

(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5月11日(11.05.2023)



(10) 国際公開番号

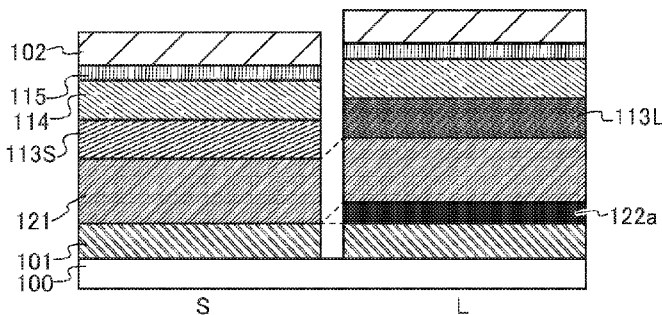
WO 2023/079407 A1

- (51) 国際特許分類:
H10K 50/00 (2023.01) *H10K 50/15* (2023.01)
G09F 9/30 (2006.01) *H10K 50/16* (2023.01)
H05B 33/12 (2006.01) *H10K 59/00* (2023.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/IB2022/060213
- (22) 国際出願日: 2022年10月25日(25.10.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-180282 2021年11月4日(04.11.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社半導体エネルギー研究所
(SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2430036 神奈川県厚木
市長谷398 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 渡部 剛吉 (WATABE, Takeyoshi);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半
導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP). 大澤
信晴(OHSAWA, Nobuharu); 〒2430036 神奈川
県厚木市長谷398株式会社半導体エネルギー研
究所内 Kanagawa (JP). 瀬尾哲史(SEO, Satoshi);
〒2430036 神奈川県厚木市長谷398株式会社半
導体エネルギー研究所内 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,

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

(54) 発明の名称: 発光装置、表示装置および電子機器

図1A



(57) Abstract: Provided is a light-emitting apparatus having high emission efficiency. Provided is a light-emitting apparatus having a light-emitting device A and a light-emitting device B. The light-emitting device A has a first electrode A, a second electrode A, a light-emitting layer A between the first electrode A and the second electrode A, and a first layer A between the first electrode A and the light-emitting layer A. The light-emitting device B has a first electrode B, a second electrode B, a light-emitting layer B between the first electrode B and the second electrode B, a first layer B between the first electrode B and the light-emitting layer B, and a second layer B between the first electrode B and the light-emitting layer B. The light-emitting layer A has a light-emitting substance A. The light-emitting layer B has a light-emitting substance B. The emission peak wavelength of the light-emitting substance A is shorter than the emission peak wavelength of the light-emitting substance B. The first layer A and the first layer B contain the same material. The ordinary refractive index of the first layer A is lower than the ordinary refractive index of the light-emitting layer A at the emission peak wavelength of the light-emitting substance A. The ordinary refractive index of the first layer A is at most 1.75 at the emission peak wavelength of the light-emitting substance A.

WO 2023/079407 A1

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, 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：

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

(57) 要約：発光効率の高い発光装置を提供する。発光デバイスAと、発光デバイスBと、を有し、発光デバイスAは、第1の電極Aと、第2の電極Aと、第1の電極Aと第2の電極Aとの間の発光層Aと、第1の電極Aと発光層Aとの間の第1の層Aと、を有し、発光デバイスBは、第1の電極Bと、第2の電極Bと、第1の電極Bと第2の電極Bとの間の発光層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間の第1の層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間の第2の層Bと、を有し、発光層Aは、発光物質Aを有し、発光層Bは、発光物質Bを有し、発光物質Aの発光ピーク波長は、発光物質Bの発光ピーク波長よりも短波長であり、第1の層Aと第1の層Bは各々同一の材料を含み、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が発光層Aの常光屈折率よりも低く、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が1.75以下である発光装置を提供する。

明細書

発明の名称

発光装置、表示装置および電子機器

技術分野

[0001]

本発明の一態様は、有機化合物、発光素子、発光デバイス、ディスプレイモジュール、照明モジュール、表示装置、発光装置、電子機器、照明装置および電子デバイスに関する。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、液晶表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、撮像装置、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ることができる。

背景技術

[0002]

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

[0003]

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

[0004]

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

[0005]

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

[0006]

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

[先行技術文献]

[特許文献]

[0007]

[特許文献1] 米国特許出願公開第2020/0176692号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008]

本発明の一態様では、発光効率の高い発光装置を提供することを目的とする。または、本発明の一態様では、長寿命な発光装置を提供することを目的とする。または、本発明の一態様では、消費電力の小さい表示装置および電子機器を提供することを目的とする。または、本発明の一態様では、新規な発光装置を提供することを目的とする。

[0009]

本発明は上述の課題のうちいずれか一を解決すればよいものとする。

課題を解決するための手段

[0010]

本発明の一態様は、発光デバイスAと、発光デバイスBと、を有し、発光デバイスAは、第1の電極Aと、第2の電極Aと、第1の電極Aと第2の電極Aとの間に挟まれた発光層Aと、第1の電極Aと発光層Aとの間に挟まれた第1の層Aと、を有し、発光デバイスBは、第1の電極Bと、第2の電極Bと、第1の電極Bと第2の電極Bとの間に挟まれた発光層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間に挟まれた第1の層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間に挟まれた第2の層Bと、を有し、発光層Aは、発光物質Aを有し、発光層Bは、発光物質Bを有し、発光物質Aの発光ピーク波長は、発光物質Bの発光ピーク波長よりも短波長であり、第1の層Aと第1の層Bは各々同一の材料を含み、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が発光層Aの常光屈折率よりも低く、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が1.75以下である発光装置である。

[0011]

また、本発明の一態様は、発光デバイスAと、発光デバイスBと、を有し、発光デバイスAは、第1の電極Aと、第2の電極Aと、第1の電極Aと第2の電極Aとの間に挟まれた発光層Aと、第1の電極Aと発光層Aとの間に挟まれた第1の層Aと、を有し、発光デバイスBは、第1の電極Bと、第2の電極Bと、第1の電極Bと第2の電極Bとの間に挟まれた発光層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間に挟まれた第1の層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間に挟まれた第2の層Bと、を有し、発光層Aは、発光物質Aを有し、発光層Bは、発光物質Bを有し、発光物質Aの発光ピーク波長は、発光物質Bの発光ピーク波長よりも短波長であり、第1の層Aと第1の層Bは各々同一の材料から構成され、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が発光層Aの常光屈折率よりも低く、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が1.75以下である発光装置である。

[0012]

また、本発明の一態様は、発光デバイスAと、発光デバイスBと、を有し、発光デバイスAは、第1の電極Aと、第2の電極Aと、第1の電極Aと第2の電極Aとの間に挟まれた発光層Aと、第1の電極Aと発光層Aとの間に挟まれた第1の層Aと、を有し、発光デバイスBは、第1の電極Bと、第2の電極Bと、第1の電極Bと第2の電極Bとの間に挟まれた発光層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間に挟まれた第1の層Bと、第1の電極Bと発光層Bとの間に挟まれた第2の層Bと、を有し、発光層Aは、発光物質Aを有し、発光層Bは、発光物質Bを有し、発光物質Aの発光ピーク波長は、発光物質Bの発光ピーク波長よりも短波長であり、第1の層Aと第1の層Bは各々同様の

構成を有し、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が発光層Aの常光屈折率よりも低く、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が1.75以下である発光装置である。

[0013]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、発光物質Aの発光ピーク波長における、第1の層Aの常光屈折率が、発光層Aの常光屈折率よりも0.15以上低い発光装置である。

[0014]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第2の層Bが、第1の電極Bと第1の層Bとの間に位置する発光装置である。

[0015]

また、本発明の一態様は、上記構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率が、発光層Bの常光屈折率よりも低い発光装置である。

[0016]

また、本発明の一態様は、上記構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率が1.75以下である発光装置である。

[0017]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率と、第1の層Bの常光屈折率との差が、0.05以下である発光装置である。

[0018]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第1の層Aは、第3の層Aと、第3の層Aと発光層Aとの間に挟まれた第4の層Aと、を有し、第1の層Bは、第3の層Bと、第3の層Bと発光層Bとの間に挟まれた第4の層Bと、を有し、第2の層Bは、第3の層Bと第4の層Bとの間に位置し、第3の層Aと第3の層Bは、各々同一の材料を含み、第4の層Aと第4の層Bは、各々同一の材料を含む発光装置である。

[0019]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第1の層Aは、第3の層Aと、第3の層Aと発光層Aとの間に挟まれた第4の層Aと、を有し、第1の層Bは、第3の層Bと、第3の層Bと発光層Bとの間に挟まれた第4の層Bと、を有し、第2の層Bは、第3の層Bと第4の層Bとの間に位置し、第3の層Aと第3の層Bは、各々同一の材料から構成され、第4の層Aと第4の層Bは、各々同一の材料から構成される発光装置である。

[0020]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第1の層Aは、第3の層Aと、第3の層Aと発光層Aとの間に挟まれた第4の層Aと、を有し、第1の層Bは、第3の層Bと、第3の層Bと発光層Bとの間に挟まれた第4の層Bと、を有し、第2の層Bは、第3の層Bと第4の層Bとの間に位置し、第3の層Aと第3の層Bは、各々同様の構成を有し、第4の層Aと第4の層Bは、各々同様の構成を有する発光装置である。

[0021]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率が、第1の層Bの常光屈折率以上である発光装置である。

[0022]

また、本発明の一態様は、上記構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、前記第2の層Bの常光屈折率が、前記第1の層Bの常光屈折率よりも0.15以上高い発光装置である。

[0023]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率が1.90以上である発光装置である。

[0024]

また、本発明の一態様は、上記各構成において、第2の層Bが、第1の層Bと発光層Bとの間に位置する発光装置である。

[0025]

また、本発明の一態様は、上記構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率が、発光層Bの常光屈折率よりも低い発光装置である。

[0026]

また、本発明の一態様は、上記構成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率が1.75以下である発光装置である。

[0027]

また、本発明の一態様は、上記成において、発光物質Bの発光ピーク波長における、第2の層Bの常光屈折率が、第1の層Bの常光屈折率以下である発光装置である。

[0028]

または、本発明の他の一態様は、上記いずれかに記載の発光装置を有する表示装置である。

[0029]

または、本発明の他の一態様は、上記いずれかに記載の発光装置と、センサと、操作ボタンと、スピーカまたはマイクと、を有する電子機器である。

[0030]

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

発明の効果

[0031]

本発明の一態様では、発光効率の高い発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様では、長寿命な発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様では、消費電力の小さい電子機器、表示装置および発光装置のいずれかを提供することができる。または、本発明の一態様により、新規な発光装置を提供することができる。

[0032]

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

[0033]

図1A乃至図1Cは発光装置の概略図である。

図2は発光装置の概略図である。

図3A乃至図3Cは発光装置の概略図である。

図4Aおよび図4Bは発光装置の概略図である。

図5は発光装置の概略図である。

図6Aおよび図6Bは発光装置の上面図および断面図である。

図7は発光装置の断面図である。

図8A、図8B、図8Cおよび図8Dは電子機器を表す図である。

図9A、図9Bおよび図9Cは電子機器を表す図である。

図10は車載の電子機器を表す図である。

図11Aおよび図11Bは電子機器を表す図である。

図12A、図12Bおよび図12Cは電子機器を表す図である。

図13はdchPAFの屈折率である。

図14は計算に用いた発光スペクトルである。

図15はDBfBB1TP、2mDBTBPD $q-I$ I、NBPhen、DBT3P-I Iおよび $\alpha N-\beta NPAnth$ の屈折率である。

図16はPCBBiFの屈折率である。

図17は発光デバイス1および比較発光デバイス1の輝度-電流密度特性を表す図である。

図18は発光デバイス1および比較発光デバイス1の輝度-電圧特性を表す図である。

図19は発光デバイス1および比較発光デバイス1の電流効率-輝度特性を表す図である。

図20は発光デバイス1および比較発光デバイス1の電流密度-電圧特性を表す図である。

図21は発光デバイス1および比較発光デバイス1の外部量子効率-輝度特性を表す図である。

図22は発光デバイス1および比較発光デバイス1の発光スペクトルを表す図である。

発明を実施するための形態

[0034]

以下、本発明の実施の態様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。

[0035]

なお、光学的異方性を有する材料に光を入射する場合、光軸に平行な振動面の光を異常光（線）、垂直な振動面の光を常光（線）と呼ぶが、当該材料の常光に対する屈折率と異常光に対する屈折率が異なることがある。このような場合、異方性解析を実施することで、常光屈折率と異常光屈折率を分離して各々の屈折率を算出することができる。なお、本明細書においては、測定した材料に常光屈折率と異常光屈折率の双方が存在した場合、常光屈折率を指標として用いるものとする。

[0036]

（実施の形態1）

発光デバイスを表示素子としてディスプレイに用いる場合、フルカラー表示を行うためには一つの画素に各々異なる発光色を呈する複数の副画素を設ける必要がある。フルカラー表示を行うディス

プレイの作製方法にはいくつかの方式が存在するが、塗分け方式を採用したディスプレイでは、発光色の異なる副画素が有する発光デバイスには異なる発光ピーク波長を呈する発光物質が含まれている。例えば、一つの画素が3つの副画素を有する場合、各副画素が有する発光デバイスには、赤色領域に発光ピーク波長を有する発光物質、緑色領域に発光ピークを有する発光物質および青色領域に発光ピーク波長を有する発光物質がそれぞれ含まれていることが好ましい。

[0037]

ここで、特許文献1で開示されているように、発光デバイス内に低屈折率層を設けることによって光取り出し効率の向上を見込むことができる。そして、当該低屈折率層の膜厚を発光色に応じて調整することによって、この効率向上効果を効果的に得ることが可能となる。

[0038]

ある発光色を呈する発光デバイスの取り出し効率が向上するように合わせこんだ膜厚をそのまま発光色の異なる発光デバイスに適用すると、効果的な効率向上効果が得られないばかりか、逆に取り出し効率を低下させてしまう場合がある。そのため、通常、低屈折率層を、各々の発光色に適した膜厚となるよう作り分ける必要があった。しかし、低屈折率層を各発光色に合わせて各々形成するためには、発光色毎に積層数に応じた工程を繰り返さなければならず、非常に煩雑で時間もコストもかかる。

[0039]

そこで、本発明の一態様の発光装置では、画素に含まれる複数の副画素のうち最も波長の短い発光色を呈する副画素が有する発光デバイスに光学距離を合わせた低屈折率層を、他の発光色を呈する発光デバイスも共通して有する構成とする。ただし、当該他の発光色を呈する発光デバイスは、上記の低屈折率層に光学調整層をさらに備えた構成を有するものとする。

[0040]

この構成を有することで、本発明の一態様の発光装置では、低屈折率層を複数の発光色の発光デバイスで共有しつつ、発光の取り出し効率低下を抑制し、さらには複数の発光色の発光デバイスで取り出し効率を向上させることが可能となる。また、当該低屈折率層を複数の発光色の発光デバイスで共有することにより、同一工程で複数の発光デバイスに当該低屈折率層を形成することができるため簡便、迅速、安価に複数の発光色の発光デバイスにおいて取り出し効率が向上された、発光効率の良好な発光装置を提供することができる。

[0041]

なお、本発明の一態様においては、発光色の波長の長い発光デバイスは、光学調整層以外の層に関しては発光色の波長の短い発光デバイスに合わせて調整された層をそのまま有している。それにも関わらず、本発明の一態様では、効率の低下が引き起こされないばかりか効率向上効果を得ることができることが大きな特徴である。発光色の波長の短い発光デバイスに合わせて調整された低屈折率層をそのまま発光色の波長の長い発光デバイスに適用すると発光効率が大きく低下する（例えば青の発光デバイスに合わせて調整された低屈折率層を、緑の発光デバイスにそのまま適用すると、発光効率（ここでは電流効率）は低屈折率層を有さない発光デバイスの10%以下に激減する）。それを、一層の光学調整層のみでその悪影響を排除し、なおかつ効率向上効果を得ることができることは、通常想定できない大きな効果であると言える。

[0042]

図1A乃至図1Cは、本発明の一態様の発光装置を表す図である。図1A乃至図1Cは、発光装置

中の異なる発光色を呈する2つの発光デバイスを抜き出して示す。

[0043]

図1A乃至図1Cに示す発光装置は、絶縁層100上に、発光デバイスSおよび発光デバイスLを有する。右側に図示した発光デバイスLは発光デバイスSよりも波長の長い発光色を呈する発光デバイスである。

[0044]

発光デバイスSは、少なくとも、第1の電極101、第1の層121、発光層113Sおよび第2の電極102を有する。発光層113Sは、第1の電極101と第2の電極102との間に挟まれる。また、第1の層121は、第1の電極101と発光層113Sとの間に挟まれる。なお、発光層113Sは発光物質Sを有している。

[0045]

発光デバイスLは、少なくとも、絶縁層100上に、第1の電極101、第1の層121、第2の層122、発光層113Lおよび第2の電極102を有する。発光層113Lは、第1の電極101と第2の電極102との間に挟まれる。また、第1の層121および第2の層122は、第1の電極101と発光層113Lとの間に挟まれる。なお、発光層113Lは発光物質Lを有している。発光物質Lは、発光物質Sよりも発光ピーク波長が長波長に存在する発光物質である。なお、後述するが、第2の層122は光学調整層であり、第2の層122の構成には、屈折率の低い光学調整層と屈折率の高い光学調整層の2パターンがある。

[0046]

また、発光デバイスSおよび発光デバイスLにおいて、第1の層121は、層121-1と、層121-2が積層された構成を有していてもよい。発光デバイスSにおいて、層121-1は、第1の電極101上に位置し、層121-2は、層121-1と発光層Sとの間に挟まれる。発光デバイスLにおいて、層121-1は、第1の電極101上に位置し、層121-2は、層121-1と発光層Lとの間に挟まれる。なお、本明細書等において、単に第1の層121と記載する際に、層121-1と、層121-2が積層された構成を含む場合がある。また、本明細書等において、層121-1を第3の層と、層121-2を第4の層と称することがある。

[0047]

第2の層122は、図1Aのように、第1の電極101と第1の層121との間に設けられてもよいし、(第2の層122a)、図1Cのように、層121-1と層121-2との間に設けられてもよい(第2の層122b)し、図1Bのように、第1の層121と発光層113Lとの間に設けられてもよい(第2の層122c)。

[0048]

なお、本明細書中では、第2の層122a、第2の層122b、および第2の層122cをまとめて第2の層122と称する場合がある。

[0049]

第1の層121は、屈折率の低い層(低屈折率層)である。具体的には、ある波長 λ の光に対する第1の層121の常光屈折率が発光層113Sの常光屈折率よりも低いことが好ましく、0.15以上低いことがより好ましく、0.20以上低いことがさらに好ましい。波長 λ は450nm以上650nm以下のいずれかの波長または全領域である。

[0050]

