(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年10月19日(19.10.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/199152 A1

(51) 国際特許分類:
C07F 15/00 (2006.01) *H10K 50/00* (2023.01)
C09K 11/06 (2006.01) *H10K 50/15* (2023.01)
H05B 33/12 (2006.01) *H10K 59/00* (2023.01)

(21) 国際出願番号： PCT/IB2023/053221

(22) 国際出願日： 2023年3月31日(31.03.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-067292 2022年4月15日(15.04.2022) JP

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

(72) 発明者: 山口知也 (YAMAGUCHI, Tomoya); 〒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). 吉住英子(YOSHIZUMI, Hideko); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 植田藍莉(UEDA, Airi); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 渡部剛吉(WATABE, Takeyoshi); 〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 瀬尾哲史(SEO, Satoshi);

(54) **Title:** ORGANIC COMPOUND, LIGHT-EMITTING DEVICE, AND DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称： 有機化合物、発光デバイス、表示装置

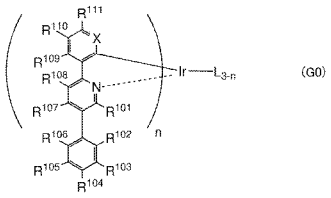
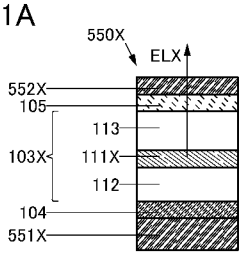


図1A



(57) **Abstract:** Provided is a novel organic compound that is exceptional in terms of convenience, usability, and reliability. An organic compound represented by general formula (G0). In general formula (G0), X is a nitrogen atom or a carbon atom; when X is a carbon atom, X bonds with hydrogen or a substituent; one of R104 and R105 is a cyano group; at least one of R102 and R107 is a C1-6 alkyl group; and each of the rest of R101 to R111 independently is hydrogen or a substituent. Each of the substituents independently is a C1-6 alkyl group, a C3-7 cycloalkyl group, a substituted or

WO 2023/199152 A1

[続葉有]

〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP).

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

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

添付公開書類：

— 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。

unsubstituted C6-13 aryl group, a substituted or unsubstituted C1-5 heteroaryl group, an amino group, or a hydroxy group. Additionally, the substituents may bond to each other to form a ring. Also, n is an integer of 1 to 3, and L is a ligand.

(57) 要約：利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供する。一般式（Ｇ０）で表される有機化合物。ただし、一般式（Ｇ０）において、Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合し、Ｒ１０４およびＲ１０５のいずれか一方は、シアノ基であり、Ｒ１０２およびＲ１０７の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ１０１乃至Ｒ１１１の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。また、ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは配位子である。

明細書

発明の名称

有機化合物、発光デバイス、表示装置

技術分野

［０００１］

本発明の一態様は、有機化合物、発光デバイス、表示装置、電子機器、発光装置、照明装置または半導体装置に関する。

［０００２］

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

背景技術

［０００３］

例えば、ねじれたアリール基を含む新規な有機化合物が知られている。当該有機化合物は、特に、配位子のピリジン部分にねじれたアリール基を有する２－フェニルピリジン配位子を含む。これらの化合物は、有機発光性デバイスにおいて、特に発光性ドーパントとして使用することができる（特許文献１）。

[先行技術文献]

[特許文献]

［０００４］

[特許文献１] ＷＯ２０１０／０２８１５１号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

［０００５］

本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物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デバイスを提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置を提供することを課題の一とする。または、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な照明装置を提供することを課題の一とする。または、新規な有機化合物、新規な発光デバイス、新規な表示装置、新規な電子機器、新規な発光装置、新規な照明装置、または、新規な半導体装置を提供することを課題の一とする。

［０００６］

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。なお、本発明の一態様は、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、

これら以外の課題を抽出することが可能である。

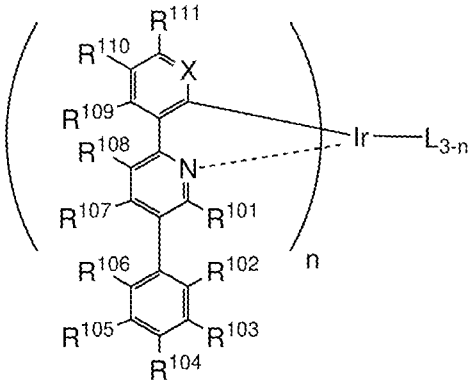
課題を解決するための手段

［０００７］

（１）本発明の一態様は、一般式（Ｇ０）で表される有機化合物である。

［０００８］

［化１］



(G0)

［０００９］

ただし、一般式（Ｇ０）において、Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合する。

［００１０］

また、Ｒ^{104}およびＲ^{105}のいずれか一方はシアノ基であり、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{101}乃至Ｒ^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［００１１］

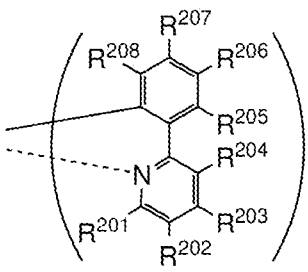
上記の置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。

［００１２］

ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは構造式（Ｌ０）で表される配位子である。

［００１３］

［化２］



(L0)

［００１４］

構造式（Ｌ０）において、Ｒ^{201}乃至Ｒ^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のア

ルキル基であり、また、一般式（Ｇ０）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［００１５］

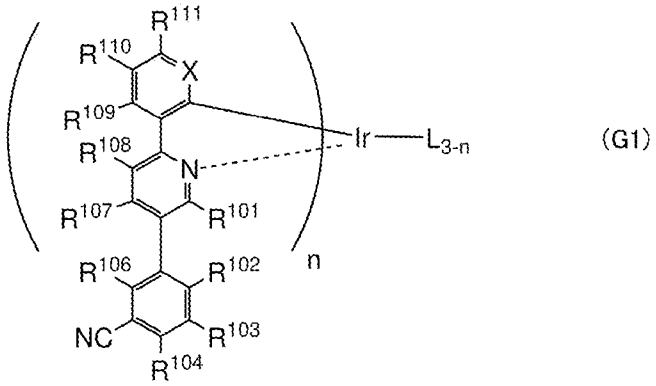
これにより、フェニル基に導入されたシアノ基が分子内の結合エネルギーを安定化することができるため熱物性を向上させることができる。また、フェニル基に導入されたシアノ基が分子軌道のエネルギーを安定化するため発光波長を調節することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［００１６］

（２）また、本発明の一態様は、一般式（Ｇ１）で表される有機化合物である。

［００１７］

［化３］



(G1)

［００１８］

ただし、一般式（Ｇ１）において、Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合する。

［００１９］

また、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{101}乃至Ｒ^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［００２０］

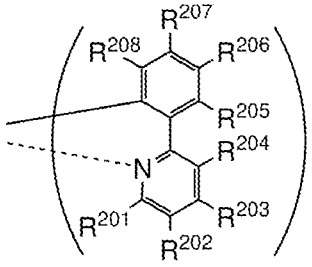
上記の置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。

［００２１］

ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは構造式（Ｌ１）で表される配位子である。

［００２２］

［化４］



(L1)

［００２３］

構造式（Ｌ１）において、Ｒ^{201}乃至Ｒ^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のアルキル基であり、また、一般式（Ｇ１）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［００２４］

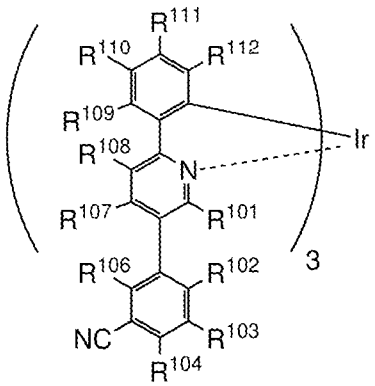
以上のような構成を有する一般式（Ｇ１）で表される有機化合物において、Ｒ^{102}またはＲ^{107}は、シアノ基が導入されたフェニル基とイリジウムが配位するフェニルピリジン骨格の間に、立体障害効果をもたらす。これにより、シアノ基が導入されたフェニル基の自由な回転が抑制され、化合物の熱物性を向上させること、例えば、熱分解を抑制すること、合成反応中での高温加熱により分解を抑制することができ、合成の収率を向上させることができる。また、熱分解することなく昇華する昇華性を向上することができる。また、高温環境下での使用に耐性を発現することができる。また、シアノ基が導入されたフェニル基とイリジウムが配位するフェニルピリジン骨格の間に生じるねじれによって、発光波長を短くすることができる。また、高い発光効率を実現できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［００２５］

（３）また、本発明の一態様は、一般式（Ｇ２）で表される有機化合物である。

［００２６］

［化５］



(G2)

［００２７］

ただし、一般式（Ｇ２）において、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{102}乃至Ｒ^{112}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［００２８］

上記置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成しても

よい。

［００２９］

また、一般式（Ｇ２）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［００３０］

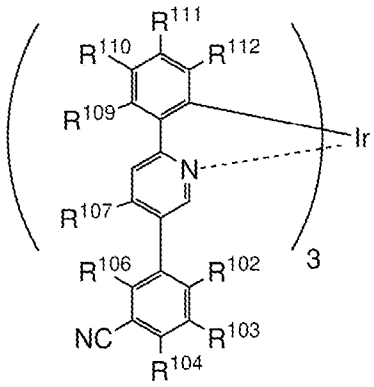
これにより、合成のステップを短縮し、収率を向上することができる。また、分子配向させやすく、発光効率を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［００３１］

（４）また、本発明の一態様は、一般式（Ｇ３）で表される有機化合物である。

［００３２］

［化６］



(G3)

［００３３］

ただし、一般式（Ｇ３）において、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{102}乃至Ｒ^{112}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［００３４］

上記の置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。

［００３５］

また、一般式（Ｇ３）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［００３６］

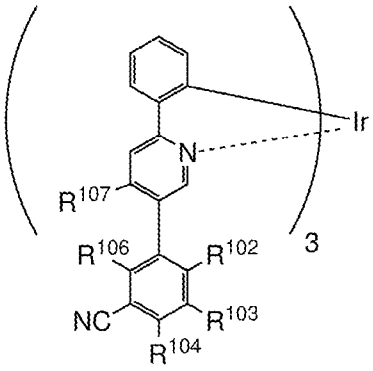
これにより、合成の収率を向上することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［００３７］

（５）また、本発明の一態様は、一般式（Ｇ４）で表される有機化合物である。

［００３８］

［化７］



(G4)

［００３９］

ただし、一般式（Ｇ４）において、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{102}乃至Ｒ^{107}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［００４０］

上記の置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。

［００４１］

また、一般式（Ｇ４）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［００４２］

これにより、ホモレプティック型の構造であっても、熱安定性を高めることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［００４３］

（６）また、本発明の一態様は、第１の電極と、第２の電極と、第１のユニットと、を有する発光デバイスである。第１のユニットは、第１の電極および第２の電極の間に挟まれ、第１のユニットは、上記の有機化合物を含む。

［００４４］

これにより、前記第１のユニットは本発明の一態様の有機化合物を含む。また、本発明の一態様の有機化合物の発光スペクトルは５００ｎｍより短い波長の光を含むため、蛍光性の発光材料と共に用いて、当該蛍光性の発光材料に効率よくエネルギーを移動することができる。また、発光デバイスの輝度が、使用に伴い低下してしまう現象を抑制することができる。また、発光デバイスの信頼性を向上することができる。また、特に室温より高い温度における発光デバイスの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。

［００４５］

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

［００４６］

第１の発光デバイスは、第３の電極、第４の電極、第２のユニットおよび第１の層を備える。第２のユニットは、第３の電極および第４の電極の間に挟まれ、第１の層は、第２のユニットおよび第

３の電極の間に挟まれる。

［００４７］

第２のユニットは上記の有機化合物を含み、第１の層は、ハロゲン基もしくはシアノ基を含む第２の有機化合物または遷移金属酸化物を含む。

［００４８］

第２の発光デバイスは第１の発光デバイスと隣接し、第２の発光デバイスは、第５の電極、第６の電極、第３のユニットおよび第２の層を備える。第５の電極は、第３の電極との間に間隙を備える。また、第３のユニットは第６の電極および第５の電極の間に挟まれ、第３のユニットは、発光性の材料を含む。また、第２の層は、第３のユニットおよび第５の電極の間に挟まれる。

［００４９］

第２の層は、第２の有機化合物または遷移金属酸化物を含み、第２の層は、第１の層との間に、第１の層より膜厚が薄い領域を備え、当該領域は上記の間隙と重なる。

［００５０］

これにより、例えば、膜厚が薄い領域を流れる電流を抑制できる。また、第１の層および第２の層の間を流れる電流を抑制できる。また、第１の発光デバイスの動作に伴い、隣接する第２の発光デバイスが意図せず発光してしまう現象の発生を抑制することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。

［００５１］

（８）また、本発明の一態様は、第１の機能層と、第２の機能層と、を有する表示装置である。

［００５２］

第１の機能層は第２の機能層と重なり、第１の機能層は、第１の画素回路および第２の画素回路を含む。第２の機能層は、第１の発光デバイスおよび第２の発光デバイスを含む。

［００５３］

第１の発光デバイスは、第３の電極、第４の電極および第２のユニットを備え、第２のユニットは、第３の電極および第４の電極の間に挟まれる。第２のユニットは、上記の有機化合物を含む。なお、第３の電極は、第１の画素回路と電気的に接続される。

［００５４］

第２の発光デバイスは、第５の電極、第６の電極および第３のユニットを備え、第３のユニットは、第５の電極および第６の電極の間に挟まれる。なお、第５の電極は、第２の画素回路と電気的に接続され、第６の電極は、第４の電極と電気的に接続される。

［００５５］

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。

［００５６］

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

する場合がある。

発明の効果

［００５７］

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有機化合物を提供することができる。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な表示装置を提供することができる。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な電子機器を提供することができる。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光装置を提供することができる。また、本発明の一態様は、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な照明装置を提供することができる。また、新規な有機化合物を提供することができる。また、新規な発光デバイスを提供することができる。また、新規な表示装置を提供することができる。また、新規な電子機器を提供することができる。また、新規な発光装置を提供することができる。また、新規な照明装置を提供することができる。

［００５８］

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

［００５９］

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

図２Ａおよび図２Ｂは、実施の形態に係る発光デバイスの構成を説明する図である。

図３Ａおよび図３Ｂは、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図４Ａおよび図４Ｂは、実施の形態に係る表示装置の構成を説明する図である。

図５Ａ乃至図５Ｃは、実施の形態に係る装置の構成を説明する図である。

図６は、実施の形態に係る装置の構成を説明する図である。

図７Ａおよび図７Ｂは、実施の形態に係る装置の構成を説明する図である。

図８Ａおよび図８Ｂは、実施の形態に係るアクティブマトリクス型発光装置の構成を説明する図である。

図９Ａおよび図９Ｂは、実施の形態に係るアクティブマトリクス型発光装置の構成を説明する図である。

図１０は、実施の形態に係るアクティブマトリクス型発光装置の構成を説明する図である。

図１１Ａおよび図１１Ｂは、実施の形態に係るパッシブマトリクス型発光装置の構成を説明する図である。

図１２Ａおよび図１２Ｂは、実施の形態に係る照明装置の構成を説明する図である。

図１３Ａ乃至図１３Ｄは、実施の形態に係る電子機器の構成を説明する図である。

図１４Ａ乃至図１４Ｃは、実施の形態に係る電子機器の構成を説明する図である。

図１５は、実施の形態に係る照明装置の構成を説明する図である。

図１６は、実施の形態に係る照明装置の構成を説明する図である。

図１７は、実施の形態に係る車載表示装置および照明装置の構成を説明する図である。

図１８Ａ乃至図１８Ｃは、実施の形態に係る電子機器の構成を説明する図である。

図１９は、実施例に係る有機化合物のプロトンＮＭＲスペクトルを説明する図である。

図２０は、実施例に係る有機化合物の吸収スペクトルおよび発光スペクトルを説明する図である。

図２１は、実施例に係る有機化合物のプロトンＮＭＲスペクトルを説明する図である。

図２２は、実施例に係る有機化合物の吸収スペクトルおよび発光スペクトルを説明する図である。

図２３は、実施例に係る有機化合物のプロトンＮＭＲスペクトルを説明する図である。

図２４は、実施例に係る有機化合物の吸収スペクトルおよび発光スペクトルを説明する図である。

図２５は、実施例に係る有機化合物のプロトンＮＭＲスペクトルを説明する図である。

図２６は、実施例に係る有機化合物の吸収スペクトルおよび発光スペクトル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構成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電流密度－輝度特性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輝度－電流効率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圧－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電圧－電流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輝度－外部量子効率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発光スペクトルを説明する図である。

図３４は、実施例に係る発光デバイスの規格化輝度の経時変化を説明する図である。

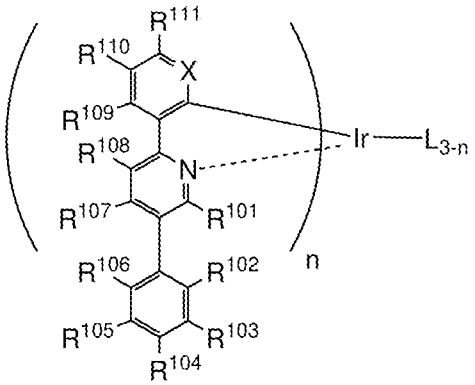
発明を実施するための形態

［００６０］

本発明の一態様の有機化合物は、一般式（Ｇ０）で表される。

［００６１］

［化８］



(G0)

［００６２］

ただし、一般式（Ｇ０）において、Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合する。また、Ｒ^{104}およびＲ^{105}のいずれか一方はシアノ基であり、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{101}乃至Ｒ^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。上記の置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは配位子である。

［００６３］

これにより、R^{102}またはR^{107}は、シアノ基が導入されたフェニル基とイリジウムが配位するフェニルピリジン骨格の間に、立体障害効果をもたらす。また、シアノ基が導入されたフェニル基の自由な回転を抑制し、化合物の熱物性、例えば、熱分解を抑制すること、合成反応中での高温加熱により分解を抑制し、合成の収率を向上させることができる。また、熱分解することなく昇華する昇華性を向上することができる。また、高温環境下での使用に耐性を発現することができる。また、シアノ基が導入されたフェニル基とイリジウムが配位するフェニルピリジン骨格の間に、ねじれが生じる。また、発光波長を短くすることができる。また、高い発光効率を実現できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［００６４］

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。

［００６５］

（実施の形態１）

本実施の形態では、本発明の一態様の有機化合物について説明する。

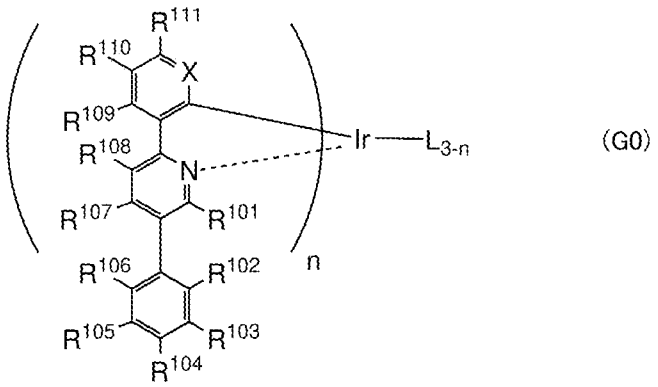
［００６６］

＜有機化合物の例１＞

本実施の形態で説明する本発明の一態様の有機化合物は、一般式（Ｇ０）で表される。

［００６７］

［化９］



(G0)

［００６８］

ただし、一般式（Ｇ０）において、Ｘは窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは水素または置換基と結合する。

［００６９］

R^{101}乃至R^{111}のうち、R^{104}およびR^{105}のいずれか一方はシアノ基であり、R^{102}およびR^{107}の少なくとも一は炭素数１乃至６のアルキル基であり、R^{101}乃至R^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［００７０］

なお、当該水素は重水素に置換されていてもよい。また、炭素数１以上６以下の上記のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソブチル基、ｓｅｃ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基などを挙げることができる。また、当該炭素数１以上６以下のアルキル基の水素は一部または全部が重水素に置換されていてもよい。

［００７１］

また、Ｘが炭素原子であるときにＸと結合する置換基およびR^{101}乃至R^{111}は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基である。また、上記の置換基は、互いに結合して環を形成してもよい。

［００７２］

なお、炭素数１乃至６のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソブチル基、ｓｅｃ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基などを挙げることができる。

［００７３］

また、炭素数３乃至７の上記のシクロアルキル基としては、例えば、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、１－メチルシクロヘキシル基、２，６－ジメチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基などを挙げることができる。なお、これらが置換基を有する場合、当該置換基としては、炭素数１乃至６のアルキル基、フェニル基を挙げることができる。

［００７４］

また、炭素数６乃至１３の上記のアリール基としては、例えば、フェニル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、メシチル基、ｏ－ビフェニル基、ｍ－ビフェニル基、ｐ－ビフェニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、フルオレニルなどを挙げることができる。なお、これらが置換基を有する場合、当該置換基としては、炭素数１乃至６のアルキル基、フェニル基を挙げることができる。

［００７５］

また、炭素数１乃至５の上記のヘテロアリール基としては、例えば、ピリジニル基、ピリミジニル基、ピリダジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基などを挙げることができる。なお、これらが置換基を有する場合、当該置換基としては、炭素数１乃至６のアルキル基、フェニル基を挙げることができる。

［００７６］

また、上記のアミノ基としては、例えば、メチルアミノ基、エチルアミノ基、イソプロピルアミノ基、イソブチルアミノ基、フェニルアミノ基、２，６－ジメチルフェニルアミノ基などを挙げることができる。

［００７７］

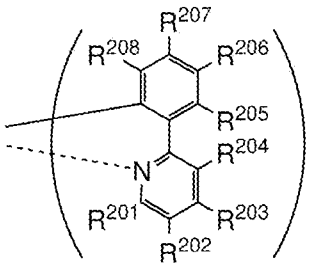
なお、Ｘが炭素原子であるときにＸと結合する置換基およびR^{101}乃至R^{111}に係る上記の説明は、本明細書の全般において、本発明の一態様の有機化合物の当該置換基の説明に援用される。

［００７８］

ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは構造式（Ｌ０）で表される配位子である。

［００７９］

［化１０］



(L0)

［００８０］

ただし、構造式（Ｌ０）において、Ｒ^{201}乃至Ｒ^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のアルキル基である。なお、当該水素は重水素に置換されていてもよい。また、炭素数１以上６以下の上記のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソブチル基、ｓｅｃ－ブチル基、ｔｅｒｔ－ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基などを挙げることができる。また、当該炭素数１以上６以下のアルキル基の水素は一部または全部が重水素に置換されていてもよい。ｎが１または２のとき、例えば、２－フェニルピリジンを配位子Ｌに用いることができる。

［００８１］

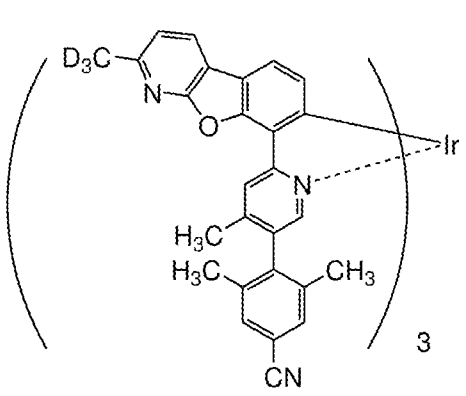
また、一般式（Ｇ０）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［００８２］

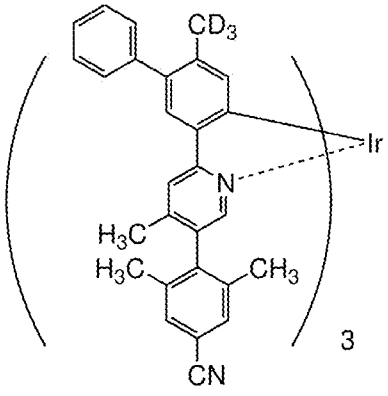
上記構成を有する有機化合物の具体的な例を以下に示す。

［００８３］

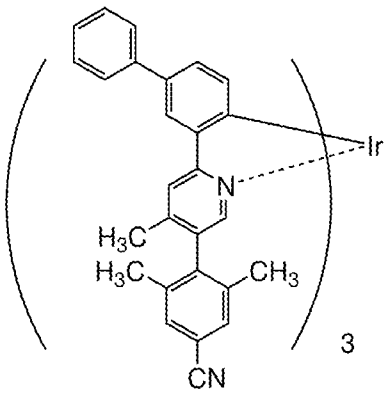
［化１１］



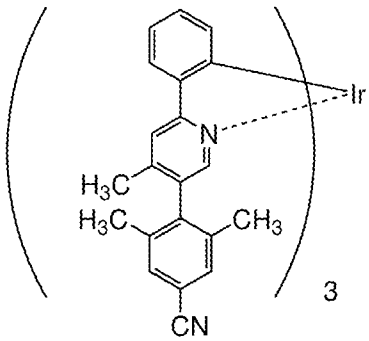
(101)



(102)



(103)



(104)

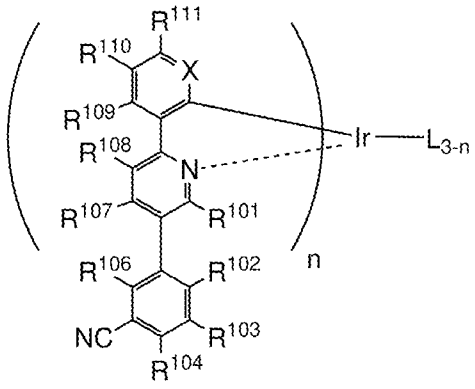
［００８４］

＜有機化合物の例２＞

また、本発明の一態様の有機化合物は、一般式（Ｇ１）で表される。

［００８５］

［化１２］



(G1)

［００８６］

ただし、一般式（Ｇ１）において、Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合する。

［００８７］

R^{102}およびR^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、R^{101}乃至R^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。なお、置換基は互いに結合して環を形成してもよ

い。

［００８８］

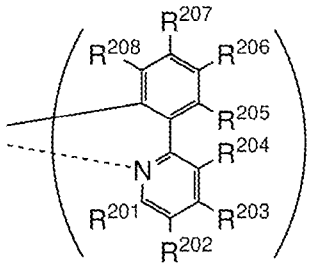
置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基である。

［００８９］

ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは、構造式（Ｌ１）で表される配位子である。

［００９０］

［化１３］



(L1)

［００９１］

ただし、構造式（Ｌ１）において、Ｒ^{201}乃至Ｒ^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のアルキル基である。

［００９２］

また、一般式（Ｇ１）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［００９３］

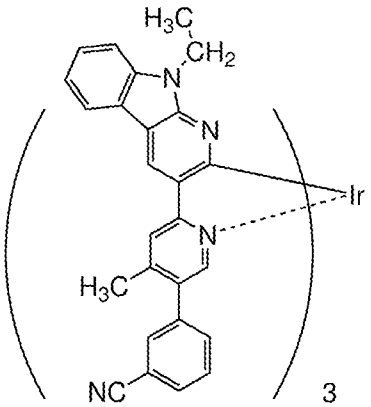
これにより、Ｒ^{102}またはＲ^{107}は、シアノ基が導入されたフェニル基とイリジウムが配位するフェニルピリジン骨格の間に、立体障害効果をもたらす。また、シアノ基が導入されたフェニル基の自由な回転を抑制し、化合物の熱物性を向上させること、例えば、熱分解を抑制すること、合成反応中での高温加熱により分解を抑制することができ、合成の収率を向上させることができる。また、熱分解することなく昇華する昇華性を向上することができる。また、高温環境下での使用に耐性を発現することができる。また、シアノ基が導入されたフェニル基とイリジウムが配位するフェニルピリジン骨格の間に、ねじれが生じる。また、発光波長を短くすることができる。また、高い発光効率を実現できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［００９４］

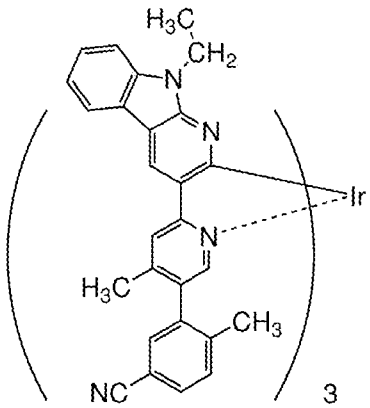
上記構成を有する有機化合物の具体的な例を以下に示す。

［００９５］

［化１４］



(105)



(106)

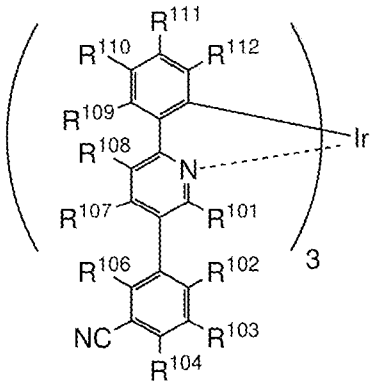
［００９６］

＜有機化合物の例３＞

また、本発明の一態様の有機化合物は、一般式（Ｇ２）で表される。

［００９７］

［化１５］



(G2)

［００９８］

ただし、一般式（Ｇ２）において、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{102}乃至Ｒ^{112}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。なお、置換基は互いに結合して環を形成してもよい。

［００９９］

置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基である。

［０１００］

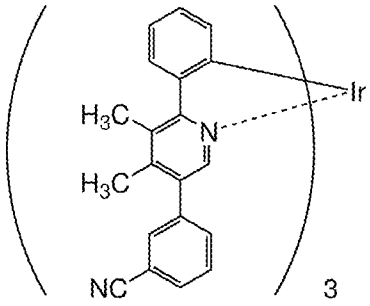
また、一般式（Ｇ２）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［０１０１］

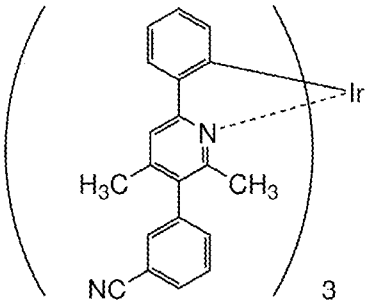
上記構成を有する有機化合物の具体的な例を以下に示す。

［０１０２］

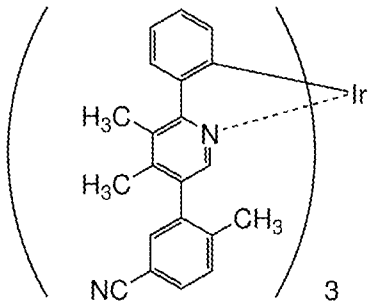
［化１６］



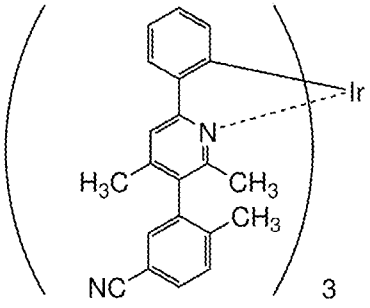
(107)



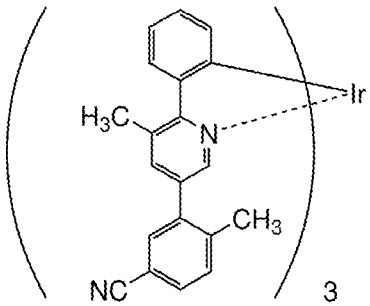
(108)



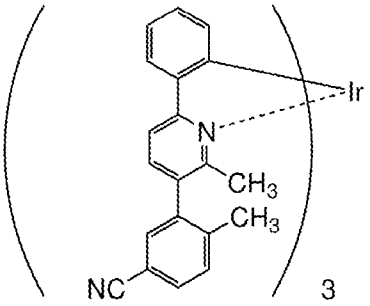
(109)



(110)



(111)



(112)

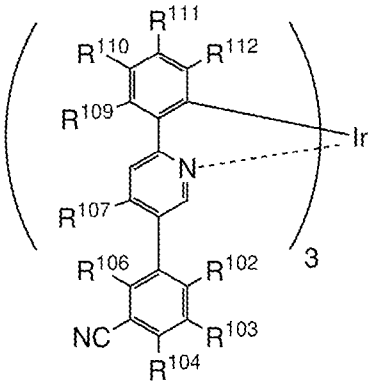
［０１０３］

＜有機化合物の例４＞

また、本発明の一態様の有機化合物は、一般式（Ｇ３）で表される。

［０１０４］

［化１７］



(G3)

［０１０５］

ただし、一般式（Ｇ３）において、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{102}乃至Ｒ^{112}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。なお、置換基は互いに結合して環を形成してもよい。

［０１０６］

置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基である。

［０１０７］

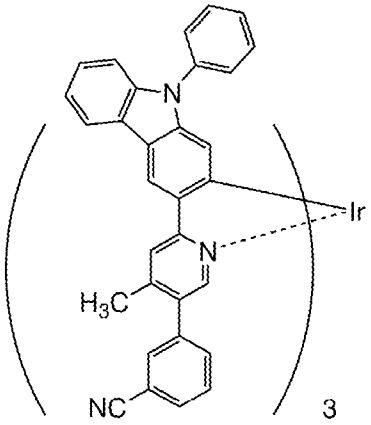
また、一般式（Ｇ３）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［０１０８］

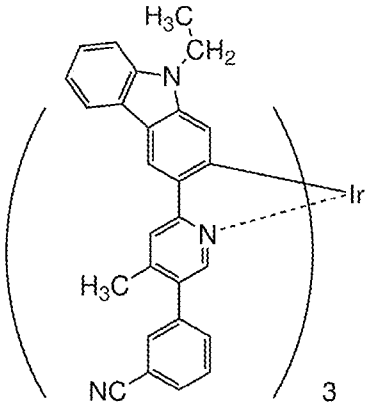
上記構成を有する有機化合物の具体的な例を以下に示す。

［０１０９］

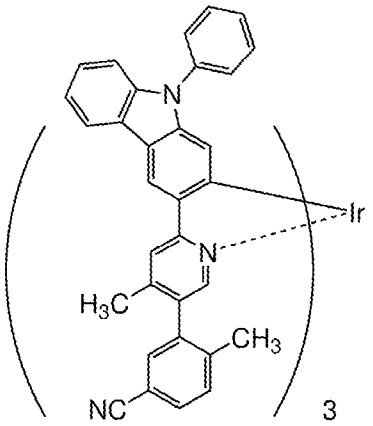
［化１８］



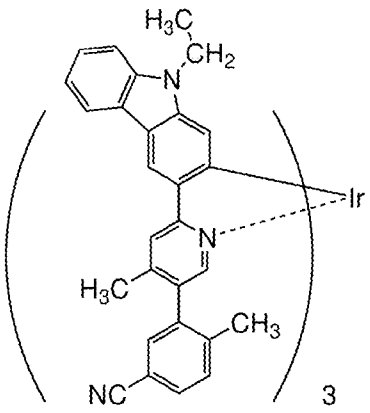
(113)



(114)



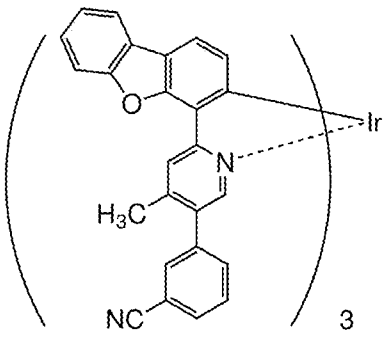
(115)



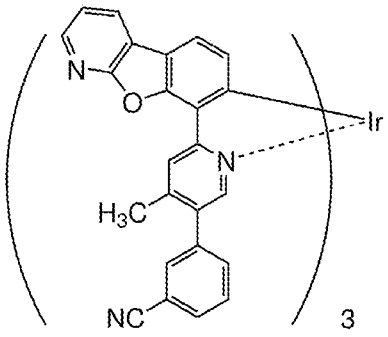
(116)

[0110]

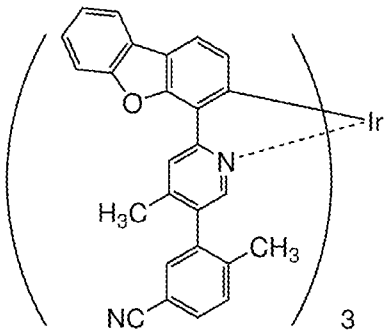
[化19]



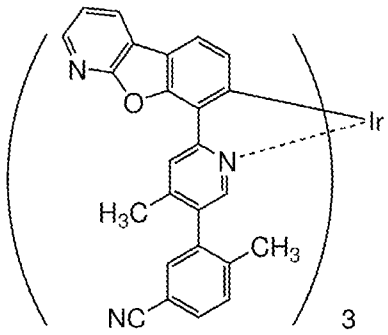
(117)



(118)



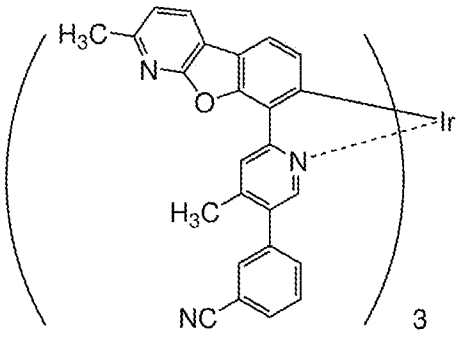
(119)



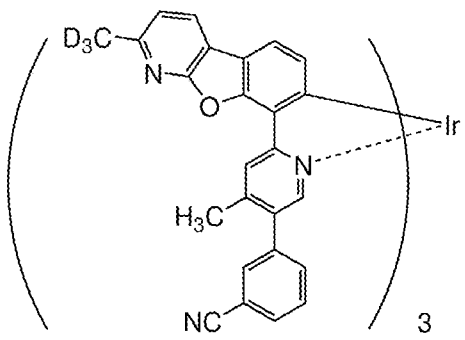
(120)

[０１１１]

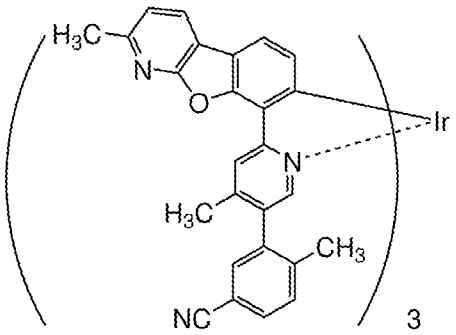
[化２０]



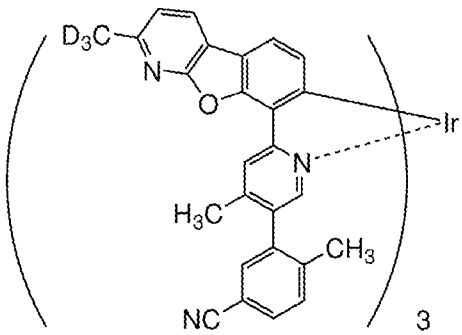
(121)



