(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9月2日(02.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/171130 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01)　*H05B 33/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/IB2021/051225

(22) 国際出願日：　2021年2月15日(15.02.2021)

(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 2020-032542　2020年2月28日(28.02.2020)　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).

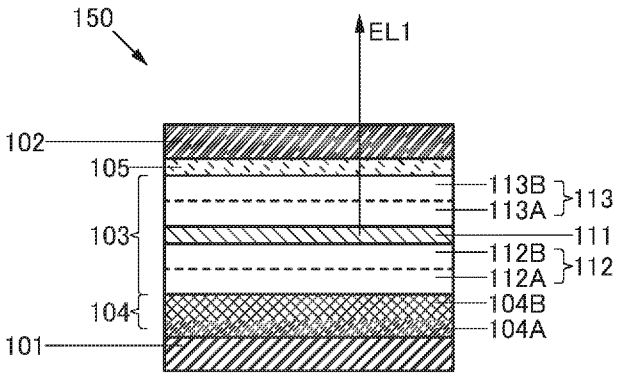
(72) 発明者: 野村詩穂 **(NOMURA, Shiho)**; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 瀬尾哲史 **(SEO, Satoshi)**; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 鈴木恒徳 **(SUZUKI, Tsunenori)**; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 上坂正吾 **(UESAKA, Shogo)**; 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

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

(54) 発明の名称： 発光デバイス、発光装置、電子機器および照明装置

図1A



(57) Abstract: Provided is a novel light-emitting device having superior convenience, usability, and reliability. This light-emitting device has a first electrode, a second electrode, a unit, and a first layer, wherein the second electrode is provided with a region overlapping the first electrode, and the unit is provided with a region sandwiched between the first electrode and the second electrode and is provided with a second layer and a third layer. The second layer is provided with a region that sandwiches the third layer between the region and the first electrode, and the second layer includes a luminous material. The first layer is provided with a region sandwiched between the third layer and the first electrode. The first layer includes a material that has an acceptor property, and a first material, and the first layer is provided with a first region and a second region. The first region is provided with a region sandwiched between the second region and the first electrode, the first region includes a material having an acceptor property of a first concentration, and the second region includes a material having an acceptor property of a second concentration. The second concentration is greater than zero and less than the first concentration.

WO 2021/171130 A1

[続葉有]

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。

(57) 要約:利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供する。 第１の電極と、第２の電極と、ユニットと、第１の層と、を有する発光デバイスであって、第２の電極は第１の電極と重なる領域を備え、ユニットは第１の電極および第２の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第２の層および第３の層を備える。第２の層は第１の電極との間に第３の層を挟む領域を備え、第２の層は発光性の材料を含む。第１の層は第３の層および第１の電極の間に挟まれる領域を備える。第１の層はアクセプタ性を有する材料および第１の材料を含み、第１の層は、第１の領域および第２の領域を備える。第１の領域は第２の領域および第１の電極の間に挟まれる領域を備え、第１の領域は第１の濃度でアクセプタ性を有する材料を含み、第２の領域は第２の濃度でアクセプタ性を有する材料を含む。なお、第２の濃度は、ゼロより高く第１の濃度より低い。

明細書

発明の名称

発光デバイス、発光装置、電子機器および照明装置

技術分野

［０００１］

本発明の一態様は、発光デバイス、発光装置、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素子）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、液晶ディスプレイに比べ視認性が高くディスプレイの画素として好適である。また、このような発光デバイスを用いたディスプレイは、バックライトが不要であり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適用好適であるが、より良好な効率、寿命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］

発光デバイスの特性は、目覚ましく向上してきたが効率および耐久性をはじめ、あらゆる特性に対する高度な要求に対応するには未だ不十分と言わざるを得ない。特に、ＥＬ特有の問題として未だあげつらわれる焼き付きなどの問題を解決する為には、劣化による効率の低下は小さければ小さいほど都合が良い。

［０００８］

特許文献１では正孔注入層に接する第１の正孔輸送層と、発光層との間に、第１の正孔注入層の最高占有分子軌道（ＨＯＭＯ：Ｈｉｇｈｅｓｔ　Ｏｃｃｕｐｉｅｄ　Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　Ｏｒｂｉ

ｔａｌ）準位とホスト材料のＨＯＭＯ準位の間のＨＯＭＯ準位を有する正孔輸送性材料を設ける構成が開示されている。

［０００９］

発光デバイスの特性は、目覚ましく向上してきたが効率または耐久性をはじめ、あらゆる特性に対する高度な要求に対応するには未だ不十分と言わざるを得ない。

［先行技術文献］

［特許文献］

［００１０］

［特許文献１］国際公開第２０１１／０６５１３６号パンフレット

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。

［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、ユニットと、第１の層と、を有する発光デバイスである。

［００１４］

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

［００１５］

ユニットは第２の層および第３の層を備え、第２の層は第１の電極との間に第３の層を挟む領域を備え、第２の層は発光性の材料ＥＭを含む。

［００１６］

第１の層は第３の層および第１の電極の間に挟まれる領域を備え、第１の層はアクセプタ性を有する材料ＡＭおよび第１の材料ＨＴ１を含む。

［００１７］

第１の層は第１の領域および第２の領域を備える。

［００１８］

第１の領域は第２の領域および第１の電極の間に挟まれる領域を備え、第１の領域は第１の濃度Ｃ１でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含む。

［００１９］

第２の領域は第２の濃度Ｃ２でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含み、第２の濃度Ｃ２はゼロより高く第１の濃度Ｃ１より低い。

［００２０］

これにより、駆動電圧を抑制することができる。または、動作特性の温度依存性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発光デバイスを提供することができる。

［００２１］

（２）また、本発明の一態様は、ユニットが第４の層を備え、第４の層は第２の電極および第２の層の間に挟まれる領域を備える、上記の発光デバイスである。なお、第４の層は第３の材料ＯＭＣを含み、第３の材料ＯＭＣは、アルカリ金属の有機錯体またはアルカリ土類金属の有機錯体である。

［００２２］

第３の層が第３の領域および第４の領域を備え、第４の領域は第２の層および第３の領域の間に挟まれる領域を備え、第４の領域は第２の材料ＨＴ２を含む。

［００２３］

第１の材料ＨＴ１は第１のＨＯＭＯ準位を備え、第１のＨＯＭＯ準位は、－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下である。

［００２４］

第２の材料ＨＴ２は第２のＨＯＭＯ準位を備え、第２のＨＯＭＯ準位は、第１のＨＯＭＯ準位に対して、－０．２ｅＶ以上０ｅＶ以下の範囲にある。

［００２５］

（３）また、本発明の一態様は、第２の層が第４の材料ＨＯＳＴを含み、第４の材料ＨＯＳＴは、第１の最低非占有分子軌道（ＬＵＭＯ：Ｌｏｗｅｓｔ　Ｕｎｏｃｃｕｐｉｅｄ　Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　Ｏｒｂｉｔａｌ）準位を備える、上記の発光デバイスである。

［００２６］

第４の層は第５の領域および第６の領域を備える。

［００２７］

第５の領域は第６の領域および第２の層の間に挟まれる領域を備え、第５の領域は第５の材料ＥＴを含む。また、第６の領域は第３の材料ＯＭＣを含む。

［００２８］

第５の材料ＥＴは第２のＬＵＭＯ準位を備え、第２のＬＵＭＯ準位は第１のＬＵＭＯ準位に対して、－０．４ｅＶ以上－０．１ｅＶ以下、好ましくは－０．４ｅＶ以上－０．１５ｅＶ以下の範囲にある。

［００２９］

（４）また、本発明の一態様は、第１の領域がアクセプタ性を有する材料ＡＭのみを含む、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１の領域が第１の電極に接する、上記の発光デバイスである。

［００３１］

これにより、駆動電圧の上昇を抑制しながら信頼性を向上することができる。その結果、利便性、

有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

［００３２］

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

［００３３］

これにより、信頼性を向上することができる。または、駆動電圧の上昇を抑制しながら、信頼性を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置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。

［００３５］

これにより、信頼性を向上することができる。または、駆動電圧の上昇を抑制しながら、信頼性を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することができる。

［００３６］

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。

［００３７］

本明細書においてトランジスタが有するソースとドレインは、トランジスタの極性及び各端子に与えられる電位の高低によって、その呼び方が入れ替わる。一般的に、ｎチャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がソースと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれる。また、ｐチャネル型トランジスタでは、低い電位が与えられる端子がドレインと呼ばれ、高い電位が与えられる端子がソースと呼ばれる。本明細書では、便宜上、ソースとドレインとが固定されているものと仮定して、トランジスタの接続関係を説明する場合があるが、実際には上記電位の関係に従ってソースとドレインの呼び方が入れ替わる。

［００３８］

本明細書においてトランジスタのソースとは、活性層として機能する半導体膜の一部であるソース領域、或いは上記半導体膜に接続されたソース電極を意味する。同様に、トランジスタのドレインとは、上記半導体膜の一部であるドレイン領域、或いは上記半導体膜に接続されたドレイン電極を意味する。また、ゲートはゲート電極を意味する。

［００３９］

本明細書においてトランジスタが直列に接続されている状態とは、例えば、第１のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみが、第２のトランジスタのソースまたはドレインの一方のみに接続されている状態を意味する。また、トランジスタが並列に接続されている状態とは、第１のトランジスタのソースまたはドレインの一方が第２のトランジスタのソースまたはドレインの一方に接続され、第１のトランジスタのソースまたはドレインの他方が第２のトランジスタのソースまたはドレインの他方に接続されている状態を意味する。

［００４０］

本明細書において接続とは、電気的な接続を意味しており、電流、電圧または電位が、供給可能、或いは伝送可能な状態に相当する。従って、接続している状態とは、直接接続している状態を必ずしも指すわけではなく、電流、電圧または電位が、供給可能、或いは伝送可能であるように、配線、抵抗、ダイオード、トランジスタなどの回路素子を介して間接的に接続している状態も、その範疇に含む。

［００４１］

本明細書において回路図上は独立している構成要素どうしが接続されている場合であっても、実際には、例えば配線の一部が電極として機能する場合など、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合もある。本明細書において接続とは、このような、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合も、その範疇に含める。

［００４２］

また、本明細書中において、トランジスタの第１の電極または第２の電極の一方がソース電極を、他方がドレイン電極を指す。

発明の効果

［００４３］

本発明の一態様によれば、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置を提供することができる。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な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。

［００４４］

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

［００４５］

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３は、実施の形態に係る発光パネルの構成を説明する図である。

図４Ａおよび図４Ｂはアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。

図５Ａおよび図５Ｂはアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。

図６はアクティブマトリクス型発光装置の概念図である。

図７Ａおよび図７Ｂはパッシブマトリクス型発光装置の概念図である。

図８Ａおよび図８Ｂは照明装置を表す図である。

図９Ａ乃至図９Ｄは電子機器を表す図である。

図１０Ａ乃至図１０Ｃは電子機器を表す図である。

図１１は照明装置を表す図である。

図１２は照明装置を表す図である。

図１３は車載表示装置及び照明装置を表す図である。

図１４Ａ乃至図１４Ｃは電子機器を表す図である。

図１５Ａおよび図１５Ｂは実施例に係る発光デバイスの構成を説明する図である。
図１６は実施例に係る発光デバイスの電流密度－輝度特性を説明する図である。
図１７は実施例に係る発光デバイスの輝度－電流効率特性を説明する図である。
図１８は実施例に係る発光デバイスの電圧－輝度特性を説明する図である。
図１９は実施例に係る発光デバイスの電圧－電流特性を説明する図である。
図２０は実施例に係る発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を説明する図である。
図２１は実施例に係る発光デバイスの発光スペクトルを説明する図である。
図２２は実施例に係る発光デバイスの規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。
図２３は実施例に係る発光デバイスの電流密度－輝度特性を説明する図である。
図２４は実施例に係る発光デバイスの輝度－電流効率特性を説明する図である。
図２５は実施例に係る発光デバイスの電圧－輝度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電圧－電流特性を説明する図である。
図２７は実施例に係る発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を説明する図である。
図２８は実施例に係る発光デバイスの発光スペクトルを説明する図である。
図２９は実施例に係る発光デバイスの規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。
図３０は実施例に係る発光デバイスの電流密度－輝度特性を説明する図である。
図３１は実施例に係る発光デバイスの輝度－電流効率特性を説明する図である。
図３２は実施例に係る発光デバイスの電圧－輝度特性を説明する図である。
図３３は実施例に係る発光デバイスの電圧－電流特性を説明する図である。
図３４は実施例に係る発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を説明する図である。
図３５は実施例に係る発光デバイスの発光スペクトルを説明する図である。
図３６は実施例に係る発光デバイスの規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。
図３７は実施例に係る発光デバイスの電流密度－輝度特性を説明する図である。
図３８は実施例に係る発光デバイスの輝度－電流効率特性を説明する図である。
図３９は実施例に係る発光デバイスの電圧－輝度特性を説明する図である。
図４０は実施例に係る発光デバイスの電圧－電流特性を説明する図である。
図４１は実施例に係る発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を説明する図である。
図４２は実施例に係る発光デバイスの発光スペクトルを説明する図である。
図４３は実施例に係る発光デバイスの規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。
図４４Ａおよび図４４Ｂは実施例に係る発光デバイスの構成を説明する断面図である。
図４５は実施例に係る発光デバイスの電流密度－輝度特性を説明する図である。
図４６は実施例に係る発光デバイスの輝度－電流効率特性を説明する図である。
図４７は実施例に係る発光デバイスの電圧－輝度特性を説明する図である。
図４８は実施例に係る発光デバイスの電圧－電流特性を説明する図である。
図４９は実施例に係る発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を説明する図である。
図５０は実施例に係る発光デバイスの発光スペクトルを説明する図である。
図５１は実施例に係る発光デバイスの規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。

発明を実施するための形態

［００４６］
本発明の一態様の発光デバイスは、第１の電極と、第２の電極と、ユニットと、第１の層と、を有

する。第２の電極は第１の電極と重なる領域を備え、ユニットは第１の電極および第２の電極の間に挟まれる領域を備え、ユニットは第２の層および第３の層を備える。第２の層は第１の電極との間に第３の層を挟む領域を備え、第２の層は発光性の材料を含む。第１の層は第３の層および第１の電極の間に挟まれる領域を備える。第１の層はアクセプタ性を有する材料および第１の材料を含み、第１の層は、第１の領域および第２の領域を備える。第１の領域は第２の領域および第１の電極の間に挟まれる領域を備え、第１の領域は第１の濃度でアクセプタ性を有する材料を含み、第２の領域は第２の濃度でアクセプタ性を有する材料を含む。なお、第２の濃度は、ゼロより高く第１の濃度より低い。

［００４７］

これにより、駆動電圧を抑制することができる。または、動作特性の温度依存性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発光デバイスを提供することができる。

［００４８］

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。

［００４９］

（実施の形態１）

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

［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１０１と、電極１０２と、ユニット１０３と、層１０４と、を有する（図１Ａ参照）。なお、電極１０２は電極１０１と重なる領域を備える。

［００５１］

《ユニット１０３の構成例１》

ユニット１０３は、電極１０１および電極１０２の間に挟まれる領域を備え、ユニット１０３は層１１１および層１１２を備える。なお、例えば、電極１０１を陽極に用い、電極１０２を陰極に用いることができる。

［００５２］

例えば、正孔輸送層、電子輸送層、キャリアブロック層および励起子ブロック層などの機能層から選択した層を、ユニット１０３に用いることができる。

［００５３］

《層１１１の構成例１》

層１１１は電極１０１との間に層１１２を挟む領域を備え、層１１１は発光性の材料ＥＭを含む。

［００５４］

なお、層１１１は、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。

［００５５］

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）を示す物質を、発光性の材料に用いることができる。これにより、キャリアの再結合により生じたエネルギーを、発光性の材料から光ＥＬ１として放出することができる（図１Ａ参照）。

［００５６］

［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。

［００５７］

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。

［００５８］

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。

［００５９］

［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。

［００６０］

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。

［００６１］

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。

［００６２］

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。

［００６３］

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。

［００６４］

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。

［００６５］

［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。

［００６６］

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。

［００６７］

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。

［００６８］

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。

［００６９］

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。

［００７０］

［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。

［００７１］

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。

［００７２］

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。

［００７３］

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。

［００７４］

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。

［００７５］

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。

［００７６］

［熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ）を示す物質］

熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ）を示す物質（ＴＡＤＦ材料ともいう）を層１１１に用いることができる。例えば、以下に例示するＴＡＤＦ材料を層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ＴＡＤＦ材料を層１１１に用いることができる。

［００７７］

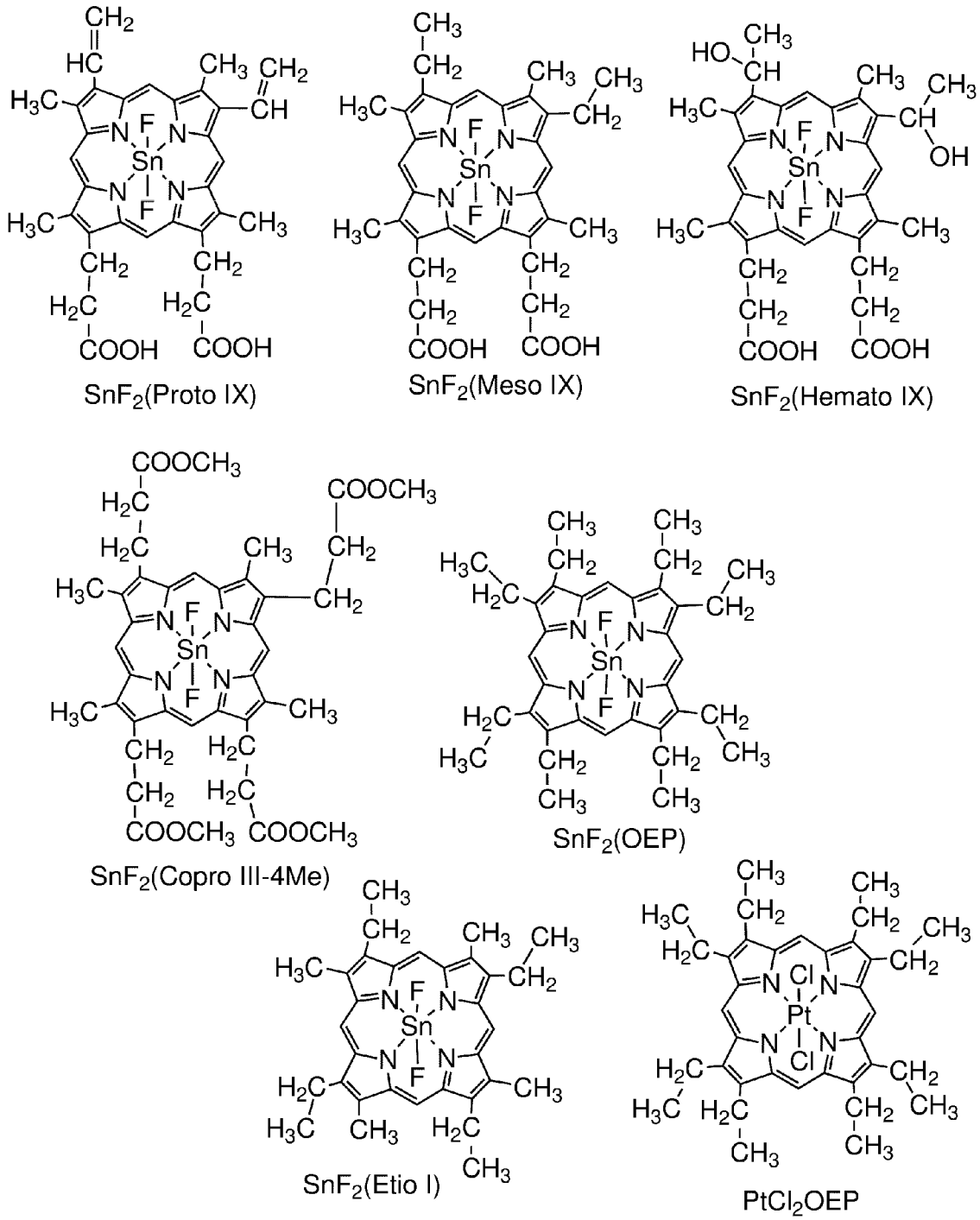
例えば、フラーレン及びその誘導体、アクリジン及びその誘導体、エオシン誘導体等をＴＡＤＦ材料に用いることができる。また、マグネシウム（Ｍｇ）、亜鉛（Ｚｎ）、カドミウム（Ｃｄ）、スズ（Ｓｎ）、白金（Ｐｔ）、インジウム（Ｉｎ）、もしくはパラジウム（Ｐｄ）等を含む金属含有ポルフィリンをＴＡＤＦ材料に用いることができる。

［００７８］

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。

［００７９］

［化１］



［００８０］

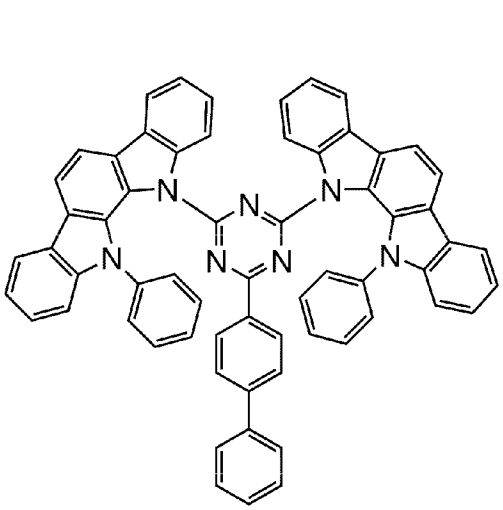
また、例えば、π 電子過剰型複素芳香環と π 電子不足型複素芳香環の一方または両方を有する複素環化合物をＴＡＤＦ材料に用いることができる。

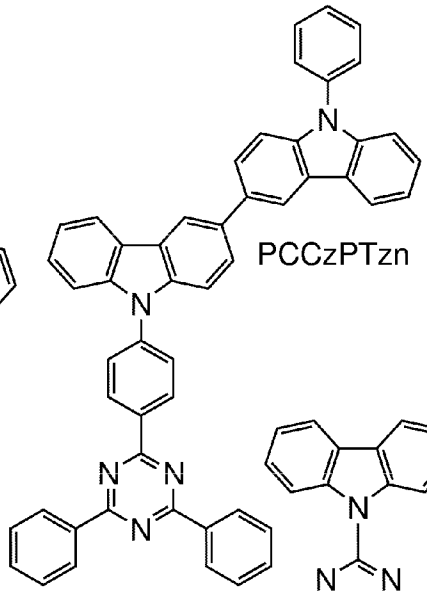
［００８１］

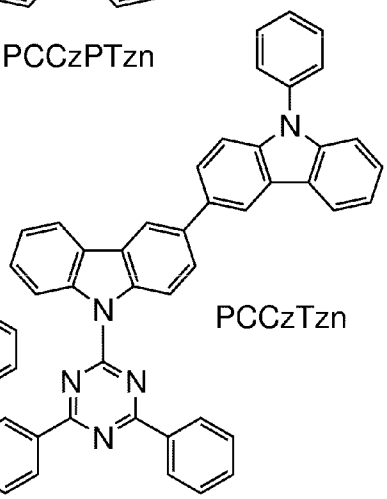
具体的には、構造式を以下に示す、２－（ビフェニル－４－イル）－４，６－ビス（１２－フェニルインドロ［２，３－ａ］カルバゾール－１１－イル）－１，３，５－トリアジン（略称：ＰＩＣ－ＴＲＺ）、９－（４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン－２－イル）－９’－フェニル－９Ｈ，９’Ｈ－３，３’－ビカルバゾール（略称：ＰＣＣｚＴｚｎ）、２－｛４－［３－（Ｎ－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）－９Ｈ－カルバゾール－９－イル］フェニル｝－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（略称：ＰＣＣｚＰＴｚｎ）、２－［４－（１０Ｈ－フェノキサジン－１０－イル）フェニル］－４，６－ジフェニル－１，３，５－ト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

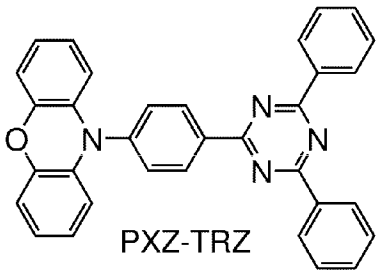
［００８２］

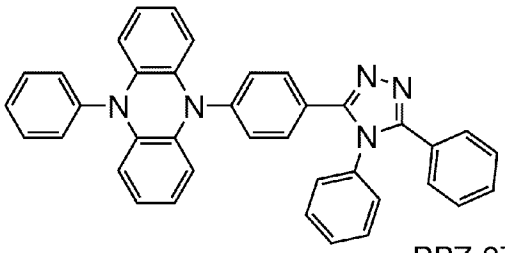
［化２］

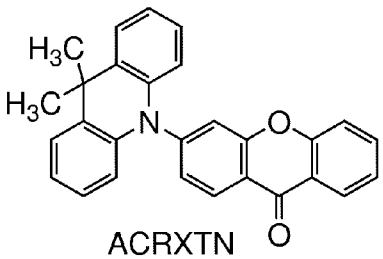

PIC-TRZ

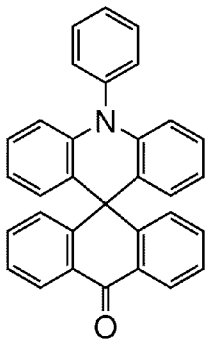

PCCzPTzn

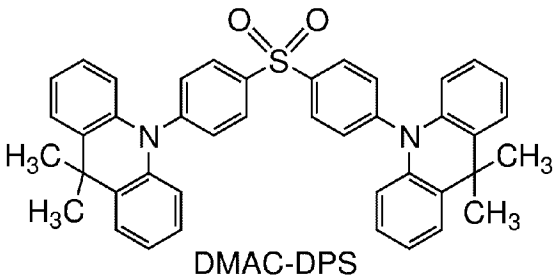

PCCzTzn


PXZ-TRZ


PPZ-3TPT


ACRXTN


ACRSA


DMAC-DPS

［００８３］

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。

［００８４］

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。

［００８５］

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。

［００８６］

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、フェニルボランまたはボラントレン等の含ホウ素骨格、ベンゾニトリルまたはシアノベンゼン等のニトリル基またはシアノ基を有する芳香環または複素芳香環、ベンゾフェノン等のカルボニル骨格、ホスフィンオキシド骨格、スルホン骨格等を用いることができる。

［００８７］

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。

［００８８］

なお、ＴＡＤＦ材料とは、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機能を有する材料である。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。

［００８９］

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。

［００９０］

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。

［００９１］

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。

［００９２］

《層１０４の構成例１》

層１０４は層１１２および電極１０１の間に挟まれる領域を備える（図１Ａ参照）。

［００９３］

層１０４はアクセプタ性を有する材料ＡＭおよび材料ＨＴ１を含む。なお、アクセプタ性を有する材料ＡＭおよび材料ＨＴ１を含む材料は、複合材料ということができる。

［００９４］

《アクセプタ性を有する材料ＡＭ》

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材料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。

［００９５］

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、アクセプタ性を有する材料に用いることができる。

［００９６］

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。

［００９７］

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。

［００９８］

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。

［００９９］

《材料ＨＴ１》

例えば、正孔輸送性を有する材料を、材料ＨＴ１に用いることができる。

［０１００］

［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。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。

［０１０１］

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。

［０１０２］

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。

［０１０３］

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。

［０１０４］

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。

［０１０５］

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。

［０１０６］

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。

［０１０７］

《層１０４の構成例２》

層１０４は、領域１０４Ａおよび領域１０４Ｂを備える。領域１０４Ａは領域１０４Ｂおよび電極１０１の間に挟まれる領域を備え、領域１０４Ａは濃度Ｃ１でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含む。換言すれば、層１０４において、アクセプタ性を有する材料を含む濃度に分布がある。

［０１０８］

領域１０４Ｂは濃度Ｃ２でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含み、濃度Ｃ２はゼロより高く濃度Ｃ１より低い。

［０１０９］

これにより、駆動電圧を抑制することができる。または、動作特性の温度依存性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発光デバイスを提供することができる。

［０１１０］

＜発光デバイス１５０の構成例２＞

また、本発明の一態様の発光デバイス１５０は、ユニット１０３が層１１３を備える（図１Ａ参照）。

［０１１１］

《層１１３の構成例１》

層１１３は電極１０２および層１１１の間に挟まれる領域を備え、層１１３は材料ＯＭＣを含む。なお、材料ＯＭＣは、アルカリ金属の有機錯体またはアルカリ土類金属の有機錯体である。

［０１１２］

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を含む材料を、電子輸送性を有する材料に用いることができる。特に、正孔注入層の複合材料に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用いる場合に、発光デバイスの信頼性を向上することができる。なお、電子輸送性を有する材料のＨＯＭＯ準位が－６．０ｅＶ以上であるとより好ましい。

［０１１３］

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。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。

［０１１４］

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。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。また、電子輸送層中においてアルカリ金属またはアルカリ土類金属の単体、化合物もしくは錯体は、その厚さ方向において濃度差（０である場合も含む）が存在することが好ましい。

［０１１５］

《層１１２の構成例１》

層１１２は、領域１１２Ａおよび領域１１２Ｂを備える。なお、領域１１２Ｂは層１１１および領域１１２Ａの間に挟まれる領域を備え、領域１１２Ｂは材料ＨＴ２を含む。

［０１１６］

《材料ＨＴ２》

正孔輸送性を有する材料を、層１１２に用いることができる。例えば、層１０４に用いることができる正孔輸送性を有する材料を、材料ＨＴ２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が備えるバンドギャップより大きいバンドギャップを備える物質を、領域１１２Ｂ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領域１１２Ｂへのエネルギー移動を、抑制することができる。

［０１１７］

なお、材料ＨＴ１は第１のＨＯＭＯ準位ＨＯＭＯ１を備え、第１のＨＯＭＯ準位ＨＯＭＯ１は－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下である（図１Ｂ参照）。また、材料ＨＴ２は第２のＨＯＭＯ準位ＨＯＭＯ２を備え、第２のＨＯＭＯ準位ＨＯＭＯ２は、第１のＨＯＭＯ準位ＨＯＭＯ１に対して、－０．２ｅＶ以上０ｅｖ以下の範囲にある。

［０１１８］

＜発光デバイス１５０の構成例３＞

また、本発明の一態様の発光デバイス１５０は、層１１１がホスト材料ＨＯＳＴを含み、ホスト材料ＨＯＳＴは第１のＬＵＭＯ準位ＬＵＭＯ１を備える（図１Ｂ参照）。

［０１１９］

《ホスト材料ＨＯＳＴ》

キャリア輸送性を備える材料をホスト材料ＨＯＳＴ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、ＴＡＤＦ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ホスト材料に用いることができる。

［０１２０］

［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、ホスト材料ＨＯＳＴに用いることができる。

［０１２１］

［電子輸送性を有する材料］

アントラセン骨格を有する有機化合物を、電子輸送性を有する材料に用いることができる。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。

［０１２２］

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。

［０１２３］

また、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。

［０１２４］

金属錯体としては、例えば、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］キノリナト）ベリリウム（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。

［０１２５］

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。

［０１２６］

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。

［０１２７］

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。

［０１２８］

［ＴＡＤＦ材料］

先に例示したＴＡＤＦ材料を、ホスト材料に用いることができる。ＴＡＤＦ材料をホスト材料に用いると、ＴＡＤＦ材料で生成した三重項励起エネルギーが、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。

［０１２９］

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。

［０１３０］

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。

［０１３１］

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。

［０１３２］

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。

［０１３３］

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。

［０１３４］

［アントラセン骨格を有する材料］

蛍光発光物質を発光物質として用いる場合、ホスト材料としては、アントラセン骨格を有する材料が好適である。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可能である。

［０１３５］

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。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が、カルバゾールにベンゼン環がさらに縮合した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ためより好ましい。

［０１３６］

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、さらにホスト材料として好ましいのは、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）を同時に有する物質である。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。

［０１３７］

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。

［０１３８］

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

［０１３９］

［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って、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＝１：１９～１９：１とすればよい。

［０１４０］

［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。

［０１４１］

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、駆動電圧を抑制することができる。

［０１４２］

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。

［０１４３］

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。

［０１４４］

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。

［０１４５］

《ユニット１０３の構成例２》

また、ユニット１０３は層１１３を備える（図１Ａ参照）。

［０１４６］

《層１１３の構成例２》

例えば、電子輸送性を有する材料を、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が有するバンドギャップより大きいバンドギャップを有する物質を、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。

［０１４７］

［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、電界強度［Ｖ／ｃｍ］の平方根が６００における電子移動度が１×１０^{-7}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上、５×１０^{-5}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以下であることが好ましい。電子輸送層における電子の輸送性を抑制することにより、発光層への電子の注入量を制御することができる。または、発光層が電子過多の状態になることを防ぐことができる。

［０１４８］

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

［０１４９］

《層１１３の構成例３》

層１１３は領域１１３Ａおよび領域１１３Ｂを備える。領域１１３Ａは領域１１３Ｂおよび層１１１の間に挟まれる領域を備え、領域１１３Ａは材料ＥＴを含む。なお、領域１１３Ｂは材料ＯＭＣを含む。

［０１５０］

材料ＥＴは第２のＬＵＭＯ準位ＬＵＭＯ２を備え、第２のＬＵＭＯ準位ＬＵＭＯ２は、第１のＬＵＭＯ準位ＬＵＭＯ１に対して、－０．４ｅＶ以上－０．１ｅＶ以下、好ましくは－０．４ｅＶ以上－０．１５ｅＶ以下の範囲にある（図１Ｂ参照）。

［０１５１］

《層１０４の構成例３》

また、本発明の一態様は、領域１０４Ａが電極１０１に接する。

［０１５２］

これにより、正孔を電極１０１から領域１０４Ａに注入し易くできる。または、駆動電圧を抑制しながら信頼性を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

［０１５３］

《電極１０１の構成例》

例えば、導電性材料を電極１０１に用いることができる。具体的には、金属、合金、導電性化合物およびこれらの混合物などを、電極１０１に用いることができる。例えば、４．０ｅＶ以上の仕事関数を備える材料を好適に用いることができる。

［０１５４］

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。

［０１５５］

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。

［０１５６］

《電極１０２の構成例》

例えば、導電性材料を電極１０２に用いることができる。具体的には、金属、合金、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。

