(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
2021年12月16日(16.12.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/250512 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 27/32 (2006.01) *H05B 33/14* (2006.01)
H05B 33/12 (2006.01) *H05B 33/24* (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01) *H05B 33/28* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/IB2021/054850

(22) 国際出願日： 2021年6月3日(03.06.2021)

(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 2020-102473 2020年6月12日(12.06.2020) JP

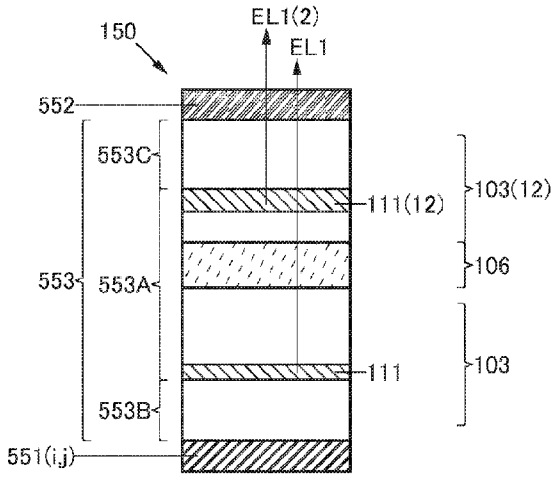
(71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398 Kanagawa (JP).

(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). 河野優太(KAWANO, Yuta); 〒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).

(54) **Title:** LIGHT-EMITTING DEVICE, DISPLAY PANEL, LIGHT-EMITTING APPARATUS, DISPLAY APPARATUS, ELECTRONIC EQUIPMENT, AND ILLUMINATION APPARATUS

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

図1A



(57) **Abstract:** Provided is a new optical functional device with excellent convenience, utility, or reliability. This light-emitting device has a first electrode, a second electrode, and an EL layer. The first electrode has a first transmittance. The second electrode overlaps with the first electrode and the second electrode has a second transmittance higher than the first transmittance. The EL layer is sandwiched between the first electrode and the second electrode, and is provided with a first region, a second region, and a third region. The first region is sandwiched between the second region and the third region. The second region is sandwiched between the first electrode and the first region, and has a first refractive index.

WO 2021/250512 A1

[続葉有]

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

— 白黒。出願原本にはカラー又はグレースケールの情報が含まれており、PATENTSCOPE からのダウンロードが可能。

The third region is sandwiched between the first region and the second electrode, and has a second refractive index. The second refractive index is lower than the first refractive index. The EL layer includes a first unit, a second unit, and an intermediate layer. The intermediate layer is sandwiched between the first unit and the second unit, and is provided with a function of supplying a hole to one of the first unit and the second unit and supplying an electron to the other.

(57) 要約:利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供する。 第１の電極と、第２の電極と、ＥＬ層と、を有する発光デバイスであって、第１の電極は第１の透過率を備え、第２の電極は第１の電極と重なり、第２の電極は第１の透過率より高い第２の透過率を備える。ＥＬ層は第１の電極および第２の電極の間に挟まれ、第１の領域、第２の領域および第３の領域を備え、第１の領域は第２の領域および第３の領域の間に挟まれ、第２の領域は第１の電極および第１の領域に挟まれ、第１の屈折率を備える。第３の領域は第１の領域および第２の電極の間に挟まれ、第２の屈折率を備え、第２の屈折率は第１の屈折率より低く、ＥＬ層は第１のユニット、第２のユニットおよび中間層を含み、中間層は第１のユニットおよび第２のユニットの間に挟まれ、第１のユニットおよび第２のユニットの一方に正孔を供給し、他方に電子を供給する機能を備える。

明細書

発明の名称

発光デバイス、表示パネル、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、表示パネル、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、一対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、照明等に応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、非特許文献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および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］特開平１１－２８２１８１号公報

［特許文献２］特開２００９－９１３０４号公報

［特許文献３］米国特許出願公開第２０１０／１０４９６９

［非特許文献］

［００１０］

［非特許文献１］Ｊａｅｈｏ　Ｌｅｅ、他１２名，「Ｓｙｎｅｒｇｅｔｉｃ　ｅｌｅｃｔｒｏｄｅ　ａｒｃｈｉｔｅｃｔｕｒｅ　ｆｏｒ　ｅｆｆｉｃｉｅｎｔ　ｇｒａｐｈｅｎｅ－ｂａｓｅｄ　ｆｌｅｘｉｂｌｅ　ｏｒｇａｎｉｃ　ｌｉｇｈｔ－ｅｍｉｔｔｉｎｇ　ｄｉｏｄｅｓ」，ｎａｔｕｒｅ　ＣＯＭＭＵＮＩＣＡＴＩＯＮＳ，平成２８年6月２日，ＤＯＩ：１０．１０３８／ｎｃｏｍｍｓ１１７９１

発明の概要

発明が解決しようとする課題

［００１１］

本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示パネルを提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な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、新規な表示パネル、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。

［００１２］

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

［００１３］

（１）本発明の一態様は、第１の電極と、第２の電極と、ＥＬ層と、を有する。

［００１４］

第１の電極は第１の透過率Ｔ１を備える。第２の電極は第１の電極と重なる領域を備え、第２の電

極は第２の透過率Ｔ２を備える。また、第２の透過率Ｔ２は第１の透過率Ｔ１より高い。

［００１５］

ＥＬ層は第１の電極および第２の電極の間に挟まれる領域を備え、ＥＬ層は第１の領域、第２の領域および第３の領域を備え、第１の領域は第２の領域および第３の領域の間に挟まれる部分を備える。

［００１６］

第２の領域は第１の電極および第１の領域に挟まれる領域を備え、第２の領域は第１の屈折率ｎ１を備える。

［００１７］

第３の領域は第１の領域および第２の電極の間に挟まれる領域を備え、第３の領域は第２の屈折率ｎ２を備え、第２の屈折率ｎ２は第１の屈折率ｎ１より低い。

［００１８］

ＥＬ層は第１のユニット、第２のユニットおよび中間層を含み、中間層は第１のユニットおよび第２のユニットの間に挟まれる。

［００１９］

中間層は第１のユニットおよび第２のユニットの一方に正孔を供給し、他方に電子を供給する機能を備える。

［００２０］

第１のユニットは第１の電極および中間層の間に挟まれ、第１のユニットは第１の発光性の材料を含む層を備える。

［００２１］

第２のユニットは中間層および第２の電極の間に挟まれ、第２のユニットは第２の発光性の材料を含む層を備える。

［００２２］

第１の領域は第１の発光性の材料を含む層および第２の発光性の材料を含む層を含む。

［００２３］

これにより、第１の領域から射出される光を効率よく第２の電極から取り出すことができる。または、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能にすることができる。または、信頼性を向上することができる。または、同一の輝度で比較して駆動電圧を低減することができる。または、消費電力を抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００２４］

（２）また、本発明の一態様は、第１の発光性の材料を含む層が青色の光を発する機能を備え、第２の発光性の材料を含む層も、青色の光を発する機能を備える、上記の発光デバイスである。

［００２５］

これにより、発光性の材料を含む層から射出される光と、発光性の材料を含む層から射出される光とが、互いに強め合う位置に、それぞれを配置することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光と、電極に反射された光とが、互いに強め合う位置に、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、第１の領域から射出される光を効率よく第２の電極から取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供する

ことができる。

［００２６］

（３）また、本発明の一態様は、第２のユニットが第３の発光性の材料を含む層を備える上記の発光デバイスである。

［００２７］

また、第１の発光性の材料を含む層は、青色の光を発する機能を備え、第２の発光性の材料を含む層は、赤色の光を発する機能を備え、第３の発光性の材料を含む層は、緑色の光を発する機能を備える。

［００２８］

これにより、第１の領域から複数の色の光を射出することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光と、第１の電極に反射された光とが、互いに強め合う位置に、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光の波長に応じて、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、演色性に優れた発光デバイスを提供することができる。または、第１の領域から射出される光を効率よく第２の電極から取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００２９］

（４）また、本発明の一態様は、第３の領域は第２の領域より電子輸送性に優れる、上記の発光デバイスである。

［００３０］

（５）また、本発明の一態様は、第３の領域が第２の領域より正孔輸送性に優れる、上記の発光デバイスである。

［００３１］

（６）また、本発明の一態様は、機能層と、画素と、を有する表示パネルである。

［００３２］

機能層は画素回路を備え、画素は画素回路および上記の発光デバイスを備える。また、第１の電極は機能層および第２の電極間に挟まれる領域を備え、第１の電極は画素回路と電気的に接続される。

［００３３］

これにより、画素回路を用いて発光デバイスの発光を制御することができる。または、画像情報を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００３４］

（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。

［００３５］

（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。

［００３６］

（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。

［００３７］

（１０）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。

［００３８］

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。

［００３９］

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ー、例えば異方導電性フィルム又はＴＣＰ（Ｔａｐｅ　Ｃａｒｒｉｅｒ　Ｐａｃｋａｇｅ）が取り付けられたモジュール、ＴＣＰの先にプリント配線板が設けられたモジュール、又は発光素子にＣＯＧ（Ｃｈｉｐ　Ｏｎ　Ｇｌａｓｓ）方式によりＩＣ（集積回路）が直接実装されたモジュールも、発光装置に含む場合がある。さらに、照明器具等は、発光装置を有する場合がある。

発明の効果

［００４０］

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表示パネル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、新規な表示パネル、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。

［００４１］

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

［００４２］

図１Ａおよび図１Ｂは、実施の形態に係る発光デバイスの構成を説明する図である。

図２Ａおよび図２Ｂ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３Ａおよび図３Ｂ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４Ａおよび図４Ｂ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５Ａおよび図５Ｂ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６Ａおよび図６Ｂ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７Ａ乃至図７Ｃ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８は、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する回路図である。

図９は実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

図１０Ａおよび図１０Ｂは、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

図１１Ａおよび図１１Ｂは、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

図１２Ａおよび図１２Ｂは、実施の形態に係る機能パネルの構成を説明する断面図である。

図１３Ａおよび図１３Ｂはアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。

図１４Ａおよび図１４Ｂはアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。

図１５はアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。

図１６Ａおよび図１６Ｂはパッシブマトリクス型発光装置の概念図である。

図１７Ａおよび図１７Ｂは照明装置を表す図である。

図１８Ａ、図１８Ｂ１、図１８Ｂ２および図１８Ｃは電子機器を表す図である。

図１９Ａ乃至図１９Ｃは電子機器を表す図である。

図２０は照明装置を表す図である。

図２１は照明装置を表す図である。

図２２は車載表示装置及び照明装置を表す図である。

図２３Ａ乃至図２３Ｃは電子機器を表す図である。

図２４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２５は、発光デバイス１乃至発光デバイス３に用いた材料の波長－常光屈折率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構成を説明する発光スペクトルである。

発明を実施するための形態

［００４３］

第１の電極と第２の電極とＥＬ層とを有する、発光デバイスであって、第１の電極は第１の透過率を備え、第２の電極は第１の電極と重なる領域を備え、第２の電極は第２の透過率を備え、第２の透過率は第１の透過率より高い。また、ＥＬ層は第１の電極および第２の電極の間に挟まれる領域を備え、ＥＬ層は第１の領域、第２の領域および第３の領域を備え、第１の領域は第２の領域および第３の領域の間に挟まれる部分を備え、第２の領域は第１の電極および第１の領域に挟まれる領域を備え、第２の領域は第１の屈折率を備え、第３の領域は第１の領域および第２の電極の間に挟まれる領域を備え、第３の領域は第２の屈折率を備え、第２の屈折率は第１の屈折率より低い。また、ＥＬ層は第１のユニット、第２のユニットおよび中間層を含み、中間層は第１のユニットおよび第２のユニットの間に挟まれ、中間層は第１のユニットおよび第２のユニットの一方に正孔を供給し、他方に電子を供給する機能を備え、第１のユニットは第１の電極および中間層の間に挟まれ、第１のユニットは第１の発光性の材料を含む層を備え、第２のユニットは中間層および第２の電極の間に挟まれ、第２のユニットは第２の発光性の材料を含む層を備える。なお、第１の領域は第１の発光性の材料を含む層および第２の発光性の材料を含む層を含む。

［００４４］

これにより、第１の領域から射出される光を効率よく第２の電極から取り出すことができる。または、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能にすることができる。または、信頼性を向上することができる。または、同一の輝度で比較して駆動電圧を低減することができる。または、消費電力を抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００４５］

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。

［００４６］

（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乃至図３を参照しながら説明する。

［００４７］

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、図１Ａとは異なる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。

［００４８］

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図であり、図２Ｂは、図２Ａとは異なる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。

［００４９］

図３Ａ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り、図３Ｂは、図３Ａとは異な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。

［００５０］

＜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、電極５５１（ｉ，ｊ）と、電極５５２と、ＥＬ層５５３と、を有する（図１Ａ参照）。

［００５１］

電極５５１（ｉ，ｊ）は透過率Ｔ１を備える。また、電極５５２は電極５５１（ｉ，ｊ）と重なる領域を備え、電極５５２は透過率Ｔ２を備える。透過率Ｔ２は透過率Ｔ１より高い。なお、電極５５１（ｉ，ｊ）は電極５５２より高い反射率を備える。

［００５２］

＜ＥＬ層５５３の構成例１＞

ＥＬ層５５３は、電極５５１（ｉ，ｊ）および電極５５２の間に挟まれる領域を備える。また、ＥＬ層５５３は、領域５５３Ａ、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃを備える。

［００５３］

領域５５３Ａは、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃの間に挟まれる部分を備える。なお、領域５５３Ａは発光性の材料を含む層１１１および層１１１（１２）を含む。

［００５４］

領域５５３Ｂは電極５５１（ｉ，ｊ）および領域５５３Ａに挟まれる領域を備え、領域５５３Ｂは屈折率ｎ１を備える。

［００５５］

領域５５３Ｃは領域５５３Ａおよび電極５５２の間に挟まれる領域を備え、領域５５３Ｃは屈折率ｎ２を備える。また、屈折率ｎ２は屈折率ｎ１より低い。

［００５６］

＜ＥＬ層５５３の構成例２＞

ＥＬ層５５３は、ユニット１０３、ユニット１０３（１２）および中間層１０６を含む（図１Ａ参照）。

［００５７］

《中間層１０６の構成例》

中間層１０６はユニット１０３およびユニット１０３（１２）の間に挟まれ、中間層１０６はユニット１０３およびユニット１０３（１２）の一方に正孔を供給し、他方に電子を供給する機能を備える。

［００５８］

《ユニット１０３の構成例１》

ユニット１０３は電極５５１（ｉ，ｊ）および中間層１０６の間に挟まれ、ユニット１０３は発光性の材料を含む層１１１を備える。

［００５９］

《ユニット１０３（１２）の構成例１》

ユニット１０３（１２）は中間層１０６および電極５５２の間に挟まれ、ユニット１０３（１２）は、発光性の材料を含む層１１１（１２）を備える。

［００６０］

《領域５５３Ａの構成例》

領域５５３Ａは発光性の材料を含む層１１１および発光性の材料を含む層１１１（１２）を含む。例えば、発光性の材料を含む層１１１（１２）は発光性の材料を含む層１１１および電極５５２の間に挟まれる領域を備える。

［００６１］

これにより、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５２から取り出すことができる。または、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能にすることができる。または、信頼性を向上することができる。または、同一の輝度で比較して駆動電圧を低減することができる。または、消費電力を抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００６２］

《ユニット１０３（１２）の構成例２》

例えば、ユニット１０３が射出する光と同じ色の光を射出する構成を、ユニット１０３（１２）に用いることができる。具体的には、青色の光を発する発光性の材料を、発光性の材料を含む層１１１および発光性の材料を含む層１１１（１２）に用いることができる。

［００６３］

これにより、発光性の材料を含む層１１１から射出される光と、発光性の材料を含む層１１１（１２）から射出される光とが、互いに強め合う位置に、それぞれを配置することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光と、電極５５１（ｉ，ｊ）に反射された光とが、互いに強め合う位置に、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５２から取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００６４］

《ユニット１０３（１２）の構成例３》

ユニット１０３（１２）は発光性の材料を含む層１１１（１３）を備える（図２Ａ参照）。例えば、発光性の材料を含む層１１１（１２）は発光性の材料を含む層１１１および電極５５２の間に挟まれる領域を備え、発光性の材料を含む層１１１（１３）は発光性の材料を含む層１１１（１２）および電極５５２の間に挟まれる領域を備える。

［００６５］

《発光性の材料を含む層の構成例１》

発光性の材料を含む層１１１は青色の光を発する機能を備え、発光性の材料を含む層１１１（１２）は赤色の光を発する機能を備え、発光性の材料を含む層１１１（１３）は緑色の光を発する機能を備える。例えば、発光性の材料を含む層１１１（１２）は発光性の材料を含む層１１１および電極５５２の間に挟まれる領域を備え、発光性の材料を含む層１１１（１３）は発光性の材料を含む層１１１および発光性の材料を含む層１１１（１２）の間に挟まれる領域を備える。

［００６６］

これにより、領域５５３Ａから複数の色の光を射出することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光と、電極５５１（ｉ，ｊ）に反射された光とが、互いに強め合う位置に、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光の波長に応じて、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、演色性に優れた発光デバイスを提供することができる。または、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５２から取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００６７］

＜発光デバイス１５０の構成例２＞

また、本実施の形態で説明する発光デバイス１５０は、電極５５１（ｉ，ｊ）と、電極５５２と、ＥＬ層５５３と、を有する（図１Ｂ参照）。

［００６８］

なお、発光デバイス１５０の構成例２は、電極５５２の透過率Ｔ２が電極５５１（ｉ，ｊ）の透過率Ｔ１より低く、領域５５３Ｂの屈折率ｎ１が領域５５３Ｃの屈折率ｎ２より低い点が、図１Ａを参照しながら説明する発光デバイスとは異なる。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。

［００６９］

これにより、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５１（ｉ，ｊ）から取り出すことができる。または、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能にすることができる。または、信頼性を向上することができる。または、同一の輝度で比較して駆動電圧を低減することができる。または、消費電力を抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００７０］

《ユニット１０３（１２）の構成例４》

例えば、ユニット１０３が射出する光と同じ色の光を射出する構成を、ユニット１０３（１２）に用いることができる。具体的には、青色の光を発する発光性の材料を、発光性の材料を含む層１１１および発光性の材料を含む層１１１（１２）に用いることができる。

［００７１］

これにより、発光性の材料を含む層１１１から射出される光と、発光性の材料を含む層１１１（１２）から射出される光とが、互いに強め合う位置に、それぞれを配置することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光と、電極５５２に反射された光とが、互いに強め合う位置に、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５１（ｉ，ｊ）から取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００７２］

《ユニット１０３の構成例２》

ユニット１０３は発光性の材料を含む層１１１（１３）を備える（図２Ｂ参照）。例えば、発光性の材料を含む層１１１（１２）は発光性の材料を含む層１１１および電極５５２の間に挟まれる領域を備え、発光性の材料を含む層１１１（１３）は発光性の材料を含む層１１１および電極５５１（ｉ，ｊ）の間に挟まれる領域を備える。

［００７３］

《発光性の材料を含む層の構成例２》

発光性の材料を含む層１１１は赤色の光を発する機能を備え、発光性の材料を含む層１１１（１２）は青色の光を発する機能を備え、発光性の材料を含む層１１１（１３）は緑色の光を発する機能を備える。

［００７４］

これにより、領域５５３Ａから複数の色の光を射出することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光と、電極５５２に反射された光とが、互いに強め合う位置に、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、発光性の材料を含む層から射出される光の波長に応じて、発光性の材料を含む層を配置することができる。または、演色性に優れた発光デバイスを提供することができる。または、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５１（ｉ，ｊ）から取り出すことができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができる。

［００７５］

＜発光デバイス１５０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、電極１０１と、電極１０２と、ＥＬ層５５３と、を有する（図３Ａ参照）。電極１０２は電極１０１と重なる領域を備える。

［００７６］

ＥＬ層５５３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、ＥＬ層５５３は領域５５３Ａ、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃを備える。領域５５３Ａは領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃの間に挟まれる部分を備える。

［００７７］

＜発光デバイス１５０の構成例４＞

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、ＥＬ層５５３と、を有する（図３Ｂ参照）。なお、領域５５３Ｃが中間層１０６を備える点および中間層１０６が電極１０２と接する点が、図３Ａを参照しながら説明する発光デバイスとは異なる。

［００７８］

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。

［００７９］

（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４および図５を参照しながら説明する。

［００８０］

図４Ａ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４Ｂは、図４Ａとは異なる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。

［００８１］

図５Ａは、本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する図であり、図５Ｂは、図５Ａとは異なる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。

［００８２］

＜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、電極５５１（ｉ，ｊ）と、電極５５２と、ＥＬ層５５３と、を有する（図４Ａ参照）。

［００８３］

電極５５１（ｉ，ｊ）は透過率Ｔ１を備える。電極５５２は電極５５１（ｉ，ｊ）と重なる領域を備え、電極５５２は透過率Ｔ２を備える。また、透過率Ｔ２は透過率Ｔ１より高い。なお、電極５５１（ｉ，ｊ）は電極５５２より高い反射率を備える。

［００８４］

電極５５１（ｉ，ｊ）および電極５５２のいずれか一方を陽極に、他方を陰極に用いることができる。

［００８５］

例えば、４．０ｅＶ以上の仕事関数を備える材料を陽極に好適に用いることができる。

［００８６］

例えば、陽極より仕事関数が小さい材料を陰極に用いることができる。具体的には、３．８ｅＶ以下の仕事関数を備える材料を好適に用いることができる。

［００８７］

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、陰極に用いることができる。

［００８８］

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、陰極に用いることができる。

［００８９］

《電極５５１（ｉ，ｊ）の構成例１》

例えば、導電性材料を電極５５１（ｉ，ｊ）に用いることができる。または、反射膜および導電膜を積層した材料を電極５５１（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［００９０］

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用いることができる。

［００９１］

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。

［００９２］

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。

［００９３］

《電極５５２の構成例１》

金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを電極５５２に用いることができる。

［００９４］

《ＥＬ層５５３の構成例１》

ＥＬ層５５３は、電極５５１（ｉ，ｊ）および電極５５２の間に挟まれる領域を備える（図４Ａ参照）。また、ＥＬ層５５３は、領域５５３Ａ、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃを備える。なお、領域５５３Ａは、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃの間に挟まれる部分を備える。

［００９５］

また、ＥＬ層５５３はユニット１０３、ユニット１０３（１２）、層１０４、層１０５、層１０５（１２）および中間層１０６を備える。ユニット１０３は層１１１、層１１２および層１１３を備える。ユニット１０３（１２）は層１１１（１２）、層１１１（１３）、層１１２（１２）および層１１３（１２）を備える。中間層１０６は層１０６Ａおよび層１０６Ｂを備える。

［００９６］

《領域５５３Ｃの構成例１》

領域５５３Ｃの屈折率ｎ２が領域５５３Ｂの屈折率ｎ１より低くなり、領域５５３Ｃの電子輸送性が領域５５３Ｂの電子輸送性より高くなる材料を、領域５５３Ｃに用いることができる（図４Ａ参照）。領域５５３Ｃの屈折率ｎ２を低くすることで、発光デバイス１５０の光取り出し効率を高めることができる。また、屈折率ｎ２と屈折率ｎ１の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。なお、領域５５３Ｃは、層１１３（１２）および層１０５（１２）を備える。

［００９７］

本実施の形態で説明する発光デバイス１５０は、電極５５１（ｉ，ｊ）を陽極に用い、電極５５２を陰極に用いることができる。また、中間層１０６は電子をユニット１０３に供給し、正孔をユニット１０３（１２）に供給することができる。

［００９８］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である電子輸送性を有する材料を、領域５５３Ｃに用いることができる。

［００９９］

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。

［０１００］

［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、複数の前記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。

［０１０１］

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、^{1}Ｈ－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。

［０１０２］

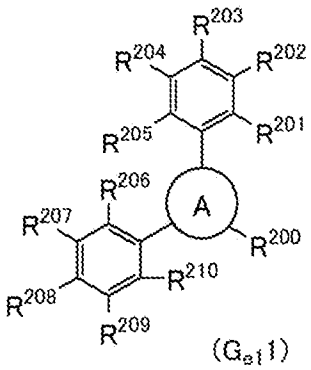
なお、当該有機化合物が有するすべてのｓｐ３混成軌道で結合を形成している炭化水素基は、上記環を形成する炭素数が６乃至１４の芳香族炭化水素環に結合し、その芳香族炭化水素環には当該有機化合物のＬＵＭＯが分布していないことが好ましい。

［０１０３］

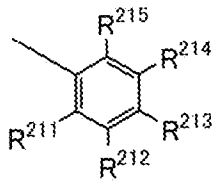
当該電子輸送性を有する有機化合物としては、下記一般式（G_{e1}１）または（G_{e1}２）で表される有機化合物が好ましい。

［０１０４］

［化１］



(G_{e1}1)



(G_{e1}1-1)

［０１０５］

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。

［０１０６］

また、Ｒ^{200}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。

［０１０７］

Ｒ^{201}乃至Ｒ^{215}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、R^{201}、R^{203}、R^{205}、R^{206}、R^{208}、R^{210}、R^{211}、R^{213}およびR^{215}は水素であることが好ましい。前記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。

［０１０８］

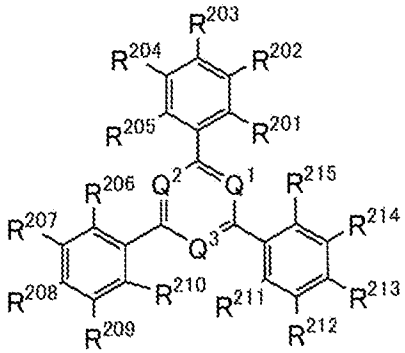
なお、上記一般式（$G_{e1}1$）で表される有機化合物は、炭素数１乃至６のアルキル基および炭素数３乃至１０の脂環式基から選ばれる炭化水素基を複数有し、分子内の総炭素数に対するｓｐ３混成軌道で結合を形成している総炭素数の割合は、１０％以上６０％以下である。

［０１０９］

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。

［０１１０］

［化２］



($G_{e1}2$)

［０１１１］

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

［０１１２］

またR^{201}乃至R^{215}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、R^{201}、R^{203}、R^{205}、R^{206}、R^{208}、R^{210}、R^{211}、R^{213}およびR^{215}は水素であることが好ましい。前記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。

［０１１３］

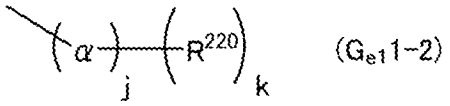
なお、上記一般式（$G_{e1}2$）で表される有機化合物は、炭素数１乃至６のアルキル基および炭素数３乃至１０の脂環式基から選ばれる炭化水素基を複数有し、分子内の総炭素数に対するｓｐ３混成軌道で結合を形成している炭素数の割合は、１０％以上６０％以下であることが好ましい。

［０１１４］

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。

［０１１５］

［化３］



（Ge1 1-2）

［０１１６］

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。

［０１１７］

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。

［０１１８］

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いてもよい。また、ｋが２の場合、複数のＲ^{220}は各々同じでも異なっていてもよい。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。

［０１１９］

具体的には、２－｛（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル）－１，１’－ビフェニル－３－イル｝－４，６－ビス（３，５－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，５－トリアジン（略称：ｍｍｔＢｕｍＢＰ－ｄｍｍｔＢｕＰＴｚｎ）、２－｛（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル）－１，１’－ビフェニル－３－イル｝－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（略称：ｍｍｔＢｕｍＢＰＴｚｎ）、２－（３，３’’，５，５’’－テトラ－ｔｅｒｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰＴｚｎ）、２－｛（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル）－１，１’－ビフェニル－３－イル｝－４，６－ビス（３，５－ジ－ｔｅｒｔ－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－ｔｅｒｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰＴｚｎ－０２）などを、領域５５３Ｃに用いることができる。

［０１２０］

《ＥＬ層５５３の構成例２》

また、ＥＬ層５５３はユニット１０３、ユニット１０３（１２）、層１０５、層１０５（１２）、層１０４（１２）および中間層１０６を備える（図５Ａ参照）。ユニット１０３は層１１１、層１１２および層１１３を備える。ユニット１０３（１２）は層１１１（１２）、層１１１（１３）、層１１２（１２）および層１１３（１２）を備える。中間層１０６は層１０６Ａおよび層１０６Ｂ

を備える。

［０１２１］

《領域５５３Ｃの構成例２》

また、領域５５３Ｃの屈折率ｎ２が領域５５３Ｂの屈折率ｎ１より低くなり、領域５５３Ｃの正孔輸送性が領域５５３Ｂの正孔輸送性より高くなる材料を、領域５５３Ｃに用いることができる（図５Ａ参照）。領域５５３Ｃの屈折率ｎ２を低くすることで、発光デバイス１５０の光取り出し効率を高めることができる。また、屈折率ｎ２と屈折率ｎ１の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。なお、本実施の形態で説明する発光デバイス１５０は、電極５５１（ｉ，ｊ）を陰極に用い、電極５５２を陽極に用いることができる。また、中間層１０６は正孔をユニット１０３に供給し、電子をユニット１０３（１２）に供給することができる。

［０１２２］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である正孔輸送性を有する材料を領域５５３Ｃに用いることができる。

［０１２３］

［正孔輸送性を有する材料］

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。

［０１２４］

当該モノアミン化合物は、分子内の総炭素数に対するｓｐ３混成軌道で結合を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}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、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を上回るような化合物であることが好ましい。

［０１２５］

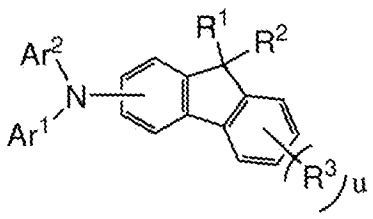
また、当該モノアミン化合物は、少なくとも一のフルオレン骨格を有し、前記第１の芳香族基、前記第２の芳香族基および前記第３の芳香族基のいずれか一または複数がフルオレン骨格であることが好ましい。

［０１２６］

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（Ｇｈ１１）乃至（Ｇｈ１４）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。

［０１２７］

［化４］



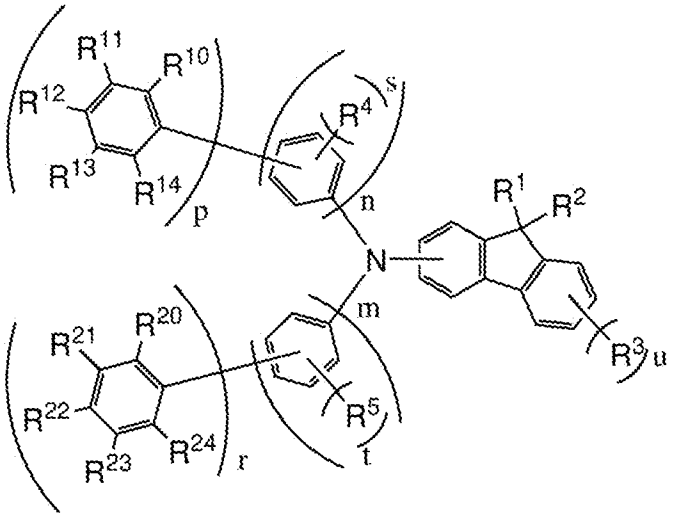
(Ghi1)

［０１２８］

上記一般式（$G_{h1}1$）において、Ar^1、Ar^2はそれぞれ独立に、ベンゼン環または２個または３個のベンゼン環が互いに結合した置換基を表す。ただし、Ar^1、Ar^2の一方または両方は、炭素が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、Ar^1およびAr^2に結合した全ての前記炭化水素基に含まれる炭素の合計が８以上であり、且つ、Ar^1およびAr^2のどちらか一方に結合した全ての前記炭化水素基に含まれる炭素の合計が６以上である。なお、Ar^1またはAr^2に前記炭化水素基として炭素数１乃至２の直鎖アルキル基が複数結合している場合、当該直鎖アルキル基同士が結合して環を形成していても良い。

［０１２９］

［化５］



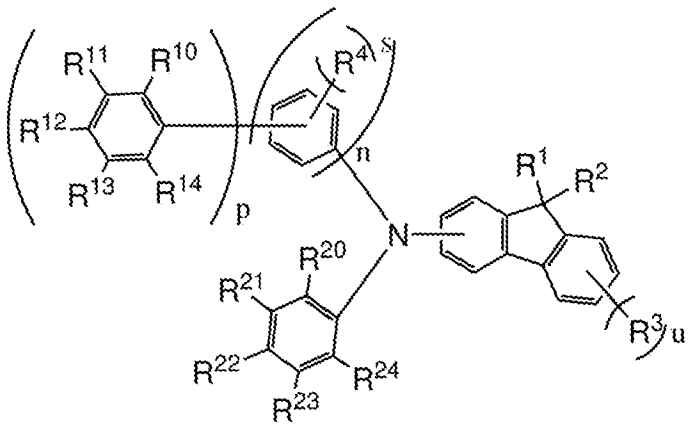
($G_{h1}2$)