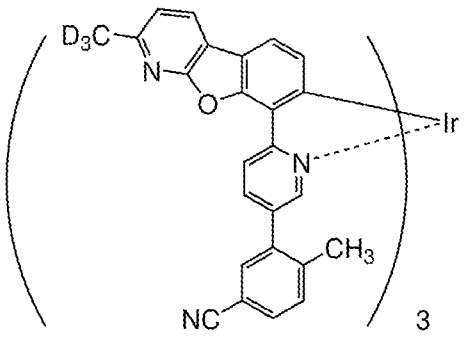
(122)



(123)



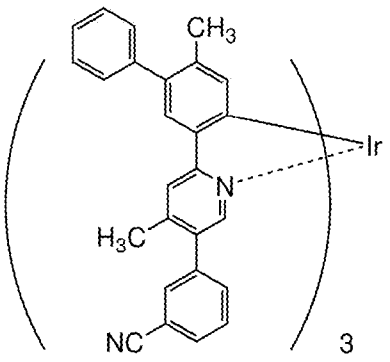
(124)



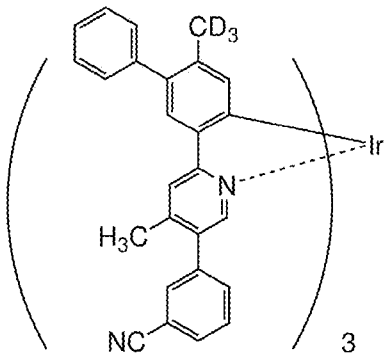
(125)

[0112]

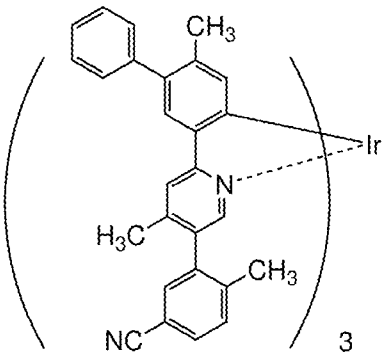
[化21]



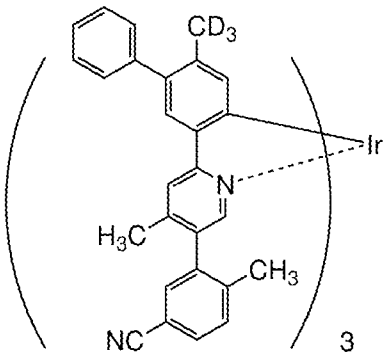
(126)



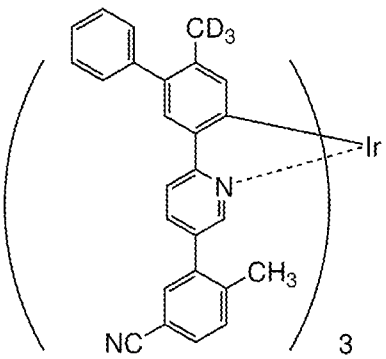
(127)



(128)



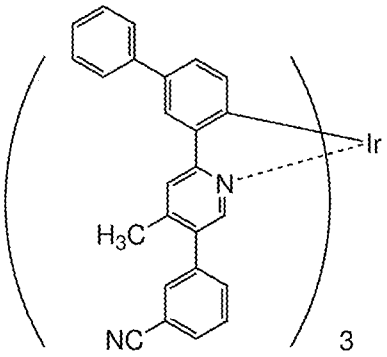
(129)



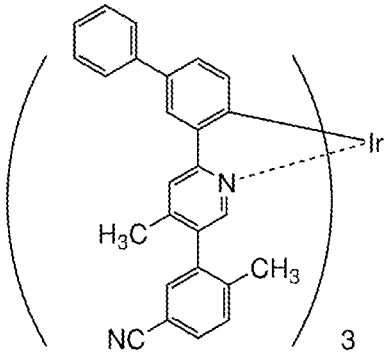
(130)

[０１１３]

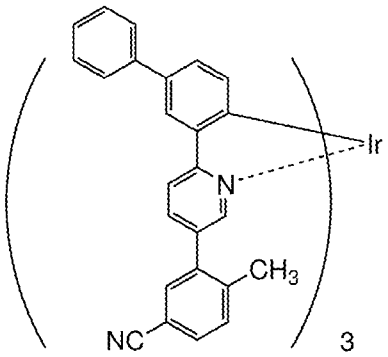
[化２２]



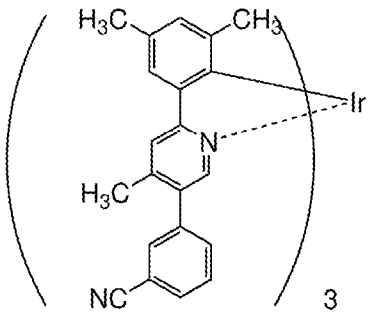
(131)



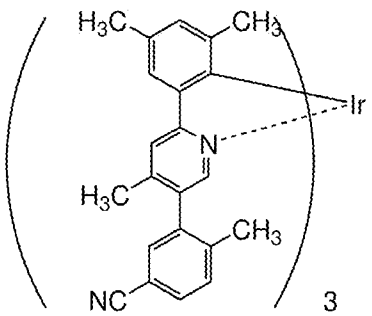
(132)



(133)



(134)



(135)

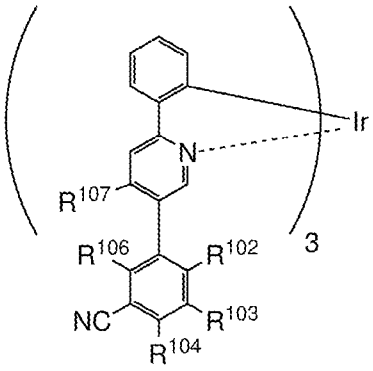
［０１１４］

＜有機化合物の例５＞

また、本発明の一態様の有機化合物は、一般式（Ｇ４）で表される。

［０１１５］

［化２３］



(G4)

［０１１６］

ただし、一般式（Ｇ４）において、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{102}乃至Ｒ^{107}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。なお、置換基は互いに結合して環を形成してもよい。

［０１１７］

置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基である。

［０１１８］

また、一般式（Ｇ４）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［０１１９］

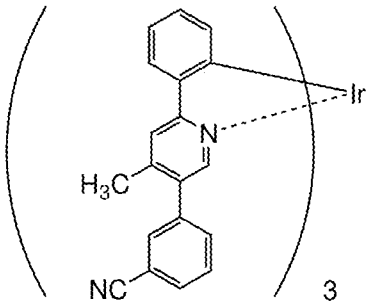
これにより、ホモレプティック型の構造であっても、熱安定性を高めることができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な有機化合物を提供することができる。

［０１２０］

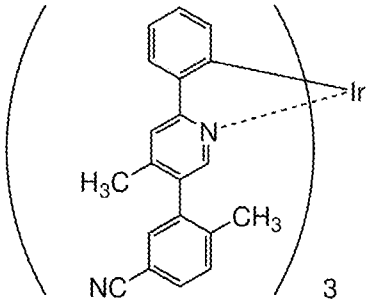
上記構成を有する有機化合物の具体的な例を以下に示す。

［０１２１］

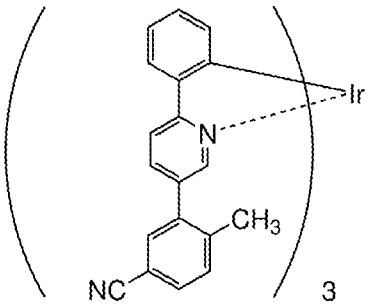
［化２４］



(136)



(137)



(138)

［０１２２］

＜有機化合物の合成方法の例＞

本発明の一態様の有機化合物の合成方法について説明する。なお、合成方法はこれに限定されない。他の合成方法または公知の合成方法を用いても合成することができる。

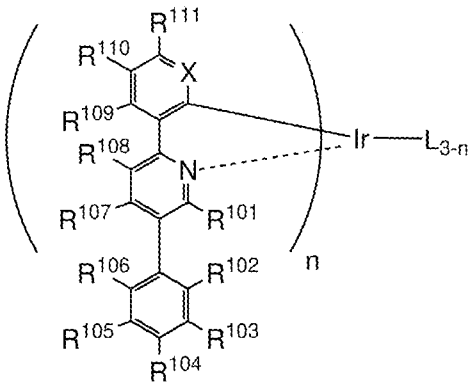
［０１２３］

《一般式（Ｇ０）で表される有機化合物の合成方法》

下記一般式（Ｇ０）で表される有機化合物は、以下のような合成スキーム（ａ）で示す方法により合成することができる。

［０１２４］

［化２５］



(G0)

［０１２５］

ただし、一般式（Ｇ０）において、Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合する。

［０１２６］

また、Ｒ^{104}およびＲ^{105}のいずれか一方はシアノ基であり、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{101}乃至Ｒ^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［０１２７］

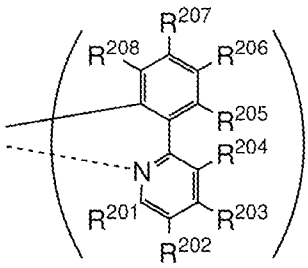
上記の置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。

［０１２８］

なお、ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは構造式（Ｌ０）で表される配位子である。

［０１２９］

［化２６］



(L0)

［０１３０］

ただし、構造式（Ｌ０）において、Ｒ^{201}乃至Ｒ^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のアルキル基であり、また、一般式（Ｇ０）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［０１３１］

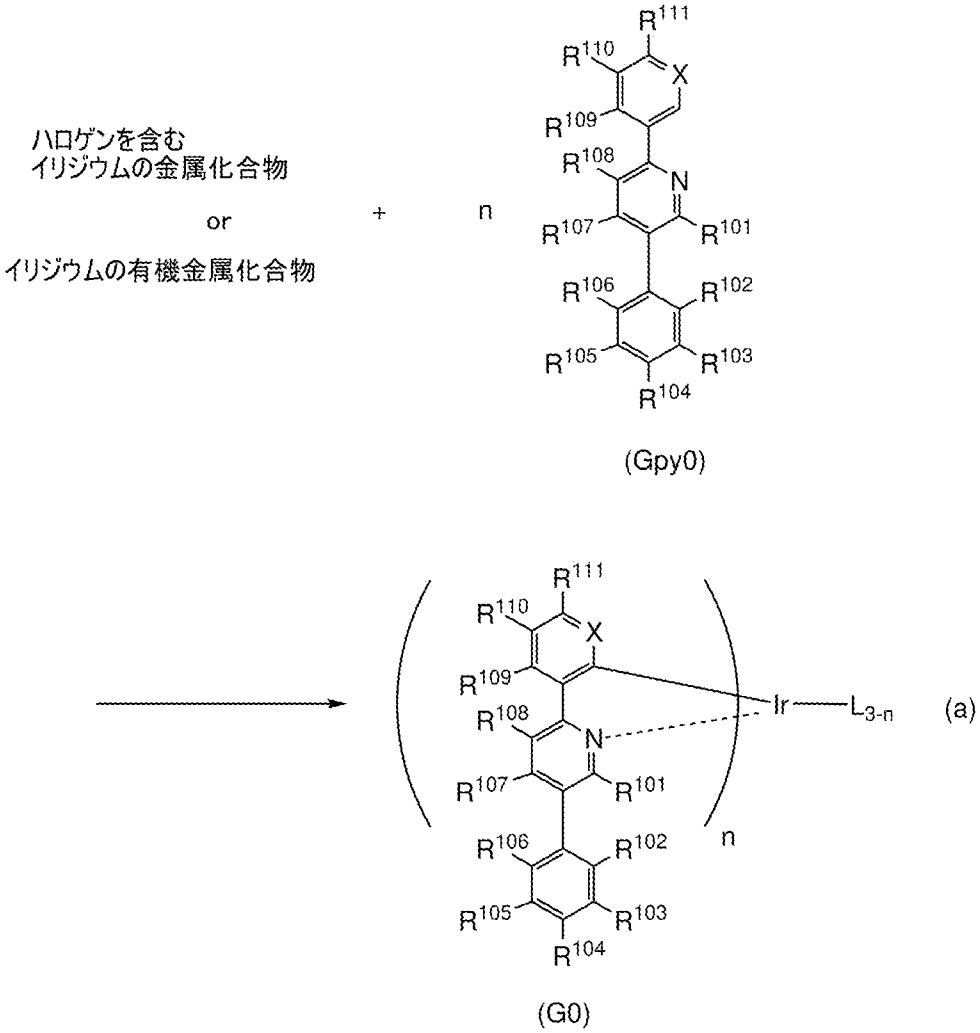
例えば、合成スキーム（ａ）に示すように、一般式（Ｇｐｙ０）で表されるピリジン誘導体と、ハロゲンを含むイリジウムの金属化合物（塩化イリジウム水和物、ヘキサクロロイリジウム酸アンモニウム等）、またはイリジウムの有機金属錯体化合物（アセチルアセトナト錯体、ジエチルスルフィド錯体等）とを混合した後、加熱することにより、一般式（Ｇ０）で表される有機化合物を合成することができる。

［０１３２］

また、一般式（Ｇｐｙ０）で表されるピリジン誘導体と、ハロゲンを含むイリジウムの金属化合物、またはイリジウムの有機金属錯体化合物とをアルコール系溶媒（グリセロール、エチレングリコール、２－メトキシエタノール、２－エトキシエタノール等）に溶解した後、加熱することにより、一般式（Ｇ０）で表される有機化合物を合成することもできる。

［０１３３］

［化２７］



［０１３４］

上記合成スキーム（ａ）において、Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合する。

［０１３５］

また、Ｒ^{104}およびＲ^{105}のいずれか一方はシアノ基であり、Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、Ｒ^{101}乃至Ｒ^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基である。

［０１３６］

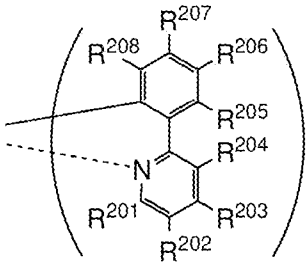
上記の置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、また、互いに結合して環を形成してもよい。

［０１３７］

ｎは１以上３以下の整数であり、Ｌは構造式（Ｌ０）で表される配位子である。

［０１３８］

［化２８］



(L0)

［０１３９］

構造式（Ｌ０）において、Ｒ^{201}乃至Ｒ^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のアルキル基であり、また、一般式（Ｇ０）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［０１４０］

なお、上述の化合物（Ｇｐｙ０）、（Ｌ０）は、様々な種類が市販されているか、あるいは合成可能であるため、一般式（Ｇ０）で表されるピリジン誘導体は数多くの種類を合成することができる。したがって、本発明の一態様である有機金属錯体は、その配位子のバリエーションが豊富であるという特徴がある。

［０１４１］

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。

［０１４２］

（実施の形態２）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス５５０Ｘの構成について、図１Ａおよび図１Ｂを参照しながら説明する。

［０１４３］

図１Ａは、本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する断面図であり、図１Ｂは、本発明の一態様の発光デバイスに用いる材料のエネルギー準位を説明するダイアグラムである。

［０１４４］

＜発光デバイス５５０Ｘの構成例＞

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

［０１４５］

＜ユニット１０３Ｘの構成例＞

ユニット１０３Ｘは単層構造または積層構造を備える。例えば、ユニット１０３Ｘは、層１１１Ｘ、層１１２および層１１３を備える（図１Ａ参照）。ユニット１０３Ｘは光ＥＬＸを射出する機能を備える。

［０１４６］

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

［０１４７］

例えば、発光層、正孔輸送層、電子輸送層、キャリアブロック層、などの機能を有する層から選択した層を、ユニット１０３Ｘに用いることができる。また、正孔注入層、電子注入層、励起子ブロ

ック層および電荷発生層などの機能層から選択した層を、ユニット１０３Ｘに用いることができる。

［０１４８］

《層１１２の構成例》

例えば、正孔輸送性を有する材料を、層１１２に用いることができる。また、層１１２を正孔輸送層ということができる。なお、層１１１Ｘに含まれる発光性の材料より大きいバンドギャップを備える材料を、層１１２に用いる構成が好ましい。これにより、層１１１Ｘにおいて生じる励起子から層１１２へのエネルギー移動を、抑制することができる。

［０１４９］

［正孔輸送性を有する材料］

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

［０１５０］

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

［０１５１］

芳香族アミン骨格を有する化合物としては、例えば、４，４’－ビス［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＮＰＢ）、Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－Ｎ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－４，４’－ジアミノビフェニル（略称：ＴＰＤ）、４，４’－ビス（９，９’－スピロビ［９Ｈ－フルオレン］－２－イル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－４，４’－ジアミノビフェニル（略称：ＢＳＰＢ）、４－フェニル－４’－（９－フェニルフルオレン－９－イル）トリフェニルアミン（略称：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］－９，９’－スピロビ［９Ｈ－フルオレン］－２－アミン（略称：ＰＣＢＡＳＦ）、等を用いることができる。

［０１５２］

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）、９，９’－ジフェニル－９Ｈ，９’Ｈ－３，３’－ビカルバゾール（略称：ＰＣＣＰ）、等を用いることができる。

［０１５３］

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。

［０１５４］

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。

［０１５５］

《層１１３の構成例》

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

［０１５６］

［電子輸送性を有する材料］

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

［０１５７］

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

［０１５８］

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。

［０１５９］

π電子不足型複素芳香環骨格を有する有機化合物としては、例えば、ポリアゾール骨格を有する複素環化合物、ジアジン骨格を有する複素環化合物、ピリジン骨格を有する複素環化合物、トリアジン骨格を有する複素環化合物等を用いることができる。特に、ジアジン骨格を有する複素環化合物またはピリジン骨格を有する複素環化合物は、信頼性が良好であり好ましい。また、ジアジン（ピ

リミジンまたはピラジン）骨格を有する複素環化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧を低減することができる。

［０１６０］

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。

［０１６１］

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。

［０１６２］

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。

［０１６３］

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

［０１６４］

［アントラセン骨格を有する材料］

アントラセン骨格を有する有機化合物を、層１１３に用いることができる。特に、アントラセン骨格と複素環骨格の両方を含む有機化合物を好適に用いることができる。

［０１６５］

例えば、アントラセン骨格と含窒素５員環骨格の両方を含む有機化合物を、層１１３に用いることができる。または、２つの複素原子を環に含む含窒素５員環骨格とアントラセン骨格の両方を含む有機化合物を、層１１３に用いることができる。具体的には、ピラゾール環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、等を当該複素環骨格に好適に用いることができる。

［０１６６］

また、例えば、アントラセン骨格と含窒素６員環骨格の両方を含む有機化合物を、層１１３に用いることができる。または、２つの複素原子を環に含む含窒素６員環骨格とアントラセン骨格の両方を含む有機化合物を、層１１３に用いることができる。具体的には、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環等を当該複素環骨格に好適に用いることができる。

［０１６７］

［混合材料の構成例］

また、複数種の物質を混合した材料を、層１１３に用いることができる。具体的には、アルカリ金属、アルカリ金属化合物またはアルカリ金属錯体と、電子輸送性を有する物質とを含む混合材料を、層１１３に用いることができる。なお、電子輸送性を有する材料の最高被占軌道（ＨＯＭＯ：Ｈｉｇｈｅｓｔ　ｏｃｃｕｐｉｅｄ　ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　ｏｒｂｉｔａｌ）準位が－６．０ｅＶ以上であるとより好ましい。

［０１６８］

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

［０１６９］

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

［０１７０］

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

［０１７１］

なお、別途説明する複合材料を層１０４に用いる構成と組み合わせて、当該混合材料を層１１３に好適に用いることができる。例えば、電子受容性を有する物質と正孔輸送性を有する材料の複合材料を層１０４に用いることができる。具体的には、電子受容性を有する物質と、－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下の比較的深いＨＯＭＯ準位ＨＭ１を有する物質との複合材料を、層１０４に用いることができる（図１Ｂ参照）。このような複合材料を層１０４に用いる構成と組み合わせて、当該混合材料を層１１３に用いることにより、発光デバイスの信頼性を向上することができる。

［０１７２］

また、当該混合材料を層１１３に用いて上記複合材料を層１０４に用いる構成に、さらに、正孔輸送性を有する材料を層１１２に用いる構成を組み合わせると好ましい。例えば、上記比較的深いＨＯＭＯ準位ＨＭ１に対して、－０．２ｅＶ以上０ｅＶ以下の範囲にＨＯＭＯ準位ＨＭ２を有する物質を、層１１２に用いることができる（図１Ｂ参照）。これにより、発光デバイスの信頼性を向上

することができる。なお、本明細書等において、上記の発光デバイスをＲｅｃｏｍｂｉｎａｔｉｏｎ－Ｓｉｔｅ　Ｔａｉｌｏｒｉｎｇ　Ｉｎｊｅｃｔｉｏｎ構造（ＲｅＳＴＩ構造）と呼称する場合がある。

［０１７３］

《層１１１Ｘの構成例１》

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

［０１７４］

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

［０１７５］

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

［０１７６］

発光性の材料として、例えば、りん光発光物質を用いることができる。これにより、キャリアの再結合により生じたエネルギーを、発光性の材料から光ＥＬＸとして放出することができる（図１Ａ参照）。

［０１７７］

［りん光発光物質］

りん光発光物質を層１１１Ｘに用いることができる。例えば、実施の形態１において説明する本発明の一態様の有機化合物を層１１１Ｘに用いることができる。

［０１７８］

例えば、｛２－［５－（メチル－ｄ３）－４－フェニル－２－ピリジニル－κＮ］フェニル－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）$_2$（５ｍ４ｄｐｐｙ－ｄ３））、ビス｛２－［５－（メチル－ｄ３）－４－フェニル－２－ピリジニル－κＮ］フェニル－κＣ｝［２－（２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（５ｍ４ｄｐｐｙ－ｄ３）$_2$（ｐｐｙ））、または、｛２－［４－（３，５－ジ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－５－（メチル－ｄ３）－２－ピリジニル－κＮ］フェニル－κＣ｝ビス｛２－［４－（メチル－ｄ３）－５－（２－メチルプロピル－１，１－ｄ２）－２－ピリジニル－κＮ］フェニル－κＣ｝イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（５ｉＢｕ４ｍｐｐｙ－ｄ５）$_2$（４ｍｍｔＢｕｐ５ｍｐｐｙ－ｄ３））、等を層１１１Ｘに用いることができる。

［０１７９］

層１１１Ｘは本発明の一態様の有機化合物を含む。これにより、シアノ基が導入されたフェニル基の自由な回転が抑制され、化合物の熱物性を向上させること、例えば、熱分解を抑制することがで

きる。また、熱分解することなく昇華する昇華性を向上することができる。また、高温環境下での使用に耐性を発現することができる。また、シアノ基が導入されたフェニル基とイリジウムが配位するフェニルピリジン骨格の間に生じるねじれによって、発光波長を短くすることができる。また、高い発光効率を実現できる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な発光デバイスを提供することができる。

［０１８０］

《層１１１Ｘの構成例２》

キャリア輸送性を備える材料をホスト材料に用いることができる。例えば、正孔輸送性を有する材料、電子輸送性を有する材料、熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ：Ｔｈｅｒｍａｌｌｙ　Ａｃｔｉｖａｔｅｄ　Ｄｅｌａｙｅｄ　Ｆｌｕｏｒｅｓｃｅｎｃｅ）を示す物質、アントラセン骨格を有する材料およびこれらから選ばれる２以上の混合材料等をホスト材料に用いることができる。なお、層１１１Ｘに含まれる発光性の材料より大きいバンドギャップを備える材料を、ホスト材料に用いる構成が好ましい。これにより、層１１１Ｘにおいて生じる励起子からホスト材料へのエネルギー移動を、抑制することができる。

［０１８１］

［正孔輸送性を有する材料］

正孔移動度が、１×１０^{-6}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上である材料を、正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。例えば、層１１２に用いることができる正孔輸送性を有する材料を、ホスト材料に用いることができる。

［０１８２］

［電子輸送性を有する材料］

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

［０１８３］

［混合材料の構成例１］

また、複数種の物質を混合した材料を、ホスト材料に用いることができる。例えば、電子輸送性を有する材料と正孔輸送性を有する材料を、混合材料に用いることができる。混合材料に含まれる正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の重量比の値は、（正孔輸送性を有する材料／電子輸送性を有する材料）＝（１／１９）以上（１９／１）以下とすればよい。これにより、層１１１Ｘ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。

［０１８４］

［混合材料の構成例２］

本発明の一態様の有機化合物を、ホスト材料に用いることができる。本発明の一態様の有機化合物はりん光発光物質であり、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。

［０１８５］

これにより、本発明の一態様の有機化合物の発光スペクトルは５００ｎｍより短い波長の光を含むため、当該発光スペクトルと重なる領域を有する吸収スペクトルを備える蛍光性の発光材料、例え

ば、発光色が緑色の蛍光性の発光材料と共に用いて、当該蛍光性の発光材料に効率よくエネルギーを移動することができる。また、発光デバイスの輝度が、使用に伴い低下してしまう現象を抑制することができる。また、発光デバイスの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。

［０１８６］

［混合材料の構成例３］

励起錯体を形成する材料を含む混合材料を、ホスト材料に用いることができる。例えば、形成される励起錯体の発光スペクトルが、発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なる材料を、ホスト材料に用いることができる。具体的には、電子輸送性を有する材料と正孔輸送性を有する材料を含む混合材料を、励起錯体を形成する材料に用いることができる。これにより、エネルギー移動がスムーズとなり、発光効率を向上することができる。または、駆動電圧を抑制することができる。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質（燐光材料）へのエネルギー移動であるＥｘＴＥＴ（Ｅｘｃｉｐｌｅｘ－Ｔｒｉｐｌｅｔ　Ｅｎｅｒｇｙ　Ｔｒａｎｓｆｅｒ）を用いた発光を効率よく得ることができる。

［０１８７］

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

［０１８８］

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

［０１８９］

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。

［０１９０］

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。

［０１９１］

（実施の形態３）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス５５０Ｘの構成について、図１Ａおよび図１Ｂを参照しながら説明する。

［０１９２］

＜発光デバイス５５０Ｘの構成例＞

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

［０１９３］

＜電極５５１Ｘの構成例＞

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

［０１９４］

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

［０１９５］

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

［０１９６］

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

［０１９７］

特に、４．０ｅＶ以上の仕事関数を備える材料を電極５５１Ｘに好適に用いることができる。

［０１９８］

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

［０１９９］

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

［０２００］

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。

［０２０１］

《層１０４の構成例１》

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

［０２０２］

例えば、正孔移動度が、電界強度Ｖ／ｃｍの平方根が６００であるときに、１×１０^{-3}ｃｍ／Ｖｓ以下である材料を層１０４に用いることができる。また、$１\times１０^{4}\Omega$・ｃｍ以上$１\times１０^{7}\Omega$・ｃｍ以下の電気抵抗率を備える膜を、層１０４に用いることができる。また、好ましくは、層１０４は、$５\times１０^{4}\Omega$・ｃｍ以上$１\times１０^{7}\Omega$・ｃｍ以下の電気抵抗率を備え、より好ましくは、$１\times１０^{5}\Omega$・ｃｍ以上$１\times１０^{7}\Omega$・ｃｍ以下の電気抵抗率を備える。

［０２０３］

《層１０４の構成例２》

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

［０２０４］

［電子受容性を有する物質］

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

［０２０５］

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

［０２０６］

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：Ｆ４－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、等を用いることができる。

［０２０７］

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

［０２０８］

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

［０２０９］

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。

［０２１０］

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

［０２１１］

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

［０２１２］

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。

［０２１３］

［複合材料の構成例１］

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

［０２１４］

例えば、芳香族アミン骨格を有する化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、ビニル基を有している芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、デンドリマー、ポリマー等）などを、複合材料の正孔輸送性を有する材料に用いることができる。また、正孔移動度が、１×１０^{-6}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上である材料を、複合材料の正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。例えば、層１１２に用いることができる正孔輸送性を有する材料を複合材料に用いることができる。

［０２１５］

また、比較的深いＨＯＭＯ準位を有する物質を、複合材料の正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。具体的には、ＨＯＭＯ準位が－５．７ｅＶ以上－５．４ｅＶ以下であると好ましい。これにより、ユニット１０３Ｘへの正孔の注入を容易にすることができる。また、層１１２への正孔の注入を容易にすることができる。また、発光デバイス５５０Ｘの信頼性を向上することができる。

［０２１６］

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

［０２１７］

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

［０２１８］

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

［０２１９］

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。

［０２２０］

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。

［０２２１］

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

［０２２２］

これらの材料としては、例えば、Ｎ－（４－ビフェニル）－６，Ｎ－ジフェニルベンゾ［ｂ］ナフト［１，２－ｄ］フラン－８－アミン（略称：ＢｎｆＡＢＰ）、Ｎ，Ｎ－ビス（４－ビフェニル）－６－フェニルベンゾ［ｂ］ナフト［１，２－ｄ］フラン－８－アミン（略称：ＢＢＡＢｎｆ）、４，４’－ビス（６－フェニルベンゾ［ｂ］ナフト［１，２－ｄ］フラン－８－イル）－４’’－フェニルトリフェニルアミン（略称：ＢｎｆＢＢ１ＢＰ）、Ｎ，Ｎ－ビス（４－ビフェニル）ベンゾ［ｂ］ナフト［１，２－ｄ］フラン－６－アミン（略称：ＢＢＡＢｎｆ（６））、Ｎ，Ｎ－ビス（４－ビフェニル）ベンゾ［ｂ］ナフト［１，２－ｄ］フラン－８－アミン（略称：ＢＢＡＢｎｆ（８））、Ｎ，Ｎ－ビス（４－ビフェニル）ベンゾ［ｂ］ナフト［２，３－ｄ］フラン－４－アミン（略称：ＢＢＡＢｎｆ（ＩＩ）（４））、Ｎ，Ｎ－ビス［４－（ジベンゾフラン－４－イル）フェニル］－４－アミノ－ｐ－ターフェニル（略称：ＤＢｆＢＢ１ＴＰ）、Ｎ－［４－（ジベンゾチオフェン－４－イル）フェニル］－Ｎ－フェニル－４－ビフェニルアミン（略称：ＴｈＢＡ１ＢＰ）、４－（２－ナフチル）－４’，４’’－ジフェニルトリフェニルアミン（略称：ＢＢＡβＮＢ）、４－［４－（２－ナフチル）フェニル］－４’，４’’－ジフェニルトリフェニルアミン（略称：ＢＢＡβＮＢｉ）、４，４’－ジフェニル－４’’－（６；１’－ビナフチル－２－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＢＡαＮβＮＢ）、４，４’－ジフェニル－４’’－（７；１’－ビナフチル－２－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＢＡαＮβＮＢ－０３）、４，４’－ジフェニル－４’’－（７－フェニル）ナフチル－２－イルトリフェニルアミン（略称：ＢＢＡＰβＮＢ－０３）、４，４’－ジフェニル－４’’－（６；２’－ビナフチル－２－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＢＡ（βＮ２）Ｂ）、４，４’－ジフェニル－４’’－（７；２’－ビナフチル－２－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＢＡ（βＮ２）Ｂ－０３）、４，４’－ジフェニル－４’’－（４；２’－ビナフチル－１－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＢＡβＮαＮＢ）、４，４’－ジフェニル－４’’－（５；２’－ビナフチル－１－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＢＡβＮαＮＢ－０２）、４－（４－ビフェニリル）－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－［４’－（カルバゾール－９－イル）ビフェニル－４－イル］－４’－（２－ナフチル）－４’’－フェニルトリフェニルアミン（略称：ＹＧＴＢｉβＮＢ）、Ｎ－［４－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）フェニル］－Ｎ－［４－（１－ナフチル）フェニル］－９，９’－スピロビ［９Ｈ－フルオレン］－２－アミン（略称：ＰＣＢＮＢＳＦ）、Ｎ，Ｎ－ビス（［１，１’－ビフェニル］－４－イル）－９，９’－スピロビ［９Ｈ－フルオレン］－２－アミン（略称：ＢＢＡＳＦ）、Ｎ，Ｎ－ビス（［１，１’－ビフェニル］－４－イル）－９，９’－スピロビ［９Ｈ－フルオレン］－４－アミン（略称：ＢＢＡＳＦ（４））、Ｎ－（１，１’－ビフェニル－２－イル）－Ｎ－（９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－イル）－９，９’－スピロビ［９Ｈ－フルオレン］－４－アミン（略称：ｏＦＢｉＳＦ）、Ｎ－（ビフェニル－４－イル）－Ｎ－（９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－イル）ジベンゾフラン－４－アミン（略称：ＦｒＢｉＦ）、Ｎ－［４－（１－ナフチル）フェニル］－Ｎ－［３－（６－フェニルジベンゾフラン－４－イル）フェニル］－１－ナフチルアミン（略称：ｍＰＤＢｆＢＮＢＮ）、４－フェニル－４’－（９－フェニルフルオレン－９－イル）トリフェニルアミン（略称：ＢＰＡＦＬＰ）、４－フェニル－３’－（９－フェニルフルオレン－９－イル）トリフェニルアミン（略称：ｍＢＰＡＦＬＰ）、４－フェニル－４’－［４－（９－フェニルフルオレン－９－イル）フェニル］トリフェニルアミン（略称：ＢＰＡＦＬＢｉ）、４－フェニル－４’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＡ１ＢＰ）、４，４’－ジフェニル－４’’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＢｉ１ＢＰ）、４－（１－ナフチル）－４’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＡＮＢ）、４，４’－ジ（１－ナフチル）－４’’－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）トリフェニルアミン（略称：ＰＣＢＮＢＢ）、Ｎ－フェニル－Ｎ－［４－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）フェニル］－９，９’－スピロビ［９Ｈ－フルオレン］－２－アミン（略称：ＰＣＢＡＳＦ）、Ｎ－（１，１’－ビフェニル－４－イル）－Ｎ－［４－（９－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）フェニル］－９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－アミン（略称：ＰＣＢＢｉＦ）、Ｎ，Ｎ－ビス（９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－イル）－９，９’－スピロビ－９Ｈ－フルオレン－４－アミン、Ｎ，Ｎ－ビス（９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－イル）－９，９’－スピロビ－９Ｈ－フルオレン－３－アミン、Ｎ，Ｎ－ビス（９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－イル）－９，９’－スピロビ－９Ｈ－フルオレン－２－アミン、Ｎ，Ｎ－ビス（９，９－ジメチル－９Ｈ－フルオレン－２－イル）－９，９’－スピロビ－９Ｈ－フルオレン－１－アミン、等を用いることができる。

［０２２３］

［複合材料の構成例２］

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

向上することができる。

［０２２４］

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。

［０２２５］

（実施の形態４）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス５５０Ｘの構成について、図１Ａおよび図１Ｂを参照しながら説明する。

［０２２６］

＜発光デバイス５５０Ｘの構成例＞

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

［０２２７］

＜電極５５２Ｘの構成例＞

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

［０２２８］

例えば、実施の形態３において説明する電極５５１Ｘに用いることができる材料を、電極５５２Ｘに用いることができる。特に、電極５５１Ｘより仕事関数が小さい材料を電極５５２Ｘに好適に用いることができる。具体的には、仕事関数が３．８ｅＶ以下である材料が好ましい。

［０２２９］

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

［０２３０］

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

［０２３１］

《層１０５の構成例》

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

［０２３２］

具体的には、電子供与性を有する物質を、層１０５に用いることができる。または、電子供与性を有する物質と電子輸送性を有する材料を複合した材料を、層１０５に用いることができる。または、エレクトライドを、層１０５に用いることができる。これにより、例えば、電極５５２Ｘから電子を注入しやすくすることができる。または、仕事関数が小さい材料だけでなく、仕事関数の大きい材料を電極５５２Ｘに用いることができる。または、仕事関数に依らず、広い範囲の材料から、電

極５５２Ｘに用いる材料を選ぶことができる。具体的には、Ａｌ、Ａｇ、ＩＴＯ、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５５２Ｘに用いることができる。または、発光デバイス５５０Ｘの駆動電圧を小さくすることができる。

［０２３３］

［電子供与性を有する物質］

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

［０２３４］

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

［０２３５］

アルカリ土類金属化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）としては、フッ化カルシウム（CaF_2）、等を用いることができる。

［０２３６］

［複合材料の構成例１］

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

［０２３７］

［電子輸送性を有する材料］

例えば、電界強度Ｖ／ｃｍの平方根が６００である条件において、電子移動度が1×10^{-7}ｃｍ^2／Ｖｓ以上、5×10^{-5}ｃｍ^2／Ｖｓ以下である材料を、電子輸送性を有する材料に好適に用いることができる。これにより、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。

［０２３８］

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

［０２３９］

［複合材料の構成例２］

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

［０２４０］

［複合材料の構成例３］

例えば、非共有電子対を備える第１の有機化合物および第１の金属を含む複合材料を、層１０５に用いることができる。また、第１の有機化合物の電子数と第１の金属の電子数の合計が奇数であると好ましい。また、第１の有機化合物１モルに対する第１の金属のモル比率は、好ましくは０．１以上１０以下、より好ましくは０．２以上２以下、さらに好ましくは０．２以上０．８以下である。

［０２４１］

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

［０２４２］

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

［０２４３］

［非共有電子対を備える有機化合物］

例えば、電子輸送性を有する材料を、非共有電子対を備える有機化合物に用いることができる。例えば、電子不足型複素芳香環を有する化合物を用いることができる。具体的には、ピリジン環、ジアジン環（ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環）、トリアジン環の少なくとも一つを有する化合物を用いることができる。これにより、発光デバイス５５０Ｘの駆動電圧を低減することができる。

［０２４４］

なお、非共有電子対を備える有機化合物の最低空軌道（ＬＵＭＯ：Ｌｏｗｅｓｔ　Ｕｎｏｃｃｕｐｉｅｄ　Ｍｏｌｅｃｕｌａｒ　Ｏｒｂｉｔａｌ）準位が、－３．６ｅＶ以上－２．３ｅＶ以下であると好ましい。また、一般にＣＶ（サイクリックボルタンメトリ）、光電子分光法、光吸収分光法、逆光電子分光法等により、有機化合物のＨＯＭＯ準位及びＬＵＭＯ準位を見積もることができる。

［０２４５］

例えば、４，７－ジフェニル－１，１０－フェナントロリン（略称：ＢＰｈｅｎ）、２，９－ジ（２－ナフチル）－４，７－ジフェニル－１，１０－フェナントロリン（略称：ＮＢＰｈｅｎ）、ジキノキサリノ［２，３－ａ：２’，３’－ｃ］フェナジン（略称：ＨＡＴＮＡ）、２，４，６－トリス［３’－（ピリジン－３－イル）ビフェニル－３－イル］－１，３，５－トリアジン（略称：ＴｍＰＰＰｙＴｚ）、２，２’－（１，３－フェニレン）ビス（９－フェニル－１，１０－フェナントロリン）（略称：ｍＰＰｈｅｎ２Ｐ）等を、非共有電子対を備える有機化合物に用いることができる。なお、ＮＢＰｈｅｎはＢＰｈｅｎと比較して、高いガラス転移温度（Ｔｇ）を備え、耐熱性に優れる。