発光デバイスSが青色領域の発光を呈する場合、第1の層121および発光層113Sの常光屈折率の差に関する波長 λ は455nm乃至465nmのいずれかの波長または全領域とすることが好ましい。なお、この場合、上記常光屈折率の差は0.20以上であることが好ましい。また、屈折率の指標として通常用いられる波長 λ は633nmであるため、この値を用いてもよい。また、波長 λ は発光物質Sの発光ピーク波長 λ_s であることが好ましい。

[0051]

第2の層122の屈折率には限定はないが、常光屈折率が低い層、または常光屈折率が高い層であることが好ましく、特に常光屈折率の低い層であることがより好ましい。

[0052]

第2の層122が屈折率の低い層である場合、第2の層122のある波長 λ の光に対する常光屈折率が発光層113Lの常光屈折率よりも低いことが好ましく、0.15以上低いことがより好ましく、0.20以上低いことがさらに好ましい。なお、第2の層122が第1の層121と発光層113Lとの間に位置する場合（第2の層122c）は、第2の層122cが、常光屈折率の低い層であることがより効率が向上するため好ましい。この場合の波長 λ は、450nm以上650nm以下のいずれかの波長または全領域である。

[0053]

第2の層122が屈折率の高い層である場合、第2の層122のある波長 λ の光に対する常光屈折率が第1の層121よりも高いことが好ましく、0.15以上高いことがより好ましく、0.20以上高いことがさらに好ましい。なお、第2の層122が層121-1と層121-2との間に位置する場合（第2の層122b）、第2の層122bの常光屈折率は、第1の層121と同じであるか、第1の層121よりも高いことがより効率が向上するためより好ましい。この場合の波長 λ は、450nm以上650nm以下のいずれかの波長または全領域である。

[0054]

発光デバイスLが緑色領域の発光を呈する場合、第1の層121および第2の層122の常光屈折率の差に関する波長 λ は520nm乃至540nmのいずれかの波長または全領域であることが好ましく、赤色領域の発光を呈する場合、当該波長 λ は610nm乃至640nmのいずれかの波長または全領域であることが好ましい。また、屈折率の指標として通常用いられる波長 λ は633nmであるため、この値を用いてもよい。また、当該波長 λ は発光物質Lの発光ピーク波長 λ_L であることが好ましい。

[0055]

第1の層121の波長 λ の光における常光屈折率は1.40以上1.75以下であることが好ましい。より詳細には、第1の層121は、発光デバイスSが青色領域の発光を呈する場合、455nm以上465nm以下のいずれかの波長または全領域、好ましくは発光物質Sの発光ピーク波長 λ_s における常光屈折率が1.40以上1.75以下であることが好ましい。または633nmの光における常光屈折率が、1.40以上1.70以下であることが好ましい。

[0056]

また、第2の層122が、屈折率の低い層であり、発光デバイスLが緑色領域の発光を呈する場合、第2の層122は、520nm乃至540nmのいずれかの波長または全領域における常光屈折率、好ましくは発光物質Lの発光ピーク波長 λ_L における常光屈折率が、1.40以上1.75以下であることが好ましい。また、第2の層122が、屈折率の低い層であり、発光デバイスLが赤色領

域の発光を呈する場合、第2の層122は、610nm乃至640nmのいずれかの波長または全領域における常光屈折率、好ましくは発光物質Lの発光ピーク波長 λ_L における常光屈折率が、1.40以上1.75以下であることが好ましい。または、第2の層122は、633nmの光における常光屈折率が、1.40以上1.70以下であることが好ましい。

[0057]

また、第2の層122が屈折率の高い層であり、発光デバイスLが緑色領域の発光を呈する場合、第2の層122は、520nm乃至540nmのいずれかの波長または全領域における常光屈折率、好ましくは発光物質Lの発光ピーク波長 λ_L における常光屈折率が、1.75以上2.30以下、好ましくは1.90以上2.30以下であることが好ましい。また、第2の層122が屈折率の高い層であり、発光デバイスLが赤色領域の発光を呈する場合、第2の層122は、610nm乃至640nmのいずれかの波長または全領域における常光屈折率、好ましくは発光物質Lの発光ピーク波長 λ_L における常光屈折率が、1.75以上2.30以下、好ましくは1.90以上2.30以下であることが好ましい。または、第2の層122は、633nmの光における常光屈折率が、1.75以上2.30以下、好ましくは1.90以上2.30以下であることが好ましい。

[0058]

また、第2の層122が屈折率の低い層である場合であって、かつ、第1の電極101と第1の層121との間に位置する場合（第2の層122a）、第2の層122aの常光屈折率と、第1の層121の常光屈折率との差が、0.05以下であるとより好ましい。好ましくは、第1の層121と屈折率の低い層である場合の第2の層122aは同じ材料が含まれていることが好ましく、同じ材料で構成されていることがさらに好ましい。

[0059]

また、第2の層122が屈折率の低い層である場合であって、かつ、第1の層121と発光層113Lとの間に位置する場合（第2の層122c）、第2の層122cのある波長 λ の光に対する常光屈折率が第1の層121の常光屈折率以下であることが好ましい。

[0060]

第1の層121は、第1の電極101と発光層113Sとの間に設けられ、第2の層122は、第1の電極101と発光層113Sとの間および第1の電極101と発光層113Lとの間に設けられる。第1の電極101は、積層構造を有し当該積層構造に陽極を含むことが好ましいため、第1の層121および第2の層122は、正孔輸送性を有する層であることが好ましい。正孔輸送性を有する層としては、正孔注入層、正孔輸送層および電子ブロック層などを挙げることができる。また、第1の層121および第2の層122はその他の正孔輸送性を有する機能層の機能を担っていてもよい。第1の層121および第2の層122のうち、第1の電極101側に位置する層を正孔注入層とし、発光層113Sおよび発光層113L側に位置する層を電子ブロック層とし、それらの間に位置する層を正孔輸送層とすることができる。

[0061]

また、第1の層121および第2の層122は、それぞれ複数の層が積層されることによって構成されていてもよい。例えば、正孔注入層と正孔輸送層の常光屈折率がほぼ同じ場合（例えば、正孔注入層と正孔輸送層とが同じ有機化合物を有し、正孔注入層のみ電子アクセプタ材料をさらに含む場合など。具体的には常光屈折率の差が0.05以内である場合。）、当該2層を合わせて第1の層121とみなすこともできる。

[0062]

また、第2の層122が、図1Aのように、第1の電極101と第1の層121との間に位置する場合、すなわち、第2の層122aを正孔注入層として用いる場合であって、特に第2の層122aが屈折率の高い層である場合、正孔注入層が発光デバイスSと発光デバイスLとで独立しているため、高精細な表示装置であっても隣接する発光デバイスへのクロストークを抑制することが可能となることから好ましい構成である。

[0063]

なお、第1の層121および屈折率の低い層である場合の第2の層122が同じ有機化合物を含む、好ましくは同じ材料で構成されていることで、ホールの輸送が容易となり、また発光デバイス作製の際に使用する材料が減少するためより好ましい。

[0064]

第1の電極101は反射電極を含む電極であり、第2の電極102は可視光の透過性を有する電極である。なお、第1の電極101は陽極を含むことが好ましく、第2の電極102は陰極であることが好ましい。また、第1の電極101が積層構造を有する場合、最も第2の電極102側の電極は、可視光の透過性を有する電極であり、且つ陽極であることが好ましい。すなわち、第1の電極101は、反射電極上に陽極として機能する透光性を有する電極が積層されている構造であることが好ましい。また、第2の電極102は可視光の透過性と共に可視光を反射する機能を同時に有することが好ましい。

[0065]

具体的には、第1の電極101には、可視光を40%以上、好ましくは70%以上反射する反射電極が含まれていることが好ましい。また、第2の電極102は、可視光の反射率が20%乃至80%、好ましくは40%乃至70%の半透過・半反射電極であることが好ましい。このような構成を有することによって、発光デバイスSおよび発光デバイスLは、第2の電極102側から光を射出するトップエミッション型の発光デバイスとなり、かつ第1の層121および第2の層122の膜厚を調整することによってマイクロキャビティ構造を有する発光デバイスとすることができる。

[0066]

なお、光を射出する方の電極（本実施の形態では第2の電極102）の発光層と反対の面に、キャップ層131（図2参照）を設けてもよい。キャップ層131は、屈折率の比較的高い材料を用いて形成することが好ましい。

[0067]

具体的には、キャップ層131は、455nm以上465nm以下のいずれかの波長、好ましくは波長範囲全域における常光屈折率が1.90以上2.40以下であることが好ましく、1.95以上2.40以下であることがより好ましい。さらに、上記キャップ層は、455nm以上465nm以下のいずれかの波長、好ましくは波長範囲全域における常光消衰係数が0以上0.01以下であることが好ましい。または、キャップ層131は、500nm以上650nm以下のいずれかの波長、好ましくは波長範囲全域における常光屈折率が1.85以上2.40以下であることが好ましく、1.90以上2.40以下であることがより好ましい。さらに、上記キャップ層は、500nm以上650nm以下のいずれかの波長、好ましくは波長範囲全域における常光消衰係数が0以上0.01以下であることが好ましい。

[0068]

また、蒸着で形成可能な有機化合物を用いると、簡便に形成することができるため好ましい。キャップ層 131 を設けることによって、光の取り出し効率が向上することからさらに発光効率を高めることが可能となる。キャップ層 131 の材料としては、第 2 の層 122 に用いることが可能な材料として挙げた有機化合物の他、3- {4- (トリフェニレン-2-イル) フェニル} -9- (トリフェニレン-2-イル) -9H-カルバゾール (略称: TpPCzTp)、3, 6-ビス [4- (2-ナフチル) フェニル] -9- (2-ナフチル) -9H-カルバゾール (略称: β NP2 β NC)、9- [4- (2, 2'-ビナフタレン-6-イル) フェニル] -3- [4- (2-ナフチル) フェニル] -9H-カルバゾール (略称: (β N2)PCP β N)、2- {4- [2- (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} ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2PCCzPDBq-02)、9- [4- (9'-フェニル-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール-9-イル) フェニル] ナフト [1', 2': 4, 5] フロ [2, 3-b] ピラジン (略称: 9pPCCzPNfpr)、4, 8-ビス [3- (トリフェニレン-2-イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2-d] ピリミジン (略称: 4, 8mTpP2Bfpm) などを好適に用いることができる。

[0069]

ここで、第 1 の層 121 の膜厚は、発光デバイス S における発光層 113S から発した光および電極で反射した光が干渉により増幅するような膜厚であることが好ましい。

[0070]

第 1 の層 121 は、発光層 113S から発した光の、第 1 の電極 101 が有する反射電極の第 2 の電極側の面までの光路長が $3\lambda_t/4$ となるように調整することによって表面での反射光と裏面での反射光の位相を合わせることができる。なお発光層 113S から発した光の、第 1 の電極 101 が有する反射電極の第 2 の電極側の面までの光路長を $3\lambda_t/4$ の 60% 以上 140% 以下とすることで光の干渉を有効に強めることができる。なお、第 1 の電極 101 に透光性を有する電極が含まれる場合、当該透光性を有する電極の膜厚は 5nm 以上 40nm 以下であることが好ましい。

[0071]

ここで、実際の発光装置における λ_t は発光デバイス S が含まれる副画素が呈する発光の発光ピーク波長 λ_{SD} または発光物質 S の発光ピーク波長 λ_S に相当する。

[0072]

以上から、波長 λ_t (発光デバイス S が含まれる副画素から射出する光の波長 λ_{SD} または発光物質 S の発光ピーク波長 λ_S) における第 1 の層 121 の常光屈折率と膜厚 (nm) との積は、 $0.25\lambda_t$ 以上 $0.75\lambda_t$ 以下であることが好ましい。

[0073]

また、第 1 の層 121 と第 1 の電極 101 との間に、1.75 以上の常光屈折率を有する正孔注入層を有してもよい。なお、この際、正孔注入層は 5nm 乃至 15nm、好ましくは 5nm 乃至 10nm であると、光路長に対する影響が少ないため好ましい。

[0074]

また、第 1 の層 121 と、発光層 113S および発光層 113L との間に電子ブロック層を有していてもよい。この際、電子ブロック層は、20nm 以下であることが、光路長に対する影響が少ないため好ましく、5nm 以上 20nm 以下であることがより好ましい。なお、電子ブロック層の膜厚は発光層の膜厚の一部としてみなして第 1 の層 121 の膜厚を設定することがより好ましい。

[0075]

なお、当該正孔注入層または電子ブロック層を形成する場合、複数の発光デバイスに共通に連続して形成されていることが好ましい。

[0076]

また、反射電極の第1の層121側の界面と、第1の層121（または第2の層122a）の反射電極側の界面との光学距離は、 $0.13\lambda_t$ 乃至 $0.38\lambda_t$ であることが好ましい。また、発光層113Sまたは発光層113Lの主たる発光領域と、第1の層121（または第2の層122a）の反射電極側の界面との光路長は、 $0.38\lambda_t$ 乃至 $0.63\lambda_t$ であることが好ましい。このような構成を有することで、各層の界面および反射電極で反射した光が各々増幅しあい、効率が良好で、且つ色純度の良好な発光デバイスとすることが可能となる。

[0077]

また、第2の層122が、屈折率の高い層である場合であって、かつ、層121-1と層121-2との間に位置する場合（第2の層122b）、発光層113Lの主たる発光領域と層121-2と第2の層122bとの界面までの光路長が $\lambda_t/4$ となるように調整することによって、層121-2と第2の層122bとの界面の屈折率段差によって生じる反射光の位相と、発光層113Lから照射される光の位相とを合わせることができる。この効果によって光取り出し効率の向上が見込める。なお発光層113Lから発した光の層121-2と第2の層122bとの界面までの光路長を $\lambda_t/4$ の60%以上140%以下とすることで光の干渉を有効に強めることができる。

[0078]

また、第2の層122が、屈折率の高い層である場合であって、かつ、層121-1と層121-2との間に位置する場合（第2の層122b）、発光層113Lの主たる発光領域と層121-1と第2の層122bとの界面までの光路長が $\lambda_t/2$ となるように調整することによって、層121-1と第2の層122bとの界面の屈折率段差によって生じる反射光の位相と、発光層113Lから照射される光の位相とを合わせることができる。この効果によって光取り出し効率の向上が見込める。なお発光層113Lから発した光の層121-1と第2の層122bとの界面までの光路長を $\lambda_t/2$ の60%以上140%以下とすることで光の干渉を有効に強めることができる。

[0079]

発光デバイスLにおける第1の層121および発光デバイスSの第1の層121は、各々同一の材料を含んでおり、同一の材料で構成されていることが好ましい。

[0080]

また、発光デバイスLにおける第1の層121の膜厚は、発光デバイスSの第1の層121と同様である。

[0081]

また、発光デバイスLにおける第1の層121の組成および膜厚は、発光デバイスSの第1の層121と同様であることが好ましい。

[0082]

なお、本明細書中において「同様である」とは、成膜装置の膜厚精度および組成の揺らぎを許容する程度に異なっても構わないものとする。このような構成であることによって、発光デバイスLにおける第1の層121と、発光デバイスSの第1の層121と、を同時に形成することができる。第1の層121は、発光デバイスSの光が増幅するような膜厚となっている。それだけでは発

光デバイスLの取り出し効率は低下してしまう恐れがあるが、本発明の一態様において発光デバイスLは、第2の層122をさらに有することで取り出し効率を向上させ、効率よく発光を呈する発光デバイスとすることが可能である。このように、本発明の一態様では、簡便、迅速、安価に、いずれの発光色においても発光効率の良好な発光デバイスを備えた発光装置を得ることが可能となる。

[0083]

ここで、第1の層121および第2の層122のうちのいずれかが、隣接するいずれかの層と材料およびその組成が同様であった場合、当該隣接する層との境界がわからず、一つの層のように見える場合がある。しかし、この際は、発光デバイスSにおける第1の層121と同様の層が発光デバイスLにも形成されていることから、第2の層122の位置と膜厚を推定することができる。

[0084]

なお、これらの層の膜厚に関しては、市販の有機デバイスシュミレーターを用いて決定してもよい。

[0085]

発光物質の発光ピーク波長は、溶液状態におけるフォトルミネッセンスのスペクトルから求めればよい。発光デバイスのEL層を構成する有機化合物の比誘電率は3程度であるため、発光デバイスに用いた場合の発光スペクトルとの齟齬をできるだけ小さくする目的で、前記発光物質を溶液状態にするための溶媒の比誘電率は、室温において1以上10以下であることが好ましく、より好ましくは2以上5以下である。具体的には、ヘキサン、ベンゼン、トルエン、ジエチルエーテル、酢酸エチル、クロロホルム、クロロベンゼン、ジクロロメタンが挙げられる。また、室温における比誘電率が2以上5以下で、溶解性が高く、汎用的な溶媒がより好ましく、例えば、トルエンまたはクロロホルムであることが好ましい。

[0086]

また、各層の屈折率（常光屈折率および異常光屈折率）は、含まれる材料の屈折率とみなすことができる。例えば、同じような組成の材料の膜の屈折率を測定して、その値を当該層の屈折率とみなすことができる。また、各層の最高被占分子軌道（HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital）準位は、当該層に最も多く含まれる材料のHOMO準位を適用することができる。

[0087]

また、混合材料で構成される層の屈折率を求める場合、直接測定する他に、それぞれの材料のみで形成される膜の常光屈折率に、当層の各材料における組成の比率を掛け合わせ、これを足し合わせた値として求めることもできる。なお、正確な比率が求められない場合は、それぞれの常光屈折率に対し組成成分の数で除した値を、足し合わせた値を用いてもよい。

[0088]

なお、発光層は、発光物質とホスト材料とを含む場合がある。このような発光層の屈折率を求める場合、ホスト材料の膜の屈折率を測定して、その値を発光層の屈折率の指標としてもよい。ホスト材料は、発光物質をゲスト材料として分散できるものであればよく、混合物であってもよい。

[0089]

以上のような構成を有する本発明の一態様の発光装置は、発光物質が発した光が、屈折率の異なる層同士の界面において反射するため、反射電極のみを用いて反射させるよりも多くの光を反射させることができるようになり、外部量子効率が向上する。また、同時に反射電極での表面プラズモンの影響を低減させることができることから、エネルギーのロスを低減させ、効率よく光を取り出す

ことが可能となる。さらに、共通の低屈折率層を有しつつ、各副画素が呈する光が増幅するように光学調整層が設けられているため、簡便、迅速、安価に全ての発光色における発光効率を向上させることができる。

[0090]

なお、発光デバイスSは、発光層113Sと第2の電極102との間に、電子輸送層114、電子注入層115などを有していても良い。また、発光デバイスLは、発光層113Sと第2の電極102との間に、電子輸送層114、電子注入層115などを有していても良い。また、発光デバイスS、発光デバイスL共に、第1の電極101と、第2の電極102との間に、正孔注入層、正孔輸送層、キャリアブロック層、励起子ブロック層など様々な機能層を有していても良い。また、これら機能層は、全ての発光色の発光デバイスにおいて共通していても、独立していてもかまわないが、共通とすることで発光装置の作製が簡便となる。