［０１３０］

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、R^5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いてもよく、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いても良い。また、ｔが２乃至４の整数である場合、複数のR^5は各々同じであっても異なっていても良く、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。

［０１３１］

［化６］



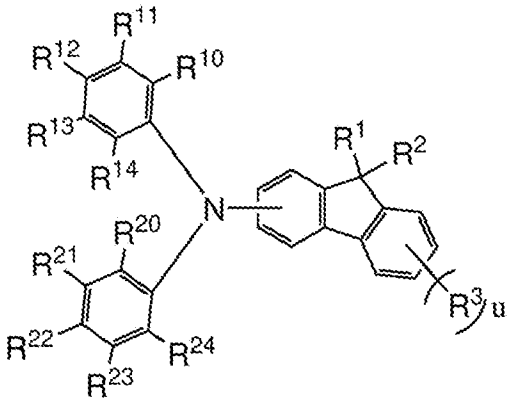
($G_{h1}3$)

［０１３２］

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、なお、ｎが２である場合二つのフェニレン基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっていても良く、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いても良い。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いても良い。

［０１３３］

［化７］



($G_{h1}4$)

［０１３４］

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の炭化水素基としては、ｔｅｒｔ－ブチル基およびシクロヘキシル基が分子屈折率を低くすることができるため好ましい。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。

［０１３５］

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いても良い。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。

［０１３６］

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。

［０１３７］

また、第１のベンゼン環はさらに置換または無置換のフェニル基を有していてもよく、無置換のフ

ェニル基を有していることが好ましい。また、前記第２のベンゼン環または前記第３のベンゼン環が、アルキル基で置換されたフェニル基を有していてもよい。

［０１３８］

なお、当該第１乃至前記第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。

［０１３９］

また、上記アリールアミン化合物は、さらに第２の芳香族基を有することが好ましい。第２の芳香族基としては、無置換の単環、または置換もしくは無置換の３環以下の縮合環を有する基であることが好ましく、中でも置換もしくは無置換の３環以下の縮合環であり、前記縮合環が、環を形成する炭素の数が６乃至１３の縮合環を有する基であることがより好ましく、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。

［０１４０］

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。

［０１４１］

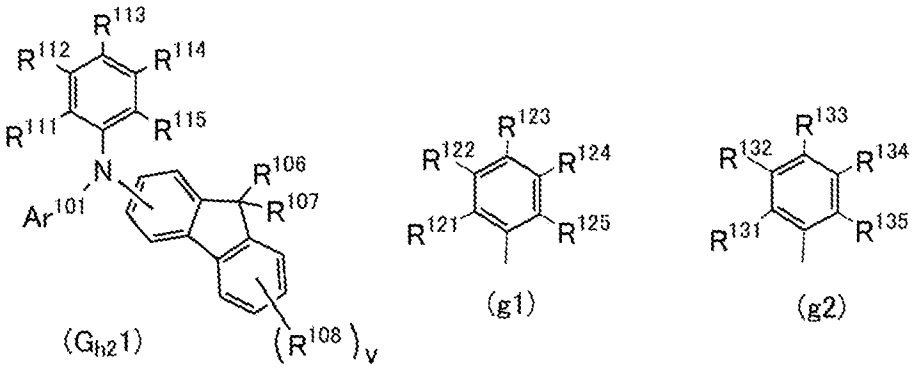
上述の少なくとも３つのアルキル基、フェニル基に置換するアルキル基は、炭素数２乃至炭素数５の鎖式アルキル基であることが好ましい。特に当該アルキル基としては、炭素数３乃至炭素数５の分岐を有する鎖式アルキル基が好ましく、ｔ－ブチル基がさらに好ましい。

［０１４２］

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。

［０１４３］

［化８］

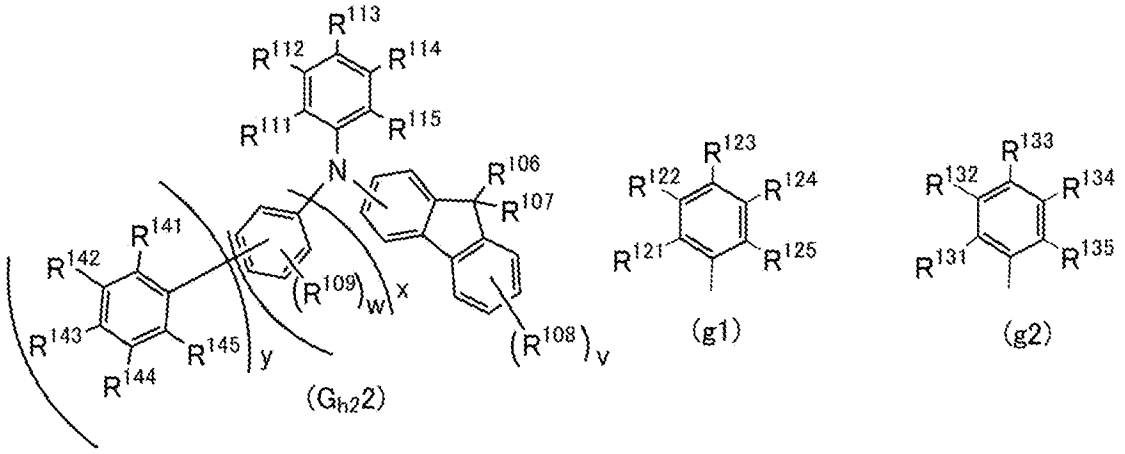


［０１４４］

なお、上記一般式（$G_{h2}1$）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。

［０１４５］

［化９］

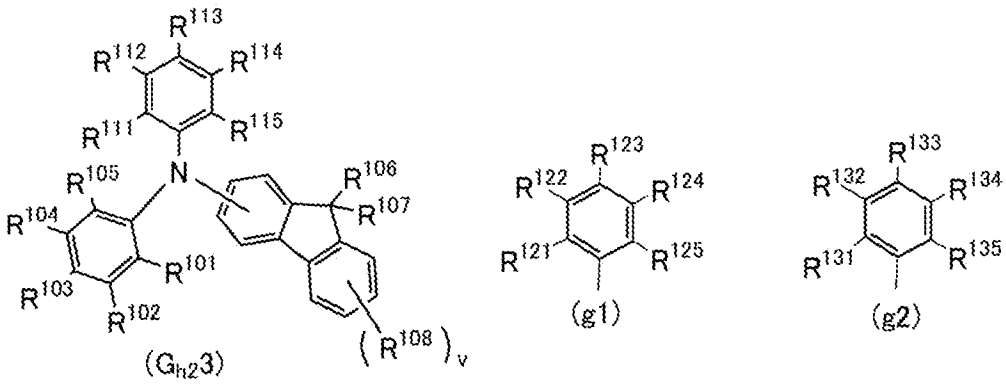


［０１４６］

なお、上記一般式（Ｇｈ２２）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、Ｒ１０９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、Ｒ１４１乃至Ｒ１４５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Ｒ１０９は各々同じであっても異なっていても良い。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いても良い。また、ｙが２である場合、二つのＲ１４１乃至Ｒ１４５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いてもよい。

［０１４７］

［化１０］



［０１４８］

なお、上記一般式（Ｇｈ２３）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。

［０１４９］

また、上記一般式（Ｇｈ２１）乃至（Ｇｈ２３）において、また、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いても良い。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、R^{121}乃至R^{125}は一つが上記一般式（ｇ２）で表される置換基であり、残りが各々独立に、水素、炭素数１乃至炭素数６のアルキル基、および炭素数１乃至炭素数６のアルキル基で置換されたフェニル基のいずれか一を表す。また、上記一般式（ｇ２）において、R^{131}乃至R^{135}は各々独立に、水素、炭素数１乃至炭素数６のアルキル基、および炭素数１乃至炭素数６のアルキル基で置換されたフェニル基のいずれか一を表す。なお、R^{111}乃至R^{115}、R^{121}乃至R^{125}およびR^{131}乃至R^{135}のうち、少なくとも３以上が炭素数１乃至炭素数６のアルキル基であり、R^{111}乃至R^{115}における置換または無置換のフェニル基は１以下であり、R^{121}乃至R^{125}およびR^{131}乃至R^{135}における炭素数１乃至炭素数６のアルキル基で置換されたフェニル基は１以下であるものとする。また、R^{112}およびR^{114}、R^{122}およびR^{124}、並びにR^{132}およびR^{134}の３つの組み合わせのうち少なくとも２つの組み合わせにおいて、少なくとも一方のＲが水素以外であるものとする。

［０１５０］

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－ｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＢｉｏＦＢｉ）、Ｎ－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－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）－９，９，－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－アミン（略称：ｍｍｔＢｕｍＴＰｔＢｕＰＡＦ）、Ｎ－（１，１’－ビフェニル－２－イル）－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）－９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－アミン（略称：ｍｍｔＢｕｍＴＰｏＦＢｉ－０２）、Ｎ－（４－シクロヘキシルフェニル）－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）－９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－アミン（略称：ｍｍｔＢｕｍＴＰｃｈＰＡＦ－０２）、Ｎ－（１，１’－ビフェニル－２－イル）－Ｎ－（３’’，５’，５’’－トリ－ｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰｏＦＢｉ－０３）、Ｎ－（４－シクロヘキシルフェニル）－Ｎ－（３’’，５’，５’’－トリ－ｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰｃｈＰＡＦ－０３）などを、領域５５３Ｃに用いることができる。

［０１５１］

《領域５５３Ｂの構成例１》

領域５５３Ｂの屈折率ｎ１が領域５５３Ｃの屈折率ｎ２より低くなり、領域５５３Ｂの正孔輸送性

が領域５５３Ｃの正孔輸送性より高くなる材料を、領域５５３Ｂに用いることができる（図４Ａ参照）。領域５５３Ｂの屈折率ｎ１を低くすることで、電極５５１（ｉ，ｊ）の反射率を高めることができ、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５２から取り出すことができる。また、屈折率ｎ１と屈折率ｎ２の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。

［０１５２］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である上記の正孔輸送性を有する材料を、領域５５３Ｂに用いることができる。

［０１５３］

《領域５５３Ｂの構成例２》

領域５５３Ｂの屈折率ｎ１が領域５５３Ｃの屈折率ｎ２より低くなり、領域５５３Ｂの電子輸送性が領域５５３Ｃの電子輸送性より高くなる材料を、領域５５３Ｂに用いることができる（図５Ａ参照）。領域５５３Ｂの屈折率ｎ１を低くすることで、電極５５１（ｉ，ｊ）の反射率を高めることができ、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５２から取り出すことができる。また、屈折率ｎ１と屈折率ｎ２の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。

［０１５４］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である上記の電子輸送性を有する材料を、領域５５３Ｂに用いることができる。

［０１５５］

＜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、電極５５１（ｉ，ｊ）と、電極５５２と、ＥＬ層５５３と、を有する（図４Ｂ参照）。

［０１５６］

なお、図４Ｂを参照しながら説明する発光デバイス１５０は、電極５５２の透過率Ｔ２が電極５５１（ｉ，ｊ）の透過率Ｔ１より低い点が、図４Ａを参照しながら説明する発光デバイスとは異なる。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。なお、電極５５２は電極５５１（ｉ，ｊ）より高い反射率を備える。

［０１５７］

《電極５５１（ｉ，ｊ）の構成例２》

金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを電極５５１（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０１５８］

《電極５５２の構成例２》

例えば、導電性材料を電極５５２に用いることができる。または、反射膜および導電膜を積層した材料を電極５５２に用いることができる。

［０１５９］

《領域５５３Ｂの構成例１》

領域５５３Ｂの屈折率ｎ１が領域５５３Ｃの屈折率ｎ２より低くなり、領域５５３Ｂの正孔輸送性が領域５５３Ｃの正孔輸送性より高くなる材料を、領域５５３Ｂに用いることができる（図４Ｂ参照）。領域５５３Ｂの屈折率ｎ１を低くすることで、発光デバイス１５０の光取り出し効率を高めることができる。また、屈折率ｎ１と屈折率ｎ２の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。なお、本実施の形態で説明する発光デバイス１５０は、電極５５１（ｉ，ｊ）を陽極に用い、電極５５２を陰極に用いることができる。また、中間層１０６は電子をユニット１０３に供給し、正孔をユニット１０３（１２）に供給することができる。

［０１６０］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である上記の正孔輸送性を有する材料を領域５５３Ｂに用いることができる。

［０１６１］

《領域５５３Ｂの構成例２》

また、領域５５３Ｂの屈折率ｎ１が領域５５３Ｃの屈折率ｎ２より低くなり、領域５５３Ｂの電子輸送性が領域５５３Ｃより高くなる材料を、領域５５３Ｂに用いることができる（図５Ｂ参照）。領域５５３Ｂの屈折率ｎ１を低くすることで、発光デバイス１５０の光取り出し効率を高めることができる。また、屈折率ｎ１と屈折率ｎ２の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。なお、本実施の形態で説明する発光デバイス１５０は、電極５５１（ｉ，ｊ）を陰極に用い、電極５５２を陽極に用いることができる。また、中間層１０６は正孔をユニット１０３に供給し、電子をユニット１０３（１２）に供給することができる。

［０１６２］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である上記の電子輸送性を有する材料を領域５５３Ｂに用いることができる。

［０１６３］

《領域５５３Ｃの構成例１》

領域５５３Ｃの屈折率ｎ２が領域５５３Ｂの屈折率ｎ１より低くなり、領域５５３Ｃの電子輸送性が領域５５３Ｂの電子輸送性より高くなる材料を、領域５５３Ｃに用いることができる（図４Ｂ参照）。領域５５３Ｃの屈折率ｎ１を低くすることで、電極５５２の反射率を高めることができ、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５１（ｉ，ｊ）から取り出すことができる。また、屈折率ｎ２と屈折率ｎ１の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。

［０１６４］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である上記の電子輸送性を有する材料を、領域５５３Ｃに用いることができる。

［０１６５］

《領域５５３Ｃの構成例２》

領域５５３Ｃの屈折率ｎ２が領域５５３Ｂの屈折率ｎ１より低くなり、領域５５３Ｃの正孔輸送性が領域５５３Ｂの正孔輸送性より高くなる材料を、領域５５３Ｃに用いることができる（図５Ｂ参

照）。領域５５３Ｃの屈折率ｎ２を低くすることで、電極５５２の反射率を高めることができ、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５１（ｉ，ｊ）から取り出すことができる。また、屈折率ｎ２と屈折率ｎ１の差は０．０５以上が好ましく、０．１以上がより好ましく、０．１５以上がさらに好ましい。

［０１６６］

例えば、青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である上記の正孔輸送性を有する材料を、領域５５３Ｃに用いることができる。

［０１６７］

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。

［０１６８］

（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３Ａを参照しながら説明する。

［０１６９］

図３Ａ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。

［０１７０］

＜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（図３Ａ参照）。

［０１７１］

＜ユニット１０３の構成例＞

ユニット１０３は単層構造または積層構造を備える。例えば、ユニット１０３は、層１１１、層１１２および層１１３を備える。また、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。例えば、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層、電子注入層、キャリアブロック層、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。

［０１７２］

また、本実施の形態で説明するユニット１０３の構成は、他の実施の形態で説明する発光デバイス１５０に適用することができる。具体的には、ユニット１０３（１２）、層１１１（１２）、層１１１（１３）、層１１２（１２）、層１１３（１２）等にも適用することができる。

［０１７３］

《層１１２の構成例》

例えば、正孔輸送性を有する材料を、層１１２に用いることができる。また、層１１２を正孔輸送層ということができる。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。

［０１７４］

［正孔輸送性を有する材料］

正孔輸送性を有する材料としては、１×１０$^{-6}$ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上の正孔移動度を有していることが好ましい。

［０１７５］

また、正孔輸送性を有する材料としては、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が好ましい。例えば、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。

［０１７６］

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。

［０１７７］

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。

［０１７８］

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－ＩＩ）、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－ＩＩＩ）、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－ＩＶ）、等を用いることができる。

［０１７９］

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－ＩＩ）、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－ＩＩ）、等を用いることができる。

［０１８０］

上述した中でも、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。

［０１８１］

《層１１３の構成例》

例えば、電子輸送性を有する材料、アントラセン骨格を有する材料および混合材料等を、層１１３に用いることができる。また、層１１３を電子輸送層ということができる。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。

［０１８２］

［電子輸送性を有する材料］

電子輸送性を有する材料としては、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が好ましい。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が好ましい。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。

［０１８３］

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：ＢｅＢｑ$_2$）、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：ＢＡｌｑ）、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。

［０１８４］

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－ビフェニリル）－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－ビフェニリル）－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。

［０１８５］

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：２ｍＤＢＴＢＰＤＢｑ－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－ＩＩ）、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。

［０１８６］

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。

［０１８７］

［アントラセン骨格を有する材料］

また、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。

［０１８８］

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または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または２つの複素原子を環に含む含窒素６員環骨格を有する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、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。

［０１８９］

［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混合した材料を用いることができる。特に、層１０４に複合材料を用いる構成であって、当該複合材料が－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下の比較的深いＨＯＭＯ準位を有する物質を含む場合に、好適に用いることができる。また、電子輸送性を有する材料のＨＯＭＯ準位が－６．０ｅＶ以上であるとより好ましい。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。

［０１９０］

金属錯体としては、例えば、８－ヒドロキシキノリナト構造を含むことが好ましい。なお、８－ヒドロキシキノリナト構造を含む場合、そのメチル置換体（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。具体的には、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。

［０１９１］

また、アルカリ金属またはアルカリ金属の単体、化合物もしくは錯体が、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。

［０１９２］

《層１１１の構成例》

層１１１は、発光性の材料およびホスト材料を含む。また、層１１１を発光層ということができる。なお、正孔と電子が再結合する領域に層１１１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。

［０１９３］

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として放出することができる。

［０１９４］

［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。

［０１９５］

具体的には、５，６－ビス［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－２，２’－ビピリジン（略称：ＰＡＰ２ＢＰｙ）、５，６－ビス［４’－（１０－フェニル－９－アントリル）ビフェニル－４－イル］－２，２’－ビピリジン（略称：ＰＡＰＰ２ＢＰｙ）、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス［４－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）フェニル］ピレン－１，６－ジアミン（略称：１，６ＦＬＰＡＰｒｎ）、Ｎ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ビス［３－（９－フェニル－９Ｈ－フルオレン－９－イル）フェニル］ピレン－１，６－ジアミン（略称：１，６ｍＭｅｍＦＬＰＡＰｒｎ）、Ｎ，Ｎ’－ビス［４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］－Ｎ，Ｎ’－ジフェニルスチルベン－４，４’－ジアミン（略称：ＹＧＡ２Ｓ）、４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）－４’－（１０－フェニル－９－アントリル）トリフェニルアミン（略称：ＹＧＡＰＡ）、４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）－４’－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）トリフェニルアミン（略称：２ＹＧＡＰＰＡ）、Ｎ，９－ジフェニル－Ｎ－［４－（１０－フェニル－９－アントリル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：ＰＣＡＰＡ）、ペリレン、２，５，８，１１－テトラ（ｔｅｒｔ－ブチル）ペリレン（略称：ＴＢＰ）、４－（１０－フェニル－９－アントリル）－４’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＡＰＡ）、Ｎ，Ｎ’’－（２－ｔｅｒｔ－ブチルアントラセン－９，１０－ジイルジ－４，１－フェニレン）ビス［Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン］（略称：ＤＰＡＢＰＡ）、Ｎ，９－ジフェニル－Ｎ－［４－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）フェニル］－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＰＰＡ）、Ｎ－［４－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）フェニル］－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＰＰＡ）、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’，Ｎ’’，Ｎ’’，Ｎ’’’，Ｎ’’’－オクタフェニルジベンゾ［ｇ，ｐ］クリセン－２，７，１０，１５－テトラアミン（略称：ＤＢＣ１）、クマリン３０、Ｎ－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）－Ｎ，９－ジフェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＰＡ）、Ｎ－［９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－２－アントリル］－Ｎ，９－ジフェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＢＰｈＡ）、Ｎ－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジア

ミン（略称：２ＤＰＡＰＡ）、Ｎ－［９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－２－アントリル］－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＢＰｈＡ）、９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－Ｎ－［４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］－Ｎ－フェニルアントラセン－２－アミン（略称：２ＹＧＡＢＰｈＡ）、Ｎ，Ｎ，９－トリフェニルアントラセン－９－アミン（略称：ＤＰｈＡＰｈＡ）、クマリン５４５Ｔ、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルキナクリドン、（略称：ＤＰＱｄ）、ルブレン、５，１２－ビス（１，１’－ビフェニル－４－イル）－６，１１－ジフェニルテトラセン（略称：ＢＰＴ）、２－（２－｛２－［４－（ジメチルアミノ）フェニル］エテニル｝－６－メチル－４Ｈ－ピラン－４－イリデン）プロパンジニトリル（略称：ＤＣＭ１）、２－｛２－メチル－６－［２－（２，３，６，７－テトラヒドロ－１Ｈ，５Ｈ－ベンゾ［ｉｊ］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［ｉｊ］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：ＤＣＪＴＩ）、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［ｉｊ］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［ｉｊ］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。

［０１９６］

なお、特に、１，６ＦＬＰＡＰｒｎ、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。

［０１９７］

［りん光発光物質１］

また、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。

［０１９８］

具体的には、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を層１１１に用いること

ができる。具体的には、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－κＮ２］フェニル－κＣ｝イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｔｚ－ｄｍｐ）$_3$］）、トリス（５－メチル－３，４－ジフェニル－４Ｈ－１，２，４－トリアゾラト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｍｐｔｚ）$_3$］）、トリス［４－（３－ビフェニル）－５－イソプロピル－３－フェニル－４Ｈ－１，２，４－トリアゾラト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｉＰｒｐｔｚ－３ｂ）$_3$］）、等を用いることができる。

［０１９９］

また、例えば、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を用いることができる。具体的には、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（Ｍｐｔｚ１－ｍｐ）$_3$］）、トリス（１－メチル－５－フェニル－３－プロピル－１Ｈ－１，２，４－トリアゾラト）イリジウム（ＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｐｒｐｔｚ１－Ｍｅ）$_3$］）、等を用いることができる。

［０２００］

また、例えば、イミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体等を用いることができる。具体的には、ｆａｃ－トリス［１－（２，６－ジイソプロピルフェニル）－２－フェニル－１Ｈ－イミダゾール］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｉＰｒｐｍｉ）$_3$］）、トリス［３－（２，６－ジメチルフェニル）－７－メチルイミダゾ［１，２－ｆ］フェナントリジナト］イリジウム（ＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｄｍｐｉｍｐｔ－Ｍｅ）$_3$］）、等を用いることができる。

［０２０１］

また、例えば、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を用いることができる。具体的には、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：ＦＩｒ６）、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：ＦＩｒｐｉｃ）、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（ＣＦ$_3$ｐｐｙ）$_2$（ｐｉｃ）］）、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：ＦＩｒａｃａｃ）、等を用いることができる。

［０２０２］

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。

［０２０３］

［りん光発光物質２］

また、例えば、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等を層１１１に用いることができる。具体的には、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（ｍｐｐｍ）$_3$］）、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（ｔＢｕｐｐｍ）$_3$］）、（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（ｍｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（アセチルアセトナト）ビス（６－ｔｅｒｔ－ブチル－４－フェニルピリミジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｔＢｕｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（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（ｎｂｐｐｍ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（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（ｍｐｍｐｐｍ）$_2$（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。

［０２０４］

また、例えば、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等を用いることができる。具体的には、（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。

［０２０５］

また、例えば、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等を用いることができる。具体的には、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）アセチルアセトナート（略称：［Ｉｒ（ｐｐｙ）$_2$（ａｃａｃ）］）、ビス（ベンゾ［ｈ］キノリナト）イリジウム（ＩＩ）アセチルアセトナート（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）アセチルアセトナート（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－ピリジル－κＮ２）フェニル－κ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（５ｍｐｐｙ－ｄ３）$_2$（ｍｂｆｐｙｐｙ－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）$_2$（ｍｂｆｐｙｐｙ－ｄ３）］）、等を用いることができる。

［０２０６］

また、例えば、希土類金属錯体等を用いることができる。具体的には、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。

［０２０７］

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

［０２０８］

［りん光発光物質３］

また、例えば、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等を層１１１に用いることができる。具体的には、（ジイソブチリルメタナト）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（ｄ１ｎｐｍ）$_2$（ｄｐｍ）］）、等を用いることができる。

［０２０９］

また、例えば、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等を用いることができる。具体的には、（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：［Ｉｒ（ｔｐｐｒ）$_2$（ａｃａｃ）］）、ビス（２，３，５－トリフェニルピラジナト）（ジピバロイルメタナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｔｐｐｒ）$_2$（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：［Ｉｒ（Ｆｄｐｑ）$_2$（ａｃａｃ）］）、等を用いることができる。

［０２１０］

また、例えば、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等を用いることができる。具体的には、トリス（１－フェニルイソキノリナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｐｉｑ）$_3$］）、ビス（１－フェニルイソキノリナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（ＩＩＩ）アセチルアセトナート（略称：［Ｉｒ（ｐｉｑ）$_2$（ａｃａｃ）］）、等を用いることができる。

［０２１１］

また、例えば、白金錯体等を用いることができる。具体的には、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。

［０２１２］

また、例えば、希土類金属錯体等を用いることができる。具体的には、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：［Ｅｕ（ＤＢＭ）$_3$（Ｐｈｅｎ）］）、トリス［１－（２－テノイル）－３，３，３－トリフルオロアセトナト］（モノフェナントロリン）ユーロピウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｅｕ（ＴＴＡ）$_3$（Ｐｈｅｎ）］）、等を用いることができる。

［０２１３］

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。

［０２１４］

［熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ）を示す物質］

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。

［０２１５］

ＴＡＤＦ材料は、Ｓ１準位とＴ１準位との差が小さく、逆項間交差によって三重項励起エネルギーから一重項励起エネルギーへエネルギーを変換することができる。そのため、三重項励起エネルギーをわずかな熱エネルギーによって一重項励起エネルギーにアップコンバート（逆項間交差）が可能で、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。

［０２１６］

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。

［０２１７］

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０．３ｅＶ以下であることが好ましく、０．２ｅＶ以下であることがさらに好ましい。

［０２１８］

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。

［０２１９］

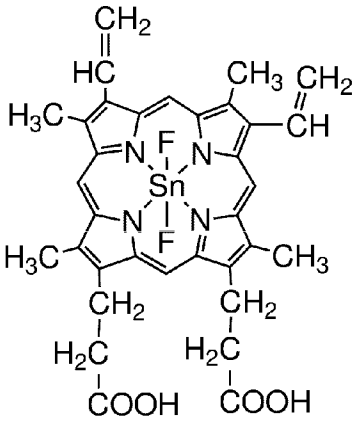
例えば、フラーレン及びその誘導体、アクリジン及びその誘導体、エオシン誘導体等をＴＡＤＦ材料に用いることができる。また、マグネシウム（Ｍｇ）、亜鉛（Ｚｎ）、カドミウム（Ｃｄ）、スズ（Ｓｎ）、白金（Ｐｔ）、インジウム（Ｉｎ）、もしくはパラジウム（Ｐｄ）等を含む金属含有ポルフィリンをＴＡＤＦ材料に用いることができる。

［０２２０］

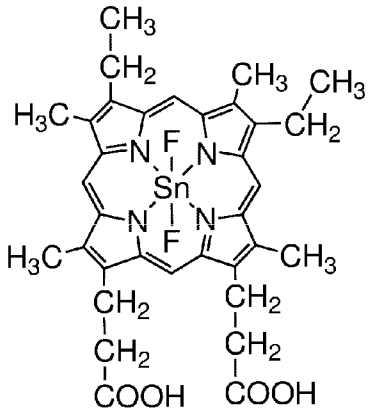
具体的には、構造式を以下に示す、プロトポルフィリン－フッ化スズ錯体（SnF_2（Ｐｒｏｔｏ　ＩＸ））、メソポルフィリン－フッ化スズ錯体（SnF_2（Ｍｅｓｏ　ＩＸ））、ヘマトポルフィリン－フッ化スズ錯体（SnF_2（Ｈｅｍａｔｏ　ＩＸ））、コプロポルフィリンテトラメチルエステル－フッ化スズ錯体（SnF_2（Ｃｏｐｒｏ　ＩＩＩ－４Ｍｅ））、オクタエチルポルフィリン－フッ化スズ錯体（SnF_2（ＯＥＰ））、エチオポルフィリン－フッ化スズ錯体（SnF_2（Ｅｔｉｏ　Ｉ））、オクタエチルポルフィリン－塩化白金錯体（$PtCl_2$ＯＥＰ）、等を用いることができる。

［０２２１］

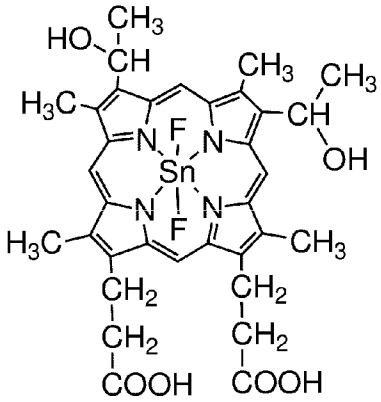
［化１１］



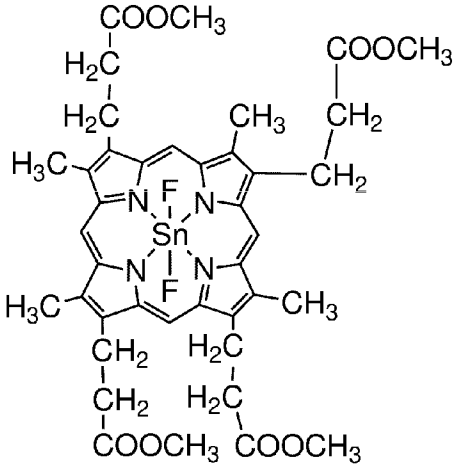
SnF_2(Proto IX)



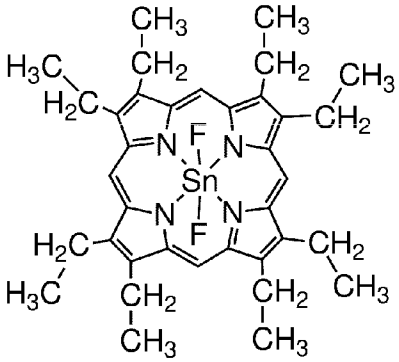
SnF_2(Meso IX)



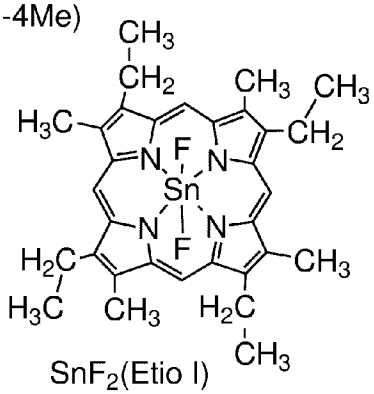
SnF_2(Hemato IX)



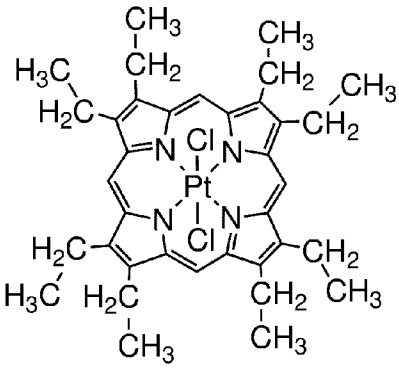
SnF_2(Copro III-4Me)



SnF_2(OEP)



SnF_2(Etio I)



