad \dots (2)$$

[0189]

なお、発光デバイス150が射出する光のスペクトルにおいて、最大ピークを観測する波長 λ_1 nmを波長 λ nmに用いることができる。または、層111が発するフォトルミネッセンス光のスペクトルにおいて、最大ピークを観測する波長 λ_2 nmを波長 λ nmに用いることができる。または、層111に含まれる発光性の材料が発するフォトルミネッセンス光のスペクトルにおいて、最大ピークを観測する波長 λ_3 nmを波長 λ nmに用いることができる。

[0190]

これにより、発光効率を高めることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0191]

《層113の構成例3》

また、本発明の一態様は、層113Aが層111と接し、層113Aが層111から層113Bに向けての、キャリアの移動を抑制する機能を備える。例えば、層113Aは、正孔の移動を抑制する機能を備える。

[0192]

《材料CTM11の例2》

材料CTM11は電子輸送性を有し、材料CTM11はHOMO準位HOMO3を備える。

[0193]

《層111の構成例5》

層111はホスト材料を含む。ホスト材料はHOMO準位HOMO4を備え、HOMO準位HOMO4は、HOMO準位HOMO3より高い。

[0194]

これにより、層111から層113Bに向けての、電子の移動を抑制することができる。または、電子と正孔が層111において再結合する確率を高めることができる。または、発光効率を高めることができる。または、信頼性を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

[0195]

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。

[0196]

(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150の構成について、図1Aを参照しながら説明する。

[0197]

<発光デバイス150の構成例>

本実施の形態で説明する発光デバイス150は、電極101と、電極102と、ユニット103と、を有する。電極102は、電極101と重なる領域を備え、ユニット103は、電極101および電極102の間に挟まれる領域を備える。

[0198]

<ユニット103の構成例>

ユニット103は、層111、層112および層113を備える（図1A参照）。

[0199]

層111は層112および層113の間に挟まれる領域を備え、層112は電極101および層111の間に挟まれる領域を備え、層113は電極102および層111の間に挟まれる領域を備える。

[0200]

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103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103に用いることができる。

[0201]

《層111の構成例1》

例えば、発光性の材料、または発光性の材料およびホスト材料を、層111に用いることができる。また、層111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111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。また、電極等に用いる金属から遠ざけて層111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。

[0202]

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 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EL1として放出することができる（図1A参照）。

[0203]

[蛍光発光物質]

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

[0204]

具体的には、5,6-ビス[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-2,2'-ビピリジン(略称:PAP2BP_y)、5,6-ビス[4'-(10-フェニル-9-アントリル)ビフェニル-4-イル]-2,2'-ビピリジン(略称:PAPP2BP_y)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]ピレン-1,6-ジアミン(略称:1,6FLPAP_rn)、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ビス[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]ピレン-1,6-ジアミン(略称:1,6mMemFLPAP_rn)、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-[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'''-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:DPhPhA)、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)、2-(2-{2

ー [4- (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル} -6-メチル-4H-ピラン-4-イリデン) プロパンジニトリル (略称: DCM1)、2- {2-メチル-6- [2- (2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCM2)、N, N, N', N'-テトラキス (4-メチルフェニル) テトラセン-5, 11-ジアミン (略称: p-mPhTD)、7, 14-ジフェニル-N, N, N', N'-テトラキス (4-メチルフェニル) アセナフト [1, 2-a] フルオランテン-3, 10-ジアミン (略称: p-mPhAFD)、2- {2-イソプロピル-6- [2- (1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCJT1)、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: DCJTB)、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)、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。

[0205]

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。

[0206]

[りん光発光物質]

りん光発光物質を層111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111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111に用いることができる。

[0207]

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、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、希土類金属錯体、白金錯体、等を層111に用いることができる。

[0208]

[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 (m p p t z - d m p)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 (M p t z)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 (i P r p t z - 3 b)₃])、等を用いることができる。

[0209]

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 (M p t z 1 - m p)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 (P r p t z 1 - M e)₃])、等を用いることができる。

[0210]

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、f a c-トリス [1-(2, 6-ジイソプロピルフェニル)-2-フェニル-1H-イミダゾール] イリジウム (III) (略称: [Ir (i P r p m i)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 (d m p i m p t - M e)₃])、等を用いることができる。

[0211]

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: [Ir (C F₃ p p y)₂ (p i c)])、ビス [2-(4', 6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N, C^{2'}] イリジウム (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。

[0212]

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。

[0213]

[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: [Ir (m p p m)₃])、トリス (4-t-ブチル-6-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (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: [Ir (m p p m)₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス (6-t-ブチル-4-フェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (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: [Ir (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: [Ir (mpmpm)₂ (acac)])、(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: [Ir (dppm)₂ (acac)])、等を用いることができる。

[0214]

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: [Ir (mppr-Me)₂ (acac)])、(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: [Ir (mppr-IPr)₂ (acac)])、等を用いることができる。

[0215]

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: [Ir (ppy)₃])、ビス (2-フェニルピリジナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) アセチルアセトナト (略称: [Ir (ppy)₂ (acac)])、ビス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (III) アセチルアセトナト (略称: [Ir (bzq)₂ (acac)])、トリス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (III) (略称: [Ir (bzq)₃])、トリス (2-フェニルキノリナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) (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) アセチルアセトナト (略称: [Ir (pq)₂ (acac)])、[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- (5-d3-メチル-2-ピリジニル-κN2) フェニル-κ] イリジウム (III) (略称: [Ir (5mp py-d3)₂ (mbfpy py-d3)])、[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 (ppy)₂ (mbfpy py-d3))、等を用いることができる。

[0216]

希土類金属錯体としては、トリス (アセチルアセトナト) (モノフェナントロリン) テルビウム (III) (略称: [Tb (acac)₃ (Phen)])、などが挙げられる。

[0217]

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

[0218]

[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、(ジイソブチルメタナト) ビス [4, 6-ビス (3-メチルフェニル) ピリミジナト] イリジウム (III) (略称: [Ir (5mdppm)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ト) イリジウム (III) (略称: [Ir (5mdppm)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ト) イリジウム (III) (略称: [Ir (dinpm)₂ (dpm)])、等を用いることができる。

[0219]

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(2, 3, 5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{aca})]$)、ビス(2, 3, 5-トリフェニルピラジナト)(ジピバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、(アセチルアセトナト)ビス[2, 3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリナト]イリジウム(III)(略称: $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{aca})]$)、等を用いることができる。

[0220]

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

[0221]

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

[0222]

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

[0223]

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

[0224]

[熱活性化遅延蛍光(TADF)を示す物質]

TADF材料を層111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。

[0225]

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。

[0226]

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。

[0227]

なお、T1準位の指標としては、低温(例えば77Kから10K)で観測されるりん光スペクトル

を用いればよい。TADF材料としては、その蛍光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをS1準位とし、りん光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをT1準位とした際に、そのS1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。

[0228]

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。

[0229]

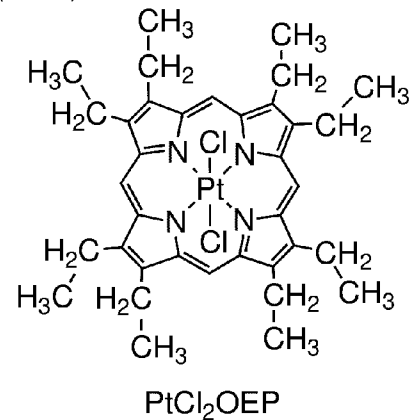
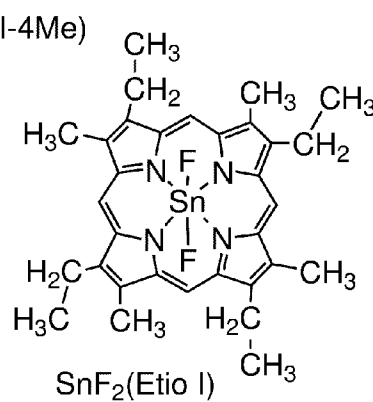
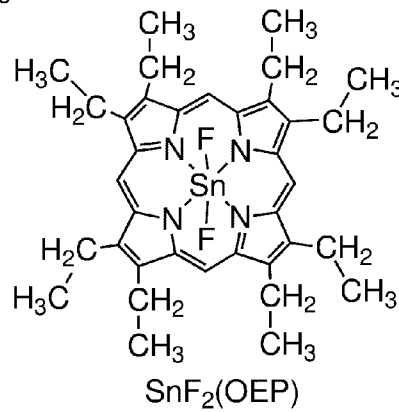
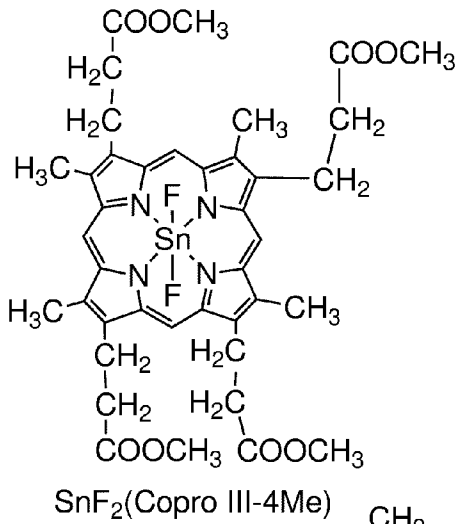
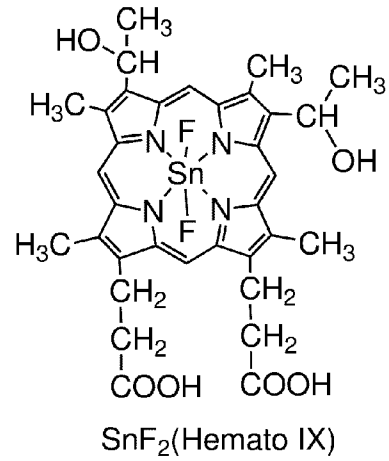
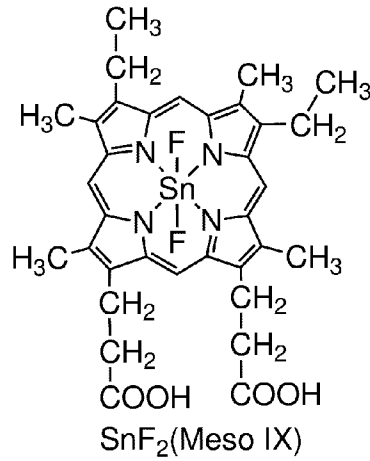
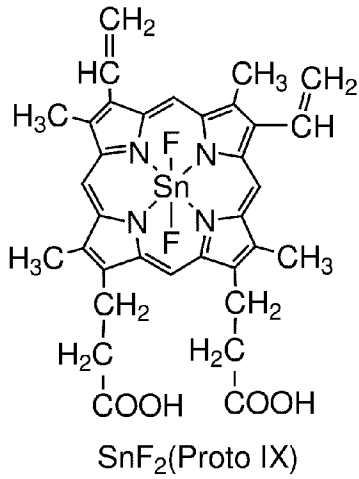
例えば、フラーレン及びその誘導体、アクリジン及びその誘導体、エオシン誘導体等をTADF材料に用いることができる。また、マグネシウム (Mg)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、スズ (Sn)、白金 (Pt)、インジウム (In)、もしくはパラジウム (Pd) 等を含む金属含有ポルフィリンをTADF材料に用いることができる。

[0230]

具体的には、構造式を以下に示す、プロトポルフィリンーフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Proto IX))、メソポルフィリンーフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Meso IX))、ヘマトポルフィリンーフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Hemato IX))、コプロポルフィリンテトラメチルエステルーフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Copro III-4Me))、オクタエチルポルフィリンーフッ化スズ錯体 (SnF₂ (OEP))、エチオポルフィリンーフッ化スズ錯体 (SnF₂ (Etio I))、オクタエチルポルフィリンー塩化白金錯体 (PtCl₂OEP)、等を用いることができる。

[0231]

[化11]



[0232]

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。

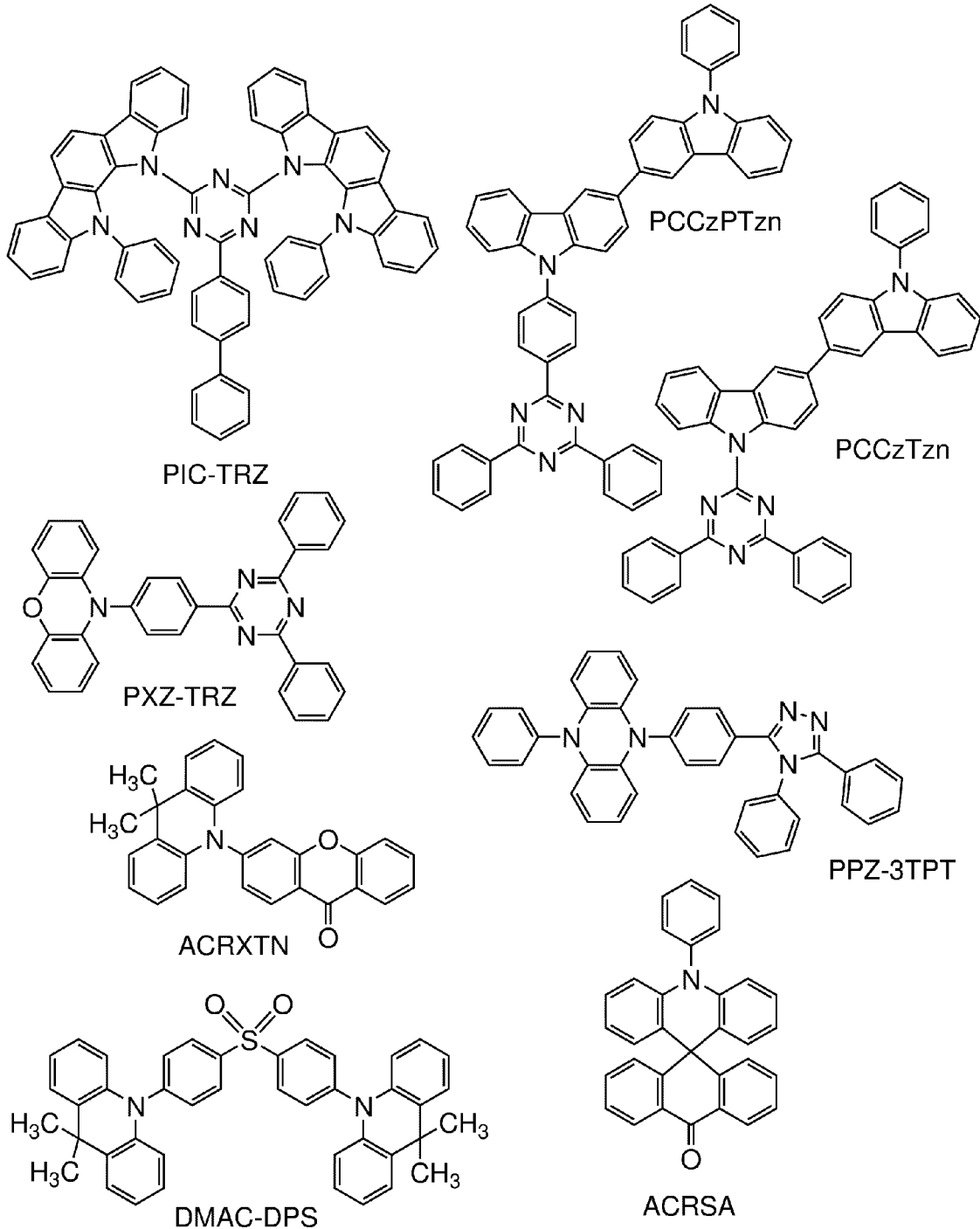
[0233]

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)または、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-(10

H-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-キサンテン-9-オン (略称: ACRXTN)、ビス[4-(9, 9-ジメチル-9, 10-ジヒドロアクリジン) フェニル] スルホン (略称: DMAC-DPS)、10-フェニル-10H, 10'-H-スピロ [アクリジン-9, 9'-アントラセン] -10'-オン (略称: ACRSA)、等を用いることができる。

[0234]

[化12]



[0235]

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アクセプタ性が高く、信頼性が良好なため好ましい。

[0236]

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ため、当該骨格の少なくとも一を有することが好ましい。なお、フラン骨格としてはジベンゾフラン骨格が、チオフ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。

[0237]

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。

[0238]

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

[0239]

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。

[0240]

《層111の構成例2》

キャリア輸送性を備える材料をホスト材料に用いることができる。例えば、正孔輸送性を有する材料、電子輸送性を有する材料、熱活性化遅延蛍光 (TADF: Thermally 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。

[0241]

[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。

[0242]

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111に用いることができる。具体的には、正孔輸送層に用いることができる正孔輸送性を有する材料を、層111に用いることができる。

[0243]

[電子輸送性を有する材料]

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を、層111に用いることができる。具体的には、電子輸送層に用いることができる電子輸送性を有する材料を、層111に用いることができる。

[0244]

[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。

[0245]

アントラセン骨格を有する有機化合物としては、ジフェニルアントラセン骨格、特に9,10-ジフェニルアントラセン骨格を有する有機化合物が化学的に安定であるため好ましい。また、ホスト材料がカルバゾール骨格を有する場合、正孔の注入・輸送性が高まるため好ましい。特に、ホスト材料がジベンゾカルバゾール骨格を含む場合、カルバゾールよりもHOMOが0.1eV程度低くなり、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。

[0246]

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。

[0247]

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。

[0248]

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

[0249]

[熱活性化遅延蛍光 (TADF) を示す物質]

TADF材料を層111に用いることができる。例えば、以下に例示するTADF材料をホスト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、ホスト材料に用いることができる。

[0250]

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。

[0251]

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。

[0252]

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。

[0253]

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。

[0254]

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。

[0255]

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。

[0256]

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。

[0257]

[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=1：19~19：1とすればよい。これにより、層111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。

[0258]

[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。

[0259]

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。

[0260]

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。

[0261]

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

[0262]

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

[0263]

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。

[0264]

(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150の構成について、図1Aを参照しながら説明する。

[0265]

<発光デバイス150の構成例>

本実施の形態で説明する発光デバイス150は、電極101と、電極102と、ユニット103と、層104と、を有する。電極102は、電極101と重なる領域を備え、ユニット103は、電極101および電極102の間に挟まれる領域を備える。また、層104は、電極101およびユニット103の間に挟まれる領域を備える。なお、例えば、実施の形態1および実施の形態2において説明する構成を、ユニット103に用いることができる。

[0266]

<電極101の構成例>

例えば、導電性材料を電極101に用いることができる。具体的には、金属、合金、導電性化合物およびこれらの混合物などを、電極101に用いることができる。例えば、4.0eV以上の仕事関数を備える材料を好適に用いることができる。

[0267]

例えば、酸化インジウム-酸化スズ (ITO: Indium Tin Oxide)、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、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 (IWZO) 等を用いることができる。

[0268]

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。

[0269]

《層104の構成例》

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

[0270]

具体的には、アクセプタ性を有する物質を、層104に用いることができる。または、アクセプタ性を有する物質および正孔輸送性を有する材料を複合した材料を、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101から注入しやすくすることができる。または、発光デバイスの駆動電圧を小さくすることができる。

[0271]

[アクセプタ性を有する物質]

有機化合物および無機化合物を、アクセプタ性を有する物質に用いることができる。アクセプタ性を有する物質は、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。

[0272]

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、アクセプタ性を有する物質に用いることができる。なお、アクセプタ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、発光デバイスの生産性を高めることができる。

[0273]

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

[0274]

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。

[0275]

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。

[0276]

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

[0277]

また、モリブデン酸化物またはバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガニウム酸化物等を、アクセプタ性を有する物質に用いることができる。

[0278]

また、フタロシアニン（略称：H₂Pc）または銅フタロシアニン（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。

[0279]

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

[0280]

[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、正孔注入性を有する材料に用いることができる。例えば、アクセプタ性を有する物質と正孔輸送性を有する材料を、複合材料に用いることができる。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101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101に用いる材料を選ぶことができる。

[0281]

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。

[0282]

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103への正孔の注入を容易にすることができる。または、層112への正孔の注入を容易にすることができる。または、発光デバイスの信頼性を向上することができる。

[0283]

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。

[0284]

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-(N-カルバゾリル)]フェニル-10-フェニルアントラセン（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。

[0285]

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-BuDB

A)、9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称: DNA)、9, 10-ジフェニルアントラセン(略称: DPAnth)、2-tert-ブチルアントラセン(略称: t-BuAnth)、9, 10-ビス(4-メチル-1-ナフチル)アントラセン(略称: DMNA)、2-tert-ブチル-9, 10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、9, 10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、2, 3, 6, 7-テトラメチル-9, 10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、2, 3, 6, 7-テトラメチル-9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、9, 9'-ビアントリル、10, 10'-ジフェニル-9, 9'-ビアントリル、10, 10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9, 9'-ビアントリル、10, 10'-ビス[(2, 3, 4, 5, 6-ペンタフェニル)フェニル]-9, 9'-ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2, 5, 8, 11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン、ペンタセン、コロネン、等を用いることができる。

[0286]

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。

[0287]

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}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。

[0288]

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

[0289]

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-ジフェニル-4'-(2-ナフチル)-4''-{9-(4-ビフェニル)カルバゾール}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: PCBNSF)、N, N-ビス(4-ビフェニル)-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-(ジベンゾフラン-4-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-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)-9, 9-ジメチル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-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。

[0290]

[複合材料の構成例2]

例えば、アクセプタ性を有する物質と、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、発光デバイスの外部量子効率を向上することができる。

[0291]

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。

[0292]

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス150の構成について、図1Aを参照しながら説明する。

[0293]

<発光デバイス150の構成例>

本実施の形態で説明する発光デバイス150は、電極101と、電極102と、ユニット103と、層105と、を有する。電極102は、電極101と重なる領域を備え、ユニット103は、電極101および電極102の間に挟まれる領域を備える。また、層105は、ユニット103および電極102の間に挟まれる領域を備える。なお、例えば、実施の形態1乃至実施の形態3のいずれかにおいて説明する構成を、ユニット103に用いることができる。

[0294]

<電極102の構成例>

例えば、導電性材料を電極102に用いることができる。具体的には、金属、合金、導電性化合物およびこれらの混合物などを、電極102に用いることができる。例えば、電極101より仕事関数が小さい材料を電極102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。

[0295]

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102に用いることができる。

[0296]