［０２４６］

また、例えば、銅フタロシアニンを、非共有電子対を備える有機化合物に用いることができる。なお、銅フタロシアニンの電子数は奇数である。

［０２４７］

［第１の金属］

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

［０２４８］

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

［０２４９］

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

［０２５０］

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

［０２５１］

［エレクトライド］

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

［０２５２］

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

［０２５３］

（実施の形態５）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス５５０Ｘの構成について、図２Ａを参照しながら説明する。

［０２５４］

図２Ａは本発明の一態様の発光デバイスの構成を説明する断面図である。

［０２５５］

＜発光デバイス５５０Ｘの構成例＞

また、本実施の形態で説明する発光デバイス５５０Ｘは、電極５５１Ｘと、電極５５２Ｘと、ユニット１０３Ｘと、層１０６と、を有する（図２Ａ参照）。電極５５２Ｘは、電極５５１Ｘと重なる領域を備え、ユニット１０３Ｘは、電極５５１Ｘおよび電極５５２Ｘの間に挟まれる領域を備える。層１０６は、電極５５２Ｘおよびユニット１０３Ｘの間に挟まれる領域を備える。

［０２５６］

《層１０６の構成例１》

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

［０２５７］

例えば、実施の形態３において説明する層１０４に用いることができる正孔注入性を有する材料を

層１０６に用いることができる。具体的には、複合材料を層１０６に用いることができる。

［０２５８］

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

［０２５９］

《層１０６の構成例２》

層１０６＿１および層１０６＿２を積層した積層膜を、層１０６に用いることができる。層１０６＿１は、ユニット１０３Ｘおよび電極５５２Ｘの間に挟まれる領域を備え、層１０６＿２は、ユニット１０３Ｘおよび層１０６＿１の間に挟まれる領域を備える。

［０２６０］

《層１０６＿１の構成例》

例えば、実施の形態３において説明する層１０４に用いることができる正孔注入性を有する材料を層１０６＿１に用いることができる。具体的には、複合材料を層１０６＿１に用いることができる。また、1×10^{4}［Ω・ｃｍ］以上1×10^{7}［Ω・ｃｍ］以下の電気抵抗率を備える膜を、層１０６＿１に用いることができる。また、好ましくは、層１０６＿１は、5×10^{4}［Ω・ｃｍ］以上1×10^{7}［Ω・ｃｍ］以下の電気抵抗率を備え、より好ましくは、1×10^{5}［Ω・ｃｍ］以上1×10^{7}［Ω・ｃｍ］以下の電気抵抗率を備える。

［０２６１］

《層１０６＿２の構成例》

例えば、実施の形態４において説明する層１０５に用いることができる材料を、層１０６＿２に用いることができる。

［０２６２］

《層１０６の構成例３》

層１０６＿１、層１０６＿２および層１０６＿３を積層した積層膜を、層１０６に用いることができる。層１０６＿３は、層１０６＿１および層１０６＿２の間に挟まれる領域を備える。

［０２６３］

《層１０６＿３の構成例》

例えば、電子輸送性を有する材料を層１０６＿３に用いることができる。また、層１０６＿３を電子リレー層ということができる。層１０６＿３を用いると、層１０６＿３の陽極側に接する層を、層１０６＿３の陰極側に接する層から遠ざけることができる。層１０６＿３の陽極側に接する層と、層１０６＿３の陰極側に接する層の間の相互作用を軽減することができる。層１０６＿３の陽極側に接する層に電子をスムーズに供給することができる。

［０２６４］

層１０６＿３の陰極側に接する層に含まれる電子受容性を有する物質のＬＵＭＯ準位と、層１０６＿３の陽極側に接する層に含まれる物質のＬＵＭＯ準位の間に、ＬＵＭＯ準位を備える物質を、層１０６＿３に好適に用いることができる。

［０２６５］

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準位を備える材料を、層１０６＿３に用いることができる。

［０２６６］

具体的には、フタロシアニン系の材料を層１０６＿３に用いることができる。例えば、銅フタロシアニン（略称：ＣｕＰｃ）または、金属－酸素結合および芳香族配位子を有する金属錯体を層１０６＿３に用いることができる。

［０２６７］

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。

［０２６８］

（実施の形態６）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイス５５０Ｘの構成について、図２Ｂを参照しながら説明する。

［０２６９］

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

［０２７０］

＜発光デバイス５５０Ｘの構成例＞

本実施の形態で説明する発光デバイス５５０Ｘは、電極５５１Ｘと、電極５５２Ｘと、ユニット１０３Ｘと、層１０６と、ユニット１０３Ｘ２と、を有する（図２Ｂ参照）。

［０２７１］

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

［０２７２］

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

［０２７３］

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

［０２７４］

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

［０２７５］

《ユニット１０３Ｘ２の構成例１》

ユニット１０３Ｘ２は、層１１１Ｘ２、層１１２＿２および層１１３＿２を備える。層１１１Ｘ２は、層１１２＿２および層１１３＿２の間に挟まれる。

［０２７６］

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

［０２７７］

《ユニット１０３Ｘ２の構成例２》

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

［０２７８］

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

［０２７９］

《層１０６の構成例》

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

［０２８０］

＜発光デバイス５５０Ｘの作製方法＞

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

［０２８１］

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

［０２８２］

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。また、酸化インジウムに対し１ｗｔ％以上２０ｗｔ％以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いて、スパッタリング法により、酸化インジウム－酸化亜鉛膜を形成することができる。また、酸化インジウムに対し酸化タングステンを０．５ｗｔ％以上５ｗｔ％以下、酸化亜鉛を０．１ｗｔ％以上１ｗｔ％以下含有したターゲットを用いて、スパッタリング法により酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（ＩＷＺＯ）膜を形成することができる。

［０２８３］

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。

［０２８４］

（実施の形態７）

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

［０２８５］

図３Ａは、本発明の一態様の表示装置７００の構成を説明する断面図であり、図３Ｂは、図３Ａとは異なる本発明の一態様の表示装置７００の構成を説明する断面図である。

［０２８６］

なお、本明細書において、１以上の整数を値にとる変数を符号に用いる場合がある。例えば、１以

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

［０２８７］

＜表示装置７００の構成例１＞

本実施の形態で説明する表示装置７００は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）と、発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）と、を有する（図３Ａ参照）。発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）と隣接する。

［０２８８］

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

［０２８９］

《発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の構成例》

発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）は、電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と、電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）と、ユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）と、を有する。電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と重なり、ユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）は、電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。また、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）は層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）および層１０５Ｘ（ｉ，ｊ）を有し、層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）はユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）の間に挟まれ、層１０５Ｘ（ｉ，ｊ）は電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）およびユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。なお、ユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）は層１１１Ｘ（ｉ，ｊ）、層１１２Ｘ（ｉ，ｊ）および層１１３Ｘ（ｉ，ｊ）を備える。

［０２９０］

例えば、実施の形態２乃至実施の形態６において説明する発光デバイス５５０Ｘを、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。具体的には、電極５５１Ｘに用いることができる構成を電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができ、電極５５２Ｘに用いることができる構成を電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、ユニット１０３Ｘに用いることができる構成をユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、層１０４に用いることができる構成を層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができ、層１０５に用いることができる構成を層１０５Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、層１１１Ｘに用いることができる構成を層１１１Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができ、層１１２に用いることができる構成を層１１２Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができ、層１１３に用いることができる構成を層１１３Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０２９１］

《発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）の構成例》

発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）は、電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）と、電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）と、ユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）と、を有する。電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）と重なり、ユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）は、電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。また、発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）は層１０４Ｙ（ｉ，ｊ）および層１０５Ｙ（ｉ，ｊ）を有し、層１０４Ｙ（ｉ，ｊ）はユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｙ（ｉ，

ｊ）の間に挟まれ、層１０５Ｙ（ｉ，ｊ）は電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）およびユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。

［０２９２］

電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）に隣接し、電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）との間に間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）を備える。

［０２９３］

なお、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の構成に用いることができる構成の一部を、発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）の構成に用いることができる。例えば、電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる導電膜の一部を、電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。電極５５１Ｘに用いることができる構成を電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、層１０４に用いることができる構成を層１０４Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができ、層１０５に用いることができる構成を層１０５Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。これにより、構成の一部を共通にすることができる。また、作製工程を簡略化することができる。

［０２９４］

また、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の発光色と同じ色相の光を射出する構成を発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０２９５］

例えば、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）および発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）が、いずれも白色の光を射出してもよい。なお、着色層を発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）に重ねて配置し、所定の色相の光を白色の光から取り出すことができる。また、別の着色層を発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）に重ねて配置し、別の所定の色相の光を白色の光から取り出すことができる。

［０２９６］

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

［０２９７］

また、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の発光色と異なる色相の光を射出する構成を、発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。例えば、ユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）が射出する光ＥＬＹの色相を、光ＥＬＸの色相と異ならせることができる。

［０２９８］

《ユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）の構成例》

発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）は、層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）の構成が発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同じ構成を備える部分については、上記の説明を援用する。

［０２９９］

《層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）の構成例》

例えば、発光性の材料、または発光性の材料およびホスト材料を、層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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。

［０３００］

また、電極等に用いる金属から遠ざけて層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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。

［０３０１］

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

［０３０２］

例えば、蛍光発光物質、りん光発光物質または熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ：Ｔｈｅｒｍａｌｌｙ Ａｃｔｉｖａｔｅｄ Ｄｅｌａｙｅｄ Ｆｌｕｏｒｅｓｃｅｎｃｅ）を示す物質（ＴＡＤＦ材料ともいう）を、発光性の材料に用いることができる。これにより、キャリアの再結合により生じたエネルギーを、発光性の材料から光ＥＬＹとして放出することができる（図３Ａおよび図３Ｂ参照）。

［０３０３］

［蛍光発光物質］

蛍光発光物質を層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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１１１Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３０４］

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，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。

［０３０５］

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

［０３０６］

また、Ｎ－［４－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）フェニル］－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＰＰＡ）、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’，Ｎ’’，Ｎ’’，Ｎ’’’，Ｎ’’’－オクタフェニルジベンゾ［ｇ，ｐ］クリセン－２，７，１０，１５－テトラアミン（略称：ＤＢＣ１）、クマリン３０、Ｎ－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）－Ｎ，９－ジフェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＰＡ）、Ｎ－［９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－２－アントリル］－Ｎ，９－ジフェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－アミン（略称：２ＰＣＡＢＰｈＡ）、Ｎ－（９，１０－ジフェニル－２－アントリル）－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＰＡ）、Ｎ－［９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－２－アントリル］－Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－トリフェニル－１，４－フェニレンジアミン（略称：２ＤＰＡＢＰｈＡ）、９，１０－ビス（１，１’－ビフェニル－２－イル）－Ｎ－［４－（９Ｈ－カルバゾール－９－イル）フェニル］－Ｎ－フェニルアントラセン－２－アミン（略称：２ＹＧＡＢＰｈＡ）、Ｎ，Ｎ，９－トリフェニルアントラセン－９－アミン（略称：ＤＰｈＡＰｈＡ）、クマリン５４５Ｔ、Ｎ，Ｎ’－ジフェニルキナクリドン（略称：ＤＰＱｄ）、ルブレン、５，１２－ビス（１，１’－ビフェニル－４－イル）－６，１１－ジフェニルテトラセン（略称：ＢＰＴ）、等を用いることができる。

［０３０７］

また、２－（２－｛２－［４－（ジメチルアミノ）フェニル］エテニル｝－６－メチル－４Ｈ－ピラン－４－イリデン）プロパンジニトリル（略称：ＤＣＭ１）、２－｛２－メチル－６－［２－（２，３，６，７－テトラヒドロ－１Ｈ，５Ｈ－ベンゾ［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）、等を用いることができる。

［０３０８］

［りん光発光物質］

りん光発光物質を層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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１１１Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３０９］

例えば、４Ｈ－トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、１Ｈ－トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、イミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属イリジウム錯体、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、希土類金属錯体、白金錯体、等を層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３１０］

［りん光発光物質（青色）］

４Ｈ－トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス｛２－［５－（２－メチルフェニル）－４－（２，６－ジメチルフェニル）－４Ｈ－１，２，４－トリアゾール－３－イル－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。

［０３１１］

１Ｈ－トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス［３－メチル－１－（２－メチルフェニル）－５－フェニル－１Ｈ－１，２，４－トリアゾラト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｍｐｔｚ１－ｍｐ）$_3$］）、トリス（１－メチル－５－フェニル－３－プロピル－１Ｈ－１，２，４－トリアゾラト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（Ｐｒｐｔｚ１－Ｍｅ）$_3$］）、等を用いることができる。

［０３１２］

イミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、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（ｉＰｒｐｉｍ）$_3$］）、トリス［３－（２，６－ジメチルフェニル）－７－メチルイミダゾ［１，２－ｆ］フェナントリジナト］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｄｍｐｉｍｐｔ－Ｍｅ）$_3$］）、等を用いることができる。

［０３１３］

電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、ビス［２－（４’，６’－ジフルオロフェニル）ピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$］イリジウム（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。

［０３１４］

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。

［０３１５］

［りん光発光物質（緑色）］

ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス（４－メチル－６－フェニルピリミジナト）イリジウム（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。

［０３１６］

ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、（アセチルアセトナト）ビス（３，５－ジメチル－２－フェニルピラジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｒ－Ｍｅ）$_2$（ａｃａｃ）］）、（アセチルアセトナト）ビス（５－イソプロピル－３－メチル－２－フェニルピラジナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｒ－ｉＰｒ）$_2$（ａｃａｃ）］）、等を用いることができる。

［０３１７］

ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス（２－フェニルピリジナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（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（ＩＩＩ）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－ｄ$_3$

－メチル－８－（２－ピリジニル－κＮ）ベンゾフロ［２，３－ｂ］ピリジン－κＣ］ビス［２－（５－ｄ$_3$－メチル－２－ピリジニル－κＮ^2）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（５ｍｐｐｙ－ｄ$_3$）$_2$（ｍｂｆｐｙｐｙ－ｄ$_3$）］）、［２－ｄ$_3$－メチル－（２－ピリジニル－κＮ）ベンゾフロ［２，３－ｂ］ピリジン－κＣ］ビス［２－（２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｐｐｙ）$_2$（ｍｂｆｐｙｐｙ－ｄ$_3$）］）、等を用いることができる。

［０３１８］

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

［０３１９］

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

［０３２０］

［りん光発光物質（赤色）］

ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、（ジイソブチリルメタナト）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。

［０３２１］

ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、（アセチルアセトナト）ビス（２，３，５－トリフェニルピラジナト）イリジウム（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。

［０３２２］

ピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体等としては、例えば、トリス（１－フェニルイソキノリナト－Ｎ，Ｃ$^{2'}$）イリジウム（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。

［０３２３］

希土類金属錯体等としては、例えば、トリス（１，３－ジフェニル－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。

［０３２４］

白金錯体等としては、例えば、２，３，７，８，１２，１３，１７，１８－オクタエチル－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。

［０３２５］

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。

［０３２６］

［熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ）を示す物質］

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

［０３２７］

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

［０３２８］

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

［０３２９］

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。

［０３３０］

なお、Ｔ１準位の指標としては、低温（例えば７７Ｋから１０Ｋ）で観測されるりん光スペクトルを用いればよい。ＴＡＤＦ材料としては、その蛍光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをＳ１準位とし、りん光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをＴ１準位とした際に、そのＳ１準位とＴ１準位の差が０．３ｅＶ以下であることが好ましく、０．２ｅＶ以下であることがさらに好ましい。

［０３３１］

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。

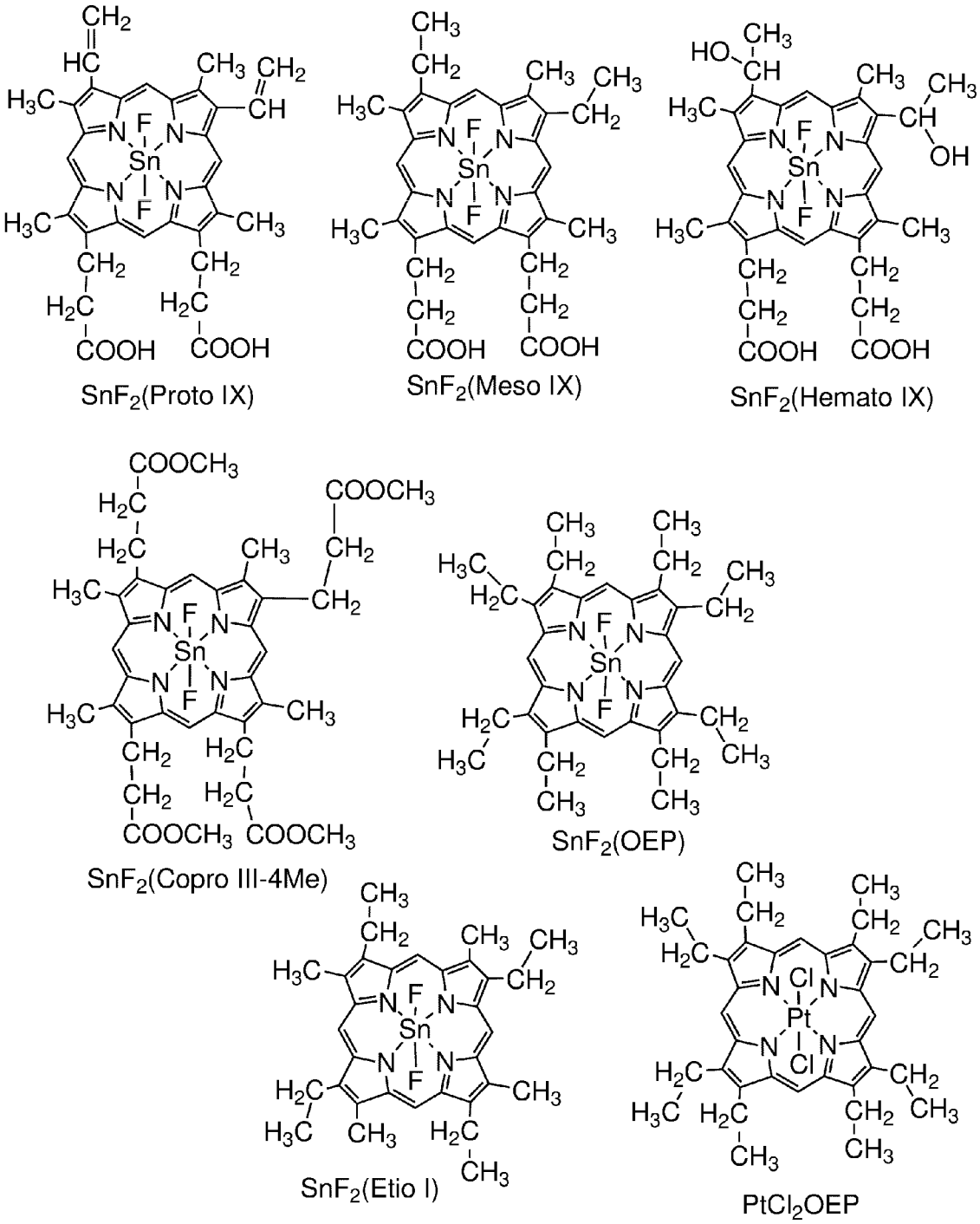
［０３３２］

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。

［０３３３］

［化２９］



［０３３４］

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。

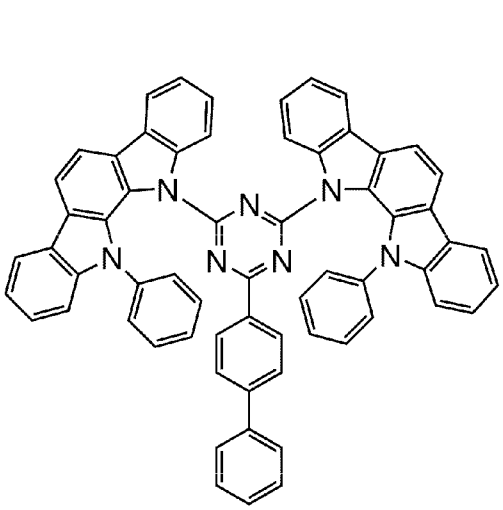
［０３３５］

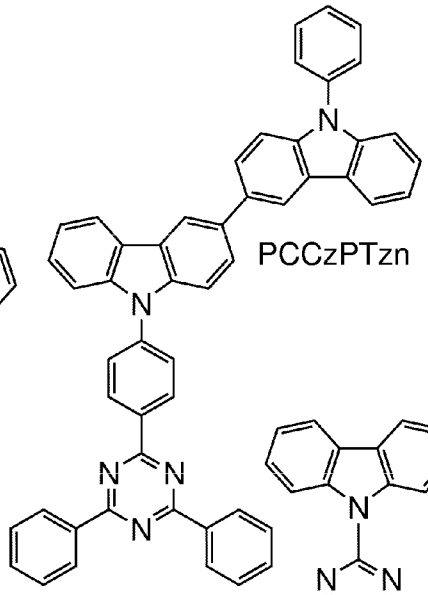
具体的には、構造式を以下に示す、２－（ビフェニル－４－イル）－４，６－ビス（１２－フェニルインドロ［２，３－ａ］カルバゾール－１１－イル）－１，３，５－トリアジン（略称：ＰＩＣ－ＴＲＺ）、９－（４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン－２－イル）－９’－フェニル

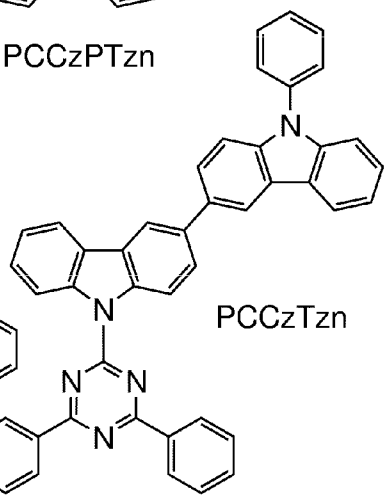
－９Ｈ，９’Ｈ－３，３’－ビカルバゾール（略称：ＰＣＣｚＴｚｎ）、２－｛４－［３－（Ｎ－フェニル－９Ｈ－カルバゾール－３－イル）－９Ｈ－カルバゾール－９－イル］フェニル｝－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（略称：ＰＣＣｚＰＴｚｎ）、２－［４－（１０Ｈ－フェノキサジン－１０－イル）フェニル］－４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン（略称：ＰＸＺ－ＴＲＺ）、３－［４－（５－フェニル－５，１０－ジヒドロフェナジン－１０－イル）フェニル］－４，５－ジフェニル－１，２，４－トリアゾール（略称：ＰＰＺ－３ＴＰＴ）、３－（９，９－ジメチル－９Ｈ－アクリジン－１０－イル）－９Ｈ－キサンテン－９－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

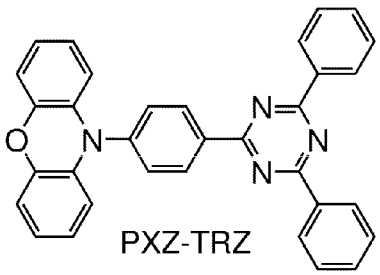
［０３３６］

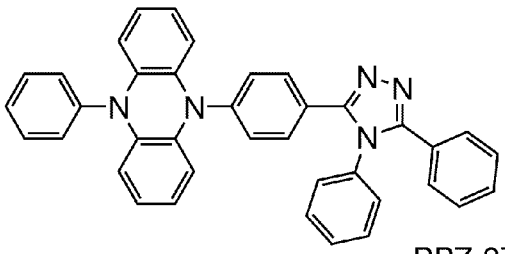
［化３０］

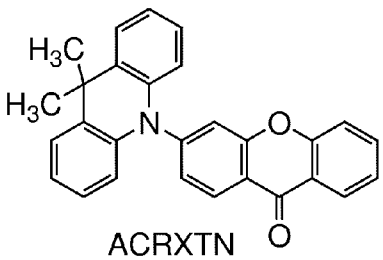


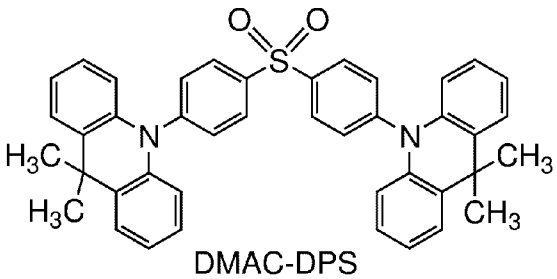


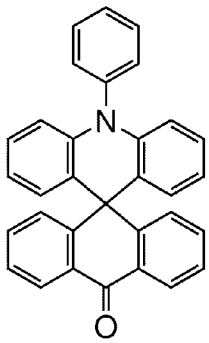












［０３３７］

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

［０３３８］

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。

［０３３９］

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。

［０３４０］

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。

［０３４１］

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。

［０３４２］

《層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）の構成例２》

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

［０３４３］

［正孔輸送性を有する材料］

正孔移動度が、１×１０^{-6}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上である材料を、正孔輸送性を有する材料に好適に用いることができる。例えば、層１１２に用いることができる正孔輸送性を有する材料を、ホスト材料に用いることができる。

［０３４４］

［電子輸送性を有する材料］

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

［０３４５］

［アントラセン骨格を有する材料］

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

［０３４６］

アントラセン骨格を有する有機化合物としては、ジフェニルアントラセン骨格、特に９，１０－ジフェニルアントラセン骨格を有する有機化合物が化学的に安定であるため好ましい。また、ホスト材料がカルバゾール骨格を有する場合、正孔の注入・輸送性が高まるため好ましい。特に、ホスト材料がジベンゾカルバゾール骨格を含む場合、カルバゾールよりもＨＯＭＯ準位が０．１ｅＶ程度浅くなり、正孔が入りやすくなる上に、正孔輸送性にも優れ、耐熱性も高くなるため好適である。なお、正孔注入・輸送性の観点から、カルバゾール骨格に換えて、ベンゾフルオレン骨格またはジベンゾフルオレン骨格を用いてもよい。

［０３４７］

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

［０３４８］

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

［０３４９］

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

［０３５０］

［熱活性化遅延蛍光（ＴＡＤＦ）を示す物質］

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

［０３５１］

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。

［０３５２］

また、蛍光発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈するＴＡＤＦ材料を用いることが好ましい。そうすることで、ＴＡＤＦ材料から蛍光発光物質への励起エネルギーの移動がスムーズとなり、効率よく発光が得られるため、好ましい。

［０３５３］

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。

［０３５４］

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。

［０３５５］

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。

［０３５６］

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

［０３５７］

［混合材料の構成例１］

また、複数種の物質を混合した材料を、ホスト材料に用いることができる。例えば、電子輸送性を有する材料と正孔輸送性を有する材料を、混合材料に用いることができる。混合材料に含まれる正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の重量比の値は、（正孔輸送性を有する材料／電子輸送性を有する材料）＝（１／１９）以上（１９／１）以下とすればよい。これにより、層１１１Ｙ（ｉ，ｊ）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。

［０３５８］

［混合材料の構成例２］

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

［０３５９］

［混合材料の構成例３］

励起錯体を形成する材料を含む混合材料を、ホスト材料に用いることができる。例えば、形成される励起錯体の発光スペクトルが、発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なる材料を、ホスト材料に用いることができる。これにより、エネルギー移動がスムーズとなり、発光効率を向上することができる。または、駆動電圧を抑制することができる。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質（燐光材料）へのエネルギー移動であるＥｘＴＥＴ（Ｅｘｃｉｐｌｅｘ－Ｔｒｉｐｌｅｔ　Ｅｎｅｒｇｙ　Ｔｒａｎｓｆｅｒ）を用いた発光を効率よく得ることができる。

［０３６０］

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

［０３６１］

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

［０３６２］

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。

［０３６３］

＜表示装置７００の構成例２＞

また、本実施の形態で説明する表示装置７００は、絶縁膜５２８を有する（図３Ａ参照）。

［０３６４］

《絶縁膜５２８の構成例》

絶縁膜５２８は開口部を備え、一の開口部は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と重なり、他の開口部は電極

５５１Ｙ（ｉ，ｊ）と重なる。また、絶縁膜５２８は間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる。

［０３６５］

《間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）の構成例》

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

［０３６６］

例えば、加熱蒸着法等の異方性を有する成膜方法を用いると、断絶または膜厚の薄い部分が、上記段差に沿って、層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）および層１０４Ｙ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる領域１０４ＸＹ（ｉ，ｊ）に形成される。

［０３６７］

これにより、例えば、領域１０４ＸＹ（ｉ，ｊ）を流れる電流を抑制できる。また、層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）および層１０４Ｙ（ｉ，ｊ）の間を流れる電流を抑制できる。また、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の動作に伴い、隣接する発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）が意図せず発光してしまう現象の発生を抑制することができる。

［０３６８］

＜表示装置７００の構成例３＞

本実施の形態で説明する表示装置７００は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）と、発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）と、を有する（図３Ｂ参照）。発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）と隣接する。

［０３６９］

なお、表示装置７００は、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる部分において、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）または発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）の構成の一部または全部が取り除かれている点、領域１０６ＸＹ１（ｉ，ｊ）および領域１０６ＸＹ２（ｉ，ｊ）に、断絶または膜厚の薄い部分が形成されている点および絶縁膜５２８に換えて、膜５２９＿１、膜５２９＿２および膜５２９＿３を備える点が、図３Ａを用いて説明する表示装置７００とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同じ構成を備える部分については、上記の説明を援用する。

［０３７０］

《膜５２９＿１の構成例》

膜５２９＿１は開口部を備え、一の開口部は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と重なり、他の開口部は電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）と重なる（図３Ｂ参照）。また、膜５２９＿１は間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる開口部を備える。例えば、金属、金属酸化物、有機材料または無機絶縁材料を含む膜を、膜５２９＿１に用いることができる。具体的には、遮光性の金属膜を用いることができる。これにより、発光デバイスの構成を、加工工程において照射される光から、保護することができる。

［０３７１］

《膜５２９＿２の構成例》

膜５２９＿２は開口部を備え、一の開口部は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と重なり、他の開口部は電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）と重なる。また、膜５２９＿２は間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる。

［０３７２］

膜５２９＿２は、層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）およびユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）と接する領域を備える。

［０３７３］

また、膜５２９＿２は、層１０４Ｙ（ｉ，ｊ）およびユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）と接する領域を備える。

［０３７４］

また、膜５２９＿２は、絶縁膜５２１と接する領域を備える。例えば、原子層堆積（ＡＬＤ：Ａｔｏｍｉｃ　Ｌａｙｅｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法を用いて、膜５２９＿２を形成することができる。これにより、被覆性のよい膜を形成することができる。具体的には、金属酸化膜などを、膜５２９＿２に用いることができる。例えば、酸化アルミニウムを用いることができる。

［０３７５］

《膜５２９＿３の構成例》

膜５２９＿３は開口部を備え、一の開口部は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と重なり、他の開口部は電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）と重なる。また、膜５２９＿３は、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる領域に形成される溝を埋める。例えば、感光性樹脂を用いて膜５２９＿３を形成することができる。具体的には、アクリル樹脂などを用いることができる。

［０３７６］

これにより、例えば、層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）および層１０４Ｙ（ｉ，ｊ）の間を、電気的に絶縁することができる。また、例えば、領域１０４ＸＹ（ｉ，ｊ）を流れる電流を抑制できる。また、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の動作に伴い、隣接する発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）が意図せず発光してしまう現象の発生を抑制することができる。また、ユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）の上面とユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）の上面の間に生じる段差の大きさを低減することができる。また、電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）および電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）の間において、当該段差に伴う断絶または膜厚が薄い部分が形成される現象の発生を抑制することができる。また、一の導電膜を電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）および電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３７７］

なお、例えば、フォトリソグラフィ技術を用いて、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）または発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）に用いることができる構成の一部もしくは全部を、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる部分から取り除くことができる。本明細書等において、メタルマスク、またはＦＭＭ（ファインメタルマスク、高精細なメタルマスク）を用いて作製されるデバイスをMM（メタルマスク）構造のデバイスと呼称する場合がある。また、本明細書等において、メタルマスク、またはＦＭＭを用いることなく作製されるデバイスをＭＭＬ（メタルマスクレス）構造のデバイスと呼称する場合がある。

［０３７８］

ファインメタルマスクを用いた作製方法では、隣り合う発光デバイスの間隔を、例えば、１０μｍ未満にすることは困難である。ガラス基板上のフォトリソグラフィ法を用いた作製方法では、隣り合う発光デバイスの間隔を、例えば、１０μｍ未満、５μｍ以下、３μｍ以下、２μｍ以下、１．５μｍ以下、１μｍ以下、または、０．５μｍ以下にまで狭めることができる。また、シリコンウエハ上のフォトリソグラフィ法を用いた作製方法では、例えばＬＳＩ向けの露光装置を用いて、隣り合う発光デバイスの間隔を、５００ｎｍ以下、２００ｎｍ以下、１００ｎｍ以下、さらには５０ｎｍ以下にまで狭めることもできる。

［０３７９］

これにより、隣り合う発光デバイスの間に存在する非発光領域の面積を大幅に縮小することができる。また、開口率を１００％に近づけることが可能となる。例えば、本発明の一態様の表示装置においては、開口率を、４０％以上、５０％以上、６０％以上、７０％以上、８０％以上、さらには９０％以上であって、１００％未満を実現することもできる。

［０３８０］

具体的には、第１のステップにおいて、後にユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）になる膜を、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）上に形成する。

［０３８１］

第２のステップにおいて、後に膜５２９＿１になる第１の膜を、後にユニット１０３Ｙ（ｉ，ｊ）になる膜上に形成する。

［０３８２］

第３のステップにおいて、フォトリソグラフィ法を用いて、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる開口部を、第１の膜に形成する。

［０３８３］

第４のステップにおいて、第１の膜をレジストに用いて、発光デバイス５５０Ｙ（ｉ，ｊ）の構成の一部または全部を、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる領域から取り除く。例えば、ドライエッチング法を用いて、ユニット１０３Ｙを取り除く。具体的には、酸素を含むガスを用いて、有機化合物を取り除くことができる。これにより、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる領域に、溝状の構造が形成される。

［０３８４］

第５のステップにおいて、例えば、原子層堆積法（ＡＬＤ：Ａｔｏｍｉｃ　Ｌａｙｅｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）を用いて、後に膜５２９＿２になる第２の膜を第１の膜上に形成する。

［０３８５］

第６のステップにおいて、例えば、感光性高分子を用いて、膜５２９＿３を形成する。これにより、膜５２９＿３が、間隙５５１ＸＹ（ｉ，ｊ）と重なる領域に形成された溝状の構造を埋める。

［０３８６］

第７のステップにおいて、フォトリソグラフィ法を用いて、電極５５１Ｙ（ｉ，ｊ）と重なる開口部を、第１の膜および第２の膜に形成し、膜５２９＿１および膜５２９＿２を形成する。

［０３８７］

第８のステップにおいて、ユニット１０３Ｙ２（ｉ，ｊ）上に、層１０５Ｙ（ｉ，ｊ）を形成し、層１０５Ｙ（ｉ，ｊ）上に電極５５２Ｙ（ｉ，ｊ）を形成する。

［０３８８］

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。

［０３８９］

（実施の形態８）

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

［０３９０］

図４Ａは、本発明の一態様の表示装置７００の構成を説明する断面図であり、図４Ｂは、図４Ａと

は異なる本発明の一態様の表示装置７００の構成を説明する断面図である。

［０３９１］

＜表示装置７００の構成例１＞

本実施の形態で説明する表示装置７００は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）と、光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）とを有する（図４Ａ参照）。光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）と隣接する。

［０３９２］

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

［０３９３］

《発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の構成例》

発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）は、電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と、電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）と、ユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）と、を有する。電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）と重なり、ユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）は、電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。また、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）は層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）および層１０５Ｘ（ｉ，ｊ）を有し、層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）はユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）の間に挟まれ、層１０５Ｘ（ｉ，ｊ）は電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）およびユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。

［０３９４］

例えば、実施の形態２乃至実施の形態６において説明する発光デバイス５５０Ｘを、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。具体的には、電極５５１Ｘに用いることができる構成を電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができ、電極５５２Ｘに用いることができる構成を電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、ユニット１０３Ｘに用いることができる構成をユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、層１０４に用いることができる構成を層１０４Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができ、層１０５に用いることができる構成を層１０５Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０３９５］

《光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）の構成例》

光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）は、電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）と、電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）と、ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）と、を有する。電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）と重なり、ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）は、電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。また、光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）は層１０４Ｓ（ｉ，ｊ）および層１０５Ｓ（ｉ，ｊ）を有し、層１０４Ｓ（ｉ，ｊ）はユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）の間に挟まれ、層１０５Ｓ（ｉ，ｊ）は電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）およびユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。

［０３９６］

電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）に隣接し、電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｘ（ｉ，ｊ）との間に間隙５５１ＸＳ（ｉ，ｊ）を備える。

［０３９７］

なお、実施の形態２乃至実施の形態６において説明する発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）の構成に用いることができる構成の一部を、光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）の構成に用いることができる。例えば、電極５５２Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる導電膜の一部を、電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができ、電極５５１Ｘに用いることができる構成を電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。また、層１０４に用いることができる構成を層１０４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができ、層１０５に用いることができる構成を層１０５Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。これにより、構成の一部を共通にすることができる。また、作製工程を簡略化することができる。

［０３９８］

なお、光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）は、光を射出する機能を備えるユニット１０３Ｘ（ｉ，ｊ）に換えて、光を電流に変換する機能を備えるユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）を有する点が発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同じ構成を備える部分については、上記の説明を援用する。

［０３９９］

《ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）の構成例》

ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）は単層構造または積層構造を備える。例えば、光電変換層の他、正孔輸送層、電子輸送層、キャリアブロック層、などの機能層から選択した層を、ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０４００］

ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）は、層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）、層１１２Ｓ（ｉ，ｊ）および層１１３Ｓ（ｉ，ｊ）を備える（図４Ａ参照）。層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）は層１１２Ｓ（ｉ，ｊ）および層１１３Ｓ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。なお、層１１２Ｓ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）および層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）の間に挟まれ、層１１３は電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）および層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。

［０４０１］

なお、ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）は光ｈνを吸収して、一方の電極に電子を、他方の電極に正孔を供給する機能を備える。例えば、ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）は電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）に正孔を、電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）に電子を供給する。

［０４０２］

なお、実施の形態２において説明するユニット１０３Ｘの構成に用いることができる構成の一部を、ユニット１０３Ｓ（ｉ，ｊ）の構成に用いることができる。例えば、層１１２に用いることができる構成を層１１２Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができ、層１１３に用いることができる構成を層１１３Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。これにより、構成の一部を共通にすることができる。また、作製工程を簡略化することができる。

［０４０３］

《層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）の構成例１》

層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）を光電変換層ということができる。層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）は光ｈνを吸収し、一方に接する層に電子を、他方に接する層に正孔を供給する。例えば、層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）は層１１２に正孔を、層１１３に電子を供給する。例えば、有機太陽電池に用いることができる材料を、層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。具体的には、電子受容性の材料および電子供与性の