［０１５７］

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。

［０１５８］

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。

［０１５９］

《層１０５の構成例》

本実施の形態で説明する発光デバイス１５０は、層１０５を有する。層１０５は、電極１０２およびユニット１０３の間に挟まれる領域を備える。

［０１６０］

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。

［０１６１］

［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。

［０１６２］

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。

［０１６３］

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。

［０１６４］

［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。

［０１６５］

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。

［０１６６］

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。

［０１６７］

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。

［０１６８］

［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。

［０１６９］

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。

［０１７０］

（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２Ａを参照しながら説明する。

［０１７１］

図２Ａは図１に図示する構成とは異なる構成を備える本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する断面図である。

［０１７２］

＜発光デバイス１５０の構成例＞

本実施の形態で説明する発光デバイス１５０は、電極１０１と、電極１０２と、ユニット１０３と、中間層１０６と、ユニット１０３（１２）を有する（図２Ａ参照）。また、層１０４（１２）および層１０５（１２）を用いることができる。

［０１７３］

なお、実施の形態１において説明する層１０４と同様の構成を層１０４（１２）に用いることができ、実施の形態１において説明する層１０５と同様の構成を層１０５（１２）に用いることができる。

［０１７４］

ユニット１０３は電極１０１および電極１０２の間に挟まれる領域を備え、ユニット１０３（１２）は電極１０１およびユニット１０３の間に挟まれる領域を備え、中間層１０６はユニット１０３（１２）およびユニット１０３の間に挟まれる領域を備える。また、層１０５（１２）はユニット１０３（１２）および中間層１０６の間に挟まれる領域を備える。

［０１７５］

発光デバイス１５０は、積層された複数のユニットを有する。なお、積層された複数のユニットの数は２に限られず、３以上のユニットを積層することができる。なお、中間層１０６および複数のユニットを備える構成を、積層型の発光デバイスまたはタンデム型の発光デバイスという場合がある。これにより、電流密度を低く保ったまま、高輝度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。

［０１７６］

《ユニット１０３（１２）の構成例》

ユニット１０３に用いることができる構成を、ユニット１０３（１２）に用いることができる。例えば、ユニット１０３と同一の構成をユニット１０３（１２）に用いることができる。

［０１７７］

または、ユニット１０３とは異なる構成をユニット１０３（１２）に用いることができる。例えば、ユニット１０３の発光色とは異なる発光色の構成を、ユニット１０３（１２）に用いることができる。具体的には、赤色の光および緑色の光を射出するユニット１０３と、青色の光を射出するユニット１０３（１２）を用いることができる。これにより、所望の色の光を射出する発光デバイスを提供することができる。または、例えば、白色の光を射出する発光デバイスを提供することができる。

［０１７８］

《中間層１０６の構成例》

中間層１０６は層１０４および層１０６Ａを備える。中間層１０６は、ユニット１０３およびユニット１０３（１２）の一方に電子を供給し、他方に正孔を供給する機能を備える。

［０１７９］

層１０４はアクセプタ性を有する材料ＡＭおよび材料ＨＴ１を含み、層１０４は領域１０４Ａおよび領域１０４Ｂを備える。また、領域１０４Ａは領域１０４Ｂおよび電極１０１の間に挟まれる領域を備え、領域１０４Ａは濃度Ｃ１でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含む。

［０１８０］

領域１０４Ｂは濃度Ｃ２でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含み、濃度Ｃ２はゼロより高く濃度Ｃ１より低い。

［０１８１］

これにより、駆動電圧を抑制することができる。または、動作特性の温度依存性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発光デバイスを提供することができる。

［０１８２］

なお、層１０４を、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（１２）に電子を供給することができる。

［０１８３］

《層１０６Ａの構成例》

層１０６Ａは層１０４およびユニット１０３（１２）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。

［０１８４］

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。

［０１８５］

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、層１０４に用いるアクセプタ性を有する材料ＡＭのＬＵＭＯ準位と、層１０４に用いる正孔輸送性を有する材料ＨＴ１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。

［０１８６］

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。

［０１８７］

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。

［０１８８］

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。

［０１８９］

（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２Ｂを参照しながら説明する。

［０１９０］

図２Ｂは図１に図示する構成とは異なる構成を備える本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する断面図である。

［０１９１］

＜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、層１０４と、中間層１０６を有する（図２Ｂ参照）。

［０１９２］

なお、発光デバイス１５０は、層１０５および電極１０２の間に、中間層１０６を有する点が、図１に図示する構成とは異なる。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。

［０１９３］

《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。

［０１９４］

《層１０６Ａの構成例》

層１０６Ａは層１０６Ｂおよび層１０５の間に挟まれる領域を備える。例えば、実施の形態２で説明する電子リレー層を層１０６Ａに用いることができる。

［０１９５］

《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。

［０１９６］
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。

［０１９７］
＜発光デバイス１５０の作製方法＞
例えば、乾式法、湿式法、蒸着法、液滴吐出法、塗布法または印刷法等を用いて、電極１０１、電極１０２、ユニット１０３および中間層１０６の各層を形成することができる。また、同様の方法を用いて、ユニット１０３（１２）の各層も形成することができる。また、異なる方法を各構成の形成に用いることができる。

［０１９８］
具体的には、真空蒸着装置、インクジェット装置、スピンコーターなどのコーティング装置、グラビア印刷装置、オフセット印刷装置、スクリーン印刷装置などを用いて発光デバイス１５０を作製することができる。

［０１９９］
例えば、金属材料のペーストを用いる湿式法またはゾルーゲル法を用いて、電極を形成することができる。具体的には、酸化インジウムに対し１～２０ｗｔ％の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いて、スパッタリング法により、酸化インジウム－酸化亜鉛膜を形成することができる。また、酸化インジウムに対し酸化タングステンを０．５～５ｗｔ％、酸化亜鉛を０．１～１ｗｔ％含有したターゲットを用いて、スパッタリング法により酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（ＩＷＺＯ）膜を形成することができる。

［０２００］
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。

［０２０１］
（実施の形態４）
本実施の形態では、本発明の一態様の発光パネル７００の構成について、図３を参照しながら説明する。

［０２０２］
＜発光パネル７００の構成例＞
本実施の形態で説明する発光パネル７００は、発光デバイス１５０と、発光デバイス１５０（２）とを有する（図３）。

［０２０３］
例えば、実施の形態１乃至実施の形態３のいずれか一において説明する発光デバイスを、発光デバイス１５０に用いることができる。

［０２０４］
＜発光デバイス１５０（２）の構成例＞
本実施の形態で説明する発光デバイス１５０（２）は、電極１０１（２）と、電極１０２と、ユニット１０３（２）と、を有する（図３参照）。例えば、発光デバイス１５０の構成の一部を、発光デバイス１５０（２）の構成の一部に用いることができる。これにより、構成の一部を共通にすることができる。または、作製工程を簡略化することができる。

［０２０５］

《ユニット１０３（２）の構成例》

ユニット１０３（２）は電極１０１（２）および電極１０２の間に挟まれる領域を備える。また、ユニット１０３（２）は層１１１（２）を備える。例えば、ユニット１０３が備える層１１１とは異なる色の光を射出する発光性の材料を、層１１１（２）に用いることができる。

［０２０６］

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

［０２０７］

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

［０２０８］

《層１０４（２）の構成例》

層１０４（２）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（２）を正孔注入層ということができる。例えば、正孔注入性を有する材料を、層１０４（２）に用いることができる。

［０２０９］

具体的には、アクセプタ性を有する材料および複合材料を層１０４（２）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材料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材料は、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。

［０２１０］

［正孔注入性を有する材料の例１］

アクセプタ性を有する材料を、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。

［０２１１］

例えば、実施の形態１において説明するアクセプタ性を有する材料を、正孔注入性を有する材料に用いることができる。

［０２１２］

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

［０２１３］

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。

［０２１４］

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

［０２１５］

［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材料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。または、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。

［０２１６］

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。

［０２１７］

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。

［０２１８］

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。

［０２１９］

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。

［０２２０］

芳香族炭化水素としては、例えば、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ジ（２－ナフチル）アントラセン（略称：ｔ－ＢｕＤＮＡ）、２－ｔｅｒｔ－ブチル－９，１０－ジ（１－ナフチル）アント

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

［０２２１］

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。

［０２２２］

例えば、ペンタセン、コロネン、等も用いることができる。

［０２２３］

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。

［０２２４］

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。

［０２２５］

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：ＢＢＡＢ

ｎｆ（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。

［０２２６］

［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材料と、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１１１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。

［０２２７］

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。

［０２２８］

（実施の形態５）

本実施の形態では、実施の形態１乃至実施の形態４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。

［０２２９］

本実施の形態では、実施の形態１乃至実施の形態４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４を用いて説明する。なお、図４Ａは、発光装置を示す上面図、図４Ｂは図４ＡをＡ－ＢおよびＣ－Ｄで切断した断面図である。この発光装置は、発光デバイスの発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部（ソース線駆動回路６０１）、画素部６０２、駆動回路部（ゲート線駆動回路６０３）を含んでいる。また、６０４は封止基板、６０５はシール材であり、シール材６０５で囲まれた内側は、空間６０７になっている。

［０２３０］

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。

［０２３１］

次に、断面構造について図４Ｂを用いて説明する。素子基板６１０上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路６０１と、画素部６０２中の一つの画素が示されている。

［０２３２］

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。

［０２３３］

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。

［０２３４］

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。

［０２３５］

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。

［０２３６］

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。

［０２３７］

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。

［０２３８］

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。

［０２３９］

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。

［０２４０］

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

［０２４１］

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。

［０２４２］

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。

［０２４３］

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。

［０２４４］

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。

［０２４５］

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。

［０２４６］

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４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。

［０２４７］

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

［０２４８］

なお、第１の電極６１３、ＥＬ層６１６、第２の電極６１７でもって、発光デバイスが形成されている。当該発光デバイスは実施の形態１乃至実施の形態４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おり、本実施の形態における発光装置では、実施の形態１乃至実施の形態４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。

［０２４９］

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

［０２５０］

なお、シール材６０５にはエポキシ系樹脂またはガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分および酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板６０４に用いる材料としてガラス基板または石英基板の他、ＦＲＰ（Ｆｉｂｅｒ　Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、ＰＶＦ（ポリビニルフロライド）、ポリエステルまたはアクリル樹脂等からなるプラスチック基板を用いることができる。

［０２５１］

図４Ａおよび図４Ｂ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。

［０２５２］

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。

［０２５３］

保護膜を構成する材料としては、酸化物、窒化物、フッ化物、硫化物、三元化合物、金属またはポ

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

［０２５４］

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。

［０２５５］

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

［０２５６］

以上のようにして、実施の形態１乃至実施の形態４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。

［０２５７］

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４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４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。

［０２５８］

図５には白色発光を呈する発光デバイスを形成し、着色層（カラーフィルタ）等を設けることによってフルカラー化した発光装置の例を示す。図５Ａには基板１００１、下地絶縁膜１００２、ゲート絶縁膜１００３、ゲート電極１００６、１００７、１００８、第１の層間絶縁膜１０２０、第２の層間絶縁膜１０２１、周辺部１０４２、画素部１０４０、駆動回路部１０４１、発光デバイスの第１の電極１０２４Ｗ、１０２４Ｒ、１０２４Ｇ、１０２４Ｂ、隔壁１０２５、ＥＬ層１０２８、発光デバイスの第２の電極１０２９、封止基板１０３１、シール材１０３２などが図示されている。

［０２５９］

また、図５Ａでは着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）は透明な基材１０３３に設けている。また、ブラックマトリクス１０３５をさらに設けても良い。着色層及びブラックマトリクスが設けられた透明な基材１０３３は、位置合わせし、基板１００１に固定する。なお、着色層、及びブラックマトリクス１０３５は、オーバーコート層１０３６で覆われている。また、図５Ａにおいては、光が着色層を透過せずに外部へと出る発光層と、

各色の着色層を透過して外部に光が出る発光層とがあり、着色層を透過しない光は白、着色層を透過する光は赤、緑、青となることから、４色の画素で映像を表現することができる。

［０２６０］

図５Ｂでは着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）をゲート絶縁膜１００３と第１の層間絶縁膜１０２０との間に形成する例を示した。このように、着色層は基板１００１と封止基板１０３１の間に設けられていても良い。

［０２６１］

また、以上に説明した発光装置では、ＦＥＴが形成されている基板１００１側に光を取り出す構造（ボトムエミッション型）の発光装置としたが、封止基板１０３１側に発光を取り出す構造（トップエミッション型）の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図６に示す。この場合、基板１００１は光を通さない基板を用いることができる。ＦＥＴと発光デバイスの陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第３の層間絶縁膜１０３７を、電極１０２２を覆って形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第３の層間絶縁膜１０３７は第２の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の公知の材料を用いて形成することができる。

［０２６２］

発光デバイスの第１の電極１０２４Ｗ、１０２４Ｒ、１０２４Ｇ、１０２４Ｂはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図６のようなトップエミッション型の発光装置である場合、第１の電極を反射電極とすることが好ましい。ＥＬ層１０２８の構成は、実施の形態１乃至実施の形態４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。

［０２６３］

図６のようなトップエミッションの構造では着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）を設けた封止基板１０３１で封止を行うことができる。封止基板１０３１には画素と画素との間に位置するようにブラックマトリクス１０３５を設けても良い。着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）またはブラックマトリックスはオーバーコート層１０３６によって覆われていても良い。なお封止基板１０３１は透光性を有する基板を用いることとする。また、ここでは赤、緑、青、白の４色でフルカラー表示を行う例を示したが特に限定されず、赤、黄、緑、青の４色または赤、緑、青の３色でフルカラー表示を行ってもよい。

［０２６４］

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。

［０２６５］

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。

［０２６６］
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。

［０２６７］
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。

［０２６８］
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。

［０２６９］
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。

［０２７０］
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。

［０２７１］
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４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４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。

［０２７２］
ここまでは、アクティブマトリクス型の発光装置について説明したが、以下からはパッシブマトリクス型の発光装置について説明する。図７には本発明を適用して作製したパッシブマトリクス型の発光装置を示す。なお、図７Ａは、発光装置を示す斜視図、図７Ｂは図７ＡをＸ－Ｙで切断した断面図である。図７において、基板９５１上には、電極９５２と電極９５６との間にはＥＬ層９５５が設けられている。電極９５２の端部は絶縁層９５３で覆われている。そして、絶縁層９５３上には隔壁層９５４が設けられている。隔壁層９５４の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層９５４の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接する辺）の方が上辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層９５４を設けることで、静電気等に起因した発光デバイスの不良を防

ぐことが出来る。また、パッシブマトリクス型の発光装置においても、実施の形態１乃至実施の形態４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。

［０２７３］

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。

［０２７４］

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。

［０２７５］

（実施の形態６）

本実施の形態では、実施の形態１乃至実施の形態４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８を参照しながら説明する。図８Ｂは照明装置の上面図、図８Ａは図８Ｂにおけるｅ－ｆ断面図である。

［０２７６］

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４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。

［０２７７］

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。

［０２７８］

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４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（２）、層１０４、層１０５および中間層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。

［０２７９］

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４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。

［０２８０］

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。

［０２８１］

以上の構成を有する発光デバイスが形成された基板４００と、封止基板４０７とをシール材４０５、４０６を用いて固着し、封止することによって照明装置が完成する。シール材４０５、４０６はどちらか一方でもかまわない。また、内側のシール材４０６（図８Ｂでは図示せず）には乾燥剤を混ぜることもでき、これにより、水分を吸着することができ、信頼性の向上につながる。

［０２８２］

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。

［０２８３］

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４のいずれか一に記載の発光デバイスを用いており、消費電力の小さい照明装置とすることができる。

［０２８４］

（実施の形態７）

本実施の形態では、実施の形態１乃至実施の形態４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４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。

［０２８５］

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。

［０２８６］

図９Ａは、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体７１０１に表示部７１０３が組み込まれている。また、ここでは、スタンド７１０５により筐体７１０１を支持した構成を示している。表示部７１０３により、映像を表示することが可能であり、表示部７１０３は、実施の形態１乃至実施の形態４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。

［０２８７］

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。

［０２８８］

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。

［０２８９］

図９Ｂ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４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９Ｂのコンピュータは、図９Ｃのような形態

であっても良い。図９Ｃ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。

［０２９０］

図９Ｄは、携帯端末の一例を示している。携帯電話機は、筐体７４０１に組み込まれた表示部７４０２の他、操作ボタン７４０３、外部接続ポート７４０４、スピーカ７４０５、マイク７４０６などを備えている。なお、携帯電話機は、実施の形態１乃至実施の形態４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。

［０２９１］

図９Ｄ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。

［０２９２］

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。

［０２９３］

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。

［０２９４］

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。

［０２９５］

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。

［０２９６］

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。

［０２９７］

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。

［０２９８］

図１０Ａは、掃除ロボットの一例を示す模式図である。

［０２９９］

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。

［０３００］

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。

［０３０１］

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。

［０３０２］

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。

［０３０３］

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５１４０で確認することもできる。

［０３０４］

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。

［０３０５］

図１０Ｂ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。

［０３０６］

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。

［０３０７］

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。

［０３０８］

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。

［０３０９］

図１０Ｃ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。

［０３１０］

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。

［０３１１］

図１１は、実施の形態１乃至実施の形態４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１１に示す電気スタンドは、筐体２００１と、光源２００２を有し、光源２００２としては、実施の形態６に記載の照明装置を用いても良い。

［０３１２］

図１２は、実施の形態１乃至実施の形態４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４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４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４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。

［０３１３］

実施の形態１乃至実施の形態４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１３に実施の形態１乃至実施の形態４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４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領域である。

［０３１４］

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４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４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。

［０３１５］

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４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。

［０３１６］

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

［０３１７］

また、図１４Ａ乃至図１４Ｃに、折りたたみ可能な携帯情報端末９３１０を示す。図１４Ａに展開した状態の携帯情報端末９３１０を示す。図１４Ｂ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１４Ｃ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。

［０３１８］

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。

［０３１９］

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４に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。

［０３２０］

以上の様に実施の形態１乃至実施の形態４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４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。

［０３２１］

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］

［０３２２］

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５の構造、作製方法および特性について、図１５乃至図５１を用いて説明する。

［０３２３］

図１５Ａおよび図１５Ｂは、作製した発光デバイスの構成を説明する断面図である。

［０３２４］

図１６は、発光デバイス１の電流密度－輝度特性を説明する図である。

［０３２５］

図１７は、発光デバイス１の輝度－電流効率特性を説明する図である。

［０３２６］

図１８は、発光デバイス１の電圧－輝度特性を説明する図である。

［０３２７］

図１９は、発光デバイス１の電圧－電流特性を説明する図である。

［０３２８］

図２０は、発光デバイス１の輝度－外部量子効率特性を説明する図である。なお、発光デバイスの配光特性がランバーシアン型と仮定し、正面で観測した輝度と発光スペクトルから外部量子効率を算出した。

［０３２９］

図２１は、発光デバイス１を１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光させた際の発光スペクトルを説明する図である。

［０３３０］

図２２は、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス１を発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。なお、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で比較発光デバイスを発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性も示す。

［０３３１］

図２３は、発光デバイス２の電流密度－輝度特性を説明する図である。

［０３３２］

図２４は、発光デバイス２の輝度－電流効率特性を説明する図である。

［０３３３］

図２５は、発光デバイス２の電圧－輝度特性を説明する図である。

［０３３４］

図２６は、発光デバイス２の電圧－電流特性を説明する図である。

［０３３５］

図２７は、発光デバイス２の輝度－外部量子効率特性を説明する図である。なお、発光デバイスの配光特性がランバーシアン型と仮定し、正面で観測した輝度と発光スペクトルから外部量子効率を算出した。

［０３３６］

図２８は、発光デバイス２を１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光させた際の発光スペクトルを説明す

る図である。

［０３３７］

図２９は、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス２を発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。なお、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で比較発光デバイスを発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性も示す。

［０３３８］

図３０は、発光デバイス３の電流密度－輝度特性を説明する図である。

［０３３９］

図３１は、発光デバイス３の輝度－電流効率特性を説明する図である。

［０３４０］

図３２は、発光デバイス３の電圧－輝度特性を説明する図である。

［０３４１］

図３３は、発光デバイス３の電圧－電流特性を説明する図である。

［０３４２］

図３４は、発光デバイス３の輝度－外部量子効率特性を説明する図である。なお、発光デバイスの配光特性がランバーシアン型と仮定し、正面で観測した輝度と発光スペクトルから外部量子効率を算出した。

［０３４３］

図３５は、発光デバイス３を１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光させた際の発光スペクトルを説明する図である。

［０３４４］

図３６は、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス３を発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。なお、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で比較発光デバイスを発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性も示す。

［０３４５］

図３７は、発光デバイス４の電流密度－輝度特性を説明する図である。

［０３４６］

図３８は、発光デバイス４の輝度－電流効率特性を説明する図である。

［０３４７］

図３９は、発光デバイス４の電圧－輝度特性を説明する図である。

［０３４８］

図４０は、発光デバイス４の電圧－電流特性を説明する図である。

［０３４９］

図４１は、発光デバイス４の輝度－外部量子効率特性を説明する図である。なお、発光デバイスの配光特性がランバーシアン型と仮定し、正面で観測した輝度と発光スペクトルから外部量子効率を算出した。

［０３５０］

図４２は、発光デバイス４を１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光させた際の発光スペクトルを説明する図である。

［０３５１］

図４３は、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス４を発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。なお、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で比較発光デバイスを発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性も示す。

［０３５２］

図４４Ａ及び図４４Ｂは、作製した発光デバイスの構成を説明する断面図である。

［０３５３］

図４５は、発光デバイス５の電流密度－輝度特性を説明する図である。

［０３５４］

図４６は、発光デバイス５の輝度－電流効率特性を説明する図である。

［０３５５］

図４７は、発光デバイス５の電圧－輝度特性を説明する図である。

［０３５６］

図４８は、発光デバイス５の電圧－電流特性を説明する図である。

［０３５７］

図４９は、発光デバイス５の輝度－外部量子効率特性を説明する図である。なお、発光デバイスの配光特性がランバーシアン型と仮定し、正面で観測した輝度と発光スペクトルから外部量子効率を算出した。

［０３５８］

図５０は、発光デバイス５を１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光させた際の発光スペクトルを説明する図である。

［０３５９］

図５１は、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス５を発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性を説明する図である。なお、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で比較発光デバイスを発光させた場合の規格化輝度－時間変化特性も示す。

［０３６０］

＜発光デバイス１＞

本実施例で説明する作製した発光デバイス１は、発光デバイス１５０と同様の構成を備える（図１５Ａ参照）。発光デバイス１５０は、電極１０１と、電極１０２と、ユニット１０３と、層１０４と、を有し、電極１０２は電極１０１と重なる領域を備える。

［０３６１］

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

［０３６２］

層１１１は電極１０１との間に層１１２を挟む領域を備え、層１１１は発光性の材料ＥＭを含む。なお、発光デバイス１において、発光性の材料ＥＭに３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２を用いた。

［０３６３］

層１０４は層１１２および電極１０１の間に挟まれる領域を備え、層１０４はアクセプタ性を有する材料ＡＭおよび材料ＨＴ１を含み、層１０４は領域１０４Ａおよび領域１０４Ｂを備える。なお、発光デバイス１において、アクセプタ性を有する材料ＡＭに電子アクセプタ材料（略称：ＯＣＨＤ

－００１）を用いた。また、材料ＨＴ１にＢＢＡＢｎｆを用いた。

［０３６４］

領域１０４Ａは領域１０４Ｂおよび電極１０１の間に挟まれる領域を備え、領域１０４Ａは濃度Ｃ１でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含み、領域１０４Ｂは濃度Ｃ２でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含む。なお、濃度Ｃ２はゼロより高く濃度Ｃ１より低い。なお、発光デバイス１において、ＯＣＨＤ－００１のみを用いて領域１０４Ａを形成し、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１を用いて１０４Ｂを形成した。

［０３６５］

層１１２は領域１１２Ａおよび領域１１２Ｂを備え、領域１１２Ｂは層１１１および領域１１２Ａの間に挟まれる領域を備え、領域１１２Ｂは材料ＨＴ２を含む。なお、発光デバイス１において、ＰＣｚＮ２を材料ＨＴ２に用いた。

［０３６６］

また、材料ＨＴ１は第１のＨＯＭＯ準位を備え、第１のＨＯＭＯ準位は、－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下であった。なお、サイクリックボルタンメトリ（ＣＶ）測定によれば、ＢＢＡＢｎｆのＨＯＭＯ準位は－５．５６ｅＶであった。

［０３６７］

材料ＨＴ２は第２のＨＯＭＯ準位を備え、第２のＨＯＭＯ準位は、第１のＨＯＭＯ準位に対して、－０．２ｅＶ以上０ｅＶ以下の範囲にあった。なお、ＣＶ測定によれば、ＰＣｚＮ２のＨＯＭＯ準位は－５．７１ｅＶであった。

［０３６８］

層１１３は電極１０２および層１１１の間に挟まれる領域を備え、層１１３は材料ＯＭＣを含み、材料ＯＭＣはアルカリ金属の有機錯体またはアルカリ土類金属の有機錯体である。なお、発光デバイス１において、Ｌｉｑを材料ＯＭＣに用いた。

［０３６９］

層１１１はホスト材料ＨＯＳＴを含み、ホスト材料ＨＯＳＴは第１のＬＵＭＯ準位を備える。なお、発光デバイス１において、αＮ－βＮＰＡｎｔｈをホスト材料ＨＯＳＴに用いた。また、ＣＶ測定によれば、αＮ－βＮＰＡｎｔｈのＬＵＭＯ準位は－２．７４ｅＶであった。

［０３７０］

ユニット１０３は層１１３を備え、層１１３は領域１１３Ａおよび領域１１３Ｂを備え、領域１１３Ａは領域１１３Ｂおよび層１１１の間に挟まれる領域を備える。

［０３７１］

領域１１３Ａは材料ＥＴを含み、領域１１３Ｂは材料ＯＭＣを含む。材料ＥＴは第２のＬＵＭＯ準位を備える。なお、発光デバイス１において、ＺＡＤＮを材料ＥＴに用いた。なお、ＣＶ測定によれば、ＺＡＤＮのＬＵＭＯ準位は－２．８７ｅＶであった。従って、第２のＬＵＭＯ準位は、第１のＬＵＭＯ準位に対して、－０．４ｅＶ以上－０．１１ｅＶ以下の範囲にある。

［０３７２］

また、領域１０４Ａは電極１０１に接する。

［０３７３］

《発光デバイス１の構成》

発光デバイス１の構成を表１に示す。また、本実施例で説明する発光デバイスに用いた材料の構造

式を以下に示す。

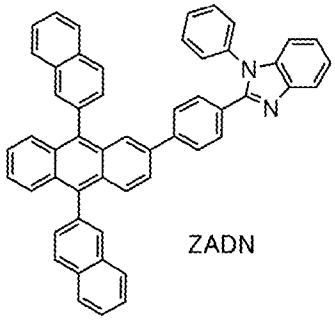
［０３７４］

［表１］

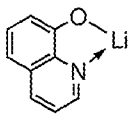
構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
電極	102	Al		120
領域	113B	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
領域	113A	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
層	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B	PCzN2		10
領域	112A	BBABnf		20
領域	104B	BBABnf:OCHD-001	1:0.10	10
領域	104A	OCHD-001		1
電極	101	ITSO		70

［０３７５］

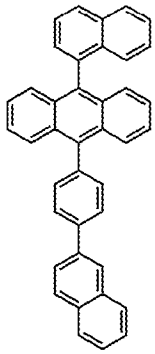
［化３］



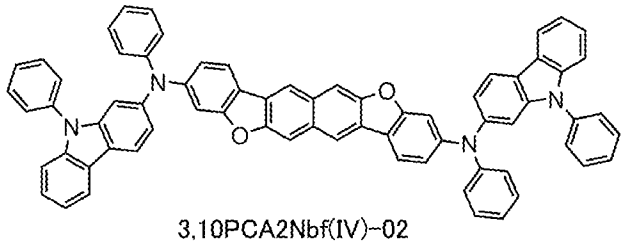
ZADN



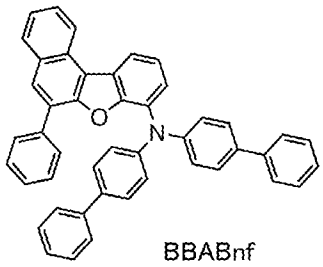
Liq



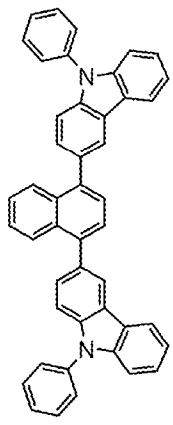
αN－βNPAnth



3,10PCA2Nbf(IV)-02



BBABnf



PCzN2

［０３７６］

《材料のＨＯＭＯ準位、ＬＵＭＯ準位の算出方法》

材料のＨＯＭＯ準位、ＬＵＭＯ準位に関してはサイクリックボルタンメトリ（ＣＶ）測定を元に算出した。算出方法を以下に示す。

［０３７７］

測定装置としては電気化学アナライザー（ビー・エー・エス（株）製、型番：ＡＬＳモデル６００ＡまたはＣＨ６００Ｃ）を用いた。ＣＶ測定における溶液は、溶媒として脱水ジメチルホルムアミド（ＤＭＦ）（（株）アルドリッチ製、９９．８％、カタログ番号；２２７０５－６）を用い、支持電解質である過塩素酸テトラ－ｎ－ブチルアンモニウム（ｎ－Bu_4NClO_4）（（株）東京化成製、カタログ番号；Ｔ０８３６）を１００ｍｍｏｌ／Ｌの濃度となるように溶解させ、さらに測定対象を２ｍｍｏｌ／Ｌの濃度となるように溶解させて調製した。

［０３７８］

また、作用電極としては白金電極（ビー・エー・エス（株）製、ＰＴＥ白金電極）を、補助電極としては白金電極（ビー・エー・エス（株）製、ＶＣ－３用Ｐｔカウンター電極（５ｃｍ））を、参照電極としてはＡｇ／Ag^+電極（ビー・エー・エス（株）製、ＲＥ７非水溶媒系参照電極）をそれぞれ用いた。なお、測定は室温（２０以上２５℃以下）で行った。

［０３７９］

また、ＣＶ測定時のスキャン速度は、０．１Ｖ／ｓｅｃに統一し、参照電極に対する酸化電位Ｅａ［Ｖ］および還元電位Ｅｃ［Ｖ］を測定した。Ｅａは酸化－還元波の中間電位とし、Ｅｃは還元－酸化波の中間電位とした。ここで、本実施例で用いる参照電極の真空準位に対するポテンシャルエネルギーは、－４．９４［ｅＶ］であることが分かっているため、ＨＯＭＯ準位［ｅＶ］＝－４．９４－Ｅａ、ＬＵＭＯ準位［ｅＶ］＝－４．９４－Ｅｃという式から、ＨＯＭＯ準位およびＬＵＭＯ準位をそれぞれ求めることができる。

［０３８０］

《発光デバイス１の作製方法》

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

［０３８１］

［第１のステップ］

第１のステップにおいて、電極１０１を形成した。具体的には、ターゲットにケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム－酸化スズ（略称：ＩＴＳＯ）を用いて、スパッタリング法により、形成した。

［０３８２］

なお、電極１０１はＩＴＳＯを含み、７０ｎｍの厚さと、４mm^2（２ｍｍ×２ｍｍ）の面積を備える。

［０３８３］

次いで、電極１０１が形成された基材を水で洗浄し、２００℃で１時間焼成した後、ＵＶオゾン処理を３７０秒行った。その後、10^{-4}Ｐａ程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、１７０℃で３０分間の真空焼成を行った。その後、基板を３０分程度放冷した。

［０３８４］

［第２のステップ］

第２のステップにおいて、電極１０１上に領域１０４Ａを形成した。具体的には、真空蒸着装置内を10^{-4}Ｐａに減圧した後、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０３８５］

なお、領域１０４Ａは、ＯＣＨＤ－００１を含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０３８６］

［第３のステップ］

第３のステップにおいて、領域１０４Ａ上に領域１０４Ｂを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０３８７］

なお、領域１０４Ｂは、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０３８８］

［第４のステップ］

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

［０３８９］

なお、領域１１２Ａは、ＢＢＡＢｎｆを含み、２０ｎｍの厚さを備える。

［０３９０］

［第５のステップ］

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

［０３９１］

なお、領域１１２Ｂは、３，３’－（ナフタレン－１，４－ジイル）ビス（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール）（略称：ＰＣｚＮ２）を含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０３９２］

［第６のステップ］

第６のステップにおいて、領域１１２Ｂ上に層１１１を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０３９３］

なお、層１１１は、αＮ－βＮＰＡｎｔｈおよび３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２をαＮ－βＮＰＡｎｔｈ：３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２＝１：０．０１５（重量比）で含み、２５ｎｍの厚さを備える。

［０３９４］

［第７のステップ］

第７のステップにおいて、層１１１上に領域１１３Ａを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０３９５］

なお、領域１１３Ａは、２－｛４－［９，１０－ジ（ナフタレン－２－イル）－２－アントリル］フェニル｝－１－フェニル－１Ｈ－ベンゾイミダゾール（略称：ＺＡＤＮ）およびＬｉｑをＺＡＤＮ：Ｌｉｑ＝０．３：１（重量比）で含み、１７．５ｎｍの厚さを備える。

［０３９６］

［第８のステップ］

第８のステップにおいて、領域１１３Ａ上に領域１１３Ｂを形成した。具体的には、抵抗加熱法を

用いて、材料を共蒸着した。

［０３９７］

なお、領域１１３Ｂは、ＺＡＤＮおよびＬｉｑをＺＡＤＮ：Ｌｉｑ＝１：０．３（重量比）で含み、１７．５ｎｍの厚さを備える。

［０３９８］

［第９のステップ］

第９のステップにおいて、領域１１３Ｂ上に電極１０２を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０３９９］

なお、電極１０２はＡｌを含み、１２０ｎｍの厚さを備える。

［０４００］

《発光デバイス１の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス１は光ＥＬ１を射出した（図１５Ａ参照）。発光デバイス１の動作特性を測定した（図１６乃至図２２参照）。なお、測定は室温で行った。

［０４０１］

発光デバイス１を輝度１０００ｃｄ／ｍ^{2}程度で発光させた場合の、主な初期特性を表２に示す（なお、他の発光デバイスの初期特性についても表２に記載し、その構成については後述する）。