$PtCl_2OEP$

［０２２２］

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。

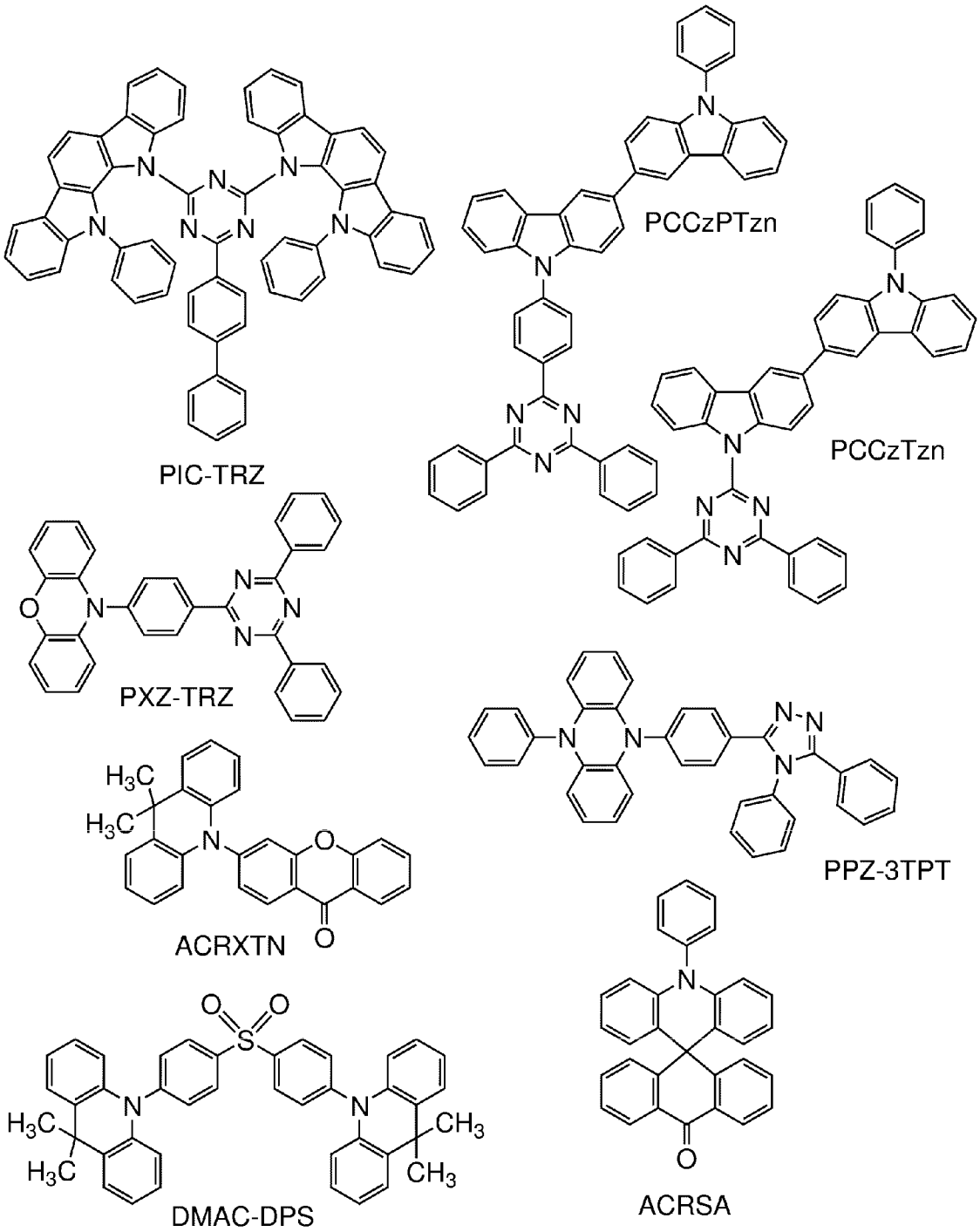
［０２２３］

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

ェノキサジン－１０－イル）フェニル］－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（略称：ＰＸＺ－ＴＲＺ）、３－［４－（５－フェニル－５，１０－ジヒドロフェナジン－１０－イル）フェニル］－４，５－ジフェニル－１，２，４－トリアゾール（略称：ＰＰＺ－３ＴＰＴ）、３－（９，９－ジメチル－９Ｈ－アクリジン－１０－イル）－９Ｈ－キサンテン－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。

［０２２４］

［化１２］



［０２２５］

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。中でも、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。

［０２２６］

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。

［０２２７］

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。

［０２２８］

また、π電子不足型骨格として、キサンテン骨格、チオキサンテンジオキサイド骨格、オキサジアゾール骨格、トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、アントラキノン骨格、フェニルボラン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、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。

［０２２９］

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。

［０２３０］

《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。

［０２３１］

［正孔輸送性を有する材料］

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。

［０２３２］

［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。

［０２３３］

［熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ）を示す物質］

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。

［０２３４］

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が、逆項間交差によって一重項励起エネルギーに変換され、さらに発光物質へエネルギー移動することで、発光デバイスの発光効率を高めることができる。このとき、ＴＡＤＦ材料がエネルギードナーとして機能し、発光物質がエネルギーアクセプターとして機能する。

［０２３５］

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。

［０２３６］

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波長の発光を呈する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。

［０２３７］

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。

［０２３８］

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。

［０２３９］

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。

［０２４０］

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。

［０２４１］

［アントラセン骨格を有する材料］

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材料は、ホスト材料として特に好適である。アントラセン骨格を有する物質を蛍光発光物質のホスト材料として用いると、発光効率、耐久性共に良好な発光層を実現することができる。

［０２４２］

ホスト材料として用いるアントラセン骨格を有する物質としては、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物質が化学的に安定であるため好ましい。

［０２４３］

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程度浅くなり、正孔が入りやすくなる上に、正孔輸送性にも優れ、耐熱性も高くなるため好適である。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（あるいはベンゾカルバゾール骨格または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。なお、上記の正孔注入・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。

［０２４４］

アントラセン骨格を有する物質としては、例えば、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）、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）、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）、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：αＮ－βＮＰＡｎｔｈ）、等を用いることができる。

［０２４５］

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

［０２４６］

［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とを混合した材料を、ホスト材料に好適に用いることができる。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することにより、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。混合した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以上１９：１以下とすればよい。

［０２４７］

［混合材料の構成例２］

また、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。

［０２４８］

また、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、駆動電圧を抑制できる。

［０２４９］

なお、励起錯体を形成する材料の少なくとも一方は、りん光発光物質であってもよい。そうすることで、三重項励起エネルギーを逆項間交差によって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。

［０２５０］

効率よく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、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。なお、材料のＬＵＭＯ準位およびＨＯＭＯ準位は、サイクリックボルタンメトリ（ＣＶ）測定によって測定される材料の電気化学特性（還元電位および酸化電位）から導出することができる。

［０２５１］

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

［０２５２］

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。

［０２５３］

（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３Ａを参照しながら

説明する。

［０２５４］

図３Ａ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。

［０２５５］

＜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、層１０５と、を有する（図３Ａ参照）。また、電極１０２は電極１０１と重なる領域を備え、層１０４はユニット１０３および電極１０１の間に挟まれる領域を備える。

［０２５６］

なお、例えば、実施の形態３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。

［０２５７］

《電極１０１の構成例》

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。

［０２５８］

また、本実施の形態で説明する電極１０１の構成は、他の実施の形態で説明する発光デバイス１５０に適用することができる。具体的には、電極５５１（ｉ，ｊ）にも適用することができる。

［０２５９］

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。

［０２６０］

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。

［０２６１］

《層１０４の構成例》

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、層１０４を正孔注入層ということができる。

［０２６２］

また、本実施の形態で説明する層１０４の構成は、他の実施の形態で説明する発光デバイス１５０に適用することができる。具体的には、層１０４（１２）等にも適用することができる。

［０２６３］

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。具体的には、アクセプタ性を有する物質および複合材料を層１０４に用いることができる。なお、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。電界の印加により、アクセプタ性を有する物質は、隣接する正孔輸送層（あるいは正孔輸送材料）から電子を引き抜くことができる。

［０２６４］

［正孔注入性を有する材料の例１］

アクセプタ性を有する物質を、正孔注入性を有する材料に用いることができる。これにより、例えば、電極１０１から正孔を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。

［０２６５］

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。

［０２６６］

具体的には、７，７，８，８－テトラシアノ－２，３，５，６－テトラフルオロキノジメタン（略称：F_4－ＴＣＮＱ）、クロラニル、２，３，６，７，１０，１１－ヘキサシアノ－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－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、正孔注入性を有する材料に用いることができる。

［０２６７］

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。

［０２６８］

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。

［０２６９］

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－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。

［０２７０］

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、マンガン酸化物等を、アクセプタ性を有する物質に用いることができる。

［０２７１］

また、フタロシアニン（略称：H_2Ｐｃ）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。

［０２７２］

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

［０２７３］

［正孔注入性を有する材料の例２］

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。例えば、正孔輸送性を有する材料にアクセプタ性を有する物質を含有させた複合材料を用いることができる。これにより、電極を形成する材料を、仕事関数に依らず広い範囲で選ぶことができる。具体的には、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。

［０２７４］

種々の有機化合物を、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。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、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）などを、複合材料の正孔輸送性を有する材料に用いることができる。なお、１×１０^{-6}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上の正孔移動度を有する物質を好適に用いることができる。

［０２７５］

また、例えば、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下の比較的深い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。これにより、正孔輸送層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。

［０２７６］

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。

［０２７７］

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。

［０２７８］

芳香族炭化水素としては、例えば、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ジ（２－ナフチル）アントラセン（略称：ｔ－ＢｕＤＮＡ）、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ジ（１－ナフチル）アントラセン、９，１０－ビス（３，５－ジフェニルフェニル）アントラセン（略称：ＤＰＰＡ）、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ビス（４－フェニルフェニル）アントラセン（略称：ｔ－ＢｕＤＢＡ）、９，１０－ジ（２－ナフチル）アントラセン（略称：ＤＮＡ）、９，１０－ジフェニルアントラセン（略称：ＤＰＡｎｔｈ）、２－ｔｅｒｔ－ブチルアントラセン（略称：ｔ－ＢｕＡｎｔ

ｈ）、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、等を用いることができる。

［０２７９］

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。

［０２８０］

例えば、ペンタセン、コロネン、等も用いることができる。

［０２８１］

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

［０２８２］

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。

［０２８３］

これらの複合材料の正孔輸送性を有する材料としては、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－ビフェニリル）－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－ビフェニリル）－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－ビフェニリル）－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－ビフェニリル）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：ＰＣＢＮＢＳＦ）、Ｎ，Ｎ－ビス（４－ビフェニリル）－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。

［０２８４］

［正孔注入性を有する材料の例３］

正孔輸送性を有する材料と、アクセプタ性を有する物質と、アルカリ金属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。

［０２８５］

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

［０２８６］

（実施の形態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３Ａを参照しながら説明する。

［０２８７］

図３Ａ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。

［０２８８］

＜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、層１０５と、を有する（図３Ａ参照）。また、電極１０２は電極１０１と重なる領域を備え、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。

［０２８９］

なお、例えば、実施の形態３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。

［０２９０］

《電極１０２の構成例》

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、電気伝導性化合物、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に用いることができる。具体的には、３．８ｅＶ以下の仕事関数を備える材料を好適に用いることができる。

［０２９１］
また、本実施の形態で説明する電極１０２の構成は、他の実施の形態で説明する発光デバイス１５０に適用することができる。具体的には、電極５５２にも適用することができる。

［０２９２］
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。

［０２９３］
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。

［０２９４］
《層１０５の構成例》
層１０５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、層１０４を正孔注入層ということができる。

［０２９５］
また、本実施の形態で説明する層１０５の構成は、他の実施の形態で説明する発光デバイス１５０に適用することができる。具体的には、層１０５（１２）等にも適用することができる。

［０２９６］
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。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、電子輸送性を有する材料にドナー性を有する物質を含有させた複合材料を、層１０５に用いることができる。これにより、例えば、電極１０２から電子を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。または、仕事関数の大小に関わらず、様々な導電性材料を電極１０２に用いることができる。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。

［０２９７］
［電子注入性を有する材料１］
例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属またはそれらの化合物を、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。

［０２９８］
具体的には、アルカリ金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）、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）または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む））等を、電子注入性を有する材料に用いることができる。

［０２９９］
具体的には、酸化リチウム、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、フッ化セシウム（ＣｓＦ）、フッ化カルシウム（CaF_2）、炭酸リチウム、炭酸セシウム、８－ヒドロキシキノリナト－リチウム（略称：Ｌｉｑ）等を、電子注入性を有する材料に用いることができる。

［０３００］
［電子注入性を有する材料２］

例えば、アルカリ金属またはアルカリ土類金属もしくはそれらの化合物と、電子輸送性を有する物質と、を含む複合材料を、電子注入性を有する材料に用いることができる。

［０３０１］

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、電子注入性を有する材料に用いることができる。

［０３０２］

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物質を含む材料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物質を含む材料を、電子注入性を有する材料に用いることができる。

［０３０３］

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５０ｗｔ％以上含む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好適に用いることができる。これにより、層１０５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］

［電子注入性を有する材料３］

また、エレクトライドを、電子注入性を有する材料に用いることができる。例えば、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３Ｂを参照しながら説明する。

［０３０７］

図３Ｂは、図３Ａとは異な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。

［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を有する（図３Ｂ参照）。

［０３０９］

なお、例えば、実施の形態３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。

［０３１０］

《中間層１０６の構成例》

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、中間層１０６は層１０６Ａおよび層１０６Ｂを備える。

［０３１１］

また、本実施の形態で説明する中間層１０６の構成は、他の実施の形態で説明する発光デバイス１５０に適用することができる。

［０３１２］

《層１０６Ａの構成例》

層１０６Ａはユニット１０３および層１０６Ｂの間に挟まれる領域を備える。なお、層１０６Ａを、例えば、電子リレー層ということができる。

［０３１３］

例えば、電子輸送性を有する物質を電子リレー層に用いることができる。これにより、電子リレー層の陽極側に接する層を、電子リレー層の陰極側に接する層から遠ざけることができる。または、電子リレー層の陽極側に接する層と、電子リレー層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。または、電子リレー層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。

［０３１４］

例えば、電子輸送性を有する物質を電子リレー層に好適に用いることができる。具体的には、正孔注入性を有する材料に例示する複合材料のアクセプタ性を有する物質のＬＵＭＯ準位と、電子リレー層の陰極側と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、電子リレー層に好適に用いることができる。

［０３１５］

例えば、－５．０ｅＶ以上、好ましくは－５．０ｅＶ以上－３．０ｅＶ以下の範囲にＬＵＭＯ準位を備える、電子輸送性を有する物質を、電子リレー層に用いることができる。

［０３１６］

具体的には、フタロシアニン系の材料を電子リレー層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電子リレー層に用いることができる。

［０３１７］

《層１０６Ｂの構成例》

層１０６Ｂを、例えば、電荷発生層ということができる。電荷発生層は、電圧を加えることにより、陽極側に電子を供給し、陰極側に正孔を供給する機能を備える。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。

［０３１８］

また、例えば、正孔注入性を有する材料に例示する複合材料を、電荷発生層に用いることができる。また、例えば、当該複合材料を含む膜と、正孔輸送性を有する材料を含む膜を積層した積層膜を、電荷発生層に用いることができる。

［０３１９］

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。

［０３２０］

（実施の形態７）

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルの構成について、図６乃至図８を参照しながら説明する。

［０３２１］

図６Ａは本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する上面図であり、図６Ｂは図６Ａの一部を説明する図である。

［０３２２］

図７Ａは図６Ａの一部を説明する図である。図７Ｂは図７Ａの一部を説明する図であり、図７Ｃは図７Ａの他の一部を説明する断面図である。

［０３２３］

図８は本発明の一態様の機能パネルに用いることができる画素回路の構成を説明する回路図である。

［０３２４］

＜機能パネル７００の構成例１＞

機能パネル７００は領域２３１を有する。また、領域２３１は一組の画素７０３（ｉ，ｊ）を有する（図６Ａ参照）。

［０３２５］

また、機能パネル７００は導電膜Ｇ１（ｉ）と、導電膜Ｓ１ｇ（ｊ）と、導電膜ＡＮＯと、導電膜ＶＣＯＭ２を有する（図８参照）。また、機能パネル７００は導電膜Ｖ０を有する。

［０３２６］

なお、例えば、導電膜Ｇ１（ｉ）は第１の選択信号を供給され、導電膜Ｓ１ｇ（ｊ）は画像信号を供給される。

［０３２７］

《画素７０３（ｉ，ｊ）の構成例１》

一組の画素７０３（ｉ，ｊ）は画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）を備える（図６Ｂ参照）。画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）は画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）および発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）を備える（図７Ａおよび図７Ｂ参照）。また、一組の画素７０３（ｉ，ｊ）は画素７０２Ｂ（ｉ，ｊ）、画素７０２Ｒ（ｉ，ｊ）および画素７０２Ｗ（ｉ，ｊ）を備え、画素７０２Ｂ（ｉ，ｊ）は発光デバイス５５０Ｂ（ｉ，ｊ）を備え、画素７０２Ｒ（ｉ，ｊ）は発光デバイス５５０Ｒ（ｉ，ｊ）を備え、画素７０２Ｗ（ｉ，ｊ）は画素回路５３０Ｗ（ｉ，ｊ）および発光デバイス５５０Ｗ（ｉ，ｊ）を備える。

［０３２８］

《画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）の構成例》

画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）は第１の選択信号を供給され、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）は、第１の選択信号に基づいて、画像信号を取得する。例えば、導電膜Ｇ１（ｉ）を用いて、第１の選択信号を供給することができる（図７Ｂ参照）。または、導電膜Ｓ１ｇ（ｊ）を用いて画像信号を供給することができる。なお、第１の選択信号を供給し、画像信号を画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）に取得させる動作を「書き込み」ということができる。

［０３２９］

画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）は、スイッチＳＷ２１、トランジスタＭ２１、容量Ｃ２２およびノードＮ２１を備える（図８参照）。また、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）はノードＮ２２およびスイッチＳＷ２３を備える。

［０３３０］

トランジスタＭ２１は、ノードＮ２１と電気的に接続されるゲート電極と、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）と電気的に接続される第１の電極と、導電膜ＡＮＯと電気的に接続される第２の電極と、を備える。

［０３３１］

スイッチＳＷ２１は、ノードＮ２１と電気的に接続される第１の端子と、導電膜Ｓ１ｇ（ｊ）と電

気的に接続される第２の端子と、導電膜Ｇ１（ｉ）の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を備える。

［０３３２］

容量Ｃ２２は、ノードＮ２１と電気的に接続される導電膜と、トランジスタＭ２１の第１の電極と電気的に接続される導電膜を備える。

［０３３３］

スイッチＳＷ２３は、導電膜Ｖ０と電気的に接続される第１の端子と、トランジスタＭ２１の第１の電極と電気的に接続される第２の端子と、導電膜Ｇ１（ｉ）の電位に基づいて、導通状態または非導通状態を制御する機能を備える。なお、スイッチＳＷ２３の第１の端子は、ノードＮ２２と電気的に接続される。

［０３３４］

これにより、画像信号をノードＮ２１に格納することができる。または、ノードＮ２２の電位を、スイッチＳＷ２３を用いて、初期化することができる。または、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）が射出する光の強度を、ノードＮ２１の電位を用いて、制御することができる。その結果、利便性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

［０３３５］

《発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の構成例》

発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）は画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）と電気的に接続される（図７Ａおよび図８参照）。

［０３３６］

発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）は、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）と電気的に接続される電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）と、導電膜ＶＣＯＭ２と電気的に接続される電極５５２を備える（図８および図１０Ａ参照）。なお、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）は、ノードＮ２１の電位に基づいて動作する機能を備える。

［０３３７］

例えば、有機エレクトロルミネッセンス素子、無機エレクトロルミネッセンス素子、発光ダイオードまたはＱＤＬＥＤ（Ｑｕａｎｔｕｍ　Ｄｏｔ　ＬＥＤ）等を、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３３８］

具体的には、実施の形態１乃至実施の形態６において説明する構成を発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３３９］

《画素７０３（ｉ，ｊ）の構成例２》

複数の画素を画素７０３（ｉ，ｊ）に用いることができる。例えば、色相が互いに異なる色を表示する複数の画素を用いることができる。なお、複数の画素のそれぞれを副画素と言い換えることができる。または、複数の副画素を一組にして、画素と言い換えることができる。

［０３４０］

これにより、当該複数の画素が表示する色を加法混色することができる。または、個々の画素では表示することができない色相の色を、表示することができる。

［０３４１］

具体的には、青色を表示する画素７０２Ｂ（ｉ，ｊ）、緑色を表示する画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）および赤色を表示する画素７０２Ｒ（ｉ，ｊ）を画素７０３（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、画素７０２Ｂ（ｉ，ｊ）、画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）および画素７０２Ｒ（ｉ，ｊ）のそれぞれを副画素と言い換えることができる（図６Ｂ参照）。

［０３４２］

また、例えば、白色等を表示する画素７０２Ｗ（ｉ，ｊ）を上記の一組に加えて、画素７０３（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、シアンを表示する画素、マゼンタを表示する画素およびイエローを表示する画素を、画素７０３（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３４３］

また、例えば、赤外線を射出する画素を上記の一組に加えて、画素７０３（ｉ，ｊ）に用いることができる。具体的には、６５０ｎｍ以上１０００ｎｍ以下の波長を備える光を含む光を射出する画素を、画素７０３（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３４４］

＜機能パネル７００の構成例２＞

本実施の形態で説明する機能パネルは、駆動回路ＧＤと、駆動回路ＳＤと、を有する（図６Ａ参照）。

［０３４５］

《駆動回路ＧＤの構成例》

駆動回路ＧＤは、第１の選択信号を供給する機能を備える。例えば、駆動回路ＧＤは導電膜Ｇ１（ｉ）と電気的に接続され、第１の選択信号を供給する。

［０３４６］

《駆動回路ＳＤの構成例》

駆動回路ＳＤは導電膜Ｓ１ｇ（ｊ）と電気的に接続され、画像信号を供給する。

［０３４７］

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。

［０３４８］

（実施の形態８）

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルの構成について、図９乃至図１１を参照しながら説明する。

［０３４９］

図９は本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図６Ａの切断線Ｘ１－Ｘ２、Ｘ３－Ｘ４、Ｘ９－Ｘ１０および一組の画素７０３（ｉ，ｊ）における断面図である。

［０３５０］

図１０Ａは本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図６Ｂに示す画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）の断面図である。図１０Ｂは図１０Ａの一部を説明する断面図である。

［０３５１］

図１１Ａは本発明の一態様の機能パネルの構成を説明する図であり、図６Ａの切断線Ｘ１－Ｘ２および切断線Ｘ３－Ｘ４における断面図である。図１１Ｂは図１１Ａの一部を説明する図である。

［０３５２］

＜機能パネル７００の構成例１＞

本実施の形態で説明する機能パネルは、機能層５２０を有する（図９参照）。

［０３５３］

《機能層５２０の構成例１》

機能層５２０は、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）および画素回路５３０Ｗ（ｉ，ｊ）を備える（図９参照）。機能層５２０は、例えば、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）に用いるトランジスタＭ２１を含む（図８および図１０Ａまたは図１２Ｂ参照）。

［０３５４］

機能層５２０は開口部５９１Ｇ（ｉ，ｊ）を備える。画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）は開口部５９１Ｇ（ｉ，ｊ）において、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）と電気的に接続される（図９および図１０Ａ参照）。

［０３５５］

これにより、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）を画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）に形成することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

［０３５６］

《機能層５２０の構成例２》

機能層５２０は駆動回路ＧＤを備える（図６Ａおよび図９参照）。機能層５２０は、例えば、駆動回路ＧＤに用いるトランジスタＭＤを含む（図９および図１１Ａ参照）。

［０３５７］

これにより、例えば、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）に用いる半導体膜を形成する工程において、駆動回路ＧＤに用いる半導体膜を形成することができる。または、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）に用いる半導体膜を形成する工程とは異なる工程を用いて、駆動回路ＧＤに用いる半導体膜を形成することができる。または、機能パネルの作製工程を簡略化することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

［０３５８］

《トランジスタの構成例》

ボトムゲート型のトランジスタまたはトップゲート型のトランジスタなどを、機能層５２０に用いることができる。具体的には、トランジスタをスイッチに用いることができる。

［０３５９］

トランジスタは、半導体膜５０８、導電膜５０４、導電膜５１２Ａおよび導電膜５１２Ｂを備える（図１０Ｂ参照）。

［０３６０］

半導体膜５０８は、導電膜５１２Ａと電気的に接続される領域５０８Ａ、導電膜５１２Ｂと電気的に接続される領域５０８Ｂを備える。半導体膜５０８は、領域５０８Ａおよび領域５０８Ｂの間に領域５０８Ｃを備える。

［０３６１］

導電膜５０４は領域５０８Ｃと重なる領域を備え、導電膜５０４はゲート電極の機能を備える。

［０３６２］

絶縁膜５０６は、半導体膜５０８および導電膜５０４の間に挟まれる領域を備える。絶縁膜５０６はゲート絶縁膜の機能を備える。

［０３６３］

導電膜５１２Ａはソース電極の機能またはドレイン電極の機能の一方を備え、導電膜５１２Ｂはソース電極の機能またはドレイン電極の機能の他方を備える。

［０３６４］

また、導電膜５２４をトランジスタに用いることができる。導電膜５２４は、導電膜５０４との間に半導体膜５０８を挟む領域を備える。導電膜５２４は、第２のゲート電極の機能を備える。

［０３６５］

《半導体膜５０８の構成例１》

例えば、１４族の元素を含む半導体を半導体膜５０８に用いることができる。具体的には、シリコンを含む半導体を半導体膜５０８に用いることができる。

［０３６６］

［水素化アモルファスシリコン］

例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜５０８に用いることができる。または、微結晶シリコンなどを半導体膜５０８に用いることができる。これにより、例えば、ポリシリコンを半導体膜５０８に用いる機能パネルより、表示ムラが少ない機能パネルを提供することができる。または、機能パネルの大型化が容易である。

［０３６７］

［ポリシリコン］

例えば、ポリシリコンを半導体膜５０８に用いることができる。これにより、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜５０８に用いるトランジスタより、トランジスタの電界効果移動度を高くすることができる。または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜５０８に用いるトランジスタより、駆動能力を高めることができる。または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜５０８に用いるトランジスタより、画素の開口率を向上することができる。

［０３６８］

または、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜５０８に用いるトランジスタより、トランジスタの信頼性を高めることができる。

［０３６９］

または、トランジスタの作製に要する温度を、例えば、単結晶シリコンを用いるトランジスタより、低くすることができる。

［０３７０］

または、駆動回路のトランジスタに用いる半導体膜を、画素回路のトランジスタに用いる半導体膜と同一の工程で形成することができる。または、画素回路を形成する基板と同一の基板上に駆動回路を形成することができる。または、電子機器を構成する部品数を低減することができる。

［０３７１］

［単結晶シリコン］

例えば、単結晶シリコンを半導体膜５０８に用いることができる。これにより、例えば、水素化アモルファスシリコンを半導体膜５０８に用いる機能パネルより、精細度を高めることができる。または、例えば、ポリシリコンを半導体膜５０８に用いる機能パネルより、表示ムラが少ない機能パネルを提供することができる。または、例えば、スマートグラスまたはヘッドマウントディスプレイを提供することができる。

［０３７２］

《半導体膜５０８の構成例２》

例えば、金属酸化物を半導体膜５０８に用いることができる。これにより、アモルファスシリコンを半導体膜に用いたトランジスタを利用する画素回路と比較して、画素回路が画像信号を保持することができる時間を長くすることができる。具体的には、フリッカーの発生を抑制しながら、選択信号を３０Ｈｚ未満、好ましくは１Ｈｚ未満、より好ましくは一分に一回未満の頻度で供給することができる。その結果、情報処理装置の使用者に蓄積する疲労を低減することができる。また、駆動に伴う消費電力を低減することができる。

［０３７３］

例えば、酸化物半導体を用いるトランジスタを利用することができる。具体的には、インジウムを含む酸化物半導体、インジウムとガリウムと亜鉛を含む酸化物半導体またはインジウムとガリウムと亜鉛と錫とを含む酸化物半導体を半導体膜に用いることができる。

［０３７４］

一例を挙げれば、オフ状態におけるリーク電流が、半導体膜にアモルファスシリコンを用いたトランジスタより小さいトランジスタを用いることができる。具体的には、酸化物半導体を半導体膜に用いたトランジスタをスイッチ等に利用することができる。これにより、アモルファスシリコンを用いたトランジスタをスイッチに利用する回路より長い時間、フローティングノードの電位を保持することができる。

［０３７５］

例えば、インジウム、ガリウムおよび亜鉛を含む厚さ２５ｎｍの膜を、半導体膜５０８に用いることができる。

［０３７６］

例えば、タンタルおよび窒素を含む厚さ１０ｎｍの膜と、銅を含む厚さ３００ｎｍの膜と、を積層した導電膜を導電膜５０４に用いることができる。なお、銅を含む膜は、絶縁膜５０６との間に、タンタルおよび窒素を含む膜を挟む領域を備える。

［０３７７］

例えば、シリコンおよび窒素を含む厚さ４００ｎｍの膜と、シリコン、酸素および窒素を含む厚さ２００ｎｍの膜と、を積層した積層膜を、絶縁膜５０６に用いることができる。なお、シリコンおよび窒素を含む膜は、半導体膜５０８との間に、シリコン、酸素および窒素を含む膜を挟む領域を備える。

［０３７８］

例えば、タングステンを含む厚さ５０ｎｍの膜と、アルミニウムを含む厚さ４００ｎｍの膜と、チタンを含む厚さ１００ｎｍの膜と、をこの順で積層した導電膜を、導電膜５１２Ａまたは導電膜５１２Ｂに用いることができる。なお、タングステンを含む膜は、半導体膜５０８と接する領域を備える。

［０３７９］

ところで、例えば、アモルファスシリコンを半導体に用いるボトムゲート型のトランジスタの製造ラインは、酸化物半導体を半導体に用いるボトムゲート型のトランジスタの製造ラインに容易に改造できる。また、例えばポリシリコンを半導体に用いるトップゲート型のトランジスタの製造ラインは、酸化物半導体を半導体に用いるトップゲート型のトランジスタの製造ラインに容易に改造できる。いずれの改造も、既存の製造ラインを有効に活用することができる。

［０３８０］

これにより、表示のチラツキを抑制することができる。または、消費電力を低減することができる。または、動きの速い動画を滑らかに表示することができる。または、豊かな階調で写真等を表示することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な機能パネルを提供することができる。

［０３８１］

《半導体膜５０８の構成例３》

例えば、化合物半導体をトランジスタの半導体に用いることができる。具体的には、ガリウム・ヒ素を含む半導体を用いることができる。

［０３８２］

例えば、有機半導体をトランジスタの半導体に用いることができる。具体的には、ポリアセン類またはグラフェンを含む有機半導体を半導体膜に用いることができる。

［０３８３］

《容量の構成例》

容量は、一の導電膜、他の導電膜および絶縁膜を備える。当該絶縁膜は一の導電膜および他の導電膜の間に挟まれる領域を備える。

［０３８４］

例えば、トランジスタのソース電極またはドレイン電極に用いる導電膜と、ゲート電極に用いる導電膜と、ゲート絶縁膜に用いる絶縁膜と、を容量に用いることができる。

［０３８５］

《機能層５２０の構成例３》

機能層５２０は、絶縁膜５２１、絶縁膜５１８、絶縁膜５１６、絶縁膜５０６および絶縁膜５０１Ｃ等を備える（図１０Ａおよび図１０Ｂ参照）。

［０３８６］

絶縁膜５２１は、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）および発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる領域を備える。

［０３８７］

絶縁膜５１８は、絶縁膜５２１および絶縁膜５０１Ｃの間に挟まれる領域を備える。

［０３８８］

絶縁膜５１６は絶縁膜５１８および絶縁膜５０１Ｃの間に挟まれる領域を備える。

［０３８９］

絶縁膜５０６は絶縁膜５１６および絶縁膜５０１Ｃの間に挟まれる領域を備える。

［０３９０］

［絶縁膜５２１］

絶縁性の無機材料、絶縁性の有機材料または無機材料と有機材料を含む絶縁性の複合材料を、絶縁膜５２１に用いることができる。

［０３９１］

具体的には、無機酸化物膜、無機窒化物膜または無機酸化窒化物膜等またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料を、絶縁膜５２１に用いることができる。例えば、絶縁膜５２１Ａおよび絶縁膜５２１Ｂを積層した膜を絶縁膜５２１に用いることができる。

［０３９２］
例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等またはこれらから選ばれた複数を積層した積層材料を含む膜を、絶縁膜５２１に用いることができる。なお、窒化シリコン膜は緻密な膜であり、不純物の拡散を抑制する機能に優れる。

［０３９３］
例えば、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリシロキサン若しくはアクリル樹脂等またはこれらから選択された複数の樹脂の積層材料もしくは複合材料などを絶縁膜５２１に用いることができる。ところで、ポリイミドは熱的安定性、絶縁性、靭性、低誘電率、低熱膨張率、耐薬品性などの特性において他の有機材料に比べて優れた特性を備える。これにより、特にポリイミドを絶縁膜５２１等に好適に用いることができる。

［０３９４］
また、感光性を有する材料を用いて、絶縁膜５２１を形成してもよい。具体的には、感光性のポリイミドまたは感光性のアクリル樹脂等を用いて形成された膜を絶縁膜５２１に用いることができる。