材料を、層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０４０４］

［電子受容性の材料の例］

例えば、フラーレン誘導体、非フラーレン電子受容体等を電子受容性の材料に用いることができる。

［０４０５］

電子受容性の材料としては、例えば、C_{60}フラーレン、C_{70}フラーレン、［６，６］－フェニル－C_{71}－酪酸メチルエステル（略称：ＰＣ７１ＢＭ）、［６，６］－フェニル－C_{61}－酪酸メチルエステル（略称：ＰＣ６１ＢＭ）、１’，１’’，４’，４’’－テトラヒドロージ［１，４］メタノナフタレノ［１，２：２’，３’，５６，６０：２’’，３’’］［５，６］フラーレン－C_{60}（略称：ＩＣＢＡ）等を用いることができる。

［０４０６］

また、非フラーレン電子受容体としては、例えば、ペリレン誘導体、ジシアノメチレンインダノン基を有する化合物、等を用いることができる。Ｎ，Ｎ’－ジメチル－３，４，９，１０－ペリレンジカルボキシミド（略称：Ｍｅ－ＰＴＣＤＩ）、等を用いることができる。

［０４０７］

［電子供与性の材料の例］

例えば、フタロシアニン化合物、テトラセン誘導体、キナクリドン誘導体、ルブレン誘導体、等を電子供与性の材料に用いることができる。

［０４０８］

電子供与性の材料としては、例えば、銅（ＩＩ）フタロシアニン（略称：ＣｕＰｃ）、すず（ＩＩ）フタロシアニン（略称：ＳｎＰｃ）、亜鉛フタロシアニン（略称：ＺｎＰｃ）、テトラフェニルジベンゾペリフランテン（略称：ＤＢＰ）、ルブレン等を用いることができる。

［０４０９］

《層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）の構成例２》

例えば、単層構造または積層構造を層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。具体的には、バルクヘテロ接合型の構造を層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。または、ヘテロ接合型の構造を層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０４１０］

［バルクヘテロ接合型の例］

例えば、電子受容性の材料および電子供与性の材料を含む混合材料を層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる（図４Ａ参照）。なお、電子受容性の材料および電子供与性の材料を含む混合材料を層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いる構成をバルクヘテロ接合型ということができる。

［０４１１］

具体的には、C_{70}フラーレンおよびＤＢＰを含む混合材料を層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０４１２］

［ヘテロ接合型の例］

層１１４Ｎ（ｉ，ｊ）および層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）を層１１４Ｓ（ｉ，ｊ）に用いることができる（図４Ｂ参照）。層１１４Ｎ（ｉ，ｊ）は一方の電極および層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）の間に挟まれ、層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）は層１１４Ｎ（ｉ，ｊ）および他方の電極の間に挟まれる。例えば、層１１

４Ｎ（ｉ，ｊ）は電極５５２Ｓ（ｉ，ｊ）および層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）の間に挟まれ、層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）は層１１４Ｎ（ｉ，ｊ）および電極５５１Ｓ（ｉ，ｊ）の間に挟まれる。

［０４１３］

ｎ型の半導体を層１１４Ｎ（ｉ，ｊ）に用いることができる。例えば、Ｍｅ－ＰＴＣＤＩを層１１４Ｎ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０４１４］

また、ｐ型の半導体を層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）に用いることができる。例えば、ルブレンを層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）に用いることができる。

［０４１５］

なお、層１１４Ｐ（ｉ，ｊ）が層１１４Ｎ（ｉ，ｊ）と接する構成を備える光電変換デバイス５５０Ｓ（ｉ，ｊ）を、ＰＮ接合型のフォトダイオードということができる。

［０４１６］

（実施の形態９）

本実施の形態では、本発明の一態様の装置の構成について、図５乃至図７を参照しながら説明する。

［０４１７］

図５は本発明の一態様の装置の構成を説明する図である。図５Ａは本発明の一態様の装置の上面図であり、図５Ｂは図５Ａの一部を説明する上面図である。また、図５Ｃは、図５Ａに示す切断線Ｘ１－Ｘ２、切断線Ｘ３－Ｘ４および一組の画素７０３（ｉ，ｊ）における断面図である。

［０４１８］

図６は本発明の一態様の装置の構成を説明する回路図である。

［０４１９］

図７は本発明の一態様の装置の構成を説明する図である。図７Ａは本発明の一態様の装置の断面図であり、図７Ｂは図７Ａとは異なる断面図である。

［０４２０］

＜表示装置７００の構成例１＞

本発明の一態様の表示装置７００は、領域２３１を有する（図５Ａ参照）。領域２３１は、一組の画素７０３（ｉ，ｊ）を備える。

［０４２１］

《一組の画素７０３（ｉ，ｊ）の構成例》

一組の画素７０３（ｉ，ｊ）は、画素７０２Ｘ（ｉ，ｊ）を備える（図５Ｂおよび図５Ｃ参照）。

［０４２２］

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

［０４２３］

例えば、実施の形態２乃至実施の形態６において説明する発光デバイスを、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）に用いることができる。表示装置７００は画像を表示する機能を備える。

［０４２４］

＜表示装置７００の構成例２＞

また、本発明の一態様の表示装置７００は、機能層５４０と、機能層５２０と、を有する（図５Ｃ

参照）。機能層５４０は機能層５２０と重なる。

［０４２５］

機能層５４０は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）を備える。

［０４２６］

機能層５２０は、画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）および配線を備える（図５Ｃ参照）。画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）は、配線と電気的に接続される。例えば、機能層５２０の開口部５９１Ｘまたは開口部５９１Ｙに設けられた導電膜を配線に用いることができる。また、配線は、端子５１９Ｂおよび画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）を電気的に接続する。なお、導電性材料ＣＰは、端子５１９Ｂおよびフレキシブルプリント基板ＦＰＣ１を電気的に接続する。

［０４２７］

＜表示装置７００の構成例３＞

また、本発明の一態様の表示装置７００は、駆動回路ＧＤおよび駆動回路ＳＤを有する（図５Ａ参照）。

［０４２８］

《駆動回路ＧＤの構成例》

駆動回路ＧＤは、第１の選択信号および第２の選択信号を供給する。

［０４２９］

《駆動回路ＳＤの構成例》

駆動回路ＳＤは、第１の制御信号および第２の制御信号を供給する。

［０４３０］

《配線の構成例１》

配線は、導電膜Ｇ１（ｉ）、導電膜Ｇ２（ｉ）、導電膜Ｓ１（ｊ）、導電膜Ｓ２（ｊ）、導電膜ＡＮＯ、導電膜ＶＣＯＭ２および導電膜Ｖ０を含む（図６参照）。

［０４３１］

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

［０４３２］

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

［０４３３］

《画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）の構成例１》

画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）は、導電膜Ｇ１（ｉ）および導電膜Ｓ１（ｊ）と電気的に接続される。導電膜Ｇ１（ｉ）は第１の選択信号を供給し、導電膜Ｓ１（ｊ）は、第１の制御信号を供給する。

［０４３４］

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

［０４３５］

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

［０４３６］

《画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）の構成例２》

画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）は、スイッチＳＷ２１、スイッチＳＷ２２、トランジスタＭ２１、容

量Ｃ２１およびノードＮ２１を備える。

［０４３７］

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

［０４３８］

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

［０４３９］

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

［０４４０］

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

［０４４１］

これにより、画像信号をノードＮ２１に格納することができる。または、ノードＮ２１の電位を、スイッチＳＷ２２を用いて、変更することができる。または、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）が射出する光の強度を、ノードＮ２１の電位を用いて、制御することができる。その結果、利便性、有用性または信頼性に優れた新規な装置を提供することができる。

［０４４２］

《画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）の構成例３》

画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）は、スイッチＳＷ２３、ノードＮ２２および容量Ｃ２２を備える。

［０４４３］

スイッチＳＷ２３は、導電膜Ｖ０と電気的に接続される第１の端子と、ノードＮ２２と電気的に接続される第２の端子と、導電膜Ｇ２（ｉ）の電位に基づいて導通状態または非導通状態を制御する機能を有するゲート電極と、を備える。

［０４４４］

容量Ｃ２２は、ノードＮ２１と電気的に接続される導電膜と、ノードＮ２２と電気的に接続される導電膜を備える。

［０４４５］

なお、トランジスタＭ２１の第１の電極は、ノードＮ２２と電気的に接続される。

［０４４６］

《画素７０２Ｘ（ｉ，ｊ）の構成例１》

画素７０２Ｘ（ｉ，ｊ）は、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）および画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）を備える（図７Ａ参照）。機能層５４０は発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）および着色層ＣＦＸを含み、機能層５２０は画素回路５３０Ｘ（ｉ，ｊ）を含む。

［０４４７］

発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）はトップエミッション型の発光デバイスであり、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）は光ＥＬＸを機能層５２０が配置されていない側に射出する。

［０４４８］

着色層ＣＦＸは、発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）が射出する光の一部を透過する。例えば、白色の光の一部を透過して、青色の光、緑色の光または赤色の光を取り出すことができる。なお、着色層ＣＦＸに換えて色変換層を用いることもできる。これにより、波長の短い光から、波長の長い光に変換することができる。

［０４４９］

《画素７０２Ｘ（ｉ，ｊ）の構成例２》

図７Ｂを用いて説明する画素７０２Ｘ（ｉ，ｊ）は、ボトムエミッション型の発光デバイスを備える。発光デバイス５５０Ｘ（ｉ，ｊ）は光ＥＬＸを機能層５２０が配置されている側に射出する。

［０４５０］

機能層５２０は領域５２０Ｔを備え、領域５２０Ｔは光ＥＬＸを透過する。また、機能層５２０は着色層ＣＦＸを備え、着色層ＣＦＸは領域５２０Ｔと重なる。

［０４５１］

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。

［０４５２］

（実施の形態１０）

本実施の形態では、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いた発光装置について説明する。

［０４５３］

本実施の形態では、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いて作製された発光装置について図８を用いて説明する。なお、図８Ａは、発光装置を示す上面図、図８Ｂは図８Ａ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、画素部６０２および点線で示された駆動回路部を有し、駆動回路部はソース線駆動回路６０１およびゲート線駆動回路６０３を含んでいる。また、発光装置は封止基板６０４およびシール材６０５を備え、シール材６０５は空間６０７を囲む。

［０４５４］

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

［０４５５］

次に、断面構造について図８Ｂ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。

［０４５６］

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。

［０４５７］

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。

［０４５８］

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。

［０４５９］

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。

［０４６０］

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。

［０４６１］

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。

［０４６２］

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。

［０４６３］

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。

［０４６４］

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。

［０４６５］

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。

［０４６６］

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。

［０４６７］

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。

［０４６８］

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。

［０４６９］

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。

［０４７０］

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２乃至実施の形態６のいずれか一で説明したような構成を含んでいる。また、ＥＬ層６１６を構成する他の材料としては、低分子化合物、または高分子化合物（オリゴマー、デンドリマーを含む）であっても良い。

［０４７１］

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。

［０４７２］

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２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスである。なお、画素部は複数の発光デバイスが形成されており、本実施の形態における発光装置では、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスと、それ以外の構成を有する発光デバイスの両方が混在していても良い。

［０４７３］

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。なお、図 8B には示されていないが、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。

［０４７４］

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。

［０４７５］

図８Ａおよび図８Ｂ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。

［０４７６］

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。

［０４７７］

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。

［０４７８］

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。

［０４７９］

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。

［０４８０］

以上のようにして、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いて作製された発光装置を得ることができる。

［０４８１］

本実施の形態における発光装置は、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いているため、良好な特性を備えた発光装置を得ることができる。具体的には、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは発光効率が良好なため、消費電力の小さい発光装置とすることが可能である。

［０４８２］

図９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９Ａには基板１００１、下地絶縁膜１００２、ゲート絶縁膜１００３、ゲート電極１００６、ゲート電極１００７、ゲート電極１００８、第１の層間絶縁膜１０２０、第２の層間絶縁膜１０２１、周辺部１０４２、画素部１０４０、駆動回路部１０４１、発光デバイスの電極１０２４Ｗ、電極１０２４Ｒ、電極１０２４Ｇ、電極１０２４Ｂ、隔壁１０２５、ＥＬ層１０２８、発光デバイスの電極１０２９、封止基板１０３１、シール材１０３２などが図示されている。

［０４８３］

また、図９Ａ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９Ａ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。

［０４８４］

図９Ｂ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。

［０４８５］

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１０

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。

［０４８６］

発光デバイスの電極１０２４Ｗ、電極１０２４Ｒ、電極１０２４Ｇ、電極１０２４Ｂはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図１０のようなトップエミッション型の発光装置である場合、電極１０２４Ｗ、電極１０２４Ｒ、電極１０２４Ｇ、電極１０２４Ｂを反射電極とすることが好ましい。ＥＬ層１０２８の構成は、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一においてユニット１０３Ｘ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。

［０４８７］

図１０のようなトップエミッションの構造では着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）を設けた封止基板１０３１で封止を行うことができる。封止基板１０３１には画素と画素との間に位置するようにブラックマトリクス１０３５を設けても良い。着色層（赤色の着色層１０３４Ｒ、緑色の着色層１０３４Ｇ、青色の着色層１０３４Ｂ）またはブラックマトリクス１０３５はオーバーコート層によって覆われていても良い。なお封止基板１０３１は透光性を有する基板を用いることとする。また、ここでは赤、緑、青、白の４色でフルカラー表示を行う例を示したが特に限定されず、赤、黄、緑、青の４色または赤、緑、青の３色でフルカラー表示を行ってもよい。

［０４８８］

トップエミッション型の発光装置では、微小共振器構造（マイクロキャビティ）の適用が好適に行える。微小共振器構造（マイクロキャビティ）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。

［０４８９］

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$1\times10^{-2}\Omega\cdot cm$以下の膜であるとする。また、半透過・半反射電極は、可視光の反射率が２０％乃至８０％、好ましくは４０％乃至７０％であり、かつその抵抗率が$1\times10^{-2}\Omega\cdot cm$以下の膜であるとする。

［０４９０］

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。

［０４９１］

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。

［０４９２］

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。

［０４９３］

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。

［０４９４］

微小共振器構造（マイクロキャビティ）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微小共振器構造（マイクロキャビティ）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。

［０４９５］

本実施の形態における発光装置は、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いているため、良好な特性を備えた発光装置を得ることができる。具体的には、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは発光効率が良好なため、消費電力の小さい発光装置とすることが可能である。

［０４９６］

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１１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１１Ａは、発光装置を示す斜視図、図１１Ｂは図１１ＡをＸ－Ｙで切断した断面図である。図１１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２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いており、信頼性の良好な発光装置、又は消費電力の小さい発光装置とすることができる。

［０４９７］

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。

［０４９８］

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。

［０４９９］

（実施の形態１１）

本実施の形態では、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを照明装置として用いる例を、図１２を参照しながら説明する。図１２Ｂは照明装置の上面図、図１２Ａは図１２Ｂにおけるｅ－ｆ断面図である。

［０５００］

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２乃至実施の形態６のいずれか一における電極５５１Ｘに相当する。第１の電極４０１側から発光を取り出す場合、第１の電極４０１は透光性を有する材料により形成する。

［０５０１］

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。

［０５０２］

第１の電極４０１上にはＥＬ層４０３が形成されている。ＥＬ層４０３は実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一における層１０４、ユニット１０３Ｘおよび層１０５を合わせた構成または層１０４、ユニット１０３Ｘ、層１０６、ユニット１０３Ｘ２および層１０５を合わせた構成などに相当する。なお、これらの構成については当該記載を参照されたい。

［０５０３］

ＥＬ層４０３を覆って第２の電極４０４を形成する。第２の電極４０４は実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一における電極５５２Ｘに相当する。発光を第１の電極４０１側から取り出す場合、第２の電極４０４は反射率の高い材料によって形成される。第２の電極４０４はパッド４１２と接続することによって、電圧が供給される。

［０５０４］

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。

［０５０５］

以上の構成を有する発光デバイスが形成された基板４００と、封止基板４０７とを、シール材４０５およびシール材４０６を用いて固着し、封止することによって照明装置が完成する。シール材４０５およびシール材４０６はどちらか一方でもかまわない。また、内側のシール材４０６（図１２Ｂ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。

［０５０６］

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

［０５０７］

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２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いており、消費電力の小さい照明装置とすることができる。

［０５０８］

（実施の形態１２）

本実施の形態では、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスをその一部に含む電子機器の例について説明する。実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは発光効率が良好であり、消費電力の小さい発光デバイスである。その結果、本実施の形態に記載の電子機器は、消費電力が小さい発光部を有する電子機器とすることが可能である。

［０５０９］

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。

［０５１０］

図１３Ａ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２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスをマトリクス状に配列して構成されている。

［０５１１］

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

［０５１２］

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。

［０５１３］

図１３Ｂ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２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスをマトリクス状に配列して表示部７２０３に用いることにより作製される。図１３Ｂのコンピュータは、図１３Ｃのような形態であっても良い。図１３Ｃ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。

［０５１４］

図１３Ｄは、携帯端末の一例を示している。携帯端末は、筐体７４０１に組み込まれた表示部７４０２の他、操作ボタン７４０３、外部接続ポート７４０４、スピーカ７４０５、マイク７４０６などを備えている。なお、携帯端末は、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスをマトリクス状に配列して作製された表示部７４０２を有している。

［０５１５］

図１３Ｄ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。

［０５１６］

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。

［０５１７］

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。

［０５１８］

また、携帯端末内部に、ジャイロセンサ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯端末の向き（縦か横か）を判断して、表示部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。

［０５１９］

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。

［０５２０］

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。

［０５２１］

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。

［０５２２］

図１４Ａは、掃除ロボットの一例を示す模式図である。

［０５２３］

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。

［０５２４］

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。

［０５２５］

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。

［０５２６］

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。

［０５２７］

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。

［０５２８］

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。

［０５２９］

図１４Ｂに示すロボット２１００は、演算装置２１１０、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。

［０５３０］

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。

［０５３１］

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。

［０５３２］

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。

［０５３３］

図１４Ｃはゴーグル型ディスプレイの一例を表す図である。ゴーグル型ディスプレイは、例えば、筐体５０００、表示部５００１、スピーカ５００３、ＬＥＤランプ５００４、操作キー（電源スイッチ、又は操作スイッチを含む）、接続端子５００６、センサ５００７（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、におい、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。

［０５３４］

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。

［０５３５］

図１５は、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを、照明装置である電気スタンドに用いた例である。図１５に示す電気スタンドは、筐体２００１と、光源２００２を有し、光源２００２としては、実施の形態１１に記載の照明装置を用いても良い。

［０５３６］

図１６は、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを、室内の照明装置３００１として用いた例である。実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは発光効率の高い発光デバイスであるため、消費電力の小さい照明装置とすることができる。また、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは大面積化が可能であるため、大面積の照明装置として用いることができる。また、実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは、薄型であるため、薄型化した照明装置として用いることが可能となる。

［０５３７］

実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスは、自動車のフロントガラスまたはダッシュボードにも搭載することができる。図１７に実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを自動車のフロントガラスまたはダッシュボードに用いる一態様を示す。表示領域５２００乃至表示領域５２０３は実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いて設けられた表示領域である。

［０５３８］

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

［０５３９］

表示領域５２０２はピラー部分に設けられた実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを搭載した表示装置である。表示領域５２０２には、車体に設けられた撮像手段から

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

［０５４０］

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。

［０５４１］

また、図１８Ａ乃至図１８Ｃに、折りたたみ可能な携帯情報端末９３１０を示す。図１８Ａに展開した状態の携帯情報端末９３１０を示す。図１８Ｂ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１８Ｃ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。

［０５４２］

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。

［０５４３］

なお、本実施の形態に示す構成は、実施の形態２乃至実施の形態６に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。

［０５４４］

以上の様に実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを備えた発光装置の適用範囲は極めて広く、この発光装置をあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。実施の形態２乃至実施の形態６のいずれか一に記載の発光デバイスを用いることにより消費電力の小さい電子機器を得ることができる。

［０５４５］

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］

［０５４６］

本実施例では、本発明の一態様の有機化合物の物性および合成例について、図１９乃至図２６を参照しながら説明する。

［０５４７］

図１９は、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$の^{1}Ｈ　ＮＭＲスペクトルを測定した結果を説明する図である。

［０５４８］

図２０は、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$を含むジクロロメタン溶液の吸収スペクトルおよび発光スペクトルを測定した結果を説明する図である。

［０５４９］

図２１は、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_3$の^{1}Ｈ　ＮＭＲスペクトルを測定した結果を説明する図である。

［０５５０］

図２２は、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_3$を含むジクロロメタン溶液の吸収スペクトルおよび発光スペクトルを測定した結果を説明する図である。

［０５５１］

図２３は、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$の^{1}Ｈ　ＮＭＲスペクトルを測定した結果を説明する図である。

［０５５２］

図２４は、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$を含むジクロロメタン溶液の吸収スペクトルおよび発光スペクトルを測定した結果を説明する図である。

［０５５３］

図２５は、Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$の^{1}Ｈ　ＮＭＲスペクトルを測定した結果を説明する図である。

［０５５４］

図２６は、Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$を含むジクロロメタン溶液の吸収スペクトルおよび発光スペクトルを測定した結果を説明する図である。

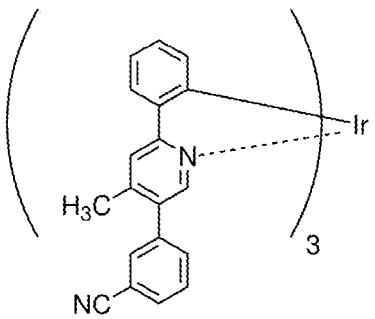
［０５５５］

（合成例１）

本合成例１では、実施の形態１において構造式（１３６）で示す、トリス［２－（４－メチル－５－（３－シアノフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$）の合成方法の一例を説明する。

［０５５６］

［化３１］



Ir(mppy-3CP)$_3$

［０５５７］

《ステップ１；　４－メチル－２－フェニル－５－（３－シアノフェニル）ピリジン（略称：Ｈｍｐｐｙ－３ＣＰ）の合成》

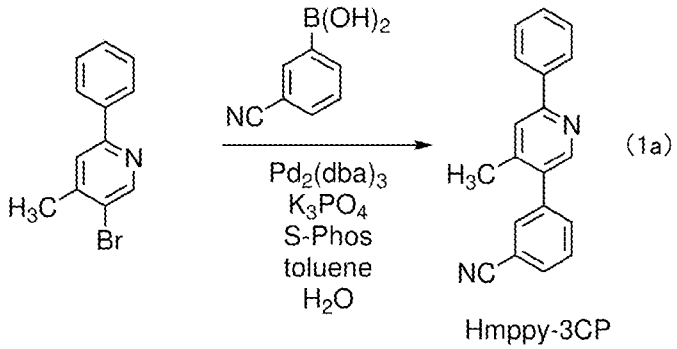
５－ブロモ－４－メチル－２－フェニルピリジン２．３６ｇと、３－シアノフェニルボロン酸１．７７ｇと、リン酸三カリウム２．５４ｇと、トルエン３５ｍＬと、水３．５ｍＬとを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム（０）（略称：Pd_2（ｄｂａ）$_3$）０．０８９ｇと、２－ジシクロヘキシルホスフィノ－２’，６’－ジメトキシビフェニル（略称：Ｓ－Ｐｈｏｓ）０．１６ｇと、を加えた。攪拌しながら、１１０℃で７．５時間反応させた。ステップ１の合成スキーム（１ａ）を以下に示す。

［０５５８］

所定時間経過後、溶媒を留去し、水を加え、トルエンを用いて目的物を抽出した。抽出液からトルエンを留去して得た残渣を、ヘキサンと酢酸エチルの混合溶媒（ヘキサン：酢酸エチル＝５：１）を移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離し、移動相を留去して、白色固体状のピリジン誘導体２．４３ｇ（収率９２％）を得た。

［０５５９］

［化３２］



［０５６０］

《ステップ２；　トリス［２－（４－メチル－５－（３－シアノフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$））の合成》

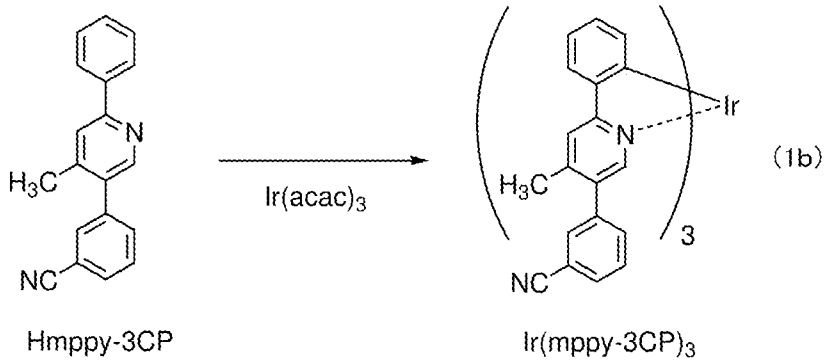
上記ステップ１で得た４－メチル－２－フェニル－５－（３－シアノフェニル）ピリジン（略称：Ｈｍｐｐｙ－３ＣＰ）２．４２ｇと、トリス（２，４－ペンタンジオナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ａｃａｃ）$_3$）０．８８ｇとを、三方コックを付けた反応容器に入れ、反応容器内をアルゴン置換した。撹拌しながら、２５０℃で７１時間反応させた。ステップ２の合成スキーム（１ｂ）を以下に示す。

［０５６１］

所定時間経過後、得られた固体を、ジクロロメタンを移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離した。さらに、移動相を留去して得た固体およびジクロロメタン並びにメタノールの混合溶液から、再結晶法を用いて、黄色固体０．２２ｇ（収率１２％）を得た。当該黄色固体０．２２ｇを、トレインサブリメーション法により昇華精製して、黄色固体状の目的物０．１５ｇ（収率６８％）を得た。なお、昇華精製条件は、圧力が２．７Ｐａ、アルゴンガスの流量が１０．５ｍＬ／ｍｉｎ、加熱温度が３７０℃であった。

［０５６２］

［化３３］



Hmppy-3CP　　Ir(mppy-3CP)$_3$

［０５６３］

核磁気共鳴分光法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）を用いて測定した結果、上記ステップ２で得た黄色固体がＩｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$）であることが確認できた。^{1}Ｈ－ＮＭＲチャートを図１９に、分析結果を下記に示す。

［０５６４］

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（CD_2Cl_2）：２．３４（ｓ，９Ｈ），６．７９（ｄ，３Ｈ），６．８４（ｔ，３Ｈ），６．９２（ｔ，３Ｈ），７．２９（ｓ，３Ｈ），７．３２（ｄ，３Ｈ），７．４１（ｓ，３Ｈ），７．５２（ｔ，３Ｈ），７．６４（ｄ，３Ｈ），７．７１（ｄ，３Ｈ），７．８３（ｓ，３Ｈ）．

［０５６５］

Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$を含むジクロロメタン溶液の紫外可視吸収スペクトル（以下、単に「吸収スペクトル」という）及び発光スペクトルの測定結果を図２０に示す。横軸は波長、縦軸は吸収強度または発光強度を表す。Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$は、５４０ｎｍに発光ピークを有しており、ジクロロメタンからは緑色の発光が観測された。なお、図２０に示す吸収スペクトルは、ジクロロメタン溶液（０．０１０ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れて測定した吸収スペクトルから、ジクロロメタンのみを石英セルに入れて測定した吸収スペクトルを差し引いた結果である。

［０５６６］

吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計（（株）日本分光製Ｖ５５０型）を用い、ジクロロメタン溶液（０．０１０ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、室温で測定を行った。

［０５６７］

また、発光スペクトルの測定には、蛍光光度計（（株）浜松ホトニクス製　ＦＳ９２０）を用い、グローブボックス（（株）ブライト製ＬＡＢｓｔａｒＭ１３（１２５０／７８０）にて、窒素雰囲気下でジクロロメタン脱酸素溶液（０．０１０ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、密栓し、室温で測定を行った。

［０５６８］

Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$は、ピリジン環のＲ^{107}にメチル基を備える。メチル基は、シアノ基が導入されたフェニル基の自由な回転を抑制する。これにより、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$は優れた熱物性を発現する。また、発光スペクトルの幅を狭め、発光色の色純度を高める。また、緑色の発光材料として好適に利用することができる。

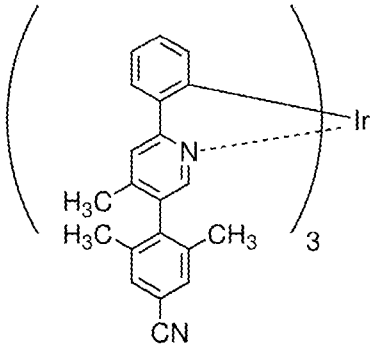
［０５６９］

（合成例２）

本合成例２では、実施の形態１において構造式（１０４）で示す、トリス［２－（４－メチル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_3$）の合成方法の一例を説明する。

［０５７０］

［化３４］



Ir(mppy-dmCP)$_3$

［０５７１］

《ステップ１；　５－ブロモ－４－メチル－２－フェニルピリジンの合成》

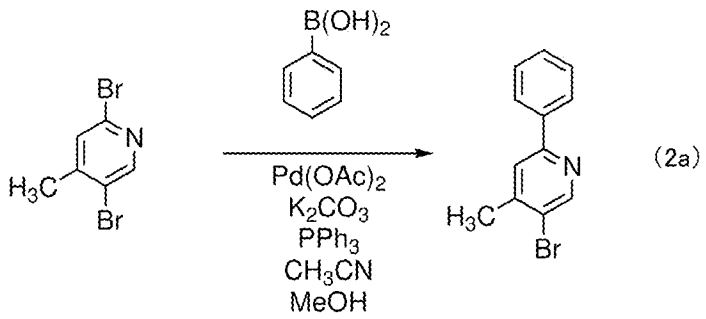
２，５－ジブロモ－４－メチルピリジン１５．８７ｇと、フェニルボロン酸９．２７ｇと、炭酸カリウム２３．５１ｇと、アセトニトリル５３０ｍＬと、メタノール２６５ｍＬとを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、酢酸ジパラジウム（ＩＩ）（略称：Ｐｄ（ＯＡｃ）$_2$）０．５６ｇと、トリフェニルホスフィン（略称：ＰＰｈ$_3$）１．６５ｇとを、加えた。撹拌しながら、５０℃で１９．５時間反応させた。ステップ１の合成スキーム（２ａ）を以下に示す。

［０５７２］

所定時間経過後、溶媒を留去し、水を加え、ジクロロメタンを用いて目的物を抽出した。抽出液からジクロロメタンを留去して得た残渣を、ヘキサンと酢酸エチルの混合溶媒（ヘキサン：酢酸エチル＝１０：１）を移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離し、無色オイル状のピリジン誘導体１３．４０ｇ（収率８５％）を得た。

［０５７３］

［化３５］



［０５７４］

《ステップ２；　４－メチル－２－フェニル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）ピ

リジン（略称：Ｈｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）の合成》

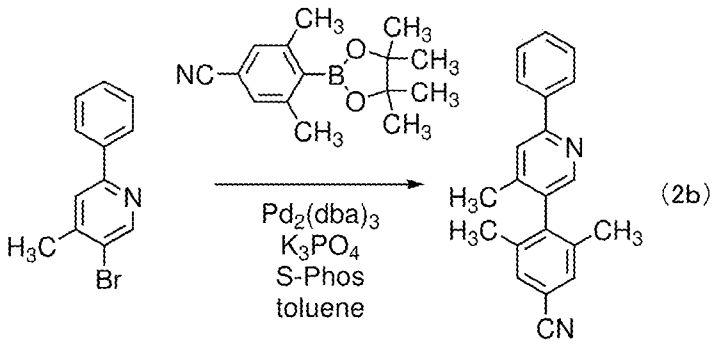
上記ステップ１で得た５－ブロモ－４－メチル－２－フェニルピリジン３．２５ｇと、３，５－ジメチル－４－（４，４，５，５－テトラメチル－１，３，２－ジオキサボロラン－２－イル）ベンゾニトリル４．０９ｇと、リン酸三カリウム１０．９６ｇと、２－ジシクロヘキシルホスフィノ－２’，６’－ジメトキシビフェニル（略称：Ｓ－Ｐｈｏｓ）４．１３ｇと、トルエン１６０ｍＬとを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム（０）（略称：$Ｐｄ_{2}$（ｄｂａ）$_{3}$）２．２５ｇを加えた。攪拌しながら、１３０℃で１５時間反応させた。ステップ２の合成スキーム（２ｂ）を以下に示す。

［０５７５］

所定時間経過後、得られた混合物を吸引ろ過した。ろ液からジクロロメタンを留去して得た残渣を、ヘキサンと酢酸エチルの混合溶媒（ヘキサン：酢酸エチル＝１０：１）を移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離し、黄白色固体のピリジン誘導体２．１８ｇ（収率５５％）を得た。

［０５７６］

［化３６］



Hmppy-dmCP

［０５７７］

《ステップ３；　ジ－μ－クロロ－テトラキス［２－（４－メチル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］ジイリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_{2}$Ｃｌ］$_{2}$）の合成》

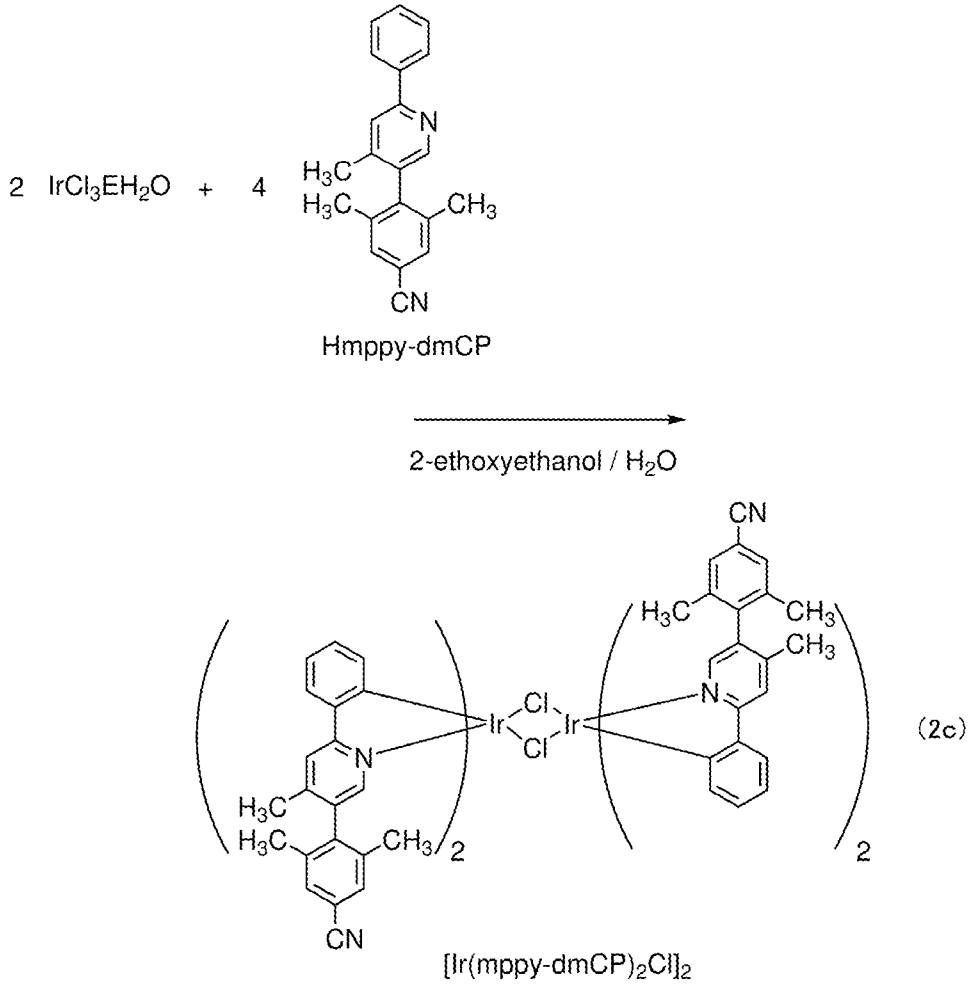
２－エトキシエタノール１５ｍＬと水５ｍＬ、ステップ２で得た４－メチル－２－フェニル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）ピリジン（略称：Ｈｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）２．０１ｇと、塩化イリジウム水和物（$ＩｒＣｌ_{3}$・$Ｈ_{2}Ｏ$）（フルヤ金属社製）０．９９ｇとを、還流管を付けたナスフラスコに入れ、フラスコ内をアルゴン置換した。その後、このフラスコに、２．４５ＧＨｚのマイクロ波を１００Ｗの出力で２時間照射して、反応させた。ステップ３の合成スキーム（２ｃ）を以下に示す。

［０５７８］

所定時間経過後、得られた残渣を吸引ろ過しながら、メタノールで洗浄し、黄色固体の複核錯体ジ－μ－クロロ－テトラキス［２－（４－メチル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］ジイリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_{2}$Ｃｌ］$_{2}$）１．８２ｇ（収率６７％）を得た。

［０５７９］

［化３７］



［０５８０］

《ステップ４；　トリス［２－（４－メチル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_3$）の合成》

ステップ３で得たジ－μ－クロロ－テトラキス［２－（４－メチル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］ジイリジウム（ＩＩＩ）（略称：［Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_2$Ｃｌ］$_2$）１．８２ｇと、ステップ２で得た４－メチル－２－フェニル－５－（４－シアノ－２，６－ジメチルフェニル）ピリジン（略称：Ｈｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）１．７０ｇと、炭酸カリウム１．５１ｇと、フェノール８ｇとを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。その後、攪拌しながら、１８５℃で２４時間反応させた。ステップ４の合成スキーム（２ｄ）を以下に示す。

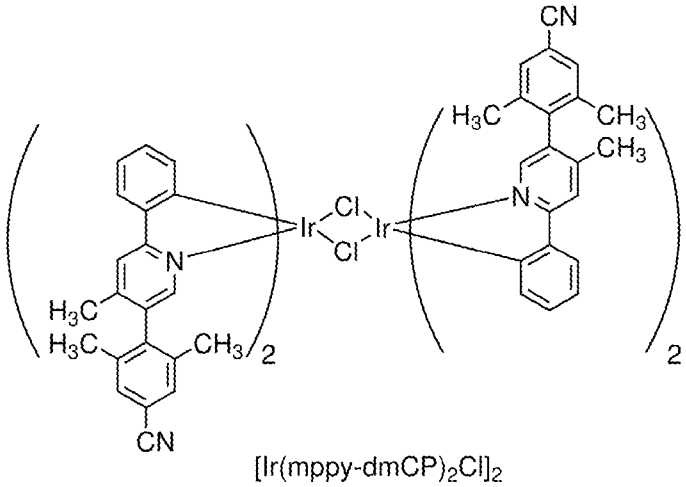
［０５８１］

所定時間経過後、得られた混合物を吸引ろ過しながら、水およびメタノールで洗浄した。得られた固体を、ジクロロメタンを移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離した。さらに、移動相を留去して得た固体およびジクロロメタン並びにメタノールの混合溶液から、再結晶法を用いて、黄色固体０．１６ｇ（収率７％）を得た。当該黄色固体０．１６ｇを、トレインサブリメーション法により昇華精製して、黄色固体状の目的物０．１０ｇ（収率６３％）を得た。な