［０４０２］

［表２］

	電圧(V) (V)	電流(mA) (mA)	電流密度 (mA/cm^2)	色度x	色度y	電流効率 (cd/A)	外部量子効率 (%)
発光デバイス1	5.1	0.49	12.2	0.13	0.13	8.5	8.1
発光デバイス2	5.1	0.47	11.9	0.13	0.12	8.5	8.3
発光デバイス3	5.1	0.49	12.2	0.13	0.12	8.5	8.3
発光デバイス4	6.0	0.08	1.9	0.39	0.42	56.6	20.9
発光デバイス5	9.2	0.91	22.7	0.15	0.05	4.5	8.9
比較発光デバイス1A	5.5	0.45	11.3	0.13	0.13	8.7	8.3
比較発光デバイス1B	5.4	0.45	11.3	0.13	0.12	8.7	8.6
比較発光デバイス2	6.2	0.08	1.9	0.39	0.42	57.4	21.2
比較発光デバイス3	8.6	0.09	2.2	0.36	0.38	41.1	16.1
比較発光デバイス4	10.8	0.78	19.5	0.15	0.05	4.9	9.6

［０４０３］

発光デバイス１は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光するのに要する電圧は比較発光デバイス１Ａより低かった。また、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス１を発光させ続けた場合、比較発光デバイス１Ａに比べて、輝度の低下が少なかった（図２２参照）。具体的には、輝度の低下は、約５２５時間以降において改善された。例えば、約９４０時間において、初期輝度の９２．１％に低下する特性が、初期輝度の９３．６％に改善された。これにより、駆動電圧を抑制しながら信頼性を向上することができた。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができた。

［０４０４］

なお、発光デバイス１は比較発光デバイス１Ａとは異なり、層１０４がＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含む領域だけでなく、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域１０４Ａを備える。

［０４０５］

＜発光デバイス２＞

発光デバイス２の構成を表３に示す。本実施例で説明する作製した発光デバイス２は、領域１０４Ｂに含まれるアクセプタ性を有する材料ＡＭの濃度が、発光デバイス１より低い。具体的には、発光デバイス１の領域１０４Ｂは、ＢＢＡＢｎｆに対してＯＣＨＤ－００１を０．１０の濃度で含み、発光デバイス２の領域１０４Ｂは、ＢＢＡＢｎｆに対してＯＣＨＤ－００１を０．０３の濃度で含む。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の構成を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０４０６］

［表３］

構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
電極	102	Al		120
領域	113B	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
領域	113A	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
層	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B	PCzN2		10
領域	112A	BBABnf		20
領域	104B	BBABnf:OCHD-001	1:0.03	10
領域	104A	OCHD-001		1
電極	101	ITSO		70

［０４０７］

《発光デバイス２の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、発光デバイス２を作製した。

［０４０８］

なお、発光デバイス２の作製方法は、領域１０４Ｂを形成するステップが、発光デバイス１の作製方法とは異なる。具体的には、ＢＢＡＢｎｆに対して０．０３（重量比）になるようにＯＣＨＤ－００１を共蒸着する点が、発光デバイス１の作製方法とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０４０９］

［第３のステップ］

第３のステップにおいて、領域１０４Ａ上に領域１０４Ｂを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０４１０］

なお、領域１０４Ｂは、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４１１］

《発光デバイス２の動作特性》

発光デバイス２の動作特性を測定した（図２３乃至図２９参照）。なお、測定は室温で行った。

［０４１２］

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

［０４１３］

発光デバイス２は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光するのに要する電圧は比較発光デバイス１Ｂより低かった。また、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流

密度で発光デバイス２を発光させ続けた場合、比較発光デバイス１Ｂに比べて、輝度の低下が少なかった（図２９参照）。具体的には、輝度の低下は、約６１０時間以降において改善された。例えば、約７４０時間において、初期輝度の９４．４％に低下する特性が、初期輝度の９５．３％に改善された。これにより、駆動電圧を抑制しながら信頼性を向上することができた。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができた。

［０４１４］

なお、発光デバイス２は比較発光デバイス１Ｂとは異なり、層１０４がＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１を含む領域だけでなく、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域１０４Ａを備える。また、発光デバイス２の領域１０４ＢはＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）で含み、比較発光デバイス１Ｂの層１０４はＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含む。

［０４１５］

＜発光デバイス３＞

発光デバイス３の構成を表４に示す。本実施例で説明する作製した発光デバイス３は、領域１０４Ｂに含まれるアクセプタ性を有する材料ＡＭの濃度が、発光デバイス２より低い。具体的には、発光デバイス２の領域１０４Ｂは、ＢＢＡＢｎｆに対してＯＣＨＤ－００１を０．０３の濃度で含み、発光デバイス３の領域１０４Ｂは、ＢＢＡＢｎｆに対してＯＣＨＤ－００１を０．０１の濃度で含む。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の構成を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０４１６］

［表４］

構成	符号	材料	組成比	厚さ/nm
電極	102	Al		120
領域	113B	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
領域	113A	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
層	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B	PCzN2		10
領域	112A	BBABnf		20
領域	104B	BBABnf:OCHD-001	1:0.01	10
領域	104A	OCHD-001		1
電極	101	ITSO		70

［０４１７］

《発光デバイス３の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、発光デバイス３を作製した。

［０４１８］

なお、発光デバイス３の作製方法は、領域１０４Ｂを形成するステップが、発光デバイス１の作製方法とは異なる。具体的には、ＢＢＡＢｎｆに対して０．０１（重量比）になるようにＯＣＨＤ－００１を共蒸着する点が、発光デバイス１の作製方法とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０４１９］

［第３のステップ］

第３のステップにおいて、領域１０４Ａ上に領域１０４Ｂを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０４２０］

なお、領域１０４Ｂは、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０１（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４２１］

《発光デバイス３の動作特性》

発光デバイス３の動作特性を測定した（図３０乃至図３６参照）。なお、測定は室温で行った。

［０４２２］

発光デバイス３を輝度１０００ｃｄ／ｍ^{2}程度で発光させた場合の、主な初期特性を表２に示す。

［０４２３］

発光デバイス３は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光するのに要する電圧は比較発光デバイス１Ｂより低かった。また、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス３を発光させ続けた場合、比較発光デバイス１Ｂに比べて、輝度の低下が少なかった（図３６参照）。具体的には、輝度の低下は、約５７０時間以降において改善された。例えば、約７４０時間において、初期輝度の９４．５％に低下する特性が、初期輝度の９５．５％に改善された。これにより、駆動電圧を抑制しながら信頼性を向上することができた。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができた。

［０４２４］

なお、発光デバイス３は比較発光デバイス１Ｂとは異なり、層１０４がＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１を含む領域だけでなく、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域１０４Ａを備える。また、発光デバイス３の領域１０４ＢはＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０１（重量比）で含み、比較発光デバイス１Ｂの層１０４はＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含む。

［０４２５］

＜発光デバイス４＞

本実施例で説明する作製した発光デバイス４は、発光デバイス１５０と同様の構成を備える（図１５Ｂ参照）。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、ユニット１０３（１２）とを有し、電極１０２は電極１０１と重なる領域を備える。また、発光デバイス１５０は、層１０５および中間層１０６を備え、中間層１０６は層１０４および層１０６Ａを備える。

［０４２６］

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

［０４２７］

層１１１は電極１０１との間に層１１２を挟む領域を備え、層１１１は発光性の材料ＥＭを含む。なお、発光デバイス４において、発光性の材料ＥＭにビス［２－（２－ピリジニル－κＮ２）フェニル－κＣ］［２－（５－フェニル－２－ピリジニル－κＮ２）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｐｐｙ）２（４ｄｐｐｙ））を用いた。

［０４２８］

層１０４は層１１２および電極１０１の間に挟まれる領域を備え、層１０４はアクセプタ性を有する材料ＡＭおよび材料ＨＴ１を含み、層１０４は領域１０４Ａおよび領域１０４Ｂを備える。なお、

発光デバイス４において、アクセプタ性を有する材料ＡＭにＯＣＨＤ－００１を用いた。また、材料ＨＴ１にＰＣＢＢｉＦを用いた。

［０４２９］

領域１０４Ａは領域１０４Ｂおよび電極１０１の間に挟まれる領域を備え、領域１０４Ａは濃度Ｃ１でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含み、領域１０４Ｂは濃度Ｃ２でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含む。なお、濃度Ｃ２はゼロより高く濃度Ｃ１より低い。なお、発光デバイス４において、ＯＣＨＤ－００１のみを用いて領域１０４Ａを形成し、ＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１を用いて１０４Ｂを形成した。

［０４３０］

《発光デバイス４の構成》

発光デバイス４の構成を表５に示す。また、本実施例で説明する発光デバイスに用いた材料の構造式を以下に示す。

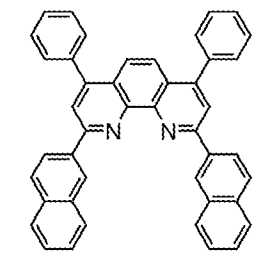
［０４３１］

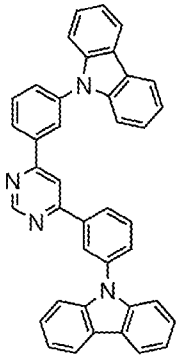
［表５］

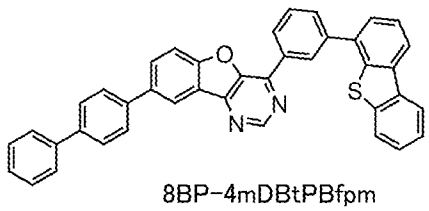
構成	符号	材料	組成比	厚さ/nm
電極	102	Al		120
層	105	LiF		1
領域	113B	NBPhen		15
領域	113A	4,6mCzP2Pm		20
層	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.6:0.4:0.1	40
層	112	PCBBiF		15
領域	104B	PCBBiF:OCHD-001	1:0.1	10
領域	104A	OCHD-001		1
領域	106A	CuPc		2
層	105(12)	Li2O		0.1
領域	113B(12)	NBPhen		10
領域	113A(12)	cgDBCzPA		10
層	111(12)	cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B(12)	PCzN2		10
領域	112A(12)	BBABnf		20
層	104(12)	OCHD-001		1
電極	101	ITSO		70

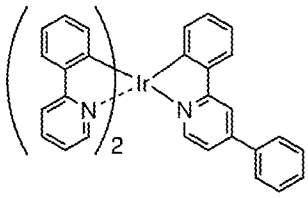
［０４３２］

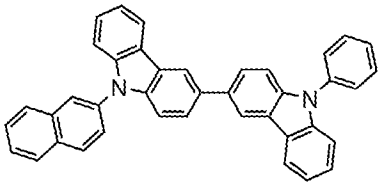
［化４］

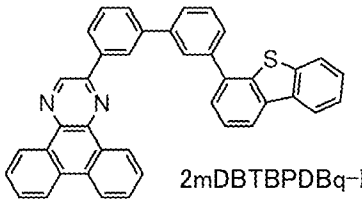

NBPhen

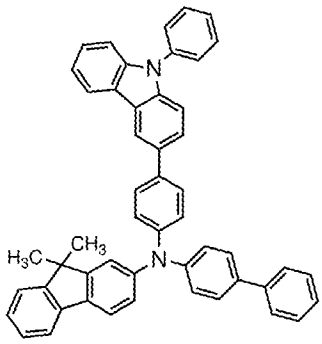

4,6mCzP2Pm

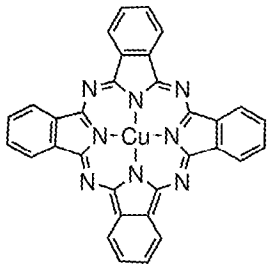

8BP-4mDBtPBfpm

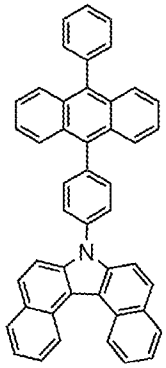

Ir(ppy)2(4dppy)


βNCCP


2mDBTBPDBq-II


PCBBiF


CuPc


cgDBCzPA

［０４３３］

《発光デバイス４の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、発光デバイス４を作製した。

［０４３４］

［第１のステップ］

第１のステップにおいて、電極１０１を形成した。具体的には、ターゲットにケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム－酸化スズ（ＩＴＳＯ）を用いて、スパッタリング法により、形成した。

［０４３５］

なお、電極１０１は、ＩＴＳＯを含み、７０ｎｍの厚さと、４ｍｍ^2（２ｍｍ×２ｍｍ）の面積を備える。

［０４３６］

次いで、電極１０１が形成された基材を水で洗浄し、２００℃で１時間焼成した後、ＵＶオゾン処理を３７０秒行った。その後、１０$^{-4}$Ｐａ程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、１７０℃で３０分間の真空焼成を行った。その後、基板を３０

分程度放冷した。

［０４３７］

［第２のステップ］

第２のステップにおいて、電極１０１上に層１０４（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４３８］

なお、層１０４（１２）は、ＯＣＨＤ－００１を含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０４３９］

［第３のステップ］

第３のステップにおいて、層１０４（１２）上に領域１１２Ａ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４４０］

なお、領域１１２Ａ（１２）は、ＢＢＡＢｎｆを含み、２０ｎｍの厚さを備える。

［０４４１］

［第４のステップ］

第４のステップにおいて、領域１１２Ａ（１２）上に領域１１２Ｂ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４４２］

なお、領域１１２Ｂ（１２）は、ＰＣｚＮ２を含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４４３］

［第５のステップ］

第５のステップにおいて、領域１１２Ｂ（１２）上に層１１１（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０４４４］

なお、層１１１（１２）は、ｃｇＤＢＣｚＰＡおよび３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２をｃｇＤＢＣｚＰＡ：３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２＝１：０．０１５（重量比）で含み、２５ｎｍの厚さを備える。

［０４４５］

［第６のステップ］

第６のステップにおいて、層１１１（１２）上に領域１１３Ａ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４４６］

なお、領域１１３Ａ（１２）は、ｃｇＤＢＣｚＰＡを含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４４７］

［第７のステップ］

第７のステップにおいて、領域１１３Ａ（１２）上に領域１１３Ｂ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４４８］

なお、領域１１３Ｂ（１２）は、２，９－ビス（ナフタレン－２－イル）－４，７－ジフェニル－１，１０－フェナントロリン（略称：ＮＢＰｈｅｎ）を含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４４９］

［第８のステップ］

第８のステップにおいて、領域１１３Ｂ（１２）上に層１０５（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４５０］

なお、層１０５（１２）は、酸化リチウム（略称：Li_2O）を含み、０．１ｎｍの厚さを備える。

［０４５１］

［第９のステップ］

第９のステップにおいて、層１０５（１２）上に層１０６Ａを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４５２］

なお、層１０６Ａは、ＣｕＰｃを含み、２ｎｍの厚さを備える。

［０４５３］

［第１０のステップ］

第１０のステップにおいて、層１０６Ａ上に領域１０４Ａを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４５４］

なお、領域１０４Ａは、ＯＣＨＤ－００１を含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０４５５］

［第１１のステップ］

第１１のステップにおいて、領域１０４Ａ上に領域１０４Ｂを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０４５６］

なお、領域１０４Ｂは、ＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１をＰＣＢＢｉＦ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４５７］

［第１２のステップ］

第１２のステップにおいて、領域１０４Ｂ上に層１１２を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４５８］

なお、層１１２は、ＰＣＢＢｉＦを含み、１５ｎｍの厚さを備える。

［０４５９］

［第１３のステップ］

第１３のステップにおいて、層１１２上に層１１１を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０４６０］

なお、層１１１は、８－（１，１’－ビフェニル－４－イル）－４－［３－（ジベンゾチオフェン－４－イル）フェニル］－［１］ベンゾフロ［３，２－ｄ］ピリミジン（略称：８ＢＰ－４ｍＤＢｔＰＢｆｐｍ）、９－（２－ナフチル）－９’－フェニル－９Ｈ，９’Ｈ－３，３’－ビカルバゾール（略称：βＮＣＣＰ）およびＩｒ（ｐｐｙ）２（４ｄｐｐｙ）を８ＢＰ－４ｍＤＢｔＰＢｆｐ

ｍ：βＮＣＣＰ：Ｉｒ（ｐｐｙ）２（４ｄｐｐｙ）＝０．６：０．４：０．１（重量比）で含み、４０ｎｍの厚さを備える。

［０４６１］

［第１４のステップ］

第１４のステップにおいて、層１１１上に領域１１３Ａを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４６２］

なお、領域１１３Ａは、９，９’－（ピリミジン－４，６－ジイルジ－３，１－フェニレン）ビス（９Ｈ－カルバゾール）（略称：４，６ｍＣｚＰ２Ｐｍ）を含み、２０ｎｍの厚さを備える。

［０４６３］

［第１５のステップ］

第１５のステップにおいて、領域１１３Ａ上に領域１１３Ｂを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４６４］

なお、領域１１３Ｂは、ＮＢＰｈｅｎを含み、１５ｎｍの厚さを備える。

［０４６５］

［第１６のステップ］

第１６のステップにおいて、領域１１３Ｂ上に層１０５を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４６６］

なお、層１０５は、フッ化リチウム（略称：ＬｉＦ）を含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０４６７］

［第１７のステップ］

第１７のステップにおいて、層１０５上に電極１０２を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４６８］

なお、電極１０２は、Ａｌを含み、１２０ｎｍの厚さを備える。

［０４６９］

《発光デバイス４の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス４は光ＥＬ１および光ＥＬ１２を射出した（図１５Ｂ参照）。発光デバイス４の動作特性を測定した（図３７乃至図４３参照）。なお、測定は室温で行った。

［０４７０］

発光デバイス４の主な初期特性を表２に示す。

［０４７１］

発光デバイス４は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光するのに要する電圧は比較発光デバイス２および比較発光デバイス３より低かった。また、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス４を発光させ続けた場合、比較発光デバイス２に比べて、輝度の低下が少なかった（図４３参照）。例えば、約１８５時間において、初期輝度の９０．２％に低下する特性が、初期輝度の９２．６％に改善された。これにより、駆動電圧を抑制しながら信頼性を向上することができた。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デ

バイスを提供することができた。

［０４７２］

なお、発光デバイス４は比較発光デバイス２とは異なり、層１０４がＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１をＰＣＢＢｉＦ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含む領域だけでなく、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域１０４Ａを備える。これにより、低い電圧で陽極側に電子を供給し、陰極側に正孔が供給できた。また、発光デバイス４は比較発光デバイス３とは異なり、層１０４がＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域だけでなく、ＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１をＰＣＢＢｉＦ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含む領域１０４Ｂを備える。これにより、層１０４の厚さを厚くできる。または、層１０４を用いて、複数の層が積層されて生じる凹凸を覆うことができる。または、凹凸に由来して界面に生じる不均一さを、層１０４を用いて緩和できる。または、界面の不均一さがもたらす動作電圧の上昇を防ぐことができた。または、低い電圧で陽極側に電子を供給し、陰極側に正孔が供給できた。なお、発光デバイス４の領域１０４Ｂおよび層１１２の厚さの合計は、比較発光デバイス３の層１１２の厚さと等しい。

［０４７３］

＜発光デバイス５＞

本実施例で説明する作製した発光デバイス５は、発光デバイス１５０と同様の構成を備える（図４４Ａ参照）。発光デバイス１５０は、電極１０１と、電極１０２と、ユニット１０３（１２）と、層１０４（１２）と、を有し、電極１０２は電極１０１と重なる領域を備える。また、発光デバイス１５０は、ユニット１０３、中間層１０６および層１０５を備える。

［０４７４］

ユニット１０３（１２）は電極１０１および電極１０２の間に挟まれる領域を備え、ユニット１０３（１２）は層１１１（１２）および層１１２（１２）を備える。

［０４７５］

層１１１（１２）は電極１０１との間に層１１２（１２）を挟む領域を備え、層１１１（１２）は発光性の材料ＥＭを含む。なお、発光デバイス５において、発光性の材料ＥＭに３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２を用いた。

［０４７６］

層１０４（１２）は層１１２（１２）および電極１０１の間に挟まれる領域を備え、層１０４（１２）はアクセプタ性を有する材料ＡＭおよび材料ＨＴ１を含み、層１０４（１２）は領域１０４Ａ（１２）および領域１０４Ｂ（１２）を備える。なお、発光デバイス５において、アクセプタ性を有する材料ＡＭにＯＣＨＤ－００１を用いた。また、材料ＨＴ１にＢＢＡＢｎｆを用いた。

［０４７７］

領域１０４Ａ（１２）は領域１０４Ｂ（１２）および電極１０１の間に挟まれる領域を備え、領域１０４Ａ（１２）は濃度Ｃ１でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含み、領域１０４Ｂ（１２）は濃度Ｃ２でアクセプタ性を有する材料ＡＭを含む。なお、濃度Ｃ２はゼロより高く濃度Ｃ１より低い。なお、発光デバイス５において、ＯＣＨＤ－００１のみを用いて領域１０４Ａ（１２）を形成し、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１を用いて領域１０４Ｂ（Ｂ）を形成した。

［０４７８］

ユニット１０３は層１１３を備え、層１１３は領域１１３Ａおよび第６の領域１１３Ｂを備え、領域１１３Ａは領域１１３Ｂおよび層１１１の間に挟まれる領域を備える。

［０４７９］

中間層１０６はユニット１０３（１２）およびユニット１０３の間に挟まれる領域を備える。

［０４８０］

《発光デバイス５の構成》

発光デバイス５の構成を表６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実施例１に示す。

［０４８１］

［表６］

構成	符号	材料	組成比	厚さ/nm
電極	102B	ITO		70
電極	102A	Ag:Mg	1:0.1	15
層	105	LiF		1
領域	113B	NBPhen		15
領域	113A	4,6mCzP2Pm		25
層	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.5:0.5:0.1	40
層	112	PCBBiF		25
層	104	OCHD-001		2.5
層	106A	CuPc		2
層	105(12)	Li2O		0.05
領域	113B(12)	NBPhen		10
領域	113A(12)	2mDBTBPDBq-II		15
層	111(12)	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B(12)	PCzN2		10
領域	112A(12)	BBABnf		45
領域	104B(12)	BBABnf:OCHD-001	1:0.03	10
領域	104A(12)	OCHD-001		1
電極	101	ITSO		85
反射膜	REF	APC		100

［０４８２］

《発光デバイス５の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、本実施例で説明する発光デバイス５を作製した。

［０４８３］

［第１のステップ］

第１のステップにおいて、反射膜ＲＥＦを形成した。具体的には、ターゲットに銀（Ａｇ）、パラジウム（Ｐｄ）および銅（Ｃｕ）を含む合金（略称：ＡＰＣ）を用いて、スパッタリング法により、形成した。

［０４８４］

なお、反射膜ＲＥＦはＡＰＣを含み、１００ｎｍの厚さを備える。

［０４８５］

［第２のステップ］

第２のステップにおいて、反射膜ＲＥＦ上に電極１０１を形成した。具体的には、ＩＴＳＯを用いて、スパッタリング法により、形成した。

［０４８６］

なお、電極１０１は、ＩＴＳＯを含み、８５ｎｍの厚さと、４ｍｍ^2（２ｍｍ×２ｍｍ）の面積を備える。

［０４８７］

次いで、電極１０１が形成された基材を水で洗浄し、２００℃で１時間焼成した後、ＵＶオゾン処理を３７０秒行った。その後、10^{-4}Ｐａ程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、１７０℃で３０分間の真空焼成を行った。その後、基板を３０分程度放冷した。

［０４８８］

［第３のステップ］

第３のステップにおいて、電極１０１上に領域１０４Ａ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４８９］

なお、領域１０４Ａ（１２）はＯＣＨＤ－００１を含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０４９０］

［第４のステップ］

第４のステップにおいて、領域１０４Ａ（１２）上に領域１０４Ｂ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。

［０４９１］

なお、領域１０４Ｂ（１２）は、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４９２］

［第５のステップ］

第５のステップにおいて、領域１０４Ｂ（１２）上に領域１１２Ａ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０４９３］

なお、領域１１２Ａ（１２）はＢＢＡＢｎｆを含み、４５ｎｍの厚さを備える。

［０４９４］

［第６のステップ］

第６のステップにおいて、領域１１２Ａ（１２）上に領域１１２Ｂ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０４９５］

なお、領域１１２Ｂ（１２）はＰＣｚＮ２を含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０４９６］

［第７のステップ］

第７のステップにおいて、領域１１２Ｂ（１２）上に層１１１（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。

［０４９７］

なお、層１１１（１２）は、αＮ－βＮＰＡｎｔｈおよび３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２をαＮ－βＮＰＡｎｔｈ：３，１０ＰＣＡ２Ｎｂｆ（ＩＶ）－０２＝１：０．０１５（重量比）で含み、２５ｎｍの厚さを備える。

［０４９８］

［第８のステップ］

第８のステップにおいて、層１１１（１２）上に領域１１３Ａ（１２）を形成した。具体的には、

抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０４９９］

なお、領域１１３Ａ（１２）は、２ｍＤＢＴＢＰＤＢｑ－ＩＩを含み、１５ｎｍの厚さを備える。

［０５００］

［第９のステップ］

第９のステップにおいて、領域１１３Ａ（１２）上に領域１１３Ｂ（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５０１］

なお、領域１１３Ｂ（１２）はＮＢＰｈｅｎを含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０５０２］

［第１０のステップ］

第１０のステップにおいて、領域１１３Ｂ（１２）上に層１０５（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５０３］

なお、層１０５（１２）はLi_2Oを含み、０．０５ｎｍの厚さを備える。

［０５０４］

［第１１のステップ］

第１１のステップにおいて、層１０５（１２）上に層１０６Ａを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５０５］

なお、層１０６ＡはＣｕＰｃを含み、２ｎｍの厚さを備える。

［０５０６］

［第１２のステップ］

第１２のステップにおいて、層１０６Ａ上に層１０４を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５０７］

なお、層１０４はＯＣＨＤ－００１を含み、２．５ｎｍの厚さを備える。

［０５０８］

［第１３のステップ］

第１３のステップにおいて、層１０４上に層１１２を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５０９］

なお、層１１２はＰＣＢＢｉＦを含み、２５ｎｍの厚さを備える。

［０５１０］

［第１４のステップ］

第１４のステップにおいて、層１１２上に層１１１を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。

［０５１１］

なお、層１１１は、８ＢＰ－４ｍＤＢｔＰＢｆｐｍ、βＮＣＣＰおよび$Ir(ppy)_2(4dppy)$を８ＢＰ－４ｍＤＢｔＰＢｆｐｍ：βＮＣＣＰ：$Ir(ppy)_2(4dppy)$＝０．

５：０．５：０．１（重量比）で含み、４０ｎｍの厚さを備える。

［０５１２］

［第１５のステップ］

第１５のステップにおいて、層１１１上に領域１１３Ａを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５１３］

なお、領域１１３Ａは４，６ｍＣｚＰ２Ｐｍを含み、２５ｎｍの厚さを備える。

［０５１４］

［第１６のステップ］

第１６のステップにおいて、領域１１３Ａ上に領域１１３Ｂを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５１５］

なお、領域１１３ＢはＮＢＰｈｅｎを含み、１５ｎｍの厚さを備える。

［０５１６］

［第１７のステップ］

第１７のステップにおいて、領域１１３Ｂ上に層１０５を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。

［０５１７］

なお、層１０５はＬｉＦを含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０５１８］

［第１８のステップ］

第１８のステップにおいて、層１０５上に電極１０２Ａを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。

［０５１９］

なお、電極１０２ＡはＡｇおよびＭｇをＡｇ：Ｍｇ＝１：０．１（体積比）で含み、１５ｎｍの厚さを備える。

［０５２０］

［第１９のステップ］

第１９のステップにおいて、電極１０２Ａ上に電極１０２Ｂを形成した。具体的には、ターゲットに酸化インジウム－酸化スズ（略称：ＩＴＯ）を用いて、スパッタリング法により、形成した。

［０５２１］

なお、電極１０２ＢはＩＴＯを含み、７０ｎｍの厚さを備える。

［０５２２］

《発光デバイス５の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス５は光ＥＬ１および光ＥＬ１２を射出した（図４４Ａ参照）。発光デバイス５の動作特性を測定した（図４５乃至図５１参照）。なお、測定は室温で行った。また、青色の着色層を透過する光を測定した。これにより、発光デバイス５が射出する光に含まれる青色の光を測定した。具体的には、主に光ＥＬ１２を測定したことになる（図４４Ａ参照）。

［０５２３］

発光デバイス５の主な初期特性を表２に示す。

［０５２４］

発光デバイス５は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、１０００ｃｄ／ｍ^{2}の輝度で発光するのに要する電圧は比較発光デバイス４より低かった。また、５０ｍＡ／ｃｍ^{2}の一定の電流密度で発光デバイス５を発光させ続けた場合、比較発光デバイス４に比べて、輝度の低下が少なかった（図５１参照）。これにより、駆動電圧を抑制しながら信頼性を向上することができた。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができた。

［０５２５］

なお、発光デバイス５は比較発光デバイス４とは異なり、層１０４（１２）がＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）で含む領域だけでなく、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域１０４Ａ（１２）を備える。これにより、低い電圧で正孔をユニット１０３（１２）に供給できた。また、発光デバイス５は比較発光デバイス４とは異なり、層１０４（１２）がＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域だけでなく、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）で含む領域１０４Ｂ（１２）を備える。これにより、層１０４（１２）の厚さを厚くできる。または、層１０４（１２）を用いて、電極１０１に生じる凹凸を覆うことができる。または、凹凸に由来して界面に生じる不均一さを、層１０４（１２）を用いて緩和できる。

［０５２６］

（参考例１）

比較発光デバイス１の構成を表７に示す。

［０５２７］

本実施例で説明する作製した比較発光デバイス１は、層１０４がＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含む。

［０５２８］

［表７］

構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
電極	102	Al		120
層	105	ZADN:Liq	1:0.3	17.5
層	113	ZADN:Liq	0.3:1	17.5
層	111	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B	PCzN2		10
領域	112A	BBABnf		20
層	104	BBABnf:OCHD-001	1:0.10	10
電極	101	ITSO		70

［０５２９］

《比較発光デバイス１の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、比較発光デバイス１Ａおよび比較発光デバイス１Ｂを作製した。なお、比較発光デバイス１Ａおよび比較発光デバイス１Ｂは同じ構成を備えるように作製した。

［０５３０］

なお、比較発光デバイス１の作製方法は、層１０４を形成するステップにおいて、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域を形成せず、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）になるように共蒸着するのみである点が、発光デバイス１

乃至発光デバイス３の作製方法とは異なる。したがって、第２のステップを省略し、第１のステップに続いて第３のステップに進む。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０５３１］

［第３のステップ］

第３のステップにおいて、電極１０１上に層１０４を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０５３２］

なお、層１０４は、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０５３３］

《比較発光デバイス１の動作特性》

比較発光デバイス１Ａおよび比較発光デバイス１Ｂの動作特性を測定した。なお、測定は室温で行った。

［０５３４］

比較発光デバイス１Ａおよび比較発光デバイス１Ｂの主な初期特性を表２に示す。

［０５３５］

（参考例２）

比較発光デバイス２の構成を表８に示す。

［０５３６］

本実施例で説明する作製した比較発光デバイス２は、層１０４がＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１をＰＣＢＢｉＦ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含む。

［０５３７］

［表８］

構成	符号	材料	組成比	厚さ/nm
電極	102	Al		120
層	105	LiF		1
領域	113B	NBPhen		15
領域	113A	4,6mCzP2Pm		20
層	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.6:0.4:0.1	40
層	112	PCBBiF		15
層	104	PCBBiF:OCHD-001	1:0.1	10
層	106A	CuPc		2
層	105(12)	Li2O		0.1
領域	113B(12)	NBPhen		10
領域	113A(12)	cgDBCzPA		10
層	111(12)	cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B(12)	PCzN2		10
領域	112A(12)	BBABnf		20
層	104(12)	OCHD-001		1
電極	101	ITSO		70

［０５３８］

《比較発光デバイス２の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、比較発光デバイス２を作製した。

［０５３９］

なお、比較発光デバイス２の作製方法は、層１０４を形成するステップにおいて、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域を形成せず、ＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１をＰＣＢＢｉＦ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）になるように共蒸着するのみである点が、発光デバイス４の作製方法とは異なる。したがって、第１０のステップを省略し、第９のステップに続いて第１１のステップに進む。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０５４０］

［第１１のステップ］

第１１のステップにおいて、層１０６Ａ上に層１０４を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を共蒸着した。

［０５４１］

なお、層１０４は、ＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１をＰＣＢＢｉＦ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０５４２］

《比較発光デバイス２の動作特性》

比較発光デバイス２の動作特性を測定した。なお、測定は室温で行った。

［０５４３］

比較発光デバイス２の主な初期特性を表２に示す。

［０５４４］

（参考例３）

比較発光デバイス３の構成を表９に示す。

［０５４５］

本実施例で説明する作製した比較発光デバイス３は、層１０４がＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む。

［０５４６］

［表９］

構成	符号	材料	組成比	厚さ/nm
電極	102	Al		120
層	105	LiF		1
領域	113B	NBPhen		15
領域	113A	4,6mCzP2Pm		20
層	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.6:0.4:0.1	40
層	112	PCBBiF		25
層	104	OCHD-001		1
層	106A	CuPc		2
層	105(12)	Li2O		0.1
領域	113B(12)	NBPhen		10
領域	113A(12)	cgDBCzPA		10
層	111(12)	cgDBCzPA:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B(12)	PCzN2		10
領域	112A(12)	BBABnf		20
層	104(12)	OCHD-001		1
電極	101	ITSO		70

［０５４７］

《比較発光デバイス３の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、比較発光デバイス３を作製した。

［０５４８］

なお、比較発光デバイス３の作製方法は、層１０４を形成するステップにおいて、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域を形成せず、ＰＣＢＢｉＦおよびＯＣＨＤ－００１をＰＣＢＢｉＦ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．１０（重量比）になるように共蒸着するのみである点が、発光デバイス４の作製方法とは異なる。したがって、第１１のステップを省略し、第１０のステップに続いて第１２のステップに進む。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０５４９］

［第１０のステップ］

第１０のステップにおいて、層１０６Ａ上に層１０４を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０５５０］

なお、層１０４は、高い濃度でＯＣＨＤ－００１を含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０５５１］