[0091]

続いて、図3A乃至図3Cに、上記構成を赤、緑、青の3色の発光デバイスを有する発光装置に適用した例を示す。すなわち、図3A乃至図3Cは、一つの画素に3つの副画素を有する本発明の一態様の発光装置である。なお、図1および図2と同じ構成に関しては同じ符号を用いる場合があり、また、説明を省略する場合がある。

[0092]

図3A乃至図3Cにおいては、第1の電極101に含まれる、反射電極101-1と透光性を有する電極(陽極)101-2を明示している。第1の電極101と第2の電極102が絶縁層123を介さずに重なっている部分に発光デバイスが形成されている。図中、青色の発光層113Bを有する発光デバイスが青色発光デバイス、緑色の発光層113Gを有する発光デバイスが緑色発光デバイス、赤色の発光層113Rを有する発光デバイスが赤色発光デバイスであり、青色発光デバイスが最も波長の短い発光色を呈する発光デバイスに相当する。

[0093]

青色発光デバイスは、第1の電極101と第2の電極102との間に、第1の層121と青色の発光層113Bと、電子輸送層114Bと、電子注入層115とを有している。第1の層121の膜厚は、青色発光デバイスの光取り出し効率が向上するように調整されている。なお、第1の層121と電子注入層115は、その他の発光デバイスと連続した共通の層として設けられていることが好ましい。

[0094]

緑色発光デバイスは、第1の電極101と第2の電極102との間に、第1の層121と、第2の層122G(第2の層122Ga(図3A)、第2の層122Gb(図3B)、および第2の層122Gc(図3C))と、緑色発光物質を含む緑色の発光層113Gと、電子輸送層114Gと、電子注入層115とを有している。緑色発光デバイスが有する第1の層121は、青色発光デバイスが有する第1の層121と同様の組成および膜厚である。これにより、青色発光デバイスの第1の層121と緑色発光デバイスの第1の層121は同時に形成することができる。緑色発光デバイスは、上述のようにさらに第2の層122Gを有している。第2の層122Gを有することによって、緑色発光デバイスは、青色発光デバイスの第1の層121と同様の構成を有しながらも、良好な発光効率を示す緑色発光デバイスとすることが可能となる。

[0095]

赤色発光デバイスは、第1の電極101と第2の電極102との間に、第1の層121と、第2の層122R（第2の層122Ra（図3A）、第2の層122Rb（図3B）、および第2の層122Rc（図3C））と、赤色発光物質を含む赤色の発光層113Rと、電子輸送層114Rと、電子注入層115とを有している。赤色発光デバイスが有する第1の層121は、青色発光デバイスが有する第1の層121と同様の組成および膜厚である。これにより、青色発光デバイスの第1の層121と赤色発光デバイスの第1の層121は同時に形成することができる。赤色発光デバイスは、上述のようにさらに第2の層122Rを有している。第2の層122Rを有することによって、赤色発光デバイスは、青色発光デバイスの第1の層121と同様の構成を有しながらも、良好な発光効率を示す赤色発光デバイスとすることが可能となる。

[0096]

なお、青色の発光層113B、緑色の発光層113Gおよび赤色の発光層113Rには各々異なる発光物質が含まれており、第2の層122Gと第2の層122Rの膜厚は同じであっても異なってもよいが、各々異なることが好ましい。電子輸送層114B、電子輸送層114Gおよび電子輸送層114Rは同様の構成であっても、異なる構成であっても構わない。同様の構成である場合、図3A乃至図3Cでは、発光デバイス毎に独立して図示しているが、各発光デバイスにおいて連続して形成されていてもよい。また、電子輸送層114が複数層で構成されていてもよい。この場合は、一層が発光色毎に独立し、他の層が共通している構成であってもよい。

[0097]

第2の層122Gと第2の層122Rは、図1を参照しながら説明した第2の層122に相当し、低屈折率層であっても、高屈折率層であってもよい。これらの膜厚を発光色に応じて適切に設定することによって、青色発光デバイスと、共通の低屈折率層を有しつつ、簡便、迅速、安価に各々の発光デバイスにおける発光効率の低下を抑制、または発光効率の向上を実現することができる。また、当該低屈折率層を複数の発光色の発光デバイスで共有することで簡便、迅速、安価に複数の発光色の発光デバイスにおいて取り出し効率が向上された、発光効率の良好な発光装置を提供することができる。

[0098]

<低屈折率材料の例示>

第1の層121および屈折率が低い層である場合の第2の層122は、屈折率の比較的小さい物質を用いて形成するが、通常、高いキャリア輸送性と低い屈折率とはトレードオフの関係にある。それは、有機化合物におけるキャリア輸送性は不飽和結合の存在に由来するところが大きく、不飽和結合を多く有する有機化合物は、屈折率が高い傾向があるからである。屈折率が低い材料であってもキャリア輸送性が低ければ、駆動電圧の上昇、キャリアバランスの崩れによる発光効率および信頼性の低下などの問題が発生してしまい、良好な特性を有する発光デバイスを得ることができなくなってしまう。また、十分なキャリア輸送性を有し、屈折率が低い材料であっても、不安定な構造を有することでガラス転移点（T_g）または耐久性に問題があると信頼性の良好な発光デバイスを得ることができなくなってしまう。

[0099]

そこで、第1の層121および低屈折率層である場合の第2の層122に用いることが可能な有機化合物としては、第1の芳香族基、第2の芳香族基および第3の芳香族基を有し、それら第1の芳香族基、第2の芳香族基および第3の芳香族基が同一の窒素原子に結合しているモノアミン化合物

を用いることが好ましい。なお、フルオレニルアミンはHOMO準位を上昇させる効果があるため、当該モノアミン化合物の窒素に3つのフルオレンが結合すると、HOMO準位が大きく上昇する可能性がある。この場合、周辺材料のHOMO準位との差が大きくなり、駆動電圧および信頼性等に影響を及ぼす可能性がある。したがって、当該第1の芳香族基、当該第2の芳香族基および当該第3の芳香族基のいずれか一または二がフルオレン骨格であることがさらに好ましい。

[0100]

当該モノアミン化合物は、分子内の総炭素数に対するs p 3混成軌道で結合を作っている炭素の割合が23%以上55%以下であることが好ましく、また、¹H-NMRで当該モノアミン化合物の測定を行った結果における、4ppm未満のシグナルの積分値が、4ppm以上のシグナルの積分値を上回るような化合物であることが好ましい。

[0101]

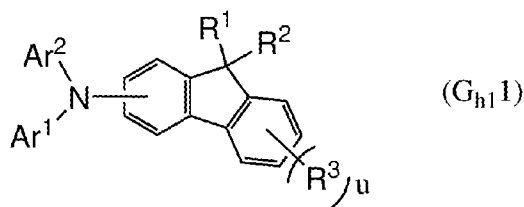
また、当該モノアミン化合物は、少なくとも一のフルオレン骨格を有し、前記第1の芳香族基、前記第2の芳香族基および前記第3の芳香族基のいずれか一または複数がフルオレン骨格であることが好ましい。

[0102]

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

[0103]

[化1]



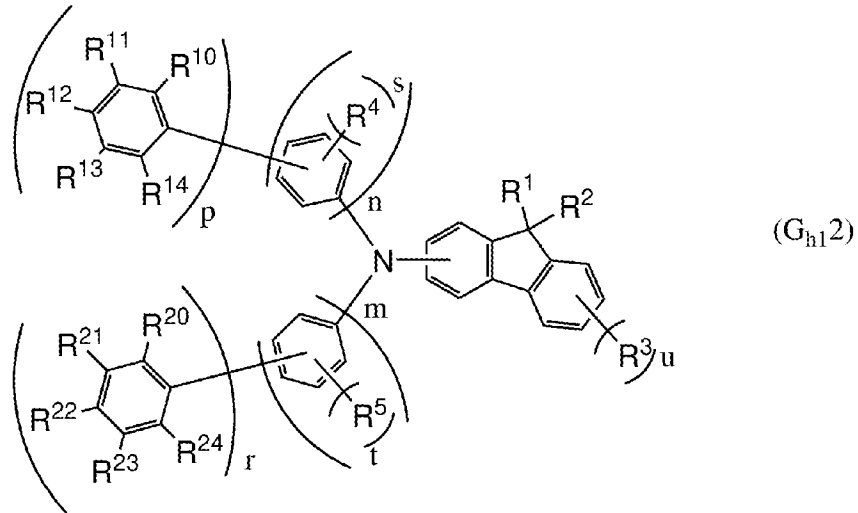
[0104]

上記一般式(G_{h1}1)において、Ar¹、Ar²はそれぞれ独立に、ベンゼン環または2個または3個のベンゼン環が互いに結合した置換基を表す。ただし、Ar¹、Ar²の一方または両方は、炭素がs p 3混成軌道のみで結合を作っている炭素数1乃至12の炭化水素基を一つまたは複数有し、Ar¹およびAr²に結合した全ての前記炭化水素基に含まれる炭素の合計が8以上であり、且つ、Ar¹およびAr²のどちらか一方に結合した全ての前記炭化水素基に含まれる炭素の合計が6以上である。なお、Ar¹またはAr²に前記炭化水素基として炭素数1乃至2の直鎖アルキル基が複数結合している場合、当該直鎖アルキル基同士が結合して環を形成していても良い。炭素がs p 3混成軌道のみで結合を作っている炭素数1乃至12の炭化水素基としては、炭素数3乃至8のアルキル基および炭素数6乃至12のシクロアルキル基が好ましい。具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、sec-ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、イソペンチル基、sec-ペンチル基、tert-ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、イソヘキシル基、sec-ヘキシル基、tert-ヘキシル基、ネオヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基、シクロノニル基、シクロデシル基、デカヒドロナフチル基、シクロウンデシル基、及びシクロドデシル基などを用いることができ、特に、tert-ブチル基、

シクロヘキシル基およびシクロドデシル基が好ましい。

[0105]

[化2]

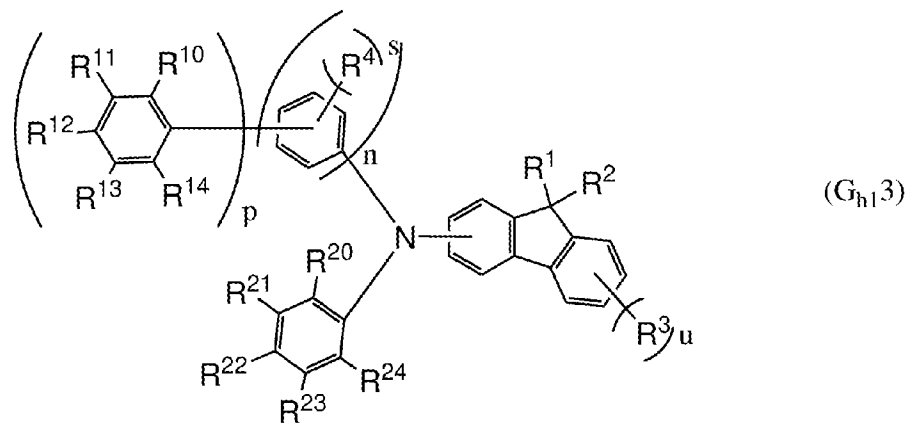


[0106]

上記一般式 (G_{h1} 2) において、mおよびrは各々独立に1または2を表し、m+rは2または3である。また、tは各々独立に0乃至4の整数を表し、0であることが好ましい。また、R⁴およびR⁵は各々独立に水素または炭素数1乃至3の炭化水素基のいずれかを表す。なお、mが2である場合二つのフェニレン基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なってもよく、rが2である場合二つのフェニル基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良い。また、tが2乃至4の整数である場合、複数のR⁵は各々同じであっても異なっても良く、R⁵は、隣り合う基が互いに結合して環を形成していても良い。

[0107]

[化3]



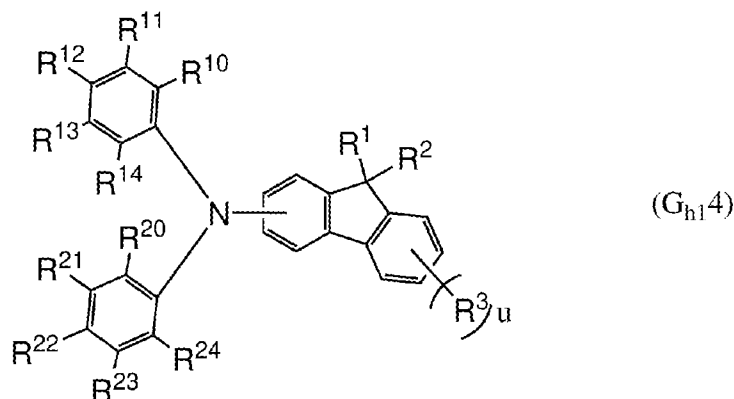
[0108]

上記一般式 (G_{h1} 2) および (G_{h1} 3) において、nおよびpは各々独立に1または2を表し、n+pおよびrは各々独立に2または3である。sは各々独立に0乃至4の整数を表し、0であることが好ましい。sが2乃至4の整数である場合、複数のR⁴は各々同じであっても異なっても良い。また、R⁴は水素または炭素数1乃至炭素数3の炭化水素基のいずれかを表す。なお、nが2

である場合二つのフェニレン基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良く、 p が2である場合二つのフェニル基の有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良い。炭素数1乃至3の炭化水素基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基などを挙げるができる。

[0109]

[化4]



[0110]

上記一般式 (G_{h12}) 乃至 (G_{h14}) において、 R^{10} 乃至 R^{14} および R^{20} 乃至 R^{24} は各々独立に、水素、または炭素が sp^3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数1乃至12の炭化水素基を表す。なお、 R^{10} 乃至 R^{14} の少なくとも3、および R^{20} 乃至 R^{24} の少なくとも3が水素であることが好ましい。炭素が sp^3 混成軌道のみで結合を作っている炭素数1乃至12の炭化水素基としては、*tert*-ブチル基およびシクロヘキシル基が好ましい。ただし、 R^{10} 乃至 R^{14} および R^{20} 乃至 R^{24} に含まれる炭素の合計は8以上であり、且つ、 R^{10} 乃至 R^{14} または R^{20} 乃至 R^{24} のどちらか一方に含まれる炭素の合計が6以上であるものとする。 R^{10} 乃至 R^{14} および R^{20} 乃至 R^{24} は、隣り合う基が互いに結合して環を形成していても良い。

[0111]

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

[0112]

また、上記一般式 (G_{h11}) 乃至 (G_{h14}) において、 u は各々独立に0乃至4の整数を表し、0であることが好ましい。 u が2乃至4の整数である場合複数の R^3 は各々同じであっても異なっても良い。また、 R^1 、 R^2 および R^3 は各々独立に炭素数1乃至4のアルキル基を表し、 R^1 および R^2 は互いに結合して環を形成していてもよい。炭素数1乃至4の炭化水素基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基を挙げるができる。

[0113]

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

[0114]

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

[0115]

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

[0116]

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

[0117]

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

[0118]

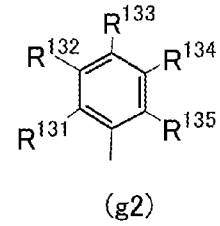
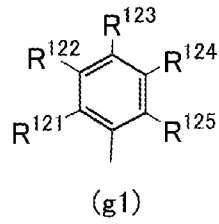
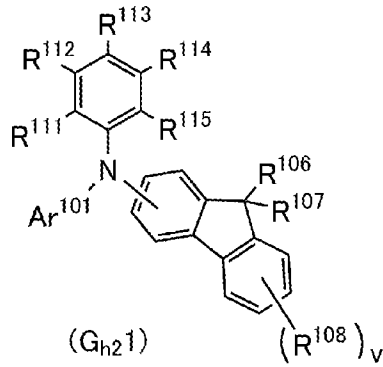
上述の少なくとも3つのアルキル基、フェニル基に置換するアルキル基は、炭素数2乃至炭素数5の鎖式アルキル基であることが好ましい。特に当該アルキル基としては、炭素数3乃至炭素数5の分岐を有する鎖式アルキル基が好ましく、tert-ブチル基がさらに好ましい。

[0119]

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

[0120]

[化5]

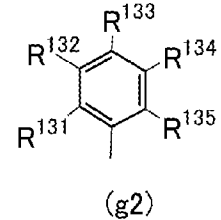
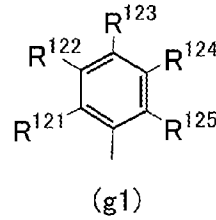
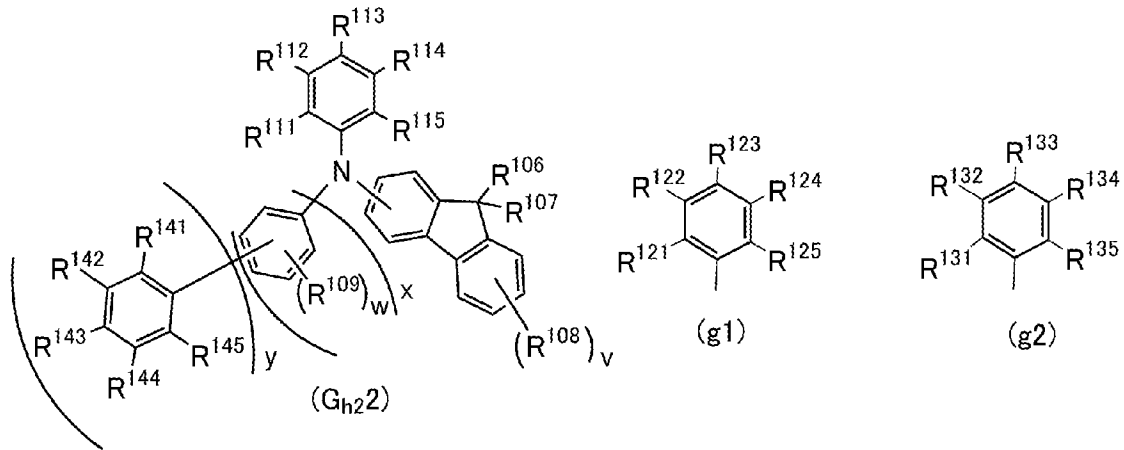


[0121]

なお、上記一般式 (G_{h21}) において、Ar¹⁰¹は置換または無置換のベンゼン環、または2個もしくは3個の置換または無置換のベンゼン環が互いに結合した置換基を表す。

[0122]

[化6]