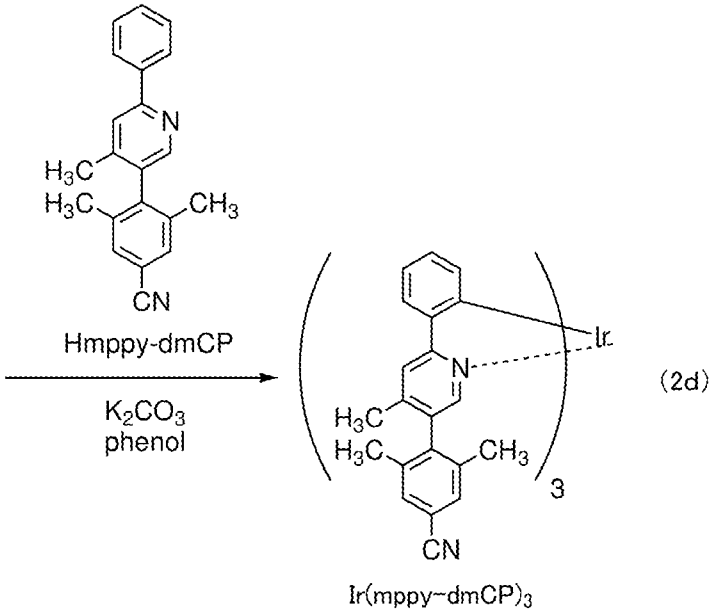
お、昇華精製条件は、圧力が２．６Ｐａ、アルゴンガスの流量が１１ｍＬ／ｍｉｎ、加熱温度が３６０℃であった。

［０５８２］

［化３８］



[Ir(mppy-dmCP)2Cl]2



Ir(mppy-dmCP)3

［０５８３］

核磁気共鳴分光法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）を用いて測定した結果、上記ステップ４で得た黄色固体がＩｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_{3}$であることが確認できた。^{1}Ｈ－ＮＭＲチャートを図２１に、分析結果を下記に示す。

［０５８４］

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_{3}$）：１．３８（ｓ，９Ｈ），１．６５（ｓ，９Ｈ），１．９６（ｓ，９Ｈ），６．８８－６．９６（ｍ，９Ｈ），７．３０（ｓ，３Ｈ），７．３２（ｄ，６Ｈ），７．６３（ｄ，３Ｈ），７．７５（ｓ，３Ｈ）．

［０５８５］

Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_{3}$を含むジクロロメタン溶液の紫外可視吸収スペクトル及び発光スペ

クトルの測定結果を図２２に示す。横軸は波長、縦軸は吸収強度または発光強度を表す。Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_3$は、５１９ｎｍに発光ピークを有しており、ジクロロメタンからは緑色の発光が観測された。なお、図２２に示す吸収スペクトルは、ジクロロメタン溶液（０．０１０５ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れて測定した吸収スペクトルから、ジクロロメタンのみを石英セルに入れて測定した吸収スペクトルを差し引いた結果である。

［０５８６］

吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計（（株）日本分光製Ｖ５５０型）を用い、ジクロロメタン溶液（０．０１０５ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、室温で測定を行った。

［０５８７］

また、発光スペクトルの測定には、絶対ＰＬ量子収率測定装置（（株）浜松ホトニクス製Ｃ１１３４７－０１型）を用い、グローブボックス（（株）ブライト製ＬＡＢｓｔａｒＭ１３（１２５０／７８０）にて、窒素雰囲気下でジクロロメタン脱酸素溶液（０．０１０５ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、密栓し、室温で測定を行った。

［０５８８］

Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_3$は、実施の形態１で示した一般式（Ｇ０）においてシアノ基がR^{104}に導入されたフェニル基の、２か所のオルト位（R^{102}およびR^{106}）にメチル基を備える。また、ピリジン環のR^{107}にメチル基を備える。これらの３つのメチル基は、当該フェニル基の自由な回転を非常に強く抑制する。これにより、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｄｍＣＰ）$_3$は優れた熱物性を発現する。また、発光スペクトルの幅を狭め、発光色の色純度を高める。また、緑色の発光材料として好適に利用することができる。

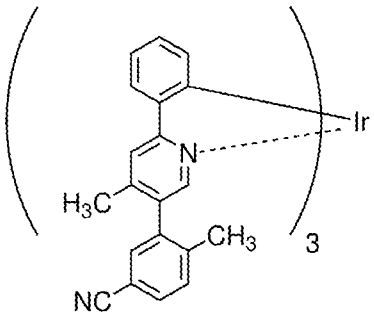
［０５８９］

（合成例３）

本合成例３では、実施の形態１の構造式（１３７）で表される本発明の有機金属錯体、トリス［２－（４－メチル－５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$）の合成方法を説明する。

［０５９０］

［化３９］



Ir(mppy-m5CP)$_3$

［０５９１］

《ステップ１；　４－メチル－２－フェニル－５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）ピリジン（略称：Ｈｍｐｐｙ－３ＣＰ）の合成》

５－ブロモ－４－メチル－２－フェニルピリジン２．３１ｇと、５－シアノ－２－フェニルボロン

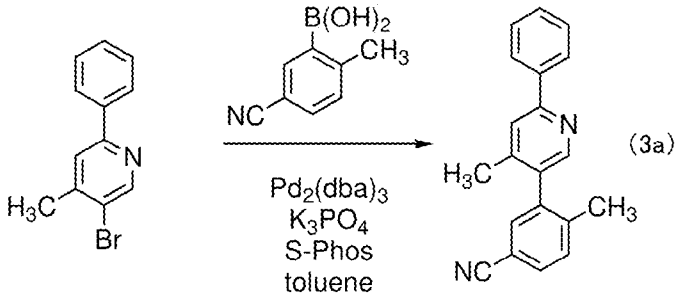
酸２．２３ｇと、リン酸三カリウム７．８８ｇと、トルエン１１５ｍＬとを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム（０）（略称：Ｐｄ$_2$（ｄｂａ）$_3$）１．０８ｇと、２－ジシクロヘキシルホスフィノ－２’，６’－ジメトキシビフェニル（略称：Ｓ－Ｐｈｏｓ）２．０１ｇとを加えた。撹拌しながら、１３０℃で７．５時間反応させた。ステップ１の合成スキーム（３ａ）を以下に示す。

［０５９２］

所定時間経過後、溶媒を留去し、水を加え、トルエンを用いて目的物を抽出した。抽出液からトルエンを留去して得た残渣を、トルエンと酢酸エチルの混合溶媒（トルエン：酢酸エチル＝３０：１）を移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離し、黄色オイル状のピリジン誘導体２．１２ｇ（収率８０％）を得た。

［０５９３］

［化４０］



Hmppy-m5CP

［０５９４］

《ステップ２；　トリス［２－（４－メチル－５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$））の合成》

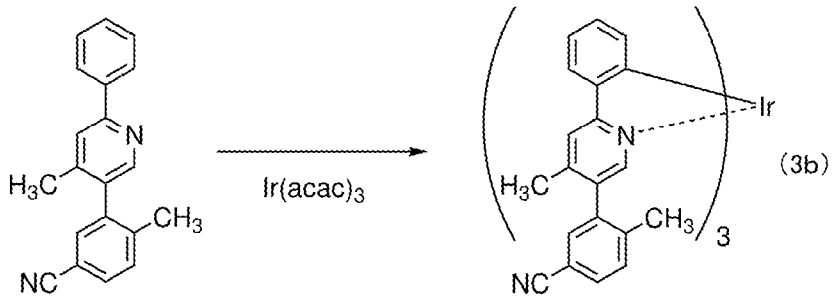
上記ステップ１で得た４－メチル－２－フェニル－５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）ピリジン（略称：Ｈｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）２．４２ｇと、トリス（２，４－ペンタンジオナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ａｃａｃ）$_3$）０．８８ｇとを、三方コックを付けた反応容器に入れ、反応容器内をアルゴン置換した。撹拌しながら、２５０℃で６７．５時間反応させた。ステップ２の合成スキーム（３ｂ）を以下に示す。

［０５９５］

所定時間経過後、得られた固体を、ジクロロメタンを移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離した。さらに、移動相を留去して得た固体およびジクロロメタン並びにメタノールの混合溶液から、再結晶法を用いて、黄色固体０．２４ｇ（収率１９％）を得た。当該黄色固体０．２４ｇを、トレインサブリメーション法により昇華精製して、黄色固体状の目的物０．１８ｇ（収率７５％）を得た。なお、昇華精製条件は、圧力が２．６Ｐａ、アルゴンガスの流量が１１ｍＬ／ｍｉｎ、加熱温度が３７５℃であった。

［０５９６］

［化４１］



Hmppy-m5CP　　Ir(mppy-m5CP)3

［０５９７］

核磁気共鳴分光法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）を用いて測定した結果、上記ステップ２で得た黄色固体がＩｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_{3}$）であることが確認できた。^{1}Ｈ－ＮＭＲチャートを図２３に、分析結果を下記に示す。

［０５９８］

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（CD_2Cl_2）：１．３８（ｓ，３Ｈ），１．４９（ｄ，３Ｈ），２．０４（ｓ，６Ｈ），２．０７（ｓ，６Ｈ），６．８４－６．９６（ｍ，９Ｈ），７．１５－７．３６（ｍ，８Ｈ），７．４４（ｄ，１Ｈ），７．５４－７．５８（ｍ，３Ｈ），７．６５－７．７３（ｍ，３Ｈ），７．７８－７．８６（ｍ，３Ｈ）．

［０５９９］

Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_{3}$を含むジクロロメタン溶液の紫外可視吸収スペクトル及び発光スペクトルの測定結果を図２４に示す。横軸は波長、縦軸は吸収強度または発光強度を表す。Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_{3}$は、５２３ｎｍに発光ピークを有しており、ジクロロメタンからは緑色の発光が観測された。なお、図２４に示す吸収スペクトルは、ジクロロメタン溶液（０．０１０９ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れて測定した吸収スペクトルから、ジクロロメタンのみを石英セルに入れて測定した吸収スペクトルを差し引いた結果である。

［０６００］

吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計（（株）日本分光製Ｖ５５０型）を用い、ジクロロメタン溶液（０．０１０９ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、室温で測定を行った。

［０６０１］

また、発光スペクトルの測定には、蛍光光度計（（株）浜松ホトニクス製　ＦＳ９２０）を用い、グローブボックス（（株）ブライト製ＬＡＢｓｔａｒＭ１３（１２５０／７８０）にて、窒素雰囲気下でジクロロメタン脱酸素溶液（０．０１０９ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、密栓し、室温で測定を行った。

［０６０２］

Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_{3}$は、実施の形態１で示した一般式（Ｇ０）においてシアノ基がR^{105}に導入されたフェニル基の、オルト位のR^{102}にメチル基を備える。また、ピリジン環のR^{107}にメチル基を備える。これらの２つのメチル基は、当該フェニル基の自由な回転を強く抑制する。これにより、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_{3}$は優れた熱物性を発現する。また、発光スペクトルの幅を狭め、発光色の色純度を高める。また、緑色の発光材料として好適に利用することができる。

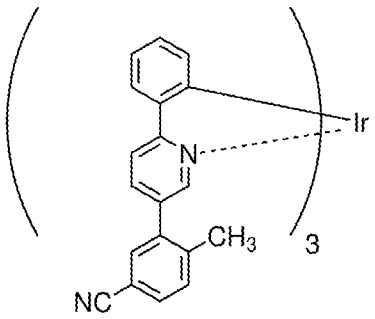
［０６０３］

（合成例４）

本合成例４では、実施の形態１において構造式（１３８）で示す、トリス［２－（５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$）の合成方法の一例を説明する。

［０６０４］

［化４２］



Ir(ppy-m5CP)$_3$

［０６０５］

《ステップ１；　５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）－２－フェニルピリジン（略称：Ｈｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）の合成》

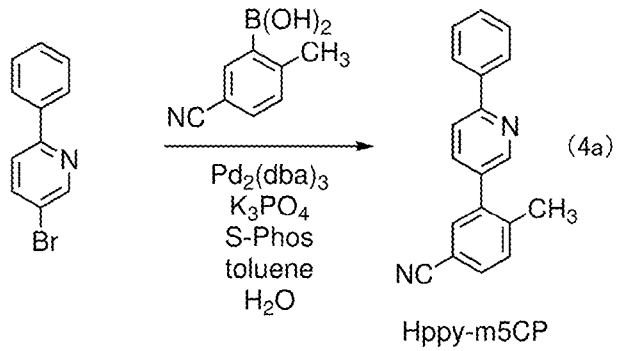
５－ブロモ－２－メチルピリジン９．８２ｇと、５－シアノ－２－メチルフェニルボロン酸８．０３ｇと、リン酸三カリウム１０．６２ｇと、トルエン１５０ｍＬと、水１５ｍＬとを、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、トリス（ジベンジリデンアセトン）ジパラジウム（０）（略称：Ｐｄ$_2$（ｄｂａ）$_3$）０．３８ｇと、２－ジシクロヘキシルホスフィノ－２’，６’－ジメトキシビフェニル（略称：Ｓ－Ｐｈｏｓ）０．７０ｇと、を加えた。攪拌しながら、１１０℃で２時間反応させた。ステップ１の合成スキーム（４ａ）を以下に示す。

［０６０６］

所定時間経過後、溶媒を留去し、水を加え、トルエンを用いて目的物を抽出した。抽出液からトルエンを留去して得た残渣を、ヘキサンと酢酸エチルの混合溶媒（ヘキサン：酢酸エチル＝１０：１）を移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離し、無色オイル状のピリジン誘導体１１．２１ｇ（収率９８％）を得た。

［０６０７］

［化４３］



Hppy-m5CP

［０６０８］

《ステップ２；　トリス［２－（５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$）の合成》

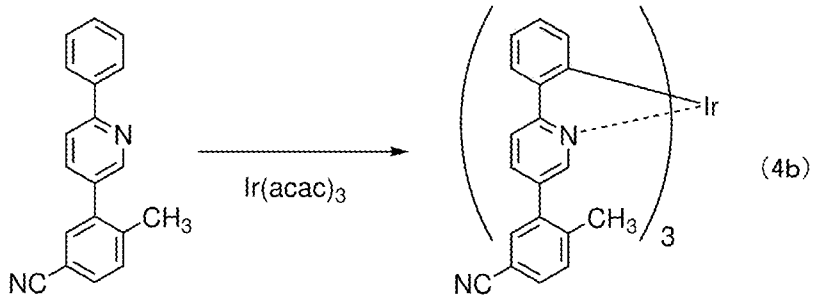
上記ステップ１で得た５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）－２－フェニルピリジン（略称：Ｈｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）２．２２ｇと、トリス（２，４－ペンタンジオナト）イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ａｃａｃ）$_3$）０．７８ｇとを、三方コックを付けた反応容器に入れ、反応容器内をアルゴン置換した。攪拌しながら、２５０℃で７８時間反応させた。ステップ２の合成スキーム（４ｂ）を以下に示す。

［０６０９］

所定時間経過後、得られた固体を、ヘキサンと酢酸エチルの混合溶媒（ヘキサン：酢酸エチル＝２：１）を移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離した。次に、移動相を留去して得た固体を、ジクロロメタンを移動相とするシリカゲルカラムクロマトグラフィー法を用いて分離した。さらに、移動相を留去して得た固体およびジクロロメタン並びにメタノールの混合溶液から、再結晶法を用いて、黄色固体状の目的物０．３０ｇ（収率１９％）を得た。

［０６１０］

［化４４］



Hppy-m5CP　　Ir(ppy-m5CP)$_3$

［０６１１］

核磁気共鳴分光法（^{1}Ｈ－ＮＭＲ）を用いて測定した結果、上記ステップ２で得た黄色固体がＩｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$）であることが確認できた。^{1}Ｈ－ＮＭＲチャートを図２５に、分析結果を下記に示す。

［０６１２］

^{1}Ｈ－ＮＭＲ．δ（ＣＤＣｌ$_3$）：１．９３（ｓ，９Ｈ），６．９２（ｄ，６Ｈ），６．９６－６．９９（ｍ，３Ｈ），７．２２（ｄ，３Ｈ），７．２９（ｄ，３Ｈ），７．４９－７．５１（ｍ，６Ｈ），７．５５（ｄｄ，３Ｈ），７．７２（ｄ，３Ｈ），７．９８（ｄ，３Ｈ）．

［０６１３］

Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$を含むジクロロメタン溶液の紫外可視吸収スペクトル及び発光スペクトルの測定結果を図２６に示す。横軸は波長、縦軸は吸収強度または発光強度を表す。Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$は、５４０ｎｍに発光ピークを有しており、ジクロロメタンからは緑色の発光が観測された。なお、図２６に示す吸収スペクトルは、ジクロロメタン溶液（０．００９９ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れて測定した吸収スペクトルから、ジクロロメタンのみを石英セルに入れて測定した吸収スペクトルを差し引いた結果である。

［０６１４］

吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計（（株）日本分光製Ｖ５５０型）を用い、ジクロロメタン溶液（０．００９９ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、室温で測定を行った。

［０６１５］

また、発光スペクトルの測定には、蛍光光度計（（株）浜松ホトニクス製　ＦＳ９２０）を用い、グローブボックス（（株）ブライト製ＬＡＢｓｔａｒＭ１３（１２５０／７８０）にて、窒素雰囲気下でジクロロメタン脱酸素溶液（０．００９９ｍｍｏｌ／Ｌ）を石英セルに入れ、密栓し、室温で測定を行った。

［０６１６］

Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$は、シアノ基が$Ｒ^{105}$に導入され他フェニル基のオルト位の$Ｒ^{102}$にメチル基を備える。このメチル基は、当該フェニル基の自由な回転を強く抑制する。これにより、Ｉｒ（ｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$は優れた熱物性を発現する。また、発光スペクトルの幅を狭め、発光色の色純度を高める。また、緑色の発光材料として好適に利用することができる。

［実施例２］

［０６１７］

本実施例では、本発明の一態様の発光デバイス１について、図２７乃至図３４を参照しながら説明する。

［０６１８］

図２７は、発光デバイス５５０Ｘの構成を説明する図である。

［０６１９］

図２８は、発光デバイス１、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。

［０６２０］

図２９は、発光デバイス１、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。

［０６２１］

図３０は、発光デバイス１、発光デバイス２の電圧－輝度特性を説明する図である。

［０６２２］

図３１は、発光デバイス１、発光デバイス２の電圧－電流特性を説明する図である。

［０６２３］

図３２は、発光デバイス１、発光デバイス２の輝度－外部量子効率特性を説明する図である。なお、発光デバイスの配光特性がランバーシアン型と仮定して、輝度から外部量子効率を算出した。

［０６２４］

図３３は、発光デバイス１、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。

［０６２５］

図３４は、一定の電流密度（５０ｍＡ／$ｃｍ^2$）で発光させた場合における、発光デバイス１の規格化輝度の経時変化を説明する図である。

［０６２６］

＜発光デバイス１＞

本実施例で説明する作製した発光デバイス１は、発光デバイス５５０Ｘと同様の構成を備える（図２７参照）。

［０６２７］

《発光デバイス１の構成》

発光デバイス１の構成を表１に示す。また、本実施例で説明する発光デバイスに用いた材料の構造式を以下に示す。なお、本実施例の表中において、下付き文字および上付き文字は、便宜上、標準の大きさで記載される。例えば、略称に用いる下付き文字および単位に用いる上付き文字は、表中において、標準の大きさで記載される。表中のこれらの記載は、明細書の記載を参酌して読み替えることができる。

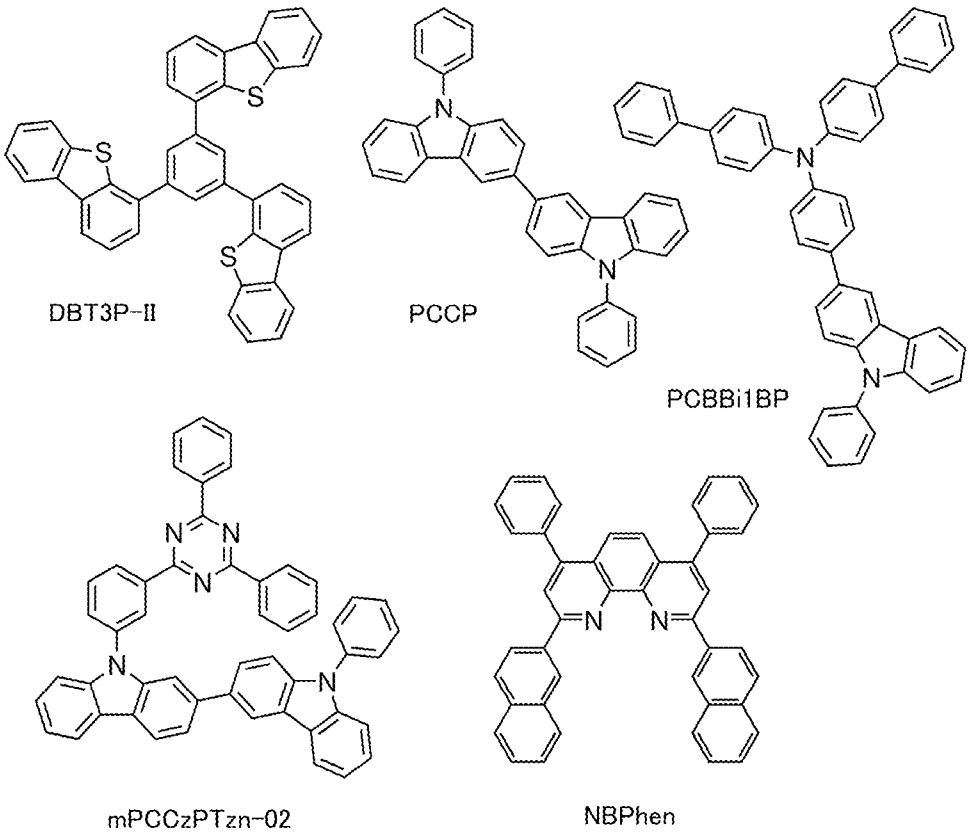
［０６２８］

［表１］

構成	符号	材料	組成比	厚さ /nm
電極	552X	Al		200
層	105X	LiF		1
層	113X2	NBphen		10
層	113X1	mPCCzPTzn-02		20
層	111X	mPCCzPTzn-02: PCCP: Ir(mppy-3CP)3	0.6: 0.4: 0.1	40
層	112X	PCBBi1BP		20
層	104X	DBT3P-II:MoOx	2:1	40
電極	551X	ITSO		70

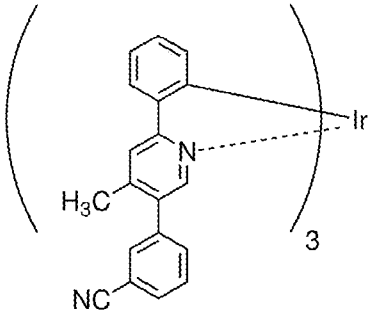
［０６２９］

［化４５］

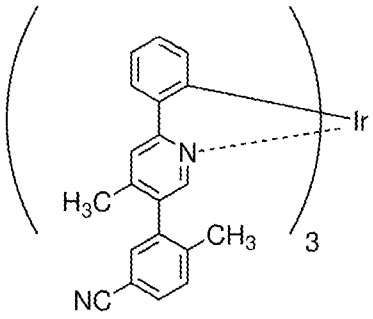


［０６３０］

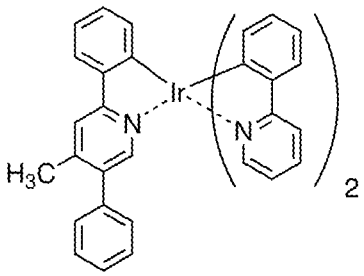
［化４６］



Ir(mppy-3CP)$_3$



Ir(mppy-m5CP)$_3$



Ir(ppy)$_2$(mdppy)

［０６３１］

《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。

［０６３２］

［第１のステップ］

第１のステップにおいて、電極５５１Ｘを形成した。具体的には、ターゲットにケイ素も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。なお、電極５５１ＸはＩＴＳＯを含み、７０ｎｍの厚さと、４ｍｍ^2（２ｍｍ×２ｍｍ）の面積を備える。

［０６３３］

次いで、電極が形成されたワークピースを水で洗浄し、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、３０分程度放冷した。

［０６３４］

［第２のステップ］

第２のステップにおいて、電極５５１Ｘ上に層１０４Ｘを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層１０４Ｘは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）および酸化モリブデン（略称：ＭｏＯｘ）を、ＤＢＴ３Ｐ－ＩＩ：ＭｏＯｘ＝２：１（重量比）で含み、４０ｎｍの厚さを備える。

［０６３５］

［第３のステップ］

第３のステップにおいて、層１０４Ｘ上に層１１２Ｘを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層１１２Ｘは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）を含み、２０ｎｍの厚さを備える。

［０６３６］

［第４のステップ］

第４のステップにおいて、層１１２Ｘ上に層１１１Ｘを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層１１１Ｘは９－［３－（４，６－ジフェニル－１，３，５－トリアジン－２－イル）フェニル］－９’－フェニル－２，３’－ビ－９Ｈ－カルバゾール（略称：ｍＰＣＣｚＰＴｚｎ－０２）、９，９’－ジフェニル－９Ｈ，９’Ｈ－３，３’－ビカルバゾール（略称：ＰＣＣＰ）およびトリス［２－（４－メチル－５－（３－シアノフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$）を、ｍＰＣＣｚＰＴｚｎ－０２：ＰＣＣＰ：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$＝０．６：０．４：０．１（重量比）で含み、４０ｎｍの厚さを備える。

［０６３７］

［第５のステップ］

第５のステップにおいて、層１１１Ｘ上に層１１３Ｘ１を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層１１３Ｘ１はｍＰＣＣｚＰＴｚｎ－０２を含み、２０ｎｍの厚さを備える。

［０６３８］

［第６のステップ］

第６のステップにおいて、層１１３Ｘ１上に層１１３Ｘ２を形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層１１３Ｘ２は２，９－ジ（２－ナフチル）－４，７－ジフェニル－１，１０－フェナントロリン（略称：ＮＢｐｈｅｎ）を含み、１０ｎｍの厚さを備える。

［０６３９］

［第７のステップ］

第７のステップにおいて、層１１３Ｘ２上に層１０５Ｘを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、層１０５Ｘはフッ化リチウム（ＬｉＦ）を含み、１ｎｍの厚さを備える。

［０６４０］

［第８のステップ］

第８のステップにおいて、層１０５Ｘ上に電極５５２Ｘを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を蒸着した。なお、電極５５２Ｘはアルミニウム（Ａｌ）を含み、２００ｎｍの厚さを備える。

［０６４１］

《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２７参照）。発光デバイス１の動作特性を、室温（２３℃）にて測定した（図２８乃至図３３参照）。なお、輝度およびＣＩＥ色度の測定には、色彩輝度計（トプコン社製、ＢＭ－５Ａ）を用い、発光スペクトルの測定には、マルチチ

ャンネル分光器（浜松フォトニクス社製、ＰＭＡ－１１）を用いた。

［０６４２］

作製した発光デバイスを輝度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。また、８５℃の環境において、発光デバイスを一定の電流密度（５０ｍＡ／ｃｍ^2）で発光させ、輝度が初期輝度の５０％に低下するまでの経過時間ＬＴ５０を測定した。ＬＴ５０を表３に示す。また、構成を後述する他の発光デバイスの特性も表２に記載する。

［０６４３］

［表２］

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm2)	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	2.9	0.05	1.1	0.39	0.60	85.5	22.4
発光デバイス2	2.9	0.05	1.2	0.35	0.62	77.7	20.8
比較デバイス1	2.9	0.04	1.0	0.33	0.63	88.6	23.8

［０６４４］

［表３］

	LT50 (hr)
発光デバイス1	77.0
比較デバイス1	70.0

［０６４５］

発光デバイス１は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、発光デバイス１は、８５℃の厳しい高温環境において、初期輝度の５０％に低下するまでの経過時間ＬＴ５０を長くすることができた。また、後述する参考例１において構成を説明する比較デバイス１と比較して、駆動寿命の長寿命化を実現した。また、良好な駆動電圧および良好な外部量子効率の特性を損なうことなく、シアノ基の導入により、耐熱性が向上した。

［０６４６］

＜発光デバイス２＞

本実施例で説明する作製した発光デバイス２は、発光デバイス５５０Ｘと同様の構成を備える（図２７参照）。発光デバイス２の構成は、層１１１Ｘにおいて発光デバイス１と異なる。具体的には、層１１１Ｘが、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$に換えてトリス［２－（４－メチル－５－（５－シアノ－２－メチルフェニル）－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－κＣ］イリジウム（ＩＩＩ）（略称：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$）を含む点が発光デバイス１とは異なる。

［０６４７］

《発光デバイス２の作製方法》

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

［０６４８］

なお、発光デバイス２の作製方法は、第４のステップにおいて、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$に換えて、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$を用いた点が発光デバイス１の作製方法とは異なる。ここで

は、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０６４９］

［第４のステップ］

第４のステップにおいて、層１１２Ｘ上に層１１１Ｘを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用いて材料を共蒸着した。なお、層１１１ＸはｍＰＣＣｚＰＴｚｎ－０２、ＰＣＣＰおよびＩｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$を、ｍＰＣＣｚＰＴｚｎ－０２：ＰＣＣＰ：Ｉｒ（ｍｐｐｙ－ｍ５ＣＰ）$_3$＝０．６：０．４：０．１（重量比）で含み、４０ｎｍの厚さを備える。

［０６５０］

《発光デバイス２の動作特性》

電力を供給すると発光デバイス１、発光デバイス２は光ＥＬ１を射出した（図２７参照）。発光デバイス２の動作特性を、室温にて測定した（図２８乃至図３３参照）。

［０６５１］

作製した発光デバイスを輝度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。

［０６５２］

発光デバイス２は、良好な特性を示すことがわかった。例えば、発光デバイス２は、色純度の高い緑色の光を発した。また、フルカラーディスプレイに好適に用いることができる色純度を備えていた。

［０６５３］

（参考例１）

本参考例で説明する作製した比較デバイス１は、発光デバイス５５０Ｘと同様の構成を備える（図２７参照）。

［０６５４］

《比較デバイス１の構成》

比較デバイス１の構成は、層１１１Ｘにおいて発光デバイス１と異なる。具体的には、層１１１Ｘが、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$に換えて［２－（４－メチル－５－フェニル－２－ピリジニル－κＮ）フェニル－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）$_2$（ｍｄｐｐｙ））を含む点が発光デバイス１とは異なる。

［０６５５］

《比較デバイス１の作製方法》

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

［０６５６］

なお、比較デバイス１の作製方法は、第４のステップにおいて、Ｉｒ（ｍｐｐｙ－３ＣＰ）$_3$に換えて、Ｉｒ（ｐｐｙ）$_2$（ｍｄｐｐｙ）を用いた点が発光デバイス１の作製方法とは異なる。ここでは、異なる部分について詳細に説明し、同様の方法を用いた部分については、上記の説明を援用する。

［０６５７］

［第４のステップ］

第４のステップにおいて、層１１２Ｘ上に層１１１Ｘを形成した。具体的には、抵抗加熱法を用い

て材料を共蒸着した。なお、層１１１ＸはｍＰＣＣｚＰＴｚｎ－０２、ＰＣＣＰおよびＩｒ（ｐｐｙ）$_2$（ｍｄｐｐｙ）を、ｍＰＣＣｚＰＴｚｎ－０２：ＰＣＣＰ：Ｉｒ（ｐｐｙ）$_2$（ｍｄｐｐｙ）＝０．６：０．４：０．１（重量比）で含み、４０ｎｍの厚さを備える。

［０６５８］

《比較デバイス１の動作特性》

電力を供給すると比較デバイス１は光ＥＬ１を射出した（図２７参照）。比較デバイス１の動作特性を、室温にて測定した（図２８乃至図３３参照）。

［０６５９］

作製した比較デバイス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。また、８５℃の環境において、比較デバイス１を一定の電流密度（５０ｍＡ／ｃｍ^2）で発光させ、輝度が初期輝度の５０％に低下するまでの経過時間ＬＴ５０を測定した。ＬＴ５０を表３に示す。

［符号の説明］

［０６６０］

ＡＮＯ：導電膜、Ｃ２１：容量、Ｃ２２：容量、ＣＦＸ：着色層、ＣＰ：導電性材料、ＧＤ：駆動回路、ｈｖ：光、Ｍ２１：トランジスタ、Ｎ２１：ノード、Ｎ２２：ノード、ＳＤ：駆動回路、ＳＷ２１：スイッチ、ＳＷ２２：スイッチ、ＳＷ２３：スイッチ、ＥＬＸ：光、ＥＬＹ：光、１０３Ｓ：ユニット、１０３Ｘ：ユニット、１０３Ｙ：ユニット、１０４Ｓ：層、１０４Ｘ：層、１０４ＸＹ：領域、１０４Ｙ：層、１０４：層、１０５Ｓ：層、１０５Ｘ：層、１０５Ｙ：層、１０５：層、１０６＿１：層、１０６＿２：層、１０６＿３：層、１０６：層、１１１Ｘ：層、１１１Ｙ：層、１１２＿２：層、１１２Ｓ：層、１１２Ｘ：層、１１２：層、１１３＿２：層、１１３Ｓ：層、１１３Ｘ：層、１１３：層、１１４Ｎ：層、１１４Ｐ：層、１１４Ｓ：層、２３１：領域、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、５１０：基板、５１９Ｂ：端子、５２０Ｔ：領域、５２０：機能層、５２１：絶縁膜、５２８：絶縁膜、５２９＿１：膜、５２９＿２：膜、５２９＿３：膜、５３０Ｘ：画素回路、５４０：機能層、５５０Ｓ：光電変換デバイス、５５０Ｘ：発光デバイス、５５０Ｙ：発光デバイス、５５１Ｓ：電極、５５１Ｘ：電極、５５１ＸＳ：間隙、５５１ＸＹ：間隙、５５１Ｙ：電極、５５２Ｓ：電極、５５２Ｘ：電極、５５２Ｙ：電極、５９１Ｘ：開口部、５９１Ｙ：開口部、６０１：ソース線駆動回路、６０２：画素部、６０３：ゲート線駆動回路、６０４：封止基板、６０５：シール材、６０７：空間、６０８：引き回し配線、６０９：外部入力端子、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：表示装置、７０２Ｘ：画素、７０３：画素、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：電極、１０２４Ｇ：電極、１０２４Ｒ：電極、１０２４Ｗ：電極、１０２５：隔壁、１０２８：ＥＬ層、１０２９：電極、１０３１：封止基板、１０３２：シール材、１０３３：基材、１０３４Ｂ：着色層、１０３４Ｇ：着色層、１０３４Ｒ：着色層、１０３５：ブラックマトリクス、１０３６：オーバーコート層、１０３７：第３の層間絶縁膜、１

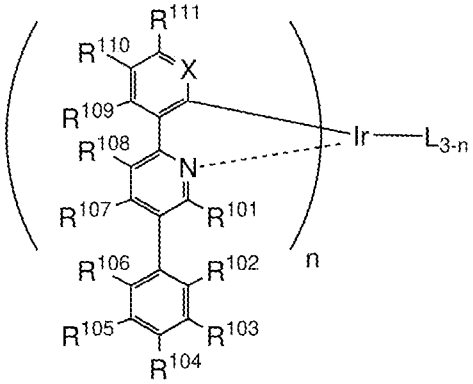
０４０：画素部、１０４１：駆動回路部、１０４２：周辺部、２００１：筐体、２００２：光源、２１００：ロボット、２１０２：マイクロフォン、２１０３：上部カメラ、２１０４：スピーカ、２１０５：ディスプレイ、２１０６：下部カメラ、２１０７：障害物センサ、２１０８：移動機構、２１１０：演算装置、３００１：照明装置、５０００：筐体、５００１：表示部、５００２：表示部、５００３：スピーカ、５００４：ＬＥＤランプ、５００６：接続端子、５００７：センサ、５００８：マイクロフォン、５０１２：支持部、５０１３：イヤホン、５１００：掃除ロボット、５１０１：ディスプレイ、５１０２：カメラ、５１０３：ブラシ、５１０４：操作ボタン、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］

一般式（Ｇ０）で表される有機化合物。

［化１］



(G0)

ただし、前記一般式（Ｇ０）において、

Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、

Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合し、

R^{104}およびR^{105}のいずれか一方は、シアノ基であり、

R^{102}およびR^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、

R^{101}乃至R^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基と結合し、

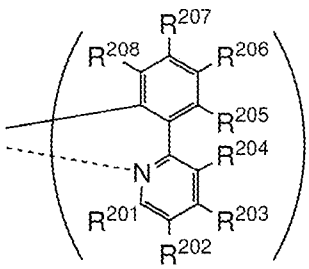
前記置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、

前記置換基は、互いに結合して環を形成してもよく、

ｎは、１以上３以下の整数であり、

Ｌは、構造式（Ｌ０）で表される配位子であり、

［化２］



(L0)

前記構造式（Ｌ０）において、

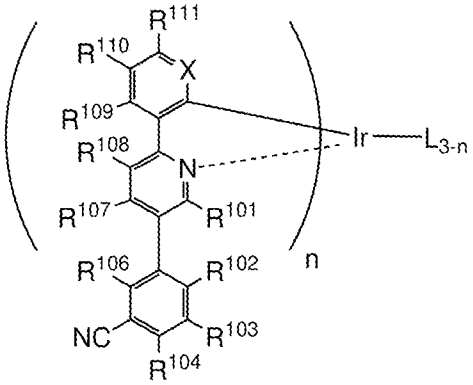
R^{201}乃至R^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のアルキル基であり、

また、一般式（Ｇ０）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［請求項２］

一般式（Ｇ１）で表される有機化合物。

［化３］



(G1)

ただし、前記一般式（Ｇ１）において、

Ｘは、窒素原子または炭素原子であり、

Ｘが炭素原子であるとき、Ｘは、水素または置換基と結合し、

Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、

Ｒ^{101}乃至Ｒ^{111}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基と結合し、

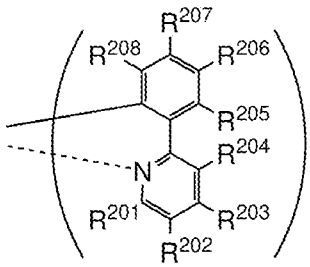
前記置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、

前記置換基は、互いに結合して環を形成してもよく、

ｎは、１以上３以下の整数であり、

Ｌは、構造式（Ｌ１）で表される配位子であり、

［化４］



(L1)