［第１２のステップ］

第１２のステップにおいて、層１０４上に層１１２を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて、材料を蒸着した。

［０５５２］

なお、層１１２は、ＰＣＢＢｉＦを含み、２５ｎｍの厚さを備える。

［０５５３］

《比較発光デバイス３の動作特性》

比較発光デバイス３の動作特性を測定した。なお、測定は室温で行った。

［０５５４］

比較発光デバイス３の主な初期特性を表２に示す。

［０５５５］

（参考例４）

比較発光デバイス４の構成を表１０に示す。

［０５５６］

本実施例で説明する作製した比較発光デバイス４は、層１０４（１２）がＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）で含む。

［０５５７］

［表１０］

構成	符号	材料	組成比	厚さ/nm
電極	102B	ITO		70
電極	102A	Ag:Mg	1:0.1	15
層	105	LiF		1
領域	113B	NBPhen		15
領域	113A	4,6mCzP2Pm		25
層	111	8BP-4mDBtPBfpm:βNCCP:Ir(ppy)2(4dppy)	0.5:0.5:0.1	40
層	112	PCBBiF		25
層	104	OCHD-001		2.5
層	106A	CuPc		2
層	105(12)	Li2O		0.05
領域	113B(12)	NBPhen		10
領域	113A(12)	2mDBTBPDBq-II		15
層	111(12)	αN-βNPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02	1:0.015	25
領域	112B(12)	PCzN2		10
領域	112A(12)	BBABnf		45
層	104(12)	BBABnf:OCHD-001	1:0.03	10
電極	101	ITSO		85
反射膜	REF	APC		

［０５５８］

《比較発光デバイス４の作製方法》

下記のステップを有する方法を用いて、比較発光デバイス４を作製した。

［０５５９］

なお、比較発光デバイス４の作製方法は、層１０４（１２）を形成するステップにおいて、ＯＣＨＤ－００１を高い濃度で含む領域を形成せず、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）になるように共蒸着するのみである点が、発光デバイス５の作製方法とは異なる。したがって、第３のステップを省略し、第２のステップに続いて第４のステップに進む。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０５６０］

［第４のステップ］

第４のステップにおいて、電極１０１上に層１０４（１２）を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。

［０５６１］

なお、層１０４（１２）は、ＢＢＡＢｎｆおよびＯＣＨＤ－００１をＢＢＡＢｎｆ：ＯＣＨＤ－００１＝１：０．０３（重量比）で含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０５６２］

《比較発光デバイス４の動作特性》

比較発光デバイス４の動作特性を測定した。なお、測定は室温で行った。また、青色の着色層を透過する光を測定した。これにより、比較発光デバイス４が射出する光に含まれる青色の光を測定した。

［０５６３］

比較発光デバイス４の主な初期特性を表２に示す。

［０５６４］

なお、本実施例は、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。

［０５６５］

例えば、本明細書等において、ＸとＹとが接続されている、と明示的に記載されている場合は、ＸとＹとが電気的に接続されている場合と、ＸとＹとが機能的に接続されている場合と、ＸとＹとが直接接続されている場合とが、本明細書等に開示されているものとする。したがって、所定の接続関係、例えば、図または文章に示された接続関係に限定されず、図または文章に示された接続関係以外のものも、図または文章に開示されているものとする。

［０５６６］

ここで、Ｘ、Ｙは、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層、など）であるとする。

［０５６７］

ＸとＹとが直接的に接続されている場合の一例としては、ＸとＹとの電気的な接続を可能とする素子（例えば、スイッチ、トランジスタ、容量素子、インダクタ、抵抗素子、ダイオード、表示素子、発光素子、負荷など）が、ＸとＹとの間に接続されていない場合であり、ＸとＹとの電気的な接続を可能とする素子（例えば、スイッチ、トランジスタ、容量素子、インダクタ、抵抗素子、ダイオード、表示素子、発光素子、負荷など）を介さずに、ＸとＹとが、接続されている場合である。

［０５６８］

ＸとＹとが電気的に接続されている場合の一例としては、ＸとＹとの電気的な接続を可能とする素子（例えば、スイッチ、トランジスタ、容量素子、インダクタ、抵抗素子、ダイオード、表示素子、発光素子、負荷など）が、ＸとＹとの間に１個以上接続されることが可能である。なお、スイッチは、オンオフが制御される機能を有している。つまり、スイッチは、導通状態（オン状態）、または、非導通状態（オフ状態）になり、電流を流すか流さないかを制御する機能を有している。または、スイッチは、電流を流す経路を選択して切り替える機能を有している。なお、ＸとＹとが電気的に接続されている場合は、ＸとＹとが直接的に接続されている場合を含むものとする。

［０５６９］

ＸとＹとが機能的に接続されている場合の一例としては、ＸとＹとの機能的な接続を可能とする回路（例えば、論理回路（インバータ、ＮＡＮＤ回路、ＮＯＲ回路など）、信号変換回路（ＤＡ変換回路、ＡＤ変換回路、ガンマ補正回路など）、電位レベル変換回路（電源回路（昇圧回路、降圧回路など）、信号の電位レベルを変えるレベルシフタ回路など）、電圧源、電流源、切り替え回路、増幅回路（信号振幅または電流量などを大きく出来る回路、オペアンプ、差動増幅回路、ソースフォロワ回路、バッファ回路など）、信号生成回路、記憶回路、制御回路など）が、ＸとＹとの間に１個以上接続されることが可能である。なお、一例として、ＸとＹとの間に別の回路を挟んでいても、Ｘから出力された信号がＹへ伝達される場合は、ＸとＹとは機能的に接続されているものとする。なお、ＸとＹとが機能的に接続されている場合は、ＸとＹとが直接的に接続されている場合と、ＸとＹとが電気的に接続されている場合とを含むものとする。

［０５７０］

なお、ＸとＹとが電気的に接続されている、と明示的に記載されている場合は、ＸとＹとが電気的に接続されている場合（つまり、ＸとＹとの間に別の素子又は別の回路を挟んで接続されている場合）と、ＸとＹとが機能的に接続されている場合（つまり、ＸとＹとの間に別の回路を挟んで機能的に接続されている場合）と、ＸとＹとが直接接続されている場合（つまり、ＸとＹとの間に別の素子又は別の回路を挟まずに接続されている場合）とが、本明細書等に開示されているものとする。つまり、電気的に接続されている、と明示的に記載されている場合は、単に、接続されている、と

のみ明示的に記載されている場合と同様な内容が、本明細書等に開示されているものとする。

［０５７１］

なお、例えば、トランジスタのソース（又は第１の端子など）が、Ｚ１を介して（又は介さず）、Ｘと電気的に接続され、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）が、Ｚ２を介して（又は介さず）、Ｙと電気的に接続されている場合または、トランジスタのソース（又は第１の端子など）が、Ｚ１の一部と直接的に接続され、Ｚ１の別の一部がＸと直接的に接続され、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）が、Ｚ２の一部と直接的に接続され、Ｚ２の別の一部がＹと直接的に接続されている場合では、以下のように表現することが出来る。

［０５７２］

例えば、「ＸとＹとトランジスタのソース（又は第１の端子など）とドレイン（又は第２の端子など）とは、互いに電気的に接続されており、Ｘ、トランジスタのソース（又は第１の端子など）、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）、Ｙの順序で電気的に接続されている。」と表現することができる。または、「トランジスタのソース（又は第１の端子など）は、Ｘと電気的に接続され、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）はＹと電気的に接続され、Ｘ、トランジスタのソース（又は第１の端子など）、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）、Ｙは、この順序で電気的に接続されている」と表現することができる。または、「Ｘは、トランジスタのソース（又は第１の端子など）とドレイン（又は第２の端子など）とを介して、Ｙと電気的に接続され、Ｘ、トランジスタのソース（又は第１の端子など）、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）、Ｙは、この接続順序で設けられている」と表現することができる。これらの例と同様な表現方法を用いて、回路構成における接続の順序について規定することにより、トランジスタのソース（又は第１の端子など）と、ドレイン（又は第２の端子など）とを、区別して、技術的範囲を決定することができる。

［０５７３］

または、別の表現方法として、例えば、「トランジスタのソース（又は第１の端子など）は、少なくとも第１の接続経路を介して、Ｘと電気的に接続され、前記第１の接続経路は、第２の接続経路を有しておらず、前記第２の接続経路は、トランジスタを介した、トランジスタのソース（又は第１の端子など）とトランジスタのドレイン（又は第２の端子など）との間の経路であり、前記第１の接続経路は、Ｚ１を介した経路であり、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）は、少なくとも第３の接続経路を介して、Ｙと電気的に接続され、前記第３の接続経路は、前記第２の接続経路を有しておらず、前記第３の接続経路は、Ｚ２を介した経路である。」と表現することができる。または、「トランジスタのソース（又は第１の端子など）は、少なくとも第１の接続経路によって、Ｚ１を介して、Ｘと電気的に接続され、前記第１の接続経路は、第２の接続経路を有しておらず、前記第２の接続経路は、トランジスタを介した接続経路を有し、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）は、少なくとも第３の接続経路によって、Ｚ２を介して、Ｙと電気的に接続され、前記第３の接続経路は、前記第２の接続経路を有していない。」と表現することができる。または、「トランジスタのソース（又は第１の端子など）は、少なくとも第１の電気的パスによって、Ｚ１を介して、Ｘと電気的に接続され、前記第１の電気的パスは、第２の電気的パスを有しておらず、前記第２の電気的パスは、トランジスタのソース（又は第１の端子など）からトランジスタのドレイン（又は第２の端子など）への電気的パスであり、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）は、少なくとも第３の電気的パスによって、Ｚ２を介して、Ｙと電気的に接続され、

前記第３の電気的パスは、第４の電気的パスを有しておらず、前記第４の電気的パスは、トランジスタのドレイン（又は第２の端子など）からトランジスタのソース（又は第１の端子など）への電気的パスである。」と表現することができる。これらの例と同様な表現方法を用いて、回路構成における接続経路について規定することにより、トランジスタのソース（又は第１の端子など）と、ドレイン（又は第２の端子など）とを、区別して、技術的範囲を決定することができる。

［０５７４］

なお、これらの表現方法は、一例であり、これらの表現方法に限定されない。ここで、Ｘ、Ｙ、Ｚ１、Ｚ２は、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層、など）であるとする。

［０５７５］

なお、回路図上は独立している構成要素同士が電気的に接続しているように図示されている場合であっても、１つの構成要素が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合もある。例えば配線の一部が電極としても機能する場合は、一の導電膜が、配線の機能、及び電極の機能の両方の構成要素の機能を併せ持っている。したがって、本明細書における電気的に接続とは、このような、一の導電膜が、複数の構成要素の機能を併せ持っている場合も、その範疇に含める。

［符号の説明］

［０５７６］

ＨＯＭＯ１：第１のＨＯＭＯ準位、ＨＯＭＯ２：第２のＨＯＭＯ準位、ＬＵＭＯ１：第１のＬＵＭＯ準位、ＬＵＭＯ２：第２のＬＵＭＯ準位、１０１：電極、１０２：電極、１０２Ａ：電極、１０２Ｂ：電極、１０３：ユニット、１０４：層、１０４Ａ：領域、１０４Ｂ：領域、１０４（１２）：層、１０５：層、１０６：中間層、１０６Ａ：層、１０６Ｂ：層、１１１：層、１１２：層、１１２Ａ：領域、１１２Ｂ：領域、１１３：層、１１３Ａ：領域、１１３Ｂ：領域、１５０：発光デバイス、４００：基板、４０１：第１の電極、４０３：ＥＬ層、４０４：第２の電極、４０５：シール材、４０６：シール材、４０７：封止基板、４１２：パッド、４２０：ＩＣチップ、６０１：ソース線駆動回路、６０２：画素部、６０３：ゲート線駆動回路、６０４：封止基板、６０５：シール材、６０７：空間、６０８：引き回し配線、６１０：素子基板、６１１：スイッチング用ＦＥＴ、６１２：電流制御用ＦＥＴ、６１３：第１の電極、６１４：絶縁物、６１６：ＥＬ層、６１７：第２の電極、６１８：発光デバイス、６２３：ＦＥＴ、７００：発光パネル、９５１：基板、９５２：電極、９５３：絶縁層、９５４：隔壁層、９５５：ＥＬ層、９５６：電極、１００１：基板、１００２：下地絶縁膜、１００３：ゲート絶縁膜、１００６：ゲート電極、１００７：ゲート電極、１００８：ゲート電極、１０２０：第１の層間絶縁膜、１０２１：第２の層間絶縁膜、１０２２：電極、１０２４Ｂ：第１の電極、１０２４Ｇ：第１の電極、１０２４Ｒ：第１の電極、１０２４Ｗ：第１の電極、１０２５：隔壁、１０２８：ＥＬ層、１０２９：第２の電極、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：第３の層間絶縁膜、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：第２の表示部、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、

ユニットと、

第１の層と、を有し、

前記第２の電極は、前記第１の電極と重なる領域を備え、

前記ユニットは、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、

前記ユニットは、第２の層および第３の層を備え、

前記第２の層は、前記第１の電極との間に前記第３の層を挟む領域を備え、

前記第２の層は、発光性の材料を含み、

前記第１の層は、前記第３の層および前記第１の電極の間に挟まれる領域を備え、

前記第１の層は、アクセプタ性を有する材料および第１の材料を含み、

前記第１の層は、第１の領域および第２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１の電極の間に挟まれる領域を備え、

前記第１の領域は、第１の濃度で前記アクセプタ性を有する材料を含み、

前記第２の領域は、第２の濃度で前記アクセプタ性を有する材料を含み、

前記第２の濃度は、ゼロより高く前記第１の濃度より低い、発光デバイス。

［請求項２］

前記ユニットは、第４の層を備え、

前記第４の層は、前記第２の電極および前記第２の層の間に挟まれる領域を備え、

前記第４の層は、第３の材料を含み、

前記第３の材料は、アルカリ金属の有機錯体またはアルカリ土類金属の有機錯体であり、

前記第３の層は、第３の領域および第４の領域を備え、

前記第４の領域は、前記第２の層および前記第３の領域の間に挟まれる領域を備え、

前記第４の領域は、第２の材料を含み、

前記第１の材料は、第１のＨＯＭＯ準位を備え、

前記第１のＨＯＭＯ準位は、－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下であり、

前記第２の材料は、第２のＨＯＭＯ準位を備え、

前記第２のＨＯＭＯ準位は、前記第１のＨＯＭＯ準位に対して、－０．２ｅＶ以上０ｅＶ以下の範囲にある、請求項１に記載の発光デバイス。

［請求項３］

前記第２の層は、第４の材料を含み、

前記第４の材料は、第１のＬＵＭＯ準位を備え、

前記第４の層は、第５の領域および第６の領域を備え、

前記第５の領域は、前記第６の領域および前記第２の層の間に挟まれる領域を備え、

前記第５の領域は、第５の材料を含み、

前記第６の領域は、前記第３の材料を含み、

前記第５の材料は、第２のＬＵＭＯ準位を備え、

前記第２のＬＵＭＯ準位は、前記第１のＬＵＭＯ準位に対して、－０．４ｅＶ以上－０．１ｅＶ

以下の範囲にある、請求項１または請求項２に記載の発光デバイス。

［請求項４］

前記第１の領域は、前記アクセプタ性を有する材料のみを含む、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１の領域は、前記第１の電極に接する、請求項１乃至請求項４のいずれか一に記載の発光デバイス。

［請求項６］

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、トランジスタと、を有する発光装置。

［請求項７］

請求項６に記載の発光装置と、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

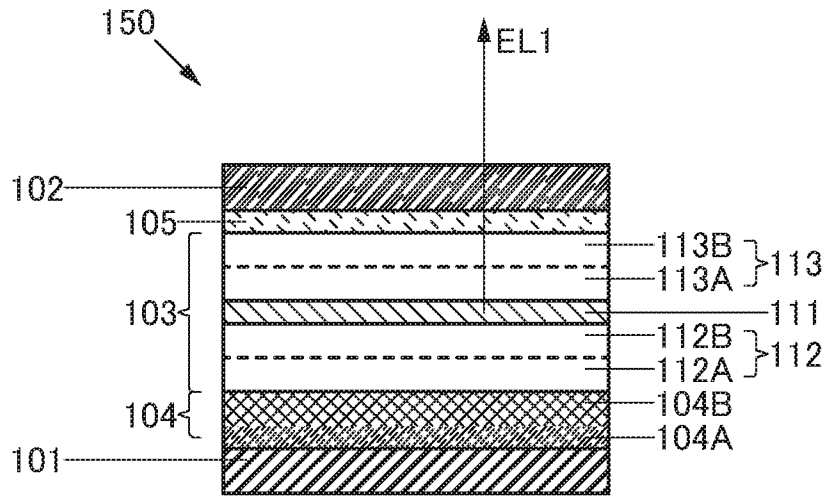

150
EL1
102
105
103
104
101
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A

図1B

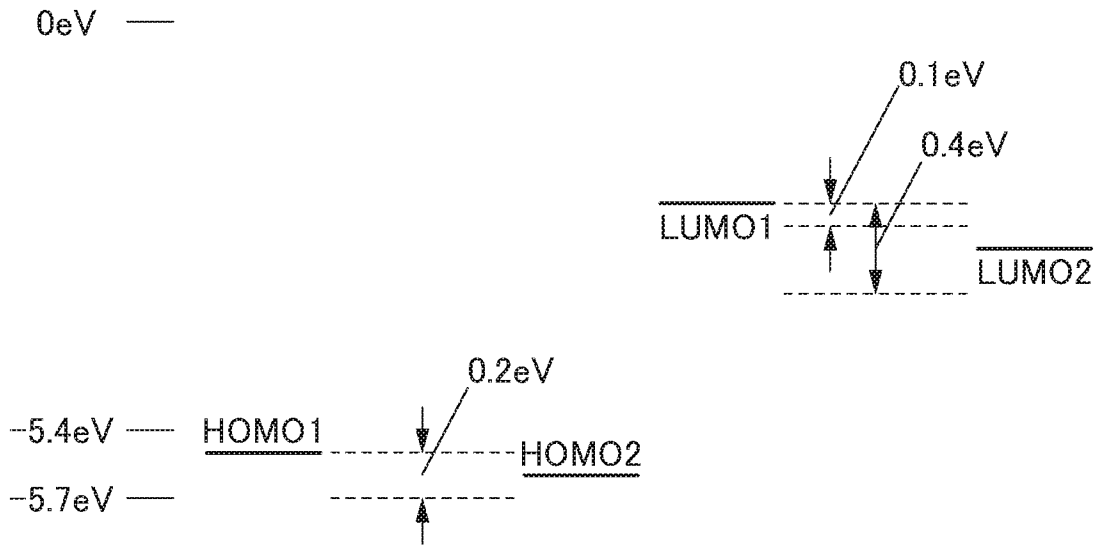

0eV
0.1eV
0.4eV
LUMO1
LUMO2
0.2eV
-5.4eV
HOMO1
HOMO2
-5.7eV

図2A

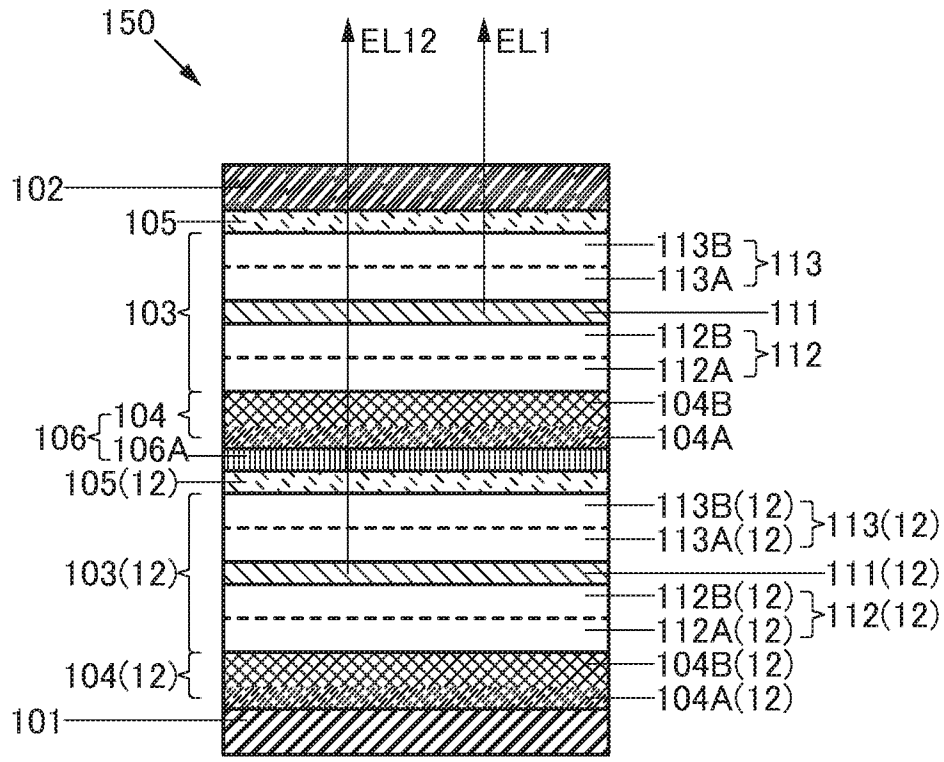

150
EL12
EL1
102
105
103
106
104
106A
105(12)
103(12)
104(12)
101
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A
113B(12)
113A(12)
113(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104B(12)
104A(12)

図2B

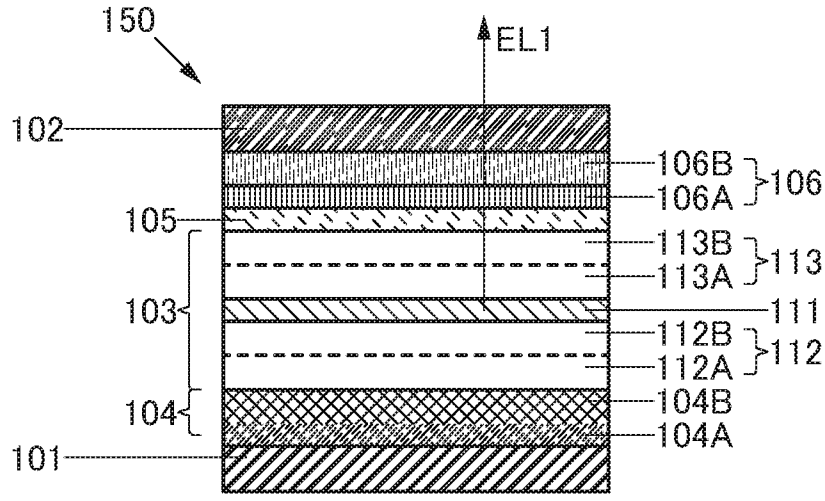
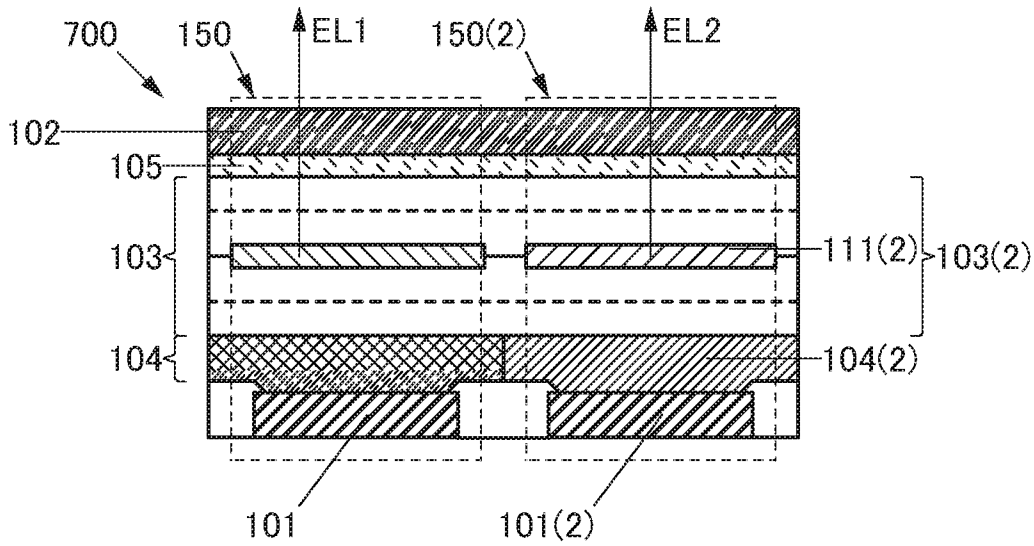

150
EL1
102
105
103
104
101
106B
106A
106
113B
113A
113
111
112B
112A
112
104B
104A

図3



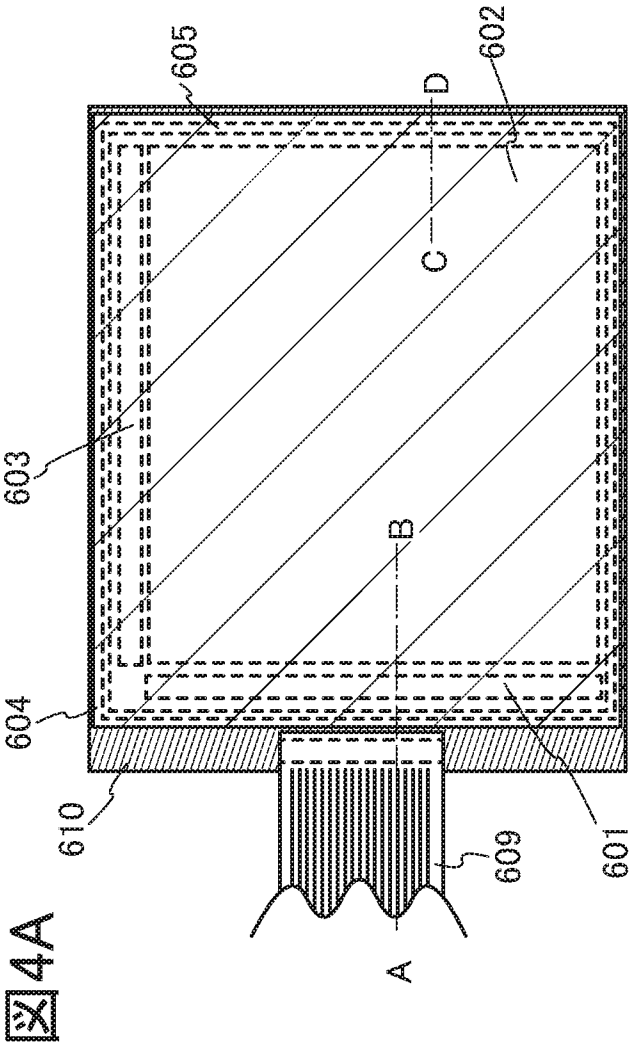

605
602
D
C
603
B
604
610
609
601
A

図4A

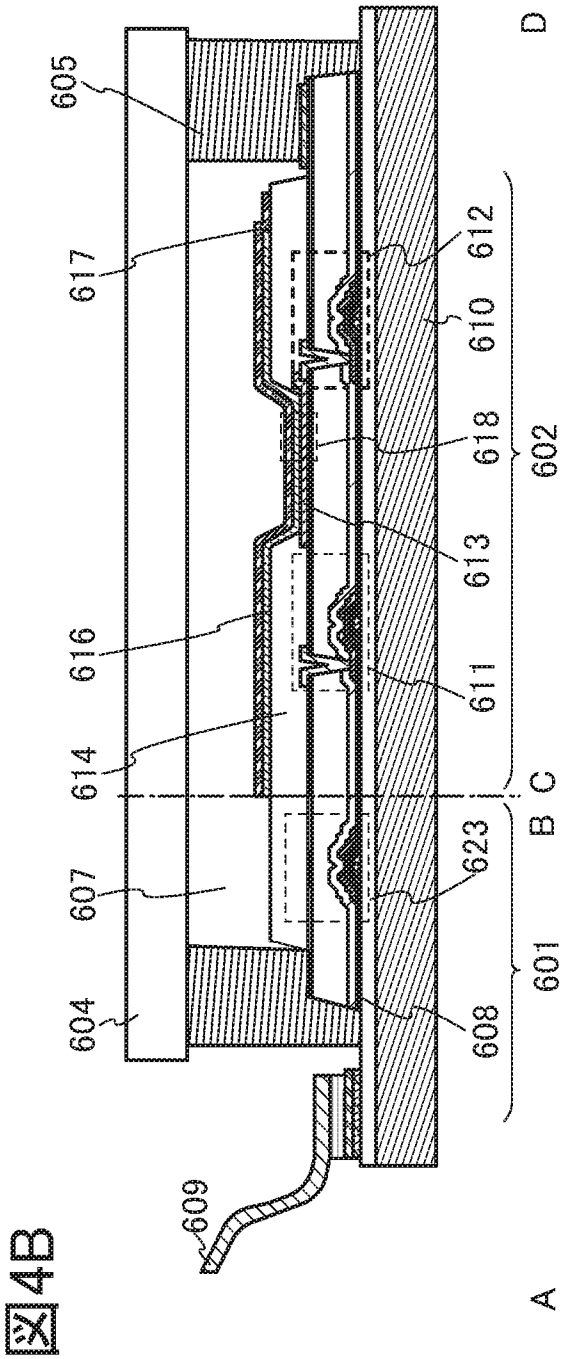

605
D
617
612
610
618
602
613
616
611
614
C
B
623
607
601
604
608
609
A

図4B

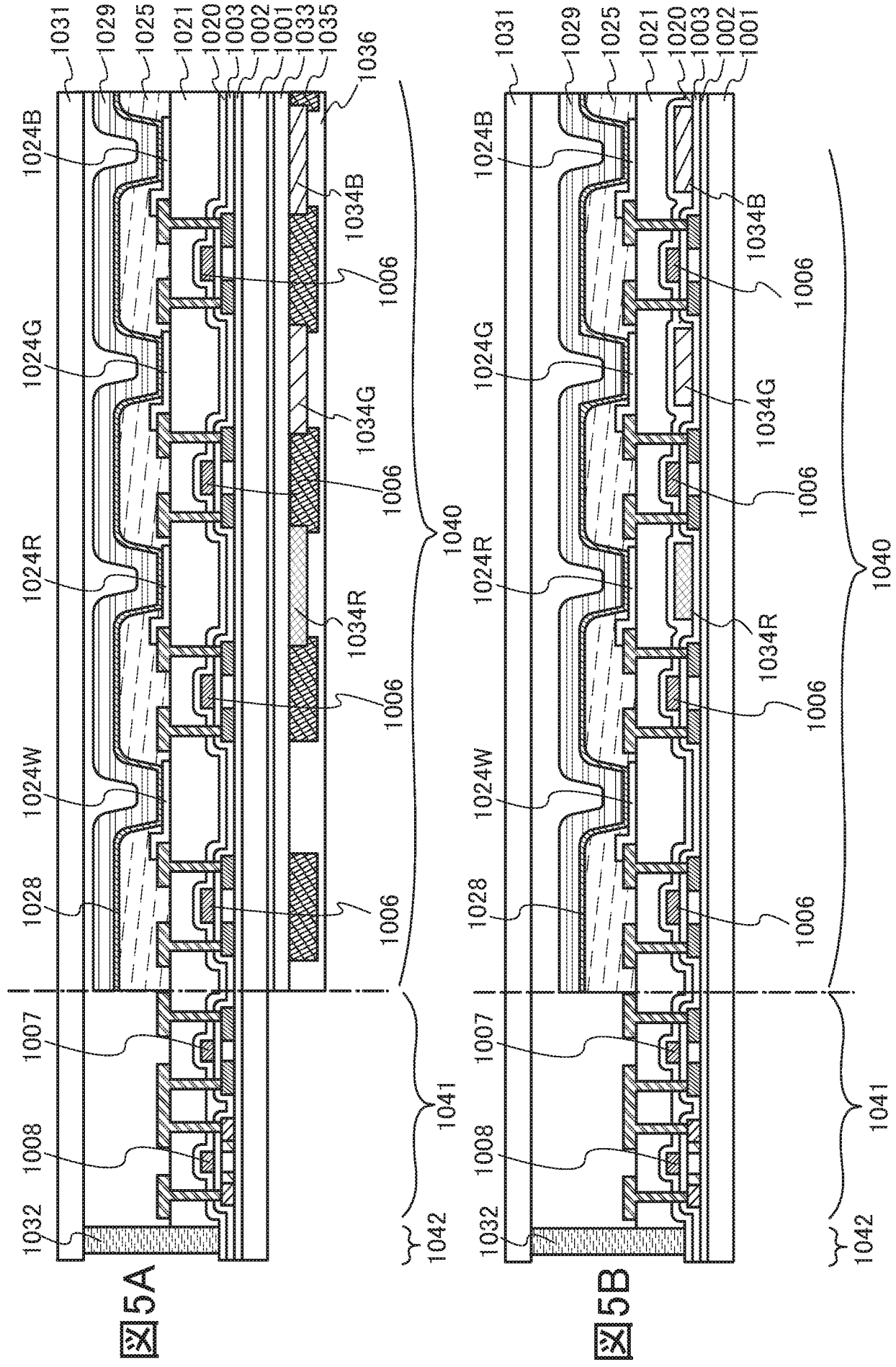

1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1033
1035
1036
1024B
1034B
1006
1024G
1034G
1024R
1034R
1040
1028
1024W
1007
1008
1041
1032
1042