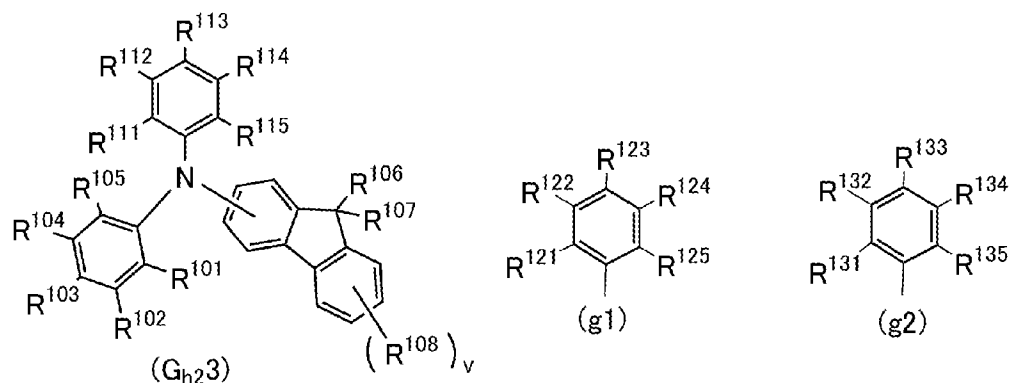


[0123]

なお、上記一般式 (G_{h22}) において、xおよびyは各々独立に1または2を表し、x + yは2または3である。また、R¹⁰⁹は炭素数1乃至4のアルキル基を表し、wは0乃至4の整数を表す。また、R¹⁴¹乃至R¹⁴⁵は各々独立に、水素、炭素数1乃至炭素数6のアルキル基、炭素数5乃至炭素数12のシクロアルキル基のいずれか一を表す。wが2以上である場合、複数のR¹⁰⁹は各々同じであっても異なっても良い。またxが2である場合、二つのフェニレン基が有する置換基の種類、置換基の数および結合手の位置は同じであっても異なっても良い。また、yが2である場合、二つのR¹⁴¹乃至R¹⁴⁵を有するフェニル基が有する置換基の種類、および置換基の数は同じであっても異なってもよい。

[0124]

[化7]



[0125]

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

[0126]

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

[0127]

一般式 (G_{h21}) 乃至 (G_{h23}) において、上記置換または無置換のベンゼン環、置換または無置換のフェニル基が置換基を有する場合、当該置換基としては、炭素数 1 乃至炭素数 6 のアルキル基、および炭素数 5 乃至炭素数 12 のシクロアルキル基を用いることができる。また、炭素数 1 乃至 4 のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、sec-ブチル基、イソブチル基、およびtert-ブチル基が好ましい。炭素数 1 乃至炭素数 6 のアルキル基としては、炭素数 2 以上の鎖式アルキル基が好ましく、輸送性を確保する観点で炭素数 5 以下の鎖式アルキル基が好ましい。また、屈折率低減効果が顕著なのは、炭素数 3 以上の分岐を有する鎖式アルキル基である。すなわち、上記炭素数 1 乃至炭素数 6 のアルキル基は、炭素数 2 乃至炭素数 5 の鎖式アルキル基が好ましく、炭素数 3 乃至炭素数 5 の分岐を有する鎖式アルキル基がさらに

好ましい。炭素数1乃至炭素数6のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、*sec*-ブチル基、イソブチル基、*tert*-ブチル基、およびペンチル基が好ましく、特に好ましくは*tert*-ブチル基である。なお、炭素数5乃至炭素数12のシクロアルキル基としては、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基、シクロノニル基、シクロデシル基、デカヒドロナフチル基、シクロウンデシル基、及びシクロドデシル基などを用いることができるが、炭素数6以上のシクロアルキル基が低屈折率化のために好ましく、特にシクロヘキシル基およびシクロドデシル基が好ましい。

[0128]

上述したような正孔輸送性を有する有機化合物は、青色発光領域（455nm以上465nm以下）における常光屈折率が1.40以上1.75以下、または屈折率の測定に通常用いられる633nmの光における常光屈折率が、1.40以上1.70以下であり、且つ正孔輸送性の良好な有機化合物である。また、同時にT_gが高く、信頼性の良好な有機化合物を得ることも可能である。このような有機化合物は、十分な正孔輸送性も備えるため、第1の層121および低屈折率層である場合の第2の層122の材料として好適に用いることができる。

[0129]

このような材料としては、例えば、N,N-ビス（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：dchPAF）、N-〔（4'-シクロヘキシル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：chBichPAF）、N,N-ビス（4-シクロヘキシルフェニル）-N-（スピロ〔シクロヘキサン-1,9'-[9H]フルオレン〕-2'-イル）アミン（略称：dchPASchF）、N-〔（4'-シクロヘキシル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-N-（スピロ〔シクロヘキサン-1,9'-[9H]フルオレン〕-2'-イル）-アミン（略称：chBichPASchF）、N-（4-シクロヘキシルフェニル）-ビス（スピロ〔シクロヘキサン-1,9'-[9H]フルオレン〕-2'-イル）アミン（略称：SchFB1chP）、N-〔（3',5'-ジターシャリーブチル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：mmtBuBichPAF）、N,N-ビス（3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：dmmtBuBiAF）、N-（3,5-ジターシャリーブチルフェニル）-N-（3',5'-ジターシャリーブチル-1,1'-ビフェニル-4-イル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：mmtBuBimmtBuPAF）、N,N-ビス（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジプロピル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：dchPAPrF）、N-〔（3',5'-ジシクロヘキシル）-1,1'-ビフェニル-4-イル〕-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：mmchBichPAF）、N-（3,3'',5,5''-テトラ-*t*-ブチル-1,1':3',1''-ターフェニル-5'-イル）-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：mmtBumTPchPAF）、N-（4-シクロドデシルフェニル）-N-（4-シクロヘキシルフェニル）-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：CdopchPAF）、N-（3,3'',5,5''-テトラ-*t*-ブチル-1,1':3',1''-ターフェニル-5'-イル）-N-フェニル-9,

9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F A*)、N-(1, 1'-ビフェニル-4-イル)-N-(3, 3'', 5, 5''-テトラ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5'-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F B i*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3, 3'', 5, 5''-テトラ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5'-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i*)、N-[(3, 3', 5'-トリ-tert-ブチル)-1, 1'-ビフェニル-5-イル]-N-(4-シクロヘキシルフェニル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m B i c h P A F*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-[(3, 3', 5'-トリ-tert-ブチル)-1, 1'-ビフェニル-5-イル]-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m B i o F B i*)、N-(4-tert-ブチルフェニル)-N-(3, 3'', 5, 5''-テトラ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5'-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P t B u P A F*)、N-(3, 3'', 5', 5''-テトラ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル)-N-フェニル-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F A-02*)、N-(1, 1'-ビフェニル-4-イル)-N-(3, 3'', 5', 5''-テトラ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P F B i-02*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3, 3'', 5', 5''-テトラ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i-02*)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3, 3'', 5', 5''-テトラ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F-02*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3'', 5', 5''-トリ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i-03*)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3'', 5', 5''-トリ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F-03*)、N-(3'', 5', 5''-トリ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-4-イル)-N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i-04*)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3'', 5', 5''-トリ-tert-ブチル-1, 1': 3', 1''-ターフェニル-4-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F-04*)、N-(1, 1'-ビフェニル-2-イル)-N-(3, 3'', 5''-トリ-tert-ブチル-1, 1': 4', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P o F B i-05*)、N-(4-シクロヘキシルフェニル)-N-(3, 3'', 5''-トリ-tert-ブチル-1, 1': 4', 1''-ターフェニル-5-イル)-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: *mm t B u m T P c h P A F-05*) およびN-(3', 5'-ジターシャリーブチル-1, 1'-ビフェニル-4-イル)-N-(1, 1'-ビ

フェニル-2-イル)-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン (略称: mm t B u B i o F B i) などが好ましい。

[0130]

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

[0131]

<高屈折率材料の例示>

屈折率が高い層である場合の第2の層122は、屈折率の比較的大きい有機化合物を用いて形成するが、そのような有機化合物としては、縮合芳香族炭化水素環、縮合複素芳香環を持つ化合物が好ましい。縮合芳香族炭化水素環としては、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環、あるいはトリフェニレン環のように、縮合芳香族炭化水素環の中にナフタレン環の構造を含むものが好ましく、縮合複素芳香環としては、カルバゾール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環の構造を含むものが好ましい。また、例えば、ベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フランはジベンゾフラン環の構造を含むため好ましい。

[0132]

また、第三周期以降の元素を一つ以上含む有機化合物、ターフェニル骨格を有する有機化合物またはその両方を含む有機化合物等が好適に利用できる。なお、例えばナフチル基で置換されたビフェニル基または、ジベンゾフラニル基で置換されたフェニル基は、ターフェニル骨格を含むと言える。具体的にはN,N-ビス[4-(6-フェニルベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フラン-8-イル)フェニル]-4-アミノ-p-ターフェニル (略称: B n f B B 1 T P)、4,4'-ビス[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: β N B i B 1 B P)、N,N-ビス[4-(ジベンゾフラン-4-イル)フェニル]-4-アミノ-p-ターフェニル (略称: D B f B B 1 T P)、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: Y G T B i β N B)、5,5'-ジフェニル-2,2'-ジ-5H-[1]ベンゾチエノ[3,2-c]カルバゾール (略称: B i s B T c) などを好適に利用できる。

[0133]

<G S P>

ところで、本発明の一態様では、屈折率の異なる正孔輸送層を複数層積層することで光取り出し効率を向上させているが、同時に一般的な発光デバイスの層の数よりも多くの層を有する発光デバイスとなるため、層の界面が増加し、界面由来の抵抗が発生しやすく駆動電圧が上昇してしまう場合がある。

[0134]

通常、有機半導体デバイスの正孔輸送領域では、電極とのホール授受を考慮すると、活性層または発光層との間で異なるHOMO準位を有する有機化合物からなる層にホールを順次注入してゆく必要がある。当然、各層間におけるHOMO準位の差が大きすぎると駆動電圧が高くなってしまうため、電極と活性層(発光層)の間にはそれらのHOMO準位の間位置するようなHOMO準位を有する有機化合物からなる層を配置することでHOMO準位の差を緩和している。しかし、HOMO準位の差がさほど大きくない層同士であっても、用いる有機化合物の組み合わせによっては大きく駆動電圧が上がってしまう場合があった。これまでそれを回避するための指針はなく、材料同士

の相性として片づけられて来た。

[0135]

ところで、有機化合物には極性分子と無極性分子が存在する。極性分子は永久双極子モーメントを有しているが、極性分子を蒸着した場合、蒸着膜がランダム配向であればこれら極性の偏りは相殺され膜内に分子の極性を由来とする分極は発生しない。しかし、当該蒸着膜が分子配向を有する場合、分極の偏りに由来する巨大表面電位 (GSP: Giant Surface Potential) が現れることがある。

[0136]

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

[0137]

このGSPの傾きの値を考慮することで、上記したような従来材料の相性とされてきたミスマッチを解消し、容易に特性の良好な有機半導体デバイスを得ることができるようになる。

[0138]

発光デバイスSにおいては、第1の層121のGSPの傾きから発光層113SのGSPの傾きを引いた値が10 (mV/nm) 以下となることが好ましく、0 (mV/nm) 以下となることがさらに好ましい。

[0139]

発光デバイスLにおいては、第1の層121のGSPの傾きから発光層113LのGSPの傾きを引いた値が10 (mV/nm) 以下となることが好ましく、0 (mV/nm) 以下となることがさらに好ましい。

[0140]

また、発光デバイスLが第1の層121と第1の電極101との間に第2の層122を有する場合 (第2の層122a) においては、第2の層122aのGSPの傾きから、第1の層121のGSPの傾きを引いた値が10 (mV/nm) 以下となることが好ましく、0 (mV/nm) 以下となることがさらに好ましい。

[0141]

また、発光デバイスLが層121-1および層121-2との間に第2の層122を有する場合 (第2の層122b) においては、層121-1のGSPの傾きから、第2の層122bのGSPの傾きを引いた値が10 (mV/nm) 以下となることが好ましく、0 (mV/nm) 以下となることがさらに好ましい。また、第2の層122bのGSPの傾きから、層121-2のGSPの傾きを引いた値が10 (mV/nm) 以下となることが好ましく、0 (mV/nm) 以下となることがさらに好ましい。

[0142]

また、発光デバイスLが発光層113Lと第1の層121との間に第2の層122を有する場合 (第2の層122c) においては、第1の層121のGSPの傾きから、第2の層122cのGSPの傾きを引いた値が10 (mV/nm) 以下となることが好ましく、0 (mV/nm) 以下とな

ることがさらに好ましい。

[0143]

この構成を有することによって、駆動電圧が小さく、消費電力の小さい、または、パワー効率が高い良好な特性を有する発光デバイスを容易に得ることができるようになる。

[0144]

また、さらに、発光層113SのGSPの傾きは、第1の層121のGSPの傾きよりも高いことが好ましい。また、発光層113LのGSPの傾きは、第1の層121のGSPの傾きよりも高いことが好ましい。また、第1の層121のGSPの傾きは、第2の層122aのGSPの傾きよりも高いことが好ましい。また、第2の層122bのGSPの傾きが、層121-1のGSPの傾きよりも高いことが好ましい。また、層121-2のGSPの傾きが、第2の層122bのGSPの傾きよりも高いことが好ましい。また、第2の層122cのGSPの傾きが、第1の層121のGSPの傾きよりも高いことが好ましい。この構成を有することによって、駆動電圧が小さく、消費電力の小さいまたは、パワー効率が高い良好な特性を有する発光デバイスを得ることがより容易となる。

[0145]

なお、各層のGSPの傾きは、各層を構成する材料（有機化合物）の蒸着膜のGSPの傾きを測定することにより求めることができる。

[0146]

有機化合物のGSPの傾きを求める方法について説明する。

[0147]

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

[0148]

非特許文献1には、異なる自発分極を持つ有機薄膜（薄膜1および薄膜2。ただし薄膜1が陽極側、薄膜2が陰極側に位置する。）を積層させ電流を流した場合、下記の式が成り立つことが示されている。

[0149]

[数1]

$$\sigma_{if} = \frac{Q_{if}}{S} = (V_i - V_{bi}) \frac{\epsilon_2}{d_2} \dots (1)$$

[0150]

[数2]

$$\sigma_{if} = P_1 - P_2 = \frac{\epsilon_1 V_1}{d_1} - \frac{\epsilon_2 V_2}{d_2} \dots (2)$$

[0151]

式(1)において σ_{if} は分極電荷密度、 V_i はホール注入電圧、 V_{bi} は閾値電圧、 d_2 は薄膜2の

膜厚、 ϵ_2 は薄膜2の誘電率である。 V_i 、 V_{bi} はデバイスの容量-電圧特性から見積もることができる。また、誘電率は常光屈折率 n_0 （633nm）の二乗を用いることができる。このように、容量-電圧特性から見積もった V_i 、 V_{bi} と、屈折率より算出した薄膜2の誘電率 ϵ_2 、および薄膜2の膜厚 d_2 より、式（1）を用いて分極電荷密度 σ_{if} を求めることができる。

[0152]

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

[0153]

以上のように、GSPの傾きを求めたい有機化合物の蒸着膜を薄膜1として上記手法によりGSPの傾きを求めることができる。

[0154]

なお、本明細書においては、薄膜2としてGSPの傾きが（48（mV/nm））と既知である $A1q_3$ を用い、各薄膜のGSPの傾きを求めた。

[0155]

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

[0156]

<発光デバイスの構成>

続いて、本発明の一態様の発光装置に含まれる発光デバイスの構造および材料に関して図4Aを参照しながら詳しく説明する。なお、図4において、図1および図2と同じ構成に関しては同じ符号を用いる場合があり、また、説明を省略する場合がある。本発明の一態様の発光装置においては、上述したように波長の短い発光色を呈する発光デバイスは、第1の電極101と第2の電極102の一对の電極間に第1の層121と発光層113Sとを有し、波長の長い発光色を呈する発光デバイスは、第1の電極101と第2の電極102の一对の電極間に第1の層121と第2の層122と発光層113Lとを有する。第1の層121および第2の層122は、発光層113と第1の電極101との間に位置する。なお、本明細書中において、発光デバイスの第1の電極101と第2の電極102の間に位置する複数の層をまとめてEL層103と呼称する場合がある。この場合、例えば、波長の短い発光色を呈する発光デバイスは、EL層103として、第1の層121と発光層113Sとを少なくとも有し、波長の長い発光色を呈する発光デバイスは、EL層103として、第1の層121と第2の層122と発光層113Lと有するといえる。また、本明細書中において、発光層113Sおよび発光層113Lをまとめて発光層113と呼称する場合がある。

[0157]

発光層113（発光層113S、発光層113L）は発光物質を有している。また、第1の電極101は、反射電極を含み、またさらに陽極を含む積層構造であることが好ましい。また、この際、陽極は可視光の透光性を有することが好ましく、反射電極と第1の層121との間に、反射電極に接して設けられる。

[0158]

陽極は、仕事関数の大きい（具体的には4.0eV以上）金属、合金、導電性化合物、およびこれ

らの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム-酸化スズ (ITO: Indium Tin Oxide)、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜鉛、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム (IWZO) 等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾルゲル法などを応用して作製しても構わない。作製方法の例としては、酸化インジウム-酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し1~20wt%の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成する方法などがある。また、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) は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5~5wt%、酸化亜鉛を0.1~1wt%含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することもできる。この他に、陽極に用いられる材料は、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) 等が挙げられる。又は、陽極に用いられる材料として、グラフェンも用いることができる。なお、後述する複合材料を陽極と接する層 (代表的には正孔注入層) として用いることで、仕事関数に関わらず、電極材料を選択することができるようになる。

[0159]

EL層103は積層構造を有していることが好ましく、当該積層構造については、上記発光層113、第1の層121、および第2の層122以外は特に限定はない。EL層103は、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、キャリアブロック層 (正孔ブロック層、電子ブロック層)、励起子ブロック層、中間層、電荷発生層など、様々な機能層を適宜用いることができる。なお、第1の層121および第2の層122は、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層などとして機能する。

[0160]

図4Aでは、発光層113 (発光層113S、発光層113L)、第1の層121および第2の層122)に加えて、正孔注入層111、電子輸送層114および電子注入層115を有する構成について説明する。また、図4Aにおいて、第1の層121および第2の層122は正孔輸送層として機能する。

[0161]

正孔注入層111は、陽極に接して設けられ、正孔をEL層103に注入しやすくする機能を有する。正孔注入層は、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)、4,4'-ビス (N-{4-[N'-(3-メチルフェニル)-N'-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: DNTPD) 等の芳香族アミン化合物、またはポリ(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) (略称: PEDOT/ PSS) 等の高分子等によって形成することができる。

[0162]

また、正孔注入層は電子のアクセプタ性を有する物質により形成してもよい。アクセプタ性を有する物質としては、電子吸引基 (ハロゲン基、シアノ基など) を有する有機化合物を用いることができ、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