前記構造式（Ｌ１）において、

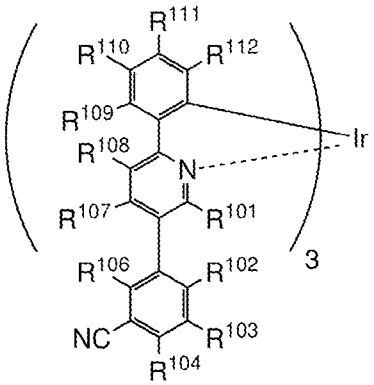
Ｒ^{201}乃至Ｒ^{208}は、それぞれ独立に、水素または炭素数１乃至６のアルキル基であり、

また、一般式（Ｇ１）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［請求項３］

一般式（Ｇ２）で表される有機化合物。

［化５］



(G2)

ただし、前記一般式（Ｇ２）において、

Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、

Ｒ^{102}乃至Ｒ^{112}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基と結合し、

前記置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、

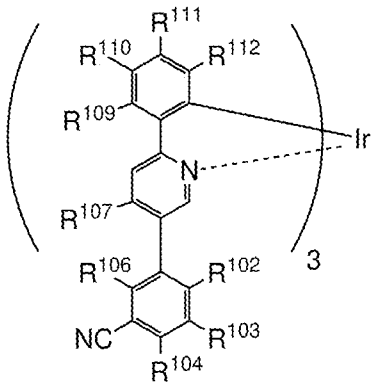
前記置換基は、互いに結合して環を形成してもよく、

また、一般式（Ｇ２）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［請求項４］

一般式（Ｇ３）で表される有機化合物。

［化６］



(G3)

ただし、前記一般式（Ｇ３）において、

Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、

Ｒ^{102}乃至Ｒ^{112}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基と結合し、

前記置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、

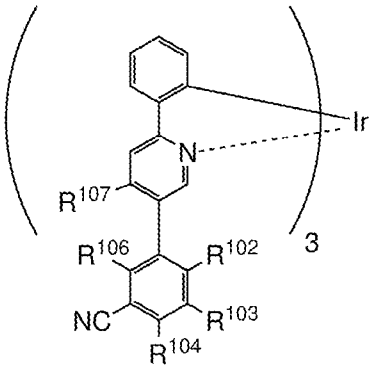
前記置換基は、互いに結合して環を形成してもよく、

また、一般式（Ｇ３）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［請求項５］

一般式（Ｇ４）で表される有機化合物。

［化７］



(G4)

ただし、前記一般式（Ｇ４）において、

Ｒ^{102}およびＲ^{107}の少なくとも一は、炭素数１乃至６のアルキル基であり、

Ｒ^{102}乃至Ｒ^{107}の他は、それぞれ独立に、水素または置換基と結合し、

前記置換基は、それぞれ独立に、炭素数１乃至６のアルキル基、炭素数３乃至７のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数６乃至１３のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１乃至５のヘテロアリール基、アミノ基またはヒドロキシ基であり、

前記置換基は、互いに結合して環を形成してもよく、

また、一般式（Ｇ４）において、水素はいずれも重水素であってもよい。

［請求項６］

第１の電極と、

第２の電極と、

第１のユニットと、を有し、

前記第１のユニットは、第１の電極および第２の電極の間に挟まれ、

前記第１のユニットは、請求項１乃至請求項５のいずれか一に記載の有機化合物を含む、発光デバイス。

［請求項７］

第１の発光デバイスと、

第２の発光デバイスと、を有し、

前記第１の発光デバイスは、第３の電極、第４の電極、第２のユニットおよび第１の層を備え、

前記第２のユニットは、前記第３の電極および前記第４の電極の間に挟まれ、

前記第１の層は、前記第２のユニットおよび前記第３の電極の間に挟まれ、

前記第２のユニットは、請求項１乃至請求項５のいずれか一に記載の有機化合物を含み、

前記第１の層は、ハロゲン基もしくはシアノ基を含む第２の有機化合物または遷移金属酸化物を含み、

前記第２の発光デバイスは、前記第１の発光デバイスと隣接し、

前記第２の発光デバイスは、第５の電極、第６の電極、第３のユニットおよび第２の層を備え、

前記第５の電極は、前記第３の電極との間に、間隙を備え、

前記第３のユニットは、前記第６の電極および前記第５の電極の間に挟まれ、

前記第３のユニットは、発光性の材料を含み、

前記第２の層は、前記第３のユニットおよび前記第５の電極の間に挟まれ、

前記第２の層は、前記第２の有機化合物または前記遷移金属酸化物を含み、

前記第２の層は、前記第１の層との間に、前記第１の層より膜厚が薄い領域を備え、

前記領域は、前記間隙と重なる、表示装置。

［請求項８］

第１の機能層と、

第２の機能層と、を有し、

前記第１の機能層は、前記第２の機能層と重なり、

前記第１の機能層は、第１の画素回路および第２の画素回路を含み、

前記第２の機能層は、第１の発光デバイスおよび第２の発光デバイスを含み、

前記第１の発光デバイスは、第３の電極、第４の電極および第２のユニットを備え、

前記第２のユニットは、前記第３の電極および前記第４の電極の間に挟まれ、

前記第２のユニットは、請求項１乃至請求項５のいずれか一に記載の有機化合物を含み、

前記第３の電極は、前記第１の画素回路と電気的に接続され、

前記第２の発光デバイスは、第５の電極、第６の電極および第３のユニットを備え、

前記第３のユニットは、前記第５の電極および前記第６の電極の間に挟まれ、

前記第５の電極は、前記第２の画素回路と電気的に接続され、

前記第６の電極は、前記第４の電極と電気的に接続される、表示装置。

図1A

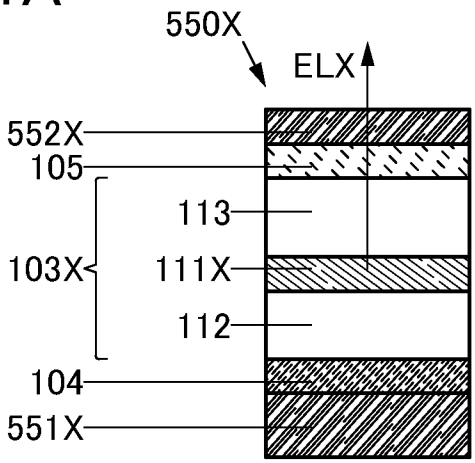

550X
ELX
552X
105
113
103X
111X
112
104
551X

図1B

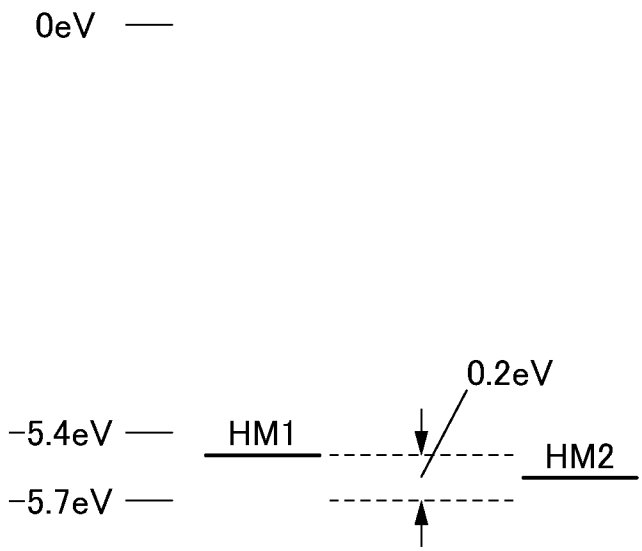

0eV
0.2eV
-5.4eV
HM1
HM2
-5.7eV

図2A

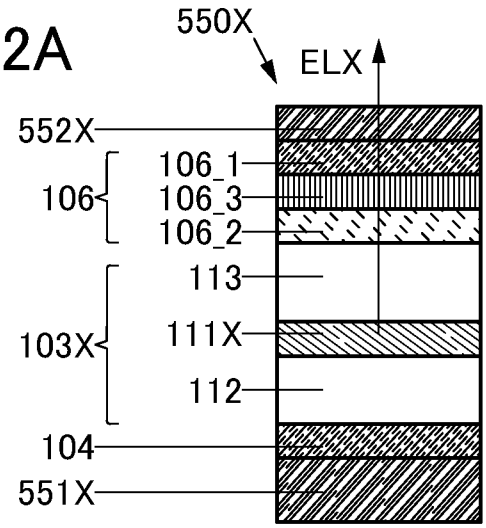

550X
ELX
552X
106
106_1
106_3
106_2
113
103X
111X
112
104
551X

図2B

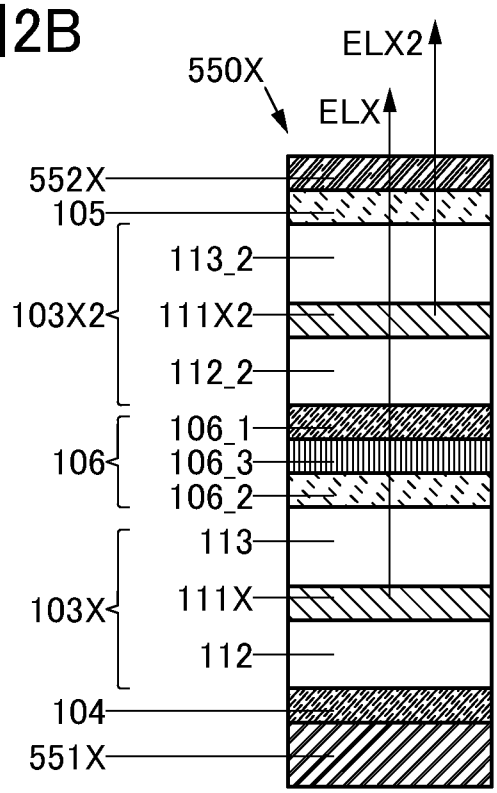

ELX2
550X
ELX
552X
105
113_2
103X2
111X2
112_2
106
106_1
106_3
106_2
113
103X
111X
112
104
551X

図3A

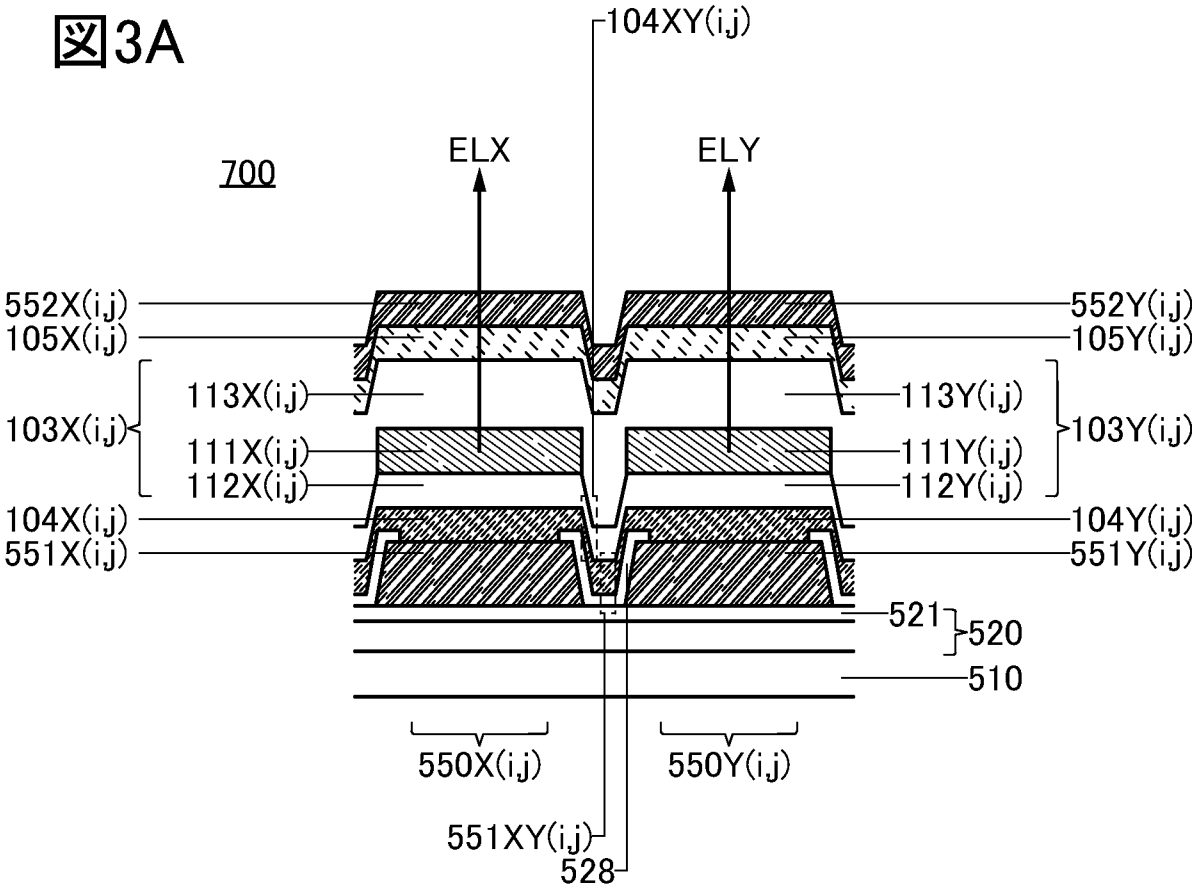

104XY(i,j)
700
ELX
ELY
552X(i,j)
105X(i,j)
113X(i,j)
103X(i,j)
111X(i,j)
112X(i,j)
104X(i,j)
551X(i,j)
552Y(i,j)
105Y(i,j)
113Y(i,j)
103Y(i,j)
111Y(i,j)
112Y(i,j)
104Y(i,j)
551Y(i,j)
521
520
510
550X(i,j)
550Y(i,j)
551XY(i,j)
528

図3B

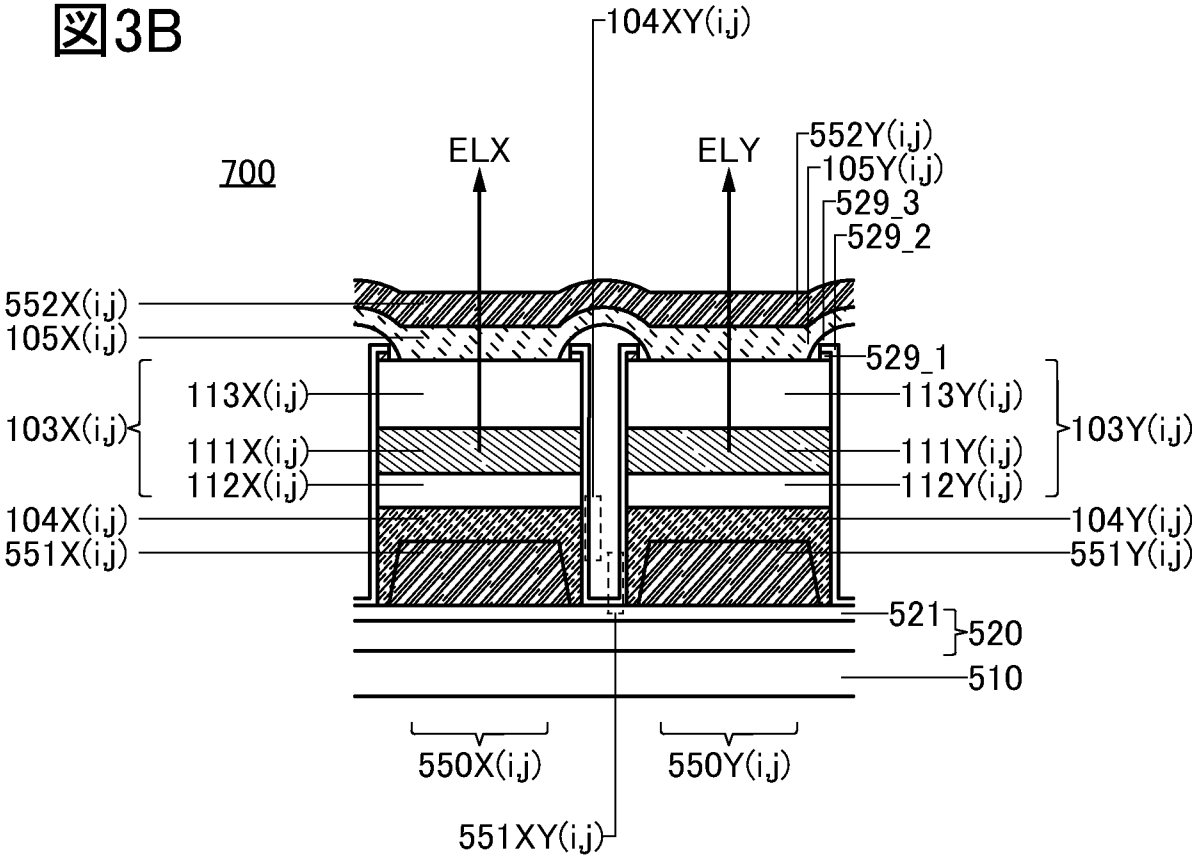

104XY(i,j)
700
ELX
ELY
552Y(i,j)
105Y(i,j)
529_3
529_2
552X(i,j)
105X(i,j)
529_1
113X(i,j)
103X(i,j)
111X(i,j)
112X(i,j)
104X(i,j)
551X(i,j)
113Y(i,j)
103Y(i,j)
111Y(i,j)
112Y(i,j)
104Y(i,j)
551Y(i,j)
521
520
510
550X(i,j)
550Y(i,j)
551XY(i,j)

図4A

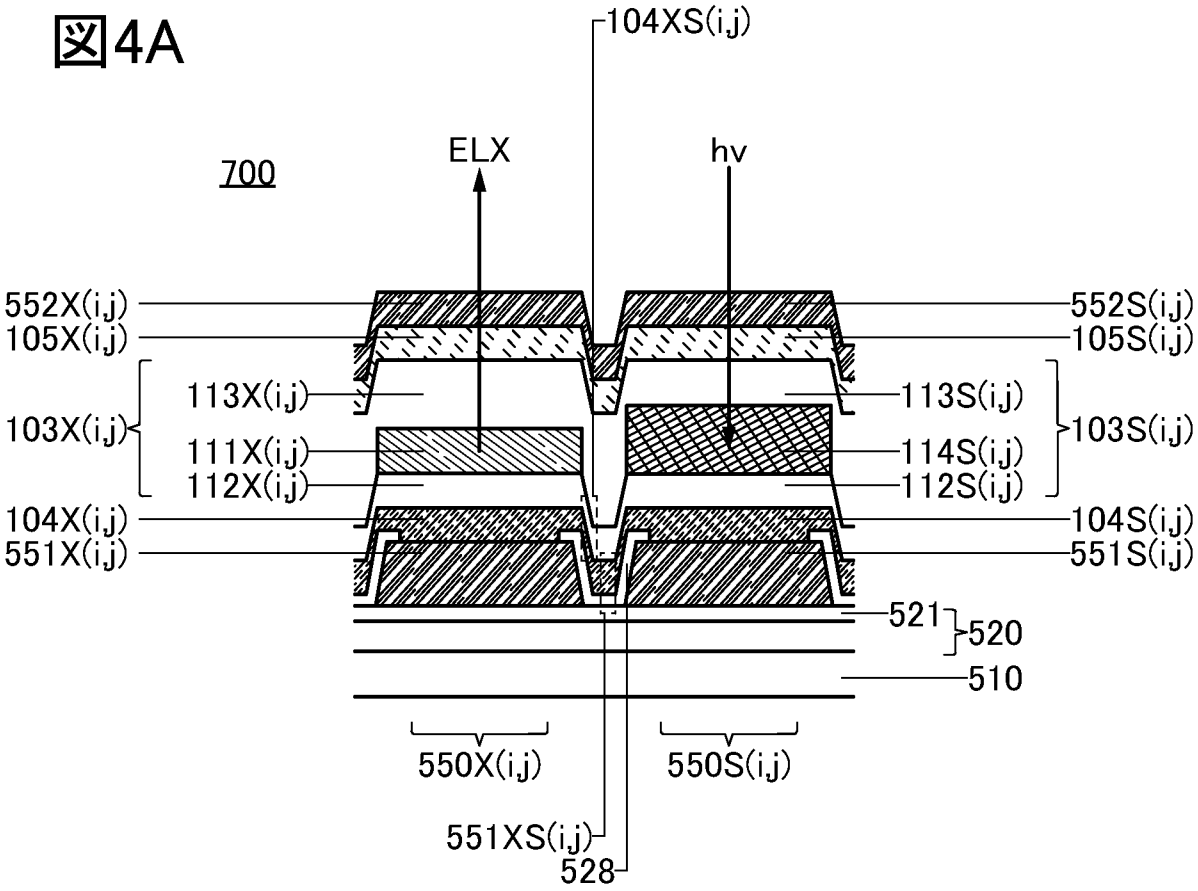

104XS(i,j)
700
ELX
hv
552X(i,j)
105X(i,j)
113X(i,j)
103X(i,j)
111X(i,j)
112X(i,j)
104X(i,j)
551X(i,j)
552S(i,j)
105S(i,j)
113S(i,j)
114S(i,j)
112S(i,j)
103S(i,j)
104S(i,j)
551S(i,j)
521
520
510
550X(i,j)
550S(i,j)
551XS(i,j)
528

図4B

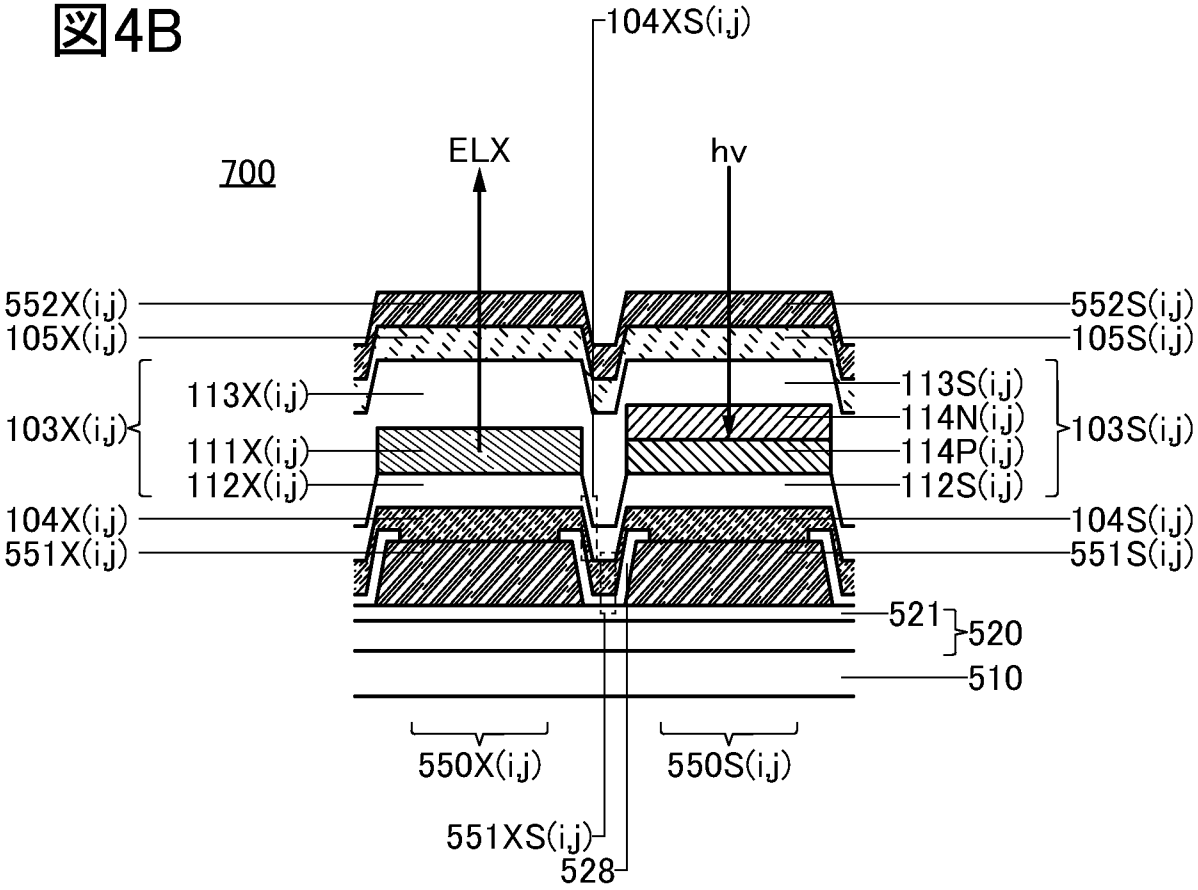

104XS(i,j)
700
ELX
hv
552X(i,j)
105X(i,j)
113X(i,j)
103X(i,j)
111X(i,j)
112X(i,j)
104X(i,j)
551X(i,j)
552S(i,j)
105S(i,j)
113S(i,j)
114N(i,j)
114P(i,j)
112S(i,j)
103S(i,j)
104S(i,j)
551S(i,j)
521
520
510
550X(i,j)
550S(i,j)
551XS(i,j)
528

図5A

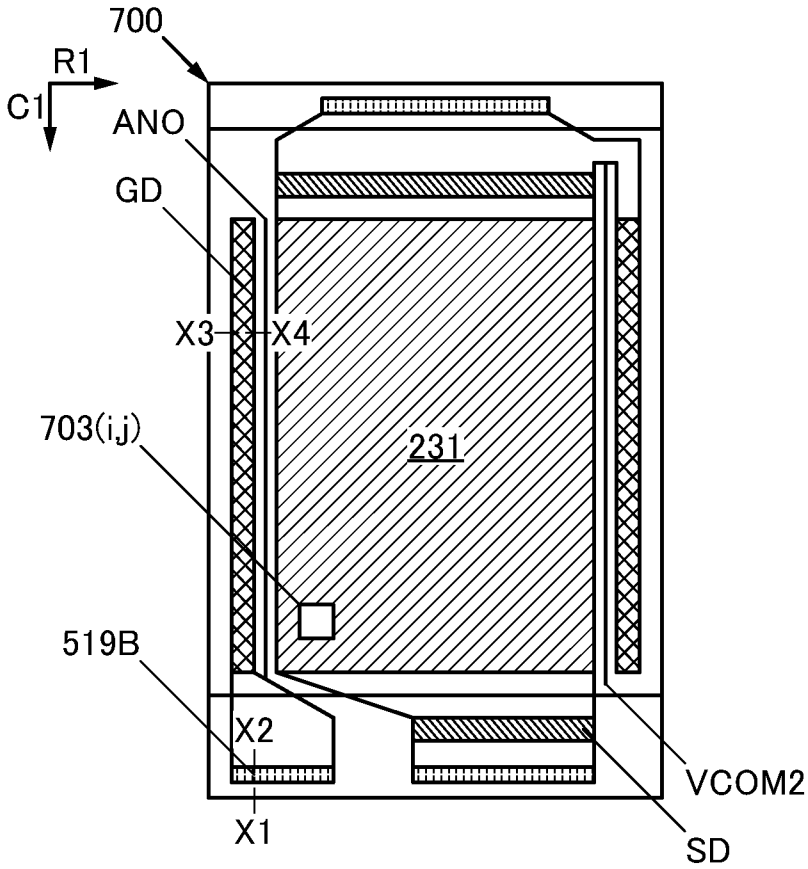

700
R1
C1
ANO
GD
X3
X4
703(i,j)
231
519B
X2
X1
VCOM2
SD

図5B

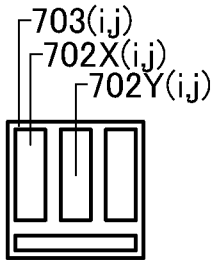

703(i,j)
702X(i,j)
702Y(i,j)

図5C

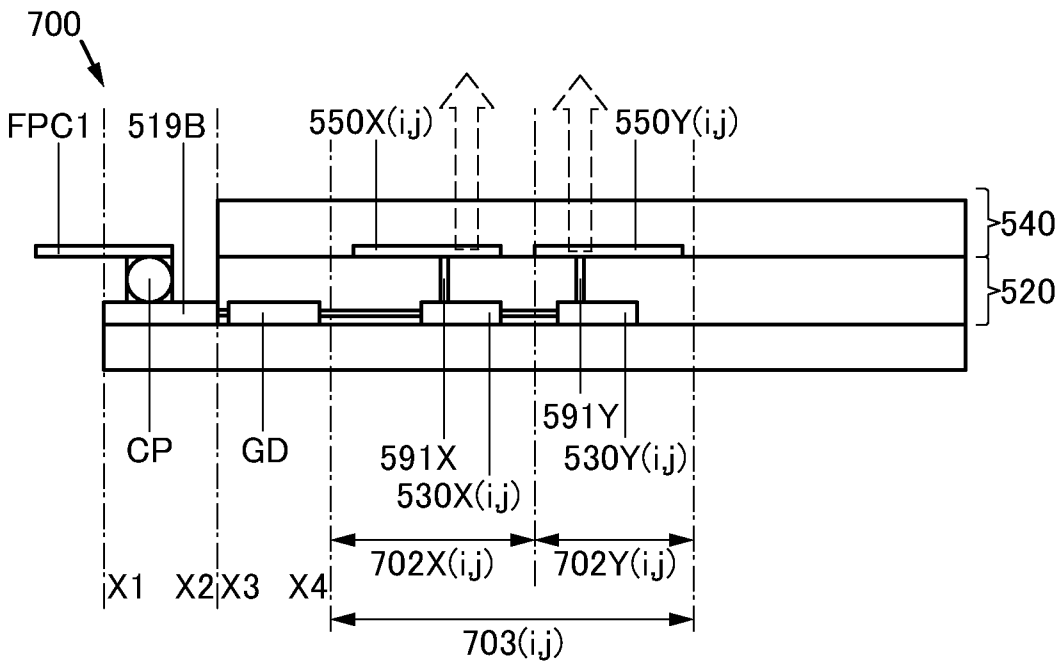

700
FPC1
519B
550X(i,j)
550Y(i,j)
540
520
CP
GD
591X
530X(i,j)
591Y
530Y(i,j)
702X(i,j)
702Y(i,j)
X1
X2
X3
X4
703(i,j)

図6

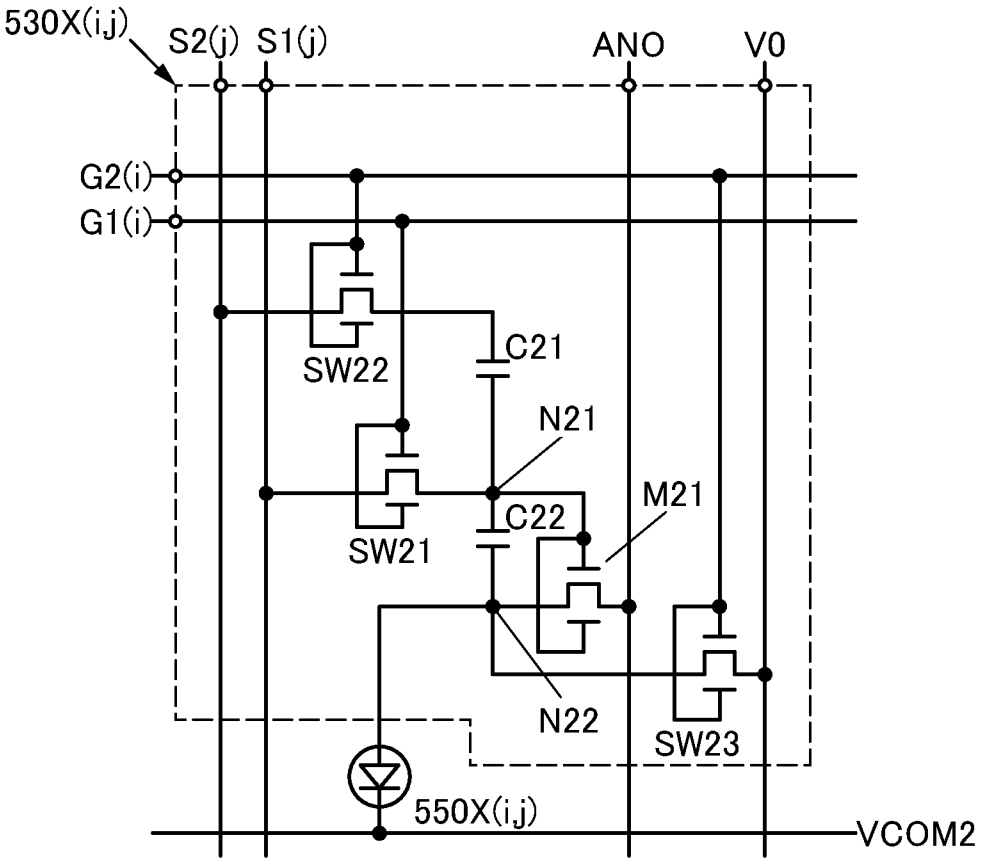

530X(i,j)
S2(j)
S1(j)
ANO
V0
G2(i)
G1(i)
SW22
C21
N21
M21
C22
SW21
N22
SW23
550X(i,j)
VCOM2

図7A

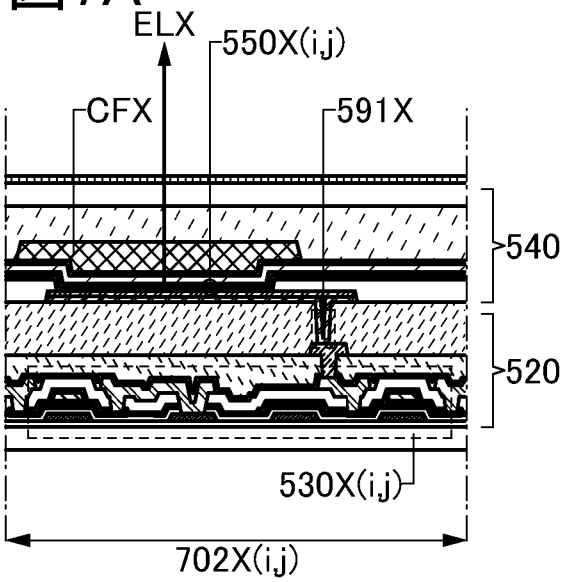
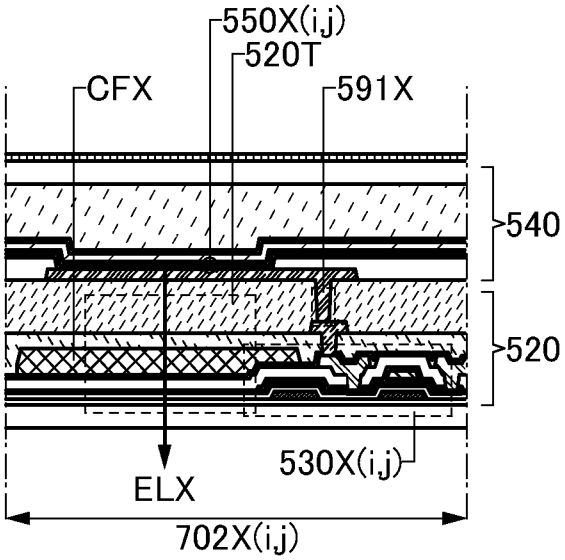

ELX
550X(i,j)
CFX
591X
540
520
530X(i,j)
702X(i,j)

図7B


550X(i,j)
520T
CFX
591X
540
520
530X(i,j)
ELX
702X(i,j)