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102に用いることができる。

[0297]

《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を電子注入層ということができる。

[0298]

具体的には、ドナー性を有する物質を、層105に用いることができる。または、ドナー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、電子を、例えば、電極102から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102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102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102に用いることができる。または、発光デバイスの駆動電圧を小さくすることができる。

[0299]

[ドナー性を有する物質]

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、ドナー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、ドナー性を有する物質に用いることもできる。

[0300]

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ールリチウム(略称:Liq)、等を用いることができる。

[0301]

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。

[0302]

[複合材料の構成例]

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、ドナー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。また、例えば、ユニット103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。

[0303]

また、微結晶状態のアルカリ金属のフッ化物と電子輸送性を有する材料を、複合材料に用いることができる。または、微結晶状態のアルカリ土類金属のフッ化物と電子輸送性を有する材料を、複合

材料に用いることができる。特に、アルカリ金属のフッ化物またはアルカリ土類金属のフッ化物を 50 wt %以上含む複合材料を好適に用いることができる。または、ビピリジン骨格を有する有機化合物を含む複合材料を好適に用いることができる。これにより、層 104 の屈折率を低下することができる。または、発光デバイスの外部量子効率を向上することができる。

[0304]

[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。

[0305]

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。

[0306]

(実施の形態 5)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス 150 の構成について、図 2A を参照しながら説明する。

[0307]

図 2A 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。

[0308]

<発光デバイス 150 の構成例>

また、本実施の形態で説明する発光デバイス 150 は、電極 101 と、電極 102 と、ユニット 103 と、中間層 106 と、を有する (図 2A 参照)。電極 102 は、電極 101 と重なる領域を備え、ユニット 103 は、電極 101 および電極 102 の間に挟まれる領域を備える。中間層 106 は、ユニット 103 および電極 102 の間に挟まれる領域を備える。

[0309]

《中間層 106 の構成例》

中間層 106 は、層 106A および層 106B を備える。層 106B は、層 106A および電極 102 の間に挟まれる領域を備える。

[0310]

《層 106A の構成例》

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

[0311]

層 106A の陽極側に接する層に含まれるアクセプタ性を有する物質の LUMO 準位と、層 106A の陰極側に接する層に含まれる物質の LUMO 準位の間に、LUMO 準位を備える物質を、層 106A に好適に用いることができる。

[0312]

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 106A に用いることができる。

[0313]

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

[0314]

《層106Bの構成例》

例えば、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材料を、層106Bに用いることができる。具体的には、陽極側に配置されるユニット103に電子を供給することができる。また、層106Bを電荷発生層ということができる。

[0315]

具体的には、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106Bに用いることができる。例えば、複合材料を層106Bに用いることができる。または、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106Bに用いることができる。

[0316]

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。

[0317]

(実施の形態6)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス150の構成について、図2Bを参照しながら説明する。

[0318]

図2Bは、図2Aに図示する構成とは異なる構成を備える本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する断面図である。

[0319]

<発光デバイス150の構成例>

本実施の形態で説明する発光デバイス150は、電極101と、電極102と、ユニット103と、中間層106と、ユニット103(12)と、を有する(図2B参照)。電極102は、電極101と重なる領域を備え、ユニット103は、電極101および電極102の間に挟まれる領域を備え、中間層106は、ユニット103および電極102の間に挟まれる領域を備える。また、ユニット103(12)は、中間層106および電極102の間に挟まれる領域を備える。

[0320]

なお、中間層106および複数のユニットを備える構成を、積層型の発光デバイスまたはタンデム型の発光デバイスという場合がある。これにより、電流密度を低く保ったまま、高輝度の発光を得ることができる。または、信頼性を向上することができる。または、同一の輝度と比較して駆動電圧を低減することができる。または、消費電力を抑制することができる。

[0321]

《ユニット103(12)の構成例》

ユニット103に用いることができる構成を、ユニット103(12)に用いることができる。言い換えると、発光デバイス150は、積層された複数のユニットを有する。なお、積層された複数のユニットの数は2に限られず、3以上のユニットを積層することができる。

[0322]

ユニット103と同一の構成をユニット103(12)に用いることができる。または、ユニット103とは異なる構成をユニット103(12)に用いることができる。

[0323]

例えば、ユニット103の発光色とは発光色が異なる構成を、ユニット103(12)に用いることができる。具体的には、赤色の光および緑色の光を射出するユニット103と、青色の光を射出するユニット103(12)を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。

[0324]

《中間層106の構成例》

中間層106は、ユニット103またはユニット103(12)の一方に電子を供給し、他方に正孔を供給する機能を備える。例えば、実施の形態5で説明する中間層106を用いることができる。

[0325]

<発光デバイス150の作製方法>

例えば、乾式法、湿式法、蒸着法、液滴吐出法、塗布法または印刷法等を用いて、電極101、電極102、ユニット103、中間層106、およびユニット103(12)の各層を形成することができる。また、異なる方法を各構成の形成に用いることができる。

[0326]

具体的には、真空蒸着装置、インクジェット装置、スピncerなどのコーティング装置、グラビア印刷装置、オフセット印刷装置、スクリーン印刷装置などを用いて発光デバイス150を作製することができる。

[0327]

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

[0328]

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。

[0329]

(実施の形態7)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光パネル700の構成について、図3を参照しながら説明する。

[0330]

<発光パネル700の構成例>

本実施の形態で説明する発光パネル700は、発光デバイス150と、発光デバイス150(2)とを有する(図3)。

[0331]

例えば、実施の形態1乃至実施の形態6において説明する発光デバイスを、発光デバイス150に

用いることができる。

[0332]

<発光デバイス150(2)の構成例>

本実施の形態で説明する発光デバイス150(2)は、電極101(2)と、電極102と、ユニット103(2)と、を有する(図3参照)。電極102は電極101(2)と重なる領域を備える。なお、発光デバイス150の構成の一部を発光デバイス150(2)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。または、作製工程を簡略化することができる。

[0333]

《ユニット103(2)の構成例》

ユニット103(2)は、電極101(2)および電極102の間に挟まれる領域を備え、ユニット103(2)は、層111(2)を備える。

[0334]

ユニット103(2)は単層構造または積層構造を備える。例えば、正孔輸送層、電子輸送層、キャリアブロック層および励起子ブロック層などの機能層から選択した層を、ユニット103(2)に用いることができる。

[0335]

ユニット103(2)は、一方の電極から注入された電子が他方の電極から注入された正孔と再結合する領域を備える。例えば、電極101(2)から注入された正孔が電極102から注入された電子と再結合する領域を備える。

[0336]

《層111(2)の構成例1》

層111(2)は、発光性の材料およびホスト材料を含む。また、層111(2)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111(2)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。また、電極等に用いる金属から遠ざけて層111(2)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。

[0337]

例えば、層111に用いる発光性の材料とは異なる発光性の材料を層111(2)に用いることができる。具体的には、発光色が異なる発光性の材料を層112(2)に用いることができる。これにより、色相が互いに異なる発光デバイスを配置することができる。または、色相が互いに異なる複数の発光デバイスを用いて加法混色することができる。または、個々の発光デバイスでは表示することができない色相の色を表現することができる。

[0338]

例えば、青色の光を射出する発光デバイス、緑色の光を射出する発光デバイスおよび赤色の光を射出する発光デバイスを機能パネルに配置することができる。または、白色の光を射出する発光デバイス、黄色の光を射出する発光デバイスおよび赤外線を射出する発光デバイスを機能パネルに配置することができる。

[0339]

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。

[0340]

(実施の形態8)

本実施の形態では、実施の形態1乃至実施の形態6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。

[0341]

本実施の形態では、実施の形態1乃至実施の形態6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4を用いて説明する。なお、図4Aは、発光装置を示す上面図、図4Bは図4A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、点線で示された駆動回路部（ソース線駆動回路601）、画素部602、駆動回路部（ゲート線駆動回路603）を含んでいる。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。

[0342]

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、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）609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。

[0343]

次に、断面構造について図4B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。

[0344]

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。

[0345]

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。

[0346]

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。

[0347]

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ャ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。

[0348]

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。

[0349]

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。

[0350]

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。

[0351]

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。

[0352]

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。

[0353]

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一体型を示すが、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。

[0354]

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。

[0355]

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。

[0356]

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 μ m以上3 μ 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。

[0357]

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、タンゲステン膜、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。

[0358]

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6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、 dendroliマーを含む)であっても良い。

[0359]

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。

[0360]

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618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6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はいるが、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6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。

[0361]

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。

[0362]

なお、シール材 605 にはエポキシ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または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。

[0363]

図 4 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。

[0364]

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。

[0365]

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。

[0366]

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。

[0367]

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。

[0368]

以上のようにして、実施の形態 1 乃至実施の形態 6 のいずれか一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。

[0369]

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 6 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6のいずれかーに記載の発光デバイスは発光効率が良いため、消費電力の小さい発光装置とすることが可能である。

[0370]

図5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5Aには基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、1007、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、発光デバイスの第1の電極1024W、1024R、1024G、1024B、隔壁1025、EL層1028、発光デバイスの第2の電極1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。

[0371]

また、図5A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5Aにおいては、光が着色層を透過せずに外部へと出る発光層と、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。

[0372]

図5B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。

[0373]

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6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。

[0374]

発光デバイスの第1の電極1024W、1024R、1024G、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6のようなトップエミッション型の発光装置である場合、第1の電極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6のいずれかーにおいてユニット103とし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。

[0375]

図6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ックスはオーバーコート層1036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。

[0376]

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。

[0377]

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 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 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 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{ cm}$ 以下の膜であるとする。

[0378]

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。

[0379]

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。

[0380]

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。

[0381]

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て、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。

[0382]

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。

[0383]

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 6 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 6 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。

[0384]

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 7 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 7 A は、発光装置を示す斜視図、図 7 B は図 7 A を X-Y で切断した断面図である。図 7 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 6 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。

[0385]

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。

[0386]

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。

[0387]

(実施の形態 9)

本実施の形態では、実施の形態 1 乃至実施の形態 6 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 8 を参照しながら説明する。図 8 B は照明装置の上面図、図 8 A は図 8 B における e-f 断面図である。

[0388]

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 6 のいずれかーにおける第 1 の電極 101 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。

[0389]

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。

[0390]

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 1 乃至実施の形態 6 のいずれかーにおけるユニット 103 の構成、又はユニット 103 (12) 及び中間層 106 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。

[0391]

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1乃至実施の形態6のいずれかにおける第2の電極102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。

[0392]

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。

[0393]

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、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、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8B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。

[0394]

また、パッド412と第1の電極401の一部をシール材405、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。

[0395]

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6のいずれかー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。

[0396]

（実施の形態10）

本実施の形態では、実施の形態1乃至実施の形態6のいずれかー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6のいずれかー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。

[0397]

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。

[0398]

図9A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6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構成されている。

[0399]

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7

110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、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。

[0400]

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。

[0401]

図9B1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6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表示部7203に用いることにより作製される。図9B1のコンピュータは、図9B2のような形態であっても良い。図9B2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。

[0402]

図9C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6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作製された表示部7402を有している。

[0403]

図9C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。

[0404]

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。

[0405]

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。

[0406]

また、携帯端末内部に、ジャイロ、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7402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。

[0407]

また、画面モードの切り替えは、表示部7402を触れること、又は筐体7401の操作ボタン7403の操作により行われる。また、表示部7402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。

[0408]

また、入力モードにおいて、表示部7402の光センサで検出される信号を検知し、表示部7402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。

[0409]

表示部7402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7402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。

[0410]

図10Aは、掃除ロボットの一例を示す模式図である。

[0411]

掃除ロボット5100は、上面に配置されたディスプレイ5101、側面に配置された複数のカメラ5102、ブラシ5103、操作ボタン5104を有する。また図示されていないが、掃除ロボット5100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5100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5100は、無線による通信手段を備えている。

[0412]

掃除ロボット5100は自走し、ゴミ5120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。

[0413]

また、掃除ロボット5100はカメラ5102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5103に絡まりそうな物体を検知した場合は、ブラシ5103の回転を止めることができる。

[0414]

ディスプレイ5101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5100が走行した経路をディスプレイ5101に表示させてもよい。また、ディスプレイ5101をタッチパネルとし、操作ボタン5104をディスプレイ5101に設けてもよい。

[0415]

掃除ロボット5100は、スマートフォンなどの携帯電子機器5140と通信することができる。カメラ5102が撮影した画像は、携帯電子機器5140に表示させることができる。そのため、掃除ロボット5100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 5 1 0 1 の表示をスマートフォンなどの携帯電子機器で確認することもできる。

[0 4 1 6]

本発明の一態様の発光装置はディスプレイ 5 1 0 1 に用いることができる。

[0 4 1 7]

図 1 0 B に示すロボット 2 1 0 0 は、演算装置 2 1 1 0、照度センサ 2 1 0 1、マイクロフォン 2 1 0 2、上部カメラ 2 1 0 3、スピーカ 2 1 0 4、ディスプレイ 2 1 0 5、下部カメラ 2 1 0 6 および障害物センサ 2 1 0 7、移動機構 2 1 0 8 を備える。

[0 4 1 8]

マイクロフォン 2 1 0 2 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 2 1 0 4 は、音声を発する機能を有する。ロボット 2 1 0 0 は、マイクロフォン 2 1 0 2 およびスピーカ 2 1 0 4 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。

[0 4 1 9]

ディスプレイ 2 1 0 5 は、種々の情報の表示を行う機能を有する。ロボット 2 1 0 0 は、使用者の望みの情報をディスプレイ 2 1 0 5 に表示することが可能である。ディスプレイ 2 1 0 5 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 2 1 0 5 は取り外しのできる情報端末であっても良く、ロボット 2 1 0 0 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。

[0 4 2 0]

上部カメラ 2 1 0 3 および下部カメラ 2 1 0 6 は、ロボット 2 1 0 0 の周囲を撮像する機能を有する。また、障害物センサ 2 1 0 7 は、移動機構 2 1 0 8 を用いてロボット 2 1 0 0 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 2 1 0 0 は、上部カメラ 2 1 0 3、下部カメラ 2 1 0 6 および障害物センサ 2 1 0 7 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 2 1 0 5 に用いることができる。

[0 4 2 1]

図 1 0 C 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 5 0 0 0、表示部 5 0 0 1、スピーカ 5 0 0 3、LED ランプ 5 0 0 4、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 5 0 0 6、センサ 5 0 0 7（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい、又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン 5 0 0 8、表示部 5 0 0 2、支持部 5 0 1 2、イヤホン 5 0 1 3 等を有する。

[0 4 2 2]

本発明の一態様の発光装置は表示部 5 0 0 1 および表示部 5 0 0 2 に用いることができる。

[0 4 2 3]

図 1 1 は、実施の形態 1 乃至実施の形態 6 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 1 1 に示す電気スタンドは、筐体 2 0 0 1 と、光源 2 0 0 2 を有し、光源 2 0 0 2 としては、実施の形態 9 に記載の照明装置を用いても良い。

[0 4 2 4]

図 1 2 は、実施の形態 1 乃至実施の形態 6 のいずれかーに記載の発光デバイスを、室内の照明装置 3 0 0 1 として用いた例である。実施の形態 1 乃至実施の形態 6 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 6 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 6 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。

[0425]

実施の形態 1 乃至実施の形態 6 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 1 3 に実施の形態 1 乃至実施の形態 6 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 5 2 0 0 乃至表示領域 5 2 0 3 は実施の形態 1 乃至実施の形態 6 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。

[0426]

表示領域 5 2 0 0 と表示領域 5 2 0 1 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 6 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 6 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。

[0427]

表示領域 5 2 0 2 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 6 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 5 2 0 2 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 5 2 0 3 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。

[0428]

表示領域 5 2 0 3 はまたナビゲーション情報、速度計または回転数、走行距離、燃料計、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 5 2 0 0 乃至表示領域 5 2 0 2 にも設けることができる。また、表示領域 5 2 0 0 乃至表示領域 5 2 0 3 は照明装置として用いることも可能である。

[0429]

また、図 1 4 A 乃至図 1 4 C に、折りたたみ可能な携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 4 A に展開した状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 4 B 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 9 3 1 0 を示す。図 1 4 C に折りたたんだ状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。携帯情報端末 9 3 1 0 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。

[0430]

機能パネル 9 3 1 1 はヒンジ 9 3 1 3 によって連結された 3 つの筐体 9 3 1 5 に支持されている。なお、機能パネル 9 3 1 1 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、機能パネル 9 3 1 1 は、ヒンジ 9 3 1 3 を介して 2 つの筐体 9 3 1 5 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9 3 1 0 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機能パネル 9 3 1 1 に用いることができる。

[0 4 3 1]

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 6 に示した構成を適宜組み合わせ用いることができる。

[0 4 3 2]

以上の様に実施の形態 1 乃至実施の形態 6 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 6 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。

[0 4 3 3]

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 1]

[0 4 3 4]

本実施例では、作製した本発明の一態様の発光デバイス 1 乃至発光デバイス 2 について、図 1 5 乃至図 2 7 を参照しながら説明する。

[0 4 3 5]

図 1 5 は、本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する図である。図 1 5 A は発光デバイス 1 の構成を説明する図であり、図 1 5 B は発光デバイス 2 の構成を説明する図であり、図 1 5 C は発光デバイスの構成の一部を説明する図である。

[0 4 3 6]

図 1 6 は、発光デバイス 1 および比較発光デバイス 1 の電流密度－輝度特性を説明する図である。

[0 4 3 7]

図 1 7 は、発光デバイス 1 および比較発光デバイス 1 の輝度－電流効率特性を説明する図である。

[0 4 3 8]

図 1 8 は、発光デバイス 1 および比較発光デバイス 1 の電圧－輝度特性を説明する図である。

[0 4 3 9]

図 1 9 は、発光デバイス 1 および比較発光デバイス 1 の電圧－電流特性を説明する図である。

[0 4 4 0]

図 2 0 は、発光デバイス 1 および比較発光デバイス 1 の輝度－ブルーインデックス特性を説明する図である。

[0 4 4 1]

図 2 1 は、発光デバイス 1 および比較発光デバイス 1 を 1000 cd/m^2 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。

[0 4 4 2]

<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、光 E L 1 を射出する機能と、電極 1 0 1 と、電極

102と、ユニット103と、を有する（図15A参照）。

[0443]

光EL1はスペクトル ϕ 1を備え、スペクトル ϕ 1は波長 λ 1nmに最大ピークを備える。

[0444]

電極102は電極101と重なる領域を備える。また、ユニット103は電極101および電極102の間に挟まれる領域を備え、ユニット103は、層111、層112および層113を備える。

[0445]

層111は層112および層113の間に挟まれる領域を備え、層111は発光性の材料を含む。

[0446]

層112は層112Aおよび層112Bを備える。層112Bは層112Aおよび層111の間に挟まれる領域を備え、層112Bは層112Aと接する。

[0447]

層112Aは、460nmの波長を備える光に対して、屈折率2.02を備える。

[0448]

層112Bは、460nmの波長を備える光に対して、屈折率1.69を備え、屈折率1.69は1.4以上1.75以下の範囲にあり、屈折率2.02より小さい。

[0449]

また、屈折率1.69は、屈折率2.02との間に0.33の差がある。

[0450]

また、本実施例で説明する作製した発光デバイス1は、層111が25nmの厚さを備え、層112Aが層111との間に45nmの距離を備える。

[0451]

なお、距離 d が45nm、厚さ t が25nm、波長 λ が460nm、屈折率 n_2 が1.69であるとき、 $(d+t/2) \times n_2$ の値は97.125nmである。また、 $0.5 \times 0.25 \times 460$ nmの値は57.5nmであり、 $1.5 \times 0.25 \times 460$ nmの値は172.5nmである。すなわち、97.125nmは57.5nm以上172.5nm以下の範囲にある。

[0452]

《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。

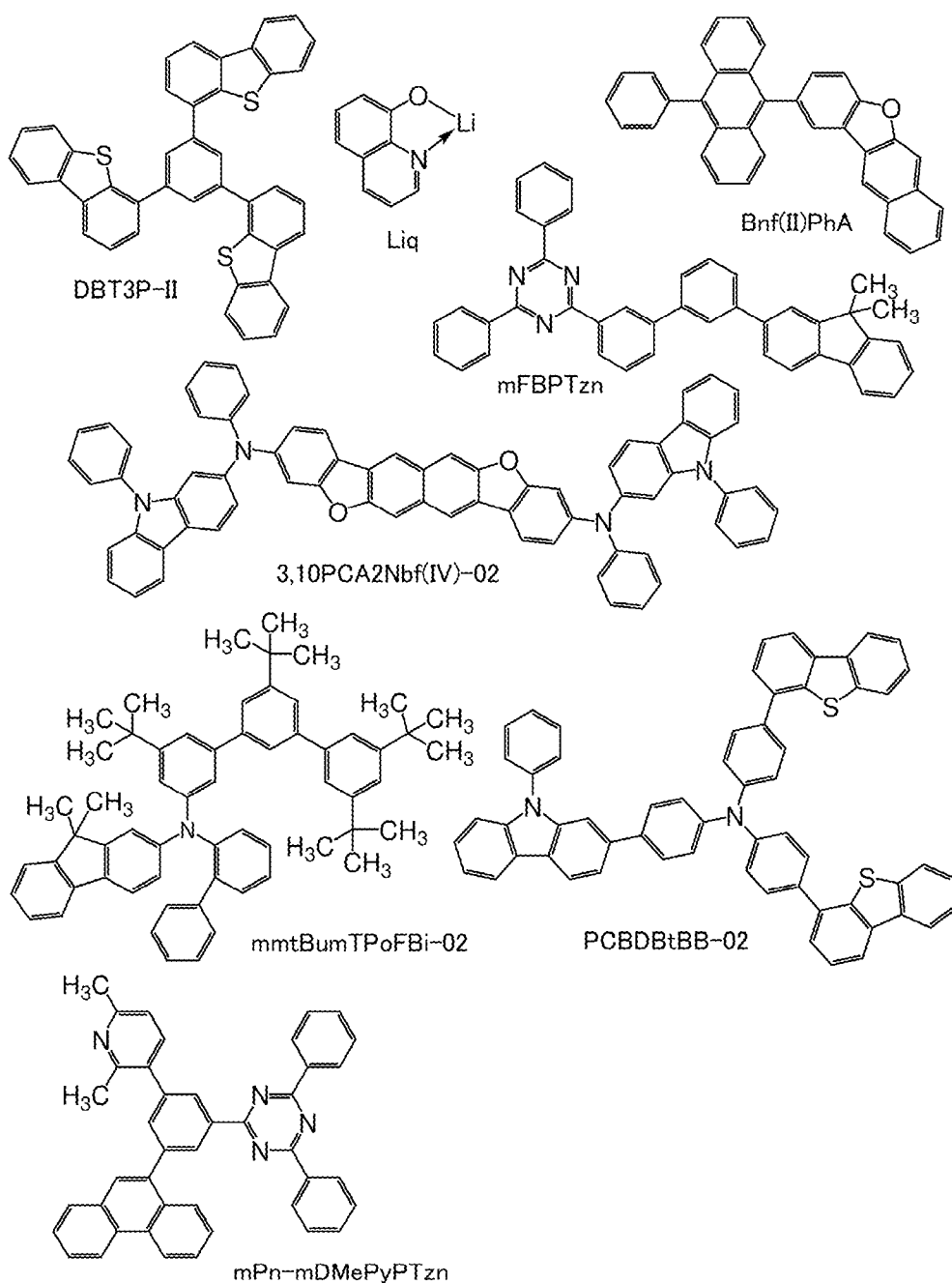
[0453]