［０３９５］
これにより、絶縁膜５２１は、例えば、絶縁膜５２１と重なるさまざまな構造に由来する段差を平坦化することができる。

［０３９６］
［絶縁膜５１８］
例えば、絶縁膜５２１に用いることができる材料を絶縁膜５１８に用いることができる。

［０３９７］
例えば、酸素、水素、水、アルカリ金属、アルカリ土類金属等の拡散を抑制する機能を備える材料を絶縁膜５１８に用いることができる。具体的には、窒化物絶縁膜を絶縁膜５１８に用いることができる。例えば、窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウム等を絶縁膜５１８に用いることができる。これにより、トランジスタの半導体膜への不純物の拡散を抑制することができる。

［０３９８］
［絶縁膜５１６］
例えば、絶縁膜５２１に用いることができる材料を絶縁膜５１６に用いることができる。例えば、絶縁膜５１６Ａおよび絶縁膜５１６Ｂを積層した膜を絶縁膜５１６に用いることができる。

［０３９９］
具体的には、絶縁膜５１８とは作製方法が異なる膜を絶縁膜５１６に用いることができる。

［０４００］
［絶縁膜５０６］
例えば、絶縁膜５２１に用いることができる材料を絶縁膜５０６に用いることができる。

［０４０１］
具体的には、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜または酸化ネオジム膜を含む膜を絶縁膜５０６に用いることができる。

［０４０２］

［絶縁膜５０１Ｄ］

絶縁膜５０１Ｄは、絶縁膜５０１Ｃおよび絶縁膜５１６の間に挟まれる領域を備える。

［０４０３］

例えば、絶縁膜５０６に用いることができる材料を絶縁膜５０１Ｄに用いることができる。

［０４０４］

［絶縁膜５０１Ｃ］

例えば、絶縁膜５２１に用いることができる材料を絶縁膜５０１Ｃに用いることができる。具体的には、シリコンおよび酸素を含む材料を絶縁膜５０１Ｃに用いることができる。これにより、画素回路、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）等への不純物の拡散を抑制することができる。

［０４０５］

《機能層５２０の構成例４》

機能層５２０は、導電膜、配線および端子を備える。導電性を備える材料を配線、電極、端子、導電膜等に用いることができる。

［０４０６］

［配線等］

例えば、無機導電性材料、有機導電性材料、金属または導電性セラミックスなどを配線等に用いることができる。

［０４０７］

具体的には、アルミニウム、金、白金、銀、銅、クロム、タンタル、チタン、モリブデン、タングステン、ニッケル、鉄、コバルト、パラジウムまたはマンガンから選ばれた金属元素などを、配線等に用いることができる。または、上述した金属元素を含む合金などを、配線等に用いることができる。特に、銅とマンガンの合金がウエットエッチング法を用いた微細加工に好適である。

［０４０８］

具体的には、アルミニウム膜上にチタン膜を積層する二層構造、窒化チタン膜上にチタン膜を積層する二層構造、窒化チタン膜上にタングステン膜を積層する二層構造、窒化タンタル膜または窒化タングステン膜上にタングステン膜を積層する二層構造、チタン膜と、そのチタン膜上にアルミニウム膜を積層し、さらにその上にチタン膜を形成する三層構造等を配線等に用いることができる。

［０４０９］

具体的には、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛などの導電性酸化物を、配線等に用いることができる。

［０４１０］

具体的には、グラフェンまたはグラファイトを含む膜を配線等に用いることができる。

［０４１１］

例えば、酸化グラフェンを含む膜を形成し、酸化グラフェンを含む膜を還元することにより、グラフェンを含む膜を形成することができる。還元する方法としては、熱を加える方法または還元剤を用いる方法等を挙げることができる。

［０４１２］

例えば、金属ナノワイヤーを含む膜を配線等に用いることができる。具体的には、銀を含むナノワイヤーを用いることができる。

［０４１３］

具体的には、導電性高分子を配線等に用いることができる。

［０４１４］

なお、例えば、導電材料を用いて、端子５１９Ｂをフレキシブルプリント基板ＦＰＣ１と電気的に接続することができる（図９参照）。具体的には、導電材料ＣＰを用いて、端子５１９Ｂをフレキシブルプリント基板ＦＰＣ１と電気的に接続することができる。

［０４１５］

＜機能パネル７００の構成例２＞

また、機能パネル７００は、基材５１０、基材７７０および封止材７０５を備える（図１０Ａ参照）。また、機能パネル７００は構造体ＫＢを備える。

［０４１６］

《基材５１０、基材７７０》

透光性を備える材料を、基材５１０または基材７７０に用いることができる。

［０４１７］

例えば、可撓性を有する材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。これにより、可撓性を備える機能パネルを提供することができる。

［０４１８］

例えば、厚さ０．７ｍｍ以下厚さ０．１ｍｍ以上の材料を用いることができる。具体的には、厚さ０．１ｍｍ程度まで研磨した材料を用いることができる。これにより、重量を低減することができる。

［０４１９］

ところで、第６世代（１５００ｍｍ×１８５０ｍｍ）、第７世代（１８７０ｍｍ×２２００ｍｍ）、第８世代（２２００ｍｍ×２４００ｍｍ）、第９世代（２４００ｍｍ×２８００ｍｍ）、第１０世代（２９５０ｍｍ×３４００ｍｍ）等のガラス基板を基材５１０または基材７７０に用いることができる。これにより、大型の表示装置を作製することができる。

［０４２０］

有機材料、無機材料または有機材料と無機材料等の複合材料等を基材５１０または基材７７０に用いることができる。

［０４２１］

例えば、ガラス、セラミックス、金属等の無機材料を用いることができる。具体的には、無アルカリガラス、ソーダ石灰ガラス、カリガラス、クリスタルガラス、アルミノ珪酸ガラス、強化ガラス、化学強化ガラス、石英またはサファイア等を、基材５１０または基材７７０に用いることができる。または、アルミノ珪酸ガラス、強化ガラス、化学強化ガラスまたはサファイア等を、機能パネルの使用者に近い側に配置される基材５１０または基材７７０に好適に用いることができる。これにより、使用に伴う機能パネルの破損または傷付きを防止することができる。

［０４２２］

具体的には、無機酸化物膜、無機窒化物膜または無機酸窒化物膜等を用いることができる。例えば、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜等を用いることができる。ステンレス・スチールまたはアルミニウム等を基材５１０または基材７７０に用いることができる。

［０４２３］

例えば、シリコンまたは炭化シリコンからなる単結晶半導体基板、多結晶半導体基板、シリコンゲルマニウム等の化合物半導体基板、ＳＯＩ基板等を基材５１０または基材７７０に用いることができる。これにより、半導体素子を基材５１０または基材７７０に形成することができる。

［０４２４］

例えば、樹脂、樹脂フィルムまたはプラスチック等の有機材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。具体的には、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド（ナイロン、アラミド等）、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリウレタン、アクリル樹脂、エポキシ樹脂またはシリコーンなどのシロキサン結合を有する樹脂を含む材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。例えば、これらの材料を含む樹脂フィルム、樹脂板または積層材料等を用いることができる。これにより、重量を低減することができる。または、例えば、落下に伴う破損等の発生頻度を低減することができる。

［０４２５］

具体的には、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）、ポリエーテルサルフォン（ＰＥＳ）、シクロオレフィンポリマー（ＣＯＰ）またはシクロオレフィンコポリマー（ＣＯＣ）等を基材５１０または基材７７０に用いることができる。

［０４２６］

例えば、金属板、薄板状のガラス板または無機材料等の膜と樹脂フィルム等を貼り合わせた複合材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。例えば、繊維状または粒子状の金属、ガラスもしくは無機材料等を樹脂に分散した複合材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。例えば、繊維状または粒子状の樹脂もしくは有機材料等を無機材料に分散した複合材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。

［０４２７］

また、単層の材料または複数の層が積層された材料を、基材５１０または基材７７０に用いることができる。例えば、絶縁膜等が積層された材料を用いることができる。具体的には、酸化シリコン層、窒化シリコン層または酸化窒化シリコン層等から選ばれた一または複数の膜が積層された材料を用いることができる。これにより、例えば、基材に含まれる不純物の拡散を防ぐことができる。または、ガラスまたは樹脂に含まれる不純物の拡散を防ぐことができる。または、樹脂を透過する不純物の拡散を防ぐことができる。

［０４２８］

また、紙または木材などを基材５１０または基材７７０に用いることができる。

［０４２９］

例えば、作製工程中の熱処理に耐えうる程度の耐熱性を有する材料を基材５１０または基材７７０に用いることができる。具体的には、トランジスタまたは容量等を直接形成する作成工程中に加わる熱に耐熱性を有する材料を、基材５１０または基材７７０に用いることができる。

［０４３０］

例えば、作製工程中に加わる熱に耐熱性を有する工程用基板に絶縁膜、トランジスタまたは容量等を形成し、形成された絶縁膜、トランジスタまたは容量等を、例えば、基材５１０または基材７７０に転置する方法を用いることができる。これにより、例えば、可撓性を有する基板に絶縁膜、トランジスタまたは容量等を形成できる。

［０４３１］

《封止材７０５》

封止材７０５は、機能層５２０および基材７７０の間に挟まれる領域を備え、機能層５２０および基材７７０を貼り合わせる機能を備える（図１０Ａ参照）。

［０４３２］

無機材料、有機材料または無機材料と有機材料の複合材料等を封止材７０５に用いることができる。

［０４３３］

例えば、熱溶融性の樹脂または硬化性の樹脂等の有機材料を、封止材７０５に用いることができる。

［０４３４］

例えば、反応硬化型接着剤、光硬化型接着剤、熱硬化型接着剤または／および嫌気型接着剤等の有機材料を封止材７０５に用いることができる。

［０４３５］

具体的には、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、ＰＶＣ（ポリビニルクロライド）樹脂、ＰＶＢ（ポリビニルブチラル）樹脂、ＥＶＡ（エチレンビニルアセテート）樹脂等を含む接着剤を封止材７０５に用いることができる。

［０４３６］

《構造体ＫＢ》

構造体ＫＢは、機能層５２０および基材７７０の間に挟まれる領域を備える。また、構造体ＫＢは、機能層５２０および基材７７０の間に所定の間隙を設ける機能を備える。

［０４３７］

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。

［０４３８］

（実施の形態９）

本実施の形態では、本発明の一態様の機能パネルの構成について、図１０を参照しながら説明する。

［０４３９］

＜機能パネル７００の構成例１＞

機能パネル７００は、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）を備える（図１０参照）。

［０４４０］

《発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の構成例１》

発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）は、電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）、電極５５２および発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）を備える。また、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）は、電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）および電極５５２に挟まれる領域を備える。

［０４４１］

［発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）の構成例１］

例えば、積層材料を発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。

［０４４２］

例えば、青色の光を発する材料、緑色の光を発する材料または赤色の光を発する材料を、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。また、赤外線を発する材料または紫外線を発する材料を発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。

［０４４３］

また、蛍光発光物質を含む層と、りん光発光物質を含む層と、を積層した積層材料を、発光性の材

料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。

［０４４４］

具体的には、実施の形態１乃至実施の形態６において説明する構成を発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０４４５］

［発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）の構成例２］

例えば、白色の光を射出するように積層された積層材料を、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。

［０４４６］

具体的には、色相が互いに異なる光を発する複数の材料を、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。例えば、青色の光を射出する材料を含む層と、黄色の光を射出する材料を含む層と、を積層した積層材料を、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。または、青色の光を射出する材料を含む層と、赤色の光を射出する材料を含む層と、緑色の光を射出する材料を含む層と、を積層した積層材料を、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。

［０４４７］

なお、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）に、例えば、着色膜ＣＦを重ねて用いることができる。これにより、例えば、白色の光から、所定の色相の光を取り出すことができる。

［０４４８］

［発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）の構成例３］

例えば、青色の光または紫外線を射出するように積層された積層材料を、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。

［０４４９］

なお、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）に重ねて、色変換層を用いることができる。これにより、例えば、青色の光または紫外線から、所定の色相の光を取り出すことができる。

［０４５０］

［発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）の構成例４］

発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）は、発光ユニットを備える。発光ユニットは、一方から注入された電子が他方から注入された正孔と再結合する領域を１つ備える。また、発光ユニットは発光性の材料を含み、発光性の材料は電子と正孔の再結合により生じるエネルギーを光として放出する。

［０４５１］

例えば、複数の発光ユニットおよび中間層を発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。中間層は、二つの発光ユニットの間に挟まれる領域を備える。中間層は電荷発生領域を備え、中間層は陰極側に配置された発光ユニットに正孔を供給し、陽極側に配置された発光ユニットに電子を供給する機能を備える。なお、複数の発光ユニットおよび中間層を備える構成をタンデム型の発光素子という場合がある。

［０４５２］

これにより、発光に係る電流効率を高めることができる。または、同じ輝度において、発光素子を流れる電流密度を下げることができる。または、発光素子の信頼性を高めることができる。

［０４５３］

例えば、一の色相の光を発する材料を含む発光ユニットを、他の色相の光を発する材料を含む発光ユニットと重ねて、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。または、一の色相の光を発する材料を含む発光ユニットを、同一の色相の光を発する材料を含む発光ユニットと重ねて、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。具体的には、青色の光を発する材料を含む二つの発光ユニットを重ねて用いることができる。

［０４５４］

ところで、例えば、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）、中分子化合物（低分子と高分子の中間領域の化合物：分子量４００以上４０００以下）等を、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）に用いることができる。

［０４５５］

［電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）、電極５５２］

例えば、配線等に用いることができる材料を電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）または電極５５２に用いることができる。具体的には、可視光について透光性を有する材料を電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）または電極５５２に用いることができる。

［０４５６］

例えば、導電性酸化物またはインジウムを含む導電性酸化物、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛などを用いることができる。または、光が透過する程度に薄い金属膜を用いることができる。または、可視光について透光性を有する材料を用いることができる。

［０４５７］

例えば、光の一部を透過し、光の他の一部を反射する金属膜を電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）または電極５５２に用いることができる。例えば、発光性の材料を含む層５５３Ｇ（ｊ）などを用いて、電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）および電極５５２の間の距離を調整する。

［０４５８］

これにより、微小共振器構造を発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）に設けることができる。または、所定の波長の光を他の光より効率よく取り出すことができる。または、スペクトルの半値幅が狭い光を取り出すことができる。または、鮮やかな色の光を取り出すことができる。

［０４５９］

例えば、効率よく光を反射する膜を、電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）または電極５５２に用いることができる。具体的には、銀およびパラジウム等を含む材料または銀および銅等を含む材料を金属膜に用いることができる。

［０４６０］

また、電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）は、開口部５９１Ｇ（ｉ，ｊ）において、画素回路５３０Ｇ（ｉ，ｊ）と電気的に接続される（図１０Ａ参照）。電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）は、例えば、絶縁膜５２８に形成される開口部と重なり、電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）は周縁に絶縁膜５２８を備える。

［０４６１］

これにより、電極５５１Ｇ（ｉ，ｊ）および電極５５２の短絡を防止することができる。

［０４６２］

＜機能パネル７００の構成例２＞

機能パネル７００は、絶縁膜５２８および絶縁膜５７３を有する（図１０Ａ参照）。

［０４６３］

《絶縁膜５２８の構成例１》

絶縁膜５２８は機能層５２０および基材７７０の間に挟まれる領域を備え、絶縁膜５２８は発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）と重なる領域に開口部を備える（図１０Ａ参照）。

［０４６４］

例えば、絶縁膜５２１に用いることができる材料を、絶縁膜５２８に用いることができる。具体的には、酸化珪素膜、アクリル樹脂を含む膜またはポリイミドを含む膜等を絶縁膜５２８に用いることができる。

［０４６５］

《絶縁膜５７３》

絶縁膜５７３は、機能層５２０との間に発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）を挟む領域を備える（図１０Ａ参照）。

［０４６６］

例えば、単数の膜または複数の膜を積層した積層膜を絶縁膜５７３に用いることができる。具体的には、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）を損傷し難い方法で形成することができる絶縁膜５７３Ａと、欠陥の少ない緻密な絶縁膜５７３Ｂと、を積層した積層膜を、絶縁膜５７３に用いることができる。例えば、有機材料を絶縁膜５７３Ａに用いることができる。また、無機材料を絶縁膜５７３Ｂに用いることができる。

［０４６７］

これにより、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）への不純物の拡散を抑制することができる。または、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の信頼性を高めることができる。

［０４６８］

＜機能パネル７００の構成例３＞

機能パネル７００は、機能層７２０を備える（図１０Ａ参照）。

［０４６９］

《機能層７２０》

機能層７２０は、遮光膜ＢＭ、着色膜ＣＦ（Ｇ）および絶縁膜７７１を備える。また、色変換層を用いることもできる。

［０４７０］

《遮光膜ＢＭ》

遮光膜ＢＭは画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）と重なる領域に開口部を備える。例えば、暗色の材料を遮光膜ＢＭに用いることができる。これにより、表示のコントラストを向上することができる。

［０４７１］

《着色膜ＣＦ（Ｇ）》

着色膜ＣＦ（Ｇ）は、基材７７０および発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる領域を備える。例えば、所定の色の光を選択的に透過する材料を着色膜ＣＦ（Ｇ）に用いることができる。具体的には、赤色の光、緑色の光または青色の光を透過する材料を着色膜ＣＦ（Ｇ）に用いることができる。

［０４７２］

《絶縁膜７７１の構成例》

絶縁膜７７１は、基材７７０および発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる領域を備える。

［０４７３］

絶縁膜７７１は、基材７７０との間に、遮光膜ＢＭ、着色膜ＣＦ（Ｇ）を挟む領域を備える。これにより、遮光膜ＢＭの厚さおよび着色膜ＣＦ（Ｇ）の厚さに由来する凹凸を平坦にすることができる。

［０４７４］

《色変換層》

色変換層は、基材７７０および発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる領域を備える。または、着色膜ＣＦ（Ｇ）および発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる領域を備える。

［０４７５］

例えば、入射する光より長い波長を有する光を射出する材料を色変換層に用いることができる。例えば、青色の光または紫外線を吸収して緑色の光に変換して放出する材料、青色の光または紫外線を吸収して赤色の光に変換して放出する材料、または紫外線を吸収して青色の光に変換して放出する材料を色変換層に用いることができる。

［０４７６］

具体的には、直径数ｎｍの量子ドットを色変換層に用いることができる。これにより、半値幅が狭いスペクトルを有する光を放出できる。または、彩度の高い光を放出することができる。

［０４７７］

＜機能パネル７００の構成例４＞

機能パネル７００は、遮光膜ＫＢＭを備える（図１０Ａ参照）。

［０４７８］

《遮光膜ＫＢＭ》

遮光膜ＫＢＭは画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）と重なる領域に開口部を備え、画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）に隣接する他の画素と重なる領域に開口部を備える。また、遮光膜ＫＢＭは、機能層５２０および基材７７０の間に挟まれる領域を備え、機能層５２０および基材７７０の間に所定の間隙を設ける機能を備える。例えば、暗色の材料を遮光膜ＫＢＭに用いることができる。これにより、画素７０２Ｇ（ｉ，ｊ）から隣接する他の画素に進入する迷光を抑制することができる。

［０４７９］

＜機能パネル７００の構成例５＞

機能パネル７００は、機能膜７７０Ｐを備える（図１０Ａ参照）。

［０４８０］

《機能膜７７０Ｐ等》

機能膜７７０Ｐは、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）と重なる領域を備える。機能膜７７０Ｐは、発光デバイス５５０Ｇ（ｉ，ｊ）との間に基材７７０を挟む領域を備える。

［０４８１］

例えば、反射防止フィルム、偏光フィルム、位相差フィルム、光拡散フィルムまたは集光フィルム等を機能膜７７０Ｐに用いることができる。

［０４８２］

例えば、厚さ１μｍ以下の反射防止膜を、機能膜７７０Ｐに用いることができる。具体的には、誘電体を３層以上、好ましくは５層以上、より好ましくは１５層以上積層した積層膜を機能膜７７０

Ｐに用いることができる。これにより、反射率を０．５％以下好ましくは０．０８％以下に抑制することができる。

［０４８３］

例えば、円偏光フィルムを機能膜７７０Ｐに用いることができる。

［０４８４］

また、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、汚れを付着しにくくする撥油性の膜、反射防止膜（アンチ・リフレクション膜）、非光沢処理膜（アンチ・グレア膜）、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、発生した傷が修復する自己修復性のフィルムなどを、機能膜７７０Ｐに用いることができる。

［０４８５］

＜機能パネル７００の構成例６＞

機能パネル７００は、絶縁膜５２８および着色膜ＣＦ（Ｇ）を有する（図１２Ａ参照）。

［０４８６］

《絶縁膜５２８の構成例２》

絶縁膜５２８は機能層５２０および基材７７０の間に挟まれる領域を備え、絶縁膜５２８は発光デバイス５５０Ｗ（ｉ，ｊ）と重なる領域に開口部を備える（図１２Ａ参照）。また、絶縁膜５２８は発光デバイス５５０Ｗ（ｉ，ｊ）と発光デバイス５５０Ｗ（ｉ，ｊ）に隣接する他の発光デバイスの間に開口部を備える。これにより、絶縁膜５２８の内部における、発光デバイス５５０Ｗ（ｉ，ｊ）が射出する光の伝搬を抑制することができる。または、画素７０２Ｗ（ｉ，ｊ）から隣接する他の画素に進入する迷光を抑制することができる。

［０４８７］

《発光デバイス５５０Ｗ（ｉ，ｊ）の構成例》

発光デバイス５５０Ｗ（ｉ，ｊ）は、電極５５１Ｗ（ｉ，ｊ）と、電極５５２と、層５５３Ｇ（ｊ）と、を有する（図７Ｃおよび図１２Ａ参照）。

［０４８８］

電極５５１Ｗ（ｉ，ｊ）は透過率Ｔ１を備える。また、電極５５２は電極５５１（ｉ，ｊ）と重なる領域を備え、電極５５２は透過率Ｔ２を備える。透過率Ｔ１は透過率Ｔ２より高い。なお、電極５５２は電極５５１Ｗ（ｉ，ｊ）より高い反射率を備える。

［０４８９］

＜層５５３Ｇ（ｊ）の構成例＞

層５５３Ｇ（ｊ）は、電極５５１（ｉ，ｊ）および電極５５２の間に挟まれる領域を備える。また、層５５３Ｇ（ｊ）は、領域５５３Ａ、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃを備える。

［０４９０］

なお、層５５３Ｇ（ｊ）は、層１０６およびユニット１０３（１２）の間に、ユニット１０３（１３）、層１０５（１３）および層１０６（１３）を備える点が、図４Ｂを用いて説明するＥＬ層５５３とは異なる。また、例えば、ユニット１０３に用いることができる構成をユニット１０３（１３）に用いることができ、層１０５に用いることができる構成を層１０５（１３）に用いることができ、層１０６に用いることができる構成を層１０６（１３）に用いることができる。

［０４９１］

領域５５３Ａは、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃの間に挟まれる部分を備える。なお、領域５５

３Ａは発光性の材料を含む層１１１、層１１１（１２）、層１１１（１３）および層１１１（１４）を含む。層１１１は光ＥＬ１を射出する機能を備え、層１１１（１２）は光ＥＬ１（２）を射出する機能を備え、層１１１（１３）は光ＥＬ１（３）を射出する機能を備え、層１１１（１４）は光ＥＬ１（４）を射出する機能を備える。

［０４９２］

例えば、青色の光を発する発光性の材料を層１１１および層１１１（１２）に用いることができる。また、例えば、黄色の光を発する発光性の材料を層１１１（１３）に用いることができる。また、例えば、赤色の光を発する発光性の材料を層１１１（１４）に用いることができる。

［０４９３］

領域５５３Ｂは電極５５１Ｗ（ｉ，ｊ）および領域５５３Ａに挟まれる領域を備え、領域５５３Ｂは屈折率ｎ１を備える。

［０４９４］

領域５５３Ｃは領域５５３Ａおよび電極５５２の間に挟まれる領域を備え、領域５５３Ｃは屈折率ｎ２を備える。

［０４９５］

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。

［０４９６］

（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のいずれか一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。

［０４９７］

本実施の形態では、実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一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１３を用いて説明する。なお、図１３Ａは、発光装置を示す上面図、図１３Ｂは図１３Ａ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。

［０４９８］

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。

［０４９９］

次に、断面構造について図１３Ｂ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。

［０５００］

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。

［０５０１］

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。

［０５０２］

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。

［０５０３］

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。

［０５０４］

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。

［０５０５］

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。

［０５０６］

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。

［０５０７］

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。

［０５０８］

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（Ｍｅｔａ

ｌ　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。

［０５０９］

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。

［０５１０］

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気的に接続された第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。

［０５１１］

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。

［０５１２］

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（０．２μｍ以上３μｍ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。

［０５１３］

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

［０５１４］

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、スピン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のいずれか一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、デンドリマーを含む）であっても良い。

［０５１５］

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もしくは化合物（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。

［０５１６］

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のいずれか一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なっているが、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のいずれか一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。

［０５１７］

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。

［０５１８］

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および酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板６０４に用いる材料としてガラス基板または石英基板の他、ＦＲＰ（Ｆｉｂｅｒ　Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、ＰＶＦ（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル樹脂等からなるプラスチック基板を用いることができる。

［０５１９］

図１３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、一対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。

［０５２０］

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。

［０５２１］

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、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。

［０５２２］
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。

［０５２３］
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、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。

［０５２４］
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。

［０５２５］
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のいずれか一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。

［０５２６］
図１４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１４Ａ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。

［０５２７］
また、図１４Ａ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１４Ａ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。

［０５２８］
図１４Ｂ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。

［０５２９］
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１５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。

［０５３０］

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１５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のいずれか一においてユニット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。

［０５３１］

図１５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）、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。

［０５３２］

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。

［０５３３］

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1×10^{-2}Ωｃｍ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1×10^{-2}Ωｃｍ以下の膜であるとする。

［０５３４］

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。

［０５３５］

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。

［０５３６］

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）λ／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。

［０５３７］

なお、上記構成においてＥＬ層は、複数の発光層を有する構造であっても、単一の発光層を有する構造であっても良く、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。

［０５３８］

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。

［０５３９］

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のいずれか一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。

［０５４０］

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１６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１６Ａは、発光装置を示す斜視図、図１６Ｂは図１６ＡをＸ－Ｙで切断した断面図である。図１６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のいずれか一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。

［０５４１］

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。

［０５４２］

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。

［０５４３］

（実施の形態１１）

本実施の形態では、実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを照明装置として用いる例を、図１７を参照しながら説明する。図１７Ｂは照明装置の上面図、図１７Ａは図１７Ｂにおけるｅ－ｆ断面図である。

［０５４４］

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のいずれか一における電極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。

［０５４５］

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。

［０５４６］

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のいずれか一におけるユニット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。

［０５４７］

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のいずれか一における電極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。

［０５４８］

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。

［０５４９］

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１７Ｂ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。

［０５５０］

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。

［０５５１］

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のいずれか一に記載の発光デバイスを用いており、消費電力の小さい発光装置とすることができる。

［０５５２］

（実施の形態１２）

本実施の形態では、実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスをその一部

に含む電子機器の例について説明する。実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは発光効率が良好であり、消費電力の小さい発光デバイスである。その結果、本実施の形態に記載の電子機器は、消費電力が小さい発光部を有する電子機器とすることが可能である。

［０５５３］

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。

［０５５４］

図１８Ａ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のいずれか一に記載の発光デバイスをマトリクス状に配列して構成されている。

［０５５５］

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

［０５５６］

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。

［０５５７］

図１８Ｂ１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１８Ｂ１のコンピュータは、図１８Ｂ２のような形態であっても良い。図１８Ｂ２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。

［０５５８］

図１８Ｃ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７４

０２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。

［０５５９］

図１８Ｃ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。

［０５６０］

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。

［０５６１］

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。

［０５６２］

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。

［０５６３］

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。

［０５６４］

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。

［０５６５］

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。

［０５６６］

図１９Ａは、掃除ロボットの一例を示す模式図である。

［０５６７］

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。

［０５６８］

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。

［０５６９］

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。

［０５７０］

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。

［０５７１］

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５１０１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。

［０５７２］

本発明の一態様の発光装置はディスプレイ５１０１に用いることができる。

［０５７３］

図１９Ｂに示すロボット２１００は、演算装置２１１０、照度センサ２１０１、マイクロフォン２１０２、上部カメラ２１０３、スピーカ２１０４、ディスプレイ２１０５、下部カメラ２１０６および障害物センサ２１０７、移動機構２１０８を備える。

［０５７４］

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

［０５７５］

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

［０５７６］

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

［０５７７］

図１９Ｃはゴーグル型ディスプレイの一例を表す図である。ゴーグル型ディスプレイは、例えば、筐体５０００、表示部５００１、スピーカ５００３、ＬＥＤランプ５００４、接続端子５００６、センサ５００７（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい、又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン５００８、表示部５００２、支持部５０１２、イヤホン５０１３等を有する。

［０５７８］

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

［０５７９］

図２０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、照明装置である電気スタンドに用いた例である。図２０に示す電気スタンドは、筐体２００１と、光源２００２を有し、光源２００２としては、実施の形態１１に記載の照明装置を用いても良い。

［０５８０］

図２１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、室内の照明装置３００１として用いた例である。実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一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のいずれか一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のいずれか一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。

［０５８１］

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２２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自動車のフロントガラスまたはダッシュボードに用いる一態様を示す。表示領域５２００乃至表示領域５２０３は実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いて設けられた表示である。

［０５８２］

表示領域５２００と表示領域５２０１は自動車のフロントガラスに設けられた実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一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のいずれか一に記載の発光デバイスは、第１の電極と第２の電極を透光性を有する電極で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態の表示装置とすることができる。シースルー状態の表示であれば、自動車のフロントガラスに設置したとしても、視界の妨げになることなく設置することができる。なお、駆動のためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料による有機トランジスタまたは酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いると良い。

［０５８３］

表示領域５２０２はピラー部分に設けられた実施の形態１乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを搭載した表示装置である。表示領域５２０２には、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。また、同様に、

ダッシュボード部分に設けられた表示領域５２０３は車体によって遮られた視界を、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。見えない部分を補完するように映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

［０５８４］

表示領域５２０３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５２００乃至表示領域５２０２にも設けることができる。また、表示領域５２００乃至表示領域５２０３は照明装置として用いることも可能である。

［０５８５］

また、図２３Ａ乃至図２３Ｃに、折りたたみ可能な携帯情報端末９３１０を示す。図２３Ａに展開した状態の携帯情報端末９３１０を示す。図２３Ｂに展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の携帯情報端末９３１０を示す。図２３Ｃに折りたたんだ状態の携帯情報端末９３１０を示す。携帯情報端末９３１０は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。

［０５８６］

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

［０５８７］

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て用いることができる。

［０５８８］

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。

［０５８９］

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］

［０５９０］

本実施例では、本発明の一態様の発光デバイス１乃至発光デバイス３の構成について、図２４乃至図２６を参照しながら説明する。

［０５９１］

図２４は、発光デバイス１乃至発光デバイス３の構成を説明する図である。

［０５９２］

図２５は、発光デバイス１乃至発光デバイス３に用いた材料の波長－常光屈折率特性を説明する図

である。

［０５９３］

図２６は、発光デバイス１乃至発光デバイス３に用いた発光性の材料の発光スペクトルを説明する図である。

［０５９４］

＜発光デバイス１乃至発光デバイス３＞

本実施例で説明する発光デバイス１乃至発光デバイス３は、電極５５１（ｉ，ｊ）と、電極５５２と、ＥＬ層５５３と、を有する（図２４参照）。

［０５９５］

電極５５１（ｉ，ｊ）は透光性の導電膜ＴＣＦおよび反射膜ＲＥＦを備える。また、電極５５１（ｉ，ｊ）は透過率Ｔ１を備える。電極５５２は電極５５１（ｉ，ｊ）と重なる領域を備える。なお、電極５５２は第２の透過率Ｔ２を備え、透過率Ｔ２は透過率Ｔ１より高い。

［０５９６］

《ＥＬ層５５３の構成》

ＥＬ層５５３は、電極５５１（ｉ，ｊ）および電極５５２の間に挟まれる領域を備え、ＥＬ層５５３は、領域５５３Ａ、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃを備える。

［０５９７］

領域５５３Ａは、領域５５３Ｂおよび領域５５３Ｃの間に挟まれる部分を備える。なお、領域５５３Ａは発光性の材料を含む層１１１、層１１１（１２）および層１１１（１３）を含む。