図5A

図5B

図6

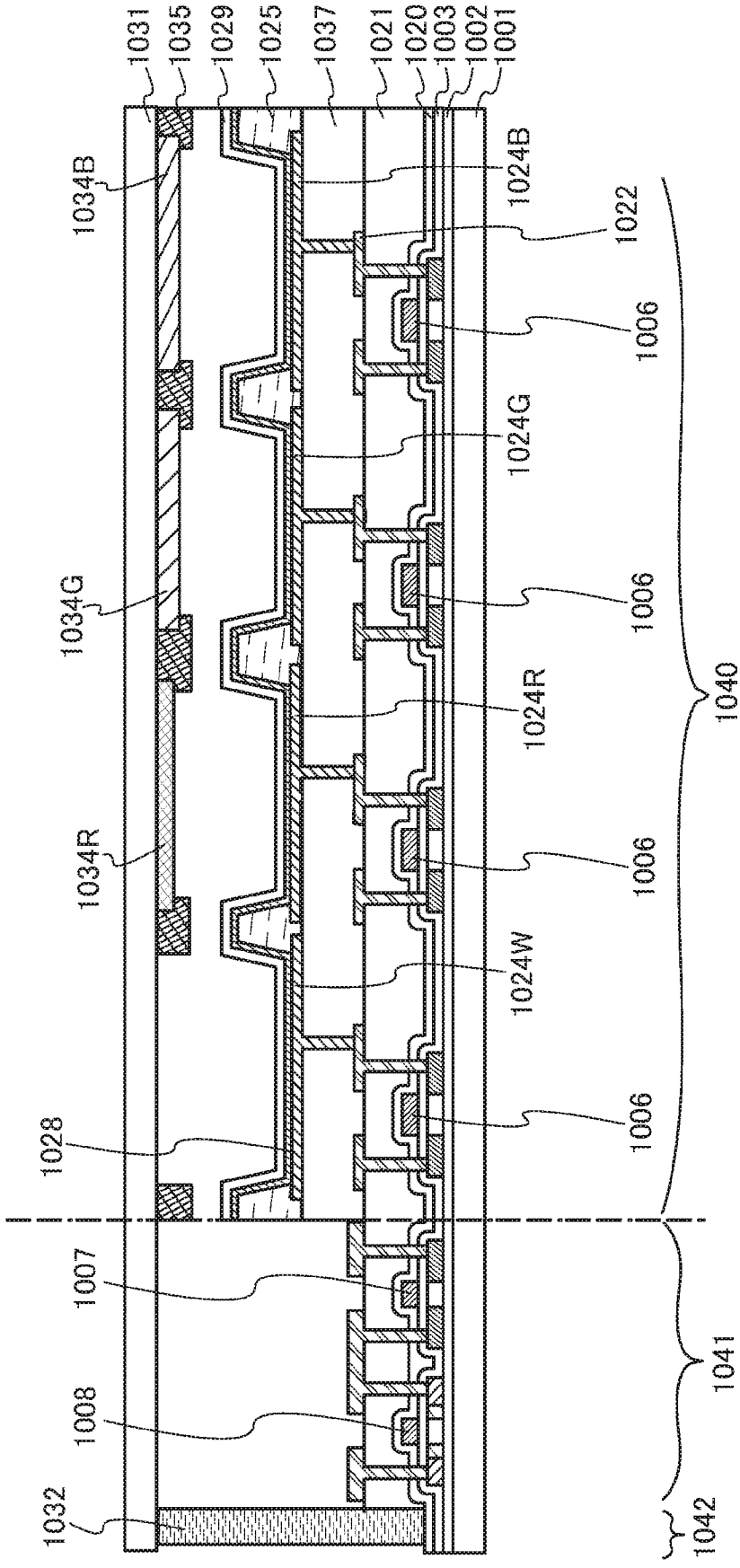

1031
1035
1029
1025
1037
1021
1020
1003
1002
1001
1034B
1024B
1022
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1040
1034R
1006
1024W
1028
1006
1007
1041
1008
1032
1042

図7A

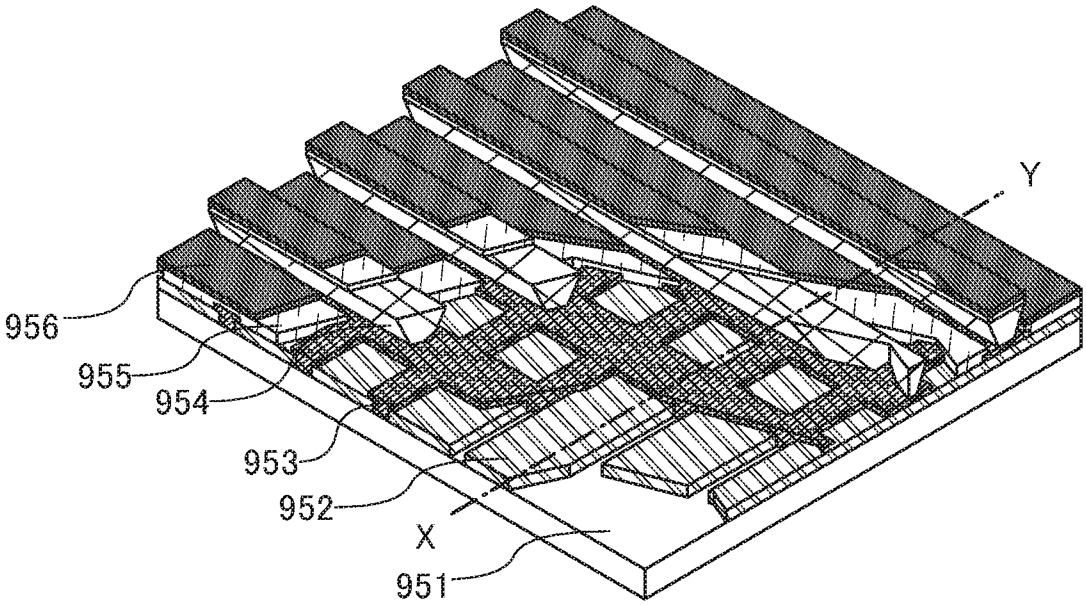

Y
956
955
954
953
952
X
951

図7B

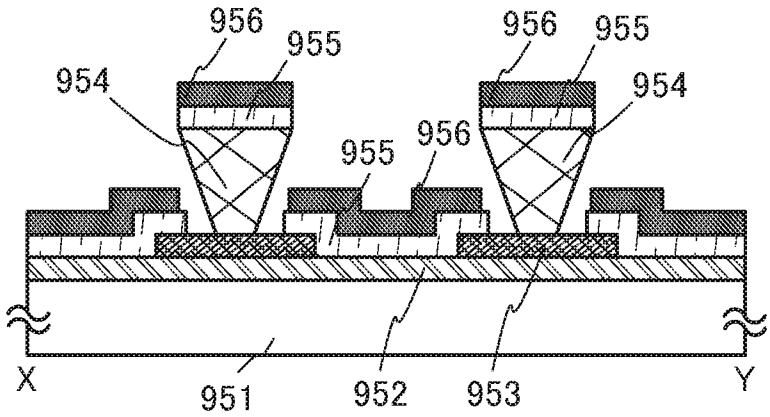

956
955
954
956
955
954
955
956
X
951
952
953
Y

図8A

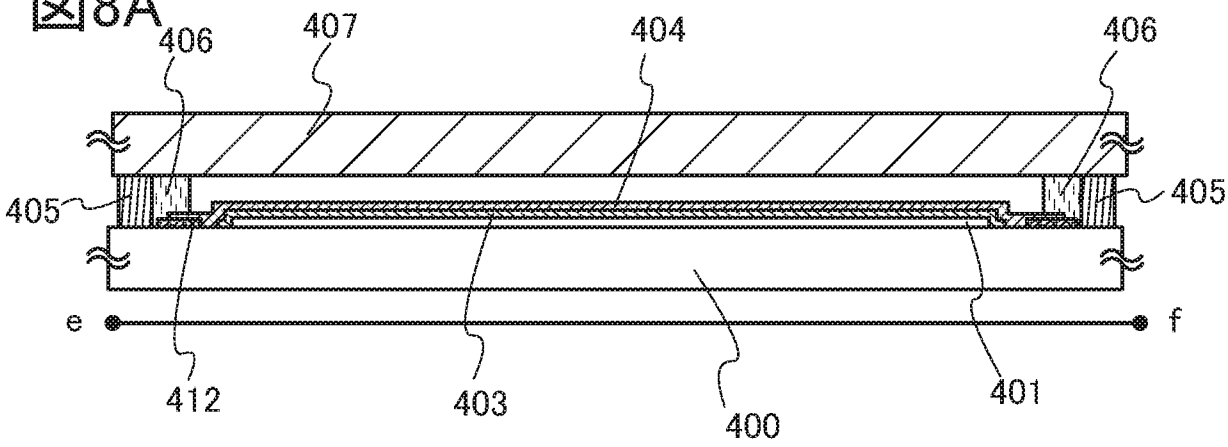

406
407
404
406
405
405
e
f
412
403
400
401

図8B

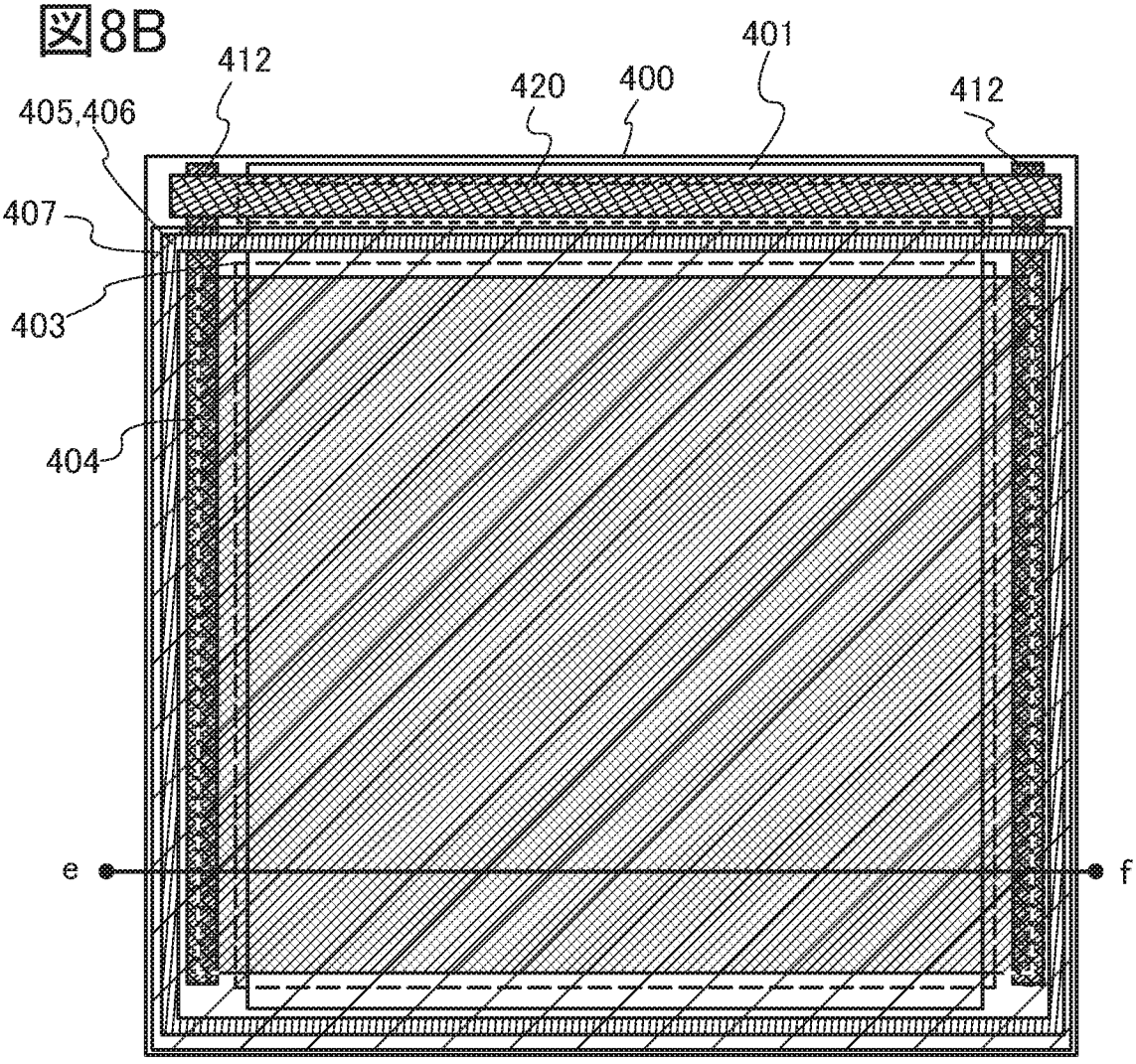

412
401
420
400
412
405,406
407
403
404
e
f

図9A

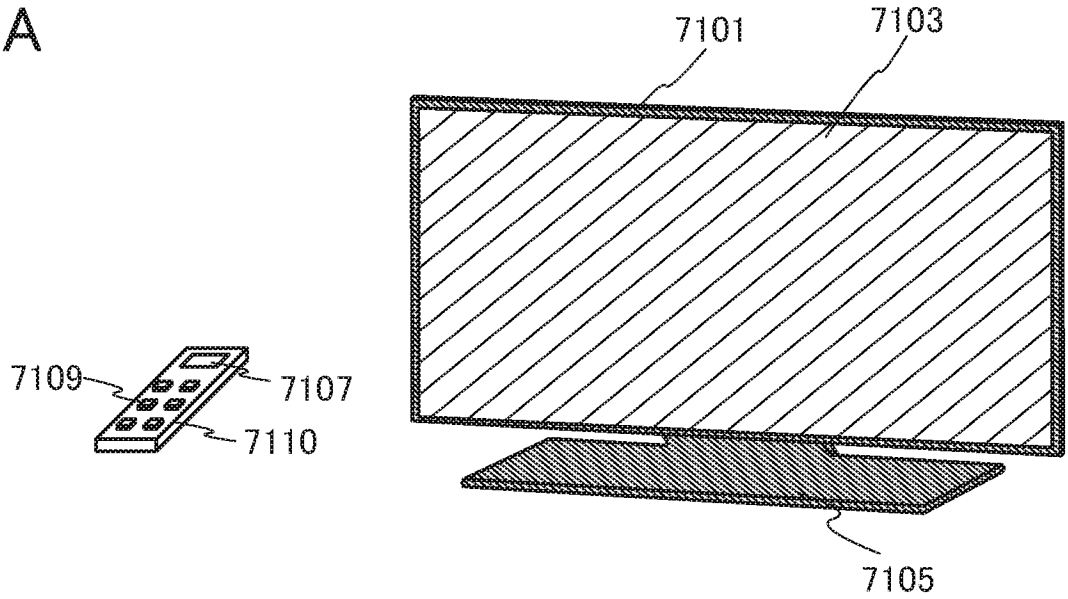


図9B

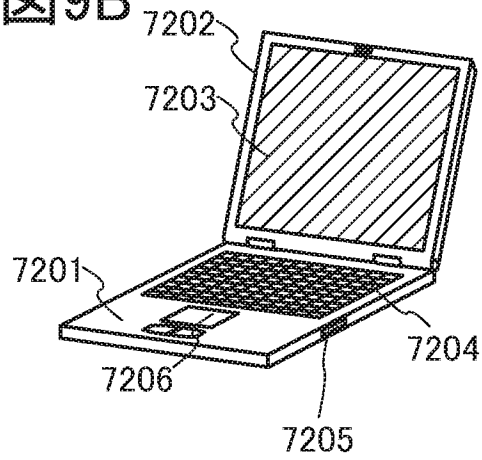


図9C

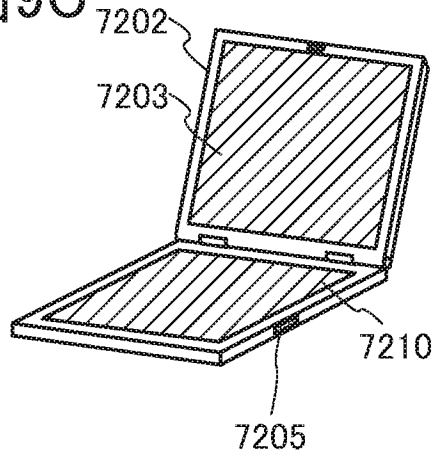


図9D

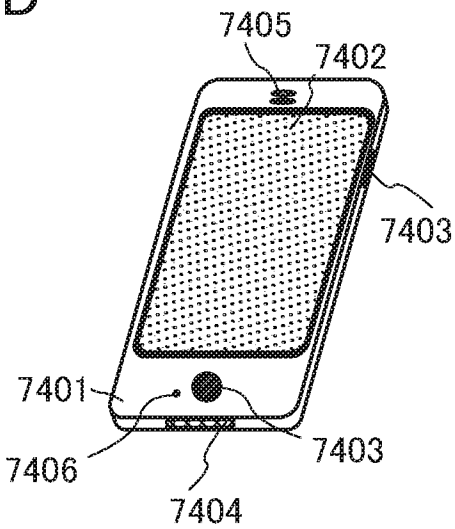


図10A

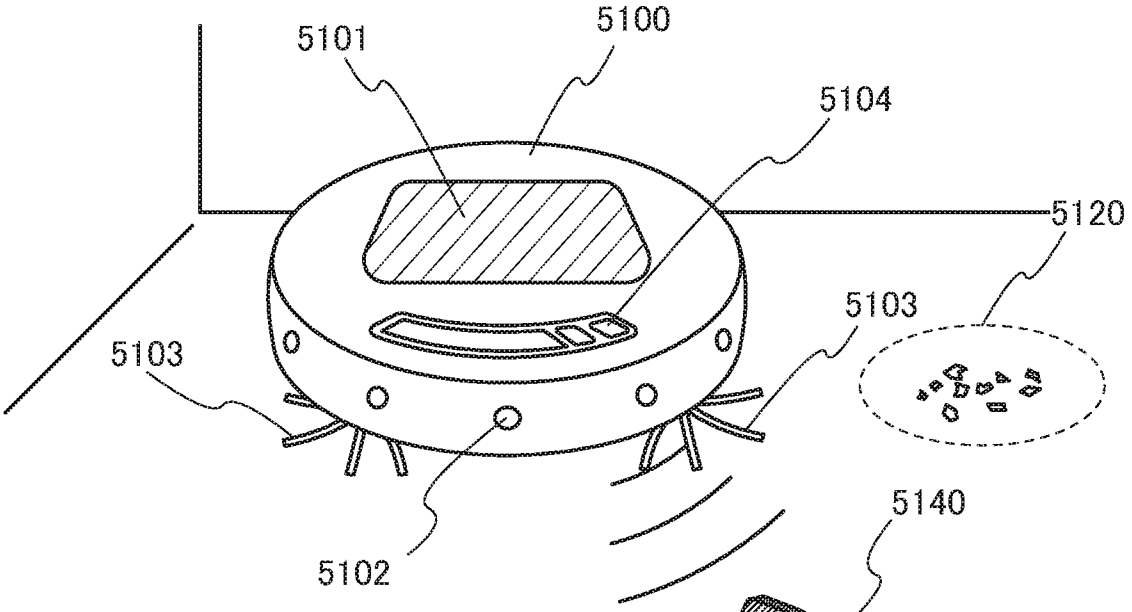


図10B

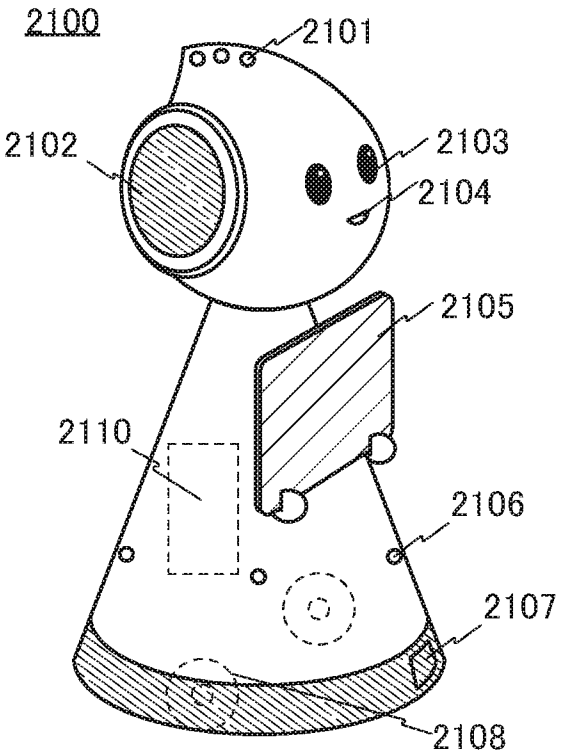


図10C

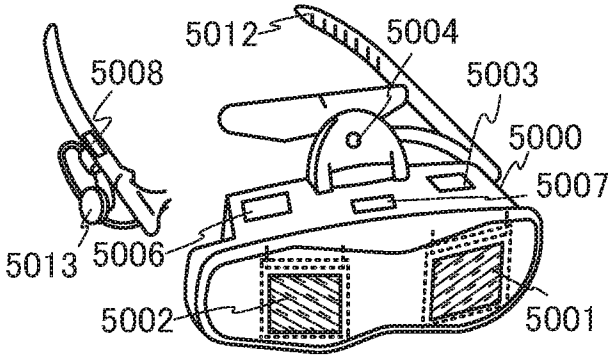


図11

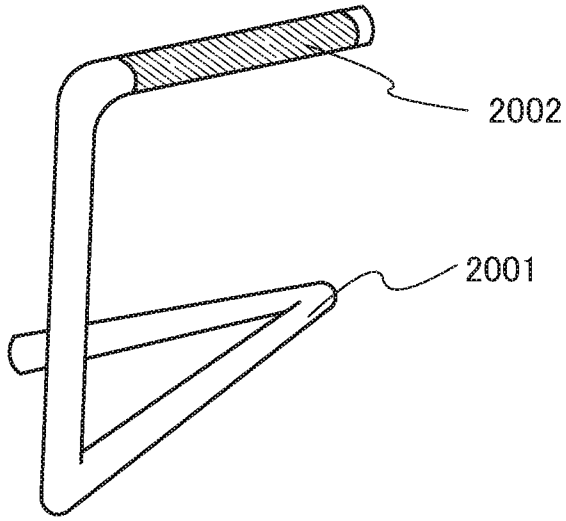


図12

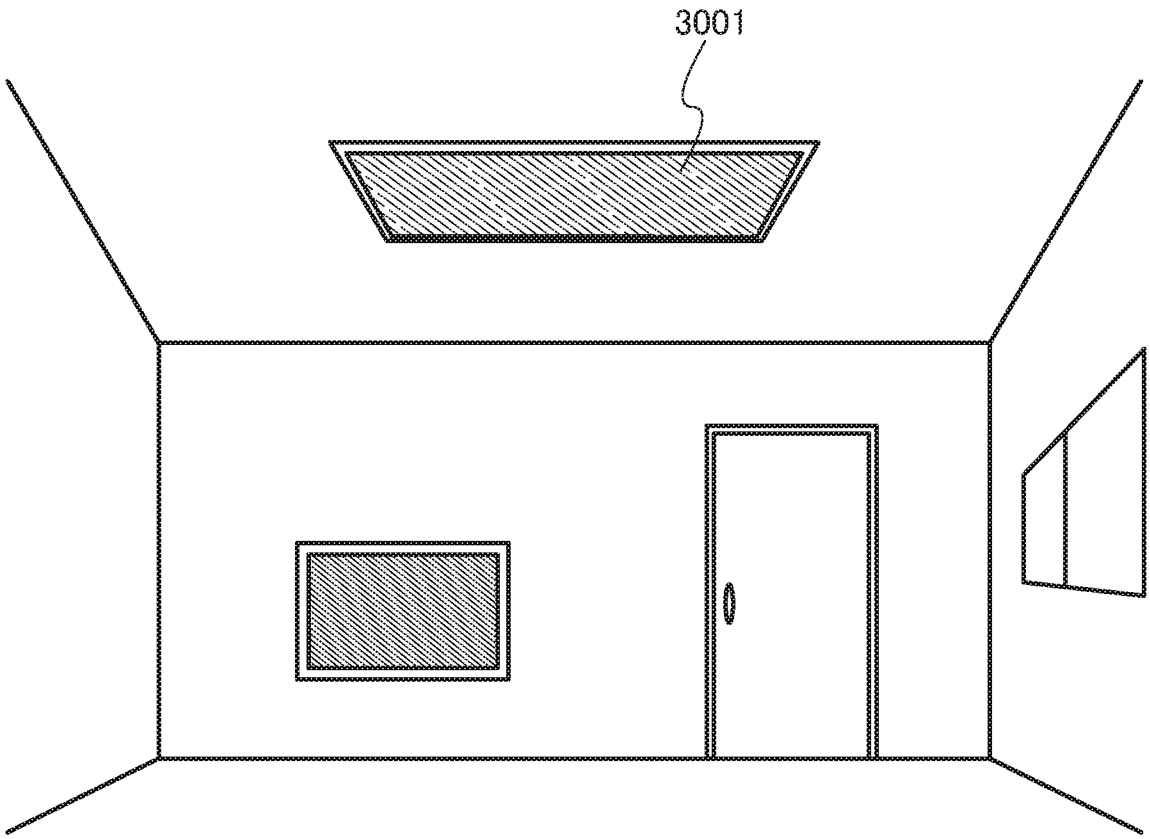


図13

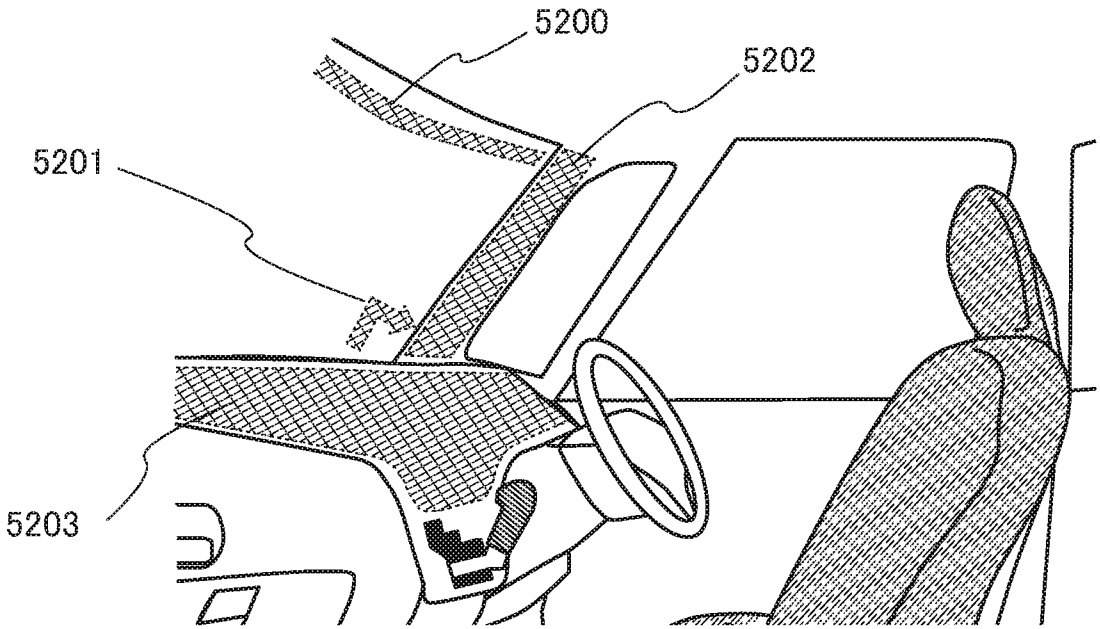


図14A

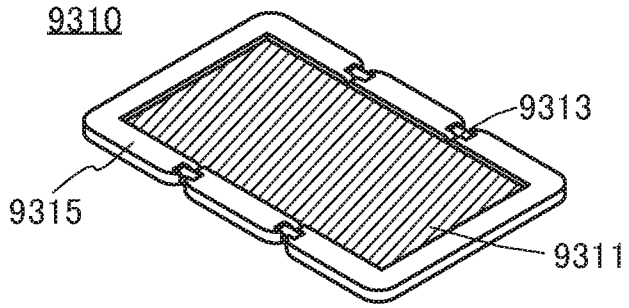


図14B

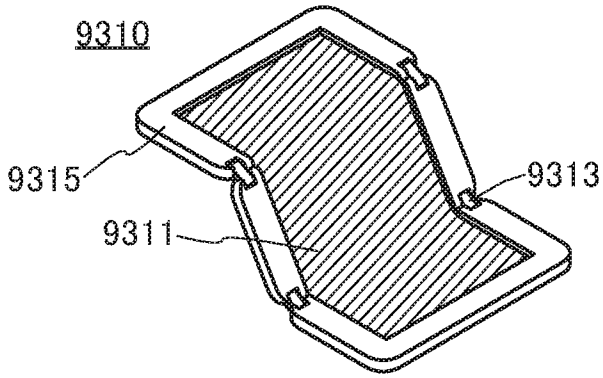


図14C

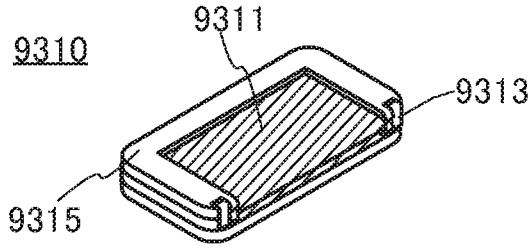


図15A

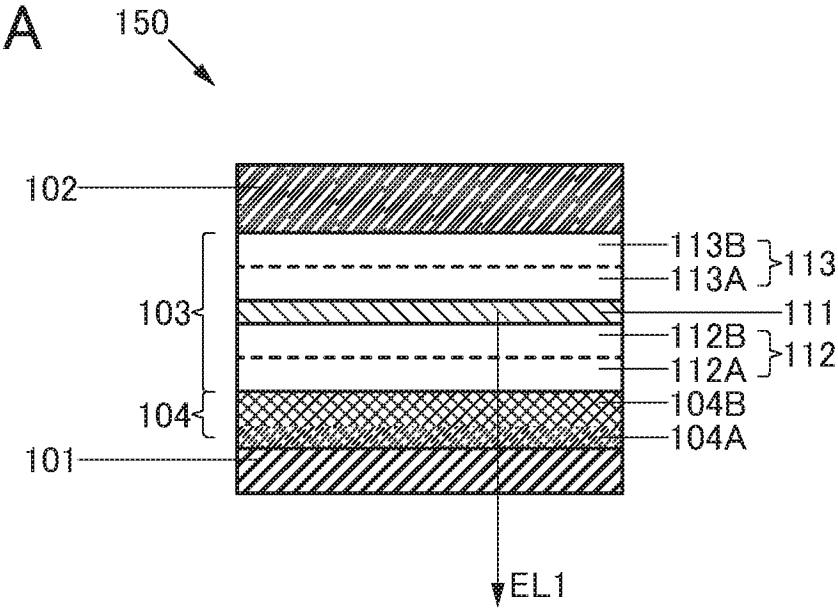

150
102
113B
113A
113
103
111
112B
112A
112
104
104B
104A
101
EL1

図15B

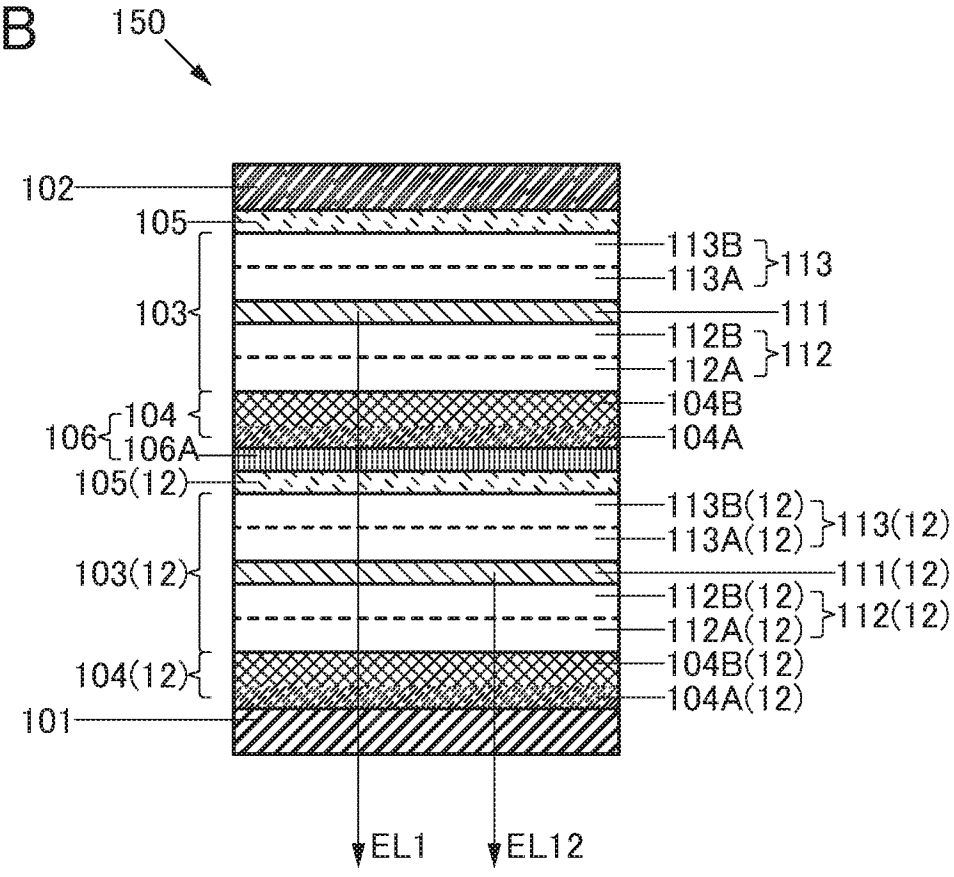

150
102
105
113B
113A
113
103
111
112B
112A
112
104
104B
106
104A
106A
105(12)
113B(12)
113A(12)
113(12)
103(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104(12)
104B(12)
104A(12)
101
EL1
EL12