[表1]

| 構成 | 符号 | 材料 | 組成比 | 厚さ /nm |
|-----|------|-------------------------------|---------|--------|
| 層 | CAP | DBT3P-II | | 70 |
| 電極 | 102 | Ag:Mg | 10:1 | 15 |
| 層 | 105 | LiF | | 1 |
| 層 | 113B | mPn-mDMePyPTzn:Liq | 1:1 | 20 |
| 層 | 113A | mFBPTzn | | 10 |
| 層 | 111 | Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 | 1:0.015 | 25 |
| 層 | 112C | PCBDBtBB-02 | | 10 |
| 層 | 112B | CTM2 | | 35 |
| 層 | 112A | PCBDBtBB-02 | | 70 |
| 層 | 104 | PCBDBtBB-02:OCHD-001 | 1:0.1 | 10 |
| 導電膜 | TCF | ITO | | 10 |
| 反射膜 | REF | Ag | | 100 |

[0454]

[化13]



[0455]

《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。

[0456]

[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Agを用いて、スパッタリング法により形成した。

[0457]

なお、反射膜REFはAgを含み、100nmの厚さを備える。

[0458]

[第2のステップ]

第2のステップにおいて、反射膜REF上に導電膜TCF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：ITSO）を用いて、スパッタリング法により形成した。

[0459]

なお、導電膜TCFはITSOを含み、10nmの厚さと、4mm²（2mm×2mm）の面積を備える。

[0460]

次いで、電極101が形成された基板を水で洗浄し、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板を導入し、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、基板を30分程度放冷した。

[0461]

[第3のステップ]

第3のステップにおいて、電極101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。

[0462]

なお、層104は、4,4'-ビス（ジベンゾチオフェン-4-イル）-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル)トリフェニルアミン（略称：PCBDBtBB-02）および電子アクセプタ材料（略称：OCHD-001）をPCBDBtBB-02：OCHD-001=1：0.1（重量比）で含み、10nmの厚さを備える。

[0463]

[第4のステップ]

第4のステップにおいて、層104上に層112Aを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料CTM1を蒸着した。

[0464]

なお、層112Aは、PCBDBtBB-02を含み、70nmの厚さを備える。また、波長が460nmの光に対して、PCBDBtBB-02は2.02の屈折率を備える。

[0465]

[第5のステップ]

第5のステップにおいて、層112A上に層112Bを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料CTM2を蒸着した。

[0466]

なお、材料CTM2に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 - 0 2)を用いた。層112Bはmm t B u m T P o F B i - 0 2を含み、35nmの厚さを備える。また、波長が460nmの光に対して、mm t B u m T P o F B i - 0 2は1.69の屈折率を備える。

[0467]

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、層112B上に層112C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。

[0468]

なお、層112CはPCBDB t B B - 0 2を含み、10nmの厚さを備える。

[0469]

[第7のステップ]

第7のステップにおいて、層112C上に層111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。

[0470]

なお、層111は、2-(10-フェニル-9-アントラセニル)-ベンゾ [b] ナフト [2,3-d] フラン(略称: B n f (I I) P h A) および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: 3,10 P C A 2 N b f (I V) - 0 2)をB n f (I I) P h A : 3,10 P C A 2 N b f (I V) - 0 2 = 1 : 0.015(重量比)で含み、25nmの厚さを備える。

[0471]

[第8のステップ]

第8のステップにおいて、層111上に層113A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。

[0472]

なお、層113Aは、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: m F B P T z n)を含み、10nmの厚さを備える。

[0473]

[第9のステップ]

第9のステップにおいて、層113A上に層113B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。

[0474]

なお、層113Bは、2-[3-(2,6-ジメチル-3-ピリジニル)-5-(9-フェナントレニル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称: m P n - m D M e P y P T z n) および8-ヒドロキシキノリナトリウム(略称: L i q)をm P n - m D M e P

y P T z n : L i q = 1 : 1 (重量比) で含み、20 nmの厚さを備える。

[0475]

[第10のステップ]

第10のステップにおいて、層113B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。

[0476]

なお、層105はLiFを含み、1 nmの厚さを備える。

[0477]

[第11のステップ]

第11のステップにおいて、層105上に電極102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。

[0478]

なお、電極102は、AgおよびMgをAg : Mg = 10 : 1 (体積比) で含み、15 nmの厚さを備える。

[0479]

[第12のステップ]

第12のステップにおいて、電極102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。

[0480]

なお、層CAPは、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) を含み、70 nmの厚さを備える。

[0481]

《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15A参照)。発光デバイス1の動作特性を測定した(図16乃至図21参照)。なお、測定は分光放射計(トプコン社製、UR-UL1R)を用い、室温で行った。

[0482]

発光デバイス1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。なお、比較発光デバイス1の初期特性についても表2に記載し、その構成については後述する。

[0483]

[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) |
|-----------|-----------|------------|-------------------------------|------|------|----------------|------------------|
| 発光デバイス1 | 4.0 | 0.41 | 10.2 | 0.14 | 0.05 | 9.1 | 184 |
| 比較発光デバイス1 | 4.0 | 0.54 | 13.5 | 0.14 | 0.05 | 8.1 | 172 |

[0484]

なお、ブルーインデックス(BI: Blue Index)とは、電流効率(cd/A)をさらにy色度で割った値であり、青色発光の発光特性を表す指標の一つである。青色発光は、y色度が小さいほど色純度の高い発光となる傾向にある。色純度の高い青色発光は、輝度成分が小さくても広い範囲の青色を表現することが可能であり、色純度の高い青色発光を用いることで、青色を表現す

るための必要輝度が低下することから消費電力の低減効果が得られる。そのため、青色純度の指標の一つとなる y 色度を考慮したBIが青色発光の効率を表す手段として好適に用いられ、BIが高い発光デバイスほどディスプレイに用いられる青色発光デバイスとしての効率が良いであるといえることができる。

[0485]

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、比較発光デバイス1と同等の駆動電圧で、比較発光デバイス1と同等の輝度を、比較発光デバイス1より低い電流密度で得ることができた(表2参照)。または、発光デバイス1は、比較発光デバイス1より低い消費電力で、同等の輝度を得ることができた。また、発光デバイス1は、比較発光デバイス1より高い電流効率を示した(表2および図17参照)。また、発光デバイス1は、比較発光デバイス1より約1.07倍高いブルーインデックスを示した(表2および図20参照)。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た。

[0486]

(参考例1)

本実施例で説明する作製した比較発光デバイス1は、層112Bの厚さおよび層112Bに用いる材料CTM2が、発光デバイス1とは異なる。具体的には、mmtBumTPoFBi-02に換えてPCBDBtBB-02を材料CTM2に用いた点が、発光デバイス1とは異なる。換言すると、材料CTM1および材料CTM2に同一の材料を用いて、層112A、層112Bおよび層112Cを一つの領域に形成した。

[0487]

《比較発光デバイス1の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、比較発光デバイス1を作製した。

[0488]

なお、比較発光デバイス1の作製方法は、層112Bを形成するステップにおいて、mmtBumTPoFBi-02に換えてPCBDBtBB-02を用いる点、35nmの厚さに換えて30nmの厚さを用いる点が、発光デバイス1の作製方法とは異なる。換言すると、PCBDBtBB-02を用いて層112A、層112Bおよび層112Cを形成し、その厚さの合計を110nmにした。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。

[0489]

[第5のステップ]

第5のステップにおいて、層112A上に層112B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。

[0490]

なお、層112BはPCBDBtBB-02を含み、30nmの厚さを備える。

[0491]

比較発光デバイス1の主な初期特性を表2に示す。

[実施例2]

[0492]

本実施例では、作製した本発明の一態様の発光デバイス2について、図22乃至図27を参照しな

から説明する。

[0493]

図22は、発光デバイス2の電流密度－輝度特性を説明する図である。

[0494]

図23は、発光デバイス2の輝度－電流効率特性を説明する図である。

[0495]

図24は、発光デバイス2の電圧－輝度特性を説明する図である。

[0496]

図25は、発光デバイス2の電圧－電流特性を説明する図である。

[0497]

図26は、発光デバイス2の輝度－外部量子効率特性を説明する図である。なお、発光デバイスの配光特性がランバーシアン型と仮定して、輝度から外部量子効率を算出した。

[0498]

図27は、発光デバイス2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。

[0499]

<発光デバイス2>

本実施例で説明する作製した発光デバイス2は、光EL1を射出する機能と、電極101と、電極102と、ユニット103と、を有する（図15B参照）。

[0500]

光EL1はスペクトルφ1を備え、スペクトルφ1は波長λ1nmに最大ピークを備える。

[0501]

電極102は電極101と重なる領域を備える。また、ユニット103は電極101および電極102の間に挟まれる領域を備え、ユニット103は、層111、層112および層113を備える。

[0502]

層111は層112および層113の間に挟まれる領域を備え、層111は発光性の材料を含む。

[0503]

層112は層112Aおよび層112Bを備える。層112Bは層112Aおよび層111の間に挟まれる領域を備え、層112Bは層112Aと接する。

[0504]

層112Aは、530nmの波長を備える光に対して、屈折率1.86を備える。

[0505]

層112Bは、530nmの波長を備える光に対して、屈折率1.67を備え、屈折率1.67は屈折率1.86より小さい。

[0506]

また、屈折率1.67は、屈折率1.86との間に0.19の差がある。

[0507]

また、本実施例で説明する作製した発光デバイス2は、層111が40nmの厚さを備え、層112Aが層111との間に40nmの距離を備える。

[0508]

なお、距離 d が 40 nm 、厚さ t が 40 nm 、波長 λ が 530 nm 、屈折率 n_2 が 1.67 であるとき、 $(d + t / 2) \times n_2$ の値は 100.2 nm である。また、 $0.5 \times 0.25 \times 530\text{ nm}$ の値は 66.25 nm であり、 $1.5 \times 0.25 \times 530\text{ nm}$ の値は 198.75 nm である。すなわち、 100.2 nm は 66.25 nm 以上 198.75 nm 以下の範囲にある。

[0509]

また、発光デバイス 2 において、層 112B は、層 111 から層 112A に向けてのキャリアの移動を、抑制する機能を備える。具体的には、電子の移動を抑制する機能を備える。

[0510]

《発光デバイス 2 の構成》

発光デバイス 2 の構成を表 3 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、表中の $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{mbfppy-d3})$ は $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{mbfppy-d3})$ を表す。

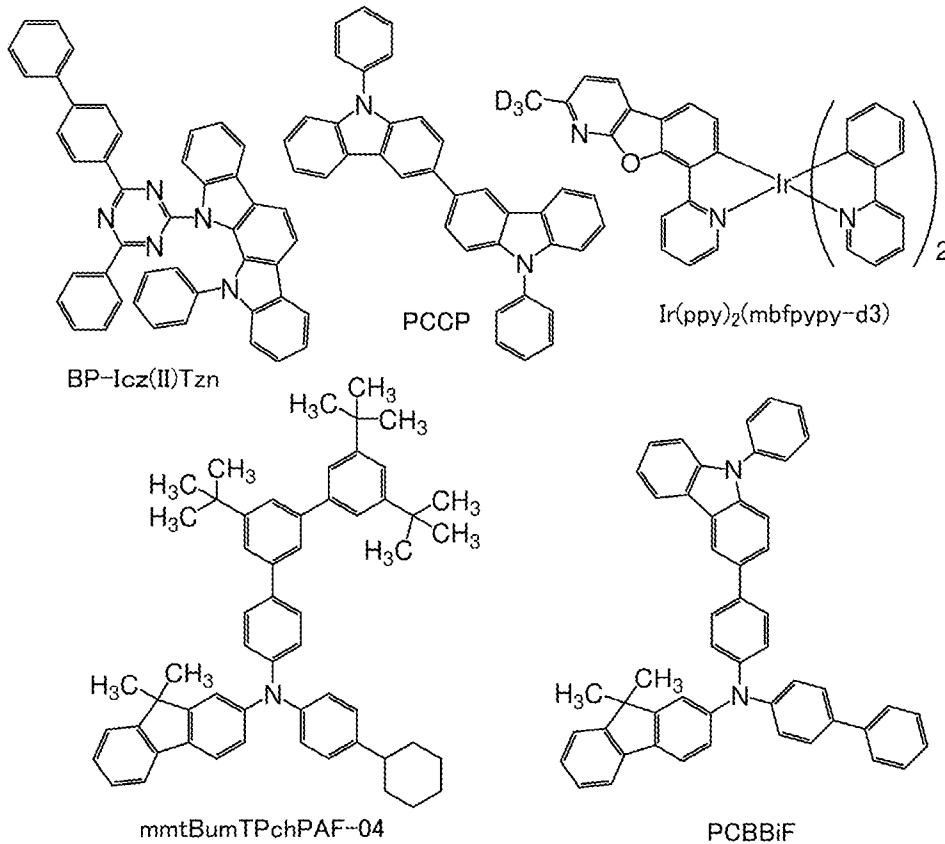
[0511]

[表 3]

| 構成 | 符号 | 材料 | 組成比 | 厚さ /nm |
|----|------|---|----------------------|--------|
| 電極 | 102 | Al | | 200 |
| 層 | 105 | Liq | | 1 |
| 層 | 113B | mPn-mDMePyPTzn:Liq | 1:1 | 25 |
| 層 | 113A | mFBPTzn | | 10 |
| 層 | 111 | BP-Icz(II)Tzn: PCCP: Ir(ppy) ₂ (mbfppy-d3) | 0.5: 0.5: 0.10 | 40 |
| 層 | 112B | mmtBumTPchPAF-04 | | 40 |
| 層 | 112A | PCBBiF | | 100 |
| 層 | 104 | PCBBiF:OCHD-001 | 1:0.03 | 10 |
| 電極 | 101 | ITSO | | 110 |

[0512]

[化 14]



[0513]

《発光デバイス2の作製方法》

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

[0514]

[第1のステップ]

第1のステップにおいて、電極101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 (ITO) を用いて、スパッタリング法により形成した。

[0515]

なお、電極101はITOを含み、110nmの厚さと、4mm² (2mm×2mm) の面積を備える。

[0516]

次いで、電極101が形成された基板を水で洗浄し、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板を導入し、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、基板を30分程度放冷した。

[0517]

[第2のステップ]

第2のステップにおいて、電極101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。

[0518]

なお、層104は、N-(1, 1'-ビフェニル-4-イル)-9, 9-ジメチル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9H-フルオレン-2-アミン(略称: PCBBiF)およびOCHD-001をPCBBiF:OCHD-001=1:0.03(重量比)で含み、10nmの厚さを備える。

[0519]

[第3のステップ]

第3のステップにおいて、層104上に層112Aを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料CTM1を蒸着した。

[0520]

なお、層112AはPCBBiFを含み、100nmの厚さを備える。また、波長が530nmの光に対して、PCBBiFは1.86の屈折率を備える。

[0521]

[第4のステップ]

第4のステップにおいて、層112A上に層112Bを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料CTM2を蒸着した。

[0522]

なお、層112Bは、N-(3', 5', 5'-トリ-*t*-ブチル-1, 1':3', 1'-ターフェニル-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: mm t B u m T P c h P A F - 0 4)を含み、40nmの厚さを備える。また、波長が530nmの光に対して、mm t B u m T P c h P A F - 0 4は1.67の屈折率を備える。

[0523]

[第5のステップ]

第5のステップにおいて、層112B上に層111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。

[0524]

なお、層111は、11-(4-[1, 1'-ビフェニル]-4-イル-6-フェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)-11, 12-ジヒドロ-12-フェニル-インドロ[2, 3-a]カルバゾール(略称: B P - I c z (I I) T z n)、3, 3'-ビス(9-フェニル-9H-カルバゾール)(略称: P C C P)および[2-d3-メチル-(2-ピリジニル- κ N)ベンゾフロ[2, 3-b]ピリジン- κ C]ビス[2-(2-ピリジニル- κ N)フェニル- κ C]イリジウム(III)(略称: I r (p p y) ₂ (m b f p y p y - d 3))をB P - I c z (I I) T z n : P C C P : I r (p p y) ₂ (m b f p y p y - d 3) = 0.5 : 0.5 : 0.10(重量比)で含み、40nmの厚さを備える。

[0525]

[第6のステップ]

第6のステップにおいて、層111上に層113A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。

[0526]

なお、層113AはmFBPTznを含み、10nmの厚さを備える。

[0527]

[第7のステップ]

第7のステップにおいて、層113A上に層113B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。

[0528]

なお、層113Bは、mPn-mDMePyPTznおよびLiqをmPn-mDMePyPTzn : Liq = 1 : 1 (重量比) で含み、25nmの厚さを備える。

[0529]

[第8のステップ]

第8のステップにおいて、層113B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。

[0530]

なお、層105はLiqを含み、1nmの厚さを備える。

[0531]

[第9のステップ]

第9のステップにおいて、層105上に電極102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、電極102はAlを含み、200nmの厚さを備える。

[0533]

《発光デバイス2の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス2は光EL1を射出した(図15B参照)。発光デバイス1の動作特性を測定した(図22乃至図27参照)。なお、測定は室温で行った。

[0534]

発光デバイス2を輝度1000cd/m²程度で発光させた場合の、主な初期特性を表4に示す。

[0535]

[表4]

| | 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) | 外部量子効率 (%) |
|---------|-----------|------------|-------------------------------|------|------|----------------|---------------|
| 発光デバイス2 | 2.8 | 0.03 | 0.8 | 0.34 | 0.63 | 109.6 | 28.1 |

[0536]

発光デバイス2は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、発光デバイス2は、極めて高い電流効率を示した(表2および図23参照)。また、発光デバイス2は、極めて高い外部量子効率を示した(表2および図26参照)。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た。

[0537]

《合成例1》

本実施例では、実施の形態1で説明した低屈折率正孔輸送性材料の合成方法について説明する。

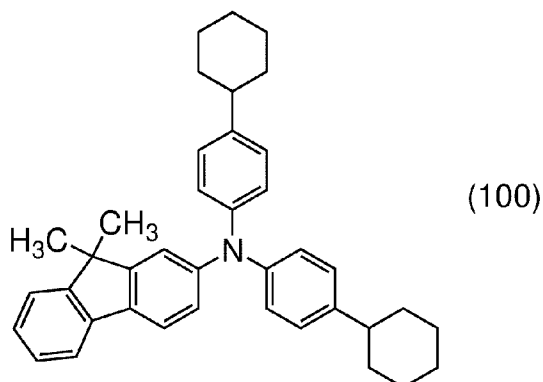
[0538]

まず、N, N-ビス(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレ

ン-2イル) アミン (略称: d c h P A F) の詳しい合成方法について説明する。d c h P A F の構造を以下に示す。

[0539]

[化15]



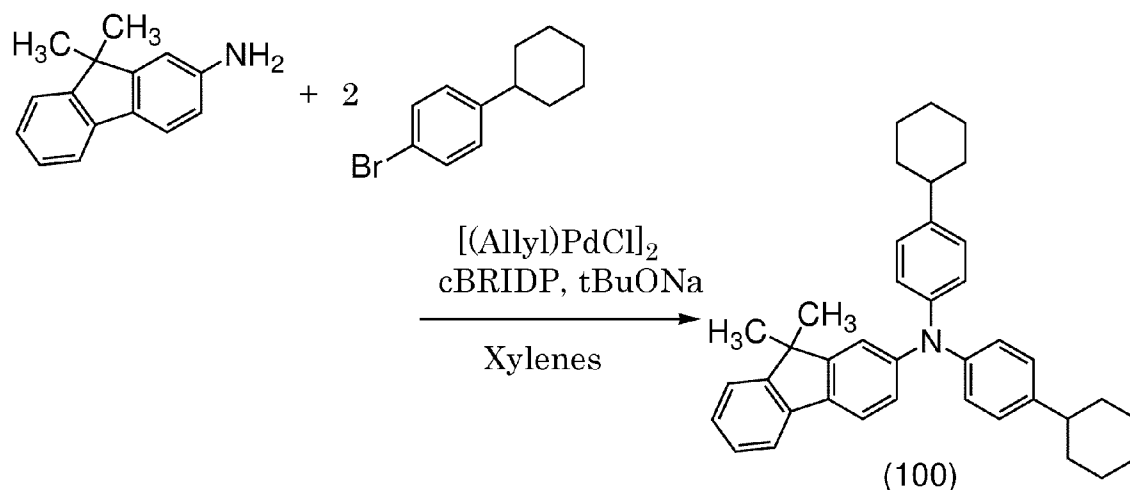
[0540]

<ステップ1: N, N-ビス(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)アミン (略称: d c h P A F) の合成>

三口フラスコに9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン10.6g(51mmol)、4-シクロヘキシル-1-ブロモベンゼン18.2g(76mmol)、ナトリウム-tert-ブトキシド21.9g(228mmol)、キシレン255mLを入れ、減圧下にて脱気処理をした後、フラスコ内を窒素置換した。この混合物を約50℃まで加熱攪拌した。ここで、アリル塩化パラジウム二量体(II)(略称:[(Allyl)PdCl]₂)370mg(1.0mmol)、ジ-tert-ブチル(1-メチル-2,2-ジフェニルシクロプロピル)ホスフィン(略称:cBRIDP(登録商標))1660mg(4.0mmol)を加え、この混合物を、120℃にて約5時間加熱した。その後、フラスコの温度を約60℃に戻し、水約4mLを加え、固体を析出させた。析出した固体をろ別した。ろ液を濃縮し、得られた溶液をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製した。得られた溶液を濃縮し、濃厚なトルエン溶液を得た。このトルエン溶液をエタノールに滴下し、再沈殿した。約10℃にて析出物をろ過し、得られた固体を約80℃で減圧乾燥させ、目的物である白色固体を10.1g、収率40%で得た。ステップ1のd c h P A Fの合成スキームを下に示す。