［０５９８］

領域５５３Ｂは電極５５１（ｉ，ｊ）および領域５５３Ａに挟まれる領域を備え、領域５５３Ｂは屈折率ｎ１を備える。また、領域５５３Ｂは層１０４および層１１２を含み、領域５５３Ｂは材料ＨＴＭを含む。なお、材料ＨＴＭは屈折率ｎ１を備える（図２５参照）。また、屈折率ｎ１を用いて光の取り出し効率を算出した。

［０５９９］

領域５５３Ｃは領域５５３Ａおよび電極５５２の間に挟まれる領域を備え、領域５５３Ｃは屈折率ｎ２を備える。また、屈折率ｎ２は屈折率ｎ１より低い。また、領域５５３Ｃは層１１３（１２）および層１０５（１２）を含み、領域５５３Ｃは材料ＥＴＭ__Ｌｏｗを含む。なお、材料ＥＴＭ__Ｌｏｗは屈折率ｎ２を備える（図２５参照）。また、屈折率ｎ２を用いて光の取り出し効率を算出した。

［０６００］

また、ＥＬ層５５３は、ユニット１０３、ユニット１０３（１２）および中間層１０６を含む（図２４参照）。

［０６０１］

《中間層１０６の構成》

中間層１０６はユニット１０３およびユニット１０３（１２）の間に挟まれ、中間層１０６はユニット１０３およびユニット１０３（１２）の一方に正孔を供給し、他方に電子を供給する機能を備える。

［０６０２］

《ユニット１０３の構成》

ユニット１０３は電極５５１（ｉ，ｊ）および中間層１０６の間に挟まれ、ユニット１０３は発光性の材料を含む層１１１を備える。

［０６０３］

《ユニット１０３（１２）の構成》

ユニット１０３（１２）は中間層１０６および電極５５２の間に挟まれ、ユニット１０３（１２）は、発光性の材料を含む層１１１（１２）を備える。

［０６０４］

《領域５５３Ａの構成》

領域５５３Ａは発光性の材料を含む層１１１および発光性の材料を含む層１１１（１２）を含む。

［０６０５］

また、ユニット１０３（１２）は発光性の材料を含む層１１１（１３）を備える（図２４参照）。なお、発光性の材料を含む層１１１（１２）は発光性の材料を含む層１１１および電極５５２の間に挟まれる領域を備え、発光性の材料を含む層１１１（１３）は発光性の材料を含む層１１１（１２）および電極５５２の間に挟まれる領域を備える。

［０６０６］

《発光性の材料を含む層の構成》

発光性の材料を含む層１１１は青色の光を発する機能を備え、発光性の材料を含む層１１１（１２）は赤色の光を発する機能を備え、発光性の材料を含む層１１１（１３）は緑色の光を発する機能を備える（図２６参照）。なお、青色の光にスペクトルＢ、緑色の光にスペクトルＧ、赤色の光にスペクトルＲを用いて、光の取り出し効率を算出した。

［０６０７］

《発光デバイス１乃至発光デバイス３の構成》

発光デバイス１乃至発光デバイス３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。

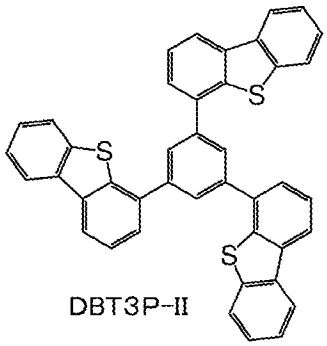
［０６０８］

［表１］

構成	符号	材料	屈折率	厚さ /nm
キャップ層	CAP	DBT3P-II	nc	70
電極	502	Ag:Mg		15
層	105(12)	ETM_Low	n2	40
層	113(12)	ETM_ref	nb	10
層	111(13)	Host:dopant_G	na	20
層	111(12)	Host:dopant_R	na	20
層	113＋層106＋層112(12)	ETM+CGM+HTM	n1	70
層	111	Host:dopant_B	na	20
層	104＋層112	HTM	n1	55
導電膜	TCF	ITSO		X
反射膜	REF	APC		100

［０６０９］

［化１３］



DBT3P-II

［０６１０］

発光デバイス１乃至発光デバイス３は、銀、パラジウムおよび銅を含む合金（ＡＰＣ）を反射膜ＲＥＦに用い、酸化ケイ素を含有した酸化インジウム－酸化スズ（ＩＴＳＯ）を透光性の導電膜ＴＣＦに用いた。なお、発光デバイス１乃至発光デバイス３のそれぞれは、厚さが異なる透光性の導電膜ＴＣＦを備える（表２参照）。

［０６１１］

正孔輸送性の材料ＨＴＭを層１０４および層１１２に用いた。層１０４および層１１２の屈折率にｎ１を用いた。

［０６１２］

ホスト材料Ｈｏｓｔおよび発光性の材料ｄｏｐａｎｔ＿Ｂを層１１１に用いた。層１１１の屈折率にｎａを用いた。

［０６１３］

電子輸送性の材料ＥＴＭを層１１３に用い、中間層に用いることができる材料ＣＧＭを中間層１０６に用い、正孔輸送材料ＨＴＭを層１１２（１２）に用いた。層１１３、中間層１０６および層１１２（１２）の屈折率にｎ１を用いた。

［０６１４］

ホスト材料Ｈｏｓｔおよび発光性の材料ｄｏｐａｎｔ＿Ｒを層１１１（１２）に用い、ホスト材料Ｈｏｓｔおよび発光性の材料ｄｏｐａｎｔ＿Ｇを層１１１（１３）に用いた。層１１１（１２）および層１１１（１３）の屈折率にｎａを用いた。

［０６１５］

電子輸送性の材料ＥＴＭ＿ｒｅｆを層１１３（１２）に用いた。層１１３（１２）の屈折率にｎｂを用いた。また、屈折率の低い電子輸送性の材料ＥＴＭ＿Ｌｏｗを層１０５（１２）に用いた。層１０５（１２）の屈折率にｎ２を用いた。なお、屈折率ｎ２は屈折率ｎ１より低い（図２５参照）。

［０６１６］

銀およびマグネシウムを含む合金Ａｇ：Ｍｇを電極５５２に用いた。また、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－ＩＩ）をキャップ層ＣＡＰに用いた。

［０６１７］

《発光デバイス１乃至発光デバイス３の特性》

計算機および有機ＥＬデバイスシミュレーションソフトウエア（サイバネットシステム株式会社製、商品名：ｓｅｔｆｏｓ）を用いて外部量子効率を算出した。結果を表２に示す。なお、発光デバイ

ス１乃至発光デバイス３は、同じ構成のＥＬ層５５３を備える。また、所望の色の光を効率よく射出するように、それぞれの電極５５１（ｉ，ｊ）の厚さを最適化した。

［０６１８］

発光デバイス１乃至発光デバイス３の外部量子効率は３３．２％以上４０．０％以下の範囲であった。

［０６１９］

［表２］

	領域533C	導電膜TCO nm	発光色	外部量子効率 (%)
発光デバイス1	ETM_Low	82.0	青色	33.2
発光デバイス2	ETM_Low	8.9	緑色	40.0
発光デバイス3	ETM_Low	74.3	赤色	39.4
比較発光デバイス1	ETM_ref	84.1	青色	29.4
比較発光デバイス2	ETM_ref	19.3	緑色	28.8
比較発光デバイス3	ETM_ref	84.1	赤色	30.1

［０６２０］

発光デバイス１乃至発光デバイス３は、いずれも比較発光デバイスより良好な特性を示すことがわかった。または、発光デバイス２および発光デバイス３は、発光デバイス１より外部量子効率が良好であった。または、発光デバイス２および発光デバイス３は、発光デバイス１よりエバネッセント損失を抑制できた。または、屈折率が低い材料を領域５５３Ａに用いることで、電極５５２の反射率を向上することができた。これにより、領域５５３Ａから射出される光を効率よく電極５５２から取り出すことが確認できた。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な光機能デバイスを提供することができた。

［０６２１］

（参考例１）

比較発光デバイス１乃至比較発光デバイス３は、電子輸送性の材料ＥＴＭ＿ｒｅｆを層１０５（１２）に用いた点が、発光デバイス１乃至発光デバイス３とは異なる（表１参照）。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。

［０６２２］

比較発光デバイス１乃至比較発光デバイス３は、領域５５３Ｃに層１１３（１２）および層１０５（１２）を含む。また、電子輸送性の材料ＥＴＭ＿ｒｅｆを層１１３（１２）および層１０５（１２）に用い、層１１３（１２）および層１０５（１２）の屈折率にｎｂを用いた。なお、屈折率ｎｂは屈折率ｎ１より高い（図２５参照）。

［０６２３］

《比較発光デバイス１乃至比較発光デバイス３の特性》

算出した外部量子効率を表２に示す。比較発光デバイス１乃至比較発光デバイス３は２８．８％以上３０．１％以下の範囲であった。

［０６２４］

≪合成例１≫

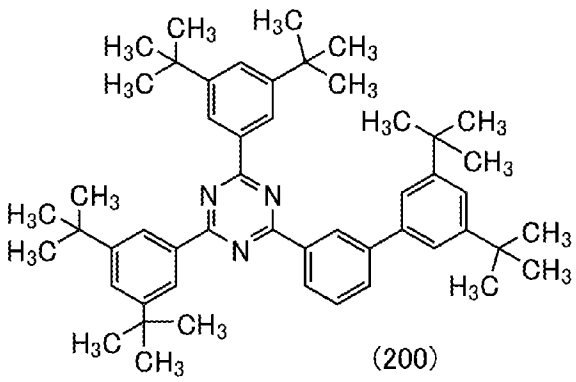
本実施例では、実施の形態２で説明した低屈折率電子輸送性材料の合成方法について説明する。

［０６２５］

まず、下記構造式（２００）として示した有機化合物、２－｛（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル）－１，１’－ビフェニル－３－イル｝－４，６－ビス（３，５－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，５－トリアジン（略称：ｍｍｔＢｕｍＢＰ－ｄｍｍｔＢｕＰＴｚｎ）の詳しい合成方法について説明する。ｍｍｔＢｕｍＢＰ－ｄｍｍｔＢｕＰＴｚｎの構造を以下に示す。

［０６２６］

［化１４］



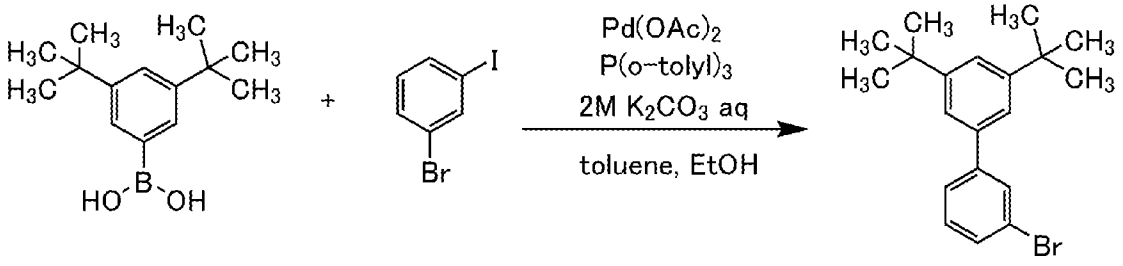
［０６２７］

＜ステップ１：３－ブロモ－３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルビフェニルの合成＞

三口フラスコに３，５－ジ－ｔ－ブチルフェニルボロン酸１．０ｇ（４．３ｍｍｏｌ）、１－ブロモ－３－ヨードベンゼン１．５ｇ（５．２ｍｍｏｌ）、２ｍｏｌ／Ｌ炭酸カリウム水溶液４．５ｍＬ、トルエン２０ｍＬ、エタノール３ｍＬを加え、減圧下で撹拌することにより脱気した。さらにここへトリス（２－メチルフェニル）ホスフィン（略称：Ｐ（ｏ－ｔｏｌｙｌ）$_3$）５２ｍｇ（０．１７ｍｍｏｌ）、酢酸パラジウム（ＩＩ）１０ｍｇ（０．０４３ｍｍｏｌ）を加え、窒素雰囲気下、８０℃で１４時間反応させた。反応終了後、トルエンによる抽出を行い、得られた有機層を硫酸マグネシウムで乾燥させた。この混合物を自然ろ過し、得られたろ液をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：ヘキサン）にて精製することにより目的の白色固体１．０ｇを得た（収率：６８％）。ステップ１の合成スキームを下式に示す。

［０６２８］

［化１５］



［０６２９］

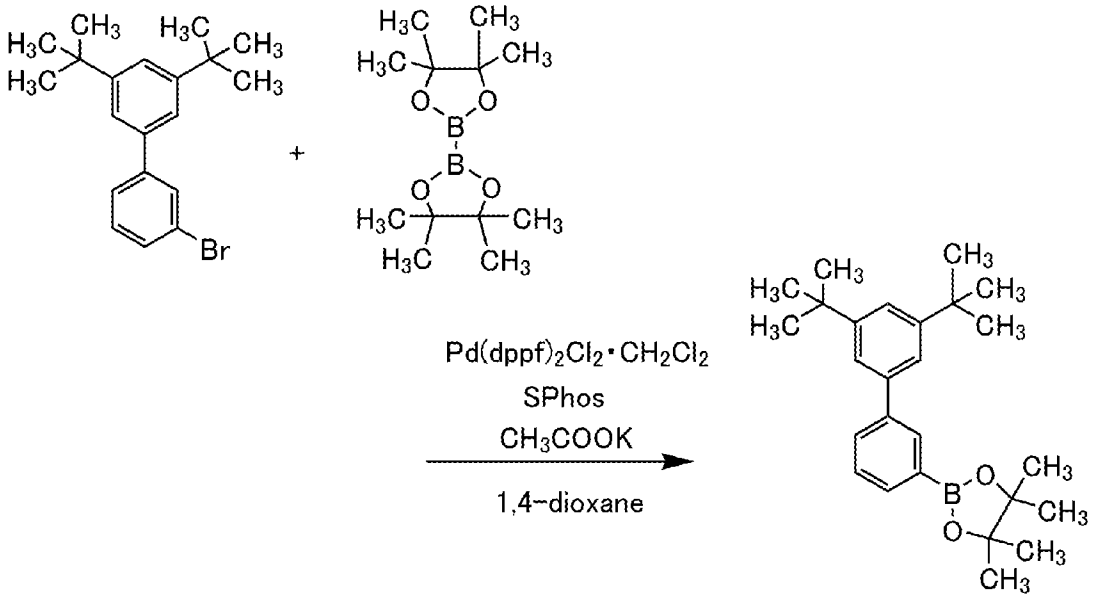
＜ステップ２：２－（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルビフェニル－３－イル）－４，４，５，５、－テトラメチル－１，３，２－ジオキサボロランの合成＞

三口フラスコに３－ブロモ－３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルビフェニル１．０ｇ（２．９ ｍｍｏｌ）、ビス（ピナコレート）ジボロン０．９６ｇ（３．８ｍｍｏｌ）、酢酸カリウム０．９４ｇ（９．６ｍｍｏｌ）、１，４－ジオキサン３０ｍＬを加え、減圧下で撹拌することにより脱気し

た。さらにここに２－ジシクロヘキシルホスフィノ－２’，６’－ジメトキシビフェニル（略称：ＳＰｈｏｓ）０．１２ｇ（０．３０ｍｍｏｌ）、［１，１’－ビス（ジフェニルホスフィノ）フェロセン］パラジウム（ＩＩ）ジクロリド　ジクロロメタン付加物０．１２ｇ（０．１５ｍｍｏｌ）を加え、窒素雰囲気化、１１０℃で２４時間反応させた。反応終了後、トルエンによる抽出をおこない、得られた有機層を硫酸マグネシウムにて乾燥させた。この混合物を自然ろ過した。得られたろ液をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：トルエン）にて精製することにより、目的の黄色オイル０．８９ｇを得た（収率：７８％）。ステップ２の合成スキームを下式に示す。

［０６３０］

［化１６］



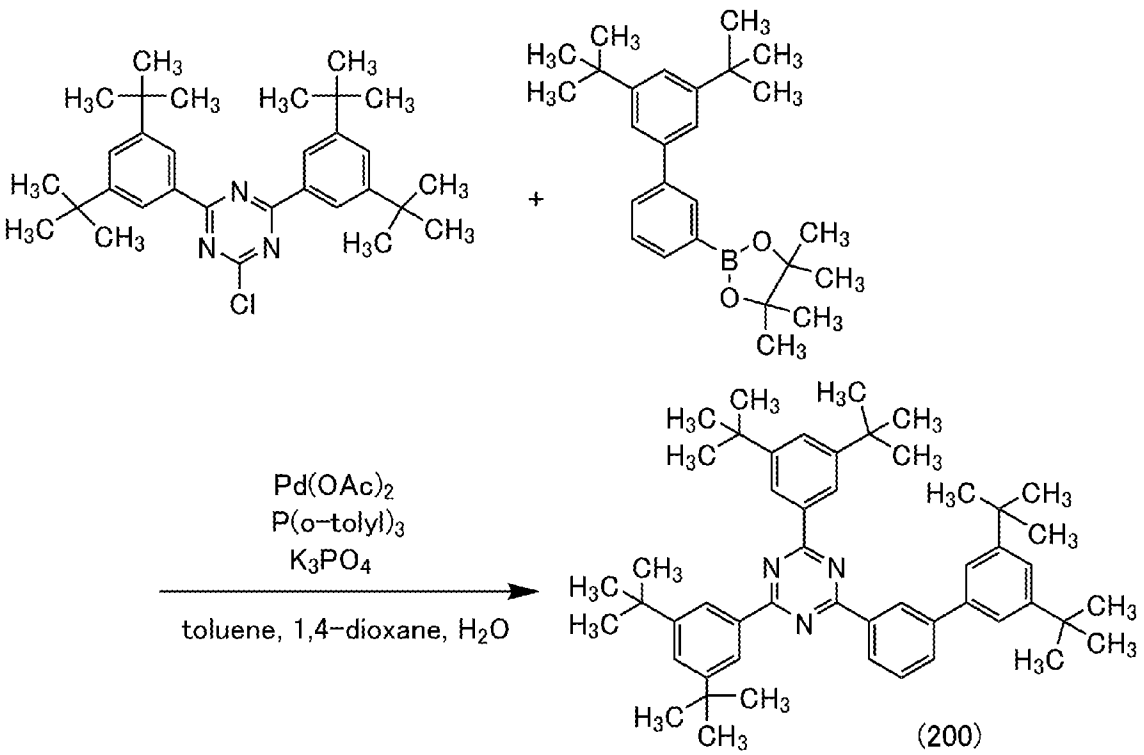
［０６３１］

＜ステップ３：ｍｍｔＢｕｍＢＰ－ｄｍｍｔＢｕＰＴｚｎの合成＞

三口フラスコに４，６－ビス（３，５－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル－フェニル）－２－クロロ－１，３，５－トリアジン０．８ｇ（１．６ｍｍｏｌ）、２－（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルビフェニル－３－イル）－４，４，５，５－テトラメチル－１，３，２－ジオキサボロラン０．８９ｇ（２．３ｍｍｏｌ）、リン酸三カリウム０．６８ｇ（３．２ｍｍｏｌ）、水３ｍＬ、トルエン８ｍＬ、１，４－ジオキサン３ｍＬを加え、減圧下で撹拌することにより脱気した。さらにここに酢酸パラジウム（ＩＩ）３．５ｍｇ（０．０１６ｍｍｏｌ）、トリス（２－メチルフェニル）ホスフィン１０ｍｇ（０．０３２ｍｍｏｌ）を加え、窒素雰囲気下１２時間加熱還流した。反応終了後、酢酸エチルによる抽出を行い、得られた有機層を硫酸マグネシウムにて乾燥させた。この混合物を自然ろ過した。得られたろ液を濃縮し、シリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒　酢酸エチル：ヘキサン＝１：２０）にて精製し、固体を得た。この固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒　クロロホルム：ヘキサン＝５：１から１：０に変化させた）にて精製した。得られた固体をヘキサンにて再結晶することにより、目的の白色固体０．８８ｇ（収率：７６％）を得た。ステップ３の合成スキームを下式に示す。

［０６３２］

［化１７］



［０６３３］

得られた白色固体０．８７ｇを、トレインサブリメーション法により、圧力５．８Ｐａ、アルゴンガスを流しながら、２３０℃の条件で昇華精製した。昇華精製後、目的物の白色固体を０．８２ｇ、回収率９５％で得た。

［０６３４］

なお、上記ステップ３で得られた白色固体の核磁気共鳴分光法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）による分析結果を下記に示す。この結果から、本合成例において、上述の構造式（２００）で表されるｍｍｔＢｕｍＢＰ－ｄｍｍｔＢｕＰＴｚｎが得られたことがわかった。

［０６３５］

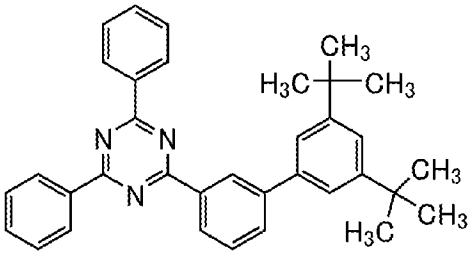
Ｈ^{1} ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_{3}$，３００ＭＨｚ）：δ＝１．４２－１．４９（ｍ，５４Ｈ），７．５０（ｓ，１Ｈ），７．６１－７．７０（ｍ，５Ｈ），７．８７（ｄ，１Ｈ），８．６８－８．６９（ｍ，４Ｈ），８．７８（ｄ，１Ｈ），９．０６（ｓ，１Ｈ）。

［０６３６］

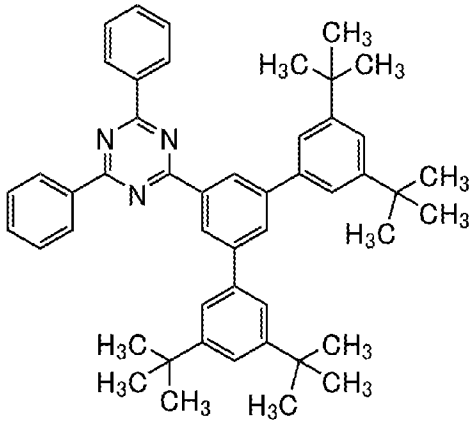
同様に、下記構造式（２０１）乃至構造式（２０４）で表される有機化合物を合成した。

［０６３７］

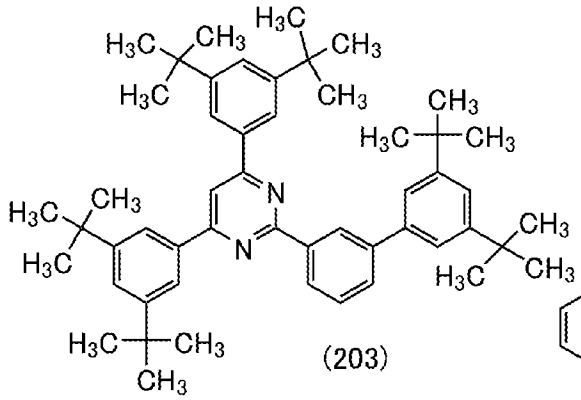
［化１８］



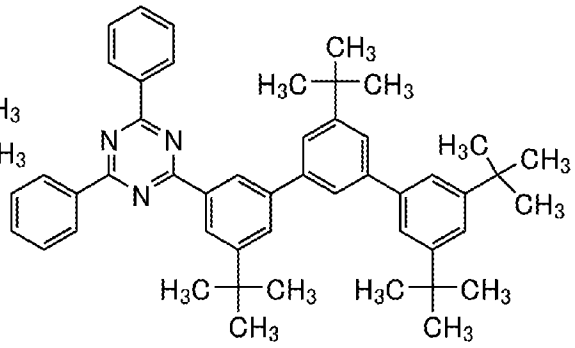
(201)



(202)



(203)



(204)

［０６３８］

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

［０６３９］

構造式（２０１）　２－｛（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル）－１，１’－ビフェニル－３－イル｝－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（略称：ｍｍｔＢｕｍＢＰＴｚｎ）

Ｈ^{1}　ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_{3}$，３００ＭＨｚ）：δ＝１．４４（ｓ，１８Ｈ），７．５１－７．６８（ｍ，１０Ｈ），７．８３（ｄ，１Ｈ），８．７３－８．８１（ｍ，５Ｈ），９．０１（ｓ，１Ｈ）。

［０６４０］

構造式（２０２）　２－（３，３’’，５，５’’－テトラ－ｔｅｒｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰＴｚｎ）

Ｈ^{1}　ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_{3}$，３００ＭＨｚ）：δ＝１．４４（ｓ，３６Ｈ），７．５４－７．６２（ｍ，１２Ｈ），７．９９（ｔ，１Ｈ），８．７９（ｄ，４Ｈ），８．９２（ｄ，２Ｈ）。

［０６４１］

構造式（２０３）　２－｛（３’，５’－ジ－ｔｅｒｔ－ブチル）－１，１’－ビフェニル－３－イル｝－４，６－ビス（３，５－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３－ピリミジン（略称：ｍｍｔＢｕｍＢＰ－ｄｍｍｔＢｕＰＰｍ）

Ｈ^{1}　ＮＭＲ（ＣＤＣｌ$_{3}$，３００ＭＨｚ）：δ＝１．３９－１．４５（ｍ，５４Ｈ），７．４７（ｔ，１Ｈ），７．５９－７．６５（ｍ，５Ｈ），７．７６（ｄ，１Ｈ），７．９５（ｓ，１Ｈ），

８．０６（ｄ，４Ｈ），８．７３（ｄ，１Ｈ、８．９９（ｓ，１Ｈ））。

［０６４２］

構造式（２０４）　２－（３，３’’，５’，５’’－テトラ－ｔｅｒｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰＴｚｎ－０２）

H^1　ＮＭＲ（$CDCl_3$，３００ＭＨｚ）：δ＝１．４１（ｓ，１８Ｈ），１．４９（ｓ，９Ｈ），１．５２（ｓ，９Ｈ），７．４９（ｓ，３Ｈ），７．５８－７．６３（ｍ，７Ｈ），７．６９－７．７０（ｍ，２Ｈ），７．８８（ｔ，１Ｈ），８．７７－８．８３（ｍ，６Ｈ）。

［０６４３］

以上の物質はすべて青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である物質である。

［０６４４］

≪合成例２≫

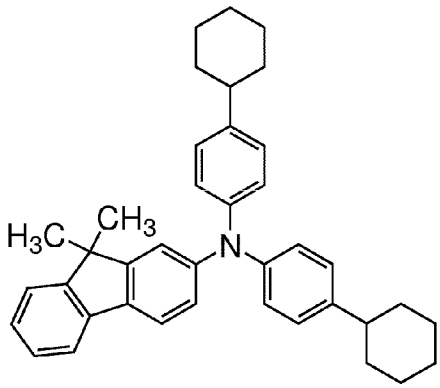
本実施例では、実施の形態２で説明した低屈折率正孔輸送性材料の合成方法について説明する。

［０６４５］

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：ｄｃｈＰＡＦ）の詳しい合成方法について説明する。ｄｃｈＰＡＦの構造を以下に示す。

［０６４６］

［化１９］



(100)

［０６４７］

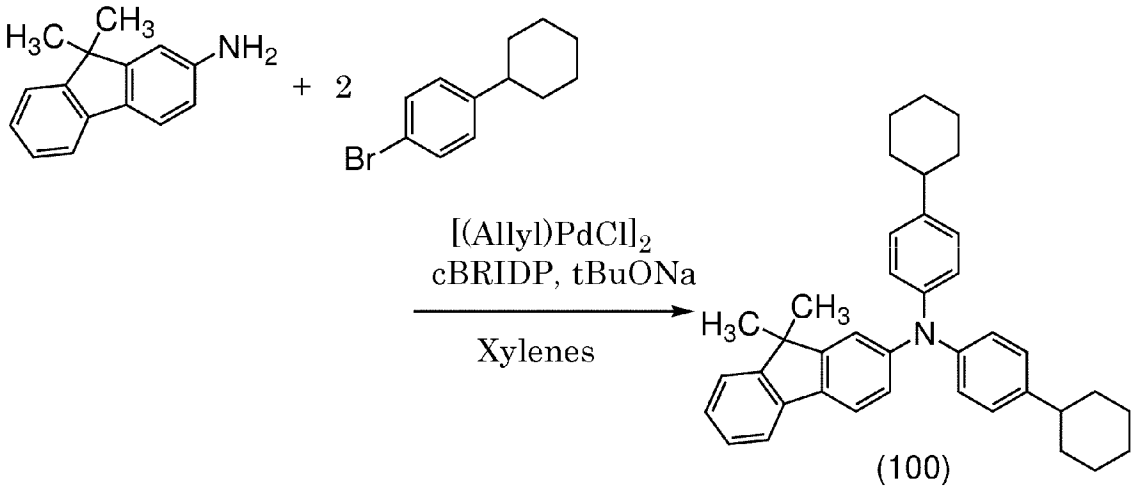
＜ステップ１：Ｎ，Ｎ－ビス（４－シクロヘキシルフェニル）－Ｎ－（９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２イル）アミン（略称：ｄｃｈＰＡＦ）の合成＞

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℃まで加熱撹拌した。ここで、アリル塩化パラジウム二量体（ＩＩ）（略称：（ＡｌｌｙｌＰｄＣｌ）$_2$）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ｄｃｈＰＡＦの合成スキームを下に示す。

［０６４８］

［化２０］



(100)

［０６４９］

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}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。

［０６５０］

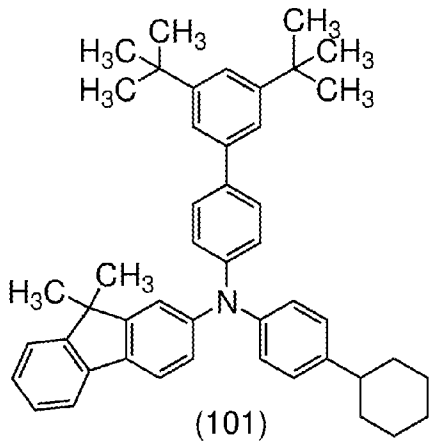
^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．６０（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），７．５３（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．０Ｈｚ），７．３７（ｄ，２Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），７．２９（ｔｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ，１．０Ｈｚ），７．２３（ｔｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ，１．０Ｈｚ），７．１９（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．５Ｈｚ），７．０６（ｍ，８Ｈ），６．９７（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．０Ｈｚ，１．５Ｈｚ），２．４１－２．５１（ｂｒｍ，２Ｈ），１．７９－１．９５（ｍ，８Ｈ），１．７０－１．７７（ｍ，２Ｈ），１．３３－１．４５（ｂｒｍ，１４Ｈ），１．１９－１．３０（ｂｒｍ，２Ｈ）．

［０６５１］

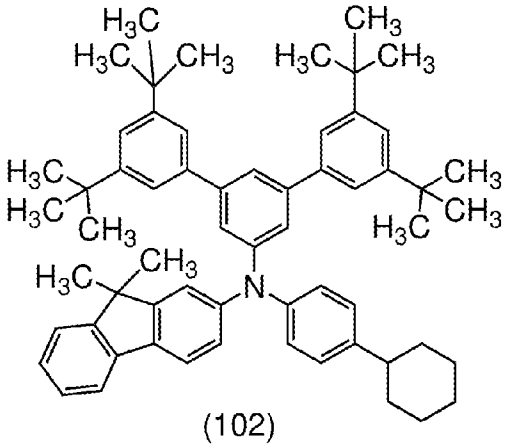
同様に、下記構造式（１０１）乃至構造式（１０９）で表される有機化合物を合成した。

［０６５２］

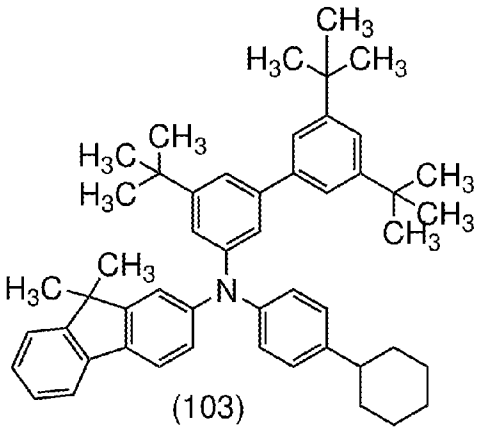
［化２１］



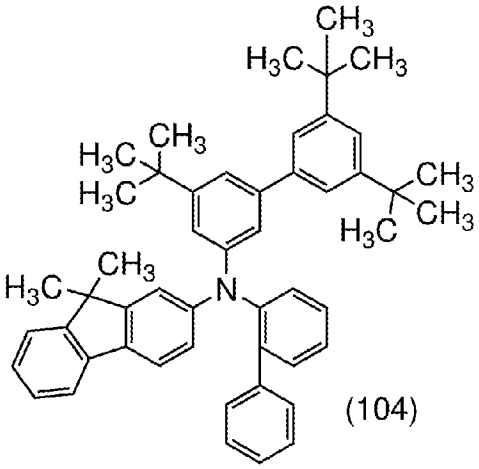
(101)