ーTCNQ)、クロラニル、2, 3, 6, 7, 10, 11-ヘキサシアノー-1, 4, 5, 8, 9, 12-ヘキサアザトリフェニレン (略称: HAT-CN)、1, 3, 4, 5, 7, 8-ヘキサフルオロテトラシアノーナフトキノジメタン (略称: F6-TCNNQ)、2-(7-ジシアノメチレン-1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10-オクタフルオロ-7H-ピレン-2-イリデン) マロノニトリル等を挙げることができる。特に、HAT-CNのように複素原子を複数有する縮合芳香環に電子吸引基が結合している化合物が、熱的に安定であり好ましい。また、電子吸引基 (特にフルオロ基のようなハロゲン基、シアノ基など) 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く、具体的には $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス [4-シアノー-2, 3, 5, 6-テトラフルオロベンゼンアセトニトリル]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス [2, 6-ジクロロ-3, 5-ジフルオロ-4-(トリフルオロメチル)ベンゼンアセトニトリル]、 $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1, 2, 3-シクロプロパントリイリデントリス [2, 3, 4, 5, 6-ペンタフルオロベンゼンアセトニトリル]などが挙げられる。アクセプタ性を有する物質としては以上で述べた有機化合物以外にも、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用いることができる。アクセプタ性を有する物質は、隣接する正孔輸送層 (あるいは正孔輸送材料) から、電極間に電圧を印加することにより電子を引き抜くことができる。

[0163]

また、正孔注入層は、上記アクセプタ性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを含む複合材料により形成しても良い。複合材料に用いる正孔輸送性を有する材料としては、芳香族アミン化合物、複素芳香族化合物、芳香族炭化水素、高分子化合物 (オリゴマー、 dendrimer、ポリマー等) など、種々の有機化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる正孔輸送性を有する材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料は、縮合芳香族炭化水素環、または、 π 電子過剰型複素芳香環を有する化合物であることが好ましい。縮合芳香族炭化水素環としては、アントラセン環、ナフタレン環等が好ましい。また、 π 電子過剰型複素芳香環としては、ピロール骨格、フラン骨格、チオフェン骨格の少なくともいずれか1を環に含む縮合芳香環が好ましく、具体的にはカルバゾール環、ジベンゾチオフェン環あるいはそれらにさらに芳香環または複素芳香環が縮合した環が好ましい。

[0164]

このような正孔輸送性を有する材料としては、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有していることがより好ましい。特に、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であっても良い。なお、これら正孔輸送性を有する材料が、N, N-ビス (4-ビフェニル) アミノ基を有する物質であると、寿命の良好な発光デバイスを作製することができるため好ましい。以上のような正孔輸送性を有する材料としては、具体的には、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: BnfBB1

BP)、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:BBABNB)、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:BBABNBi)、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:BBAAαNBNB)、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:BBAAαNBNB-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:BBAA(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:BBAA(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:BBABNαNB)、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:BBABNαNB-02)、4-(4-ビフェニル)-4'-[(2-ナフチル)-4''-フェニルトリフェニルアミン(略称:TPBiABNB)、4-(3-ビフェニル)-4'-[4-(2-ナフチル)フェニル]-4''-フェニルトリフェニルアミン(略称:mTPBiABNBi)、4-(4-ビフェニル)-4'-[4-(2-ナフチル)フェニル]-4''-フェニルトリフェニルアミン(略称:TPBiABNBi)、4-フェニル-4'-[(1-ナフチル)トリフェニルアミン(略称:αNBA1BP)、4,4'-ビス(1-ナフチル)トリフェニルアミン(略称:αNBB1BP)、4,4'-ジフェニル-4''-[4'-[(カルバゾール-9-イル)ビフェニル-4-イル]トリフェニルアミン(略称:YGTBi1BP)、4'-[4-(3-フェニル-9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]トリス(1,1'-ビフェニル-4-イル)アミン(略称:YGTBi1BP-02)、4-[4'-[(カルバゾール-9-イル)ビフェニル-4-イル]-4''-(2-ナフチル)-4''-フェニルトリフェニルアミン(略称:YGTBiβNB)、N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-N-[4-(1-ナフチル)フェニル]-9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-アミン(略称:PCBNBSF)、N,N-ビス([1,1'-ビフェニル]-4-イル)-9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-アミン(略称:BBASF)、N,N-ビス([1,1'-ビフェニル]-4-イル)-9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]-4-アミン(略称:BBASF(4))、N-(1,1'-ビフェニル-2-イル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]-4-アミン(略称:oFBiSF)、N-(4-ビフェニル)-N-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)ジベンゾフラン-4-アミン(略称:FrBiF)、N-[4-(1-ナフチル)フェニル]-N-[3-(6-フェニルジベンゾフラン-4-イル)フェニル]-1-ナフチルアミン(略称:mPDBfBNBN)、4-フェニル-4''-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称:BP AFLP)、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: mBPALP)、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: BPALBi)、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-アミン等を挙げることができる。

[0165]

また、正孔輸送性を有する材料としては、その他芳香族アミン化合物として、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)、4,4'-ビス(N-{4-[N'-(3-メチルフェニル)-N'-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: 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)等を用いることもができる。

[0166]

また、上記複合材料における正孔輸送性を有する材料として、第1の層121および屈折率の低い層である場合の第2の層122に用いることが可能な有機化合物として挙げた屈折率の低い有機化合物も用いることができる。当該有機化合物を複合材料の正孔輸送性を有する材料として有する複合材料を第1の層121に用いた場合、第1の層121を正孔輸送層として機能させることができる。また、第2の層122を第1の電極101と第1の層121との間に設け(例えば図1Aの第2の層122a)、且つ当該有機化合物を複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料として有する複合材料を第2の層122aに用いた場合、第2の層122aを正孔注入層として機能させることができる。なおこの際、第1の層121と第1の電極101との間にさらに正孔注入層111を形成しなくても構わない。

[0167]

なお、複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料はそのHOMO準位が -5.7 eV 以上 -5.4 eV 以下の比較的深いHOMO準位を有する物質であることがさらに好ましい。複合材料に用いられる正孔輸送性を有する材料が比較的深いHOMO準位を有することによって、正孔輸送層への正孔の注入が容易となり、また、寿命の良好な発光デバイスを得ることが容易となる。また、複合

材料に用いられる正孔輸送性を有する材料が比較的深いHOMO準位を有する物質であることによって、正孔の誘起が適度に抑制されさらに寿命の良好な発光デバイスとすることができる。

[0168]

正孔注入層111を形成することによって、または第1の層121もしくは第2の層122を正孔注入層として機能させることによって、正孔の注入性が良好となり、駆動電圧の小さい発光デバイスを得ることができる。

[0169]

なお、アクセプタ性を有する物質の中でもアクセプタ性を有する有機化合物は蒸着が容易で成膜がしやすいため、使いやすい材料である。

[0170]

正孔輸送層は、正孔輸送性を有する材料を含んで形成される。正孔輸送性を有する材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有していることが好ましい。図4Aの発光デバイスにおける正孔輸送層は、上述したように第1の層121および第2の層122が担っている。この構成を有することによって、発光効率の良好な発光デバイスとすることができる。例えば、外部量子効率、電流効率、ブルーインデックスのいずれかまたは複数が良好な発光デバイスとすることができる。

[0171]

第1の層121および第2の層122と発光層113との間には、図4Bのように電子ブロック層130が設けられていてもよい。電子ブロック層は、正孔輸送性を有し、且つ最低空分子軌道(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)準位が発光層113の宿主材料よりも0.25eV以上高い有機化合物を用いることが好ましい。なお、当該有機化合物であって第2の層122に用いることが可能な有機化合物を、第2の層122cに用いた場合、第2の層122cを電子ブロック層として機能させることもできる。

[0172]

なお、図4Aでは、第1の電極101と発光層113との間に、正孔注入層111と第1の層121が設けられている例を示したが、正孔注入層111を設けずに第1の層121を第1の電極101に接して形成し、第1の層121（または第2の層122）を正孔注入層として機能させてもよい。

[0173]

発光層113は発光物質と宿主材料を有していることが好ましい。なお、発光層113は、その他の材料を同時に含んでも構わない。また、組成の異なる2層の積層であってもよい。

[0174]

発光物質は蛍光発光物質であっても、りん光発光物質であっても、熱活性化遅延蛍光(TADF: Thermally Activated Delayed Fluorescence)を示す物質であっても、その他の発光物質であっても構わない。

[0175]

発光層113において、蛍光発光物質として用いることが可能な材料としては、例えば以下のようものが挙げられる。また、これ以外の蛍光発光物質も用いることができる。

[0176]

5, 6-ビス[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-2, 2'-ビピリジン(略

称：PAP2BP_y)、5, 6-ビス [4' - (10-フェニル-9-アントリル) ビフェニル-4-イル] -2, 2'-ビピリジン (略称：PAPP2BP_y)、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス [4 - (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] ピレン-1, 6-ジアミン (略称：1, 6FLPAP_{r n})、N, N'-ビス (3-メチルフェニル) -N, N'-ビス [3 - (9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] ピレン-1, 6-ジアミン (略称：1, 6mMemFLPAP_{r n})、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', N' - (2-tert-ブチルアントラセン-9, 10-ジイルジ-4, 1-フェニレン) ビス [N, N', N' -トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン] (略称：DPABPA)、N, 9-ジフェニル-N - [4 - (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル] -9H-カルバゾール-3-アミン (略称：2PCAPPA)、N - [4 - (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) フェニル] -N, N', N' -トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称：2DPAPPA)、N, N, N', N', N', N', N' -オクタフェニルジベンゾ [g, p] クリセン-2, 7, 10, 15-テトラアミン (略称：DBC1)、クマリン30、N - (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) -N, 9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン (略称：2PCAPA)、N - [9, 10-ビス (1, 1'-ビフェニル-2-イル) -2-アントリル] -N, 9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン (略称：2PCABPhA)、N - (9, 10-ジフェニル-2-アントリル) -N, N', N' -トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称：2DPAPA)、N - [9, 10-ビス (1, 1'-ビフェニル-2-イル) -2-アントリル] -N, N', N' -トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン (略称：2DPABPhA)、9, 10-ビス (1, 1'-ビフェニル-2-イル) -N - [4 - (9H-カルバゾール-9-イル) フェニル] -N-フェニルアントラセン-2-アミン (略称：2YGABPhA)、N, N, 9-トリフェニルアントラセン-9-アミン (略称：DPhAPhA)、クマリン545T、N, N'-ジフェニルキナクリドン (略称：DPQd)、ルブレン、5, 12-ビス (1, 1'-ビフェニル-4-イル) -6, 11-ジフェニルテトラセン (略称：BPT)、2 - (2 - {2 - [4 - (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル} -6-メチル-4H-ピラン-4-イリデン) プロパンジニトリル (略称：DCM1)、2 - {2-メチル-6 - [2 - (2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9-イル) エテニル] -4H-ピラン-4-イリデン} プロパンジニトリル (略称：DCM2)、N, N, N', N' -テトラキス (4-メチルフェニル) テトラセン-5, 11-ジアミン (略称：p-mPhTD)、7, 14-ジフェニル-N, N, N', N' -テトラキス (4-メチルフェニル) アセナフト [1, 2-a] フルオランテン-3, 10-ジアミン (略称：p-mPhAFD)、2 - {2-イソプロピル-6 - [2 - (1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H-ベンゾ [i j] キノリジン-9

−イル) エテニル] −4H−ピラン−4−イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCJT I)、2− {2−tert−ブチル−6− [2− (1, 1, 7, 7−テトラメチル−2, 3, 6, 7−テトラヒドロ−1H, 5H−ベンゾ [i j] キノリジン−9−イル) エテニル] −4H−ピラン−4−イリデン} プロパンジニトリル (略称: DCJT B)、2− (2, 6−ビス {2− [4− (ジメチルアミノ) フェニル] エテニル} −4H−ピラン−4−イリデン) プロパンジニトリル (略称: BisDCM)、2− {2, 6−ビス [2− (8−メトキシ−1, 1, 7, 7−テトラメチル−2, 3, 6, 7−テトラヒドロ−1H, 5H−ベンゾ [i j] キノリジン−9−イル) エテニル] −4H−ピラン−4−イリデン} プロパンジニトリル (略称: BisDCJTM)、N, N′−ジフェニル−N, N′− (1, 6−ピレン−ジイル) ビス [(6−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) などが挙げられる。特に、1, 6FLPAPrnおよび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。

[0177]

発光層113において、発光物質としてりん光発光物質を用いる場合、用いることが可能な材料としては、例えば以下のようなものが挙げられる。

[0178]

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−ピフェニル) −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]) のような4H−トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、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]) のような1H−トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、factris [(1−2, 6−ジイソプロピルフェニル) −2−フェニル−1H−イミダゾール] イリジウム (III) (略称: [Ir (iPrpmi)₃])、トリス [3− (2, 6−ジメチルフェニル) −7−メチルイミダゾ [1, 2−f] フェナントリジナト] イリジウム (III) (略称: [Ir (dmpimp1−Me)₃]) のようなイミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体、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) ポラート (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

(CF₃ppy)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: Ir(acac)) のような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が挙げられる。これらは青色のりん光発光を示す化合物であり、450 nm から 520 nm までの波長域において発光のピークを有する化合物である。

[0179]

また、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-tert-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(mppmpm)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)) のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、(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)) のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、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-d3-メチル-8-(2-ピリジニル-κN) ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン-κC] ビス [2-(5-d3-メチル-2-ピリジニル-κN2) フェニル-κC] イリジウム (III) (略称: Ir(5mppy-d3)₂(mbfppy-d3))、[2-(メチル-d3)-8-[4-(1-メチルエチル-1-d)-2-ピリジニル-κN] ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン-7-イル-κC] ビス [5-(メチル-d3)-2-[5-(メチル-d3)-2-ピリジニル-κN] フェニル-κC] イリジウム (III) (略称: Ir(5mtppy-d6)₂(mbfppy-IPr-d4))、[2-d3-メチル-(2-ピリジニル-κN) ベンゾフロ [2, 3-b] ピリジン-κC] ビス [2-(2-ピリジニル-κN) フェニル-κC] イリジウム (III) (略称: Ir(ppy)₂(mbfppy-d3))、[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)) のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体の他、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)]) のような希土類金属錯体が挙げられる。これらは主に緑色のりん光発光を示す化合物であり、500 nmから600 nmまでの波長域において発光のピークを有する。なお、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性または発光効率にも際だって優れるため、特に好ましい。

[0180]

また、(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 (ナフトレン-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 (dlnpm)₂ (dpm)]) のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、(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)]) のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、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) アセチルアセトナト (略称: [Ir (piq)₂ (acac)]) のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体の他、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) のような白金錯体、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)]) のような希土類金属錯体が挙げられる。これらは、赤色のりん光発光を示す化合物であり、600 nmから700 nmまでの波長域において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、色度の良い赤色発光が得られる。

[0181]

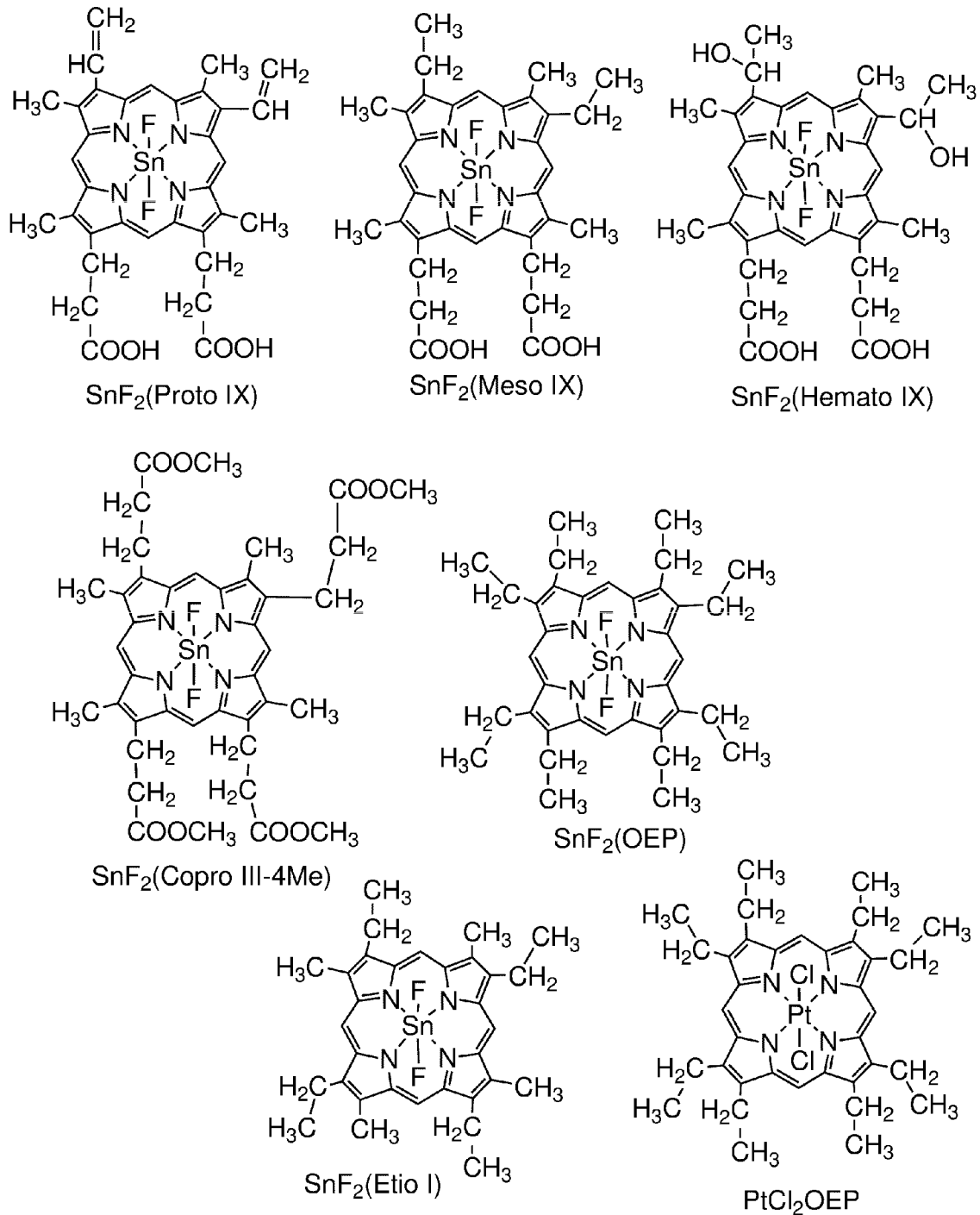
また、以上で述べたりん光性化合物の他、公知のりん光性化合物を選択し、用いてもよい。

[0182]

TADF材料としては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が挙げられる。該金属含有ポルフィリンとしては、例えば、以下の構造式に示されるプロトポルフィリン-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (Proto IX))、メソポルフィリン-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (Meso IX))、ヘマトポルフィリン-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (Hematoto IX))、コプロポルフィリンテトラメチルエステル-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (Copro III-4Me))、オクタエチルポルフィリン-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (OEP))、エチオポルフィリン-フッ化スズ錯体 (SnF₂ (Etio I))、オクタエチルポルフィリン-塩化白金錯体 (PtCl₂OEP) 等も挙げられる。

[0183]

[化8]