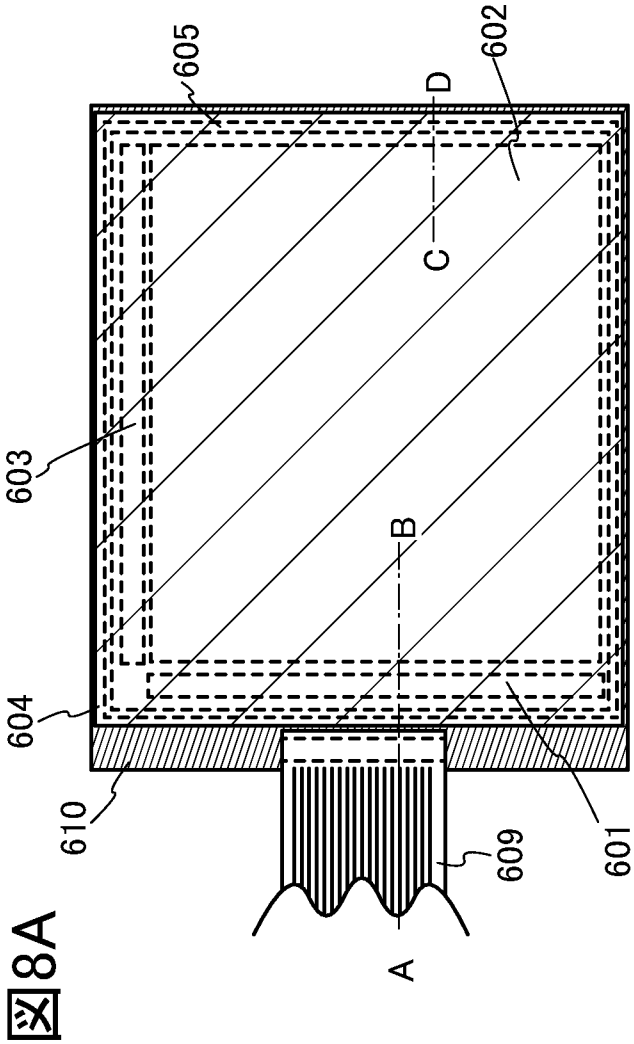

605
602
D
C
603
B
604
610
609
601
A

図8A

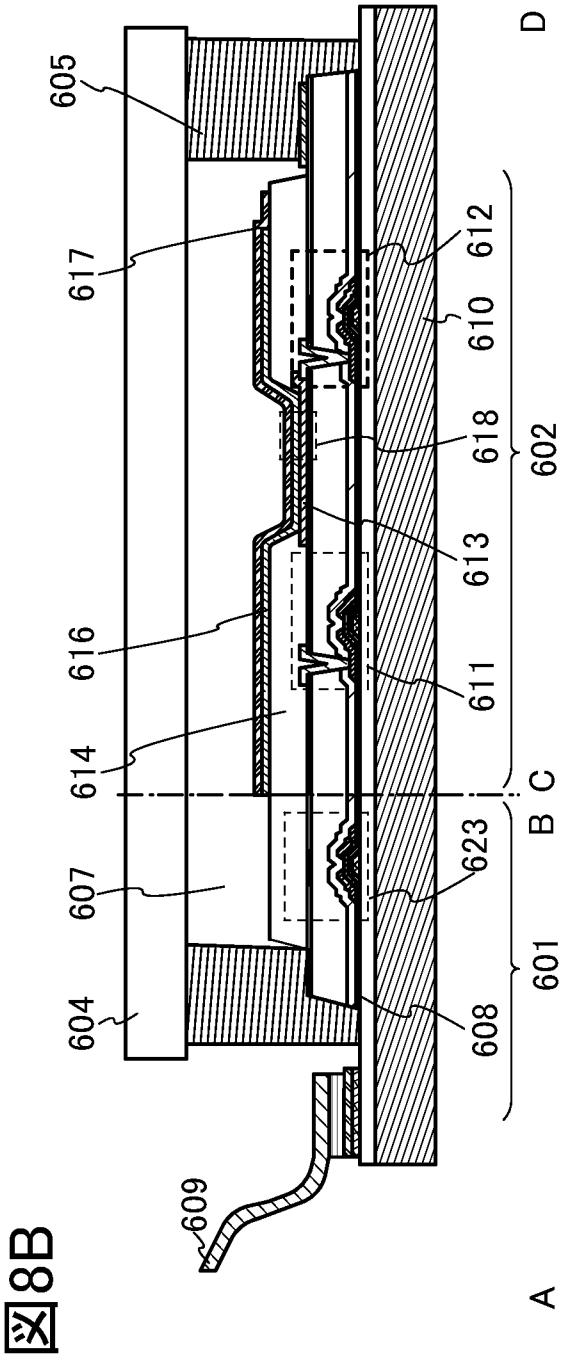

605
D
617
612
610
618
602
613
616
611
614
B C
623
607
601
604
608
609
A

図8B

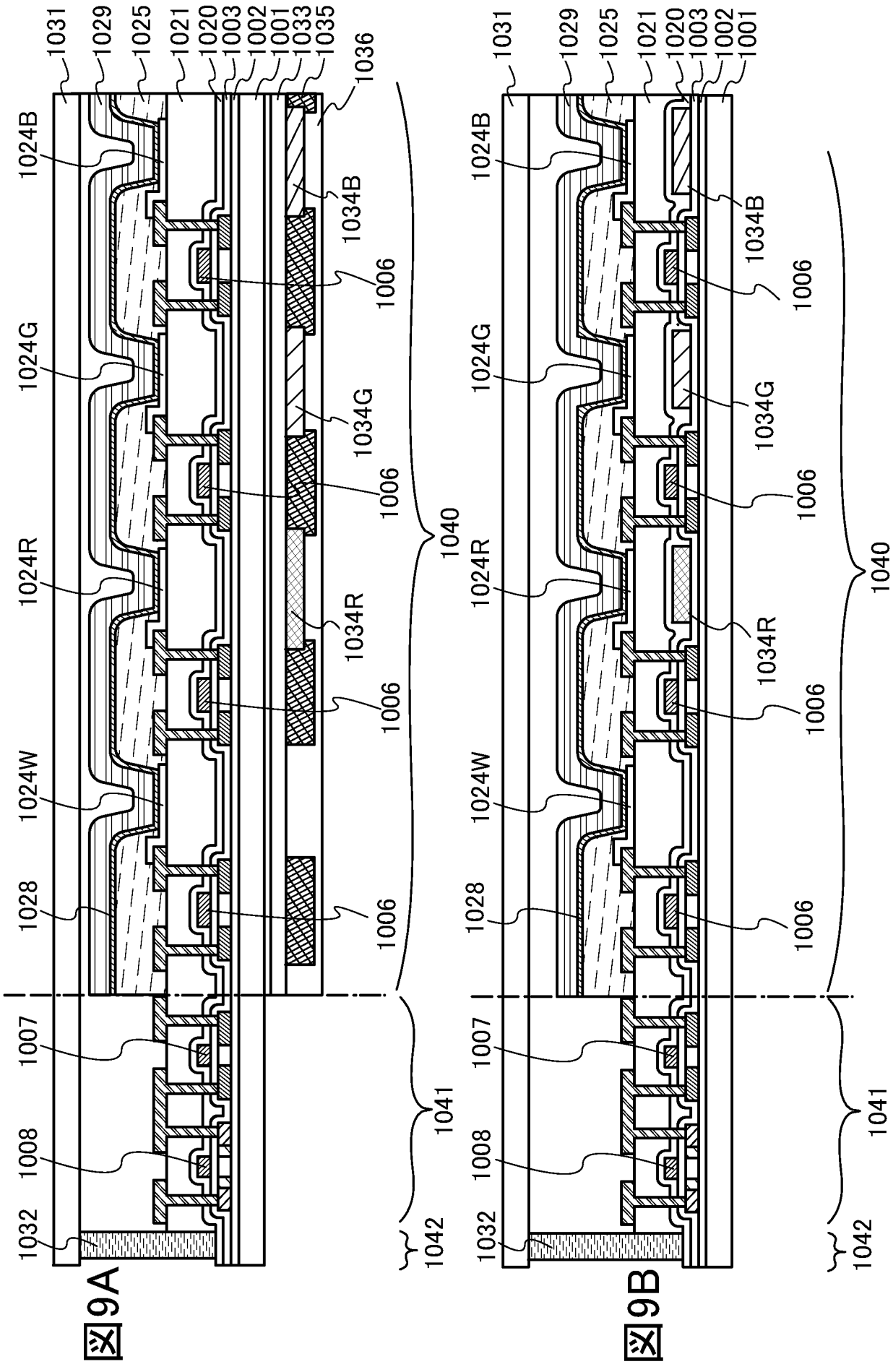

1031
1029
1025
1021
1020
1003
1002
1001
1033
1035
1036
1024B
1024G
1024R
1024W
1028
1034B
1034G
1034R
1006
1040
1007
1008
1032
1041
1042

図9A

図9B

図10

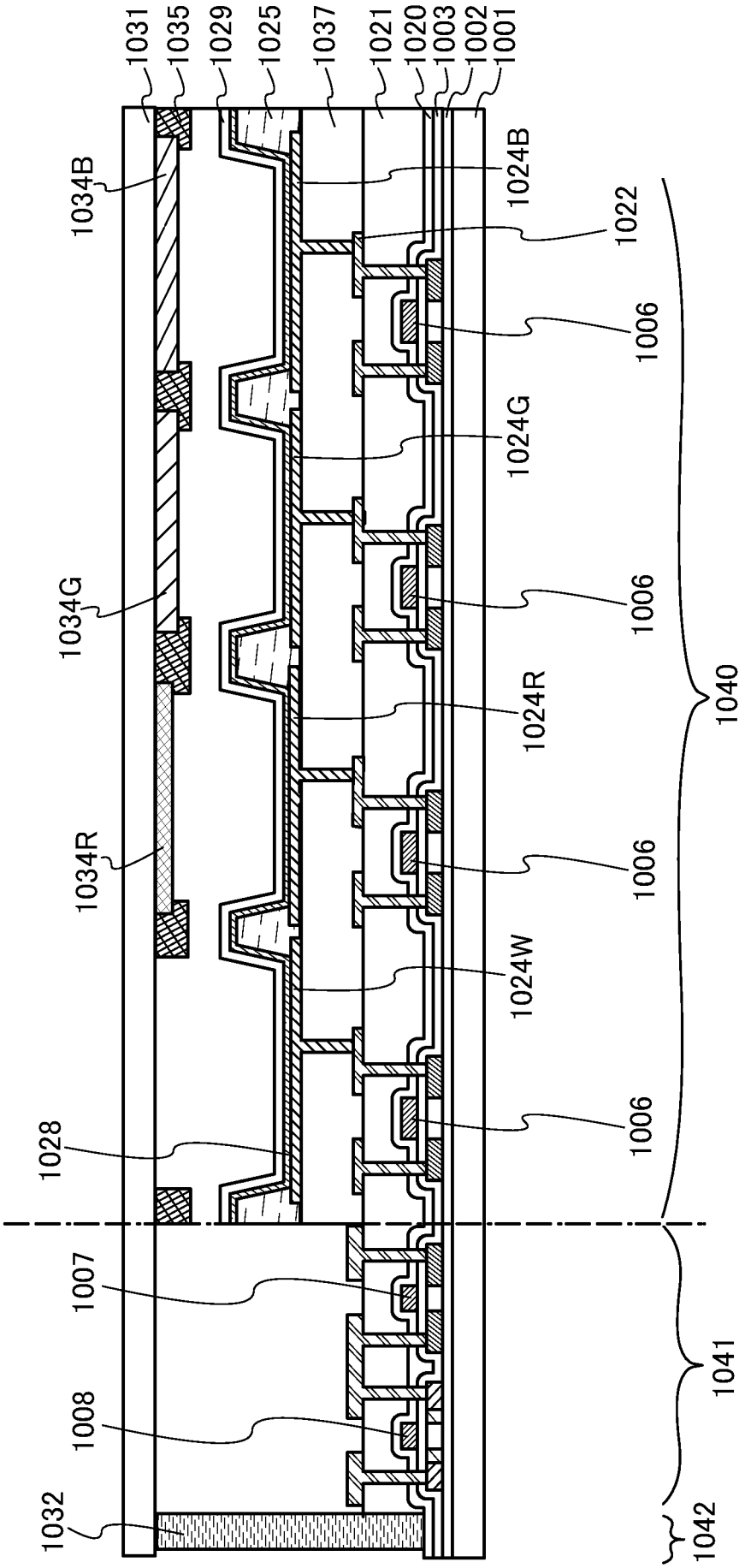

1031
1035
1029
1025
1037
1021
1020
1003
1002
1001
1034B
1024B
1022
1006
1024G
1034G
1006
1024R
1040
1034R
1006
1024W
1028
1006
1007
1041
1008
1032
1042

図11A

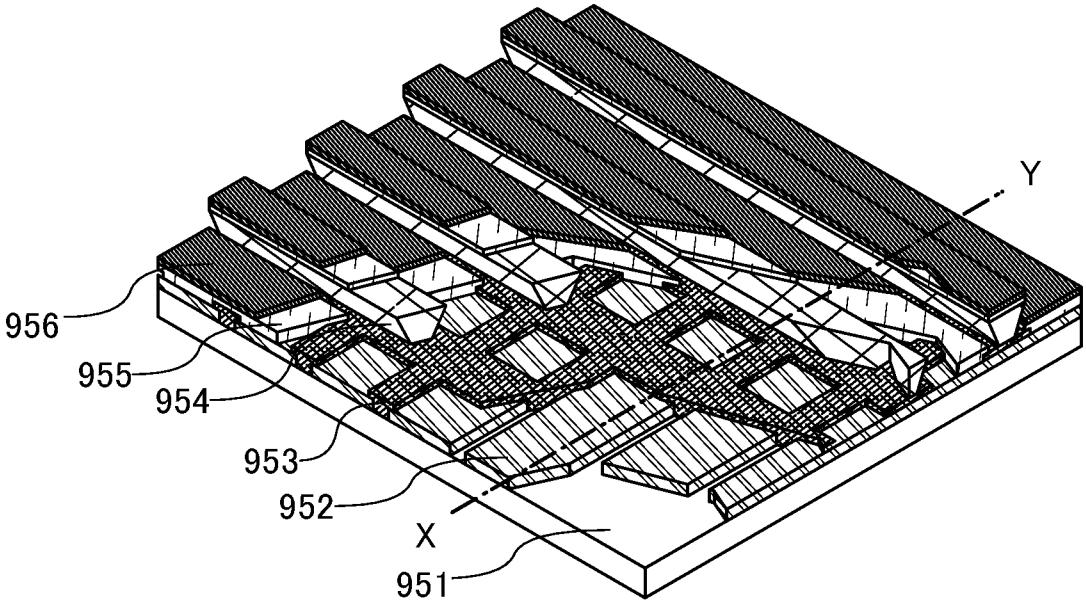

Y
956
955
954
953
952
X
951

図11B

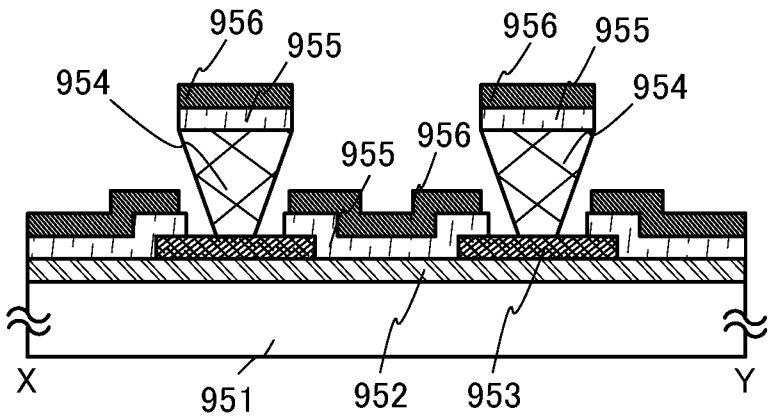

956
955
954
956
955
954
955
956
X
951
952
953
Y

図12A

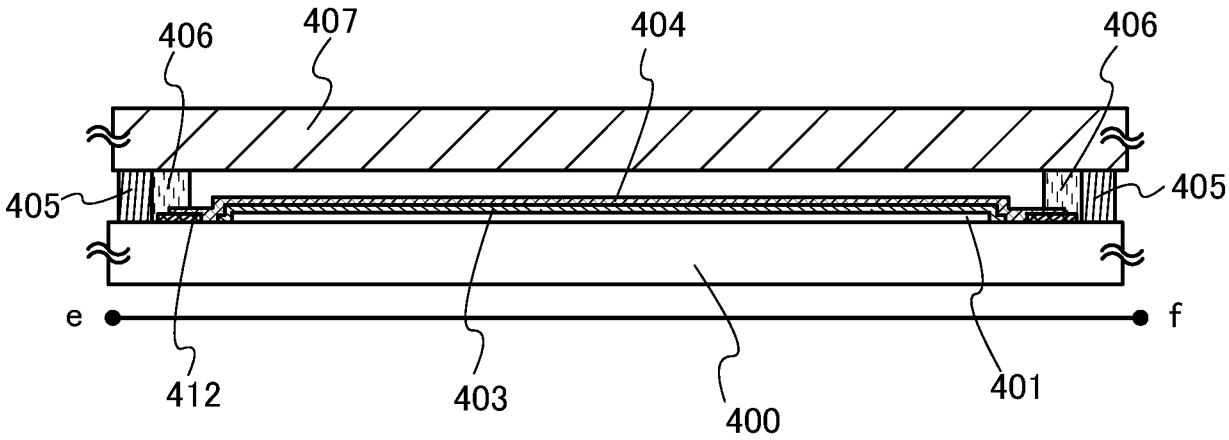

406
407
404
406
405
405
e
f
412
403
400
401

図12B

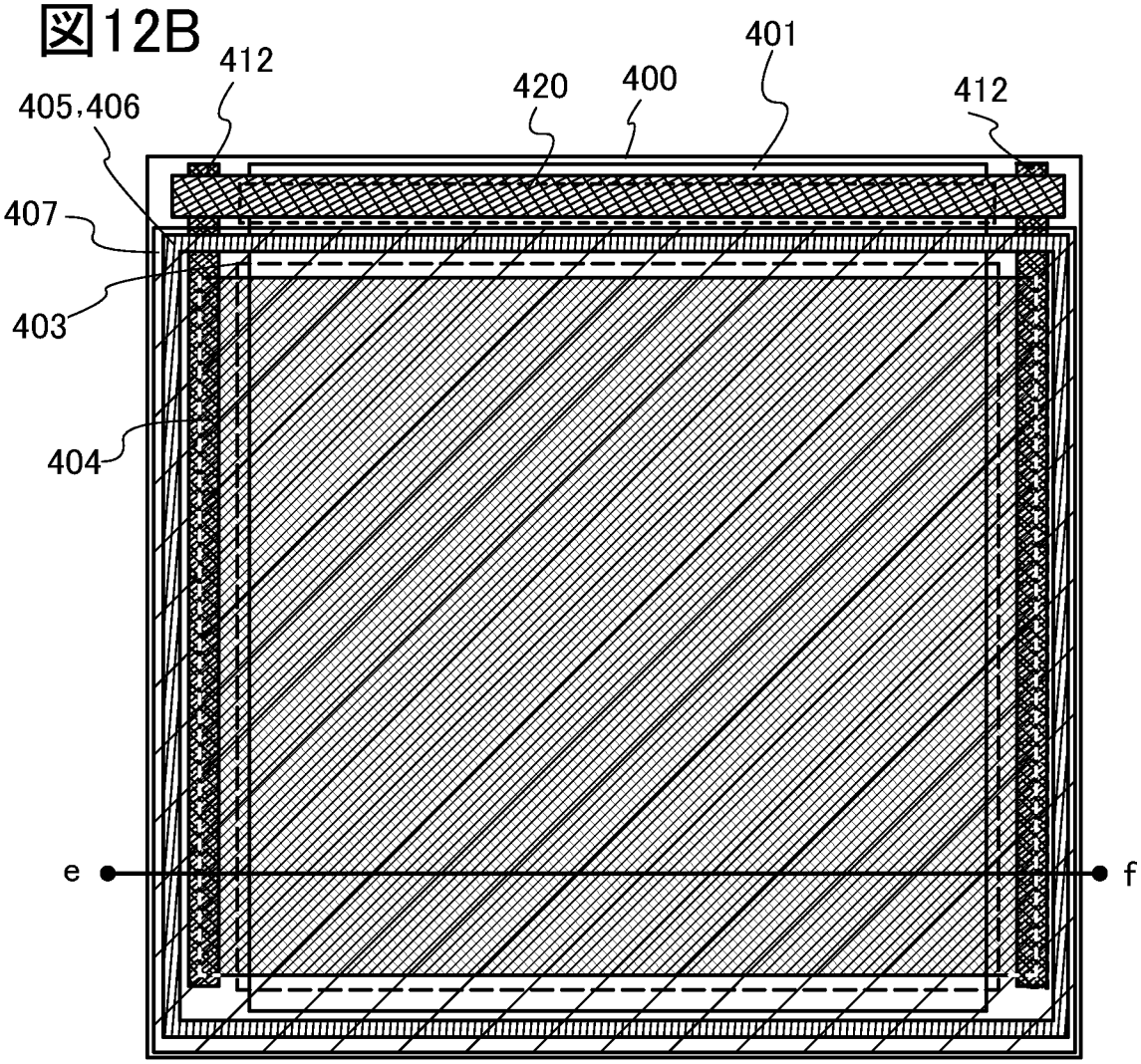

412
401
420
400
412
405,406
407
403
404
e
f

図13A

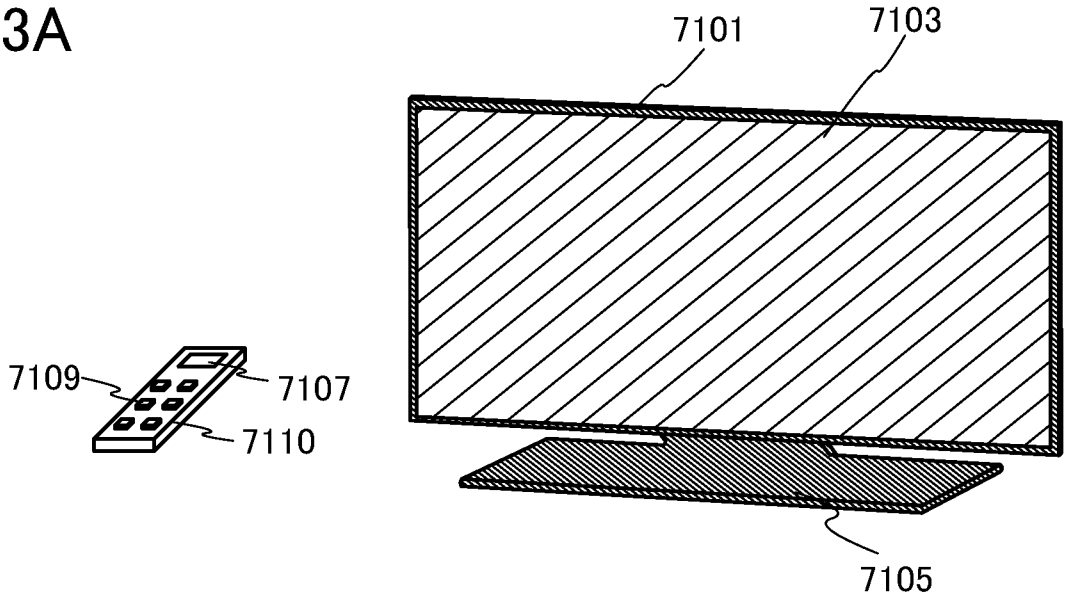


図13B

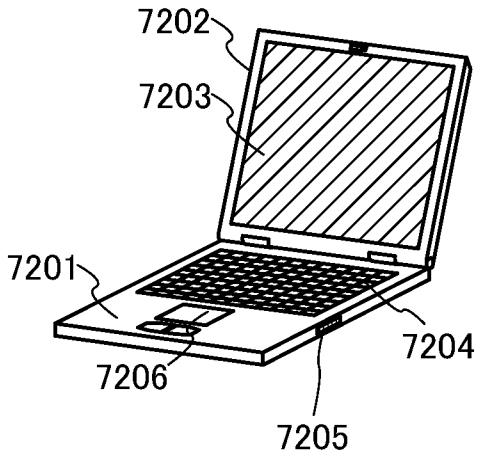


図13C

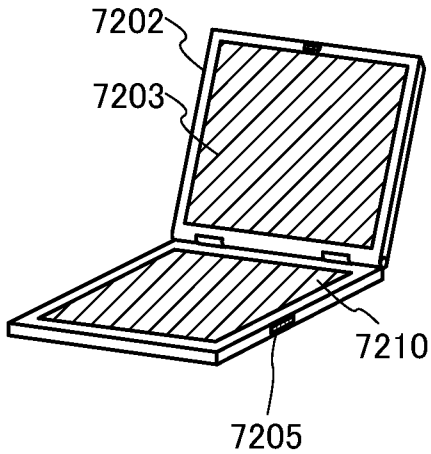


図13D

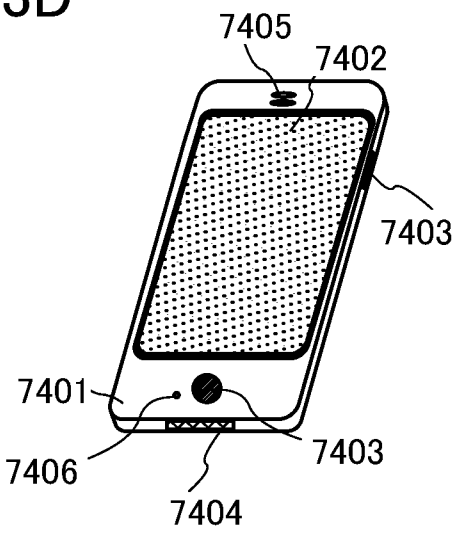


図14A

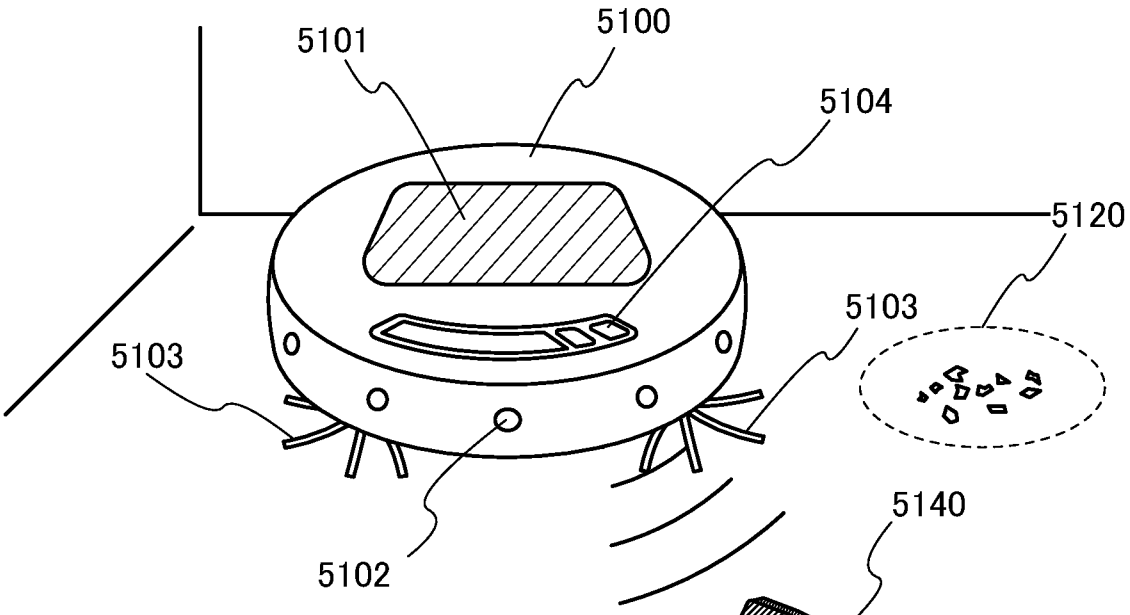


図14B

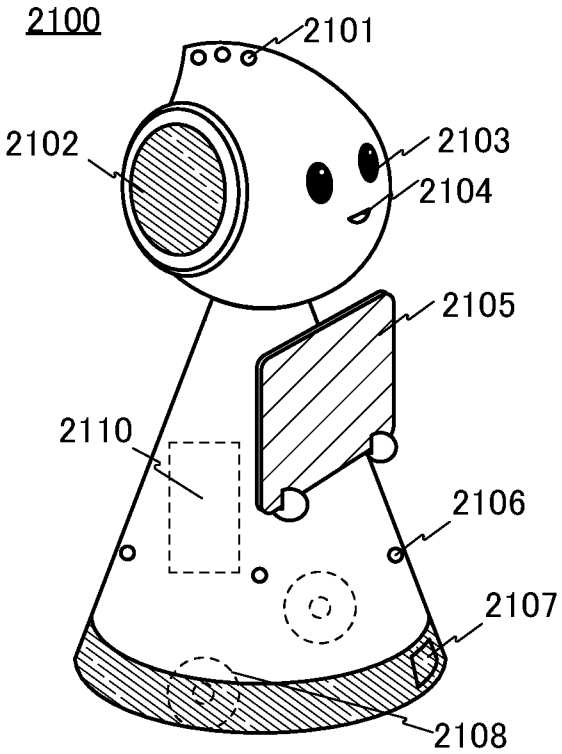


図14C

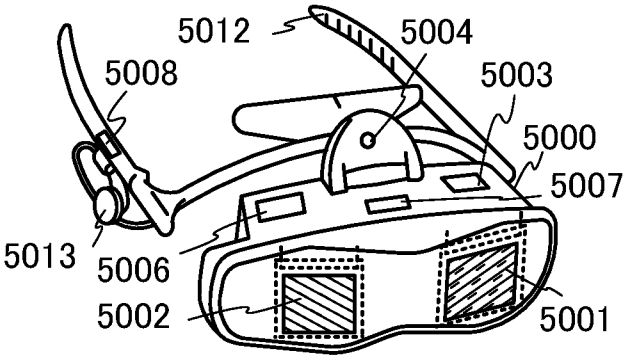


図15

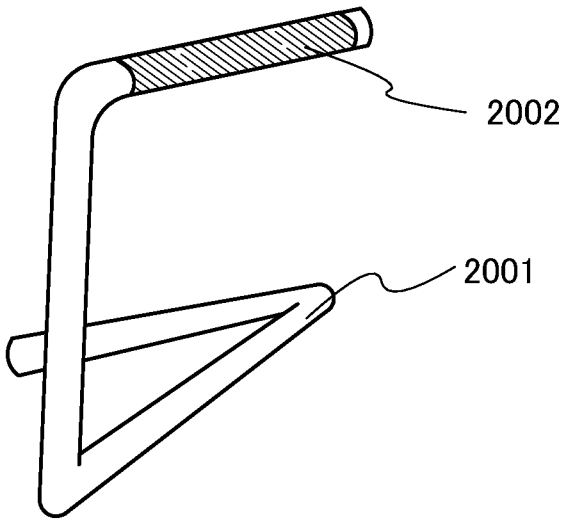


図16

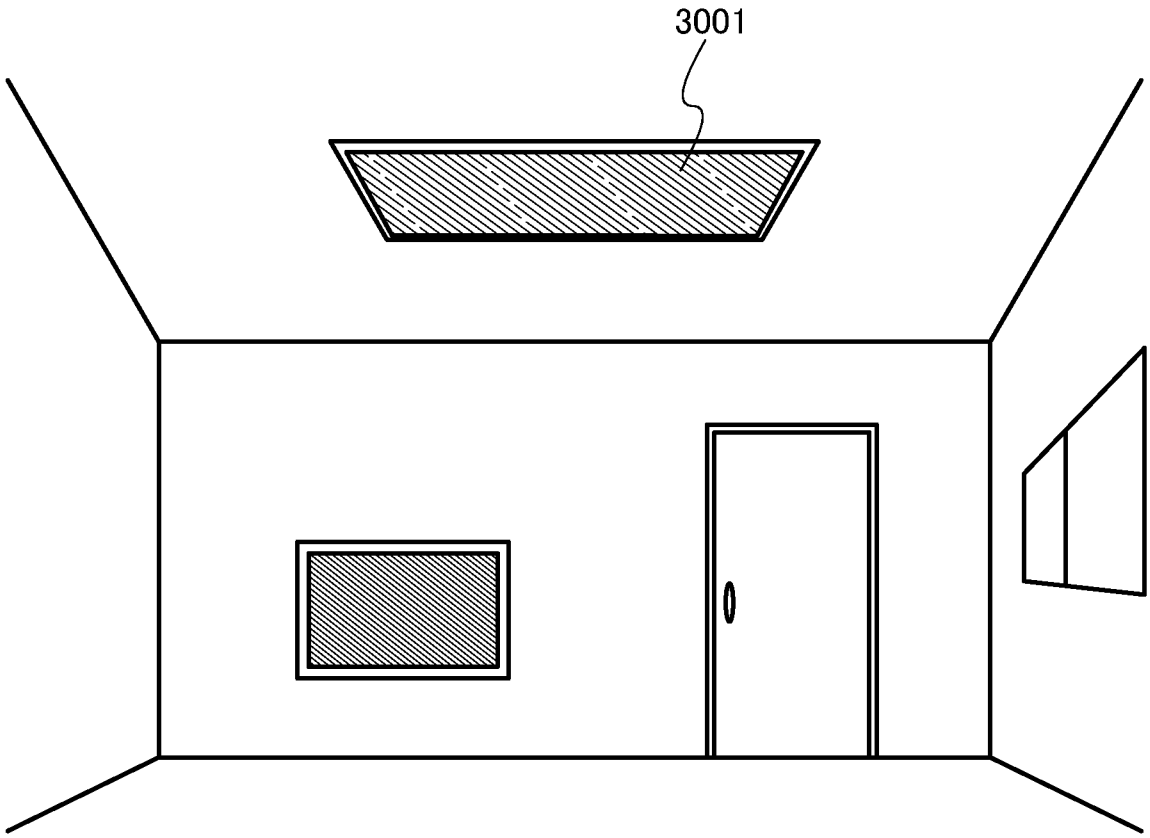


図17

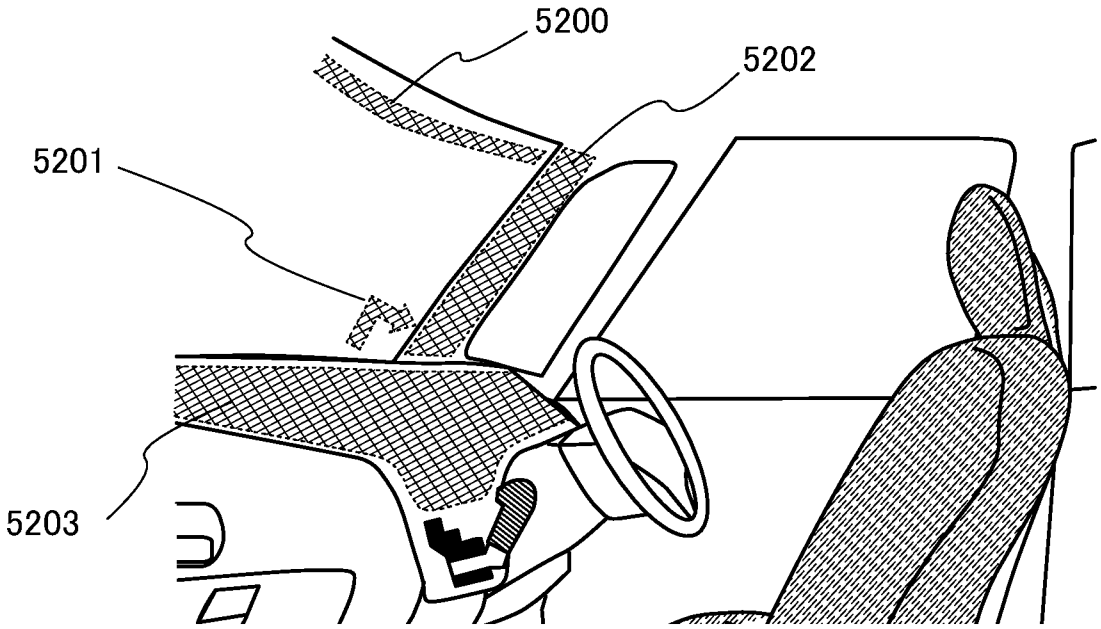


図18A

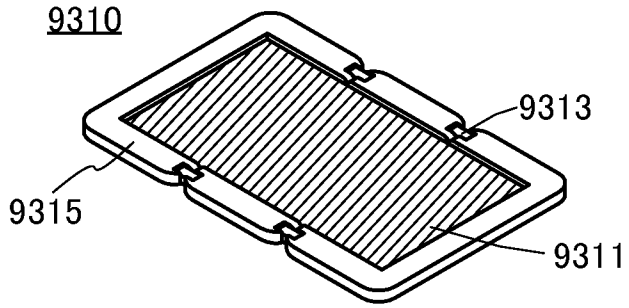


図18B

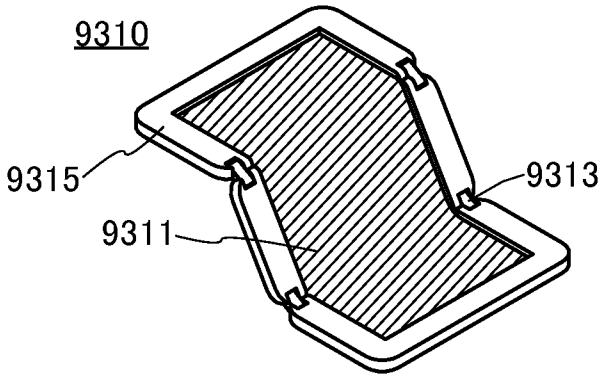


図18C

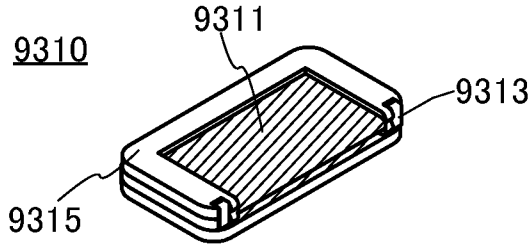


図19

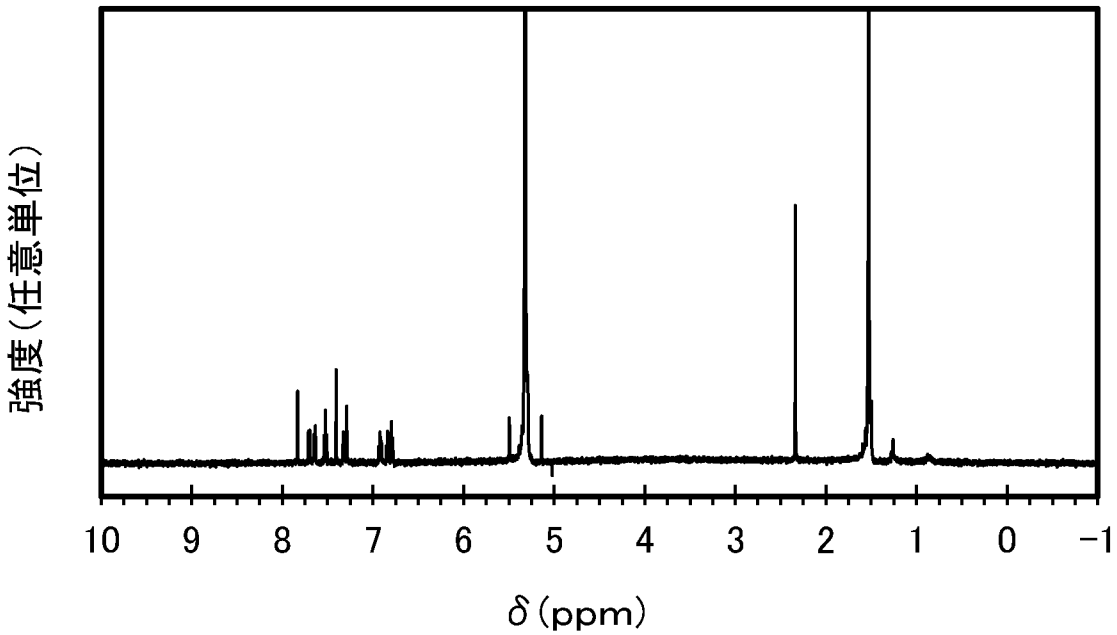

強度(任意単位)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
−1
δ(ppm)

図20

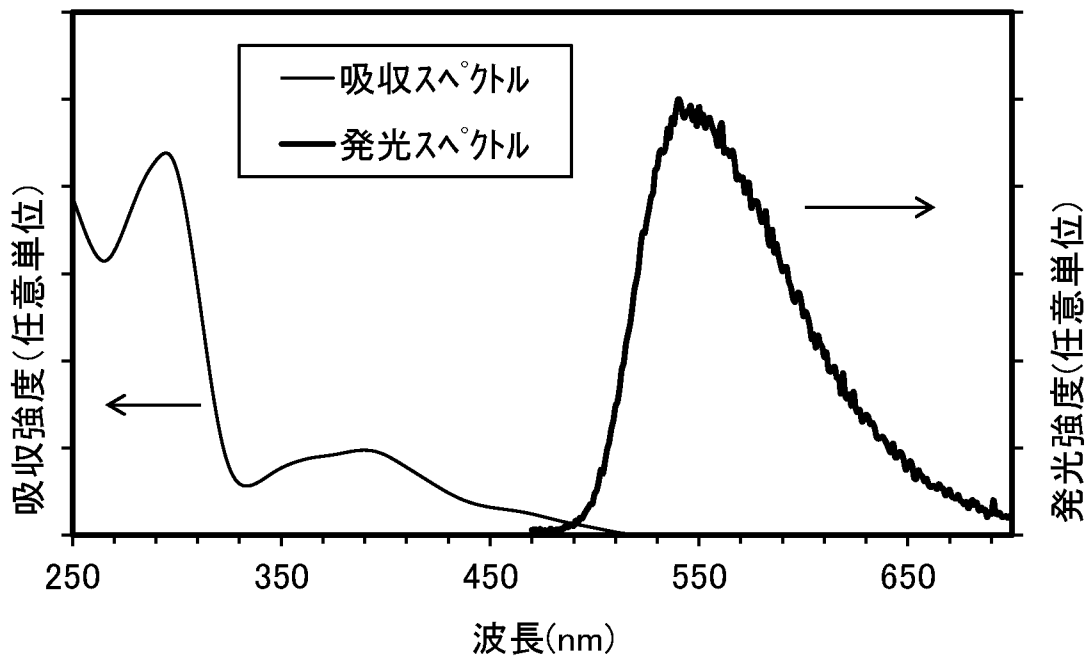

吸収スペクトル
発光スペクトル
吸収強度(任意単位)
発光強度(任意単位)
250
350
450
550
650
波長(nm)