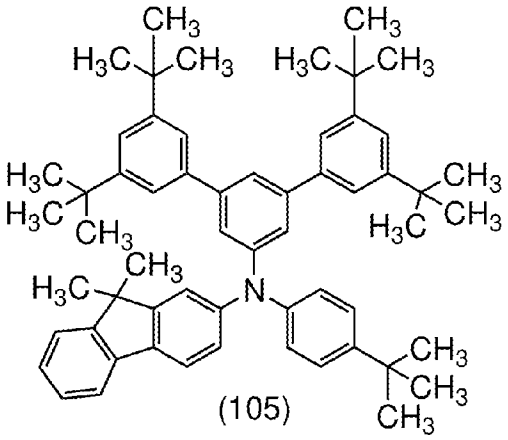
(102)



(103)



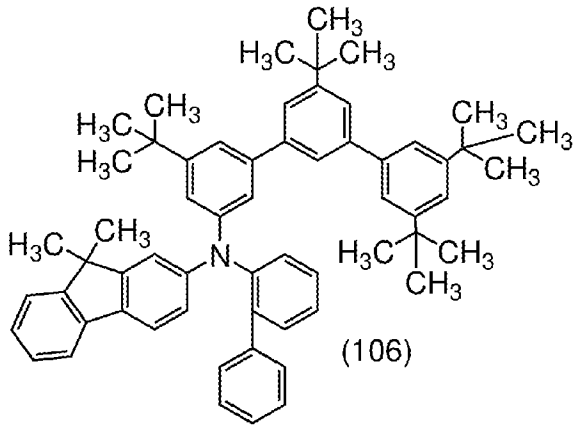
(104)

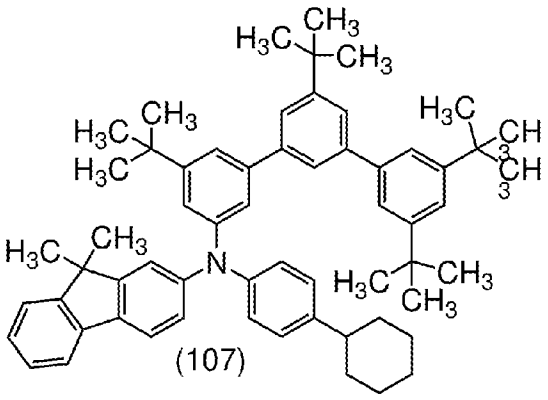


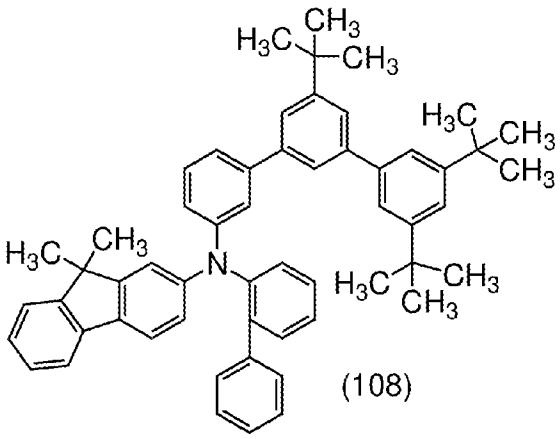
(105)

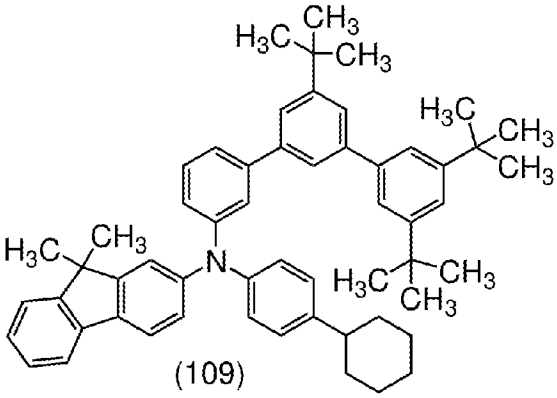
[０６５３]

[化２２]


(106)


(107)


(108)


(109)

［０６５４］

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

［０６５５］

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：ｍｍｔＢｕＢｉｃｈＰＡＦ）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．６３（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），７．５７（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．０Ｈｚ），７．４４－７．４９（ｍ，２Ｈ），７．３７－７．４２（ｍ，４Ｈ），７．３１（ｔｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ，２．０Ｈｚ），７．２３－７．２７（ｍ，２Ｈ），７．１５－７．１９（ｍ，２Ｈ），７．０８－７．１４（ｍ，４Ｈ），７．０５（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．０Ｈｚ，２．０Ｈｚ），２．４３－２．５３（ｂｒｍ，１Ｈ），１．８１－１．９６（ｍ，４Ｈ），１．７５（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝１２．５Ｈｚ），１．３２－１．４８（ｍ，２８Ｈ），１．２０－１．３１（ｂｒｍ，１Ｈ）．

［０６５６］

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：ｍｍｔＢｕｍＴＰｃｈＰＡＦ）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ（３００ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_{3}$）：δ＝７．６３（ｄ，Ｊ＝６．６Ｈｚ，１Ｈ），７．５８（ｄ，Ｊ＝８．１Ｈｚ，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）．

［０６５７］

構造式（１０３）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）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．６３（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），７．５６（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．５Ｈｚ），７．３７－４０（ｍ，２Ｈ），７．２７－７．３２（ｍ，４Ｈ），７．２２－７．２５（ｍ，１Ｈ），７．１６－７．１９（ｂｒｍ，２Ｈ），７．０８－７．１５（ｍ，４Ｈ），７．０２－７．０６（ｍ，２Ｈ），２．４３－２．５１（ｂｒｍ，１Ｈ）、１．８０－１．９３（ｂｒｍ，４Ｈ），１．７１－１．７７（ｂｒｍ，１Ｈ），１．３６－１．４６（ｂｒｍ，１０Ｈ），１．３３（ｓ，１８Ｈ），１．２２－１．３０（ｂｒｍ，１０Ｈ）．

［０６５８］

構造式（１０４）Ｎ－（１，１’－ビフェニル－２－イル）－Ｎ－［（３，３’，５’－トリ－ｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＢｉｏＦＢｉ）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．５７（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），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（ｂｒｓ，２Ｈ），１．３３（ｓ，１８Ｈ），１．３２（ｓ，６Ｈ），１．２０（ｓ，９Ｈ）．

［０６５９］

構造式（１０５）Ｎ－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－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）－９，９，－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－アミン（略称：ｍｍｔＢｕｍＴＰｔＢｕＰＡＦ）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．６４（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），７．５９（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．０Ｈｚ），７．３８－７．４３（ｍ，４Ｈ），７．２９－７．３６（ｍ，８Ｈ），７．２４－７．２８（ｍ，３Ｈ），７．１９（ｄ，２Ｈ，Ｊ＝８．５Ｈｚ），７．１３（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．５Ｈｚ，８．０Ｈｚ），１．４７（ｓ，６Ｈ），１．３２（ｓ，４５Ｈ）．

［０６６０］

構造式（１０６）Ｎ－（１，１’－ビフェニル－２－イル）－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）－９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－アミン（略称：ｍｍｔＢｕｍＴＰｏＦＢｉ－０２）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．５６（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．４Ｈｚ），７．５０（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），７．３３－７．４６（ｍ，１１Ｈ），７．２７－７．２９（ｍ，２Ｈ），７．２２（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝２．３Ｈｚ），７．１５（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝６．９Ｈｚ），６．９８－７．０７（ｍ，７Ｈ），６．９３（ｓ，１Ｈ），６．８４（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝６．３Ｈｚ），１．３８（ｓ，９Ｈ），１．３７（ｓ，１８Ｈ），１．３１（ｓ，６Ｈ），１．２０（ｓ，９Ｈ）．

［０６６１］

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－ｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰｃｈＰＡＦ－０２）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．６２（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），７．５６（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．０Ｈｚ），７．５０（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），７．４６－７．４７（ｍ，２Ｈ），

７．４３（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），７．３７－７．３９（ｍ，３Ｈ），７．２９－７．３２（ｍ，２Ｈ），７．２３－７．２５（ｍ，２Ｈ），７．２０（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），７．０９－７．１４（ｍ，５Ｈ），７．０５（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝２．３Ｈｚ），２．４６（ｂｒｍ，１Ｈ），１．８３－１．８８（ｍ，４Ｈ），１．７３－１．７５（ｂｒｍ，１Ｈ），１．４２（ｓ，６Ｈ），１．３８（ｓ，９Ｈ），１．３６（ｓ，１８Ｈ），１．２９（ｓ，９Ｈ）

［０６６２］

構造式（１０８）Ｎ－（１，１’－ビフェニル－２－イル）－Ｎ－（３’’，５’，５’’－トリ－ｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰｏＦＢｉ－０３）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．５５（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．４Ｈｚ），７．５０（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），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＝６．３Ｈｚ，１．７Ｈｚ），６．９３（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），６．８２（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．３Ｈｚ，２．３Ｈｚ），１．３７（ｓ，９Ｈ），１．３６（ｓ，１８Ｈ），１．２９（ｓ，６Ｈ）．

［０６６３］

構造式（１０９）Ｎ－（４－シクロヘキシルフェニル）－Ｎ－（３’’，５’，５’’－トリ－ｔ－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：ｍｍｔＢｕｍＴＰｃｈＰＡＦ－０３）

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：７．６２（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝７．５Ｈｚ），７．５６（ｄ，１Ｈ，Ｊ＝８．６Ｈｚ），７．５１（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），７．４８（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），７．４６（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），７．４２（ｄｄ，１Ｈ，Ｊ＝１．７Ｈｚ），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（ｂｒｍ，１Ｈ），１．８３－１．９０（ｍ，４Ｈ），１．７３－１．７５（ｂｒｍ，１Ｈ），　１．４１（ｓ，６Ｈ），１．３７（ｓ，９Ｈ），１．３５（ｓ，１８Ｈ）．

［０６６４］

以上の物質はすべて青色発光領域（４５５ｎｍ以上４６５ｎｍ以下）における常光屈折率が１．５０以上１．７５以下、または屈折率の測定に通常用いられる６３３ｎｍの光における常光屈折率が、１．４５以上１．７０以下である物質である。

［符号の説明］

［０６６５］

ＡＮＯ：導電膜、ＣＡＰ：キャップ層、ＣＰ：導電材料、ＦＰＣ１：フレキシブルプリント基板、Ｇ１：導電膜、ＭＤ：トランジスタ、Ｍ２１：トランジスタ、Ｎ２１：ノード、Ｎ２２：ノード、Ｓ１ｇ：導電膜、ＳＷ２１：スイッチ、ＳＷ２３：スイッチ、ＴＣＦ：導電膜、ＶＣＯＭ２：導電膜、Ｖ０：導電膜、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、１１３：層、１５０：発光デバイス、２３１：領域、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、５０１Ｃ：絶縁膜、５０１Ｄ：絶縁膜、５０４：導電膜、５０６：絶縁膜、５０８：半導体膜、５０８Ａ：領域、５０８Ｂ：領域、５０８Ｃ：領域、５１０：基材、５１２Ａ：導電膜、５１２Ｂ：

導電膜、５１６：絶縁膜、５１６Ａ：絶縁膜、５１６Ｂ：絶縁膜、５１８：絶縁膜、５１９Ｂ：端子、５２０：機能層、５２１：絶縁膜、５２１Ａ：絶縁膜、５２１Ｂ：絶縁膜、５２４：導電膜、５２８：絶縁膜、５３０Ｇ：画素回路、５５０Ｇ：発光デバイス、５５０Ｗ：発光デバイス、５５１（ｉ，ｊ）：電極、５５１Ｇ：電極、５５１Ｗ：電極、５５２：電極、５５３：ＥＬ層、５５３Ａ：領域、５５３Ｂ：領域、５５３Ｃ：領域、５５３Ｇ：層、５７３：絶縁膜、５７３Ａ：絶縁膜、５７３Ｂ：絶縁膜、５９１Ｇ：開口部、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：機能パネル、７０２Ｂ：画素、７０２Ｇ：画素、７０２Ｒ：画素、７０２Ｗ：画素、７０３：画素、７０５：封止材、７２０：機能層、７７０：基材、７７０Ｐ：機能膜、７７１：絶縁膜、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：表示パネル、９３１３：ヒンジ、９３１５：筐体

請求の範囲

［請求項１］

第１の電極と、

第２の電極と、

ＥＬ層と、を有し、

前記第１の電極は、第１の透過率を備え、

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２の電極は、第２の透過率を備え、

前記第２の透過率は、前記第１の透過率より高く、

前記ＥＬ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ＥＬ層は、第１の領域、第２の領域および第３の領域を備え、

前記第１の領域は、前記第２の領域および前記第３の領域の間に挟まれる部分を備え、

前記第２の領域は、前記第１の電極および前記第１の領域に挟まれる領域を備え、

前記第２の領域は、第１の屈折率を備え、

前記第３の領域は、前記第１の領域および前記第２の電極の間に挟まれる領域を備え、

前記第３の領域は、第２の屈折率を備え、

前記第２の屈折率は、前記第１の屈折率より低く、

前記ＥＬ層は、第１のユニット、第２のユニットおよび中間層を含み、

前記中間層は、前記第１のユニットおよび前記第２のユニットの間に挟まれ、

前記中間層は、前記第１のユニットおよび前記第２のユニットの一方に正孔を供給し、他方に電子を供給する機能を備え、

前記第１のユニットは、前記第１の電極および前記中間層の間に挟まれ、

前記第１のユニットは、第１の発光性の材料を含む層を備え、

前記第２のユニットは、前記中間層および前記第２の電極の間に挟まれ、

前記第２のユニットは、第２の発光性の材料を含む層を備え、

前記第１の領域は、前記第１の発光性の材料を含む層および前記第２の発光性の材料を含む層を含む、発光デバイス。

［請求項２］

前記第１の発光性の材料を含む層は、青色の光を発する機能を備え、

前記第２の発光性の材料を含む層は、青色の光を発する機能を備える、請求項１に記載の発光デバイス。

［請求項３］

前記第２のユニットは、第３の発光性の材料を含む層を備え、

前記第１の発光性の材料を含む層は、青色の光を発する機能を備える、

前記第２の発光性の材料を含む層は、赤色の光を発する機能を備え、

前記第３の発光性の材料を含む層は、緑色の光を発する機能を備える、請求項１に記載の発光デバイス。

［請求項４］

前記第３の領域は、前記第２の領域より電子輸送性に優れる、請求項１乃至請求項３のいずれか一に記載の発光デバイス。

［請求項５］

前記第３の領域は、前記第２の領域より正孔輸送性に優れる、請求項１乃至請求項３のいずれか一に記載の発光デバイス。

［請求項６］

機能層と、

画素と、を有し、

前記機能層は、画素回路を備え、

前記画素は、前記画素回路および請求項１乃至請求項５のいずれか一に記載の発光デバイスを備え、

前記第１の電極は、前記機能層および前記第２の電極の間に挟まれる領域を備え、

前記第１の電極は、前記画素回路と電気的に接続される、表示パネル。

［請求項７］

請求項１乃至請求項５のいずれか一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８］

請求項１乃至請求項５のいずれか一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９］

請求項７に記載の発光装置と、筐体と、を有する照明装置。

［請求項１０］

請求項８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

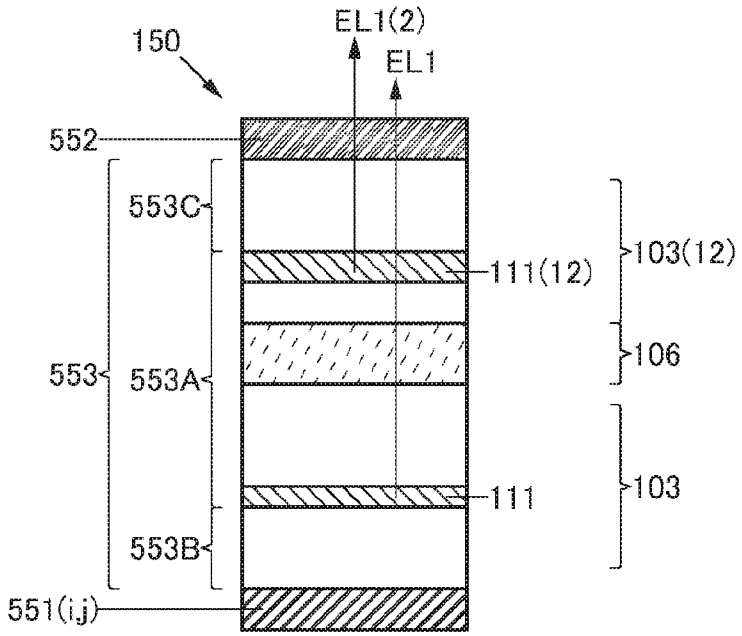

150
EL1(2)
EL1
552
553C
553
553A
553B
551(i,j)
111(12)
111
103(12)
106
103

図1B

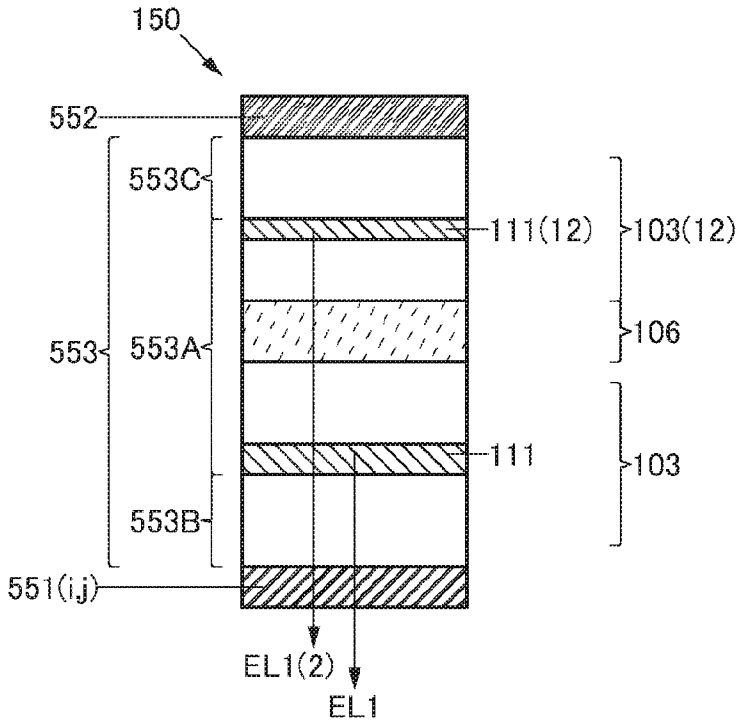

150
552
553C
553
553A
553B
551(i,j)
111(12)
111
103(12)
106
103
EL1(2)
EL1

図2A

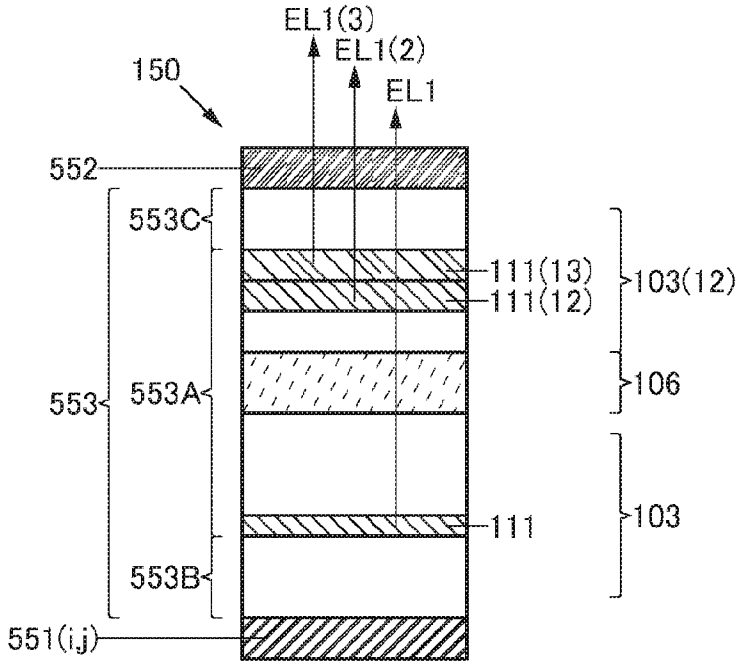

EL1(3)
EL1(2)
EL1
150
552
553C
111(13)
111(12)
103(12)
553
553A
106
103
111
553B
551(i,j)

図2B

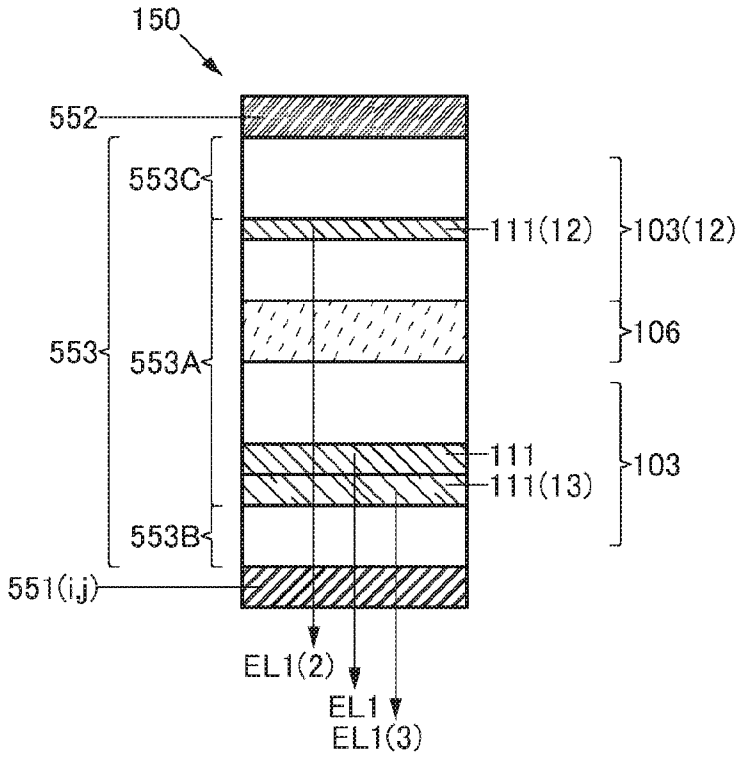

150
552
553C
111(12)
103(12)
553
553A
106
111
111(13)
103
553B
551(i,j)
EL1(2)
EL1
EL1(3)

図3A

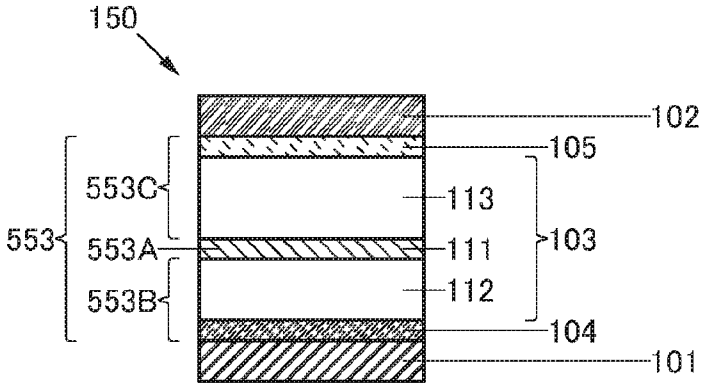

150
102
105
553C
113
553
553A
111
103
553B
112
104
101

図3B

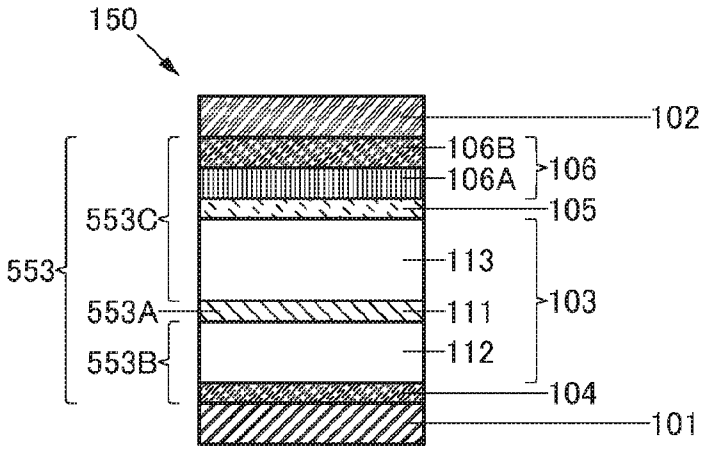

150
102
106B
106A
106
553C
105
113
553
553A
111
103
553B
112
104
101

図4A

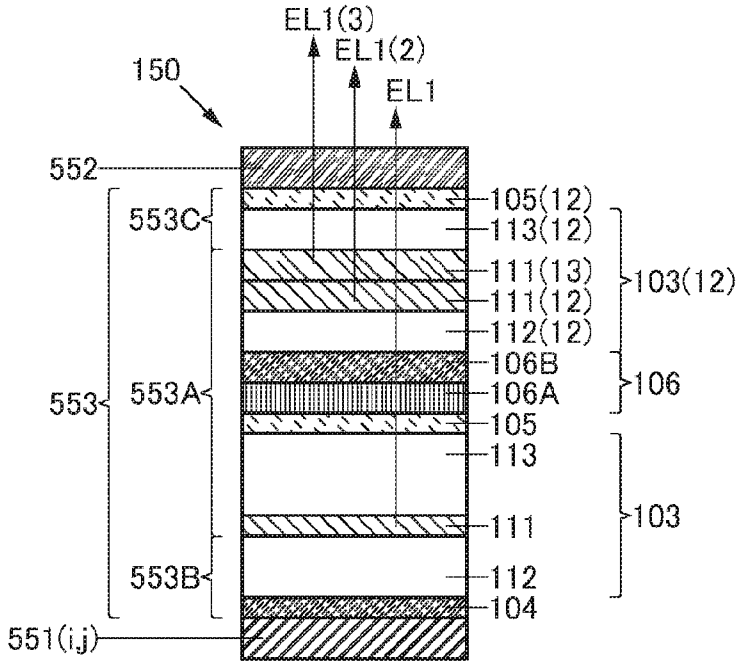

EL1(3)
EL1(2)
EL1
150
552
553C
553
553A
553B
551(i,j)
105(12)
113(12)
111(13)
111(12)
112(12)
106B
106A
105
113
111
112
104
103(12)
106
103

図4B

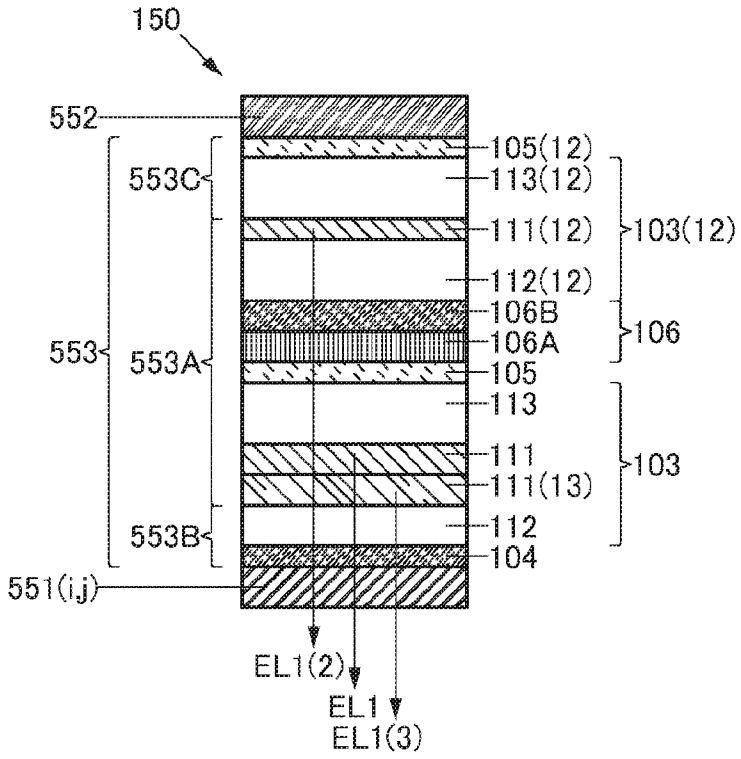

150
552
553C
553
553A
553B
551(i,j)
105(12)
113(12)
111(12)
112(12)
106B
106A
105
113
111
111(13)
112
104
103(12)
106
103
EL1(2)
EL1
EL1(3)

図5A

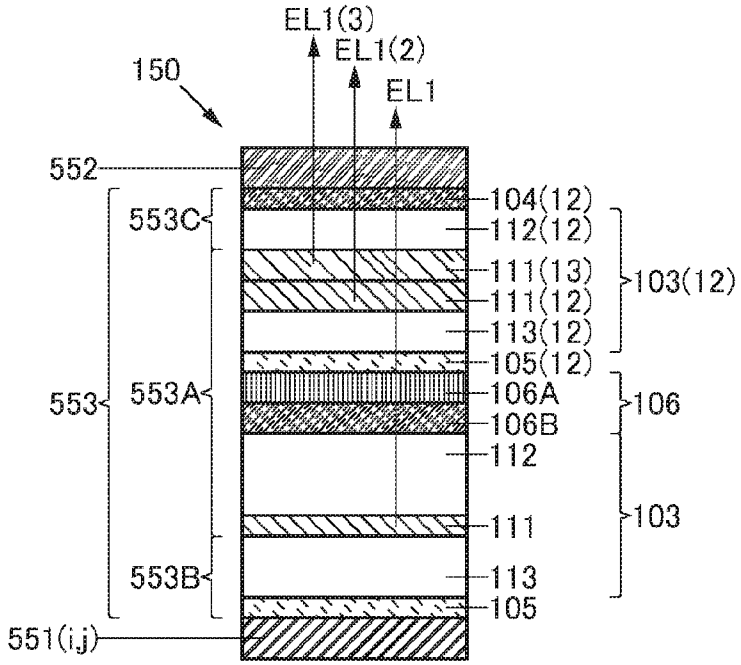

EL1(3)
EL1(2)
EL1
150
552
553C
553
553A
553B
551(i,j)
104(12)
112(12)
111(13)
111(12)
113(12)
105(12)
106A
106B
112
111
113
105
103(12)
106
103

図5B

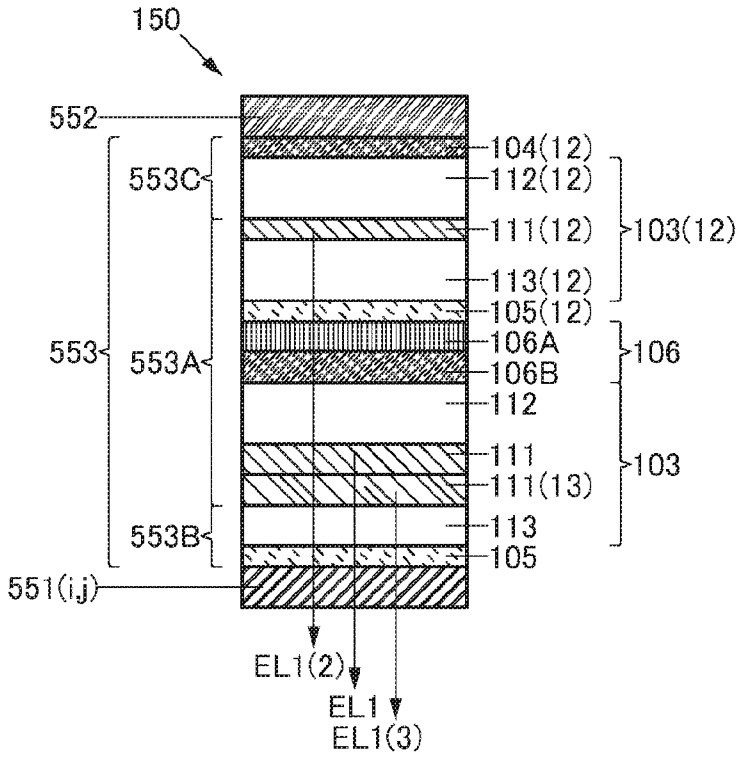

150
552
553C
553
553A
553B
551(i,j)
104(12)
112(12)
111(12)
113(12)
105(12)
106A
106B
112
111
111(13)
113
105
103(12)
106
103
EL1(2)
EL1
EL1(3)