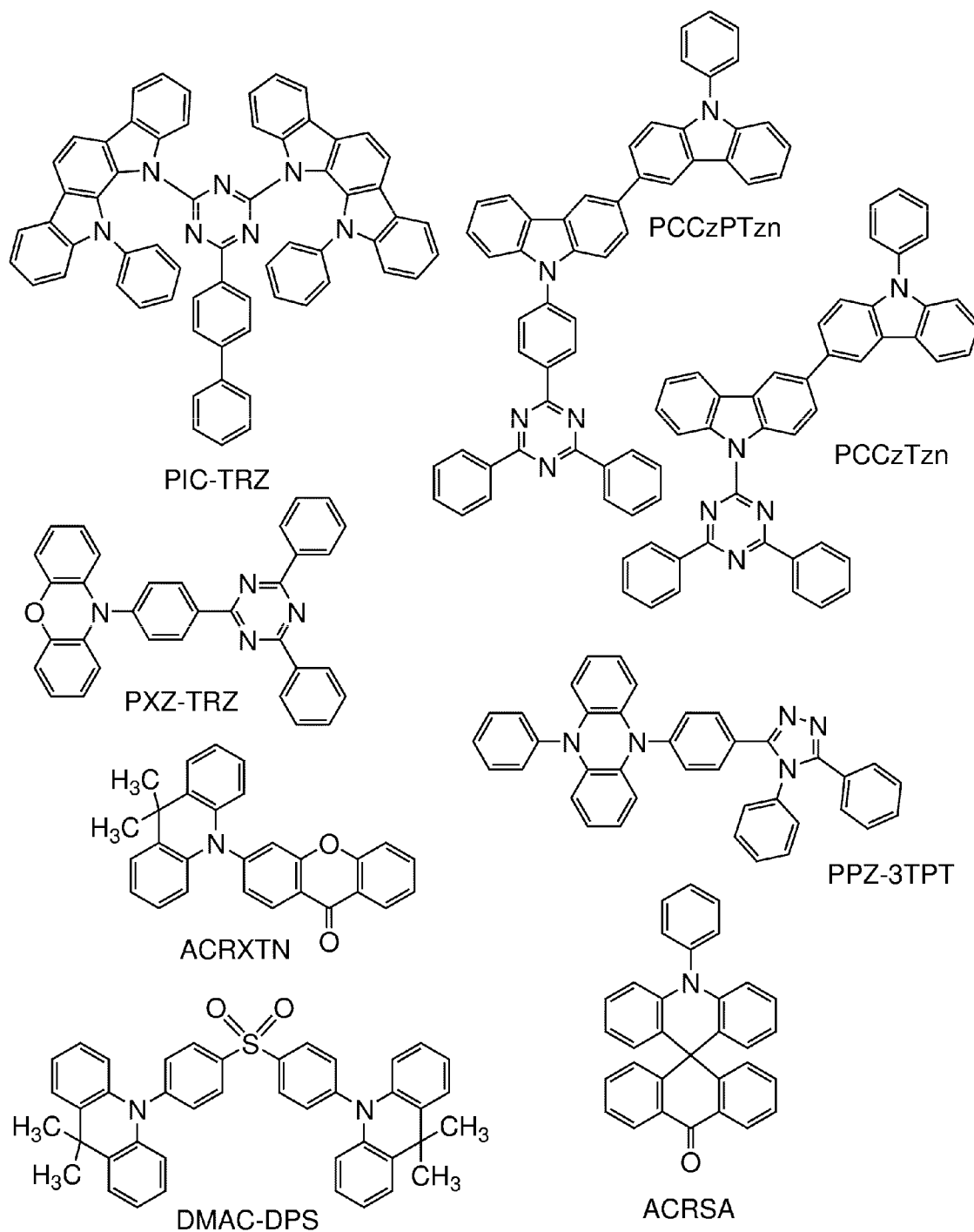
[0184]

また、以下の構造式に示される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:PX

Z-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)、等の 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も用いることができる。該複素環化合物は、 π 電子過剰型複素芳香環及び π 電子不足型複素芳香環を有するため、電子輸送性及び正孔輸送性が共に高く、好ましい。中でも、 π 電子不足型複素芳香環を有する骨格のうち、ピリジン骨格、ジアジン骨格(ピリミジン骨格、ピラジン骨格、ピリダジン骨格)、およびトリアジン骨格は、安定で信頼性が良好なため好ましい。特に、ベンゾフロピリミジン骨格、ベンゾチエノピリミジン骨格、ベンゾフロピラジン骨格、ベンゾチエノピラジン骨格はアクセプタ性が高く、信頼性が良好なため好ましい。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。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。また、 π 電子不足型骨格として、キサンテン骨格、チオキサンテンジオキサイド骨格、オキサジアゾール骨格、トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、アントラキノン骨格、フェニルボラン、ボラントレン等の含ホウ素骨格、ベンゾニトリルまたはシアノベンゼン等のニトリル基またはシアノ基を有する芳香環、複素芳香環、ベンゾフェノン等のカルボニル骨格、ホスフィンオキシド骨格、スルホン骨格等を用いることができる。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。

[0185]

[化9]

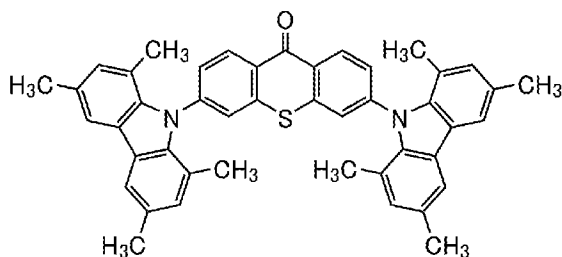


[0186]

また、TADF材料として、一重項励起状態と三重項励起状態間が熱平衡状態にあるTADF材料を用いてもよい。このようなTADF材料は発光寿命（励起寿命）が短くなるため、発光デバイスにおける高輝度領域での効率低下を抑制することができる。具体的には、下記に示す分子構造のような材料が挙げられる。

[0187]

[化10]



[0188]

なお、TADF材料とは、S1準位とT1準位との差が小さく、逆項間交差によって三重項励起エネルギーから一重項励起エネルギーへエネルギーを変換することができる機能を有する材料である。そのため、三重項励起エネルギーをわずかな熱エネルギーによって一重項励起エネルギーにアップコンバート（逆項間交差）が可能で、一重項励起状態を効率よく生成することができる。また、三重項励起エネルギーを発光に変換することができる。

[0189]

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。

[0190]

なお、T1準位の指標としては、低温（例えば77Kから10K）で観測されるりん光スペクトルを用いればよい。TADF材料としては、その蛍光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをS1準位とし、りん光スペクトルの短波長側の裾において接線を引き、その外挿線の波長のエネルギーをT1準位とした際に、そのS1とT1の差が0.3eV以下であることが好ましく、0.2eV以下であることがさらに好ましい。

[0191]

また、TADF材料を発光物質として用いる場合、ホスト材料のS1準位はTADF材料のS1準位より高い方が好ましい。また、ホスト材料のT1準位はTADF材料のT1準位より高いことが好ましい。

[0192]

発光層のホスト材料としては、電子輸送性を有する材料および／または正孔輸送性を有する材料、上記TADF材料など様々なキャリア輸送材料を用いることができる。

[0193]

正孔輸送性を有する材料としては、アミン骨格、 π 電子過剰型複素芳香環骨格などを有する有機化合物が好ましい。例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：NPB）、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン（略称：TPD）、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：BSPB）、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン（略称：BPAFLP）、4-フェニル-3'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン（略称：mBPAFLP）、4-フェニル-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリ

フェニルアミン（略称：PCBA1BP）、4, 4'-ジフェニル-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称：PCBBi1BP）、4-(1-ナフチル)-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称：PCBANB）、4, 4'-ジ(1-ナフチル)-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称：PCBNBB）、9, 9'-ジメチル-N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]フルオレン-2-アミン（略称：PCBAF）、N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9, 9'-スピロビ[9H-フルオレン]-2-アミン（略称：PCBASF）などの芳香族アミン骨格を有する化合物、1, 3-ビス(N-カルバゾリル)ベンゼン（略称：mCP）、4, 4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル（略称：CBP）、3, 6-ビス(3, 5-ジフェニルフェニル)-9-フェニルカルバゾール（略称：CzTP）、3, 3'-ビス(9-フェニル-9H-カルバゾール)（略称：PCCP）などのカルバゾール骨格を有する化合物、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）などのチオフェン骨格を有する化合物、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）などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物またはカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。また、正孔輸送層における、正孔輸送性を有する材料の例として挙げた有機化合物も用いることができる。

[0194]

電子輸送性を有する材料としては、例えば、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)（略称：BeBq₂）、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)（略称：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）などの金属錯体、π電子不足型複素芳香環を有する有機化合物が好ましい。π電子不足型複素芳香環を有する有機化合物としては、例えば、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール（略称：PBD）、3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1, 2, 4-トリアゾール（略称：TAZ）、1, 3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン（略称：OXD-7）、9-[4-(5-フェニル-1, 3, 4-オキサジアゾール-2-イル)フェニル]-9H-カルバゾール（略称：CO11）、2, 2', 2''-(1, 3, 5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール)（略称：TPBI）、2-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール（略称：mDBTBIm-II）、4, 4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン（略称：BzOs）などのアゾール骨格を有する有機化合物、3, 5

ービス [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)、バソフェ
 ナントロリン (略称: Bphen)、バソキュプロイン (略称: BCP)、2, 9-ジ (ナフタレ
 ン-2-イル) -4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン (略称: NBphen)、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: mPP
 hen2P) などのピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、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- (3'-ジベンゾチオフェン-4-イル) ビフェニル] ジベンゾ [f, h] キ
 ノキサリン (略称: 2mDBTBPDq-II)、2- [3'- (9H-カルバゾール-9-イ
 ル) ビフェニル-3-イル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mCzBPDBq)、2
 - [4'- (9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル) -3, 1'-ビフェニル-1-イル]
 ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mpPCBPDBq)、2- [4- (3, 6-ジフェ
 ニル-9H-カルバゾール-9-イル) フェニル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2C
 zPDBq-II)、7- [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: 7mDBTPDBq-II)、及び6- [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: 6mDBTPDBq-II)、9
 - [3'- (ジベンゾチオフェン-4-イル) ビフェニル-3-イル] ナフト [1', 2' : 4,
 5] フロ [2, 3-b] ピラジン (略称: 9mDBtBPNfpr)、9- [(3'-ジベンゾチ
 オフェン-4-イル) ビフェニル-4-イル] ナフト [1', 2' : 4, 5] フロ [2, 3-b]
 ピラジン (略称: 9pmDBtBPNfpr)、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, 6-ビス [3- (9
 H-カルバゾール-9-イル) フェニル] ピリミジン (略称: 4, 6mCzP2Pm)、9, 9'
 - [ピリミジン-4, 6-ジイルビス (ビフェニル-3, 3'-ジイル)] ビス (9H-カルバゾ
 ール) (略称: 4, 6mCzBP2Pm)、8- (1, 1'-ビフェニル-4-イル) -4- [3
 - (ジベンゾチオフェン-4-イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2-d] ピリミジン
 (略称: 8BP-4mDBtPBfpm)、3, 8-ビス [3- (ジベンゾチオフェン-4-イル)
 フェニル] ベンゾフロ [2, 3-b] ピラジン (略称: 3, 8mDBtP2Bfpr)、4, 8-
 ビス [3- (ジベンゾチオフェン-4-イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2-d] ピリ
 ミジン (略称: 4, 8mDBtP2Bfpm)、8- [3'- (ジベンゾチオフェン-4-イル)
 (1, 1'-ビフェニル-3-イル)] ナフト [1', 2' : 4, 5] フロ [3, 2-d] ピリミ
 ジン (略称: 8mDBtBPNfpm)、8- [(2, 2'-ビナフタレン) -6-イル] -4-
 [3- (ジベンゾチオフェン-4-イル) フェニル] - [1] ベンゾフロ [3, 2-d] ピリミジ
 ン (略称: 8(β N2)-4mDBtPBfpm)、2, 2'- (ピリジン-2, 6-ジイル) ビ
 ス (4-フェニルベンゾ [h] キナゾリン) (略称: 2, 6(P-Bqn)2Py)、2, 2'-
 (ピリジン-2, 6-ジイル) ビス {4- [4- (2-ナフチル) フェニル] -6-フェニルピリ
 ミジン} (略称: 2, 6(NP-PPm)2Py)、6- (1, 1'-ビフェニル-3-イル) -
 4- [3, 5-ビス (9H-カルバゾール-9-イル) フェニル] -2-フェニルピリミジン (略
 称: 6mBP-4Cz2PPm)、2, 6-ビス (4-ナフタレン-1-イルフェニル) -4-
 [4- (3-ピリジル) フェニル] ピリミジン (略称: 2, 4NP-6PyPPm)、4- [3,

5-ビス(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-2-フェニル-6-(1, 1'-ビフェニル-4-イル)ピリミジン(略称: 6BP-4Cz2PPm)、7-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル)キナゾリン-2-イル]-7H-ジベンゾ[c, g]カルバゾール(略称: PC-cgDBCzQz)などのジアジン骨格を有する有機化合物、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)、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)、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)、2-[3'-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-1, 1'-ビフェニル-3-イル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン(略称: mFBPTzn)、5-[3-(4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)フェニル]-7, 7-ジメチル-5H, 7H-インデノ[2, 1-b]カルバゾール(略称: mINc(II)PTzn)、2-{3-[3-(ジベンゾチオフエン-4-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: mDBtBPTzn)、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-[3-(2, 6-ジメチル-3-ピリジニル)-5-(9-フェナントレニル)フェニル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン(略称: mPn-mDMePyPTzn)、11-[4-(ビフェニル-4-イル)-6-フェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル]-11, 12-ジヒドロ-12-フェニルインドロ[2, 3-a]カルバゾール(略称: BP-Icz(II)Tzn)、2-[3'-(トリフェニレン-2-イル)-1, 1'-ビフェニル-3-イル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン(略称: mTpBPTzn)、9-[4-(4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)-2-ジベンゾチオフエニル]-2-フェニル-9H-カルバゾール(略称: PCDBfTzn)、2-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル-4-フェニル-6-(8-[1, 1': 4', 1''-ターフェニル]-4-イル)-1-ジベンゾフラン-1, 3, 5-トリアジン(略称: mBP-TPDBfTzn)などのトリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物またはピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン(ピリミジンまたはピラジン)骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

[0195]

ホスト材料として用いることが可能なTADF材料としては、先にTADF材料として挙げたものを同様に用いることができる。TADF材料をホスト材料として用いると、TADF材料で生成した三重項励起エネルギーが、逆項間交差によって一重項励起エネルギーに変換され、さらに発光物質へエネルギー移動することで、発光デバイスの発光効率を高めることができる。このとき、TA

DF材料がエネルギードナーとして機能し、発光物質がエネルギーアクセプターとして機能する。

[0196]

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。

[0197]

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。

[0198]

また、効率良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。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。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。特にナフトレン骨格、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。

[0199]

蛍光発光物質を発光物質として用いる場合、ホスト材料としては、アントラセン骨格を有する材料が好適である。アントラセン骨格を有する物質を蛍光発光物質のホスト材料として用いると、発光効率、耐久性共に良好な発光層を実現することが可能である。ホスト材料として用いるアントラセン骨格を有する物質としては、ジフェニルアントラセン骨格、特に9,10-ジフェニルアントラセン骨格を有する物質が化学的に安定であるため好ましい。また、ホスト材料がカルバゾール骨格を有する場合、正孔の注入・輸送性が高まるため好ましいが、カルバゾールにベンゼン環がさらに縮合したベンゾカルバゾール骨格を含む場合、カルバゾールよりもHOMOが0.1eV程度浅くなり、正孔が入りやすくなるためより好ましい。特に、ホスト材料がジベンゾカルバゾール骨格を含む場合、カルバゾールよりもHOMOが0.1eV程度浅くなり、正孔が入りやすくなる上に、正孔輸送性にも優れ、耐熱性も高くなるため好適である。したがって、さらにホスト材料として好ましいのは、9,10-ジフェニルアントラセン骨格およびカルバゾール骨格（あるいはベンゾカ

ルバゾール骨格またはジベンゾカルバゾール骨格)を同時に有する物質である。なお、上記の正孔注入・輸送性の観点から、カルバゾール骨格に換えて、ベンゾフルオレン骨格またはジベンゾフルオレン骨格を用いてもよい。このような物質の例としては、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:PCzPA)、3-[4-(1-ナフチル)-フェニル]-9-フェニル-9H-カルバゾール(略称:PCPN)、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CzPA)、7-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-7H-ジベンゾ[c,g]カルバゾール(略称:cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]-ベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フラン(略称:2mBnfPPA)、9-フェニル-10-{4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)ビフェニル-4'-イル}アントラセン(略称:FLPPA)、9-(1-ナフチル)-10-[4-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称: α N- β NPAnt h)、9-(1-ナフチル)-10-(2-ナフチル)アントラセン(略称: α , β -ADN)、2-(10-フェニルアントラセン-9-イル)ジベンゾフラン、2-(10-フェニル-9-アントラセニル)-ベンゾ[b]ナフト[2,3-d]フラン(略称:Bnf(II)PhA)、9-(2-ナフチル)-10-[3-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称: β N-m β NPAnt h)、1-[4-(10-[1,1'-ビフェニル]-4-イル-9-アントラセニル)フェニル]-2-エチル-1H-ベンゾイミダゾール(略称:EtBImPBPhA)、等が挙げられる。特に、CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPAは非常に良好な特性を示すため、好ましい選択である。

[0200]

なお、ホスト材料は複数種の物質を混合した材料であっても良く、混合したホスト材料を用いる場合は、電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを混合することが好ましい。電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料を混合することによって、発光層113の輸送性を容易に調整することができ、再結合領域の制御も簡便に行うことができる。正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の含有量の重量比は、正孔輸送性を有する材料:電子輸送性を有する材料=1:19~19:1とすればよい。

[0201]

なお、上記混合された材料の一部として、りん光発光物質を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。

[0202]

また、これら混合された材料同士で励起錯体を形成しても良い。当該励起錯体は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励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー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。また、当該構成を用いることで駆動電圧も低下するため好ましい。

[0203]

なお、励起錯体を形成する材料の少なくとも一方は、りん光発光物質であってもよい。そうすることで、三重項励起エネルギーを逆項間交差によって効率よく一重項励起エネルギーへ変換することができる。

[0204]

効率よく励起錯体を形成する材料の組み合わせとしては、正孔輸送性を有する材料のHOMO準位が電子輸送性を有する材料のHOMO準位以上であると好ましい。また、正孔輸送性を有する材料のLUMO準位が電子輸送性を有する材料のLUMO準位以上であると好ましい。なお、材料のLUMO準位およびHOMO準位は、サイクリックボルタンメトリ（CV）測定によって測定される材料の電気化学特性（還元電位および酸化電位）から導出することができる。

[0205]

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。

[0206]