図21

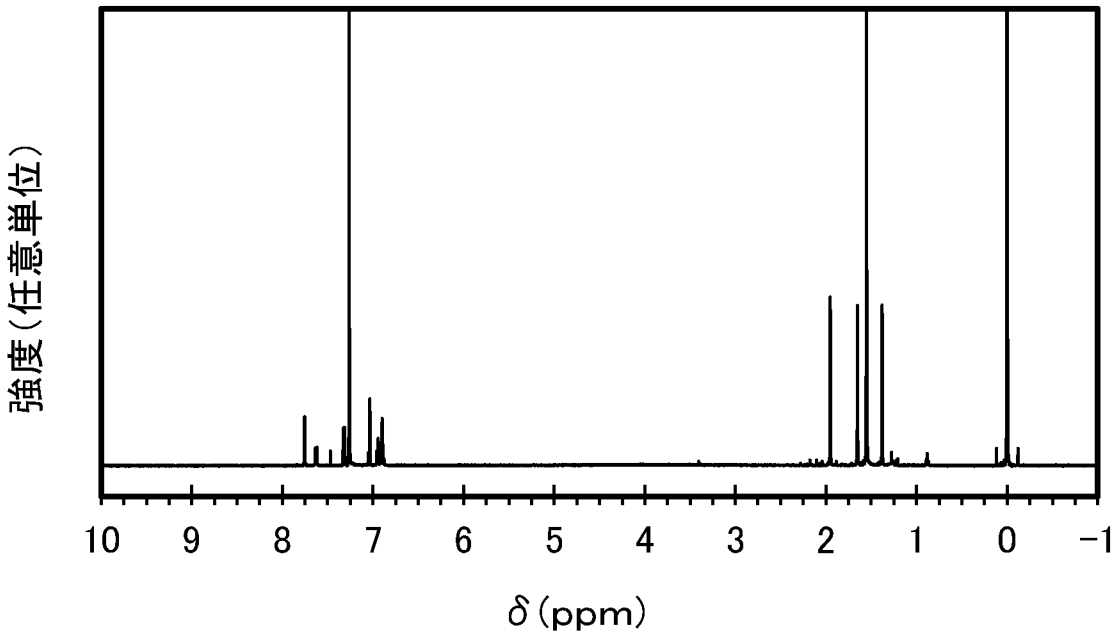

強度(任意単位)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
−1
δ(ppm)

図22

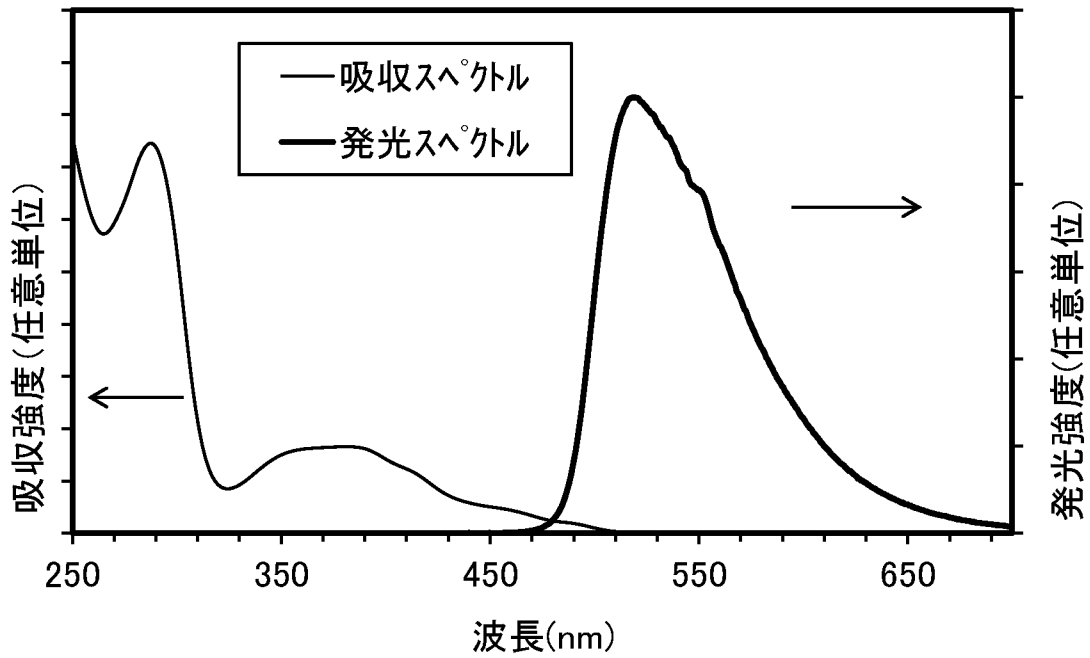

吸収スペクトル
発光スペクトル
吸収強度(任意単位)
発光強度(任意単位)
250
350
450
550
650
波長(nm)

図23

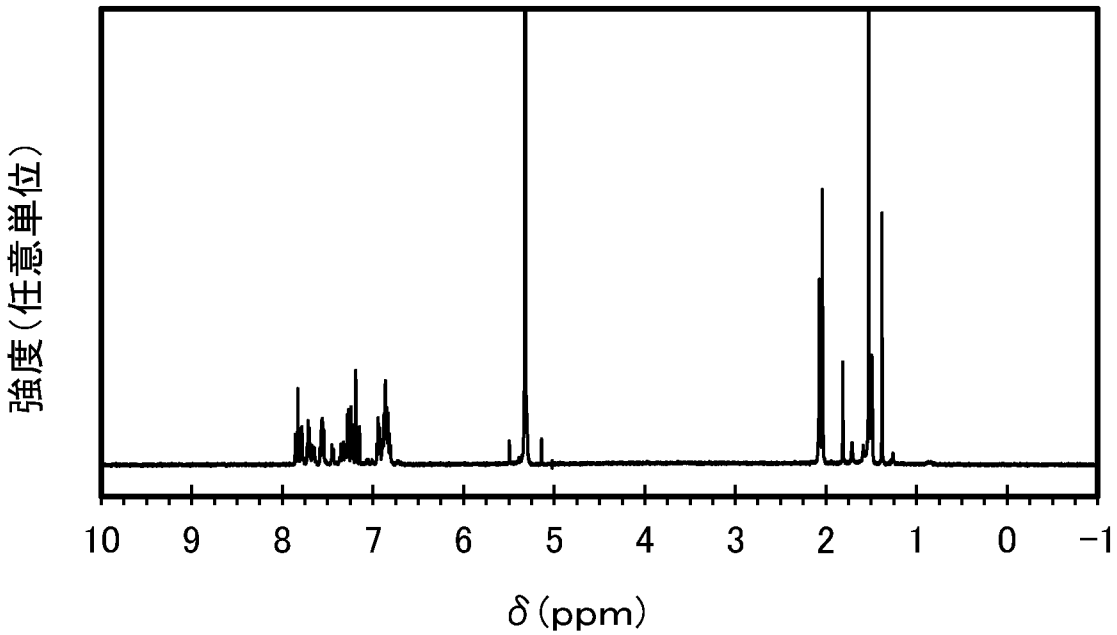

強度(任意単位)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
−1
δ(ppm)

図24

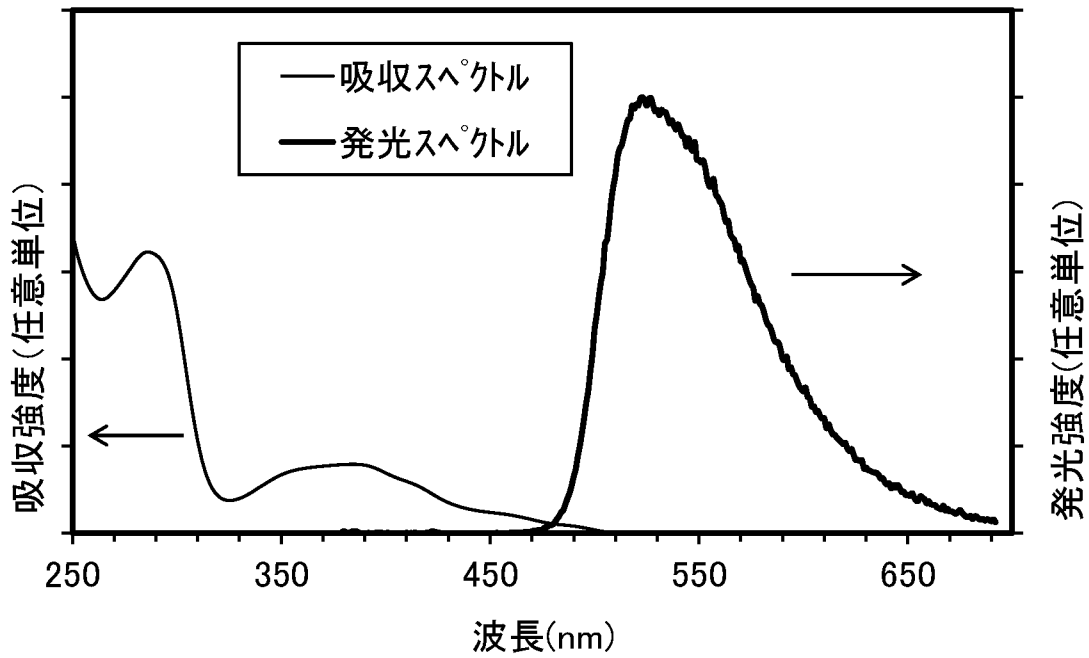

吸収スペクトル
発光スペクトル
吸収強度(任意単位)
発光強度(任意単位)
250
350
450
550
650
波長(nm)

図25

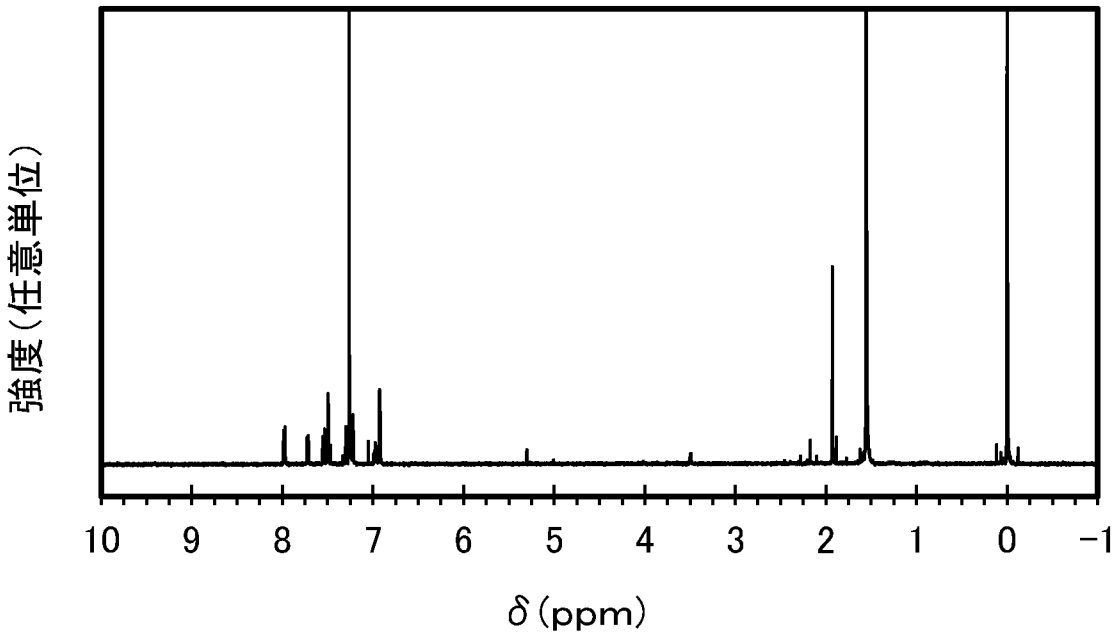

強度(任意単位)
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
−1
δ(ppm)

図26

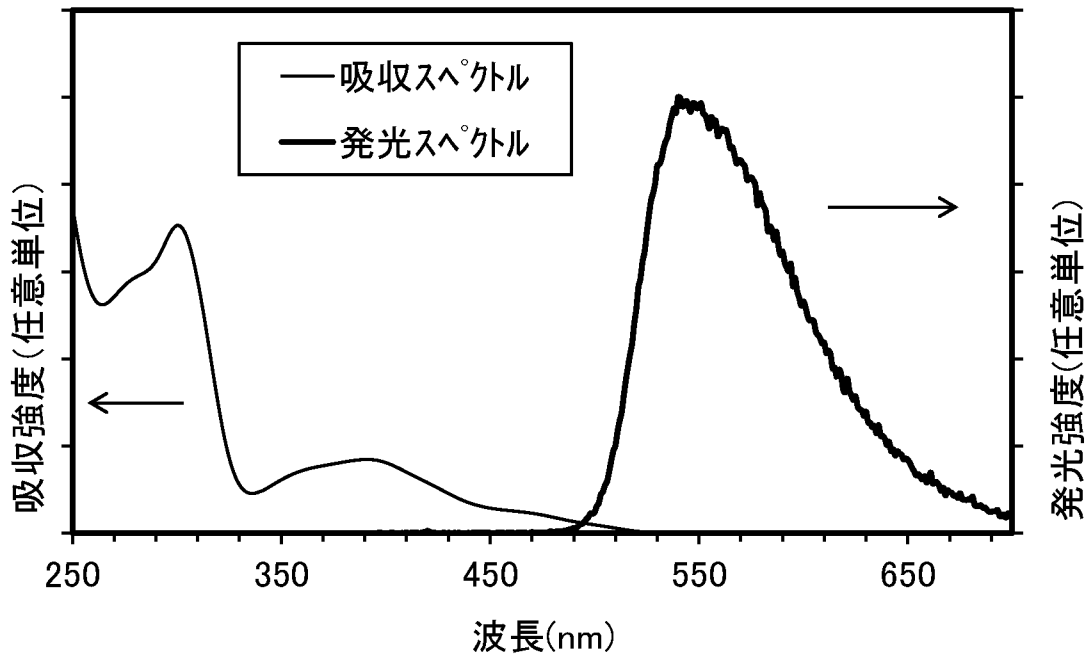

吸収スペクトル
発光スペクトル
吸収強度(任意単位)
発光強度(任意単位)
250
350
450
550
650
波長(nm)

図27A

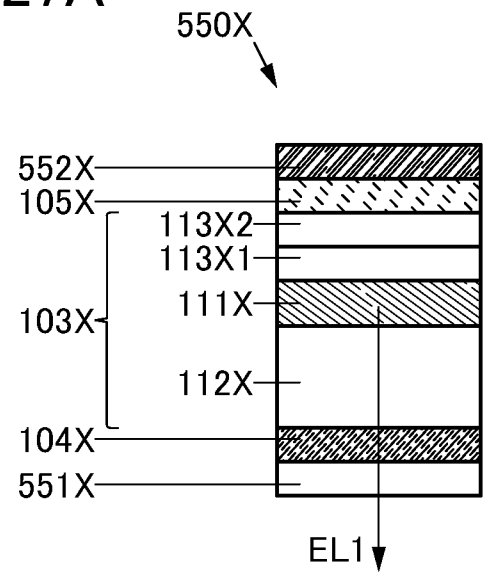


図28

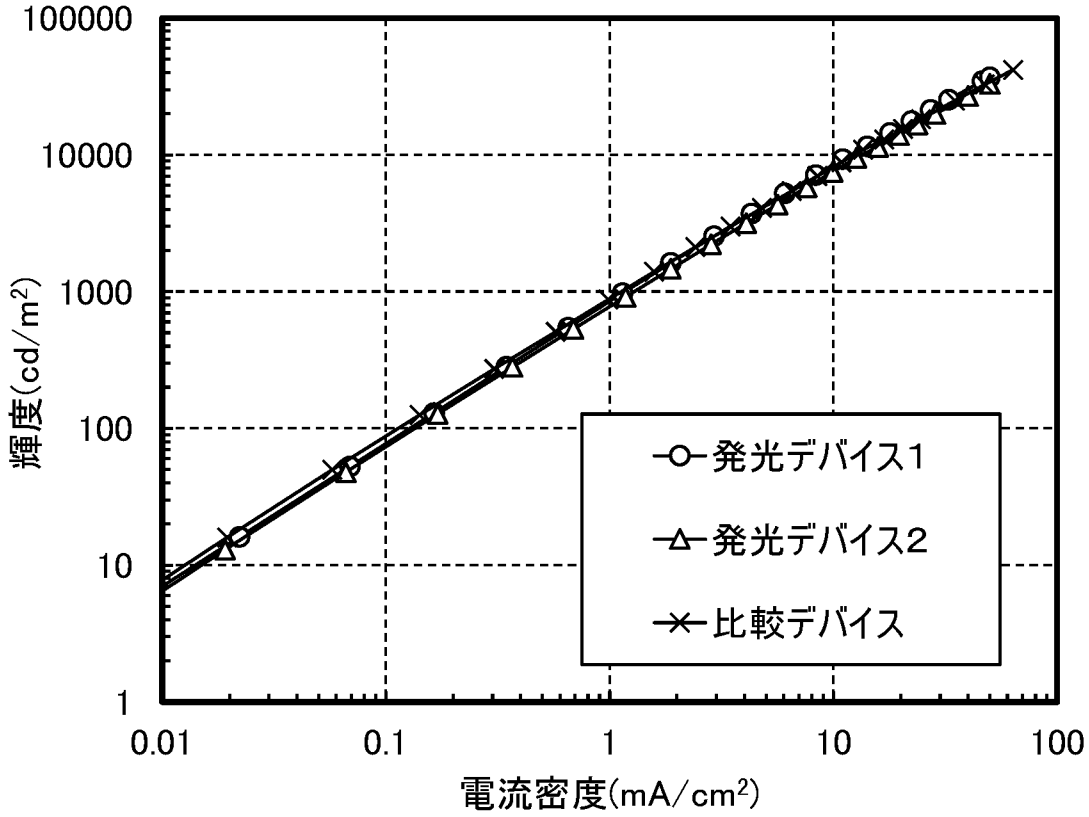

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m2)
0.01
0.1
1
10
100
電流密度(mA/cm2)
発光デバイス1
発光デバイス2
比較デバイス

図29

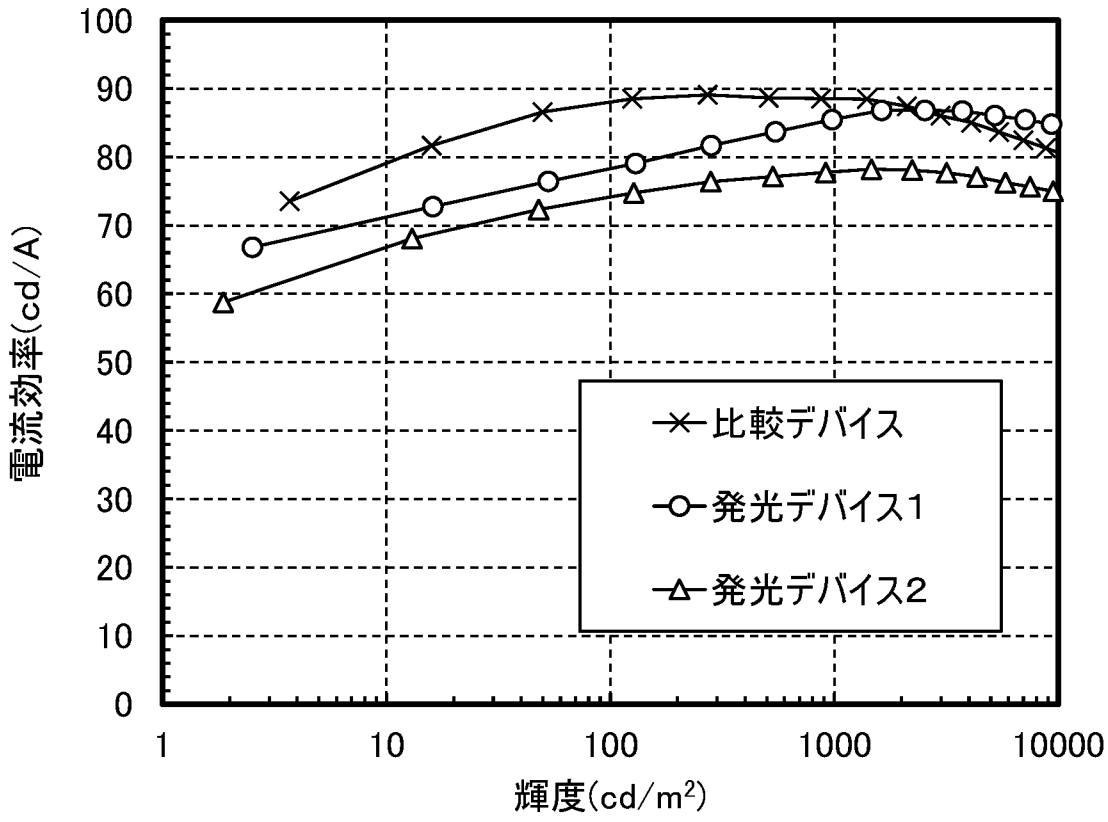

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
電流効率(cd/A)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
比較デバイス
発光デバイス1
発光デバイス2

図30

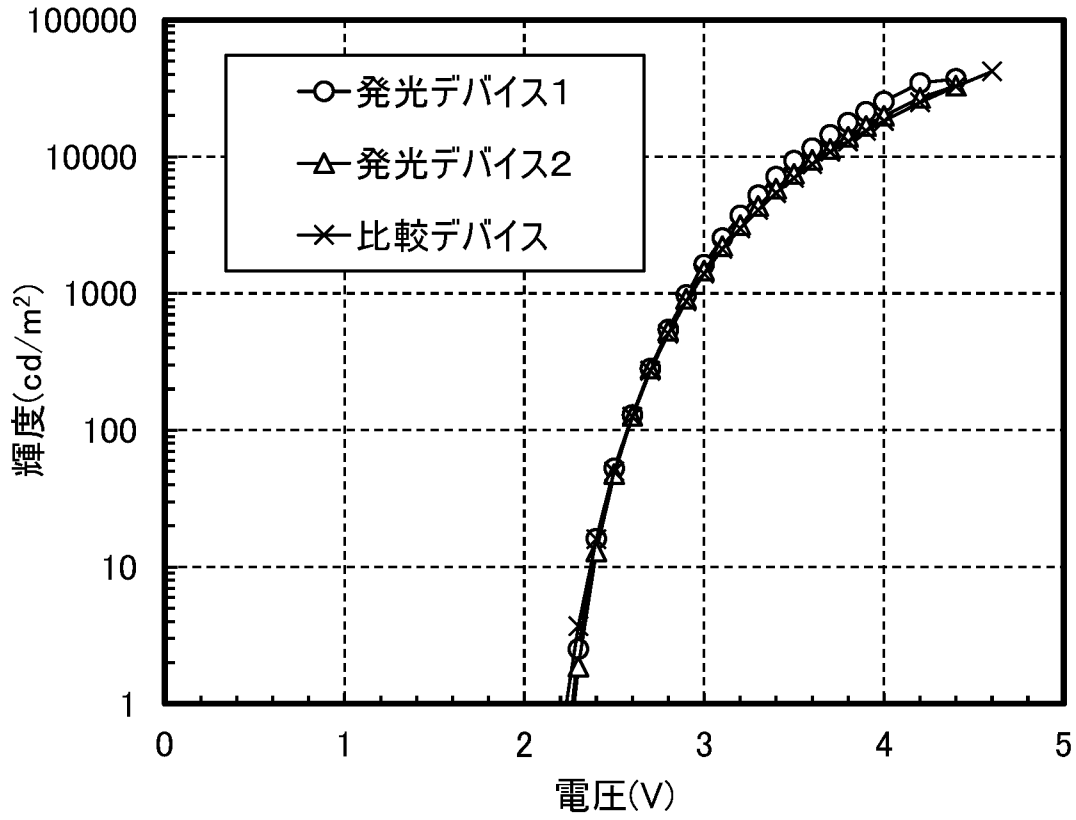

100000
10000
1000
100
10
1
輝度(cd/m²)
0
1
2
3
4
5
電圧(V)
発光デバイス1
発光デバイス2
比較デバイス

図31

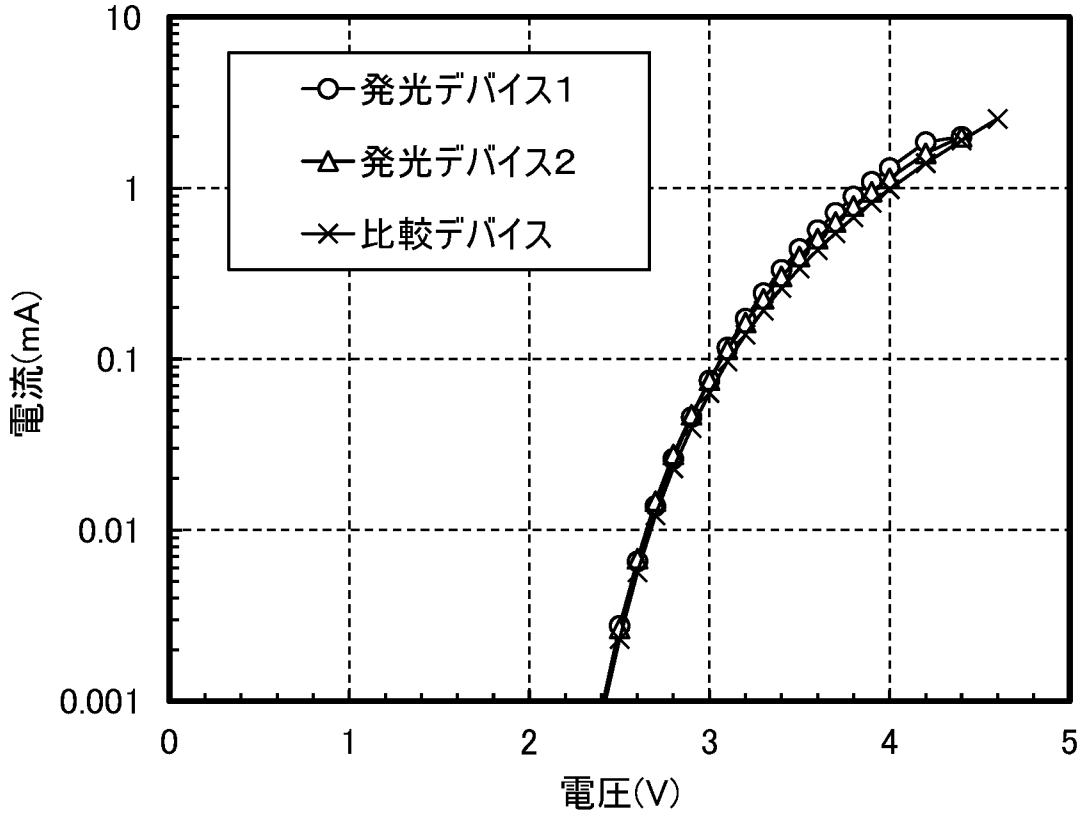

10
1
0.1
0.01
0.001
電流(mA)
0
1
2
3
4
5
電圧(V)
発光デバイス1
発光デバイス2
比較デバイス

図32

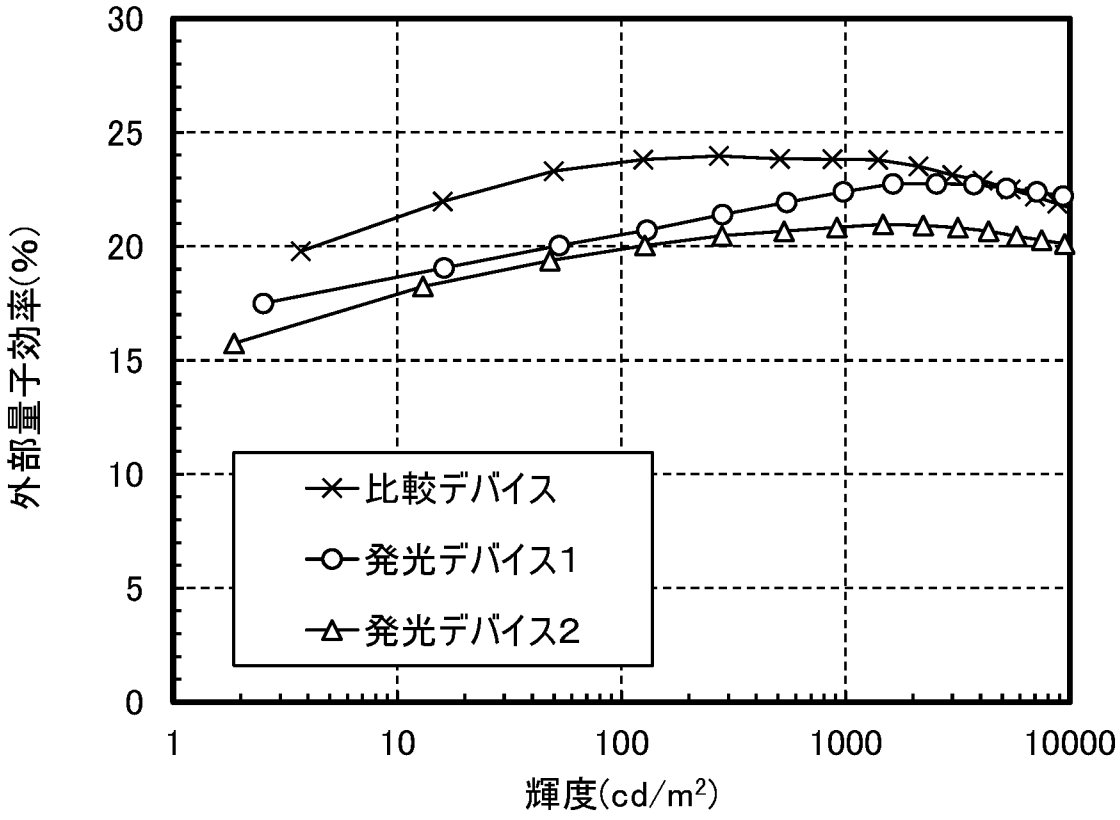

30
25
20
15
10
5
0
外部量子効率(%)
1
10
100
1000
10000
輝度(cd/m2)
比較デバイス
発光デバイス1
発光デバイス2

図33

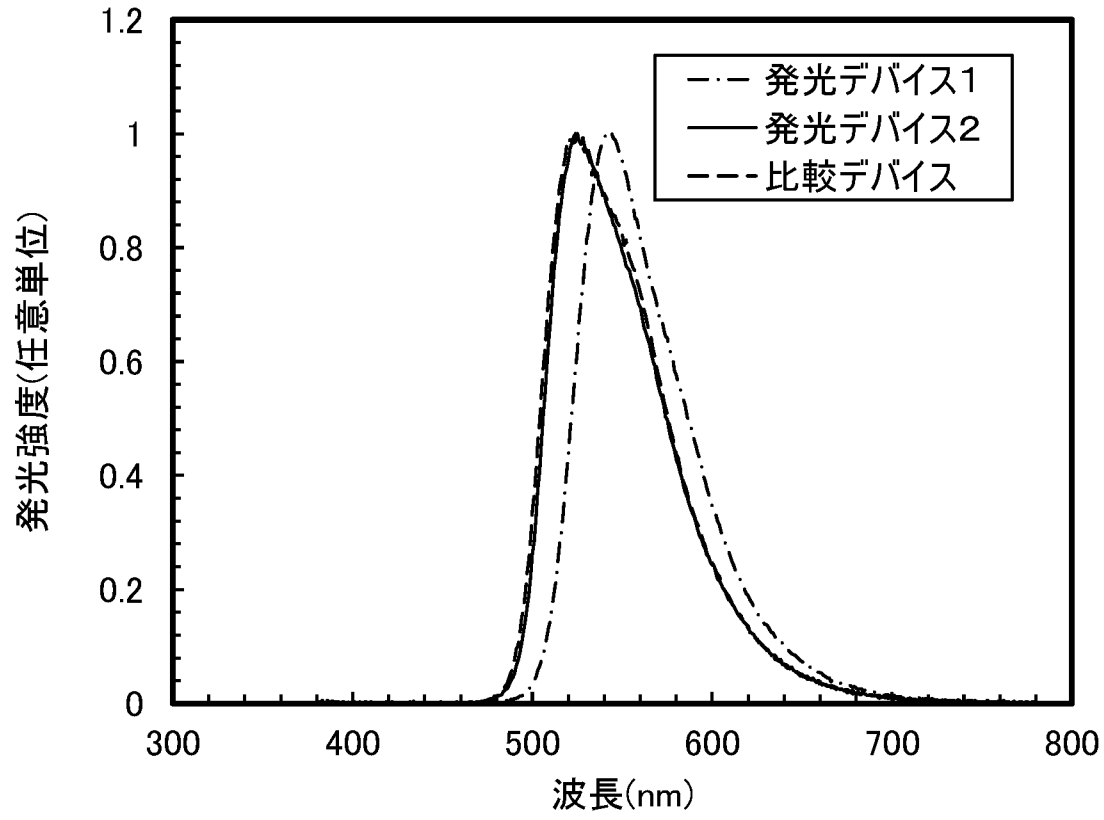
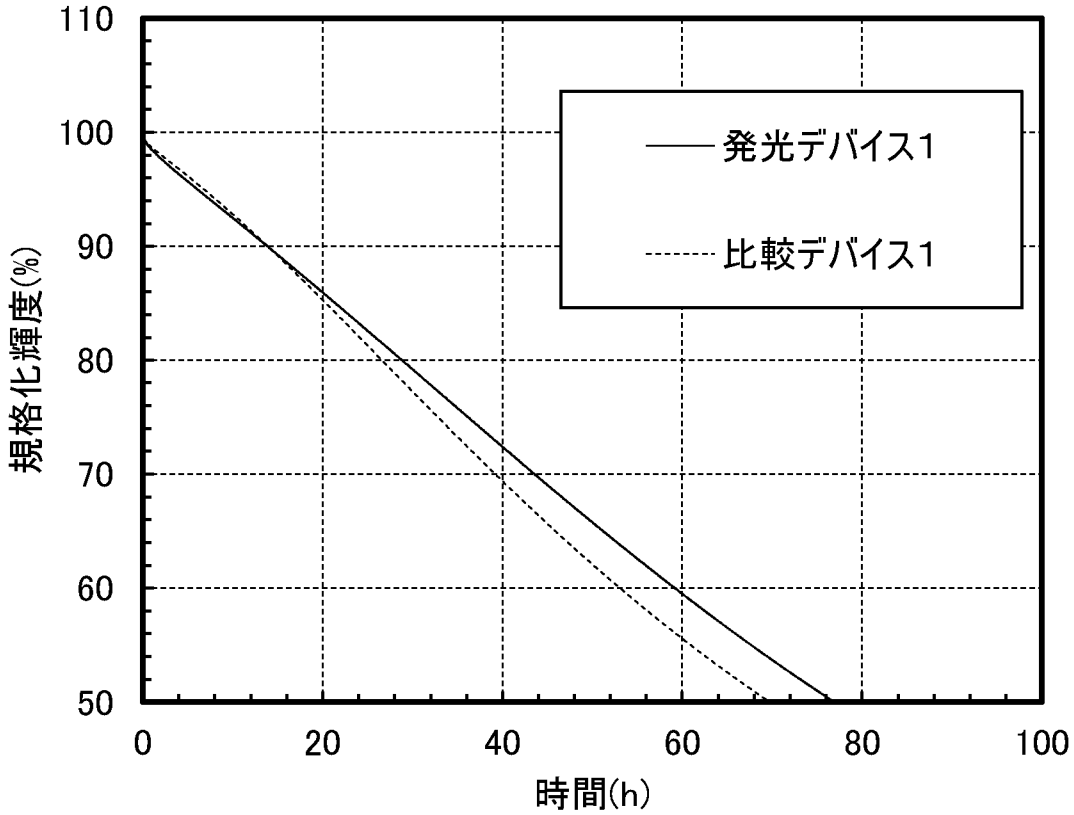

1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
発光強度(任意単位)
300
400
500
600
700
800
波長(nm)
発光デバイス1
発光デバイス2
比較デバイス

図34


110
100
90
80
70
60
50
規格化輝度(%)
0
20
40
60
80
100
時間(h)
発光デバイス1
比較デバイス1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/IB2023/053221

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07F 15/00(2006.01)i; ***C09K 11/06***(2006.01)i; ***H05B 33/12***(2006.01)i; ***H10K 50/00***(2023.01)i; ***H10K 50/15***(2023.01)i; ***H10K 59/00***(2023.01)i
FI: C07F15/00 E CSP; H05B33/14 B; H10K59/00; H05B33/22 D; H05B33/22 C; H05B33/12 B; C09K11/06 660

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)

C07F15/00; C09K11/06; H05B33/12; H10K50/00; H10K50/15; H10K59/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-2012-0032054 A (ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS KOREA LTD.) 05 April 2012 (2012-04-05) claims, paragraph [0046]	1, 6-8
A	JP 2012-502046 A (UNIVERSAL DISPLAY CORP.) 26 January 2012 (2012-01-26) claims, examples	1-8

☐ 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
16 June 2023	**04 July 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2023/053221

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2012-0032054 A	05 April 2012	(Family: none)	
JP 2012-502046 A	26 January 2012	US 2011/0227049 A1 claims, examples	
		WO 2010/027583 A1	
		EP 2342305 A1	
		KR 10-2011-0065496 A	
		CN 102232105 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/IB2023/053221

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C07F 15/00(2006.01)i; C09K 11/06(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i; H10K 50/00(2023.01)i; H10K 50/15(2023.01)i; H10K 59/00(2023.01)i
FI: C07F15/00 E CSP; H05B33/14 B; H10K59/00; H05B33/22 D; H05B33/22 C; H05B33/12 B; C09K11/06 660

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））

C07F15/00; C09K11/06; H05B33/12; H10K50/00; H10K50/15; H10K59/00

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

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）

CAplus/REGISTRY (STN)

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	KR 10-2012-0032054 A (ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS KOREA LTD.) 05.04.2012 (2012-04-05) 特許請求の範囲、[0046]	1,6-8
A	JP 2012-502046 A (ユニバーサル　ディスプレイ　コーポレイション) 26.01.2012 (2012-01-26) 特許請求の範囲、実施例	1-8

☐ 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
16.06.2023	04.07.2023

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

権限のある職員（特許庁審査官）
水島　英一郎 4H 3968
電話番号 03-3581-1101 内線 3443

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/IB2023/053221

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
KR 10-2012-0032054 A	05.04.2012	（ファミリーなし）	
JP 2012-502046 A	26.01.2012	US 2011/0227049 A1 Claims, Examples WO 2010/027583 A1 EP 2342305 A1 KR 10-2011-0065496 A CN 102232105 A	