図6A

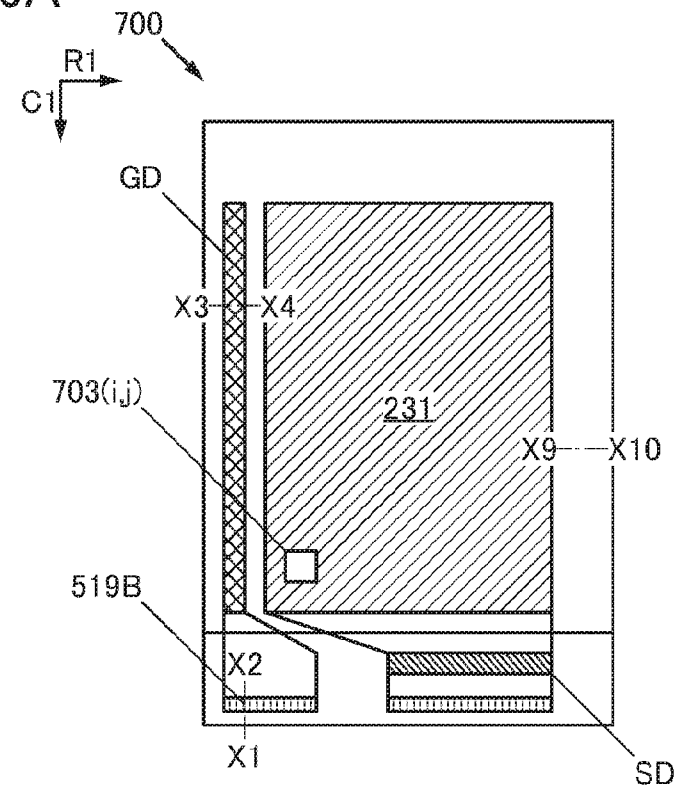

700
R1
C1
GD
X3
X4
703(i,j)
231
X9
X10
519B
X2
X1
SD

図6B

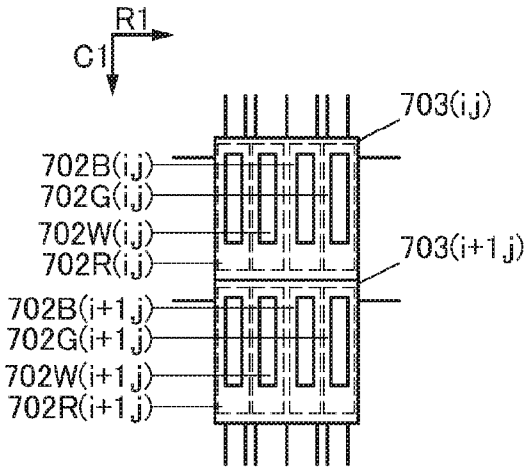

R1
C1
703(i,j)
702B(i,j)
702G(i,j)
702W(i,j)
702R(i,j)
703(i+1,j)
702B(i+1,j)
702G(i+1,j)
702W(i+1,j)
702R(i+1,j)

図7A

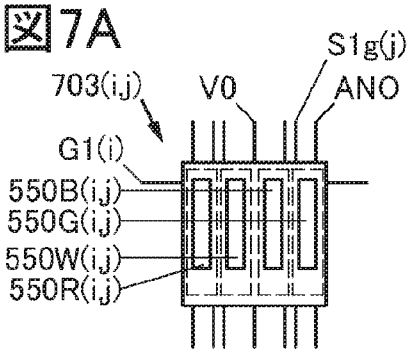

703(i,j)
V0
S1g(j)
ANO
G1(i)
550B(i,j)
550G(i,j)
550W(i,j)
550R(i,j)

図7B

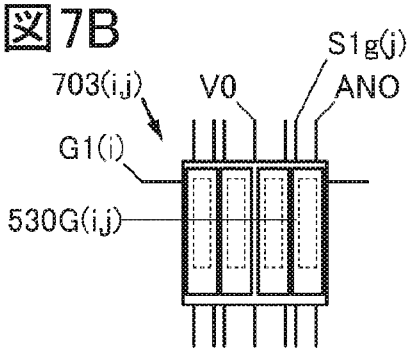

703(i,j)
V0
S1g(j)
ANO
G1(i)
530G(i,j)

図7C

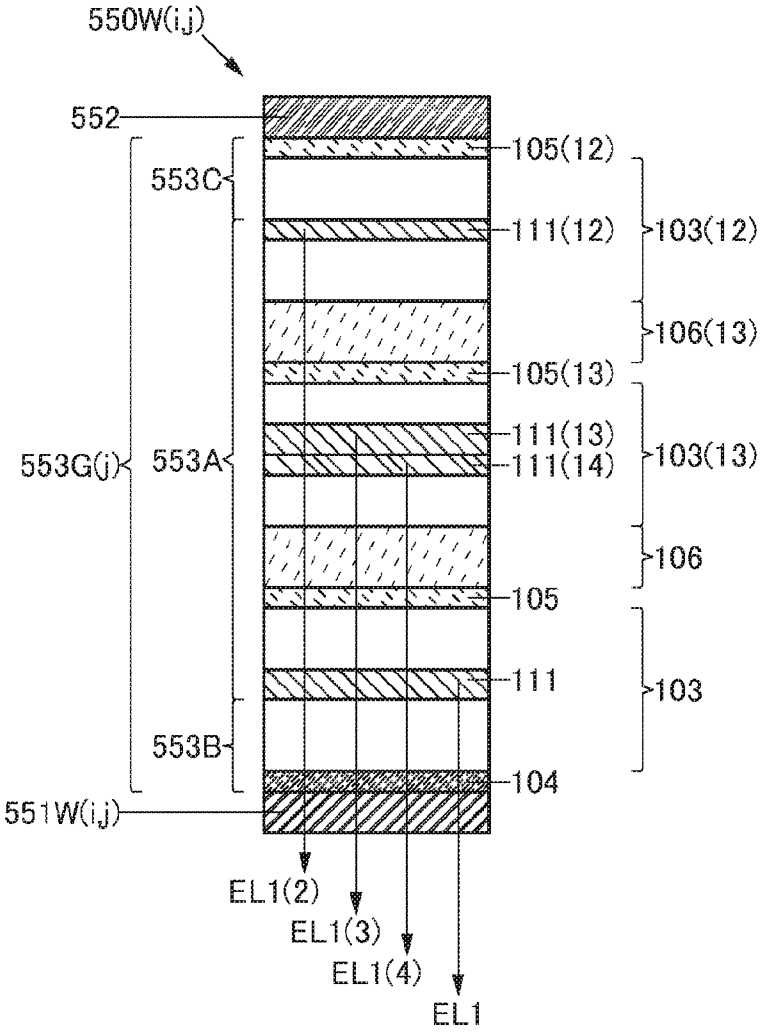

550W(i,j)
552
553C
553G(j)
553A
553B
551W(i,j)
105(12)
111(12)
103(12)
106(13)
105(13)
111(13)
111(14)
103(13)
106
105
111
103
104
EL1(2)
EL1(3)
EL1(4)
EL1

図8

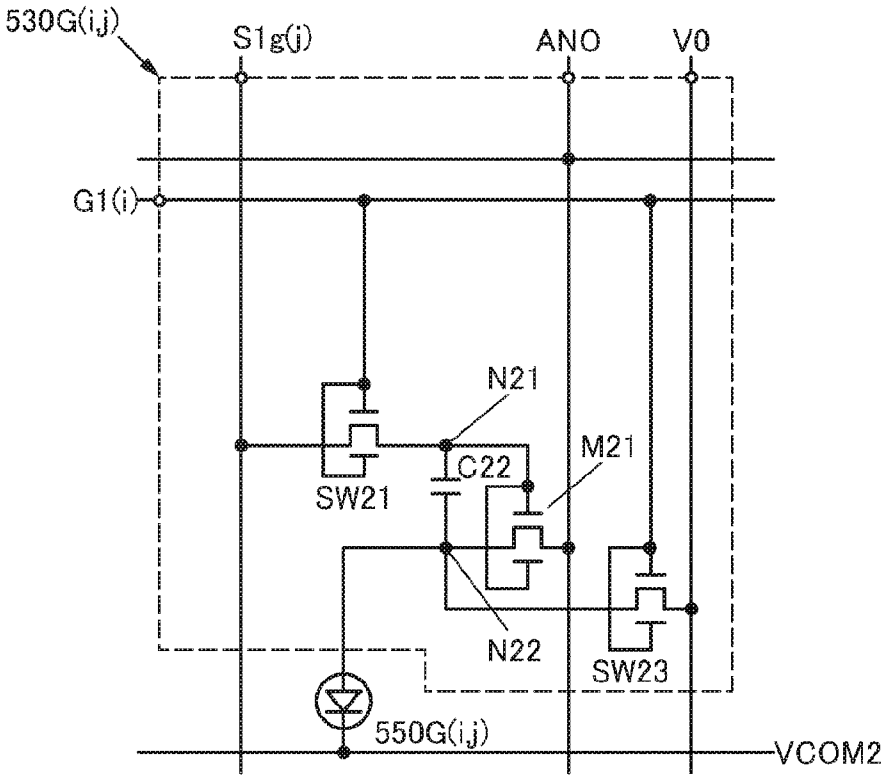


図9

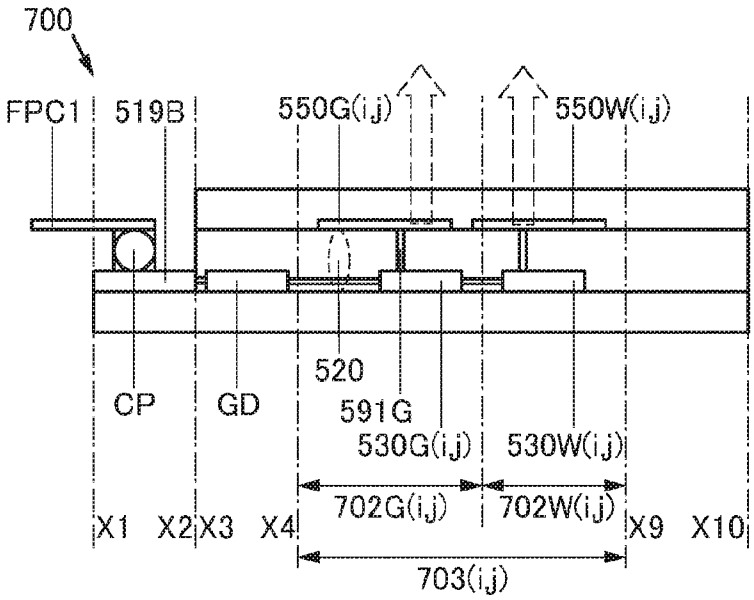

700
FPC1
519B
550G(i,j)
550W(i,j)
520
CP
GD
591G
530G(i,j)
530W(i,j)
702G(i,j)
702W(i,j)
X1
X2
X3
X4
X9
X10
703(i,j)

図10A

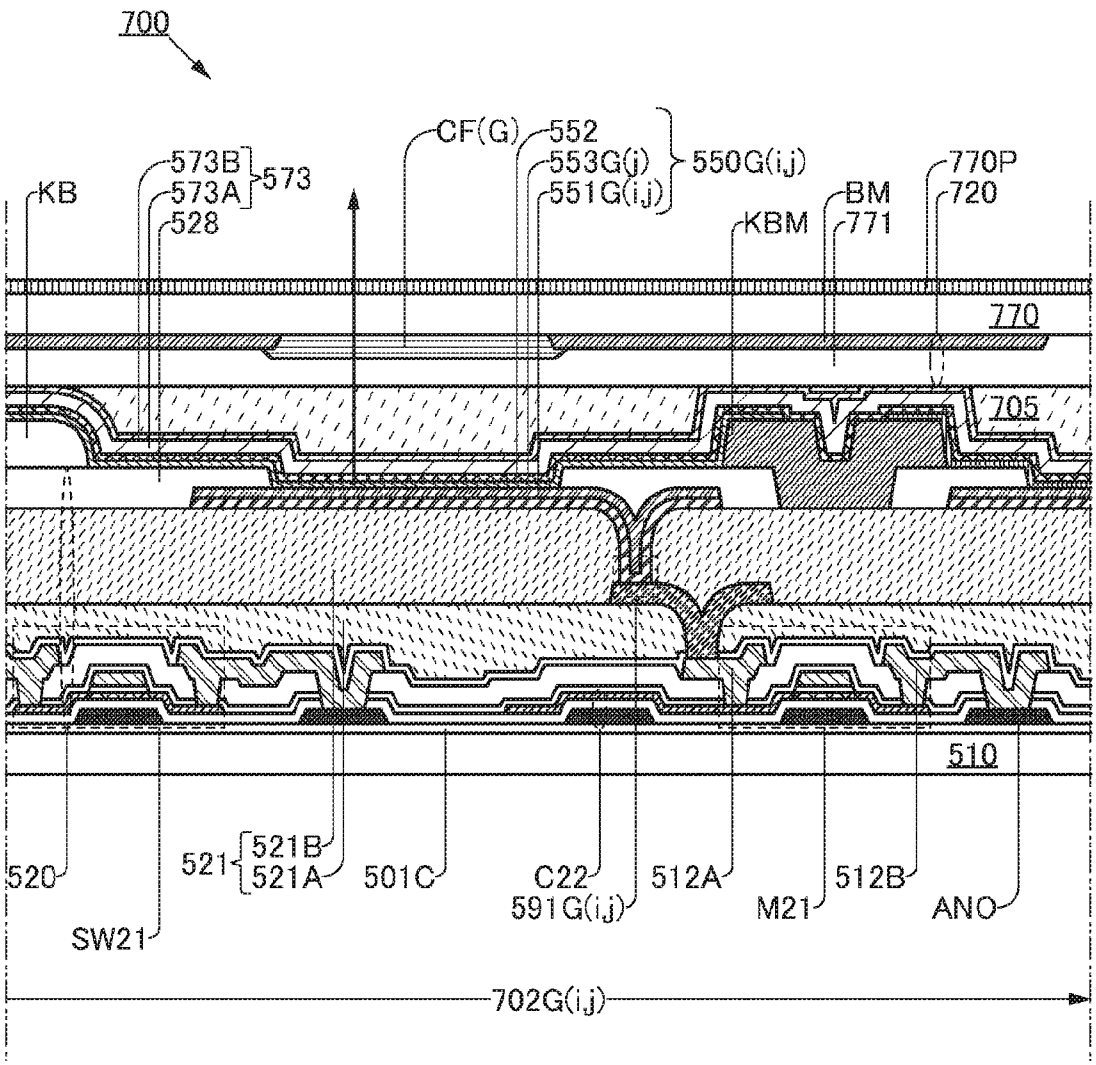

700
CF(G)
552
553G(j)
551G(i,j)
550G(i,j)
KB
573B
573A
573
528
KBM
BM
771
770P
720
770
705
510
520
521
521B
521A
501C
C22
591G(i,j)
512A
M21
512B
ANO
SW21
702G(i,j)

図10B

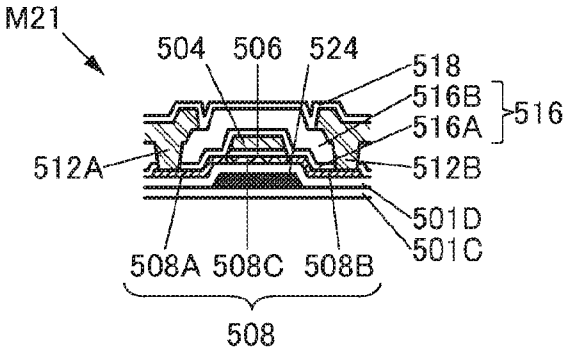

M21
504
506
524
518
516B
516A
516
512A
512B
501D
501C
508A
508C
508B
508

図11A

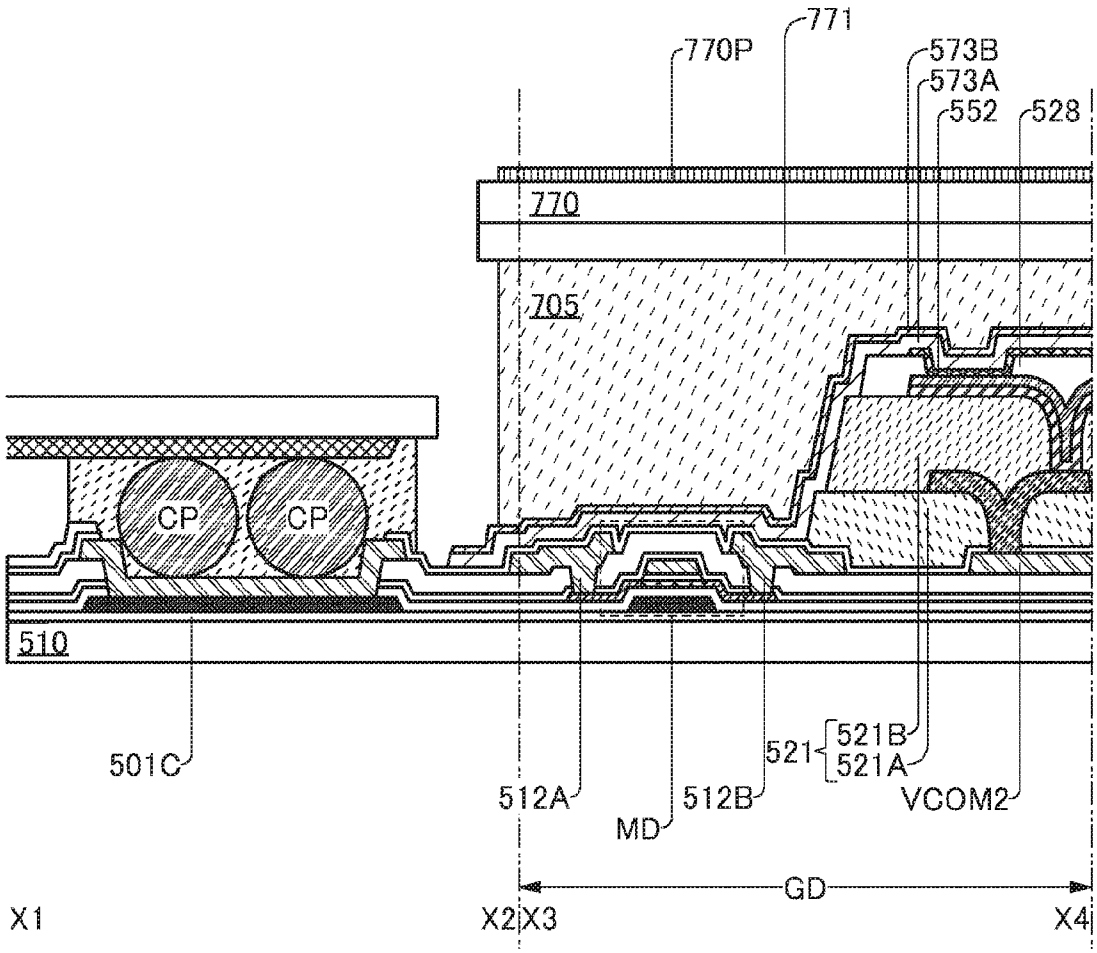

700
771
770P
573B
573A
552
528
770
705
CP
CP
510
501C
512A
MD
512B
521
521B
521A
VCOM2
GD
X1
X2
X3
X4

図11B

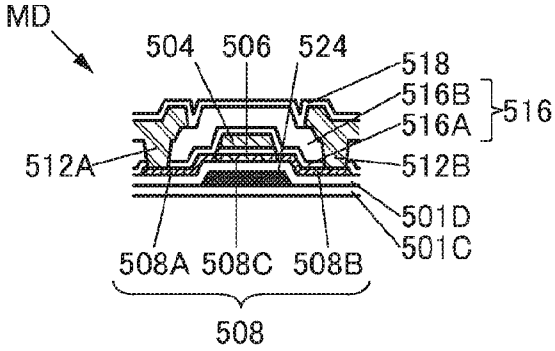

MD
504
506
524
518
516B
516A
516
512A
512B
501D
501C
508A
508C
508B
508

図12A

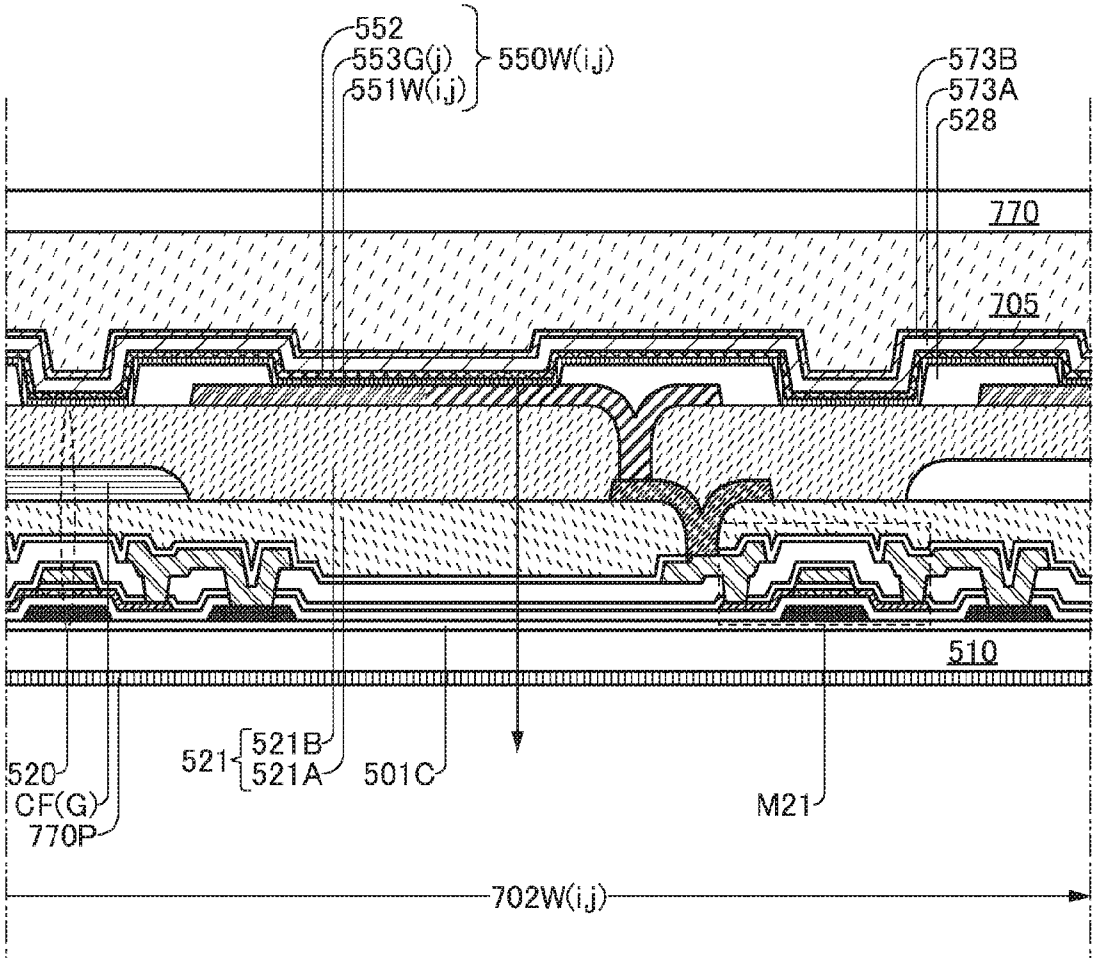
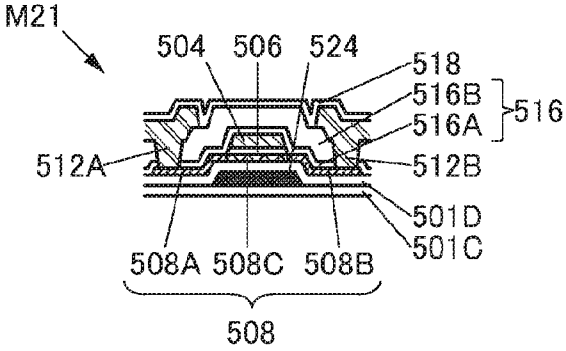

700
552
553G(j)
551W(i,j)
550W(i,j)
573B
573A
528
770
705
510
520
CF(G)
770P
521
521B
521A
501C
M21
702W(i,j)

図12B


M21
504
506
524
518
516B
516A
516
512A
512B
501D
501C
508A
508C
508B
508

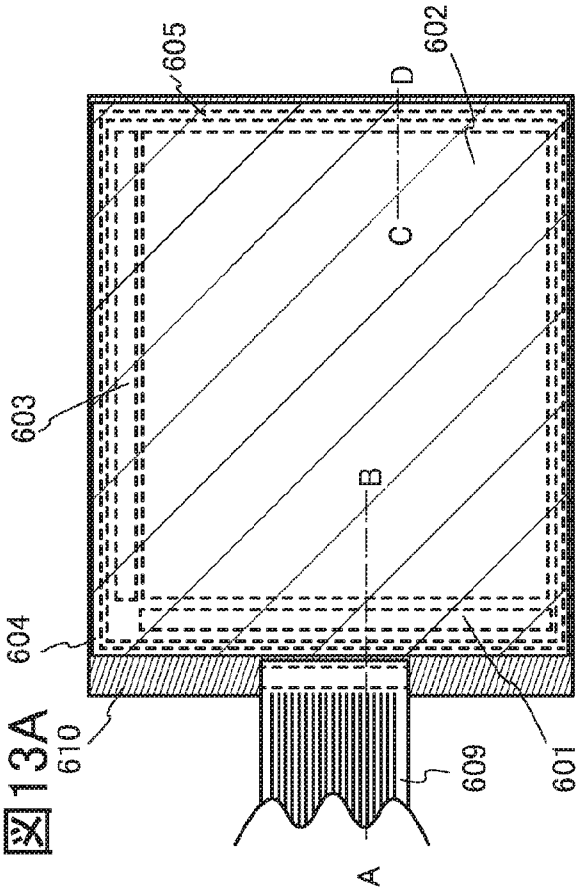

605
602
D
C
603
B
604
610
609
601
A

図13A

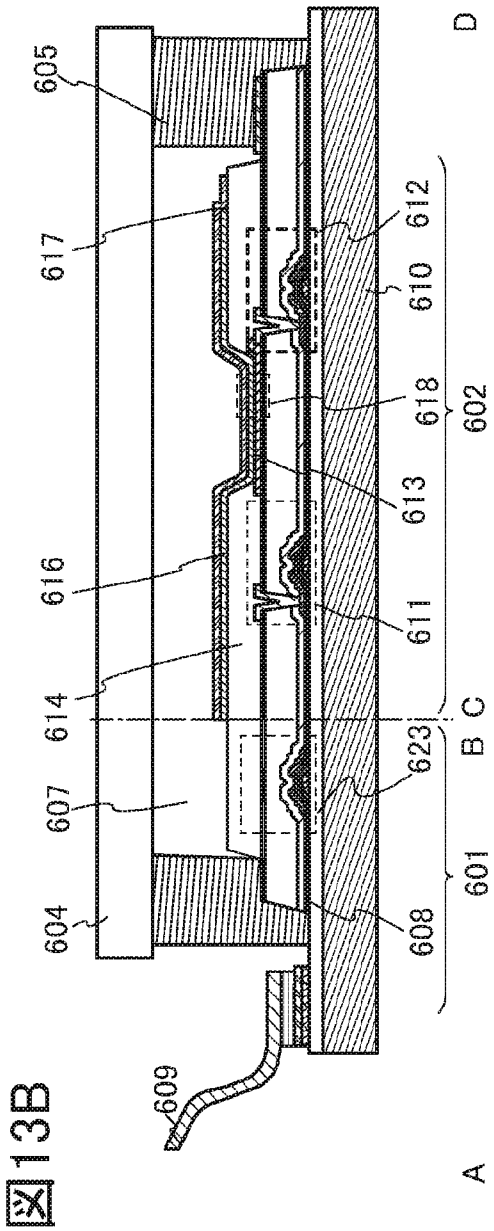

605
D
617
612
610
618
602
613
616
611
614
B C
623
607
601
604
608
609
A

図13B

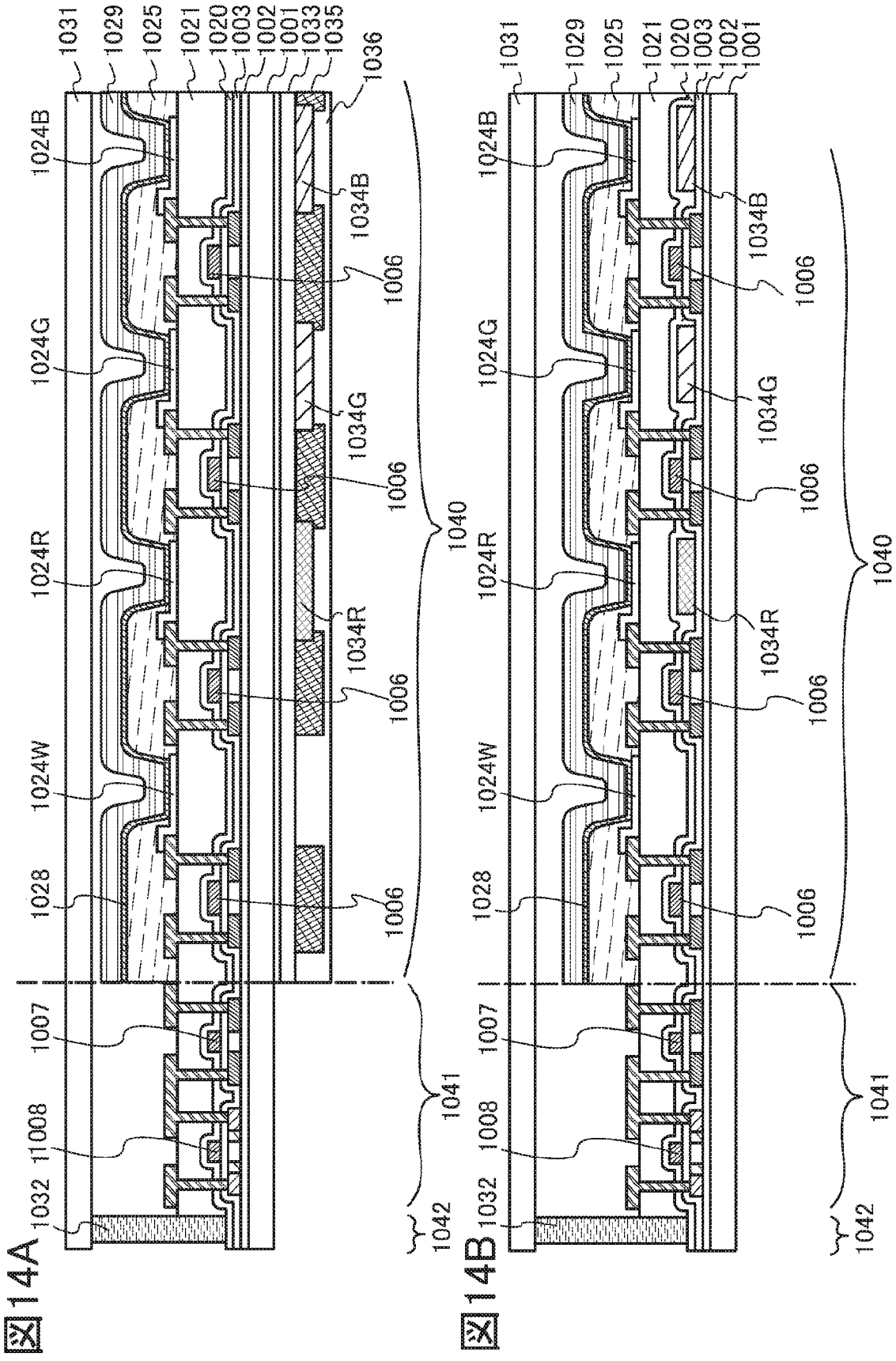

1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1033
1035
1036
1024B
1024G
1024R
1024W
1028
1007
11008
1032
1034B
1034G
1034R
1006
1040
1041
1042