電子輸送層114は、電子輸送性を有する物質を含む層である。電子輸送性を有する材料としては、電界強度 $[V/cm]$ の平方根が600における電子移動度が、 $1 \times 10^{-7} cm^2/Vs$ 以上、好ましくは $1 \times 10^{-6} cm^2/Vs$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性が高い物質であれば、これら以外のものを用いることができる。なお、上記有機化合物としては π 電子不足型複素芳香環を有する有機化合物が好ましい。 π 電子不足型複素芳香環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芳香環を含む有機化合物、ピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、ジアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物およびトリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物のいずれかまたは複数であることが好ましい。

[0207]

上記電子輸送層に用いることが可能な電子輸送性を有する材料としては、具体的には、2-(4-ビフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール（略称：PBD）、3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール（略称：TAZ）、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン（略称：OXD-7）、9-[4-(5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル)フェニル]-9H-カルバゾール（略称：CO11）、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール)（略称：TPBI）、2-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール（略称：mDBTBIm-Il）、4,4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン（略称：BzOs）などのアゾール骨格を有する有機化合物、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）、バソフェナントロリン（略称：Bphen）、バソキュプロイン（略称：BCP）、2,9-ジ（ナフタレン-2-イル）-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：NBphen）、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）などのピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、2-〔3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f, h〕キノキサリン（略称：2mDBTPDBq-III）、2-〔3-（3'-ジベンゾチオフエン-4-イル）ビフェニル〕ジベンゾ〔f, h〕キノキサリン（略称：2mDBTBPDq-III）、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）、2-〔4'-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）-3,1'-ビフェニル-1-イル〕ジベンゾ〔f, h〕キノキサリン（略称：2mpPCBPDBq）、2-〔4-（3,6-ジフェニル-9H-カルバゾール-9-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f, h〕キノキサリン（略称：2CzPDBq-III）、7-〔3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f, h〕キノキサリン（略称：7mDBTPDBq-III）、及び6-〔3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f, h〕キノキサリン（略称：6mDBTPDBq-III）、9-〔3'-（ジベンゾチオフエン-4-イル）ビフェニル-3-イル〕ナフト〔1', 2' : 4, 5〕フロ〔2, 3-b〕ピラジン（略称：9mDBtBPNfpr）、9-〔（3'-ジベンゾチオフエン-4-イル）ビフェニル-4-イル〕ナフト〔1', 2' : 4, 5〕フロ〔2, 3-b〕ピラジン（略称：9pmDBtBPNfpr）、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-III）、4,6-ビス〔3-（9H-カルバゾール-9-イル）フェニル〕ピリミジン（略称：4,6mCzP2Pm）、9,9'-〔ピリミジン-4,6-ジイルビス（ビフェニル-3,3'-ジイル）〕ビス（9H-カルバゾール）（略称：4,6mCzBP2Pm）、8-（1,1'-ビフェニル-4-イル）-4-〔3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル〕-〔1〕ベンゾフロ〔3,2-d〕ピリミジン（略称：8BP-4mDBtPBfpm）、3,8-ビス〔3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル〕ベンゾフロ〔2,3-b〕ピラジン（略称：3,8mDBtP2Bfpr）、4,8-ビス〔3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル〕-〔1〕ベンゾフロ〔3,2-d〕ピリミジン（略称：4,8mDBtP2Bfpm）、8-〔3'-（ジベンゾチオフエン-4-イル）（1,1'-ビフェニル-3-イル）〕ナフト〔1', 2' : 4, 5〕フロ〔3,2-d〕ピリミジン（略称：8mDBtBPNfpm）、8-〔（2,2'-ビナフタレン）-6-イル〕-4-〔3-（ジベンゾチオフエン-4-イル）フェニル〕-〔1〕ベンゾフロ〔3,2-d〕ピリミジン（略称：8(βN2)-4mDBtPBfpm）、2,2'-（ピリジン-2,6-ジイル）ビス（4-フェニルベンゾ〔h〕キナゾリン）（略称：2,6(P-Bqn)2Py）、2,2'-（ピリジン-2,6-ジイル）ビス〔4-〔4-（2-ナフチル）フェニル〕-6-フェニルピリミジン〕（略称：2,6(NP-PPm)2Py）、6-（1,1'-ビフェニル-3-イル）-4-〔3,5-ビス（9H-カルバゾール-9-イル）フェニル〕-2-フェニルピリミジン（略称：6mBP-4Cz2PPm）、2,6-ビス（4-ナフタレン-1-イルフェニル）-4-〔4-（3-ピリジル）フェニル〕ピリミジン（略称：2,4NP-6PyPPm）、4-〔3,5-ビス（9H-カルバゾール-9-イル）フェニル〕-2-フェニル-6-（1,1'-ビフェニル-4-イル）ピリミジン（略称：6BP

-4 Cz2PPm)、7-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル)キナゾリン-2-イル]-7H-ジベンゾ[c, g]カルバゾール(略称:PC-cgDBCzQz)などのジアジン骨格を有する有機化合物、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)、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)、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)、2-[3'-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-1, 1'-ビフェニル-3-イル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン(略称:mFBPTzn)、5-[3-(4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)フェニル]-7, 7-ジメチル-5H, 7H-インデノ[2, 1-b]カルバゾール(略称:mINc(II)PTzn)、2-{3-[3-(ジベンゾチオフェン-4-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:mDBtBPTzn)、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-[3-(2, 6-ジメチル-3-ピリジニル)-5-(9-フェナントレニル)フェニル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン(略称:mPn-mDMePyPTzn)、11-[4-(ビフェニル-4-イル)-6-フェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル]-11, 12-ジヒドロ-12-フェニルインドロ[2, 3-a]カルバゾール(略称:BP-icz(II)Tzn)、2-[3'-(トリフェニレン-2-イル)-1, 1'-ビフェニル-3-イル]-4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン(略称:mTpBPTzn)、9-[4-(4, 6-ジフェニル-1, 3, 5-トリアジン-2-イル)-2-ジベンゾチオフェニル]-2-フェニル-9H-カルバゾール(略称:PCDBfTzn)、2-[1, 1'-ビフェニル]-3-イル-4-フェニル-6-(8-[1, 1':4', 1''-ターフェニル]-4-イル)-1-ジベンゾフラニル)-1, 3, 5-トリアジン(略称:mBP-TPDBfTzn)などのトリアジン骨格を有する有機化合物が挙げられる。

上述した中でも、ジアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物またはピリジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン(ピリミジンまたはピラジン)骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物、トリアジン骨格を有する複素芳香環を含む有機化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

[0208]

なお、上記電子輸送性を有する有機化合物を電子輸送層114に用いる場合、電子輸送層114は、さらにアルカリ金属またはアルカリ土類金属の金属錯体を有していることが好ましい。中でもジア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、ピリジン骨格を有する複素環化合物は、アルカリ金属の有機金属錯体と励起錯体を形成した際のエネルギーが安定化しやすい(励起錯体の発光波長を長波長化しやすい)ため、駆動寿命の観点で好ましい。特にジアジン骨

格を有する複素環化合物またはトリアジン骨格を有する複素環化合物は、LUMO準位が深いため、励起錯体のエネルギー安定化に好適である。

[0209]

なお、上記アルカリ金属の有機金属錯体は、ナトリウムまたはリチウムの金属錯体であることが好ましい。または、上記アルカリ金属の有機金属錯体はキノリノール骨格を有する配位子を有することが好ましい。また、より好ましくは、上記アルカリ金属の有機金属錯体が、8-キノリノラト構造を含むリチウム錯体またはその誘導体であることが好ましい。8-キノリノラト構造を含むリチウム錯体の誘導体としては、アルキル基を有する8-キノリノラト構造を含むリチウム錯体が好ましく、特にメチル基を有することが好ましい。

[0210]

なお、上記金属錯体としては、具体的には、例えば8-キノリノラト-リチウム（略称：Li q）、8-ヒドロキシキノリナト-ナトリウム（略称：Na q）などを挙げることができる。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、Li qがより好ましい。なお、8-ヒドロキシキノリナト構造を含む場合、そのメチル置換体（例えば2-メチル置換体、5-メチル置換体または6-メチル置換体）などを用いることも好ましい。特に、6位にアルキル基を有する8-キノリノラト構造を有するアルカリ金属錯体を用いることで、発光デバイスの駆動電圧を低下させる効果がある。

[0211]

また、電子輸送層114は電界強度 $[V/cm]$ の平方根が600における電子移動度が $1 \times 10^{-7} cm^2/Vs$ 以上 $5 \times 10^{-5} cm^2/Vs$ 以下であることが好ましい。電子輸送層114における電子の輸送性を落とすことにより発光層への電子の注入量を制御することができ、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。この構成は、特に正孔注入層を複合材料として形成し、当該複合材料における正孔輸送性を有する材料のHOMO準位が $-5.7 eV$ 以上 $-5.4 eV$ 以下の比較的深いHOMO準位を有する物質である場合に、寿命が良好となるため特に好ましい。なお、この際、電子輸送性を有する材料は、そのHOMO準位が $-6.0 eV$ 以上であることが好ましい。

[0212]

電子輸送層114と第2の電極102との間に、電子注入層115として、フッ化リチウム（Li F）、フッ化セシウム（Cs F）、フッ化カルシウム（Ca F₂）、8-キノリノラト-リチウム（略称：Li q）、イッテルビウム（Yb）のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物もしくは錯体を含む層を設けても良い。電子注入層115は、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたものまたは、エレクトライドを用いてもよい。エレクトライドとしては、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が挙げられる。

[0213]

なお、電子注入層115として、電子輸送性を有する物質（好ましくはビピリジン骨格を有する有機化合物）に上記アルカリ金属又はアルカリ土類金属のフッ化物を微結晶状態となる濃度以上（50 wt %以上）含ませた層を用いることも可能である。当該層は、屈折率の低い層であることから、より外部量子効率の良好な発光デバイスを提供することが可能となる。

[0214]

第2の電極102は、陰極であることが好ましい。陰極を形成する物質としては、仕事関数の小さい（具体的には3.8 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、リチウム（Li）またはセシウム（Cs）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）等の元素周期表の第1族または第2族に属する元素、およびこれらを含む合金（MgAg、AlLi）、ユウロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。しかしながら、第2の電極102と電子輸送層との間に、電子注入層を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、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-酸化スズ等様々な導電性材料を陰極として用いることができる。

[0215]

なお、第2の電極102を可視光に対し透過性を有する材料で形成した場合、第2の電極102側から光を発する発光デバイスとすることができる。本発光デバイスは第1の電極101を基板側に作製した場合、いわゆるトップエミッション型の発光デバイスとすることができる。

[0216]

これら導電性材料は、真空蒸着法またはスパッタリング法などの乾式法、インクジェット法、スピコート法等を用いて成膜することが可能である。また、ゾルゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。

[0217]

また、EL層103の形成方法としては、乾式法、湿式法を問わず、種々の方法を用いることができる。例えば、真空蒸着法、グラビア印刷法、オフセット印刷法、スクリーン印刷法、インクジェット法またはスピコート法など用いても構わない。

[0218]

また上述した各電極または各層を異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

[0219]

なお、本実施の形態では、塗分け方式の発光装置についての適用を説明してきたが、本発明の一態様は、白色カラーフィルタ方式の発光装置に適用することも可能である。この場合、各発光デバイスが発する光は同じであり、発光層113に含まれる発光物質も同一である場合があるが、各副画素において取り出す光の波長に合わせて積層構造を形成すればよい。

[0220]

<タンデム型デバイス>

続いて、複数の発光ユニットを積層した構成の発光デバイス（積層型デバイス、タンデム型デバイスともいう）の態様について説明する。この発光デバイスは、第1の電極と第2の電極との間に、複数の発光層と、電荷発生層とを有する発光デバイスである。なお、電荷発生層は、発光層と発光層に挟まれる位置に存在する。また、第1の電極と電荷発生層に挟まれた領域、電荷発生層と電荷発生層に挟まれた領域および電荷発生層と第2の電極に挟まれた領域を各々発光ユニットと称する。

[0221]

図5は、本発明の一態様の発光装置がタンデム型デバイスを有する例である。発光デバイスSおよび発光デバイスLは共に、第1の電極101と第2の電極102との間に、一つの電荷発生層116と、二つの発光ユニット（第1の発光ユニット103_1および第2の発光ユニット103_2）を有している。第1の電極101は、積層構造を有し、反射電極101-1と、透光性を有する電

極101-2からなっている例を示した。なお、本実施の形態では、一つの電荷発生層116と、二つの発光ユニットを有する発光デバイスを例に説明するが、 n (n は2以上の整数)層の電荷発生層と、 $n+1$ 層の発光ユニットを有する発光デバイスであってもよい。

[0222]

電荷発生層は、電極間に電圧を印加したときに当該層の陰極側に接する層に正孔を、陽極側に接する層に電子を注入する機能を有する。すなわち、図5では、第1の電極101の電位の方が第2の電極102の電位よりも高くなるように電圧を印加した場合、電荷発生層116は、第1の発光ユニット103_1に電子を注入し、第2の発光ユニット103_2に正孔を注入する。

[0223]

電荷発生層116には、少なくともP型層117が含まれる。P型層117は、上述の正孔注入層111を構成することができる材料として挙げた複合材料を用いて形成することが好ましい。またP型層117は、上述したアクセプタ性を有する材料を含む膜と正孔輸送材料を含む膜とを積層して構成しても良い。P型層117に電位をかけることによって、電子輸送層114_1に電子が、正孔輸送層112S_2および112L_2に正孔が注入され、発光デバイスが動作する。なお、P型層117が陰極側の発光ユニットにおける正孔注入層の役割を担うため、陰極側の発光ユニット(図5においては第2の発光ユニット103_2)には正孔注入層は形成されていなくともよい。

[0224]

なお、電荷発生層116にはP型層117の他に電子リレー層118及び電子注入バッファ層119のいずれか一又は両方がもうけられていることが好ましい。

[0225]

電子リレー層118は少なくとも電子輸送性を有する物質を含み、電子注入バッファ層119とP型層117との相互作用を防いで電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層118に含まれる電子輸送性を有する物質のLUMO準位は、P型層117におけるアクセプタ性物質のLUMO準位と、電子輸送層114における電荷発生層116に接する層に含まれる物質のLUMO準位との間であることが好ましい。電子リレー層118に用いられる電子輸送性を有する物質におけるLUMO準位の具体的なエネルギー準位は -5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とするとよい。なお、電子リレー層118に用いられる電子輸送性を有する物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。

[0226]

電子注入バッファ層119には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物(アルカリ金属化合物(酸化リチウム(Li_2O)等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムおよび炭酸セシウム等の炭酸塩を含む)、アルカリ土類金属化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む)、または希土類金属の化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む))等の電子注入性の高い物質を用いることが可能である。

[0227]

また、電子注入バッファ層119が、電子輸送性を有する物質とドナー性物質を含んで形成される場合には、ドナー性物質として、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、およびこれらの化合物(アルカリ金属化合物(酸化リチウム等の酸化物、ハロゲン化物、炭酸リチウムおよび炭酸セシウム等の炭酸塩を含む)、アルカリ土類金属化合物(酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む)、

または希土類金属の化合物（酸化物、ハロゲン化物、炭酸塩を含む）の他、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用いることもできる。

[0228]

なお、電子注入バッファ層119に用いることが可能な電子輸送性を有する物質としては、先に説明した電子輸送層114を構成する材料と同様の材料を用いて形成することができる。

[0229]

なお、タンデム型デバイスの電荷発生層に電子注入バッファ層119を設ける場合、当該電子注入バッファ層119が陽極側の発光ユニットにおける電子注入層の役割を担うため、陽極側の発光ユニット（図5においては第1の発光ユニット103_1）には電子注入層は設けられていなくてもよい。

[0230]

発光デバイスSの第1の発光ユニット103_1は、第1の層121の他に、発光層113S_1および電子輸送層114_1を有する例を示した。なお、第1の発光ユニット103_1は、陰極側で電子注入バッファ層119と接していることから電子注入層は設けられていなくてもよいが、設けられていてもよい。また、第1の層121と透光性を有する電極101-2との間に正孔注入層が設けられていてもよい。発光層113S_1には、発光物質S_1が含まれている。

[0231]

発光デバイスSの第2の発光ユニット103_2は、少なくとも発光層113S_2を有している。発光層113S_2には発光物質S_2が含まれている。図5では第2の発光ユニット103_2には、発光層113S_2の他に、正孔輸送層112S_2、電子輸送層114S_2および電子注入層115_2等を有している例を示した。第2の発光ユニット103_2は、陽極側でP型層117と接していることから、正孔注入層が設けられていなくてもよい。

[0232]

発光デバイスLの第1の発光ユニット103_1は、第1の層121、および第2の層122の他に、発光層113L_1および電子輸送層114_1を有する例を示した。なお、第1の発光ユニット103_1は、陰極側で電子注入バッファ層119と接していることから電子注入層は設けられていなくてもよいが、設けられていてもよい。また、第1の層121および第2の層122と透光性を有する電極101-2との間に正孔注入層が設けられていてもよい。発光層113L_1には、発光物質L_1が含まれている。

[0233]

発光デバイスLの第2の発光ユニット103_2は、少なくとも発光層113L_2を有している。発光層113L_2には発光物質L_2が含まれている。図5では第2の発光ユニット103_2には、発光層113L_2の他に、正孔輸送層112L_2、電子輸送層114L_2および電子注入層115_2等を有している例を示した。第2の発光ユニット103_2は、陽極側でP型層117と接していることから、正孔注入層が設けられていなくてもよい。

[0234]

発光物質S_1と発光物質S_2は、同じ物質であっても、異なる物質でも構わないが、同じ物質であると、電流効率が大きく上昇するため好ましい。異なる物質である場合、発光デバイスSからは発光物質S_1と発光物質S_2の発光が合成された光、例えば白色発光を得ることができる。

[0235]

本発明の一態様におけるタンデム型デバイスは、反射電極を有する電極側の発光ユニット（第1の発光ユニット103__1）に、第1の層121および第2の層122を設けることが好ましい。また、それに加えて、反射電極101-1の第2の電極102側の面から、第2の電極102の第1の電極側の面までの光学的距離が、増幅したい波長 λ_t の約1.5倍（ $1.5\lambda_t$ ）となるように発光デバイスを形成することで、非常に良好な発光効率を有する発光デバイスを得ることができる。なお、当該光学的距離は、 $1.5\lambda_t$ の70%以上110%以下であれば、波長 λ_t の光を有効に増幅することができる。

[0236]

波長 λ_t は、発光デバイスSにおいては、発光デバイスSが含まれる副画素が呈する発光の発光ピーク波長 λ_{SD} に、発光デバイスLにおいては、発光デバイスLが含まれる副画素が呈する発光の発光ピーク波長 λ_{LD} に相当する。

[0237]

または発光物質S__1および発光物質S__2が同じ場合は、発光デバイスSにおける波長 λ_t は、発光物質S__1および発光物質S__2の発光ピーク波長 λ_s に、発光物質L__1および発光物質L__2が同じ場合は、発光デバイスLにおける波長 λ_t は、発光物質Lの発光ピーク波長 λ_L に相当する。