図 16

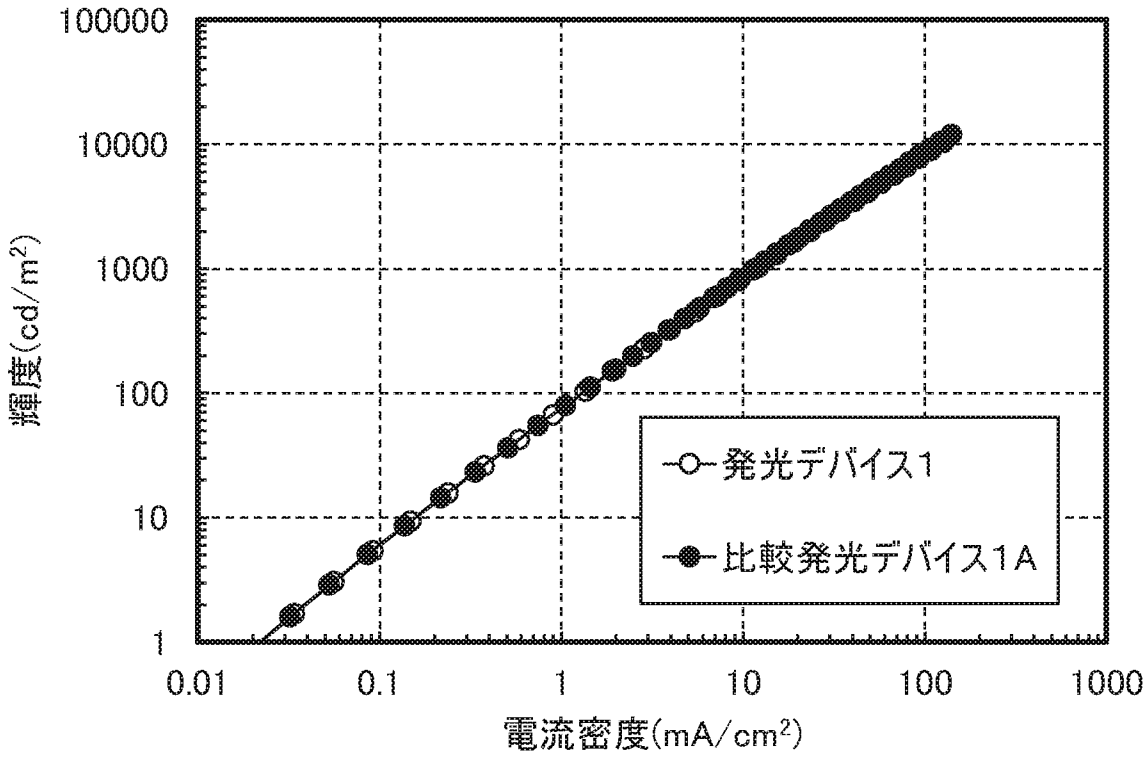

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m2)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度(mA/cm2)
発光デバイス1
比較発光デバイス1A

図 17

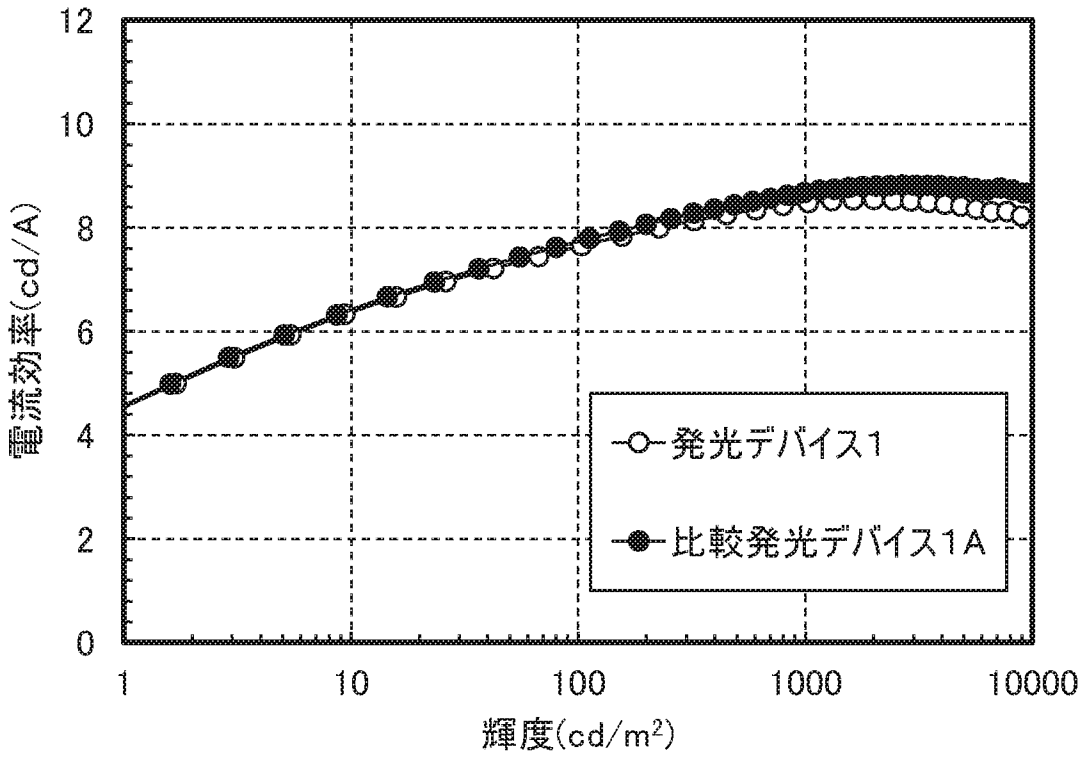

12
10
8
6
4
2
0
電流効率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
発光デバイス1
比較発光デバイス1A

図 18

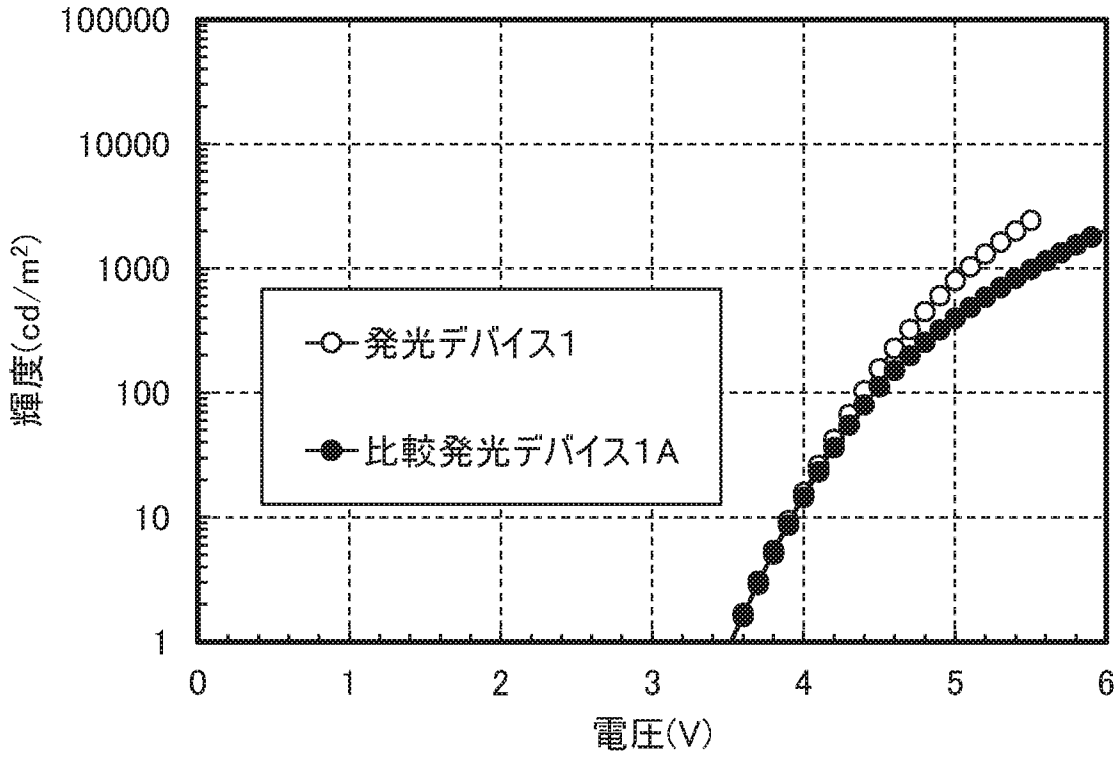

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m²)
発光デバイス1
比較発光デバイス1A
0
1
2
3
4
5
6
電圧(V)

図 19

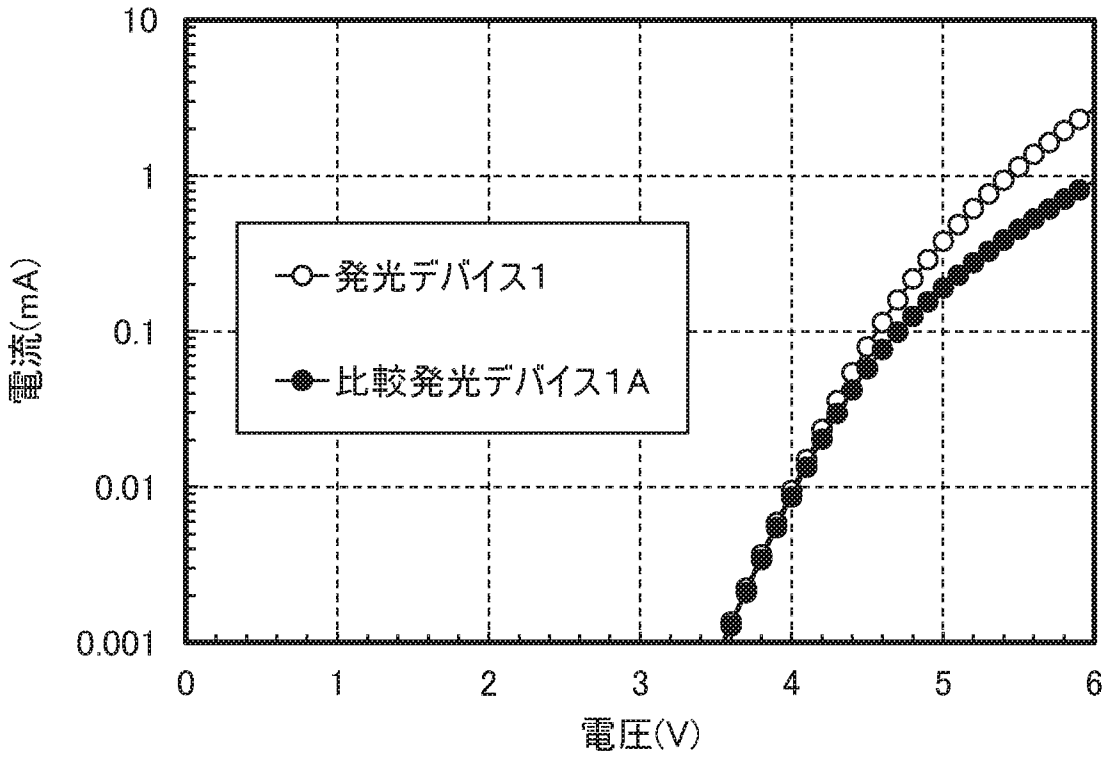

10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
発光デバイス1
比較発光デバイス1A
0
1
2
3
4
5
6
電圧(V)

図 20

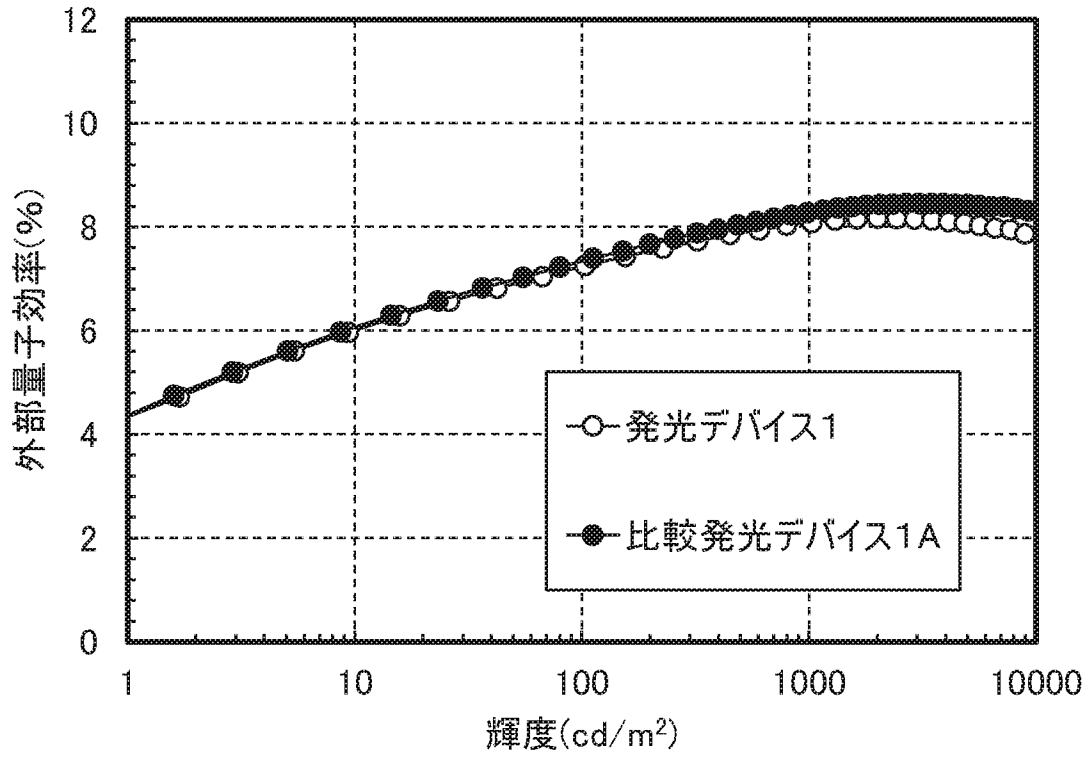

12
10
8
6
4
2
0
外部量子効率(%)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
発光デバイス1
比較発光デバイス1A

図 21

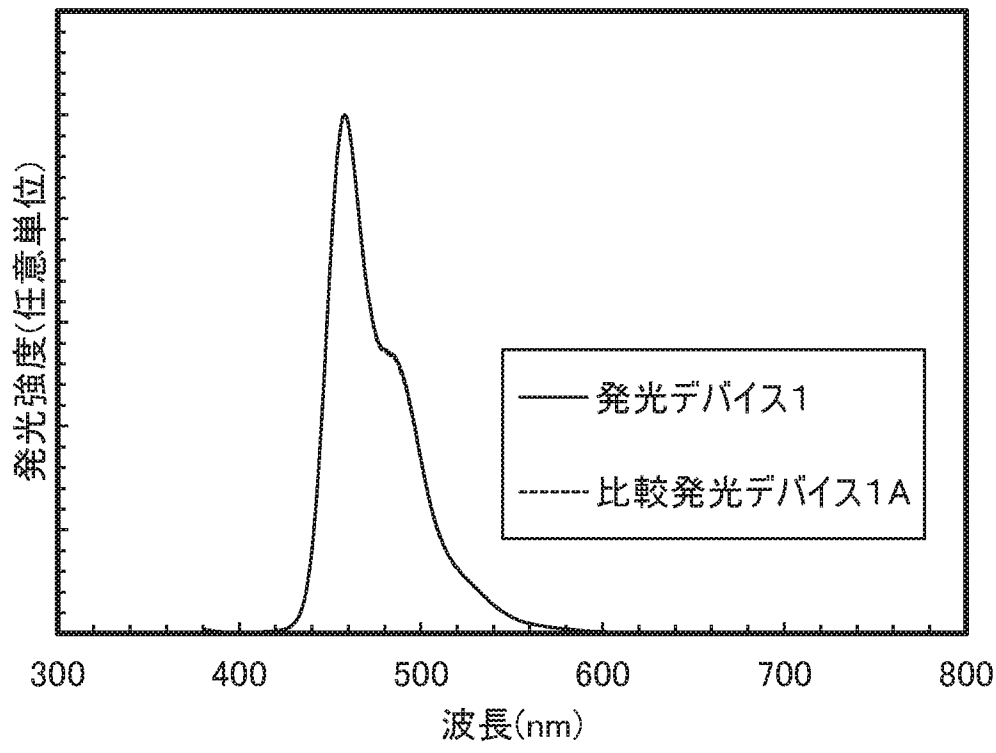

発光強度(任意単位)
300
400
500
600
700
800
波長(nm)
発光デバイス1
比較発光デバイス1A

図 22

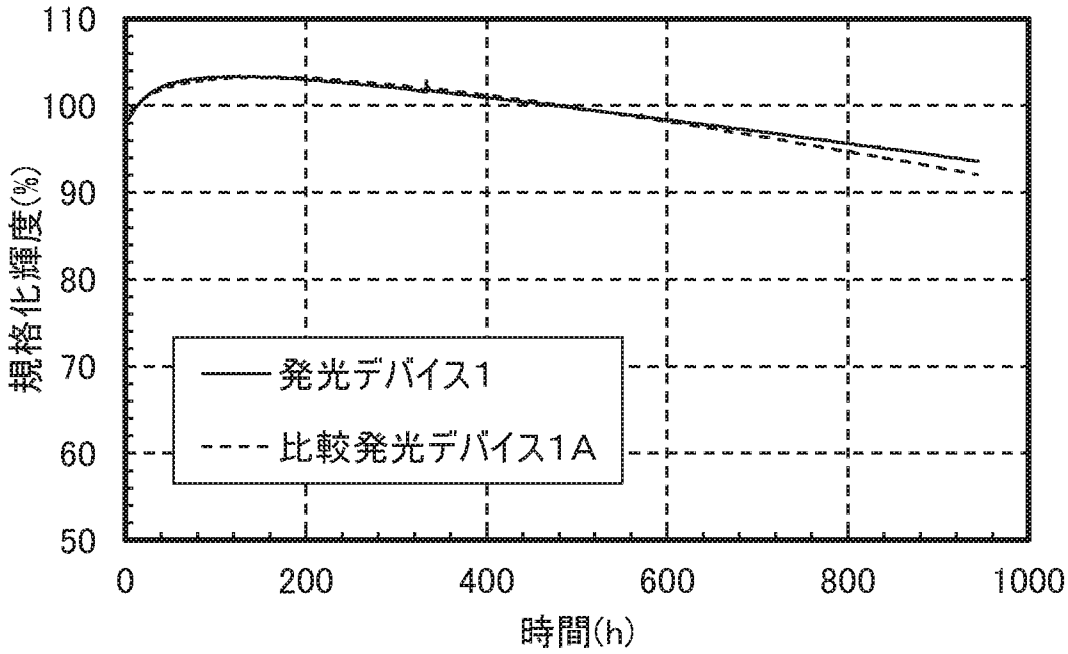

110
100
90
80
70
60
50
規格化輝度(%)
0
200
400
600
800
1000
時間(h)
発光デバイス1
比較発光デバイス1A

図 23

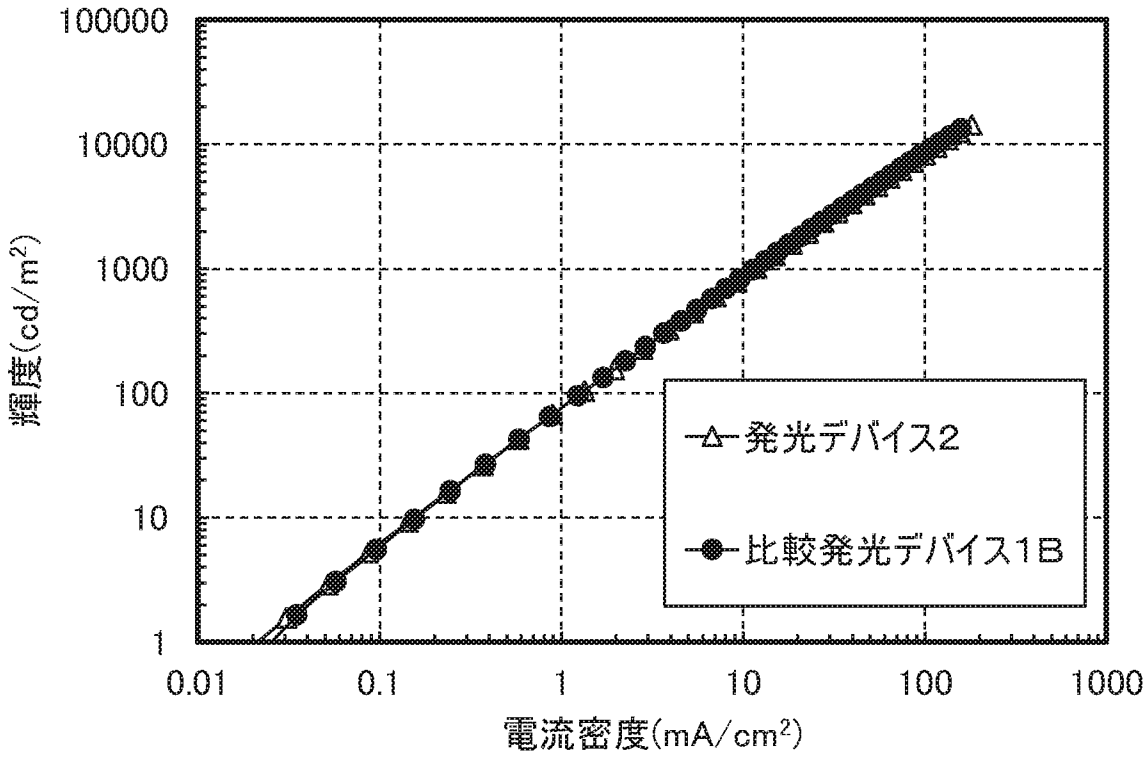

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m2)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度(mA/cm2)
発光デバイス2
比較発光デバイス1B

図 24

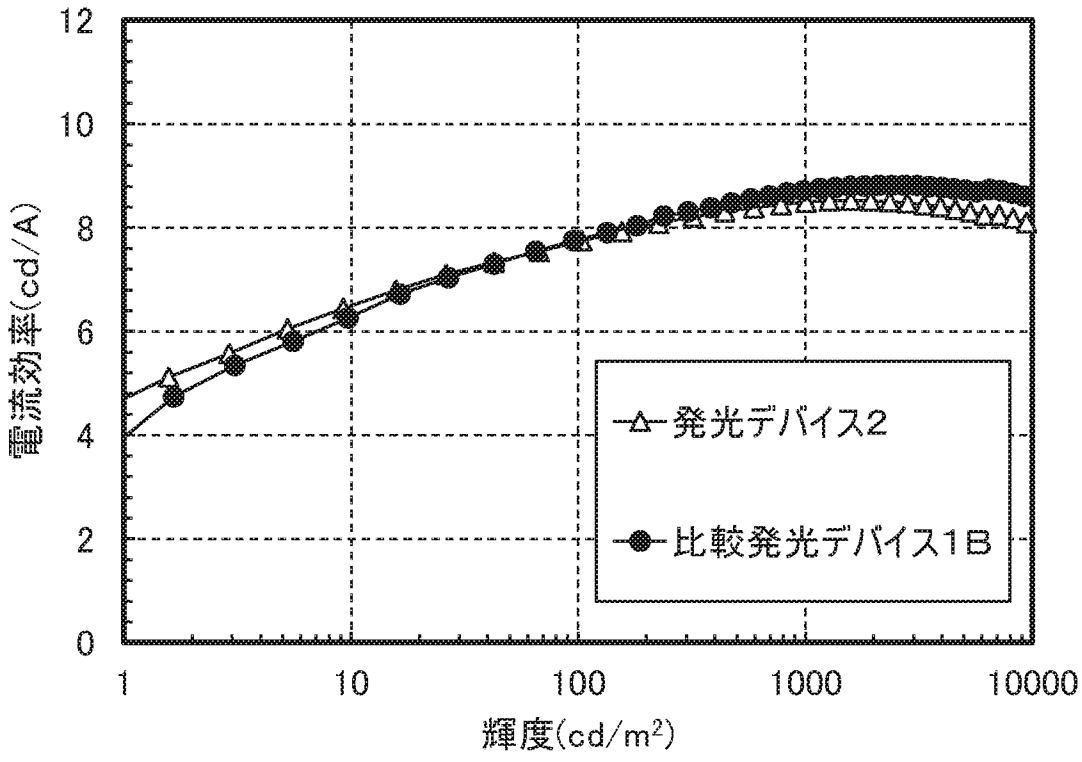

12
10
8
6
4
2
0
電流効率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
発光デバイス2
比較発光デバイス1B

図 25

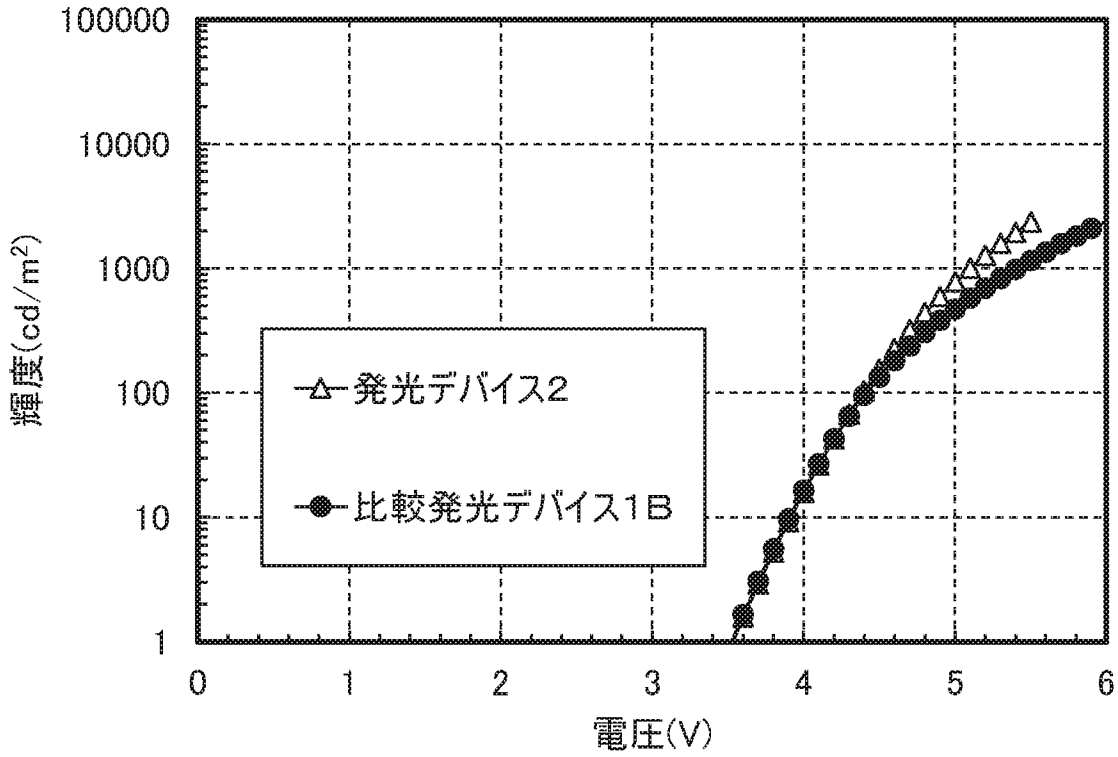

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m2)
発光デバイス2
比較発光デバイス1B
0
1
2
3
4
5
6
電圧(V)

図 26

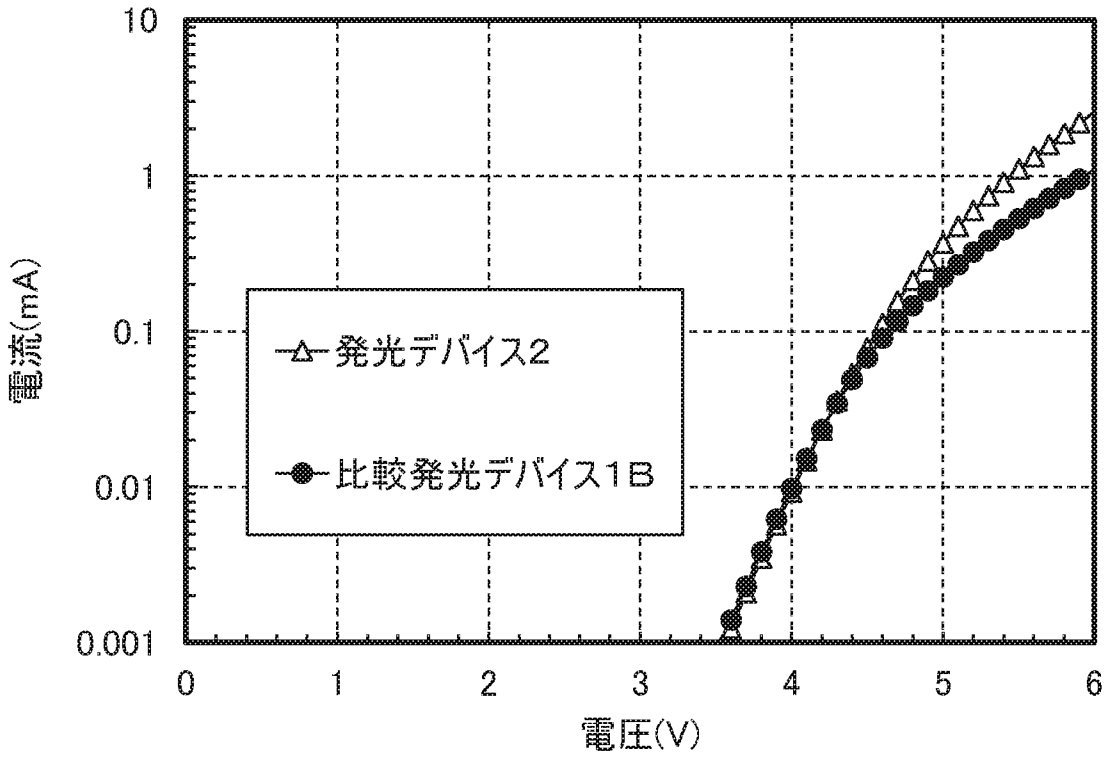

10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
発光デバイス2
比較発光デバイス1B
0
1
2
3
4
5
6
電圧(V)

図 27

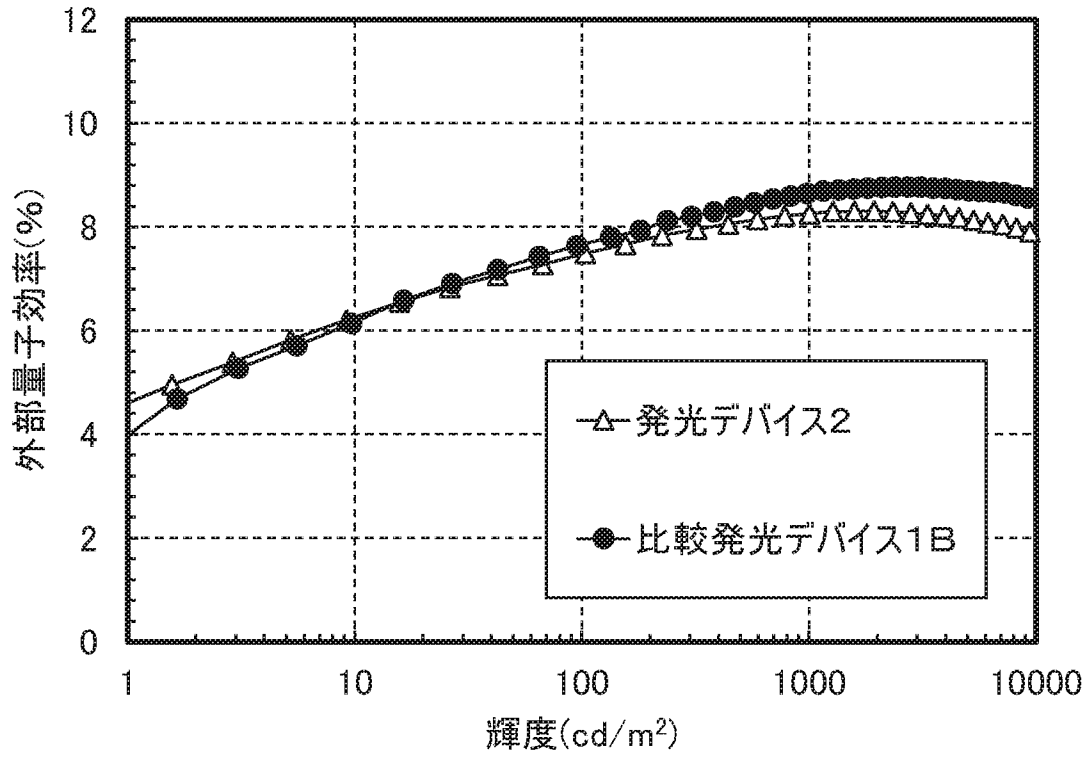

外部量子効率(%)
12
10
8
6
4
2
0
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
発光デバイス2
比較発光デバイス1B