[0541]

[化16]



[0542]

なお、上記ステップ1で得られた白色固体の核磁気共鳴分光法 ($^1\text{H-NMR}$) による分析結果を下に示す。このことから、本合成例において、dchPAFが合成できたことがわかった。

[0543]

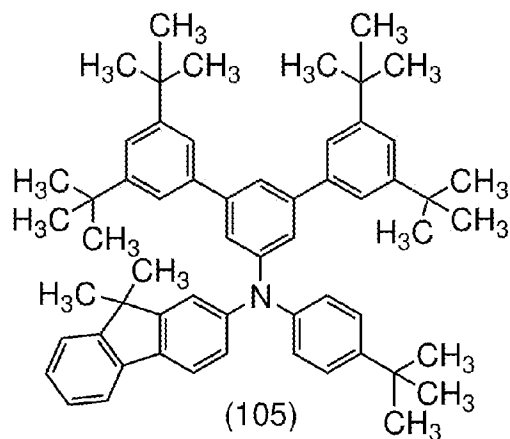
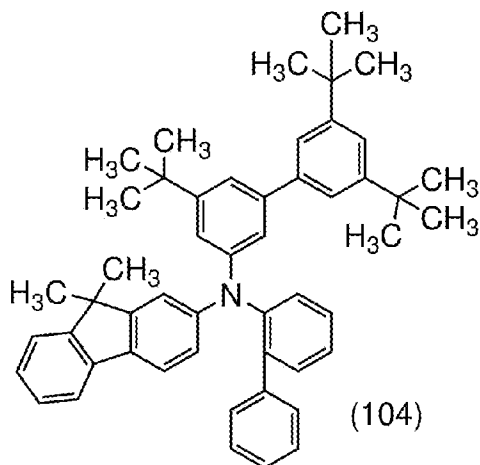
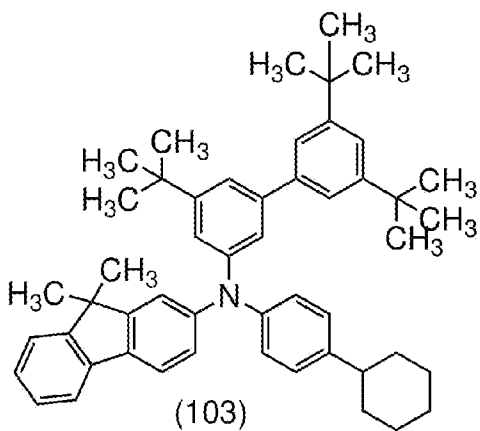
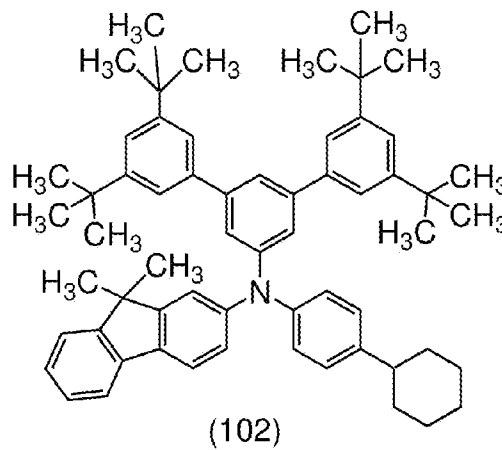
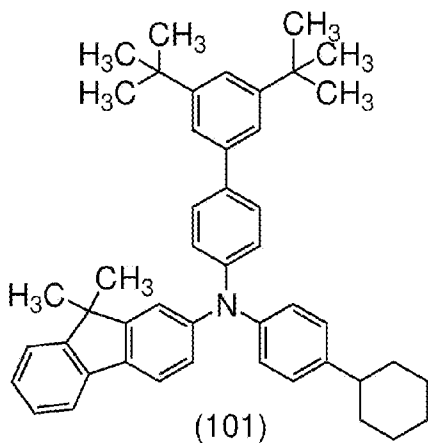
$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3) : 7.60 (d, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.53 (d, 1H, $J=8.0\text{ Hz}$), 7.37 (d, 2H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.29 (td, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$, 1.0 Hz), 7.23 (td, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$, 1.0 Hz), 7.19 (d, 1H, $J=1.5\text{ Hz}$), 7.06 (m, 8H), 6.97 (dd, 1H, $J=8.0\text{ Hz}$, 1.5 Hz), 2.41–2.51 (br m, 2H), 1.79–1.95 (m, 8H), 1.70–1.77 (m, 2H), 1.33–1.45 (br m, 14H), 1.19–1.30 (br m, 2H).

[0544]

同様に、下記構造式(101)乃至構造式(105)で表される有機化合物を合成した。

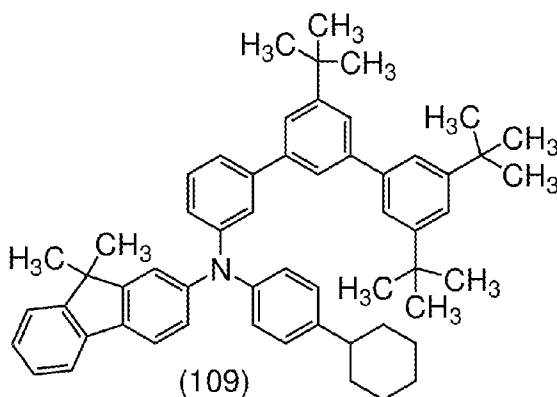
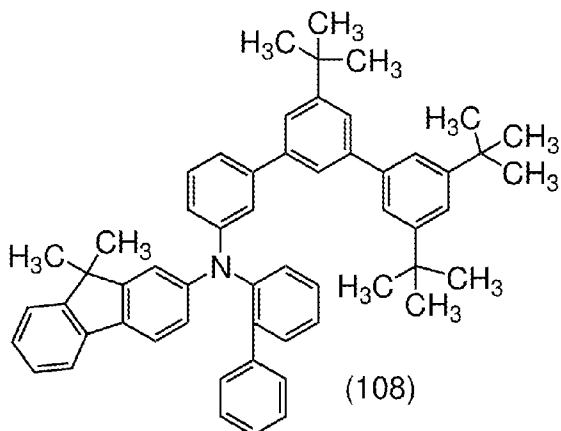
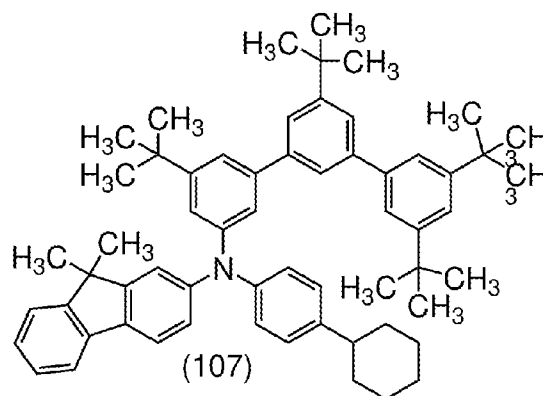
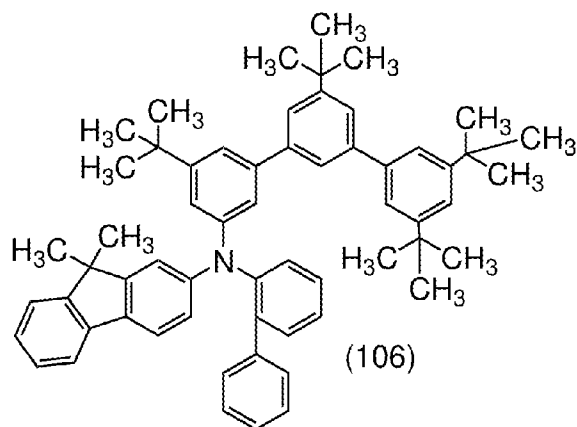
[0545]

[化17]



[0 5 4 6]

[化 1 8]



[0547]

上記有機化合物の核磁気共鳴分光法 ($^1\text{H-NMR}$) による分析結果を下に示す。

[0548]

構造式 (101) N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル) アミン (略称: mm t Bu B i c h P A F)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.63 (d, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.57 (d, 1H, $J=8.0\text{ Hz}$), 7.44-7.49 (m, 2H), 7.37-7.42 (m, 4H), 7.31 (td, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$, 2.0 Hz), 7.23-7.27 (m, 2H), 7.15-7.19 (m, 2H), 7.08-7.14 (m, 4H), 7.05 (dd, 1H, $J=8.0\text{ Hz}$, 2.0 Hz), 2.43-2.53 (br m, 1H), 1.81-1.96 (m, 4H), 1.75 (d, 1H, $J=12.5\text{ Hz}$), 1.32-1.48 (m, 28H), 1.20-1.31 (br m, 1H).

[0549]

構造式 (102) N-(3,3',5,5'-テトラ-*t*-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 Bu m T P c h P A F)

$^1\text{H-NMR}$ (300MHz, CDCl_3): $\delta=7.63$ (d, $J=6.6\text{ Hz}$, 1H), 7.58 (d, $J=8.1\text{ Hz}$, 1H), 7.42-7.37 (m, 4H), 7.36-7.09 (m, 14H), 2.55-2.39 (m, 1H), 1.98-1.20 (m, 51H).

[0550]

構造式 (103) N-[(3, 3', 5'-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)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.63 (d, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.56 (d, 1H, $J=8.5\text{ Hz}$), 7.37-4.0 (m, 2H), 7.27-7.32 (m, 4H), 7.22-7.25 (m, 1H), 7.16-7.19 (br m, 2H), 7.08-7.15 (m, 4H), 7.02-7.06 (m, 2H), 2.43-2.51 (br m, 1H), 1.80-1.93 (br m, 4H), 1.71-1.77 (br m, 1H), 1.36-1.46 (br m, 10H), 1.33 (s, 18H), 1.22-1.30 (br m, 10H).

[0551]

構造式 (104) 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)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.57 (d, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.40-7.47 (m, 2H), 7.32-7.39 (m, 4H), 7.27-7.31 (m, 2H), 7.27-7.24 (m, 5H), 6.94-7.09 (m, 6H), 6.83 (br s, 2H), 1.33 (s, 18H), 1.32 (s, 6H), 1.20 (s, 9H).

[0552]

構造式 (105) 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)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.64 (d, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.59 (d, 1H, $J=8.0\text{ Hz}$), 7.38-7.43 (m, 4H), 7.29-7.36 (m, 8H), 7.24-7.28 (m, 3H), 7.19 (d, 2H, $J=8.5\text{ Hz}$), 7.13 (dd, 1H, $J=1.5\text{ Hz}$, 8.0 Hz), 1.47 (s, 6H), 1.32 (s, 45H).

[0553]

構造式 (106) 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 - 0 2)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.56 (d, 1H, $J=7.4\text{ Hz}$), 7.50 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.33-7.46 (m, 11H), 7.27-7.29 (m, 2H), 7.22 (dd, 1H, $J=2.3\text{ Hz}$), 7.15 (d, 1H, $J=6.9\text{ Hz}$), 6.98-7.07 (m, 7H), 6.93 (s, 1H), 6.84 (d, 1H, $J=6.3\text{ Hz}$), 1.38 (s, 9H), 1.37 (s, 18H), 1.31 (s, 6H), 1.20 (s, 9H).

[0554]

構造式 (107) 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 - 0 2)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl_3): 7.62 (d, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.56 (d, 1H, $J=8.0\text{ Hz}$), 7.50 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.46-7.47 (m, 2H),

7.43 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.37–7.39 (m, 3H), 7.29–7.32 (m, 2H), 7.23–7.25 (m, 2H), 7.20 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.09–7.14 (m, 5H), 7.05 (dd, 1H, $J=2.3\text{ Hz}$), 2.46 (br m, 1H), 1.83–1.88 (m, 4H), 1.73–1.75 (br m, 1H), 1.42 (s, 6H), 1.38 (s, 9H), 1.36 (s, 18H), 1.29 (s, 9H)

[0555]

構造式 (108) N-(1,1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3'',5',5''-トリートブチル-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 - 0 3)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl₃): 7.55 (d, 1H, $J=7.4\text{ Hz}$), 7.50 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.42–7.43 (m, 3H), 7.27–7.39 (m, 10H), 7.18–7.25 (m, 4H), 7.00–7.12 (m, 4H), 6.97 (dd, 1H, $J=6.3\text{ Hz}$, 1.7 Hz), 6.93 (d, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 6.82 (dd, 1H, $J=7.3\text{ Hz}$, 2.3 Hz), 1.37 (s, 9H), 1.36 (s, 18H), 1.29 (s, 6H).

[0556]

構造式 (109) N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3'',5',5''-トリートブチル-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 - 0 3)

$^1\text{H-NMR}$. δ (CDCl₃): 7.62 (d, 1H, $J=7.5\text{ Hz}$), 7.56 (d, 1H, $J=8.6\text{ Hz}$), 7.51 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.48 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.46 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.42 (dd, 1H, $J=1.7\text{ Hz}$), 7.37–7.39 (m, 4H), 7.27–7.33 (m, 2H), 7.23–7.25 (m, 2H), 7.05–7.13 (m, 7H), 2.46 (br m, 1H), 1.83–1.90 (m, 4H), 1.73–1.75 (br m, 1H), 1.41 (s, 6H), 1.37 (s, 9H), 1.35 (s, 18H).

[0557]

以上の物質はすべて青色発光領域 (455 nm以上465 nm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633 nmの光における常光屈折率が、1.45以上1.70以下である物質である。

[0558]

《合成例2》

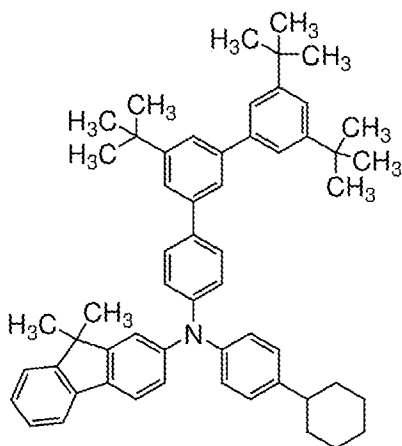
本実施例では、実施の形態1で説明した低屈折率正孔輸送性材料の合成方法について説明する。

[0559]

N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3'',5',5''-トリートブチル-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 - 0 4) の合成方法について説明する。なお、mm t B u m T P c h P A F - 0 4 の構造を以下に示す。

[0560]

[化19]



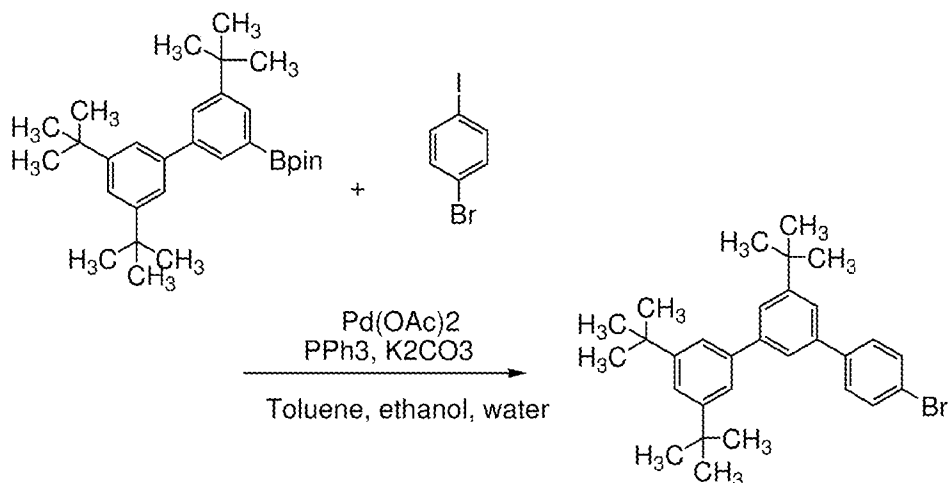
[0561]

<ステップ1：4-ブromo-3',5',5'-トリ-tert-ブチル-1,1'-ビフェニルの合成>

三口フラスコに2-(3',5,5'-トリ-tert-ブチル[1,1'-ビフェニル]-3-イル)-4,4,5,5-テトラメチル-1,3,2-ジオキサボロラン9.0g(20.1mmol)、1-ブromo-4-ヨードベンゼン6.8g(24.1mmol)、炭酸カリウム8.3g(60.3mmol)、トルエン100mL、エタノール40mL、水道水30mLを入れ、減圧下に脱気処理をした後、フラスコ内を窒素置換し、酢酸パラジウム91mg(0.40mmol)、トリフェニルホスフィン211mg(0.80mmol)を加え、この混合物を約4時間80℃にて加熱した。その後、室温に戻し有機層と水層とに分液した。この溶液に硫酸マグネシウムを加えて水分を乾燥させ濃縮した。得られたヘキサン溶液をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、目的物である白色固体を6.0g、収率62.5%で得た。ステップ1の4-ブromo-3',5',5'-トリ-tert-ブチル-1,1'-ビフェニルの合成スキームを以下に示す。

[0562]

[化20]



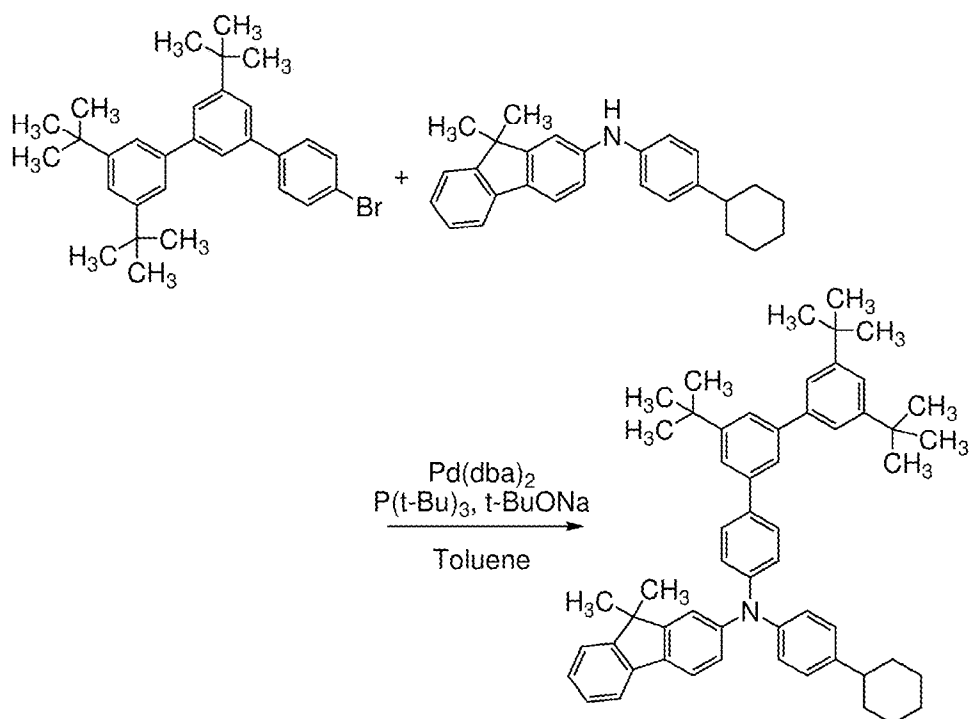
[0563]

<ステップ2：mmtBumTPchPAF-04の合成>

三口フラスコにステップ1で得られた4-ブromo-3',5',5'-トリtert-ブチル-1,1':3',1'-ターフェニル3.0g (6.3mmol)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)アミン2.3g (6.3mmol)、ナトリウムtertブトキシド1.8g (18.9mmol)、トルエン32mLを入れ、減圧下に脱気処理をした後、フラスコ内を窒素置換し、ビス(ジベンジリデンアセトン)パラジウム(0)72mg (0.13mmol)、トリtert-ブチルホスフィン76mg (0.38mmol)を加え、この混合物を約2時間80℃にて加熱した。その後、フラスコの温度を約60℃に戻し、水約1mLを加え、析出した固体をろ別し、トルエンで洗浄した。ろ液を濃縮し、得られたトルエン溶液をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製した。得られた溶液を濃縮し、濃厚なトルエン溶液を得た。このトルエン溶液にエタノールを添加し、減圧濃縮しエタノール懸濁液を得た。約20℃にてこのエタノール懸濁液に析出した固体をろ過し、得られた固体を約80℃で減圧乾燥し、目的物である白色固体を4.1g、収率85%で得た。ステップ2のmmtBumTPchPAF-04の合成スキームを以下に示す。

[0564]

[化21]



[0565]

なお、上記ステップ2で得られた白色固体の核磁気共鳴分光法 (¹H-NMR) による分析結果を下記に示す。このことから、本合成例において、mmtBumTPchPAF-04が合成できたことがわかった。

[0566]

¹H-NMR. δ (CDCl₃) : 7.63 (d, 1H, J=7.5 Hz), 7.52-7.59 (m, 7H), 7.44-7.45 (m, 4H), 7.39 (d, 1H, J=7.4 Hz), 7.31 (dd, 1H, J=7.4 Hz), 7.19 (d, 2H, J=6.6 Hz), 7.12 (m, 4H), 7.07 (d, 1H, J=9.7 Hz), 2.48 (br m, 1H), 1.84-1.9

3 (brm, 4H), 1.74-1.76 (brm, 1H), 1.43 (s, 18H), 1.39 (brm, 19H), 1.24-1.30 (brm, 1H)。

[符号の説明]

[0567]