図14A

図14B

図15

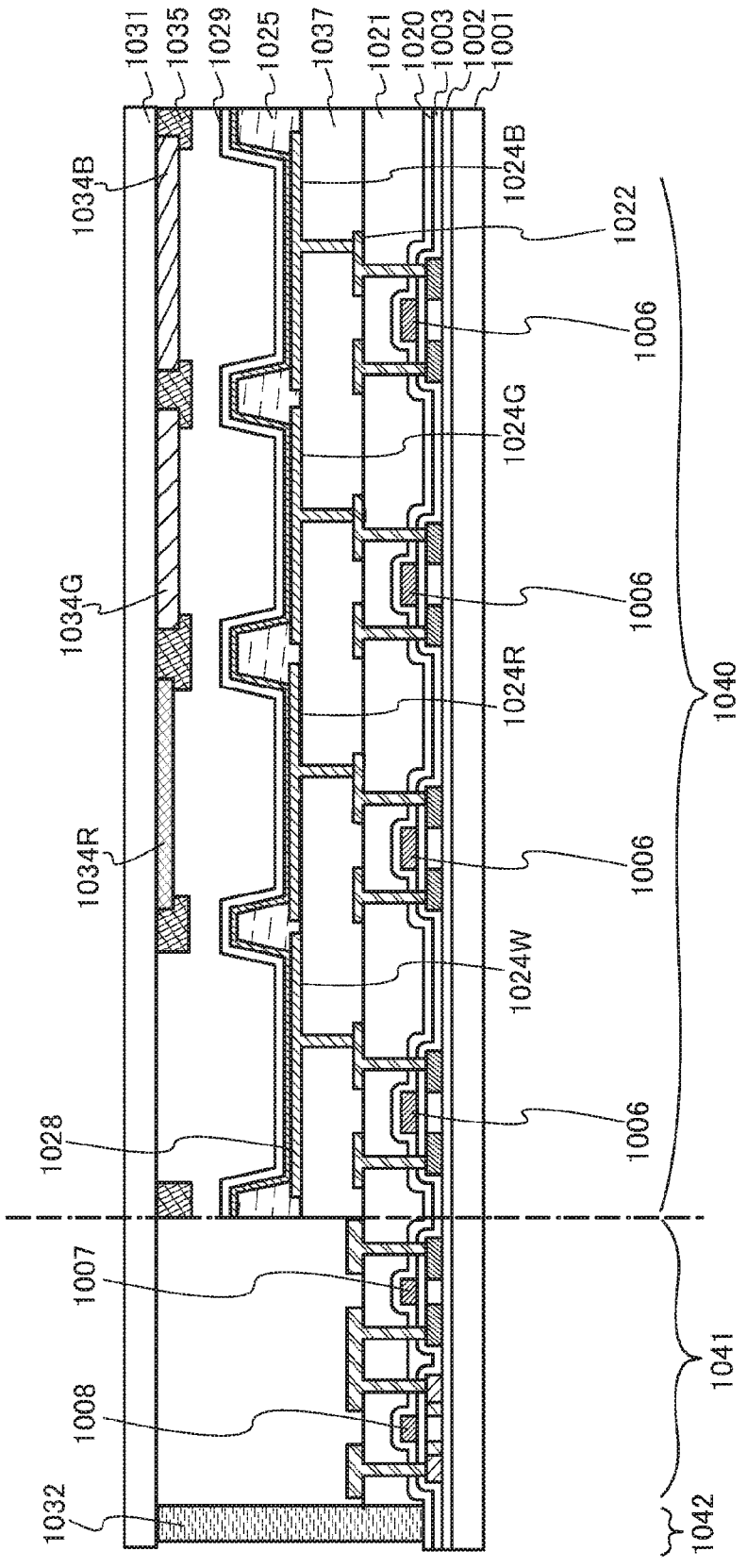

1031
1035
1029
1025
1037
1021
1020
1003
1002
1001
1034B
1024B
1022
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1040
1034R
1006
1024W
1028
1006
1007
1041
1008
1032
1042

図16A

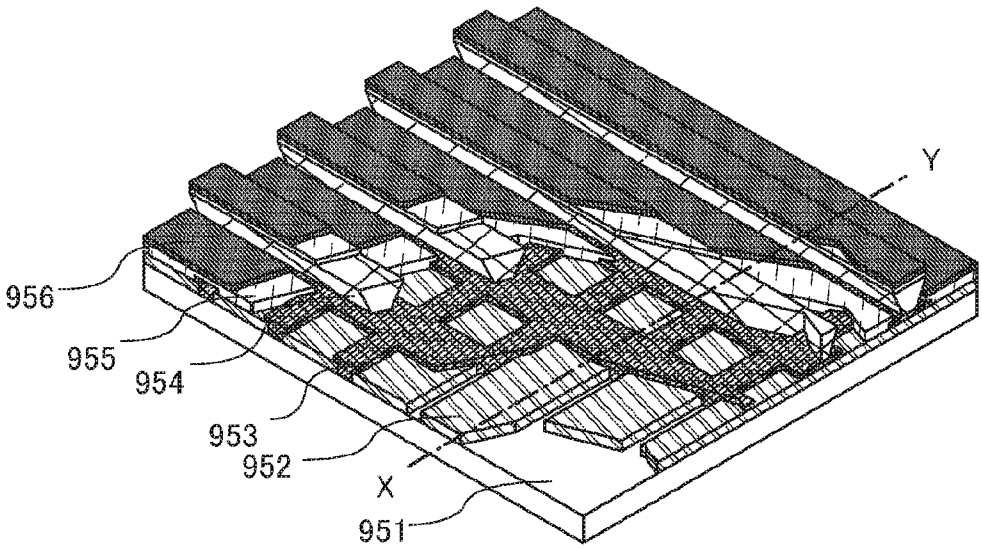

Y
956
955
954
953
952
X
951

図16B

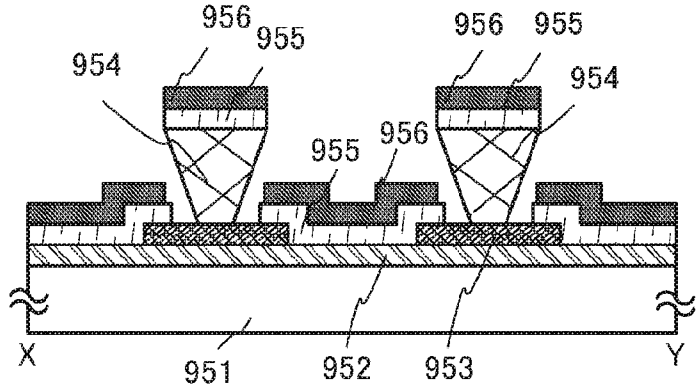

956
955
954
956
955
954
955
956
X
951
952
953
Y

図17A

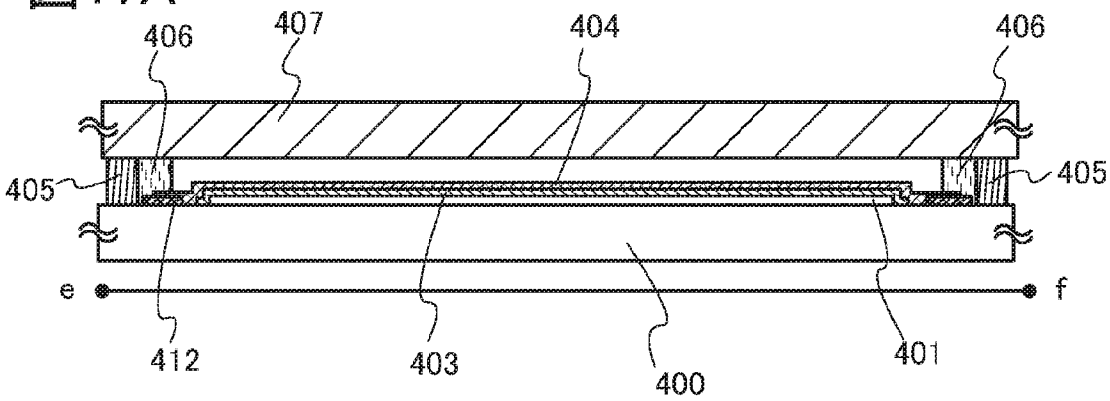

406
407
404
406
405
405
e
f
412
403
400
401

図17B

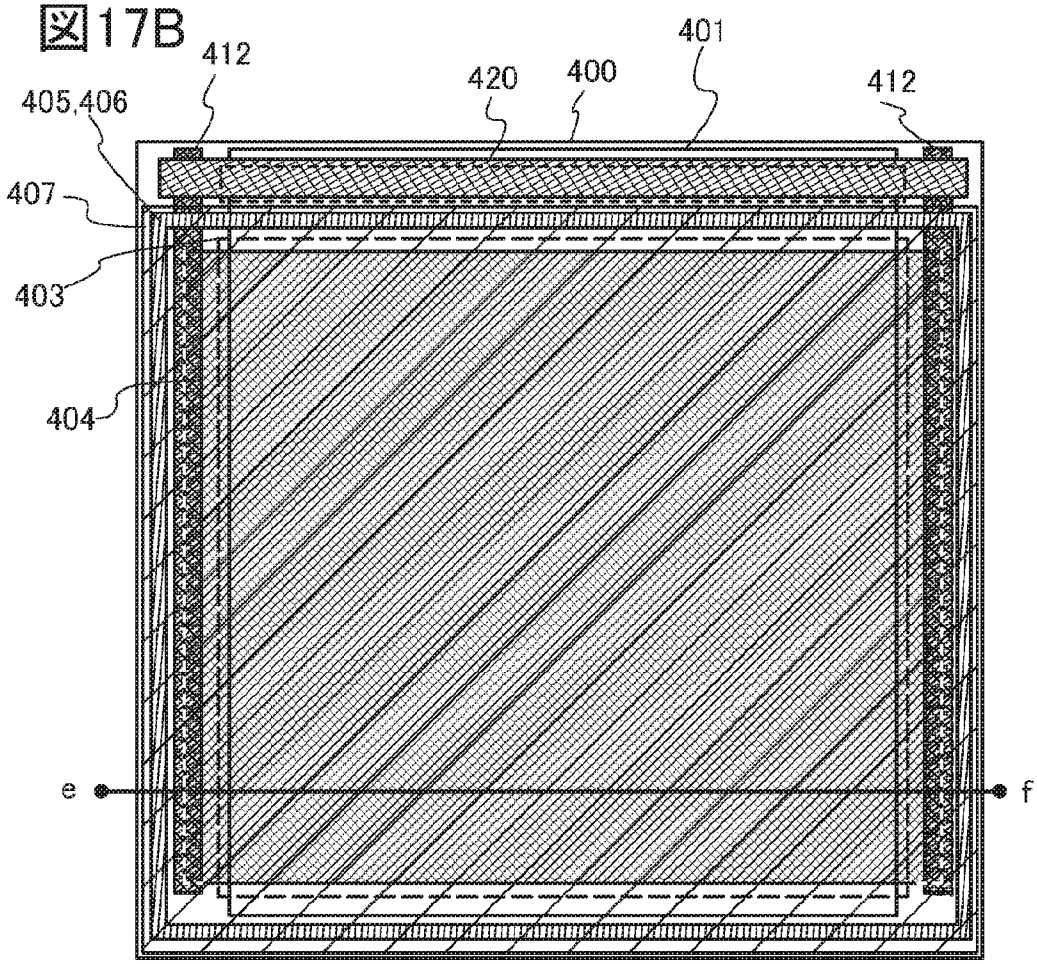

412
401
405,406
420
400
412
407
403
404
e
f

図18A

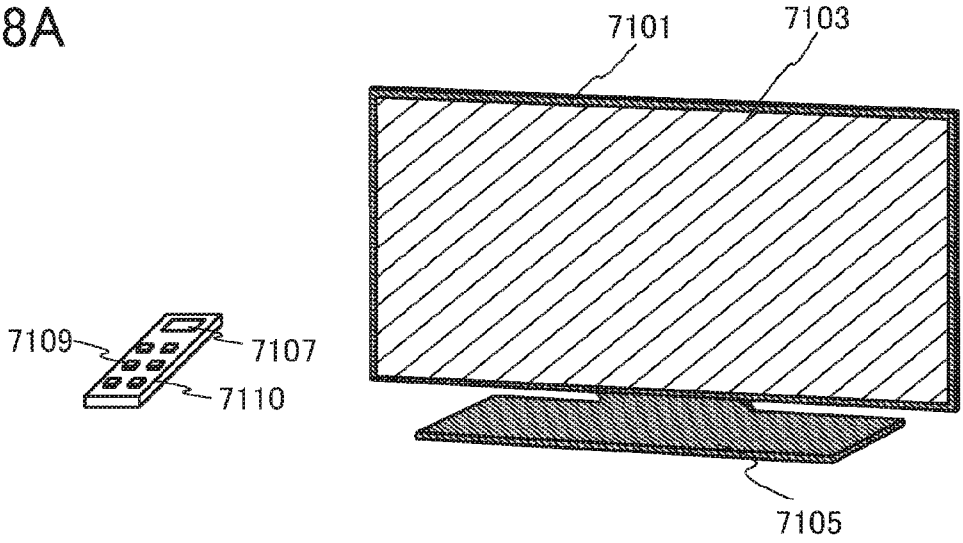


図18B1

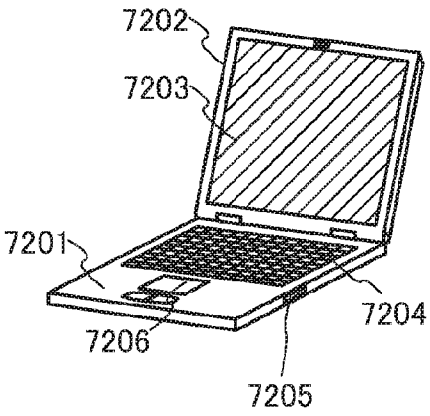


図18B2

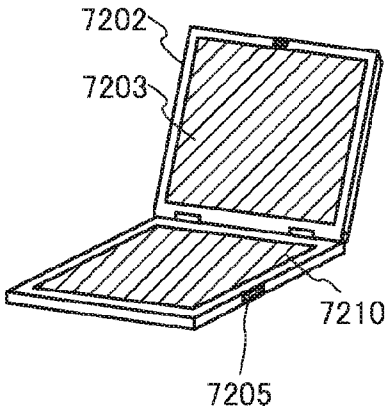


図18C

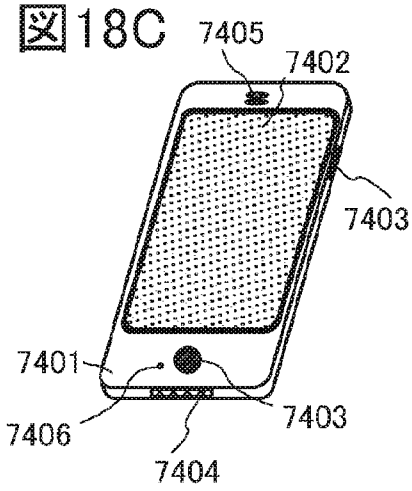


図19A

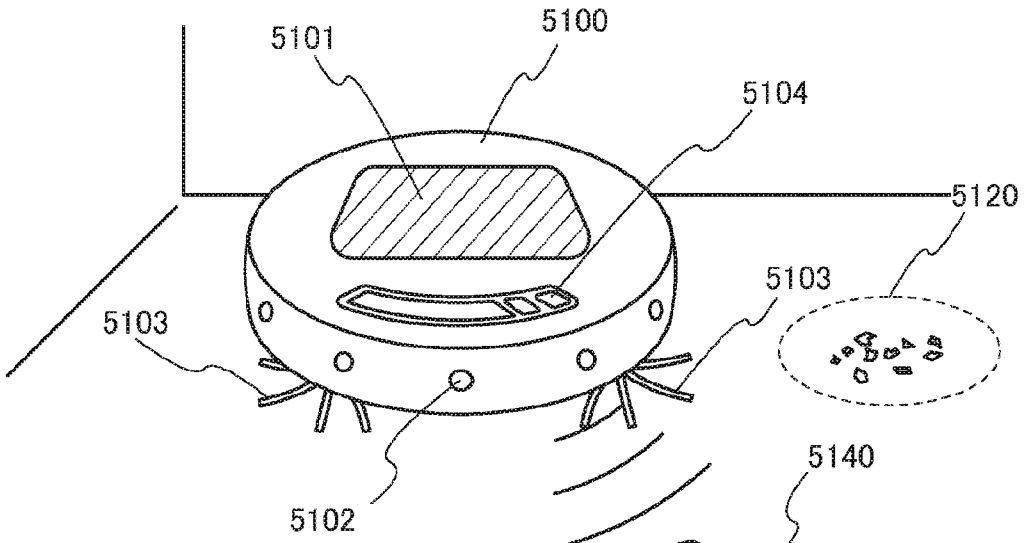


図19B

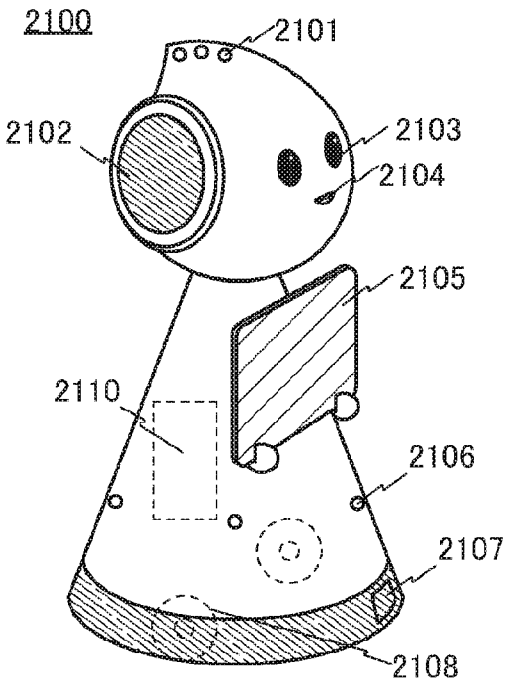


図19C

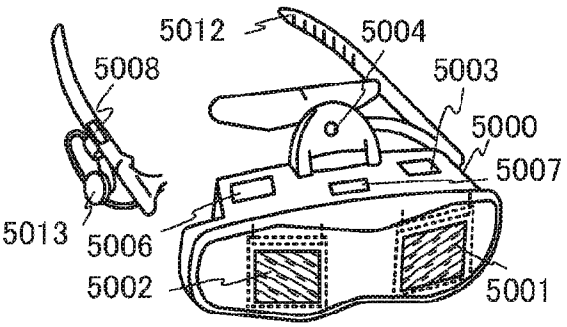


図20

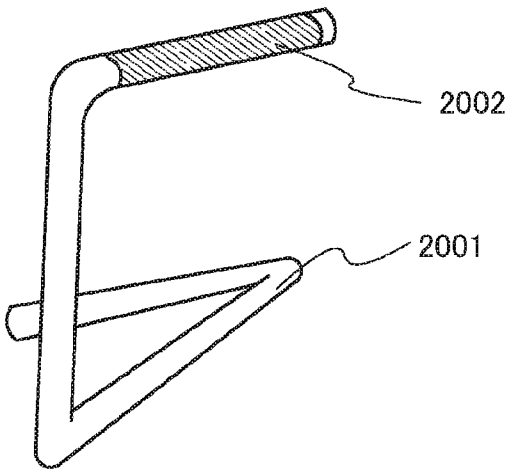


図21

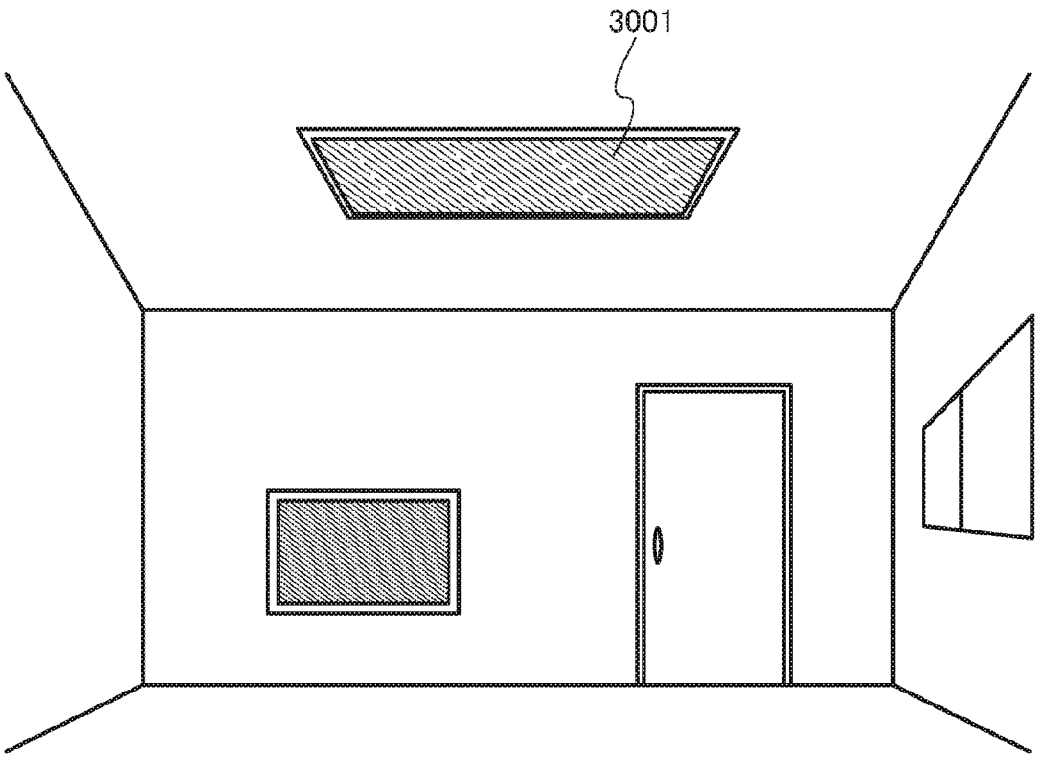


図22

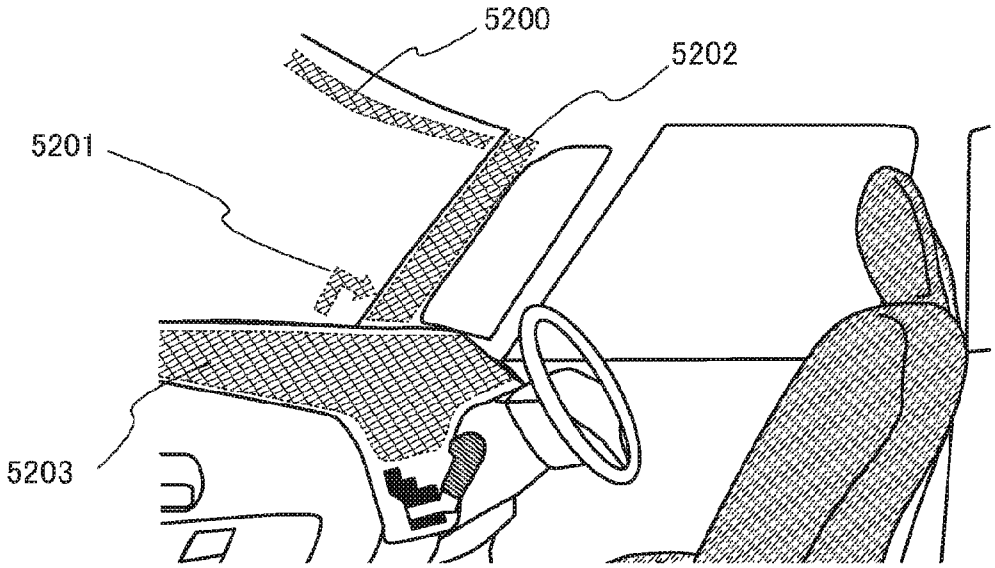


図23A

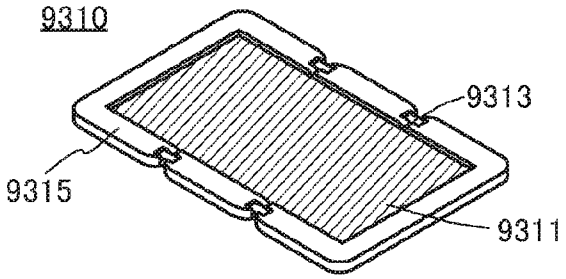


図23B

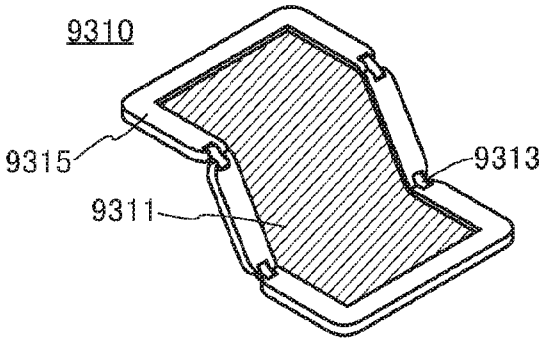


図23C

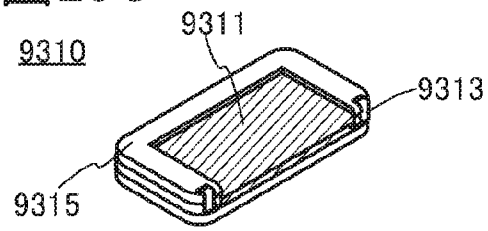


図24

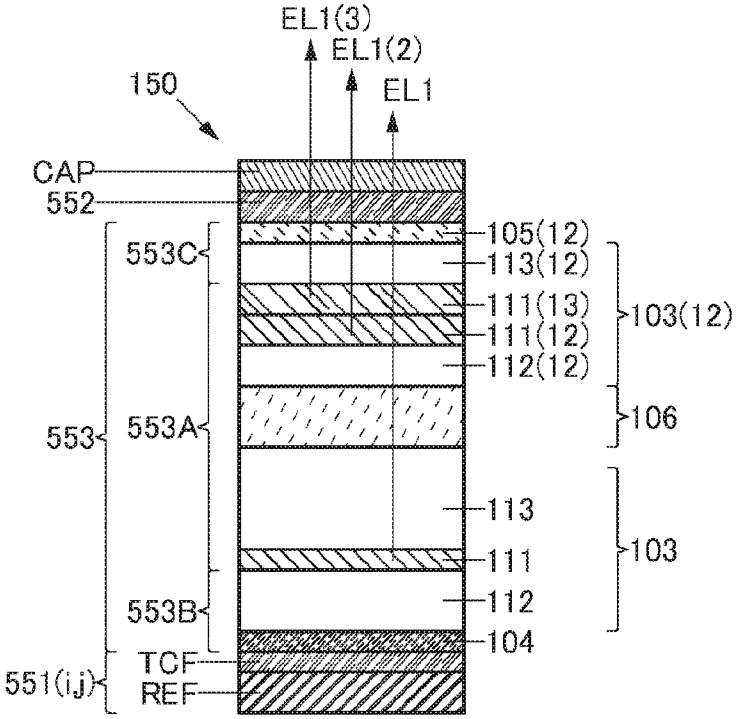

EL1(3)
EL1(2)
EL1
150
CAP
552
553C
553A
553B
553
551(ij)
TCF
REF
105(12)
113(12)
111(13)
111(12)
112(12)
103(12)
106
113
111
112
104
103

図25

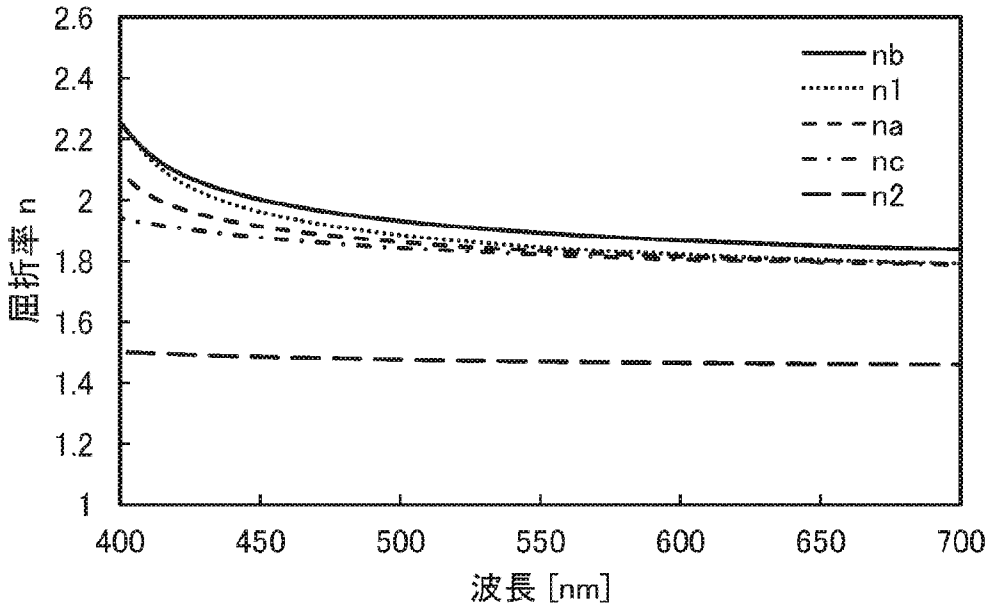
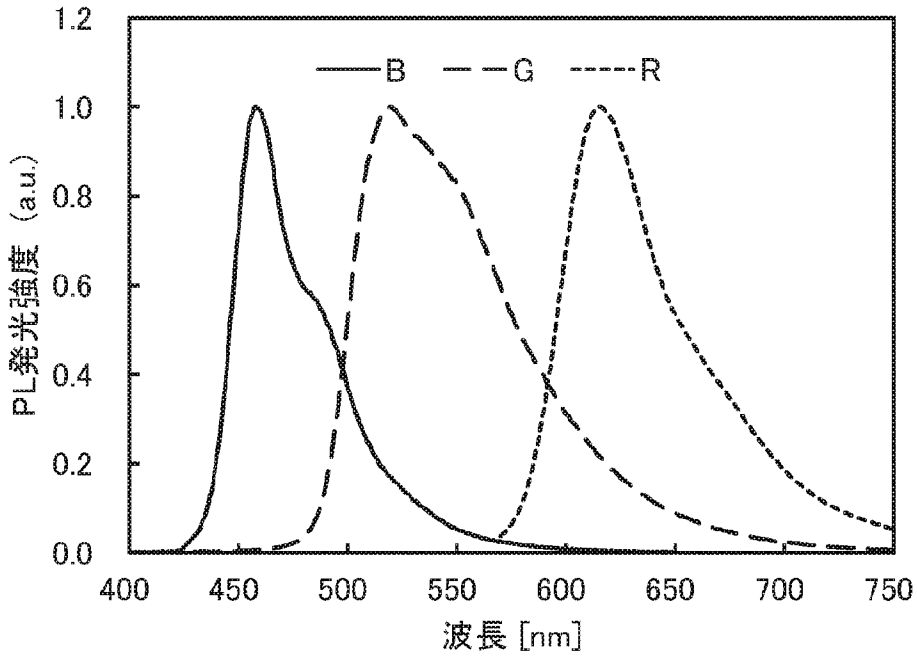

2.6
2.4
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
屈折率 n
400
450
500
550
600
650
700
波長 [nm]
nb
n1
na
nc
n2

図26


1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
PL発光強度 (a.u.)
B
G
R
400
450
500
550
600
650
700
750
波長 [nm]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2021/054850

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01L27/32(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/14(2006.01)i, H05B33/24(2006.01)i, H05B33/28(2006.01)i
FI: H05B33/12C, H05B33/28, H05B33/14A, H05B33/14Z, H05B33/24, H05B33/22D, H05B33/22B, H01L27/32
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)
Int.Cl. H01L27/32, H05B33/12, H01L51/50, H05B33/14, H05B33/24, H05B33/28

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2019/220276 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 21 November 2019 (2019-11-21), claims, paragraphs [0137], [0151], [0152], [0156], [0172], fig. 1, 2	1-10
Y	JP 2014-502041 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 23 January 2014 (2014-01-23), paragraphs [0005], [0012], [0026]	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 September 2021	14 September 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2021/054850

WO 2019/220276 A1	21 November 2019	(Family: none)
JP 2014-502041 A	23 January 2014	US 2013/0285027 A1 paragraphs [0005], [0012], [0035] WO 2012/063171 A1 EP 2638579 A1 CN 103180993 A KR 10-2013-0132843 A

国際調査報告

国際出願番号
PCT/IB2021/054850

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 27/32(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i; H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/14(2006.01)i; H05B 33/24(2006.01)i; H05B 33/28(2006.01)i
FI: H05B33/12 C; H05B33/28; H05B33/14 A; H05B33/14 Z; H05B33/24; H05B33/22 D; H05B33/22 B; H01L27/32

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L27/32; H05B33/12; H01L51/50; H05B33/14; H05B33/24; H05B33/28

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２１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

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	WO 2019/220276 A1 (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.11.2019 (2019-11-21) 請求の範囲、段落［０１３７］［０１５１］［０１５２］［０１５６］［０１７２］、図１、２	1-10
Y	JP 2014-502041 A (コーニンクレッカ　フィリップス　エヌ　ヴェ) 23.01.2014 (2014-01-23) 段落［０００５］［００１２］［００２６］	1-10

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊ 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
02.09.2021	14.09.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
藤岡　善行 20 9225

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

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/IB2021/054850

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/220276 A1	21.11.2019	（ファミリーなし）	
JP 2014-502041 A	23.01.2014	US 2013/0285027 A1 段落［０００５］［００１２］［００３５］ WO 2012/063171 A1 EP 2638579 A1 CN 103180993 A KR 10-2013-0132843 A	