図 28

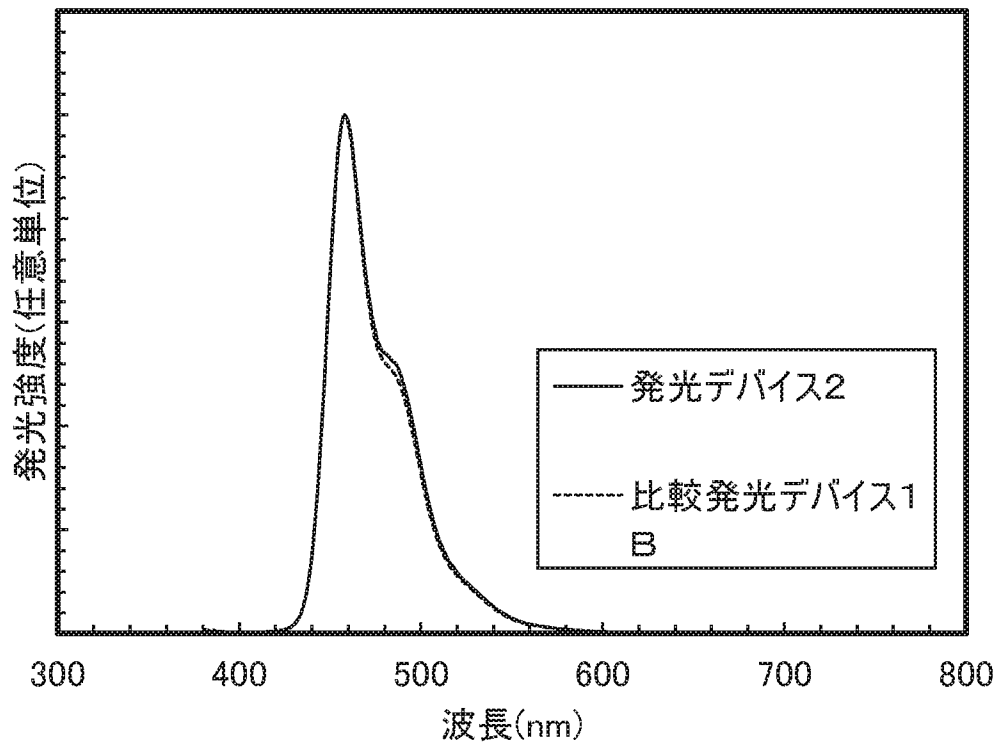

発光強度(任意単位)
300
400
500
600
700
800
波長(nm)
発光デバイス2
比較発光デバイス1B

図 29

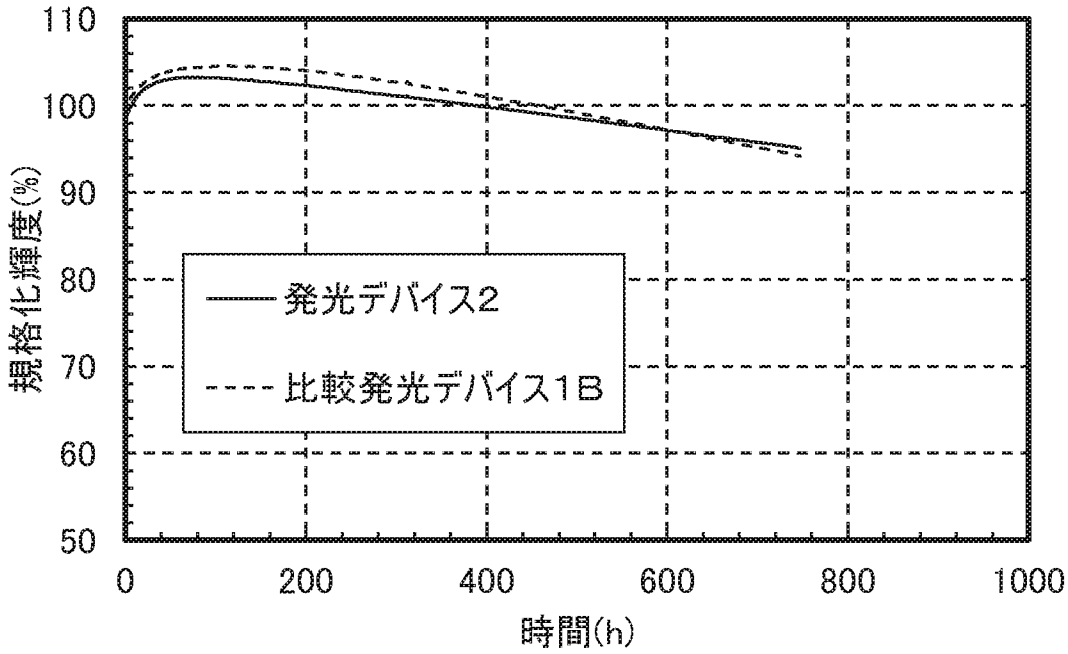

110
100
90
80
70
60
50
規格化輝度(%)
0
200
400
600
800
1000
時間(h)
発光デバイス2
比較発光デバイス1B

図 30

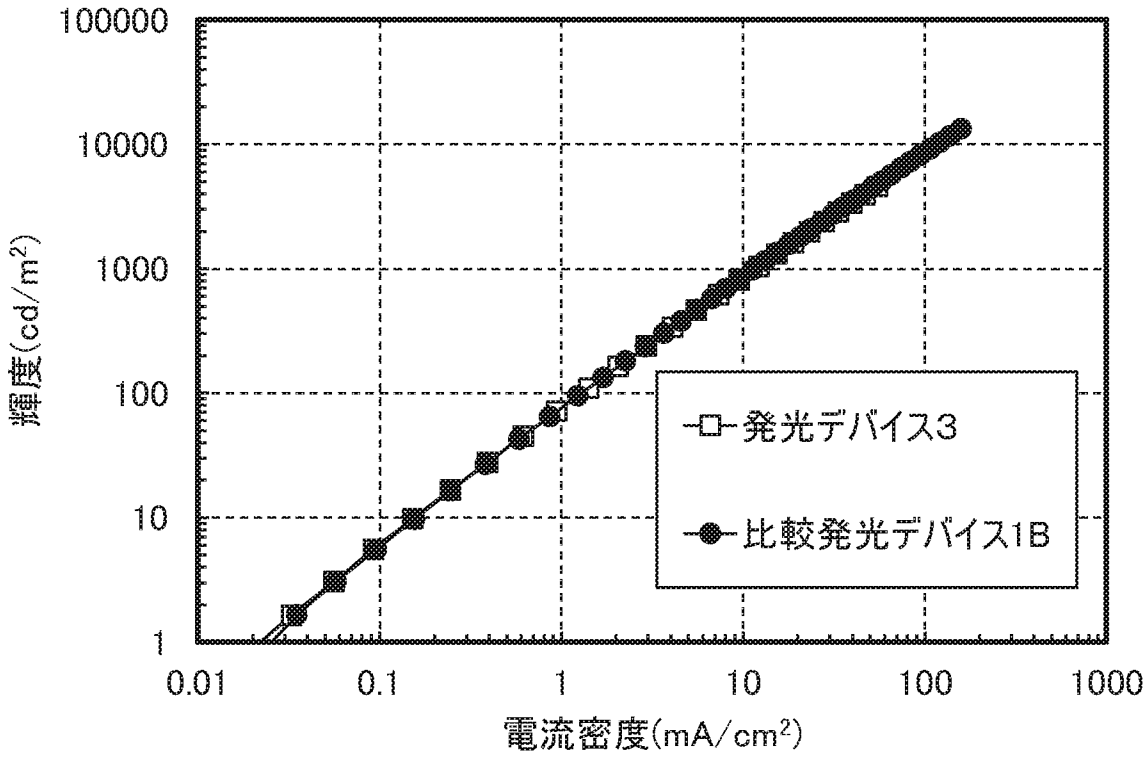

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m2)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度(mA/cm2)
発光デバイス3
比較発光デバイス1B

図 31

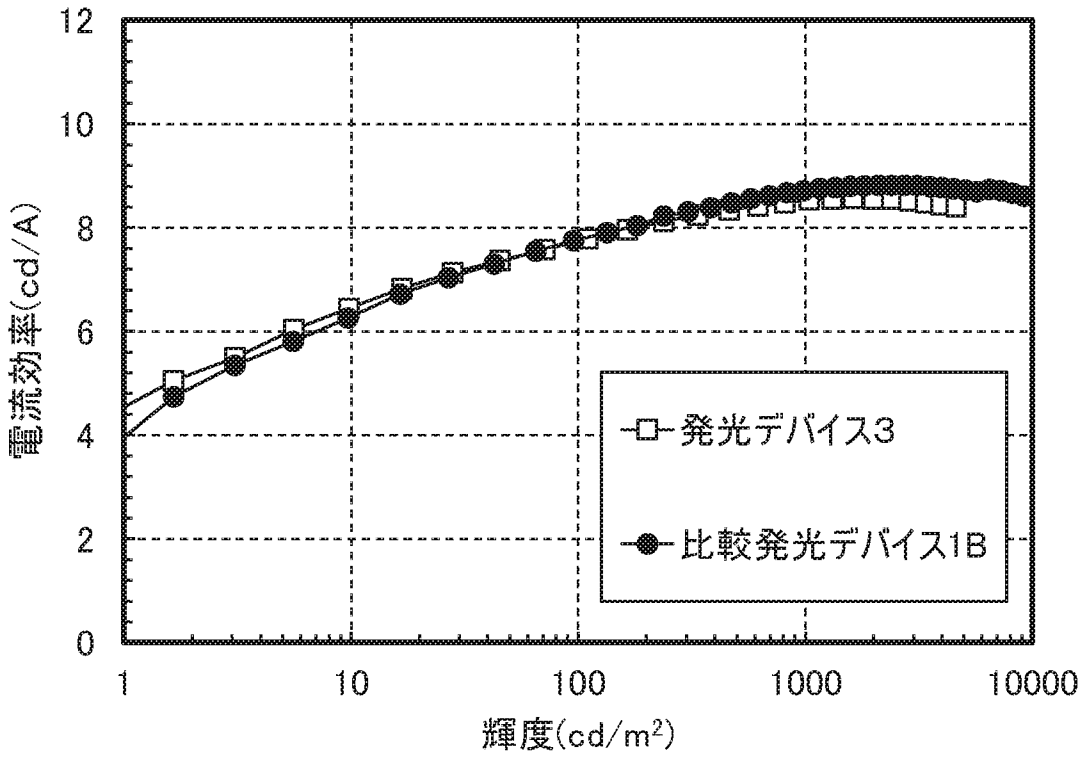

12
10
8
6
4
2
0
電流効率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
発光デバイス3
比較発光デバイス1B

図 32

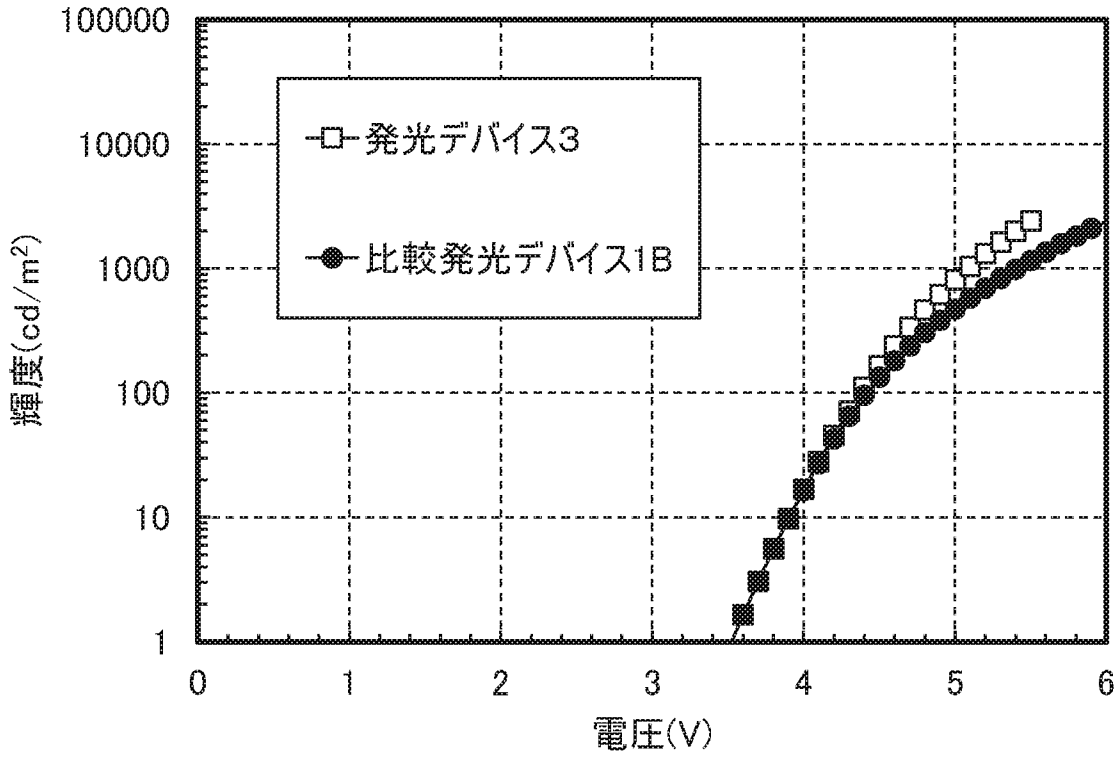

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m²)
発光デバイス3
比較発光デバイス1B
0
1
2
3
4
5
6
電圧(V)

図 33

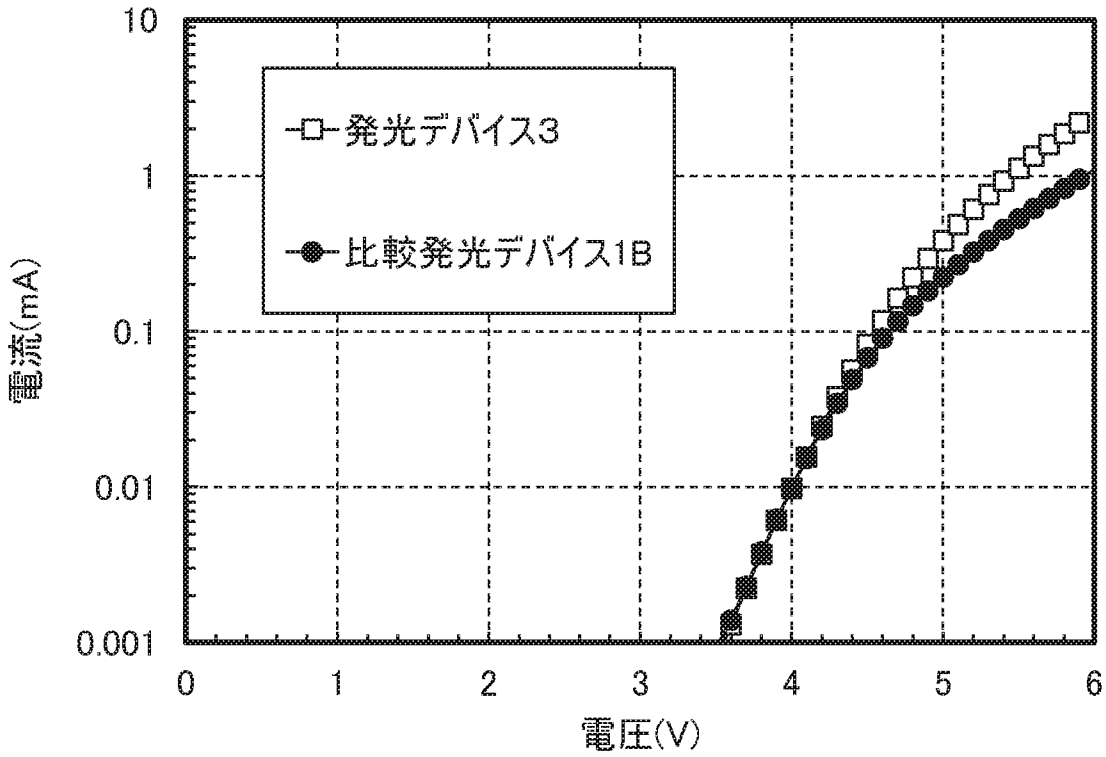

10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
発光デバイス3
比較発光デバイス1B
0
1
2
3
4
5
6
電圧(V)

図 34

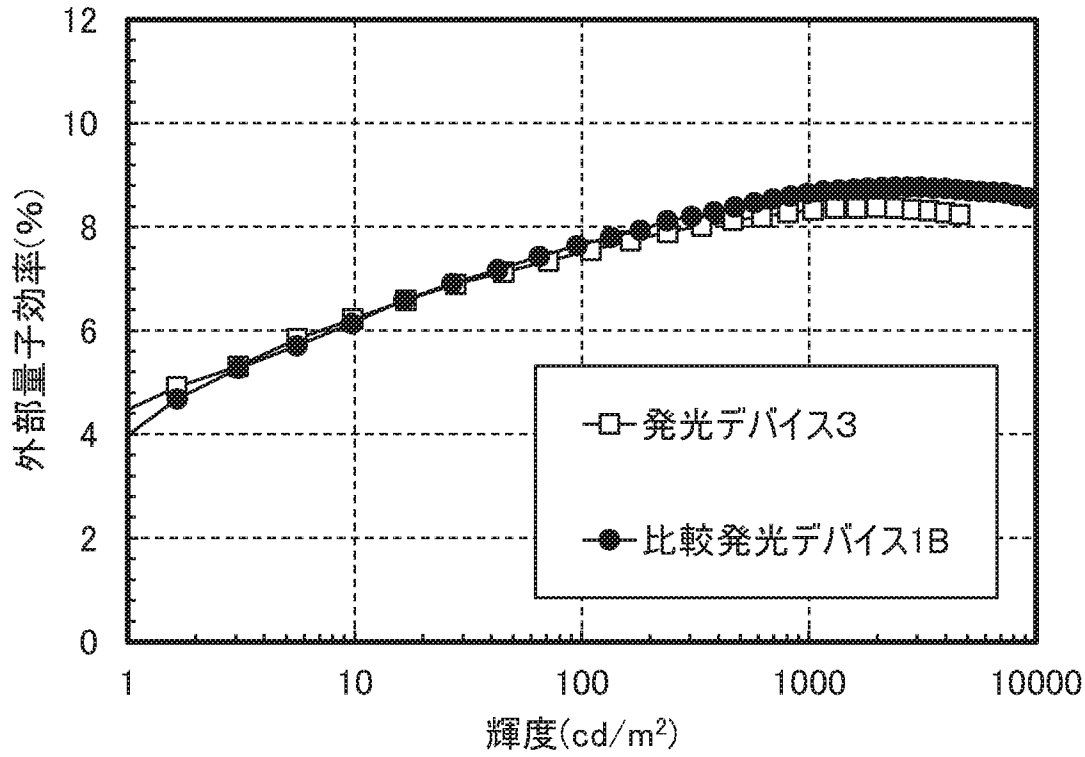

12
10
8
6
4
2
0
外部量子効率(%)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
発光デバイス3
比較発光デバイス1B

図 35

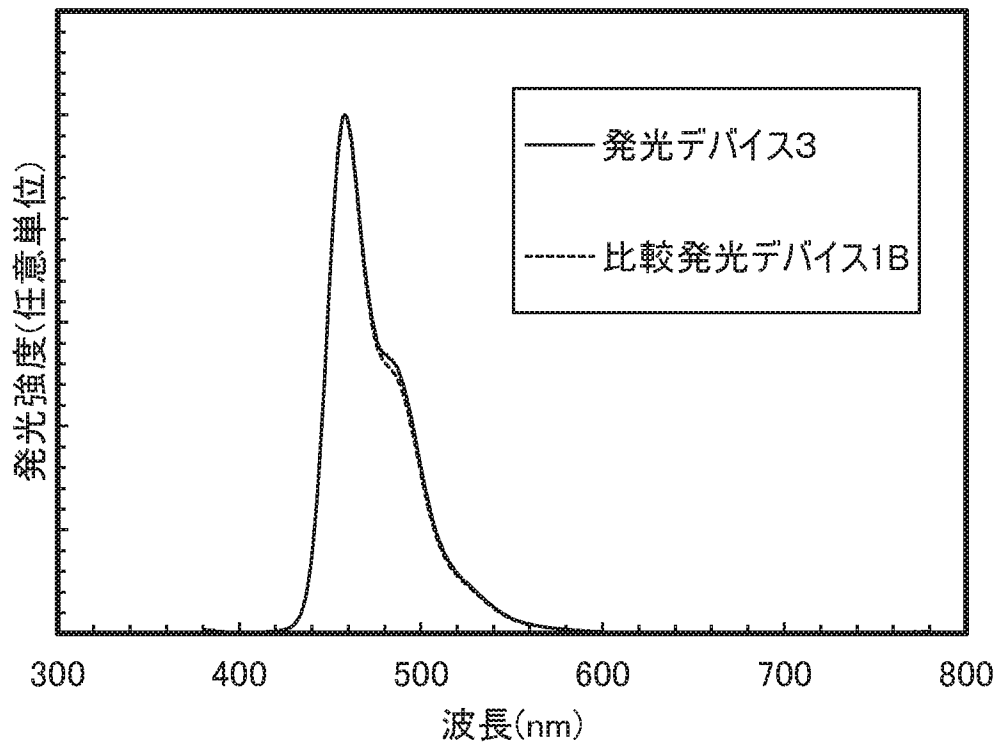

発光強度(任意単位)
300
400
500
600
700
800
波長(nm)
発光デバイス3
比較発光デバイス1B

図 36

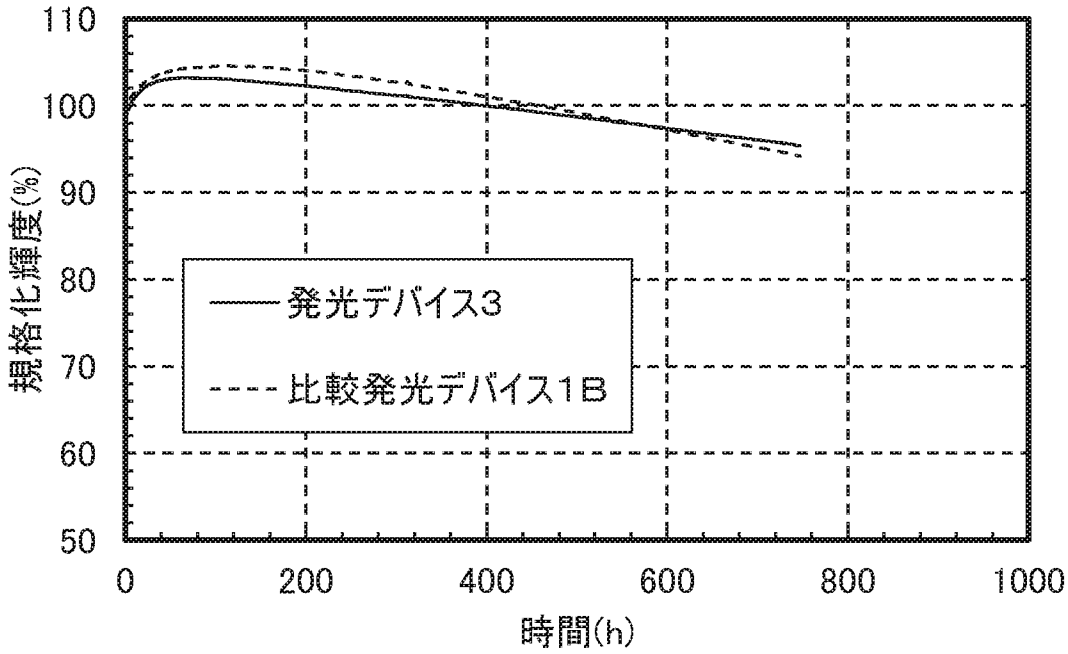

110
100
90
80
70
60
50
規格化輝度(%)
0
200
400
600
800
1000
時間(h)
発光デバイス3
比較発光デバイス1B

図 37

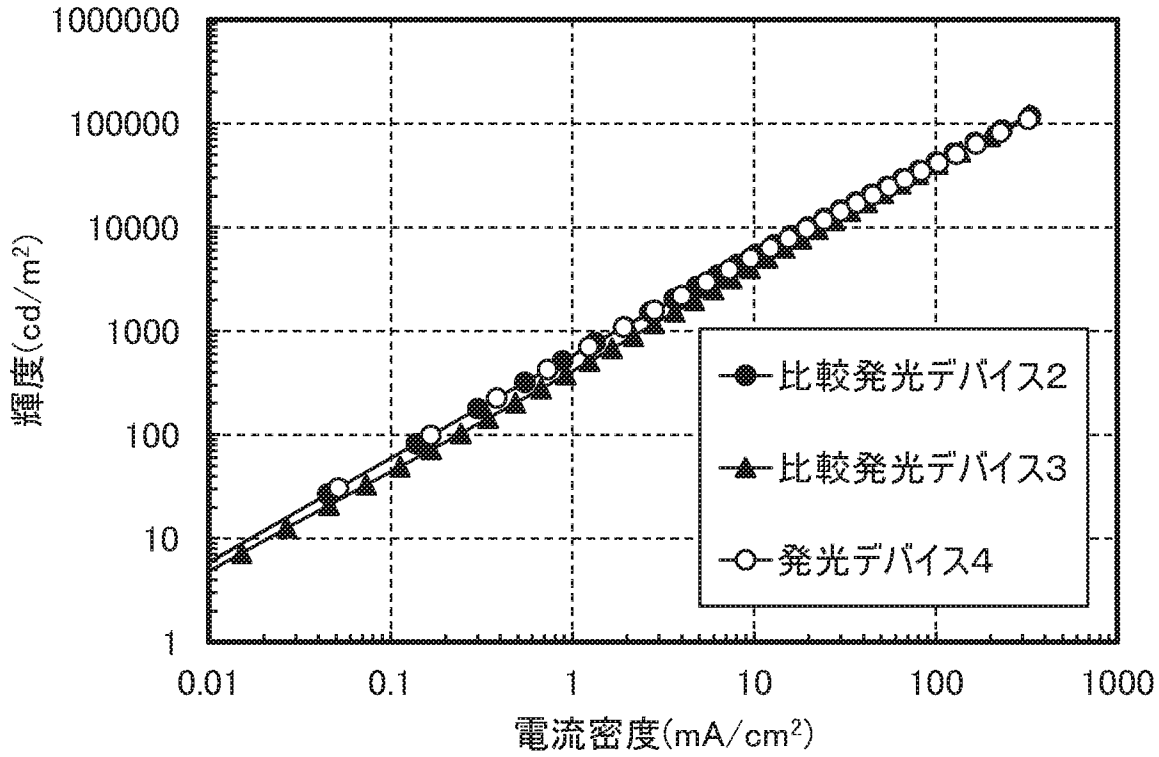

1000000
100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m2)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度(mA/cm2)
比較発光デバイス2
比較発光デバイス3
発光デバイス4

図 38

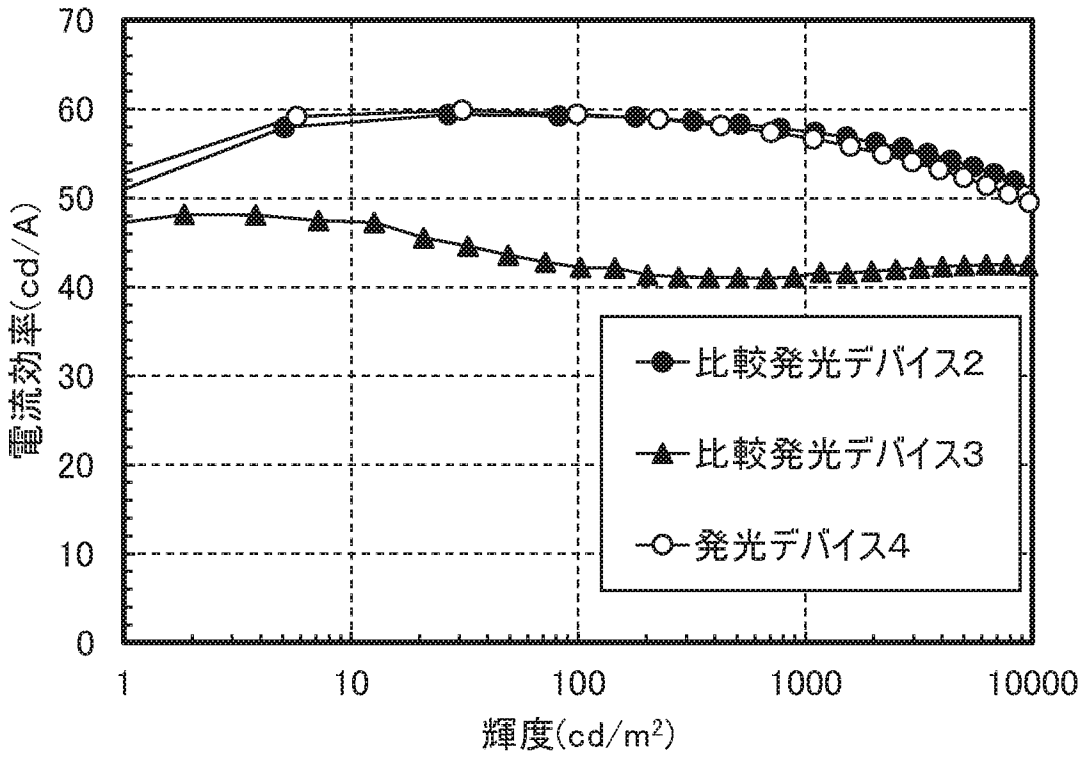

70
60
50
40
30
20
10
0
電流効率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
比較発光デバイス2
比較発光デバイス3
発光デバイス4

図 39

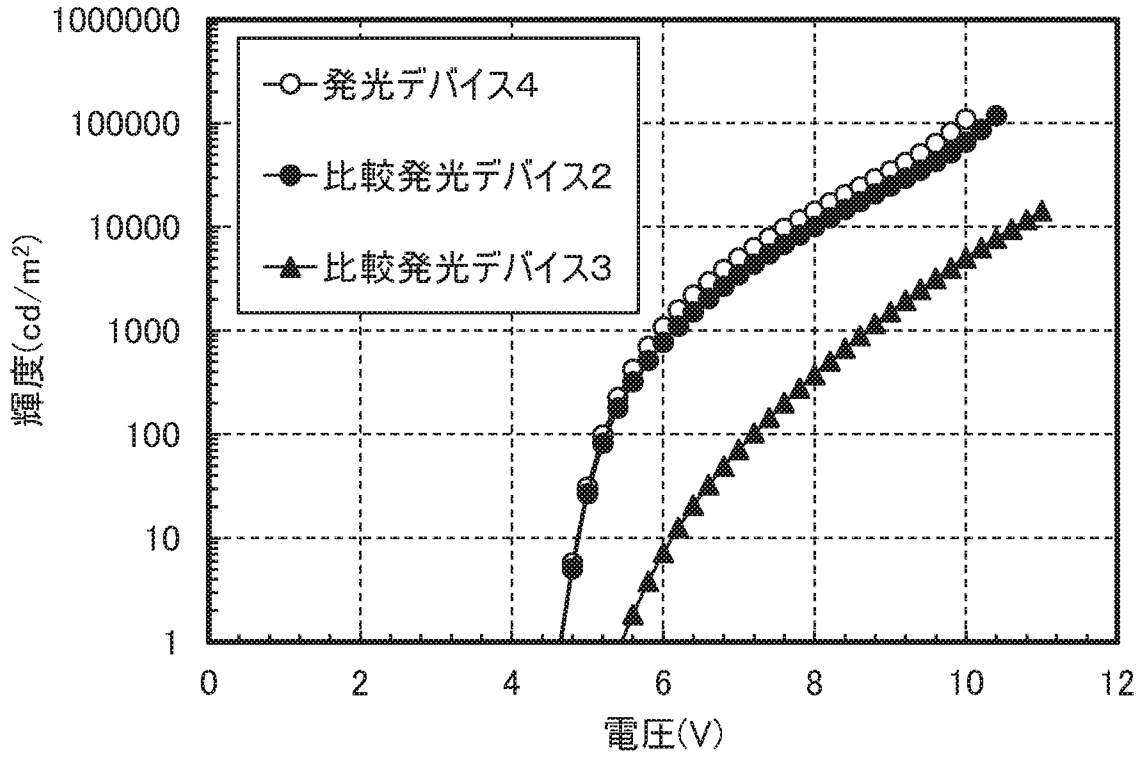

1000000
100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m2)
発光デバイス4
比較発光デバイス2
比較発光デバイス3
0
2
4
6
8
10
12
電圧(V)

図 40

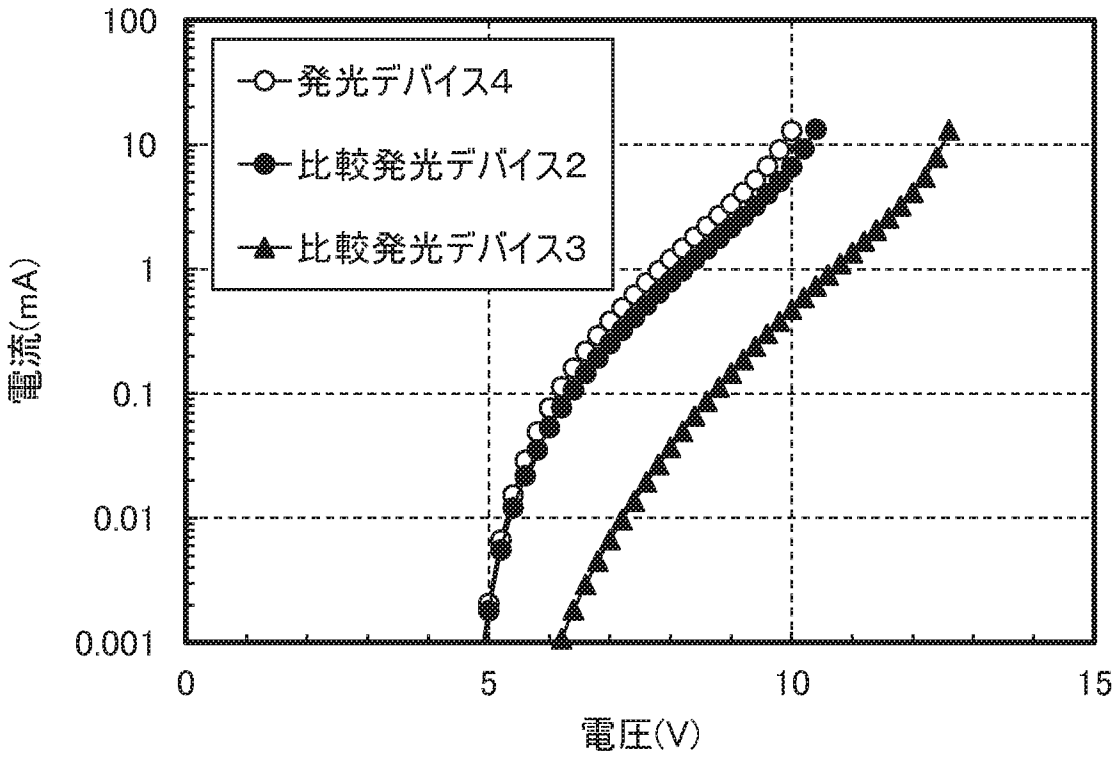

100
10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
発光デバイス4
比較発光デバイス2
比較発光デバイス3
0
5
10
15
電圧(V)

図 41

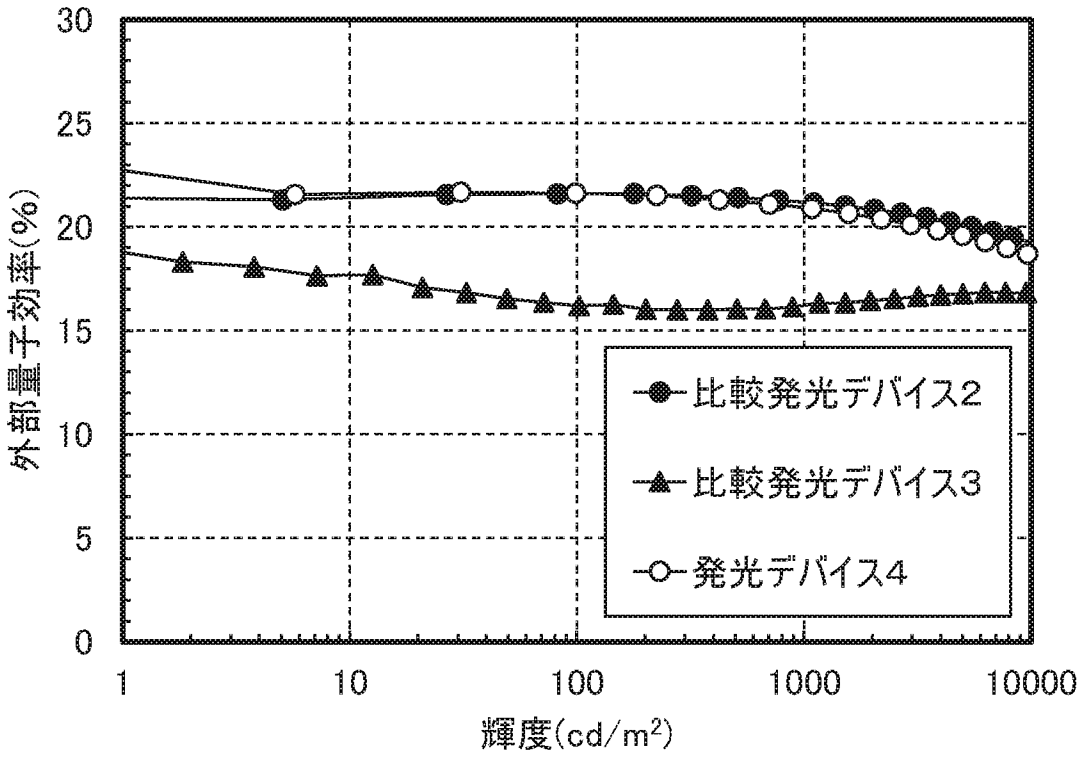

30
25
20
15
10
5
0
外部量子効率(%)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
比較発光デバイス2
比較発光デバイス3
発光デバイス4