CAP:層、101:電極、102:電極、103:ユニット、104:層、105:層、106:中間層、106A:層、106B:層、111:層、112:層、112A:層、112B:層、112C:層、113:層、113A:層、113B:層、150:発光デバイス、400:基板、401:電極、403:EL層、404:電極、405:シール材、406:シール材、407:封止基板、412:パッド、420:ICチップ、601:ソース線駆動回路、602:画素部、603:ゲート線駆動回路、604:封止基板、605:シール材、607:空間、608:配線、610:素子基板、611:スイッチング用FET、612:電流制御用FET、613:電極、614:絶縁物、616:EL層、617:電極、618:発光デバイス、623:FET、700:発光パネル、951:基板、952:電極、953:絶縁層、954:隔壁層、955:EL層、956:電極、1001:基板、1002:下地絶縁膜、1003:ゲート絶縁膜、1006:ゲート電極、1007:ゲート電極、1008:ゲート電極、1020:層間絶縁膜、1021:層間絶縁膜、1022:電極、1024B:電極、1024G:電極、1024R:電極、1024W:電極、1025:隔壁、1028:EL層、1029:電極、1031:封止基板、1032:シール材、1033:基材、1034B:着色層、1034G:着色層、1034R:着色層、1035:ブラックマトリクス、1036:オーバーコート層、1037:層間絶縁膜、1040:画素部、1041:駆動回路部、1042:周辺部、2001:筐体、2002:光源、2100:ロボット、2101:照度センサ、2102:マイクロフォン、2103:上部カメラ、2104:スピーカ、2105:ディスプレイ、2106:下部カメラ、2107:障害物センサ、2108:移動機構、2110:演算装置、3001:照明装置、5000:筐体、5001:表示部、5002:表示部、5003:スピーカ、5004:LEDランプ、5006:接続端子、5007:センサ、5008:マイクロフォン、5012:支持部、5013:イヤホン、5100:掃除ロボット、5101:ディスプレイ、5102:カメラ、5103:ブラシ、5104:操作ボタン、5120:ゴミ、5140:携帯電子機器、5200:表示領域、5201:表示領域、5202:表示領域、5203:表示領域、7101:筐体、7103:表示部、7105:スタンド、7107:表示部、7109:操作キー、7110:リモコン操作機、7201:本体、7202:筐体、7203:表示部、7204:キーボード、7205:外部接続ポート、7206:ポインティングデバイス、7210:表示部、7401:筐体、7402:表示部、7403:操作ボタン、7404:外部接続ポート、7405:スピーカ、7406:マイク、9310:携帯情報端末、9311:機能パネル、9313:ヒンジ、9315:筐体

請求の範囲

[請求項1]

光を射出する機能と、
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、
前記光は、第1のスペクトルを備え、
前記第1のスペクトルは、波長 λ_1 に最大ピークを備え、
前記第2の電極は、前記第1の電極と重なる領域を備え、
前記第1の層は、前記第1の電極および前記第2の電極の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、前記第2の層および前記第3の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、発光性の材料を含み、
前記第2の層は、前記第1の電極および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第2の層は、第4の層および第5の層を備え、
前記第5の層は、前記第4の層および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第4の層は、第1の有機化合物を含み、
前記第1の有機化合物は波長 λ_1 を備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備え、
前記第5の層は、前記第4の層と接し、
前記第5の層は、第2の有機化合物を含み、
前記第2の有機化合物は、前記波長 λ_1 を備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備え、
前記第2の屈折率 n_2 は、1.4以上1.75以下である発光デバイス。

[請求項2]

光を射出する機能と、
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、
前記光は、第1のスペクトルを備え、
前記第1のスペクトルは、波長 λ_1 に最大ピークを備え、
前記第2の電極は、前記第1の電極と重なる領域を備え、
前記第1の層は、前記第1の電極および前記第2の電極の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、前記第2の層および前記第3の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、発光性の材料を含み、
前記第2の層は、前記第1の電極および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第2の層は、第4の層および第5の層を備え、
前記第5の層は、前記第4の層および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第4の層は、第1の有機化合物を含み、

前記第1の有機化合物は、前記波長 $\lambda 1$ を備える光に対して、第1の屈折率 $n 1$ を備え、
前記第5の層は、前記第4の層と接し、
前記第5の層は、第2の有機化合物を含み、
前記第2の有機化合物は、前記波長 $\lambda 1$ を備える光に対して、第2の屈折率 $n 2$ を備え、
前記第2の屈折率 $n 2$ は、前記第1の屈折率 $n 1$ より小さい発光デバイス。

[請求項3]

前記第1の屈折率 $n 1$ は、前記第2の屈折率 $n 2$ との間に 0.1 以上 1.0 以下の差を備える、
請求項2に記載の発光デバイス。

[請求項4]

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2の電極は、前記第1の電極と重なる領域を備え、
前記第1の層は、前記第1の電極および前記第2の電極の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、前記第2の層および前記第3の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、発光性の材料を含み、
前記第1の層は、フォトルミネッセンス光を発し、
前記フォトルミネッセンス光は、第2のスペクトルを備え、
前記第2のスペクトルは、波長 $\lambda 2 \text{ nm}$ に最大ピークを備え、
前記第2の層は、前記第1の電極および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第2の層は、第4の層および第5の層を備え、
前記第5の層は、前記第4の層および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第4の層は、第1の有機化合物を含み、
前記第1の有機化合物は波長 $\lambda 2 \text{ nm}$ を備える光に対して、第1の屈折率 $n 1$ を備え、
前記第5の層は、前記第4の層と接し、
前記第5の層は、第2の有機化合物を含み、
前記第2の有機化合物は、前記波長 $\lambda 2 \text{ nm}$ を備える光に対して、第2の屈折率 $n 2$ を備え、
前記第2の屈折率 $n 2$ は、 1.4 以上 1.75 以下である発光デバイス。

[請求項5]

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2の電極は、前記第1の電極と重なる領域を備え、
前記第1の層は、前記第1の電極および前記第2の電極の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、前記第2の層および前記第3の層の間に挟まれる領域を備え、
前記第1の層は、発光性の材料を含み、

前記第1の層は、フォトルミネッセンス光を發し、
 前記フォトルミネッセンス光は、第2のスペクトルを備え、
 前記第2のスペクトルは、波長 $\lambda 2 \text{ nm}$ に最大ピークを備え、
 前記第2の層は、前記第1の電極および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第2の層は、第4の層および第5の層を備え、
 前記第5の層は、前記第4の層および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第4の層は、第1の有機化合物を含み、
 前記第1の有機化合物は、前記波長 $\lambda 2 \text{ nm}$ を備える光に対して、第1の屈折率 $n 1$ を備え、
 前記第5の層は、前記第4の層と接し、
 前記第5の層は、第2の有機化合物を含み、
 前記第2の有機化合物は、前記波長 $\lambda 2 \text{ nm}$ を備える光に対して、第2の屈折率 $n 2$ を備え、
 前記第2の屈折率 $n 2$ は、前記第1の屈折率 $n 1$ より小さい發光デバイス。

[請求項6]

前記第1の屈折率 $n 1$ は、前記第2の屈折率 $n 2$ との間に 0.1 以上 1.0 以下の差を備える、請求項5に記載の發光デバイス。

[請求項7]

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2の電極は、前記第1の電極と重なる領域を備え、
 前記第1の層は、前記第1の電極および前記第2の電極の間に挟まれる領域を備え、
 前記第1の層は、前記第2の層および前記第3の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第1の層は、發光性の材料を含み、
 前記發光性の材料は、フォトルミネッセンス光を發し、
 前記フォトルミネッセンス光は、第3のスペクトルを備え、
 前記第3のスペクトルは、波長 $\lambda 3 \text{ nm}$ に最大ピークを備え、
 前記第2の層は、前記第1の電極および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第2の層は、第4の層および第5の層を備え、
 前記第5の層は、前記第4の層および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第4の層は、第1の有機化合物を含み、
 前記第1の有機化合物は波長 $\lambda 3 \text{ nm}$ を備える光に対して、第1の屈折率 $n 1$ を備え、
 前記第5の層は、前記第4の層と接し、
 前記第5の層は、第2の有機化合物を含み、
 前記第2の有機化合物は、前記波長 $\lambda 3 \text{ nm}$ を備える光に対して、第2の屈折率 $n 2$ を備え、
 前記第2の屈折率 $n 2$ は、 1.4 以上 1.75 以下である發光デバイス。

[請求項8]

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2の電極は、前記第1の電極と重なる領域を備え、
 前記第1の層は、前記第1の電極および前記第2の電極の間に挟まれる領域を備え、
 前記第1の層は、前記第2の層および前記第3の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第1の層は、発光性の材料を含み、
 前記発光性の材料は、フォトルミネッセンス光を発し、
 前記フォトルミネッセンス光は、第3のスペクトルを備え、
 前記第3のスペクトルは、波長 λ_3 nmに最大ピークを備え、
 前記第2の層は、前記第1の電極および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第2の層は、第4の層および第5の層を備え、
 前記第5の層は、前記第4の層および前記第1の層の間に挟まれる領域を備え、
 前記第4の層は、第1の有機化合物を含み、
 前記第1の有機化合物は、前記波長 λ_3 nmを備える光に対して、第1の屈折率 n_1 を備え、
 前記第5の層は、前記第4の層と接し、
 前記第5の層は、第2の有機化合物を含み、
 前記第2の有機化合物は、前記波長 λ_3 nmを備える光に対して、第2の屈折率 n_2 を備え、
 前記第2の屈折率 n_2 は、前記第1の屈折率 n_1 より小さい発光デバイス。

[請求項9]

前記第1の屈折率 n_1 は、前記第2の屈折率 n_2 との間に 0.1 以上 1.0 以下の差を備える、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、前記第1の層との間に距離 d を備え、
 前記距離 d は、 20 nm以上 120 nm以下である、請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の発光デバイス。

[請求項11]

前記第4の層は、前記第1の層との間に距離 d を備え、
 前記第1の層は、厚さ t を備え、
 前記距離 d は、前記厚さ t 、前記波長 λ_1 、前記第2の屈折率 n_2 および次の数式(1)で表される範囲にある、請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の発光デバイス。

[数1]

$$0.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \leq \left(d + \frac{t}{2}\right) \times n_2 \leq 1.5 \times 0.25 \times \lambda_1 \quad \dots (1)$$

[請求項12]

前記第5の層は、前記第1の層と接し、
 前記第5の層は、前記第1の層から前記第4の層に向けての、キャリアの移動を抑制する機能を備える、請求項1乃至請求項11のいずれかに記載の発光デバイス。

[請求項13]

前記第2の有機化合物は、正孔輸送性を有し、

前記第2の有機化合物は、第1のLUMO準位を備え、
前記第1の層は、ホスト材料を含み、
前記ホスト材料は、第2のLUMO準位を備え、
前記第2のLUMO準位は、前記第1のLUMO準位より低い、請求項12に記載の発光デバイス。

[請求項14]

前記第2の有機化合物は、アミン化合物である、請求項1乃至請求項13のいずれかに記載の発光デバイス。

[請求項15]

前記第1の有機化合物は、アミン化合物である、請求項1乃至請求項14のいずれかに記載の発光デバイス。

[請求項16]

前記第2の有機化合物は、モノアミン化合物であり、
前記モノアミン化合物は、一群の芳香族基および窒素原子を含み、
前記一群の芳香族基は、第1の芳香族基、第2の芳香族基および第3の芳香族基を含み、
前記窒素原子は、前記第1の芳香族基、前記第2の芳香族基および前記第3の芳香族基と結合し、
前記一群の芳香族基は、置換基を備え、
前記置換基は、sp³炭素を含み、
前記sp³炭素は、sp³混成軌道で他の原子と結合を形成し、
前記sp³炭素は、前記モノアミン化合物に含まれる全ての炭素の23%以上55%以下を占める、請求項1乃至請求項15のいずれかに記載の発光デバイス。

[請求項17]

請求項1乃至請求項16のいずれか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18]

請求項1乃至請求項16のいずれか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19]

請求項17に記載の発光装置と、筐体と、を有する照明装置。

[請求項20]

請求項18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。

図1A

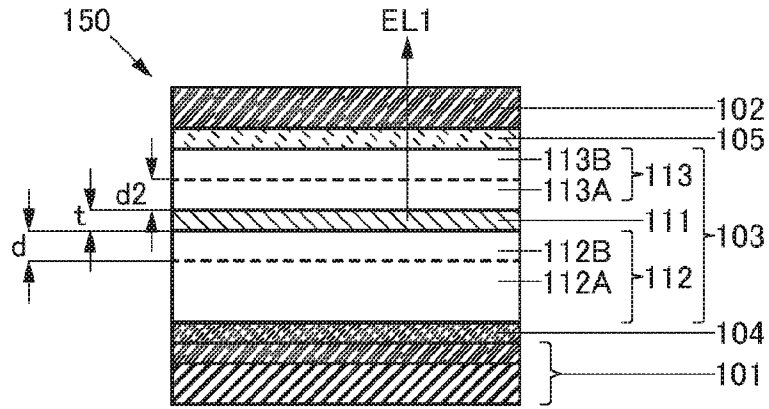


図1B

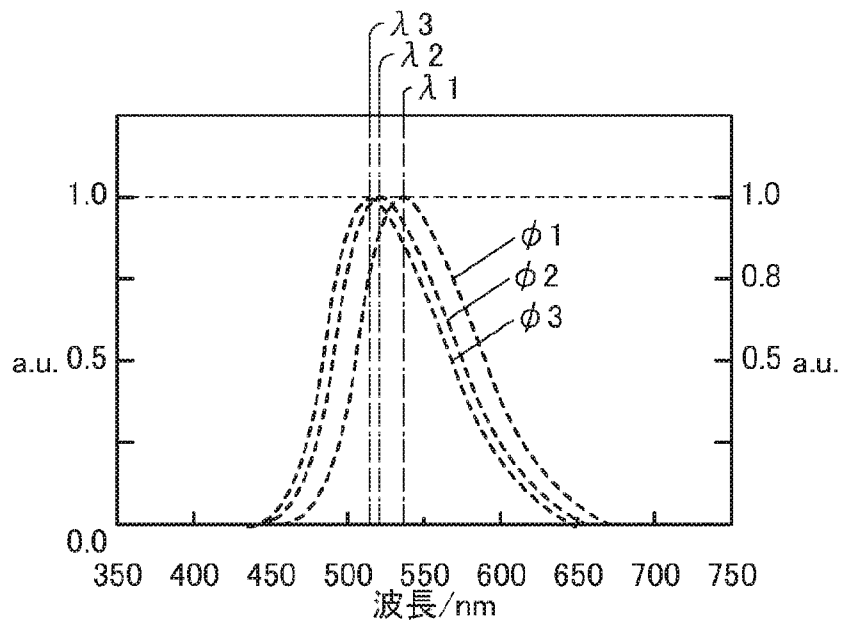


図1C

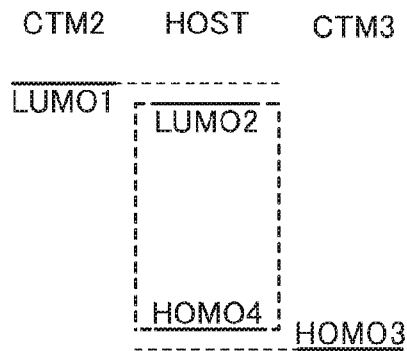
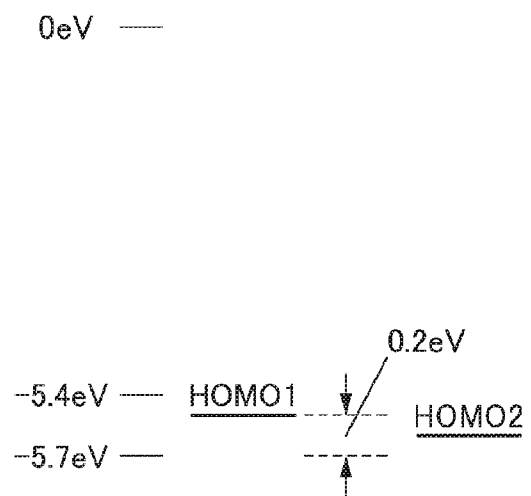
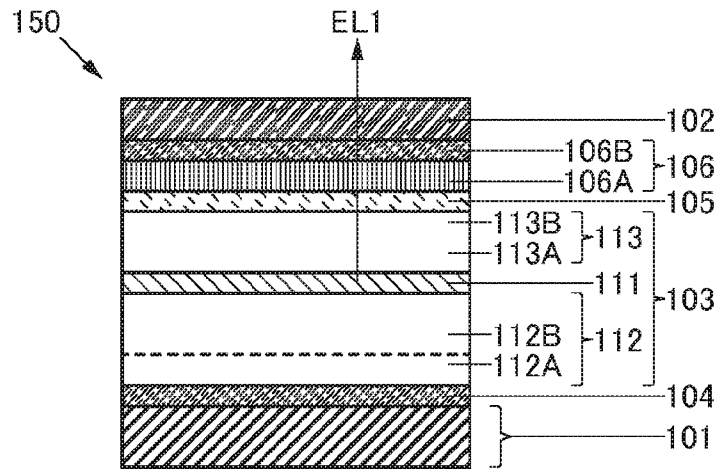


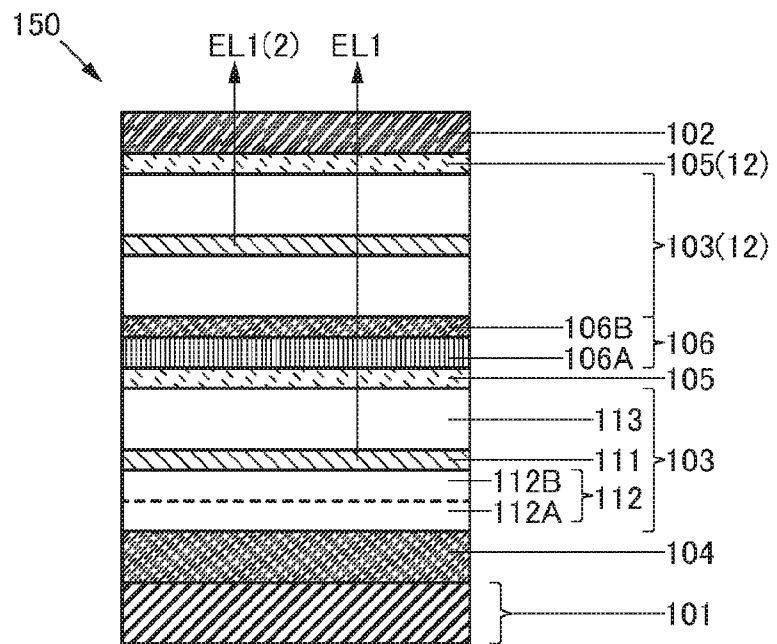
図1D



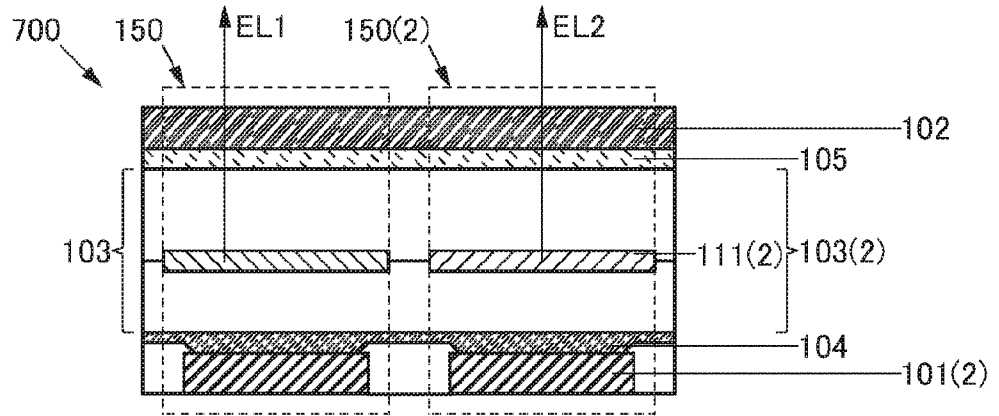
2A

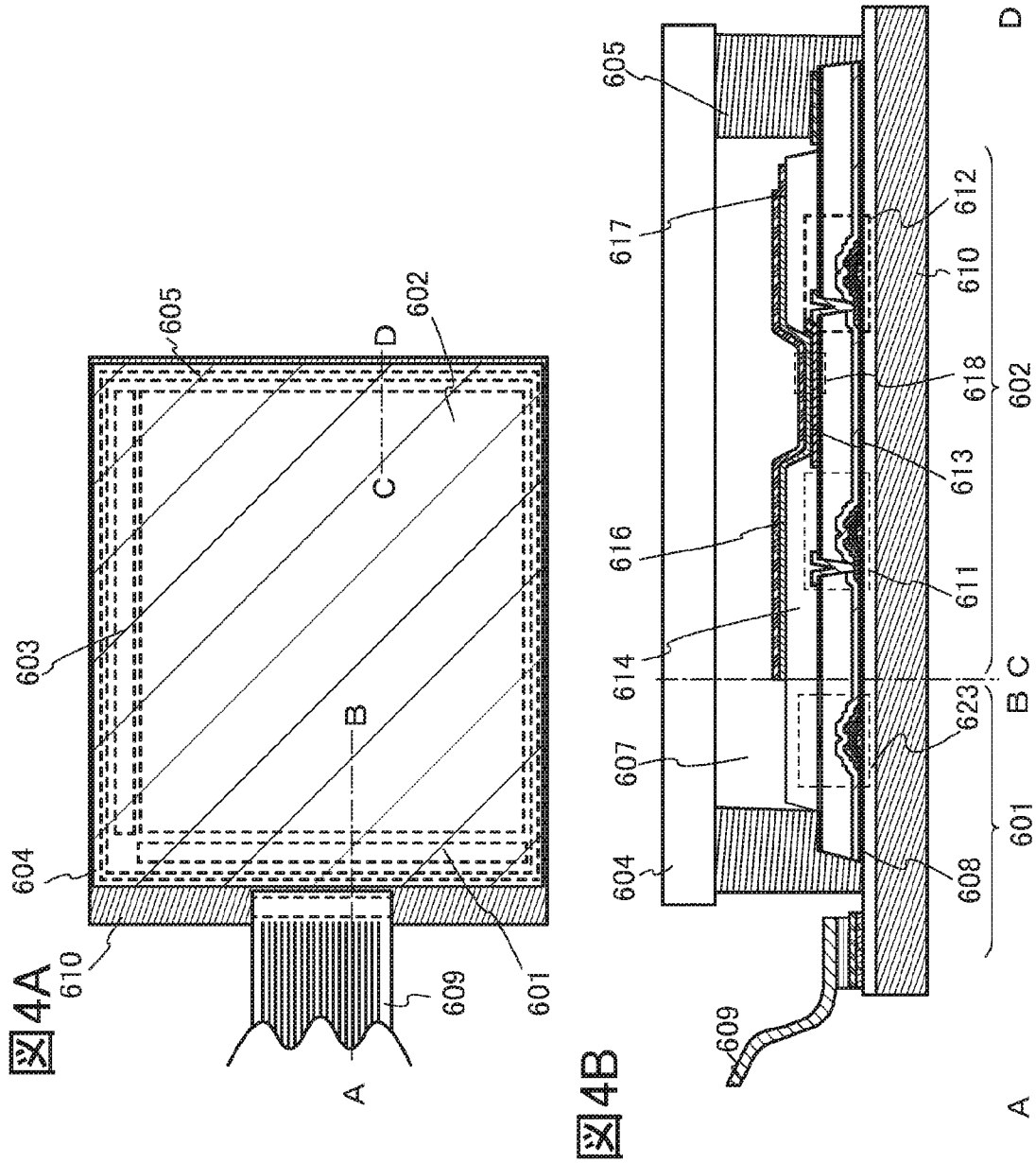


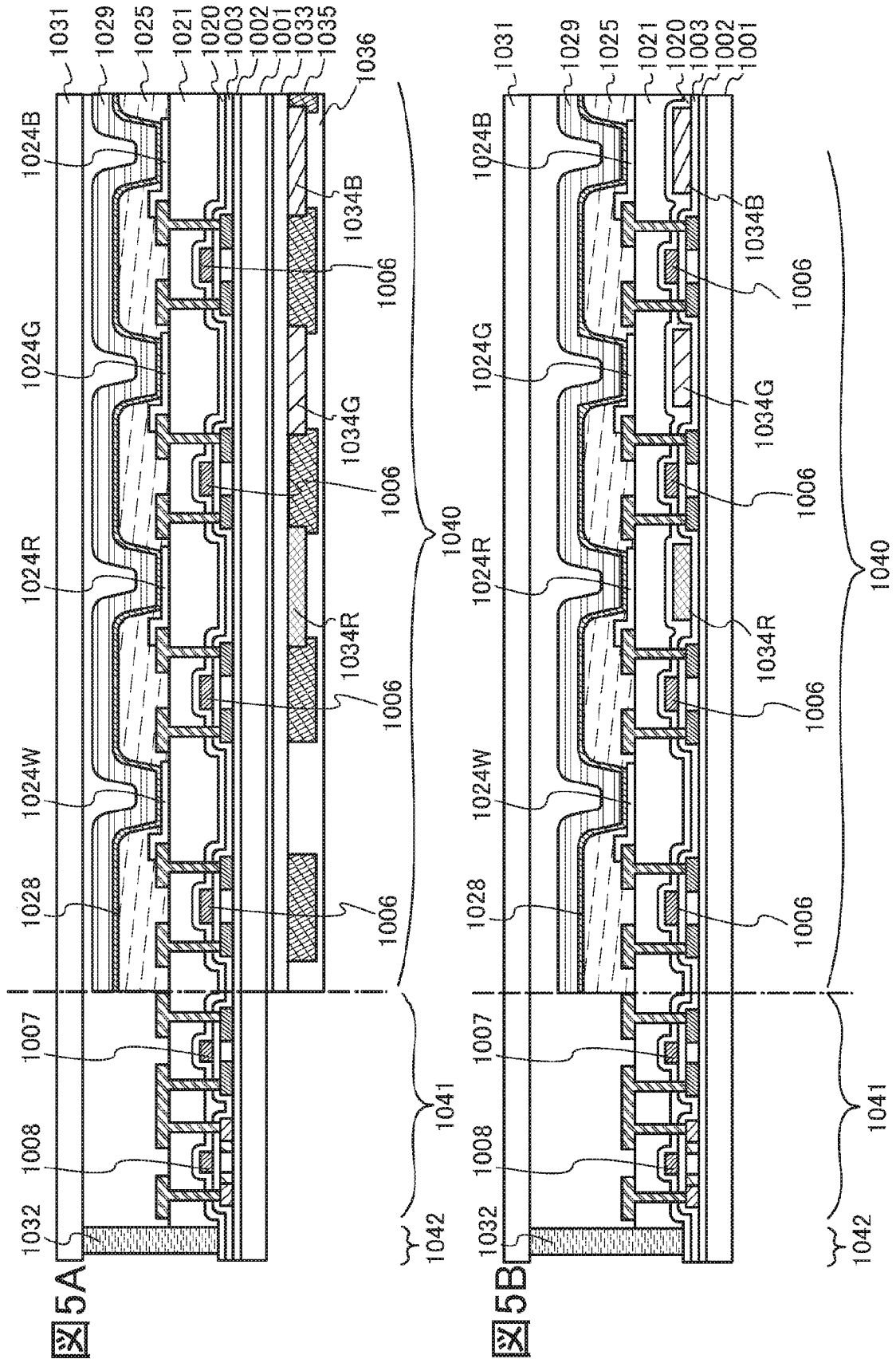
2B



3







6

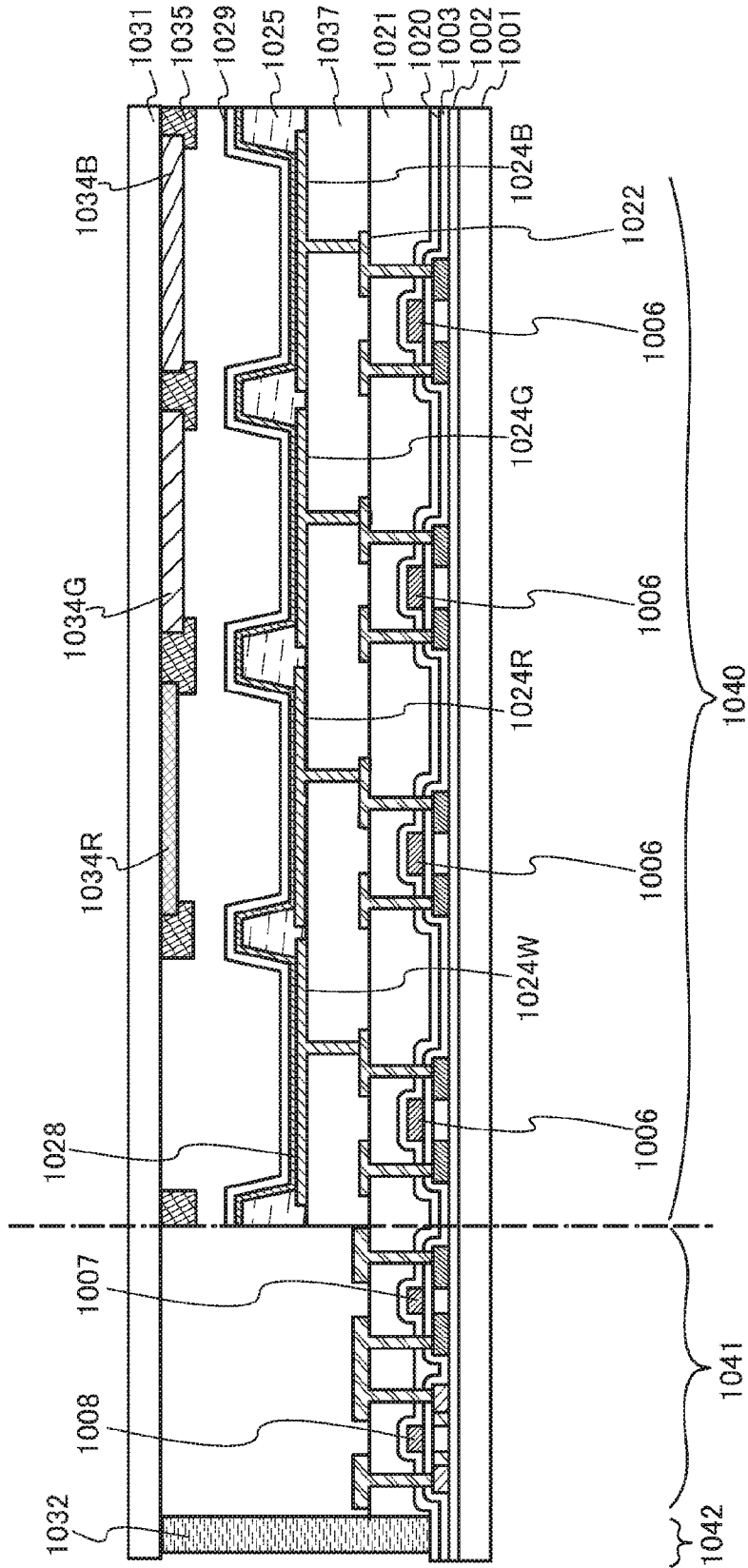


図7A

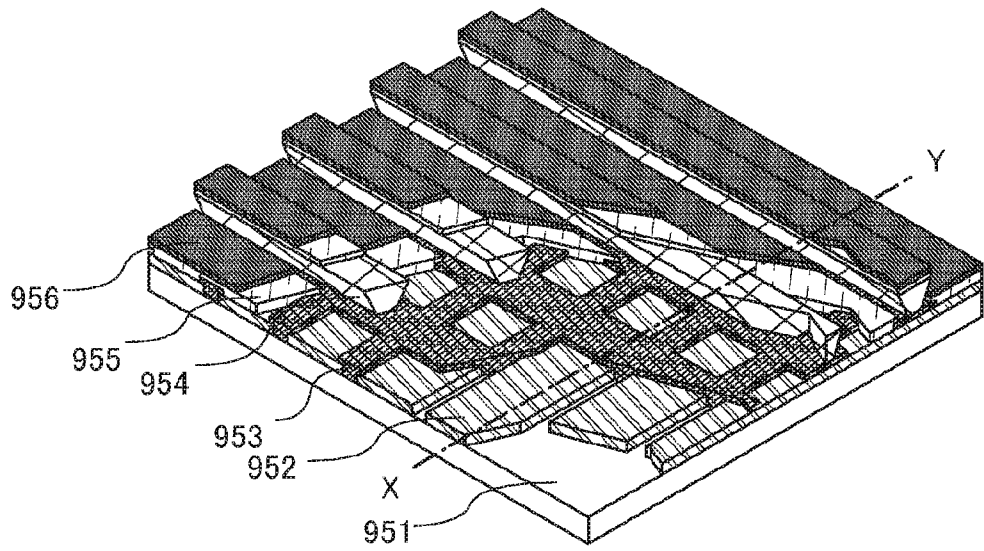
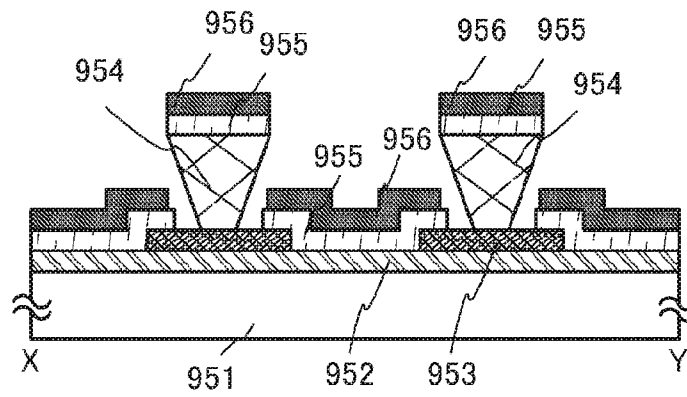


図7B



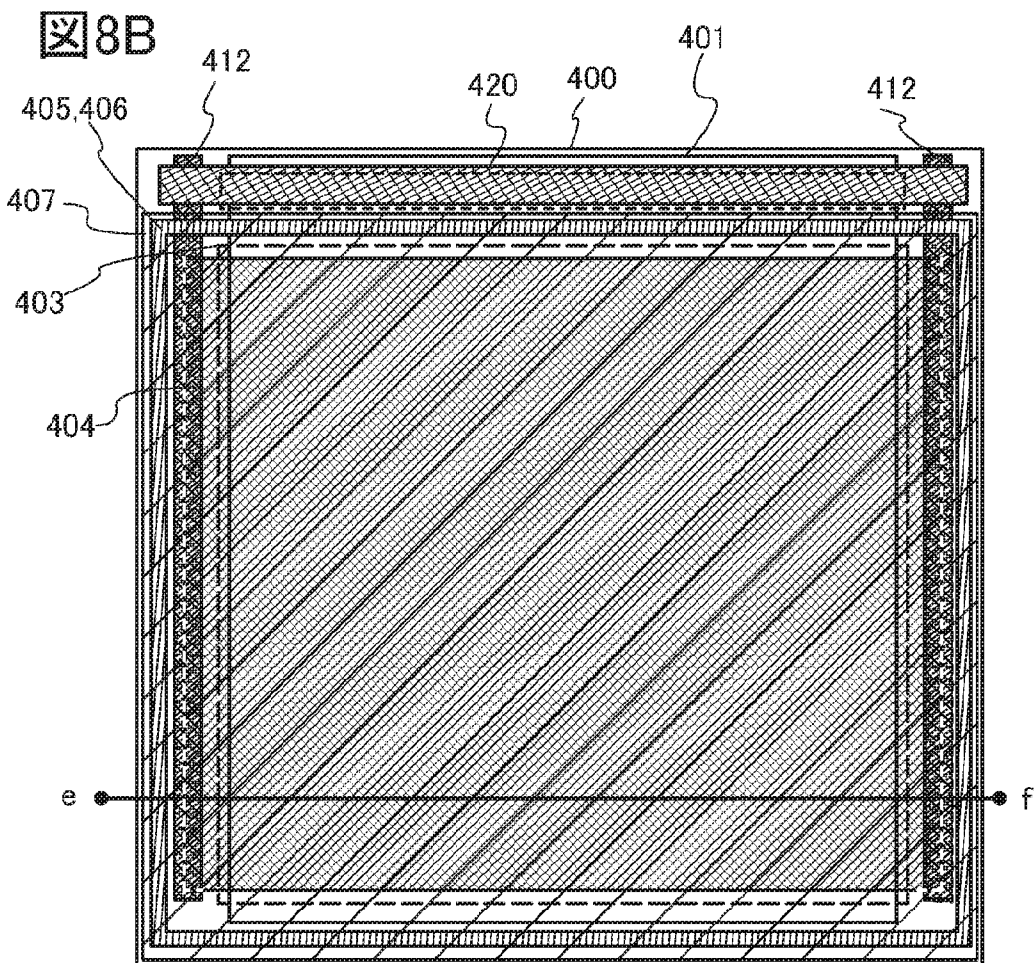
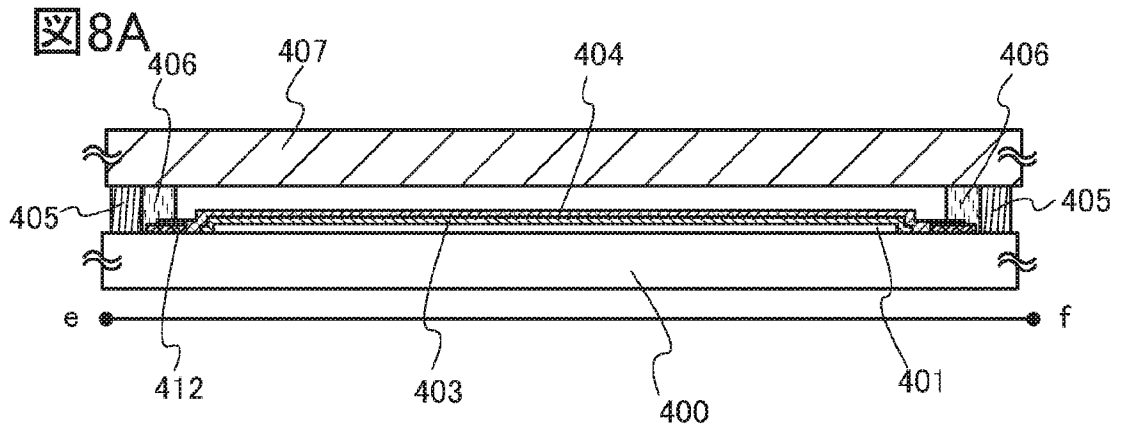


図9A

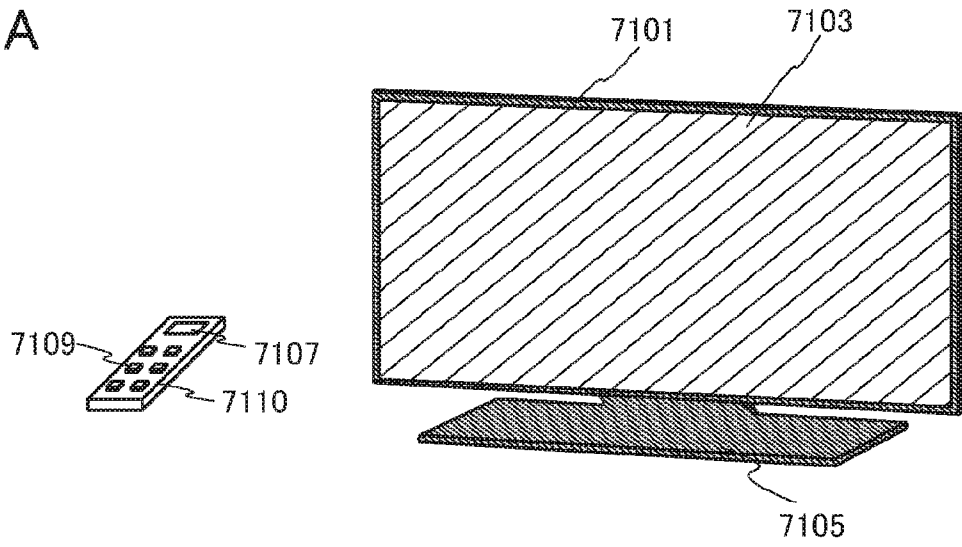


図9B1

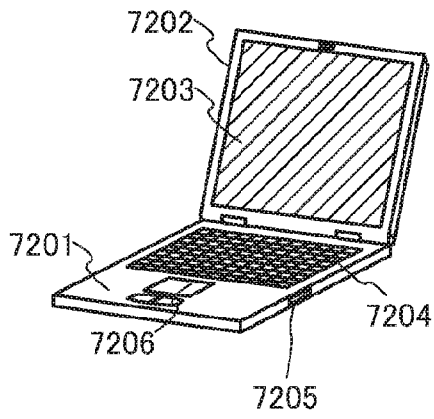


図9B2

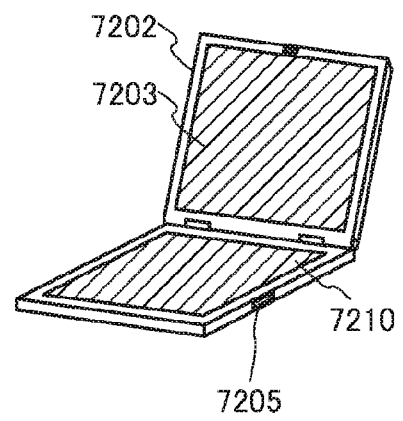


図9C

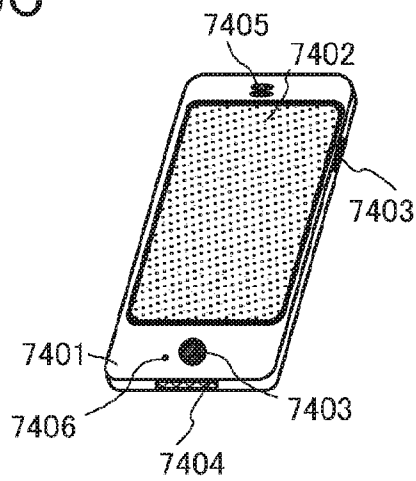


図10A

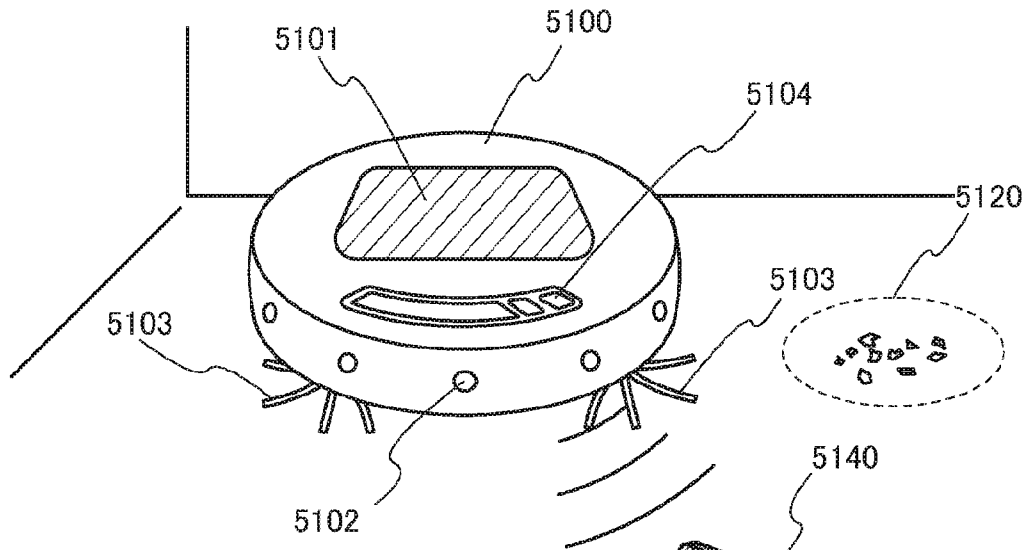


図10B

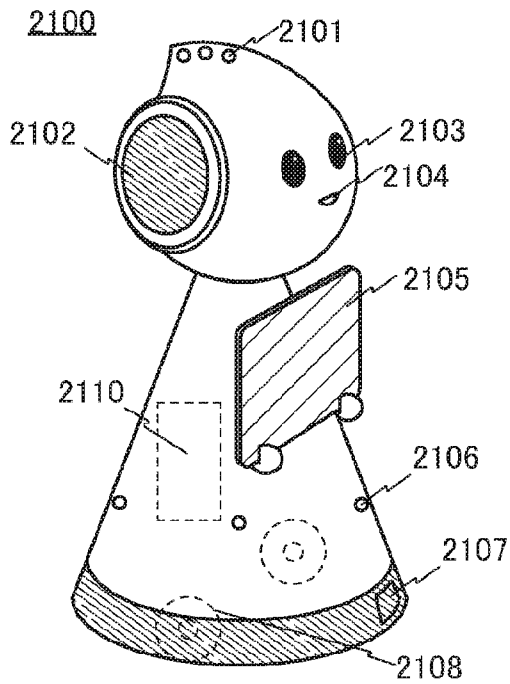
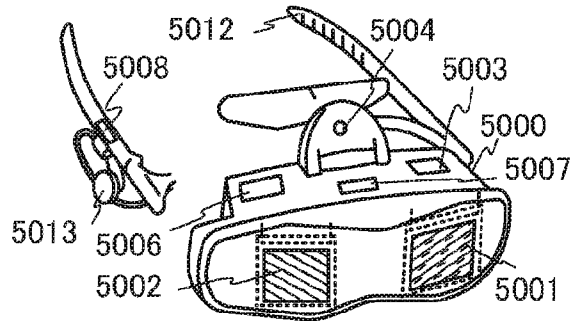