図 42

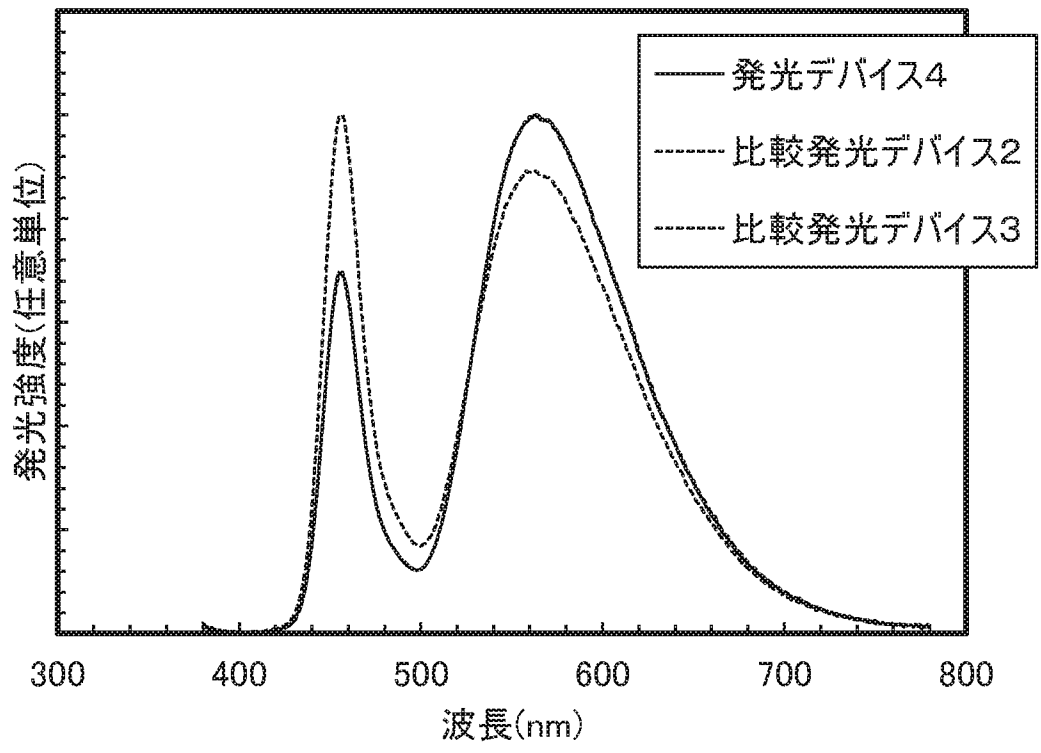

発光デバイス4
比較発光デバイス2
比較発光デバイス3
発光強度(任意単位)
300
400
500
600
700
800
波長(nm)

図 43

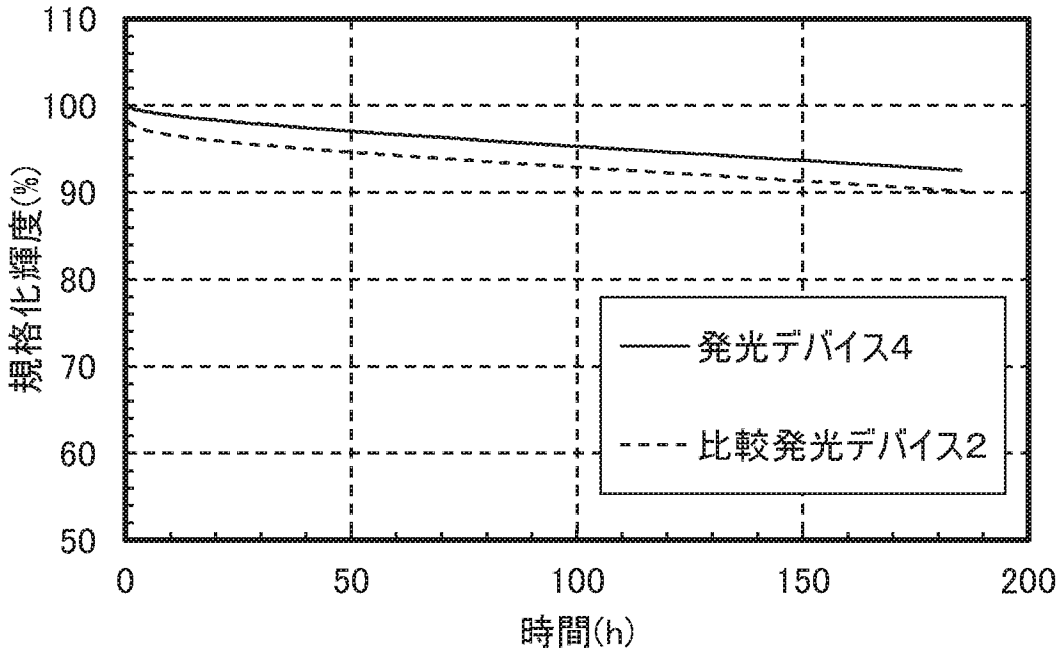

110
100
90
80
70
60
50
規格化輝度(%)
0
50
100
150
200
時間(h)
発光デバイス4
比較発光デバイス2

図44A

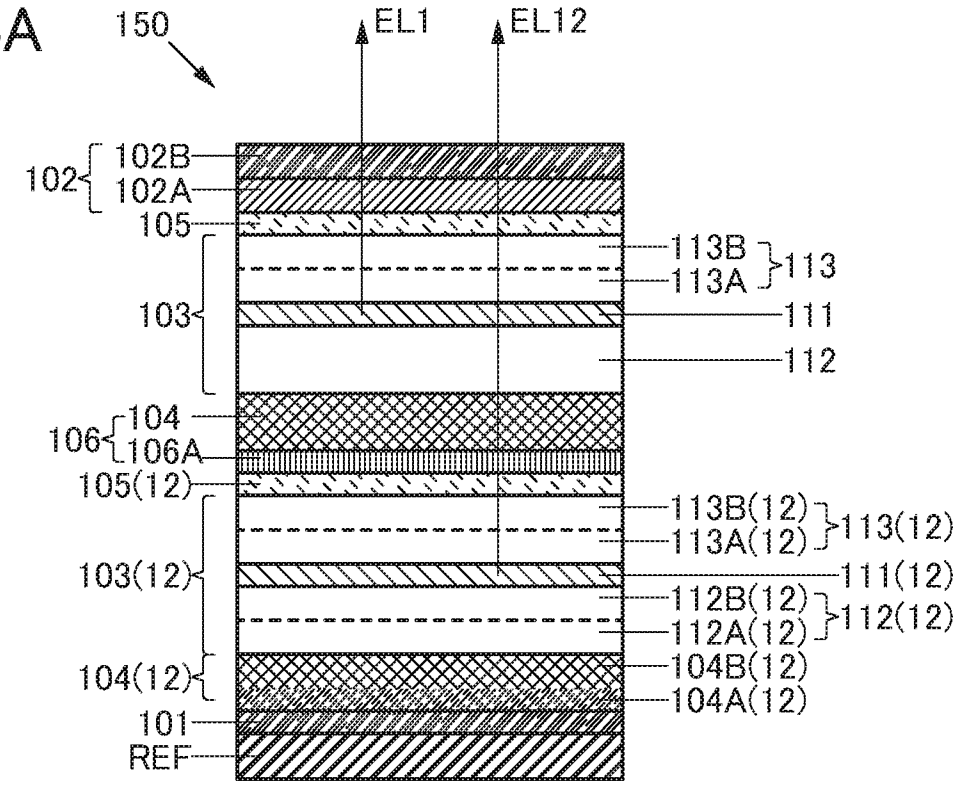

150
EL1
EL12
102
102B
102A
105
103
113B
113A
113
111
112
106
104
106A
105(12)
113B(12)
113A(12)
113(12)
103(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104(12)
104B(12)
104A(12)
101
REF

図44B

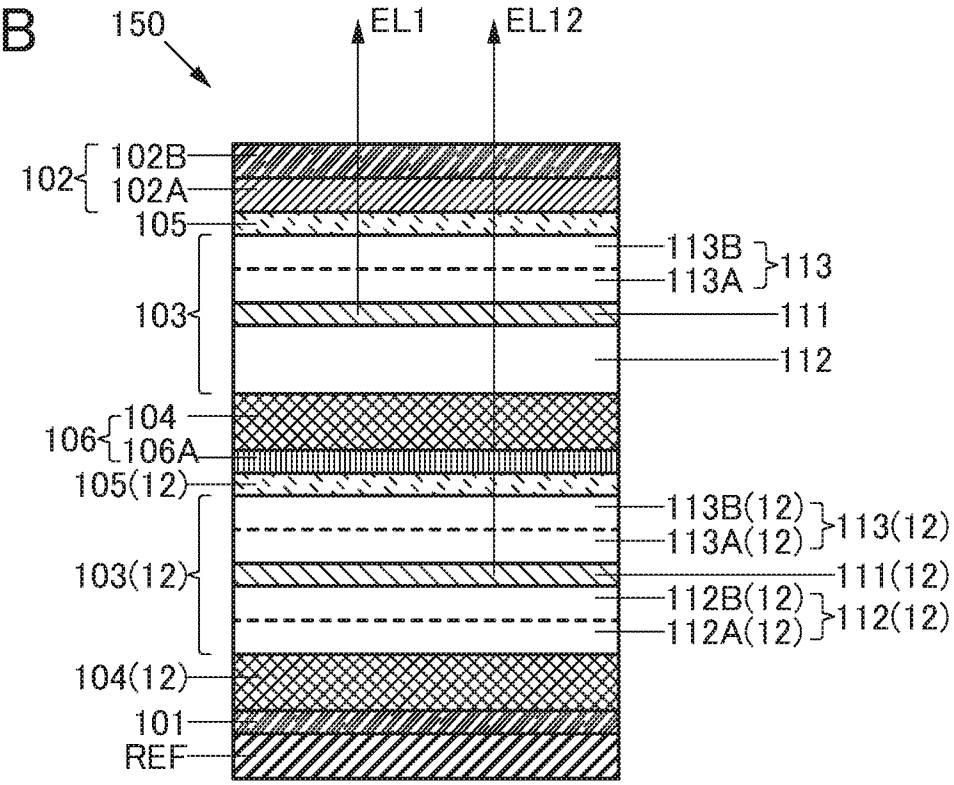

150
EL1
EL12
102
102B
102A
105
103
113B
113A
113
111
112
106
104
106A
105(12)
113B(12)
113A(12)
113(12)
103(12)
111(12)
112B(12)
112A(12)
112(12)
104(12)
101
REF

図45

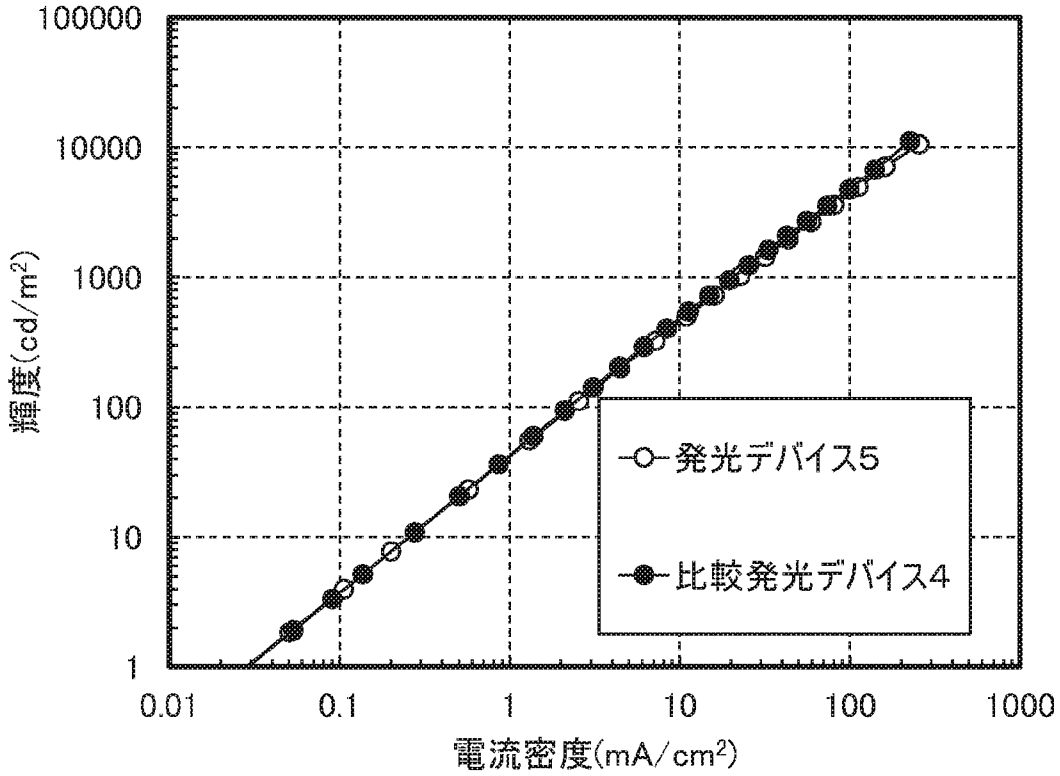

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m²)
0.01
0.1
1
10
100
1000
電流密度(mA/cm²)
発光デバイス5
比較発光デバイス4

図46

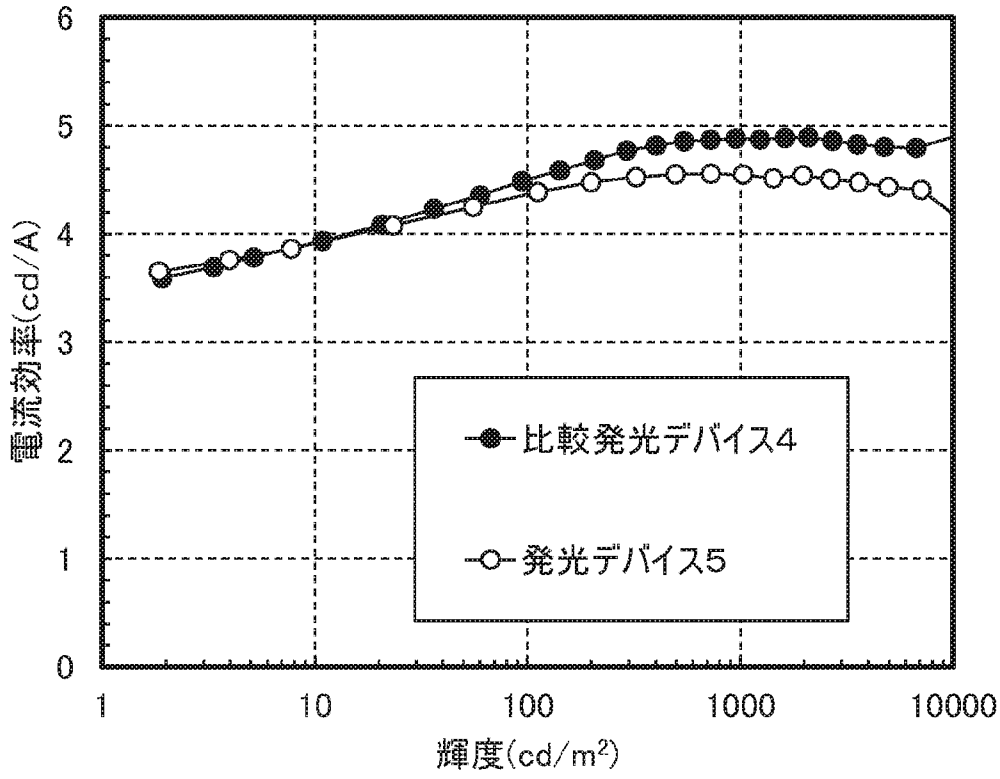

6
5
4
3
2
1
0
電流効率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m²)
比較発光デバイス4
発光デバイス5

図47

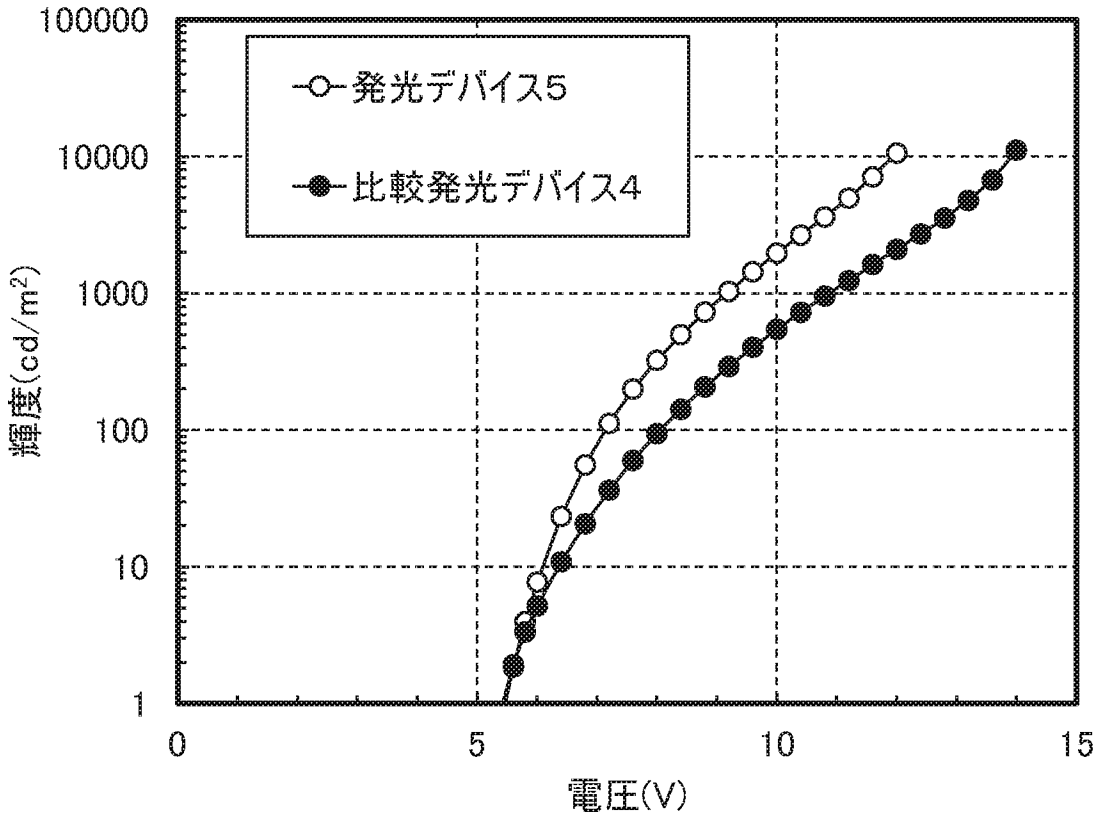

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m²)
発光デバイス5
比較発光デバイス4
0
5
10
15
電圧(V)

図48

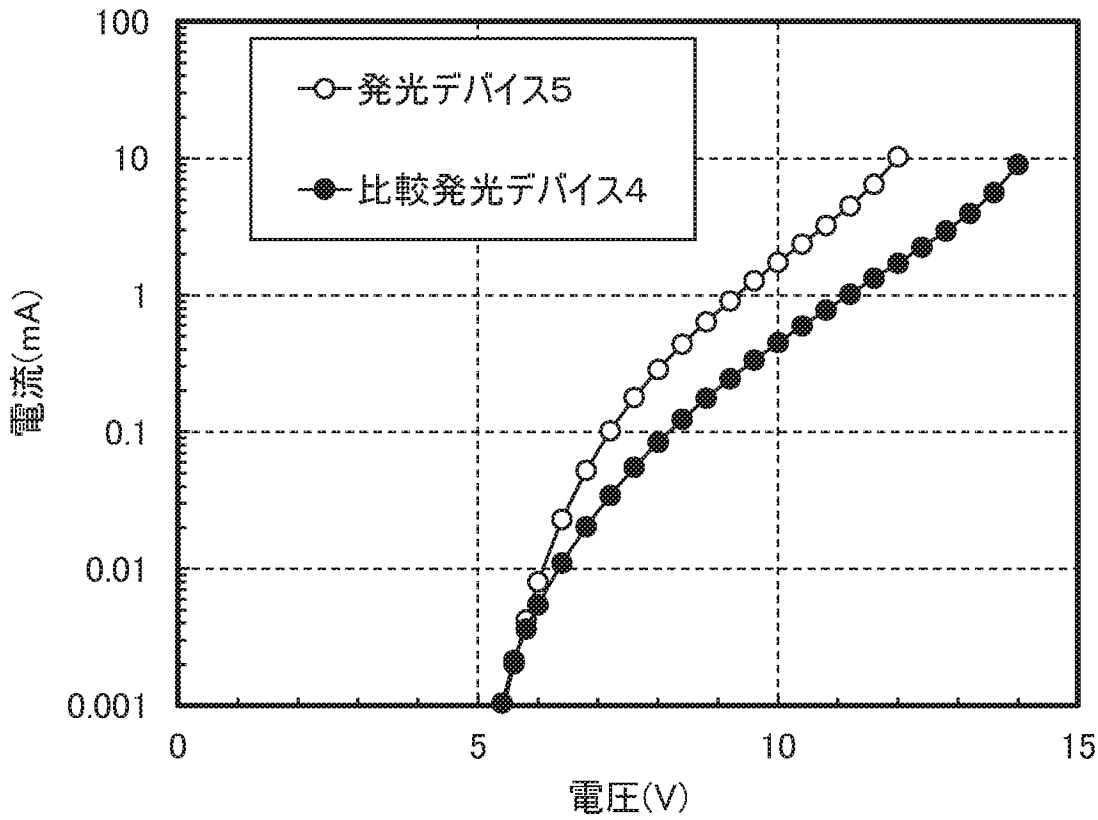

100
10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
発光デバイス5
比較発光デバイス4
0
5
10
15
電圧(V)

図49

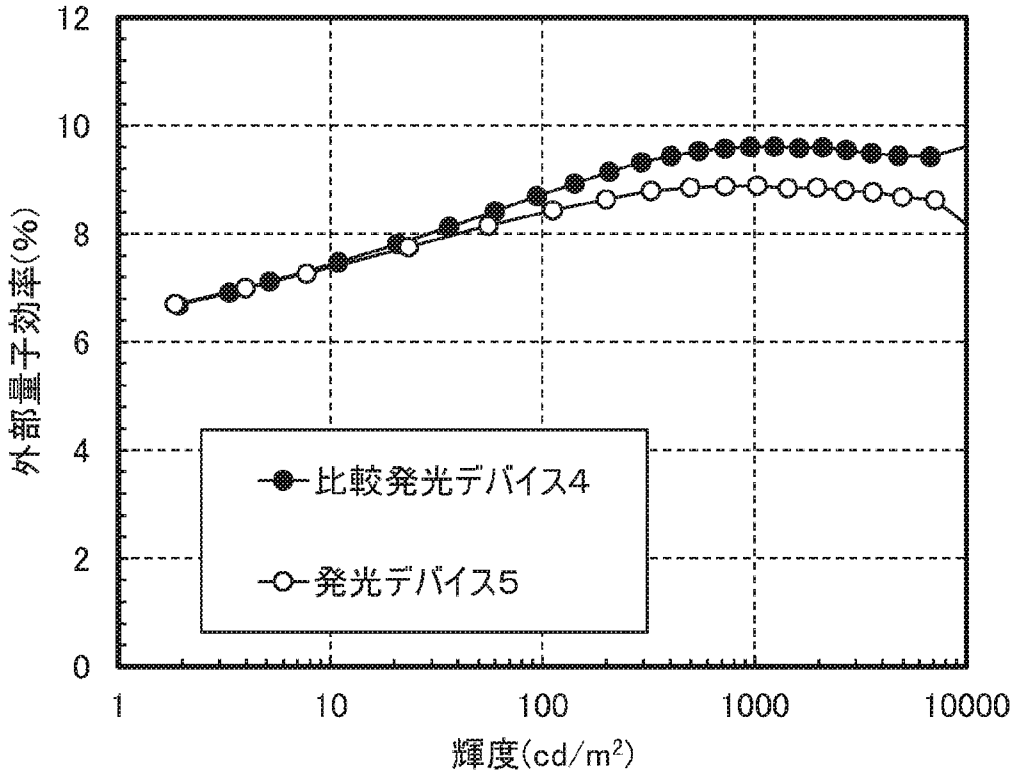

外部量子効率(%)
12
10
8
6
4
2
0
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
比較発光デバイス4
発光デバイス5

図50

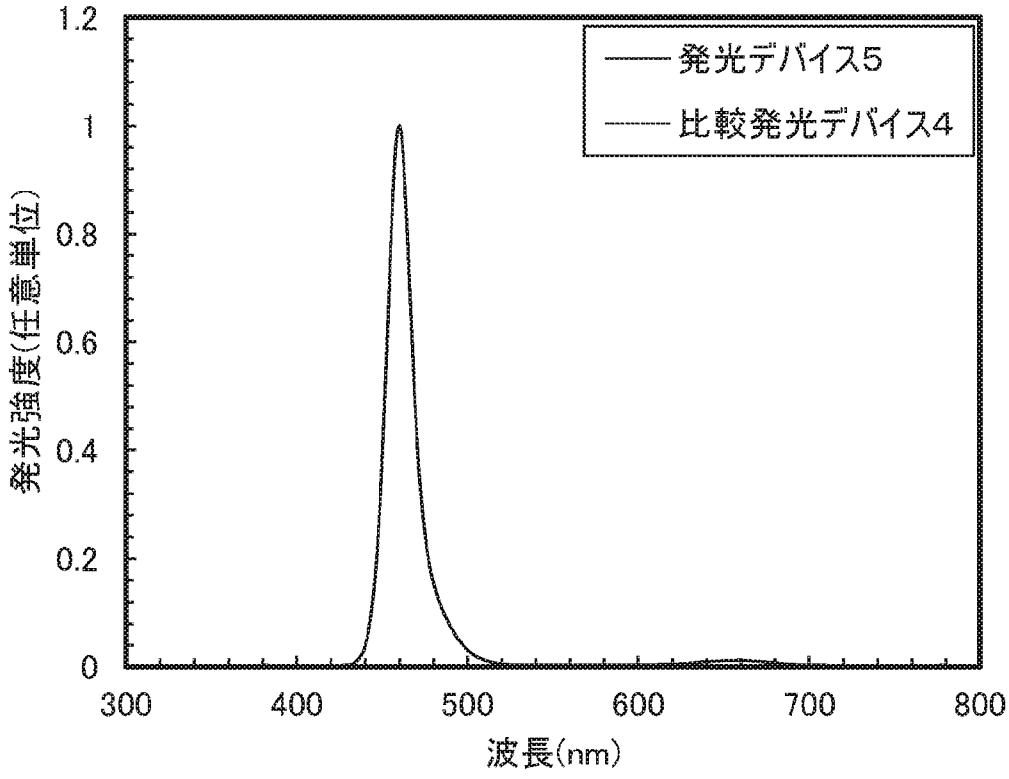
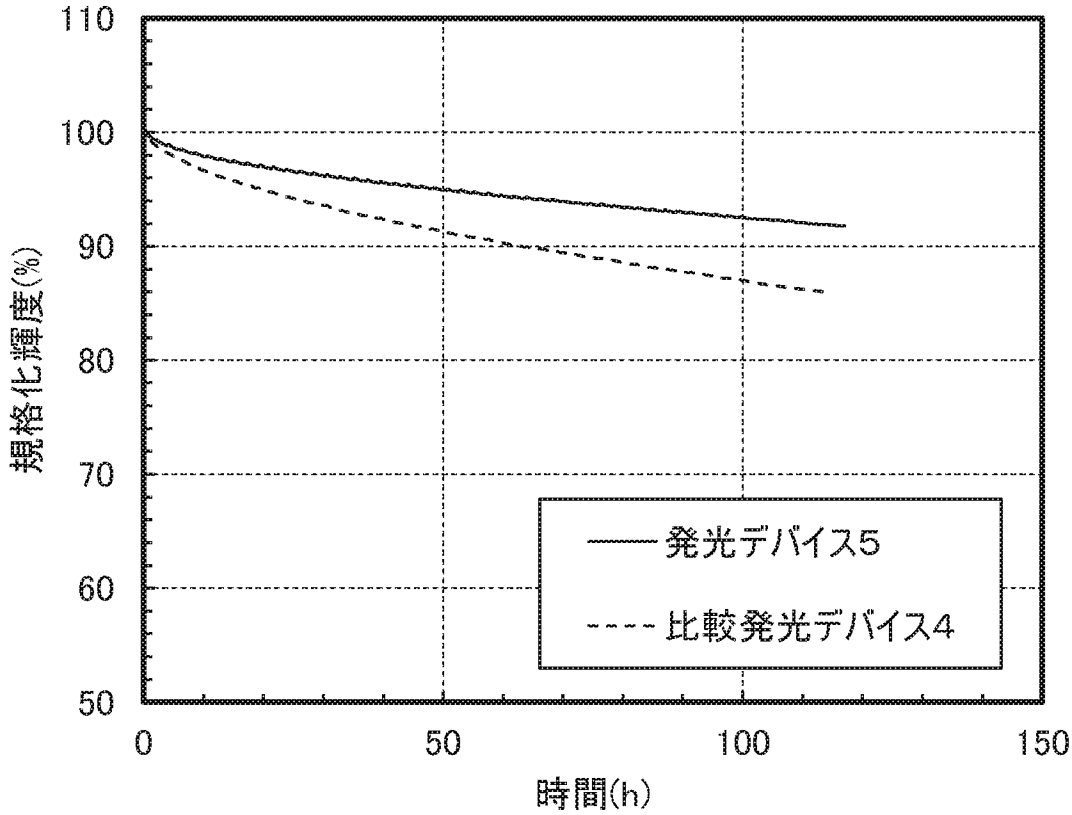

発光強度(任意単位)
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
300
400
500
600
700
800
波長(nm)
発光デバイス5
比較発光デバイス4

図51



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2021/051225

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

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. H01L51/50, H05B33/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
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.
X Y	JP 2002-324680 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 08 November 2002 (2002-11-08), paragraphs [0114]-[0121], [0164]-[0173], [0339]-[0369], fig. 12, 35, 36	1, 4-7 1-7
Y	WO 2019/180545 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 26 September 2019 (2019-09-26), paragraphs [0185]-[0224], [0263]-[0270], fig. 7-13	1-7
A	JP 2017-168796 A (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 21 September 2017 (2017-09-21), paragraph [0219]	1-7
A	US 2017/0069864 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 09 March 2017 (2017-03-09), entire text, all drawings	1-7
A	US 2016/0248030 A1 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 25 August 2016 (2016-08-25), entire text, all drawings	1-7

☐ 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
06 April 2021	13 April 2021

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2021/051225

JP 2002-324680 A	08 November 2002	US 2002/0121860 A1 paragraphs [0156]-[0164], [0209]-[0219], [0400]-[0432], fig. 12, 35, 36 EP 1220339 A2 TW 545080 B KR 2002-0055418 A CN 1362747 A
WO 2019/180545 A1	26 September 2019	TW 201945338 A CN 111868956 A KR 10-2020-0132887 A
JP 2017-168796 A	21 September 2017	US 2016/0336519 A1 paragraph [0256] KR 10-2016-0134501 A
US 2017/0069864 A1	09 March 2017	KR 10-2017-0029708 A entire text, all drawings CN 106505151 A
US 2016/0248030 A1	25 August 2016	WO 2016/033882 A1 entire text, all drawings EP 3190639 A1 CN 104241540 A

国際調査報告

国際出願番号
PCT/IB2021/051225

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 51/50(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i
FI: H05B33/22 C; H05B33/14 A; H05B33/22 B; H05B33/12 C; H05B33/22 A

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））

H01L51/50; H05B33/12

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
X	JP 2002-324680 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 08.11.2002 (2002-11-08) 段落[0114]-[0121], [0164]-[0173], [0339]-[0369], [図１２], [図３５]-[図３６]	1, 4-7
Y		1-7
Y	WO 2019/180545 A1 (株式会社半導体エネルギー研究所) 26.09.2019 (2019-09-26) 段落[0185]-[0224], [0263]-[0270], [図７]-[図１３]	1-7
A	JP 2017-168796 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 21.09.2017 (2017-09-21) 段落[0219]	1-7
A	US 2017/0069864 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 09.03.2017 (2017-03-09) 全文, 全図	1-7
A	US 2016/0248030 A1 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 25.08.2016 (2016-08-25) 全文, 全図	1-7

☐ 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
06.04.2021	13.04.2021

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）
酒井　康博 20 1761
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/IB2021/051225

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2002-324680 A	08.11.2002	US 2002/0121860 A1 段落[0156]-[0164], [0209]-[0219], [0400]-[0432], Figs. 12, 35-36 EP 1220339 A2 TW 545080 B KR 2002-0055418 A CN 1362747 A	
WO 2019/180545 A1	26.09.2019	TW 201945338 A CN 111868956 A KR 10-2020-0132887 A	
JP 2017-168796 A	21.09.2017	US 2016/0336519 A1 段落[0256] KR 10-2016-0134501 A	
US 2017/0069864 A1	09.03.2017	KR 10-2017-0029708 A 全文, 全図 CN 106505151 A	
US 2016/0248030 A1	25.08.2016	WO 2016/033882 A1 全文, 全図 EP 3190639 A1 CN 104241540 A	