図10C



11

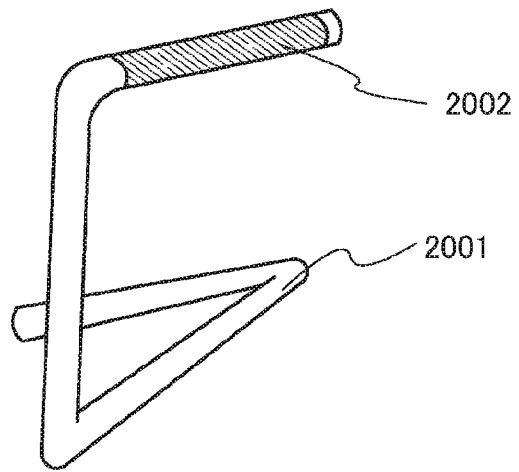


図12

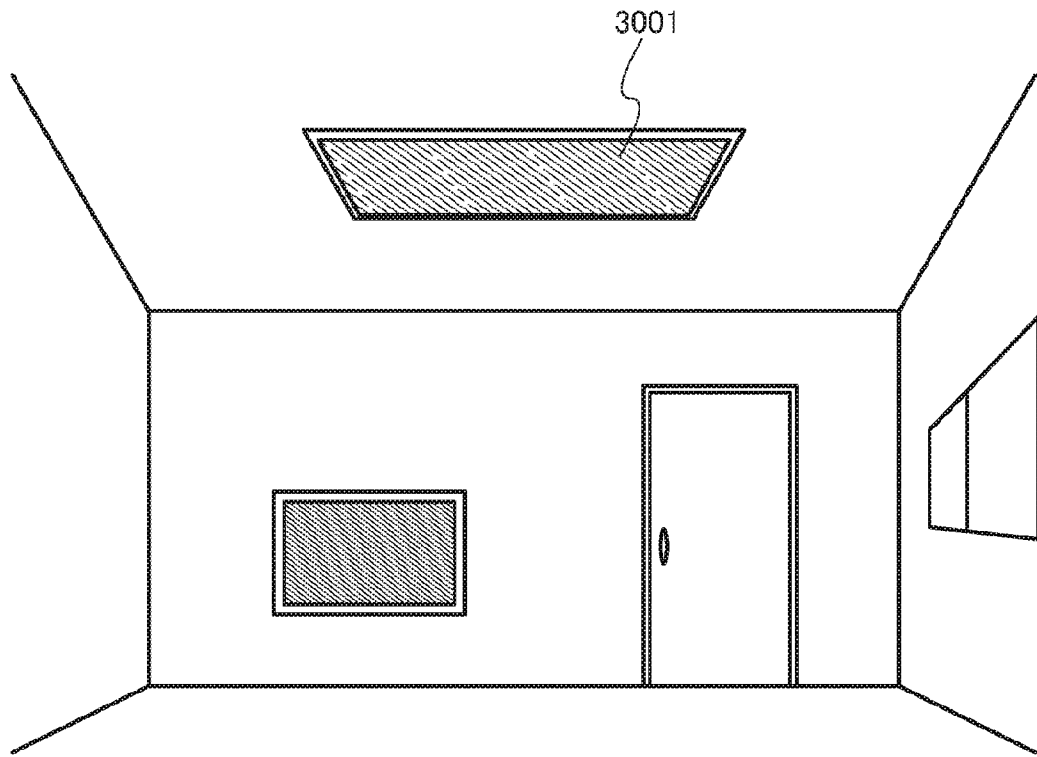
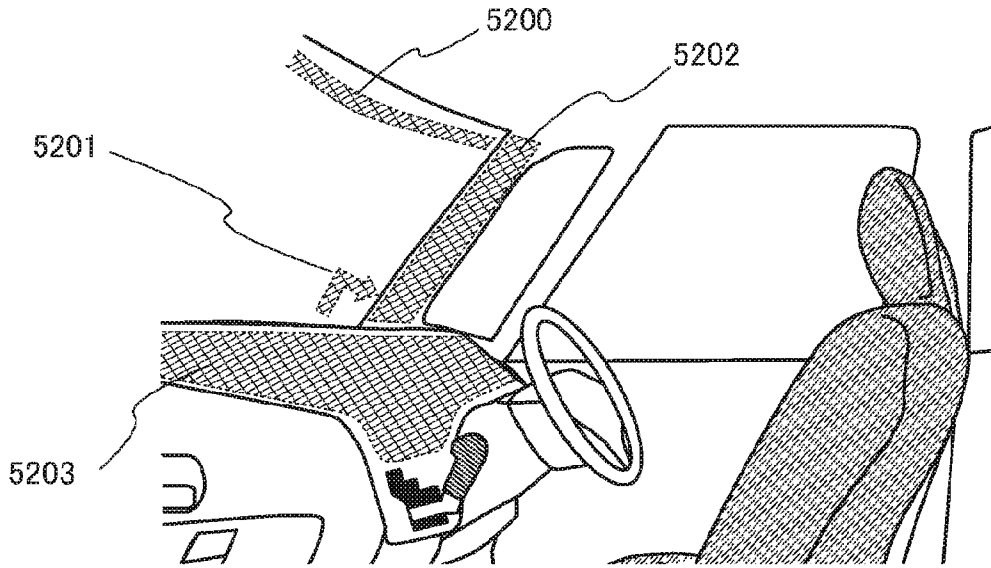
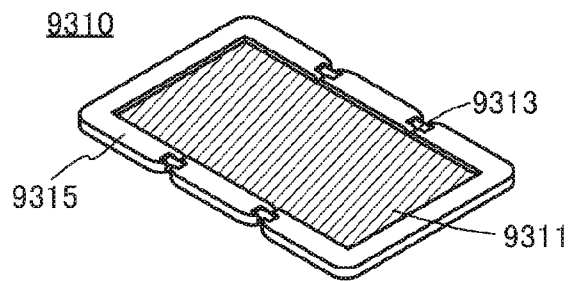


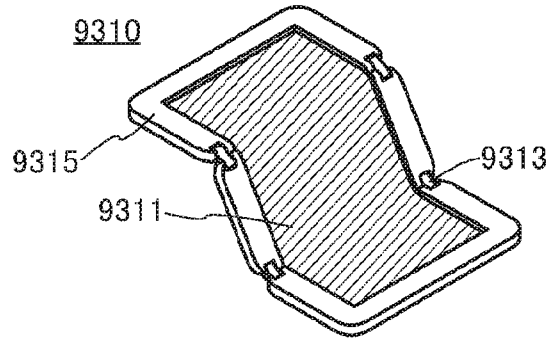
图 13



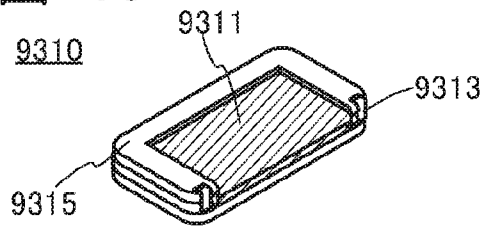
14A



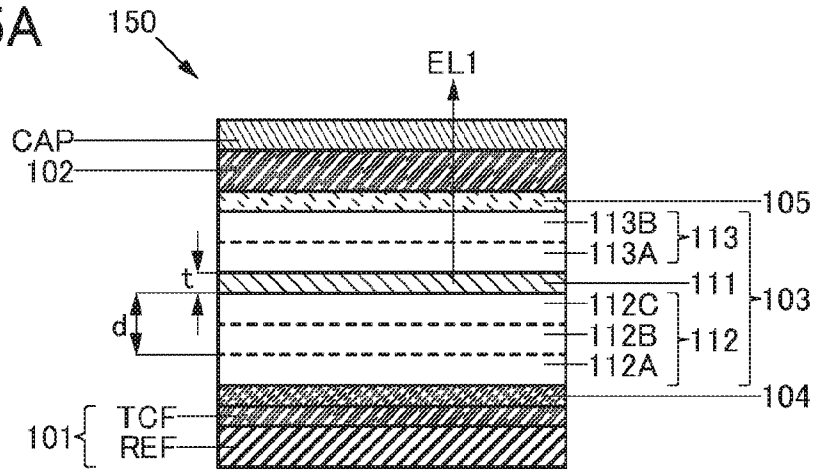
14B



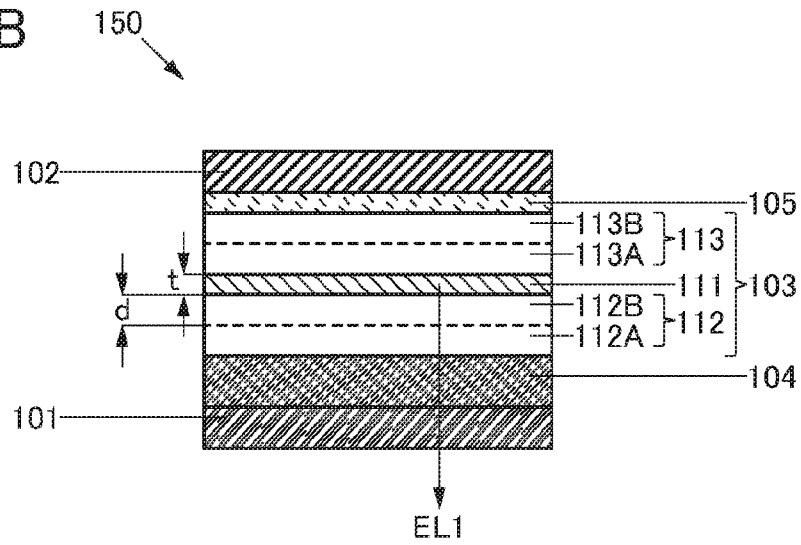
14C



15A



15B



15C

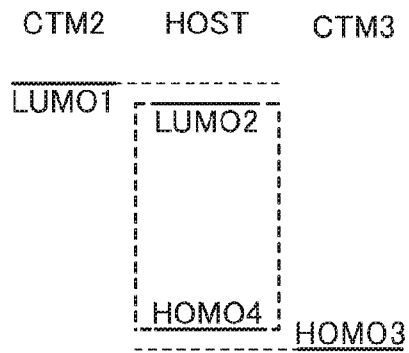


図 16

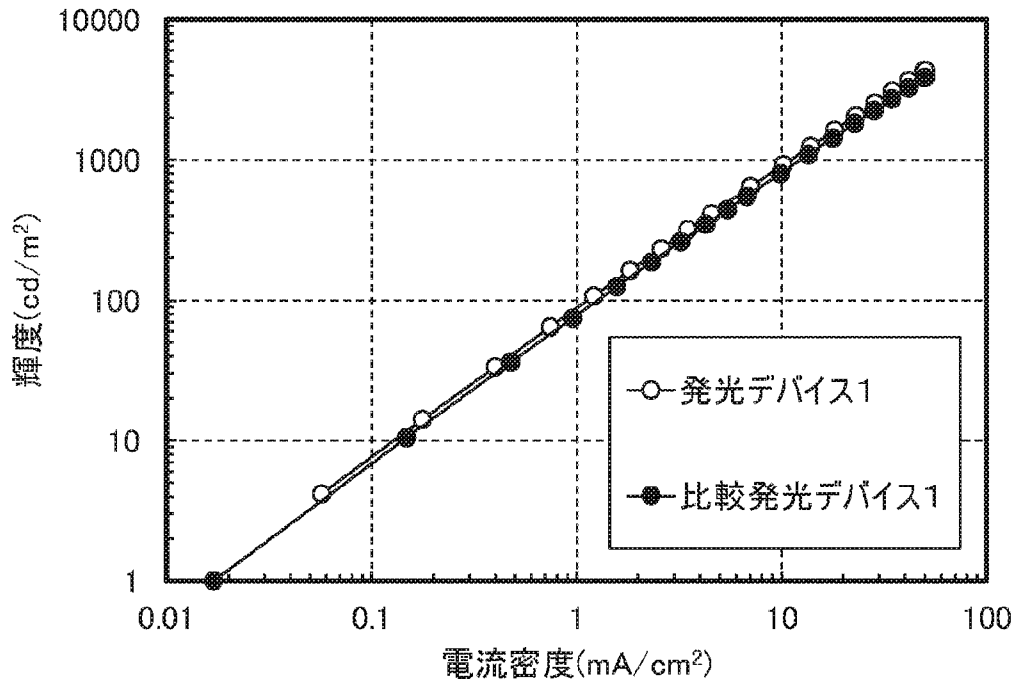


図 17

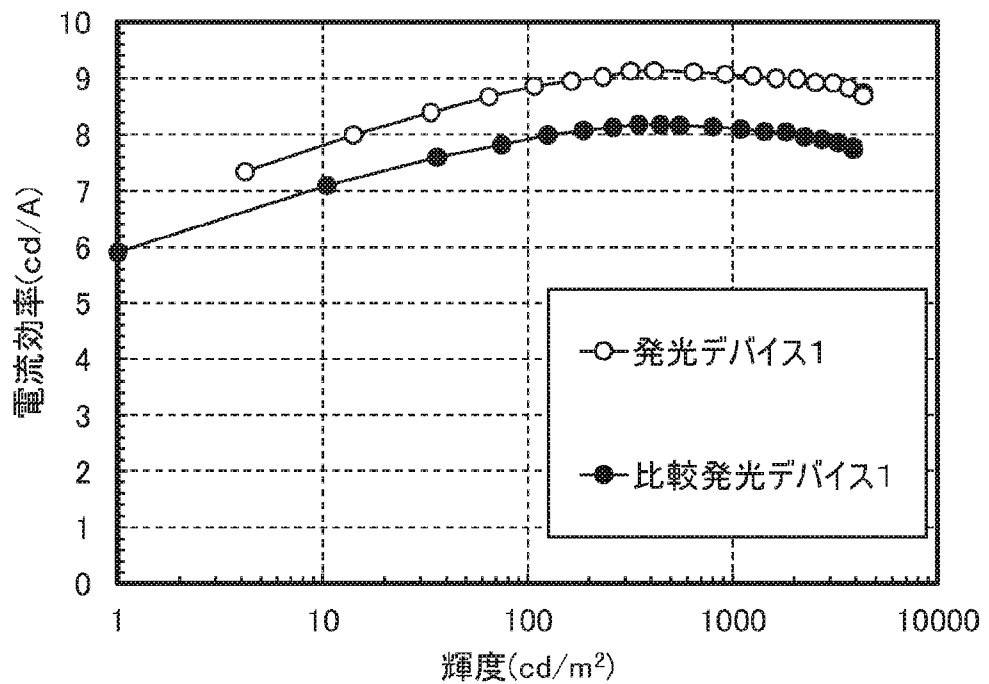


図 18

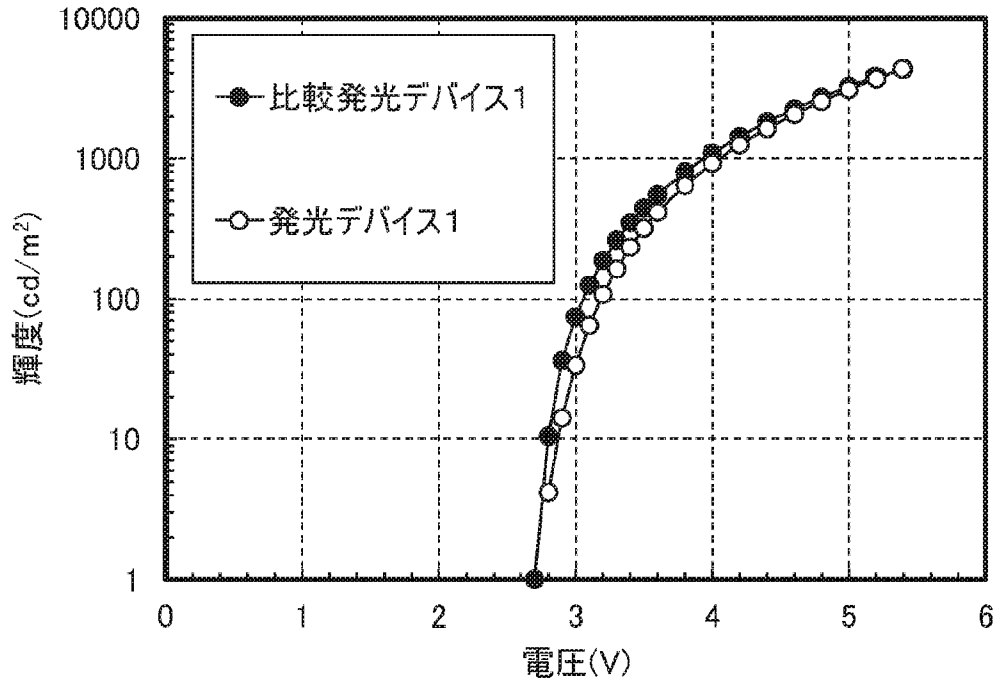


図 19

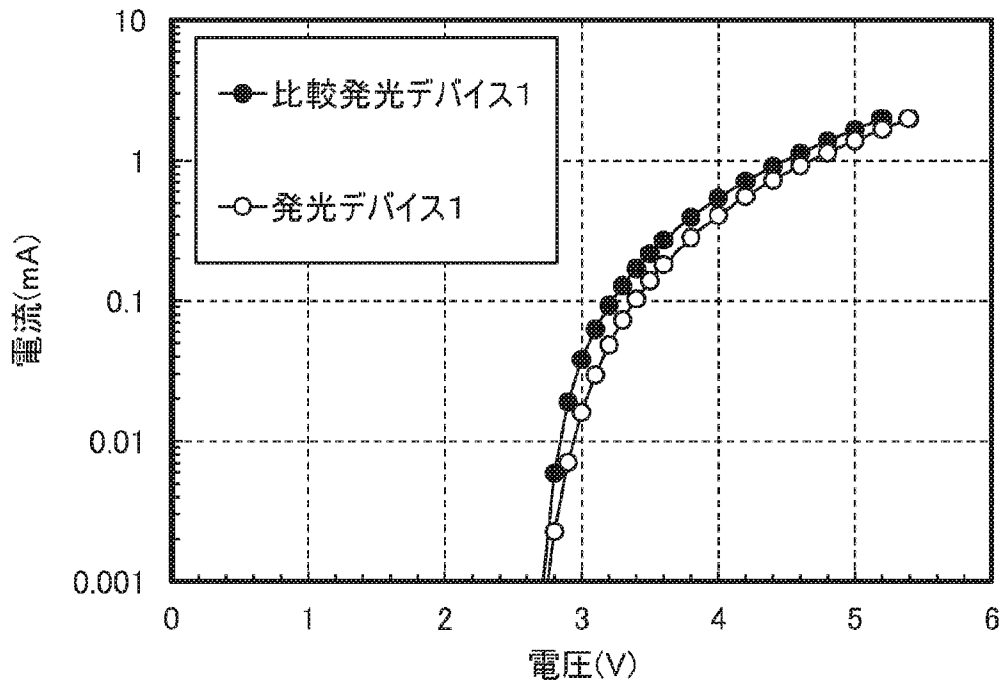


図 20

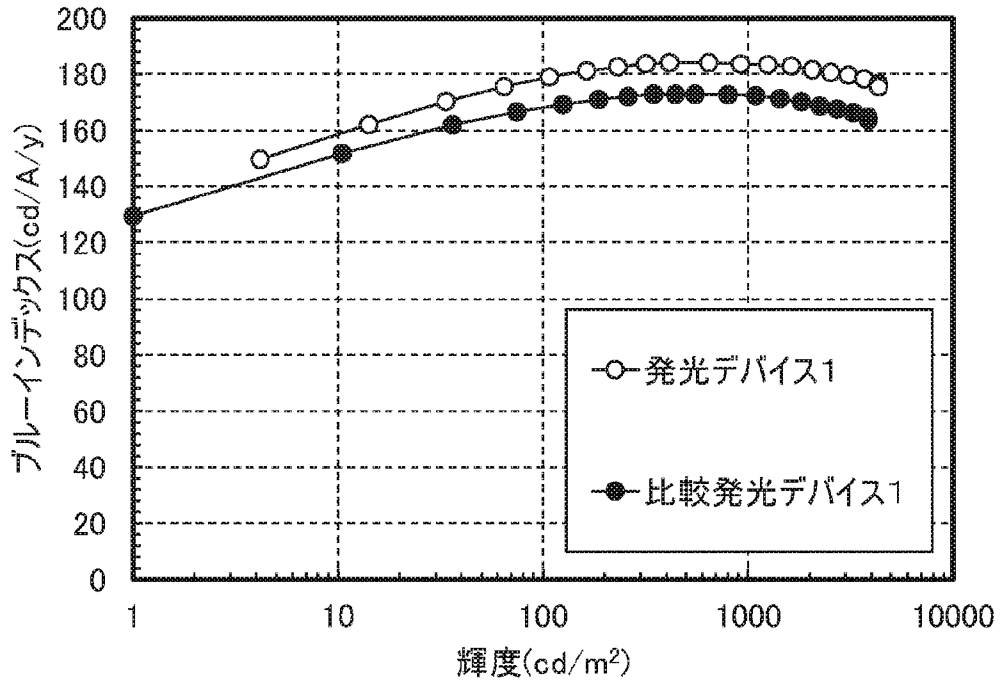


図 21

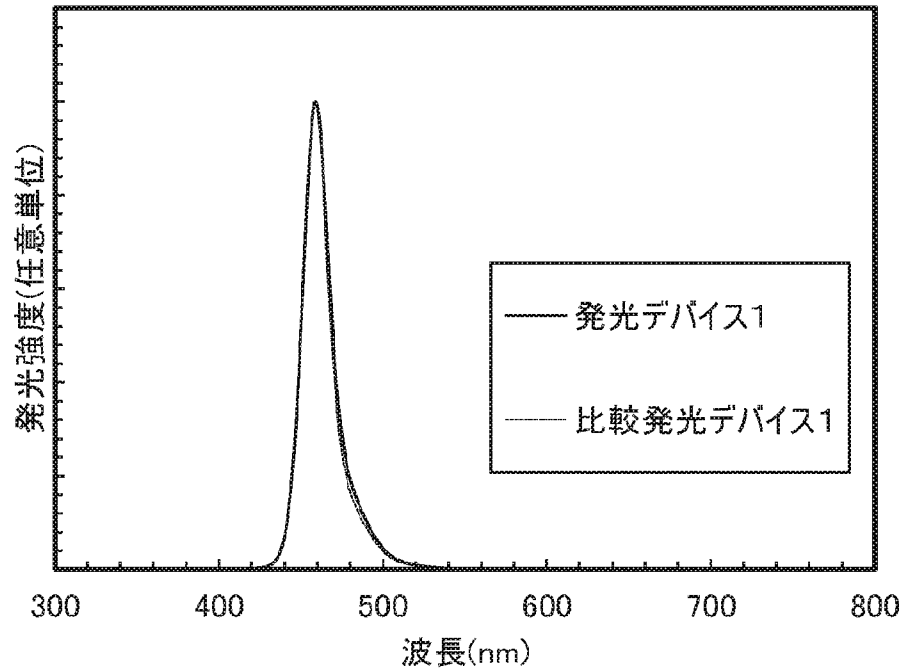


図 22

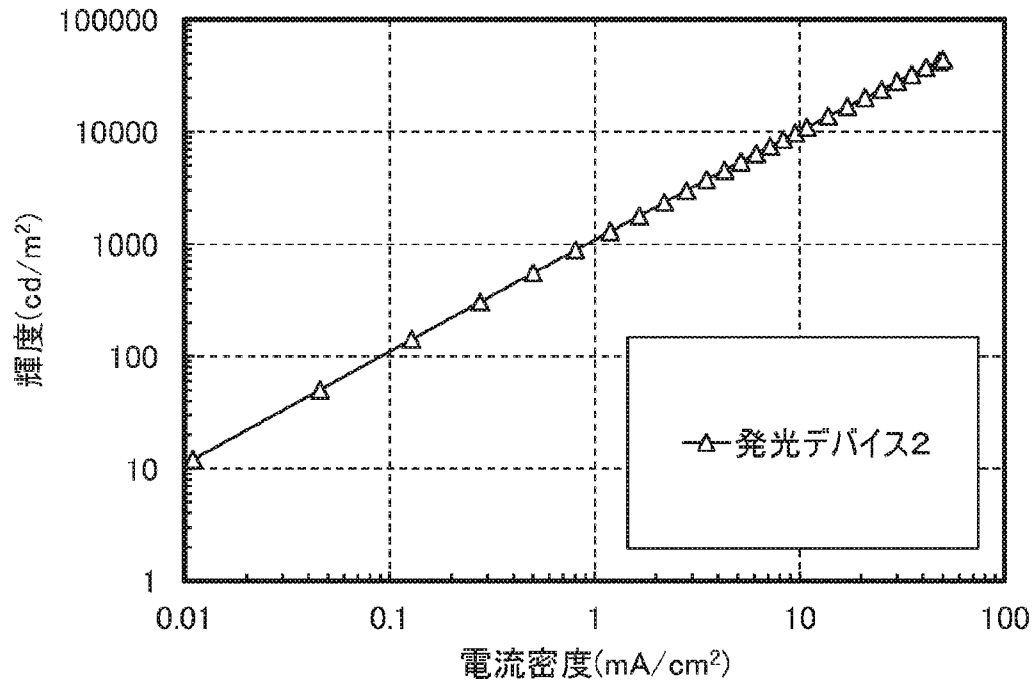


図 23

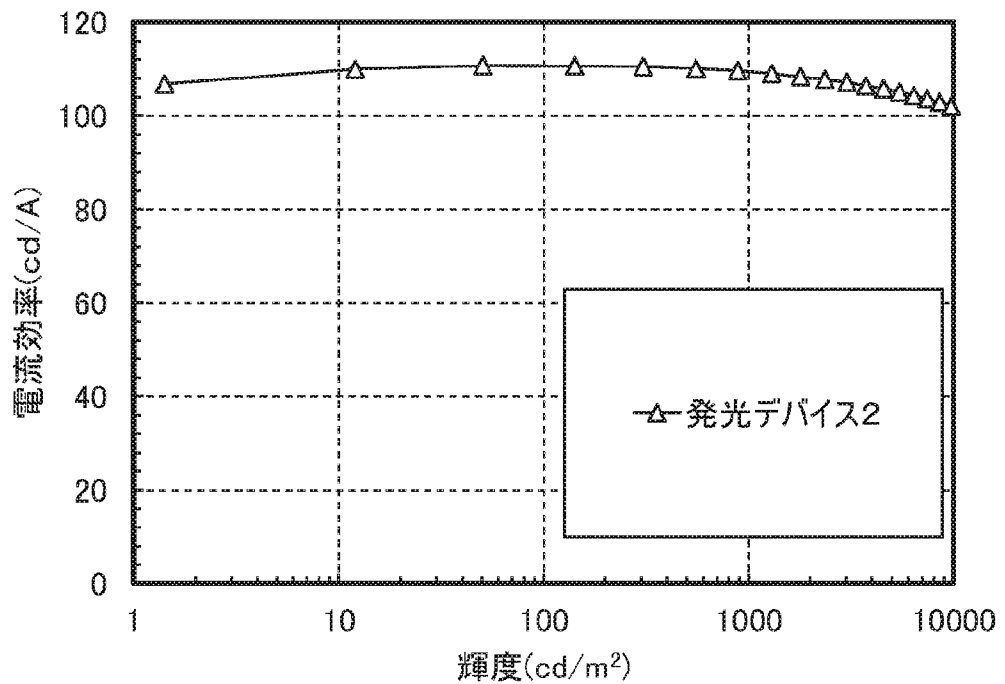


図 24

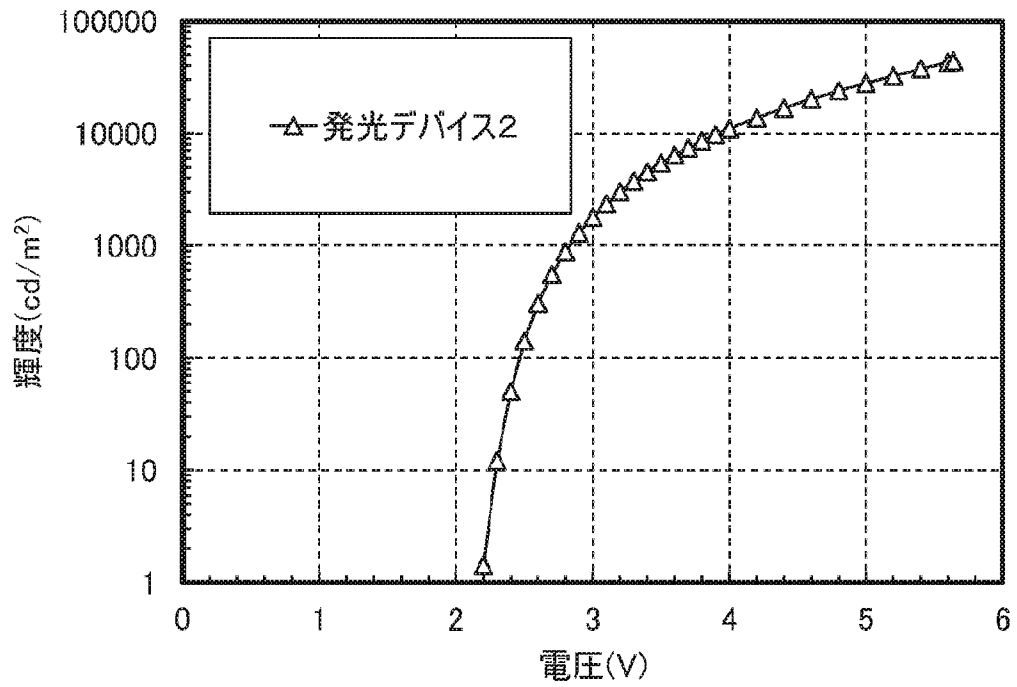


図 25

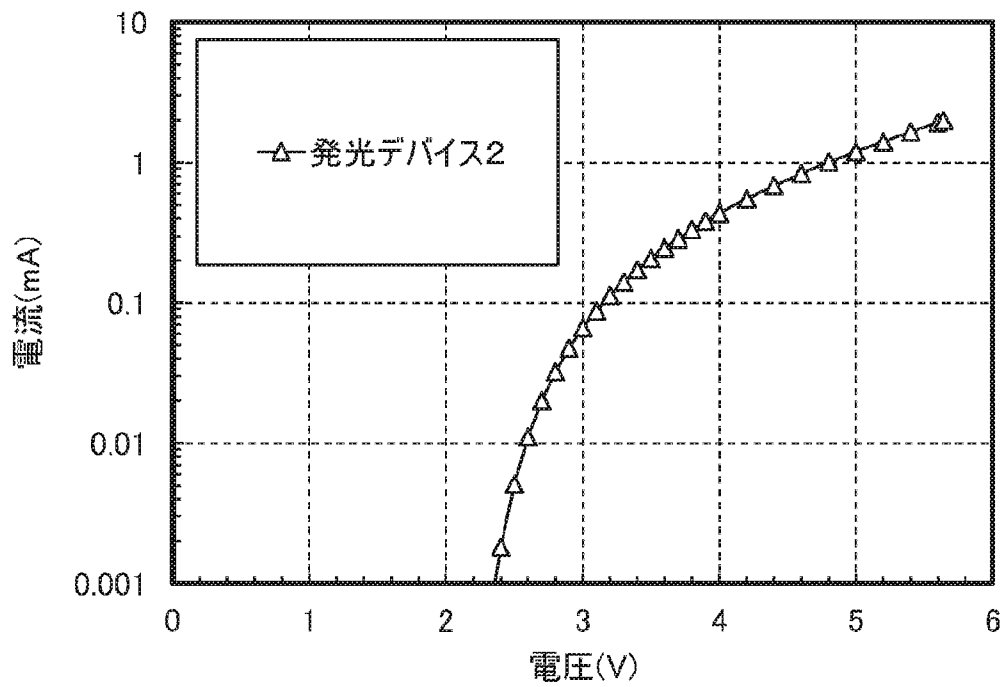


図 26

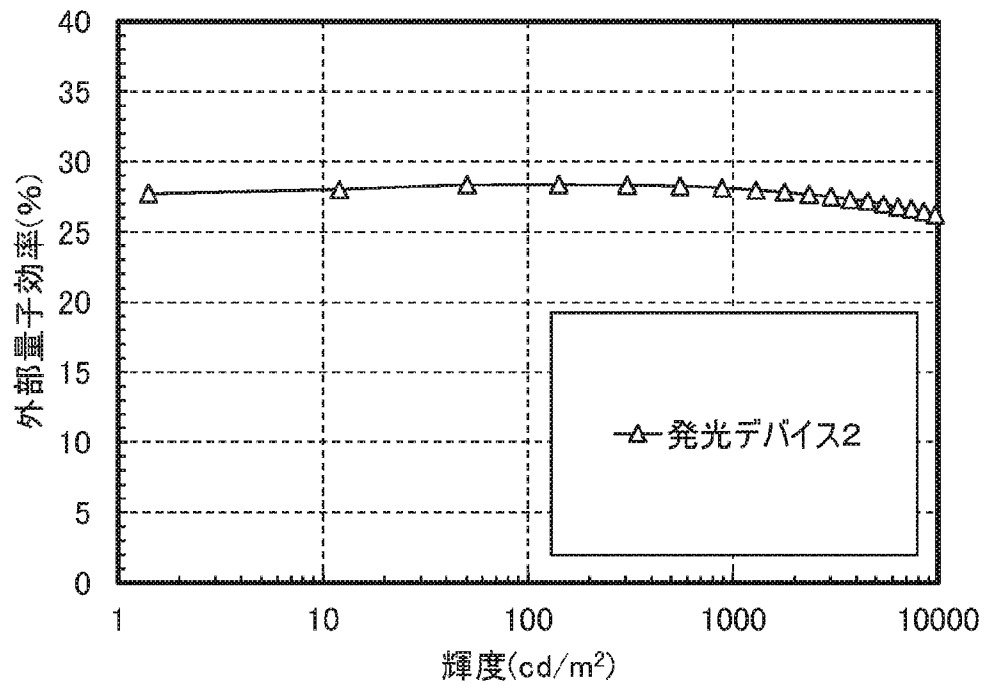
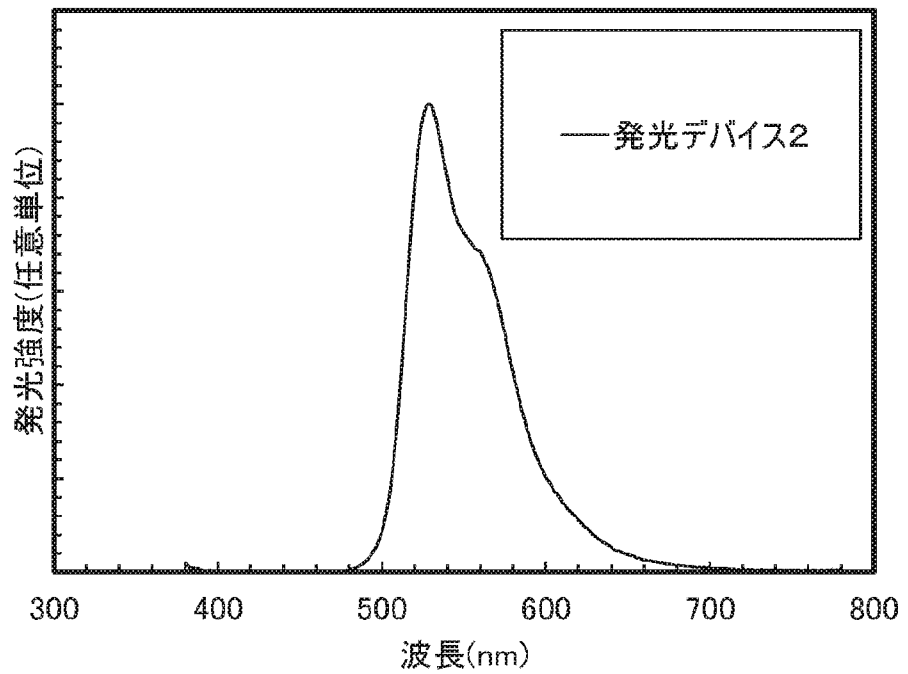


図 27



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2021/056834

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|--|
| <i>H01L 27/32</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/02</i> (2006.01)i; <i>H01L 51/50</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/24</i> (2006.01)i FI: H05B33/22 D; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/02; H05B33/22 A; H05B33/24 | | |
| 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) H01L27/32; H05B33/02; H01L51/50; H05B33/24 | | |
| 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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CAplus/REGISTRY (STN) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | CN 110950762 A (BEIJING ETERNAL MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 April 2020 (2020-04-03) paragraphs [0005]-[0012], [0049], [0051], [0079]-[0084], [0252]-[0262], [0269] | 1-20 |
| A | JP 2019-505566 A (MATERIAL SCIENCE CO., LTD.) 28 February 2019 (2019-02-28) entire text | 1-20 |
| A | JP 2007-311759 A (CANON KK) 29 November 2007 (2007-11-29) entire text, all drawings | 1-20 |
| A | JP 2009-147276 A (CANON KK) 02 July 2009 (2009-07-02) entire text, all drawings | 1-20 |
| A | CN 110373183 A (JILIN OPTICAL AND ELECTRONIC MATERIALS CO., LTD.) 25 October 2019 (2019-10-25) entire text | 1-20 |
| A | CN 110343048 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 October 2019 (2019-10-18) entire text, all drawings | 1-20 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search 05 October 2021 | | Date of mailing of the international search report 19 October 2021 |
| Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2021/056834

| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|---|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| E, X | JP 2021-118358 A (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 10 August 2021 (2021-08-10) paragraphs [0099], [0104], [0105]-[0107], [0164]-[0174] | 1-12, 14-18, 20 |
| E, A | | 13, 19 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2021/056834

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|-------------|---|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| CN | 110950762 | A | 03 April 2020 | (Family: none) | |
| JP | 2019-505566 | A | 28 February 2019 | US 2019/0016666 A1 entire text WO 2017/116167 A1 KR 10-2017-0080432 A CN 107148408 A | |
| JP | 2007-311759 | A | 29 November 2007 | US 2009/0302758 A1 entire text, all drawings WO 2007/123259 A1 CN 101427398 A KR 10-2009-0008367 A | |
| JP | 2009-147276 | A | 02 July 2009 | (Family: none) | |
| CN | 110373183 | A | 25 October 2019 | (Family: none) | |
| CN | 110343048 | A | 18 October 2019 | (Family: none) | |
| JP | 2021-118358 | A | 10 August 2021 | US 2021/0234098 A1 paragraphs [0093], [0098], [0115]-[0117], [0196]-[0210] | |

| <p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L 27/32(2006.01)i; H05B 33/02(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/24(2006.01)i FI: H05B33/22 D; H05B33/14 A; H01L27/32; H05B33/02; H05B33/22 A; H05B33/24</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|--------------|--|--------------|-------------|--|------|---|---|------|---|---|------|---|--|------|---|--|------|--------------|---|---------------------------------|---|--|---|---|-------------------|---------------------------|--|--|--|
| <p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>H01L27/32; H05B33/02; H01L51/50; H05B33/24</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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021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> <p>CAplus/REGISTRY (STN)</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 - 2021年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996 - 2021年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994 - 2021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 - 2021年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996 - 2021年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994 - 2021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>A</td> <td>CN 110950762 A (BEIJING ETERNAL MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 03.04.2020 (2020 - 04 - 03) 段落[0005]-[0012], [0049], [0051], [0079]-[0084], [0252]-[0262], [0269]</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2019-505566 A (マテリアルサイエンスカンパニーリミテッド) 28.02.2019 (2019 - 02 - 28) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2007-311759 A (キヤノン株式会社) 29.11.2007 (2007 - 11 - 29) 全文, 全図</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009-147276 A (キヤノン株式会社) 02.07.2009 (2009 - 07 - 02) 全文, 全図</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110373183 A (JILIN OPTICAL AND ELECTRONIC MATERIALS CO., LTD.) 25.10.2019 (2019 - 10 - 25) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110343048 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.10.2019 (2019 - 10 - 18) 全文, 全図</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table> <p><input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table> | | | 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 | A | CN 110950762 A (BEIJING ETERNAL MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 03.04.2020 (2020 - 04 - 03) 段落[0005]-[0012], [0049], [0051], [0079]-[0084], [0252]-[0262], [0269] | 1-20 | A | JP 2019-505566 A (マテリアルサイエンスカンパニーリミテッド) 28.02.2019 (2019 - 02 - 28) 全文 | 1-20 | A | JP 2007-311759 A (キヤノン株式会社) 29.11.2007 (2007 - 11 - 29) 全文, 全図 | 1-20 | A | JP 2009-147276 A (キヤノン株式会社) 02.07.2009 (2009 - 07 - 02) 全文, 全図 | 1-20 | A | CN 110373183 A (JILIN OPTICAL AND ELECTRONIC MATERIALS CO., LTD.) 25.10.2019 (2019 - 10 - 25) 全文 | 1-20 | A | CN 110343048 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.10.2019 (2019 - 10 - 18) 全文, 全図 | 1-20 | * 引用文献のカテゴリー | "T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの | "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | "X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの | "E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | "Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの | "L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | "&" 同一パテントファミリー文献 | "O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | | "P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 110950762 A (BEIJING ETERNAL MATERIAL TECHNOLOGY CO., LTD.) 03.04.2020 (2020 - 04 - 03) 段落[0005]-[0012], [0049], [0051], [0079]-[0084], [0252]-[0262], [0269] | 1-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | JP 2019-505566 A (マテリアルサイエンスカンパニーリミテッド) 28.02.2019 (2019 - 02 - 28) 全文 | 1-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | JP 2007-311759 A (キヤノン株式会社) 29.11.2007 (2007 - 11 - 29) 全文, 全図 | 1-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | JP 2009-147276 A (キヤノン株式会社) 02.07.2009 (2009 - 07 - 02) 全文, 全図 | 1-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 110373183 A (JILIN OPTICAL AND ELECTRONIC MATERIALS CO., LTD.) 25.10.2019 (2019 - 10 - 25) 全文 | 1-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 110343048 A (JIANGSU SUNERA TECHNOLOGY CO., LTD.) 18.10.2019 (2019 - 10 - 18) 全文, 全図 | 1-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * 引用文献のカテゴリー | "T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | "X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | "Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | "&" 同一パテントファミリー文献 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| "P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05.10.2021 | 19.10.2021 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 名称及びあて先 | 権限のある職員（特許庁審査官） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 小久保 州洋 20 1169 電話番号 03-3581-1101 内線 3271 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| C. 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------|---|-----------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求項の番号 |
| E, X | JP 2021-118358 A (三星ディスプレイ株式会社) 10.08.2021 (2021 - 08 - 10) 段落[0099], [0104], [0105]-[0107], [0164]-[0174] | 1-12, 14-18, 20 |
| E, A | | 13, 19 |

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/IB2021/056834

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|------------------|------------|---|-----|
| CN 110950762 A | 03.04.2020 | (ファミリーなし) | |
| JP 2019-505566 A | 28.02.2019 | US 2019/0016666 A1 全文 WO 2017/116167 A1 KR 10-2017-0080432 A CN 107148408 A | |
| JP 2007-311759 A | 29.11.2007 | US 2009/0302758 A1 全文, 全図 WO 2007/123259 A1 CN 101427398 A KR 10-2009-0008367 A | |
| JP 2009-147276 A | 02.07.2009 | (ファミリーなし) | |
| CN 110373183 A | 25.10.2019 | (ファミリーなし) | |
| CN 110343048 A | 18.10.2019 | (ファミリーなし) | |
| JP 2021-118358 A | 10.08.2021 | US 2021/0234098 A1 段落[0093], [0098], [0115]-[0117], [0196]- [0210] | |