[0238]

なお、発光物質S__1および発光物質S__2が異なる発光物質であり、発光物質S__1の発光スペクトルと発光物質S__2の発光スペクトルを合成した光が、450nm乃至650nmに連続的なスペクトルを有する場合（例えば、白色発光である場合）、発光物質S__1は発光物質L__1と同じ発光物質であり、且つ発光物質S__2は発光物質L__2と同じ材料であることが好ましい。この場合の波長 λ_t は、発光デバイスSにおいては、発光デバイスSが含まれる副画素が呈する発光の発光ピーク波長 λ_{SD} に、発光デバイスLにおいては、発光デバイスLが含まれる副画素が呈する発光の発光ピーク波長 λ_{LD} として扱えばよい。なお、この場合、発光層113S__1と発光層113L__1は連続した層であり、発光層113S__2と発光層113L__2は連続した層であることで製造工程が簡便となり好ましい。また、いずれかもしくはすべての発光層は、異なる発光物質を有する複数の層から構成されていてもよい。例えば、発光層113S__2が緑色の発光を呈する発光物質Gを有する層と、赤色の発光を呈する発光物質Rを有する層との積層からなってもよい。この際、発光物質S__2は、発光物質Gと発光物質Rの2物質の総称であるものとする。なお、このような構成である場合、さらにカラーフィルタを有する構成であることが好ましい。

[0239]

このように、一对の電極間に複数の発光ユニットを電荷発生層で仕切って配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能とし、さらに長寿命なデバイスを実現できる。また、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現することができる。

[0240]

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。

[0241]

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置における、発光デバイス以外の構成について説明す

る。

[0242]

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置について図6A、及び図6Bを用いて説明する。なお、図6Aは、発光装置を示す上面図、図6Bは図6Aに示す一点鎖線A-Bおよび一点鎖線C-Dで切断した断面図である。この発光装置は、発光デバイスの発光を制御するものとして、点線で示されたソース線駆動回路601、画素部602、ゲート線駆動回路603を含んでいる。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。

[0243]

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

[0244]

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

[0245]

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。

[0246]

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。

[0247]

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。

[0248]

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。

[0249]

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。

[0250]

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。

[0251]

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。

[0252]

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。

[0253]

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。

[0254]

なお、FET623はソース線駆動回路601に形成されるトランジスタの一つを示すものである。また、駆動回路は、種々のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成すれば良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

[0255]

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

[0256]

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。

[0257]

また、後に形成するEL層等の被覆性を良好なものとするため、絶縁物614の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物614の材料としてポジ型の感光性アクリル樹脂を用いた場合、絶縁物614の上端部のみに曲率半径 ($0.2\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$) 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。

[0258]

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。第1の電極613は、実施の形態1における第1の電極101に、EL層616はEL層103に第2の電極617は第2の電極102に相当する。

[0259]

なお、第1の電極613、EL層616、第2の電極617でもって、発光デバイスが形成されている。当該発光デバイスは実施の形態1で説明したような構成を有する発光デバイスである。

[0260]

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

[0261]

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

[0262]

図6A及び図6Bには示されていないが、第2の電極617上に保護膜を設けても良い。保護膜は有機樹脂膜または無機絶縁膜で形成すればよい。また、シール材605の露出した部分を覆うように、保護膜が形成されていても良い。また、保護膜は、一对の基板の表面及び側面、封止層、絶縁層等の露出した側面を覆って設けることができる。

[0263]

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。

[0264]

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。

[0265]

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。

[0266]

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。

[0267]

以上のようにして、本発明の一態様の発光装置を得ることができる。

[0268]

本実施の形態における発光装置は、発光物質が発した光が、屈折率の異なる層同士の界面において反射するため、反射電極のみを用いて反射させるよりも多くの光を反射させることができるようになり、外部量子効率が向上する。また、同時に反射電極での表面プラズモンの影響を低減させることができることから、エネルギーのロスを低減させ、効率よく光を取り出すことが可能となる。さらに、各副画素は共通の低屈折率層を有しつつ、各副画素が呈する光に応じて光学調整層が設けられているため、簡便、迅速、安価に全ての発光色における発光効率を向上させることができる。

[0269]

図7には着色層（カラーフィルタ）等を設けることによって色純度を向上させた発光装置の例を示す。図7には基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、1007、1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、発光デバイスの第1の電極1024R、1024G、1024B、隔壁1025、EL層1028、発光デバイスの第2の電極1029、封止基板1031、シール材1032、第3の層間絶縁膜1037などが図示されている。

[0270]

図7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。

[0271]

発光デバイスの第1の電極1024R、1024G、1024Bはここでは反射電極を含むこととする。また、第1の電極は陽極を含むことが好ましい。EL層1028の構成は、実施の形態1においてEL層103として説明したような構成とする。

[0272]

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

キャビティ構造を有する発光デバイスは、一方の電極を反射電極を含む電極、他方の電極を半透過・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層が存在し、少なくとも発光領域となる発光層が存在している。

[0273]

当該発光デバイスは、透光性を有する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。

[0274]

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

[0275]

また、本発明の一態様の発光装置では、発光物質が発した光が、屈折率の異なる層同士の界面において反射するため、反射電極のみを用いて反射させるよりも多くの光を反射させることができようになり、外部量子効率が向上する。また、同時に反射電極での表面プラズモンの影響を低減させることができることから、エネルギーのロスを低減させ、効率よく光を取り出すことが可能となる。

[0276]

以上のような構成を有する本発明の一態様の発光装置は、発光デバイス間で共通の低屈折率層を有しつつ、各副画素が呈する光に応じて光学調整層が設けられているため、簡便、迅速、安価に全ての発光色における発光効率を向上させることができる。

[0277]

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。

[0278]

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置をその一部を含む電子機器の例について説明する。本発明の一態様の発光装置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。

[0279]

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。

[0280]

図8A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、

本発明の一態様の発光装置を用いて構成されている。

[0281]

テレビジョン装置の操作は、筐体7101が備える操作スイッチまたは、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルまたは音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。なお、表示部7107にも、マトリクス状に配列した、本発明の一態様の発光装置を適用することができる。

[0282]

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、あるいは受信者同士など）の情報通信を行うことも可能である。

[0283]

図8B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、本発明の一態様の発光装置を表示部7203に用いることにより作製される。図8Bのコンピュータは、図8Cのような形態であってもよい。図8C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の代わりに表示部7210が設けられている。表示部7210はタッチパネル式となっており、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、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。

[0284]

図8Dは、携帯端末の一例を示している。携帯電話機は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯電話機は、本発明の一態様の発光装置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。

[0285]

図8D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。

[0286]

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。

[0287]

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。

[0288]

また、携帯端末内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯端末の向き（縦か横か）を判断して、表示部7402の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

[0289]

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。

[0290]

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。

[0291]

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。

[0292]

なお、本実施の形態に示す構成は、実施の形態1および実施の形態2に示した構成を適宜組み合わせる用いることができる。

[0293]

以上の様に実施の形態1および実施の形態2に記載の発光装置の適用範囲は極めて広く、この発光装置をあらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。実施の形態1および実施の形態2に記載の発光装置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。

[0294]

図9Aは、掃除ロボットの一例を示す模式図である。

[0295]

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。

[0296]

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。

[0297]

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

りそのよ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。

[0298]

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。

[0299]

掃除ロボット5100は、スマートフォンなどの携帯電子機器5140と通信することができる。カメラ5102が撮影した画像は、携帯電子機器5140に表示させることができる。そのため、掃除ロボット5100の持ち主は、外出先からでも、部屋の様子を知ることができる。また、ディスプレイ5101の表示をスマートフォンなどの携帯電子機器で確認することもできる。

[0300]

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。

[0301]

図9Bに示すロボット2100は、演算装置2110、照度センサ2101、マイクロフォン2102、上部カメラ2103、スピーカ2104、ディスプレイ2105、下部カメラ2106および障害物センサ2107、移動機構2108を備える。

[0302]

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。

[0303]

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。

[0304]

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。

[0305]

図9C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（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、第2の表示部5002、支持部5012、イヤホン5013等を有する。

[0306]

本発明の一態様の発光装置は表示部5001および第2の表示部5002に用いることができる。

[0307]

本発明の一態様の発光装置は、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10に本発明の一態様の発光装置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は本発明の一態様の発光装置を用いて設けられた表示である。

[0308]

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本発明の一態様の発光装置を搭載した発光装置である。本発明の一態様の発光装置は、陽極と陰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発光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。

[0309]

表示領域5202はピラー部分に設けられた本発明の一態様の発光装置を搭載した発光装置である。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。

[0310]

表示領域5203はまたナビゲーション情報、速度または回転数、エアコンの設定など、その他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。

[0311]

また、図11A、及び図11Bに、折りたたみ可能な携帯情報端末5150を示す。折りたたみ可能な携帯情報端末5150は筐体5151、表示領域5152および屈曲部5153を有している。図11Aに展開した状態の携帯情報端末5150を示す。図11Bに折りたたんだ状態の携帯情報端末を示す。携帯情報端末5150は、大きな表示領域5152を有するにも関わらず、折りたためばコンパクトで可搬性に優れる。

[0312]

表示領域5152は屈曲部5153により半分折りたたむことができる。屈曲部5153は伸縮可能な部材と複数の支持部材とで構成されており、折りたたむ場合は、伸縮可能な部材が伸び、屈曲部5153は2mm以上、好ましくは3mm以上の曲率半径を有して折りたたまれる。

[0313]

なお、表示領域5152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。本発明の一態様の発光装置を表示領域5152に用いることができる。

[0314]

また、図12A乃至図12Cに、折りたたみ可能な携帯情報端末9310を示す。図12Aに展開した状態の携帯情報端末9310を示す。図12B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12C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。

[0315]

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。

[実施例]

[0316]

本実施例では、本発明の発光装置に用いられる発光デバイスの効率向上効果について、計算により検証した結果を示す。本実施例では、低屈折率層を備えた青色発光デバイス（発光デバイスB）と、当該低屈折率層を共通層として有する緑色発光デバイス（発光デバイスG）と、を含む発光装置を想定し、各発光デバイスについて検証を行った。

[0317]

本実施例においては発光デバイスBが下記表1のような構造を有するものとして計算を行った。

[0318]

[表1]

発光デバイスB

		膜厚 (nm)	材料
キャップ層		70.0	DBT3P-II
第2の電極	陰極	15.0	Ag:Mg
電子輸送層	2	*	NBPhen
	1	10.0	2mDBTBPDq-II
発光層		25.0	α -N- β NPAnth:dopant
電子ブロック層		10.0	DBfBB1TP
第1の層	Low	*	dchPAF
第1の電極	透明電極 (陽極)	10	ITSO
	反射電極	100	APC

[0319]

第1の層121には低屈折率材料であるN，N-ビス（4-シクロヘキシルフェニル）-9，9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：dchPAF）を用いたとして計算を行った。なお、dchPAFの可視光領域における屈折率は図13に示した。

[0320]

また、反射電極にはAPC（銀（Ag）とパラジウム（Pd）と銅（Cu）の合金膜）、透光性を有する電極（陽極）にはITSO（酸化珪素を含むインジウム錫酸化物）を用い、また、電子ブロック層にはN，N-ビス[4-（ジベンゾフラン-4-イル）フェニル]-4-アミノ-p-ター

フェニル（略称：DBfBB1TP）、第1の電子輸送層には、2-[3-(3'-ジベンゾチオフェン-4-イル)ビフェニル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン（略称：2mDBTBPD Bq-1I）、第2の電子輸送層には、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）、キャップ層には、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-1I）を用いることとした。

[0321]

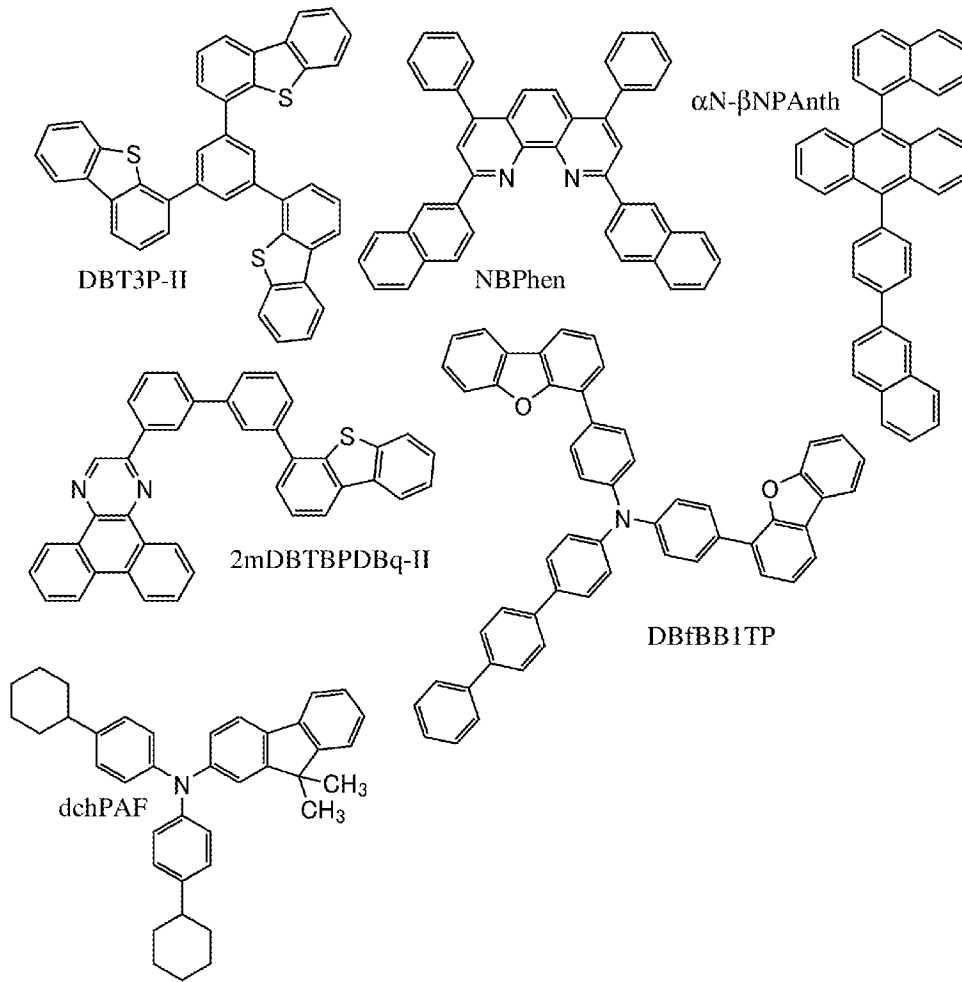
なお、発光層は通常ドーパントとホストとの混合層であるので、本実施例では多量成分であるホスト材料の光学特性を用いて計算を行った。ホスト材料としては、9-(1-ナフチル)-10-[4-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン（略称： α N- β NPAnth）を用いることを想定し、この値を用いて計算を行った。なお、発光層から放出する光は、図14において(B)と示したスペクトルを有する光であるものとした。

[0322]

本計算を行うにあたり、発光デバイスの材料として仮定した有機化合物の分子構造を以下に示す。また、dchPAF以外の有機化合物の可視光領域における屈折率を図15に示した。測定は分光エリプソメーター（ジェー・エー・ウーラム・ジャパン社製M-2000U）を用いて行った。測定用試料には、石英基板上に各層の材料を真空蒸着法により約50nm成膜した膜を使用した。

[0323]

[化11]



[0324]

このような構成を有する発光デバイスBについて、ブルーインデックス（BI）が最大となるように、第1の層121および第2の電子輸送層の膜厚（表1におけるアスタリスク（*）で示した部分）の計算を行った。

[0325]

第1の層121および第2の電子輸送層は、発光色の異なる発光デバイス間（本実施例では発光デバイスBおよび発光デバイスG）において共通して設けることを想定した層である。第2の電子輸送層に関しては、共通でも共通でなくても構わないが、共通であることで製造工程が短縮されるため好ましい。また、その他の層を共通層として設定してもよい。

[0326]

なお、ブルーインデックス（BI）（ $cd/A/y$ ）とは、電流効率（ cd/A ）を、さらにその光のCIE色度座標におけるxy色度図のyの値で割った値であり、青色発光の発光特性を表す指標の一つである。青色発光は、yの値が小さいほど色純度の高い発光となる傾向にある。色純度の高い青色発光は、輝度成分が小さくても広い範囲の青色を表現することが可能であり、色純度の高い青色発光を用いることで、青色を表現するための必要輝度が低下することから消費電力の低減効果が得られる。そのため、青色純度の指標の一つとなるyの値を考慮したBIが青色発光の効率を表す手段として好適に用いられ、BIが高い発光デバイスほどディスプレイに用いられる青色発光デバイスとしての効率が良好であるといえることができる。

[0327]

本実施例では、画素内における最も短波長の発光色を青としているため指標をBIとしたが、これが青ではない場合は、電流効率など、求める特性に応じて任意の指標が最大化するような計算を行えばよい。

[0328]

計算は、有機デバイスシミュレーター (semiconducting emissive thin film optics simulator: setfos; サイバネットシステム株式会社) を使用して行った。発光領域は発光層の中央に固定、ドーパントは配向していないものとし、励起子生成確率、内部量子効率はそれぞれ100%と仮定した。また、パーセル効果によるクエンチを考慮して計算を行った。

[0329]

計算により、上記表1で表される構造を有する発光デバイスBにおいて、最大のBIが得られる膜厚は、下表のとおりであった。

[0330]

[表2]

層	膜厚 (nm)
電子輸送層	2
第1の層	Low

[0331]

続いて、このような構造を有する発光デバイスBのBIに関する計算結果と、比較発光デバイスBのBIに関する計算結果との比較を行った。発光デバイスBおよび比較発光デバイスBのデバイス構造を下記表3に示す。

[0332]

[表3]

		膜厚 (nm)	発光デバイスB	比較発光デバイスB
キャップ層		70.0	DBT3P-II	
第2の電極	陰極	15.0	Ag:Mg	
電子輸送層	2	-	NBPhen (24.0 nm)	NBPhen (24.9 nm)
	1	10.0	2mDBTBPDq-II	
発光層		25.0	α N- β NPAnth:dopant	
電子ブロック層		10.0	DBfBBiTP	
第1の層	Low/High	-	dchPAF (Low) (127.8 nm)	PCBBiF (High) (111.3 nm)
第1の電極	透明電極 (陽極)	10	ITSO	
	反射電極	100	APC	

[0333]

発光デバイスBと比較発光デバイスBとは、第1の層121および第2の電子輸送層以外の構成は全て同じであるものとした。その上で比較発光デバイスBは、第1の層121が高屈折率材料である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) で形成された構成であって、その構成における最大のBIを示すように計算された膜厚の第1の層121および第2の電子輸送層を有する青色発光デバイスである。つまり、各発光デバイスが有す

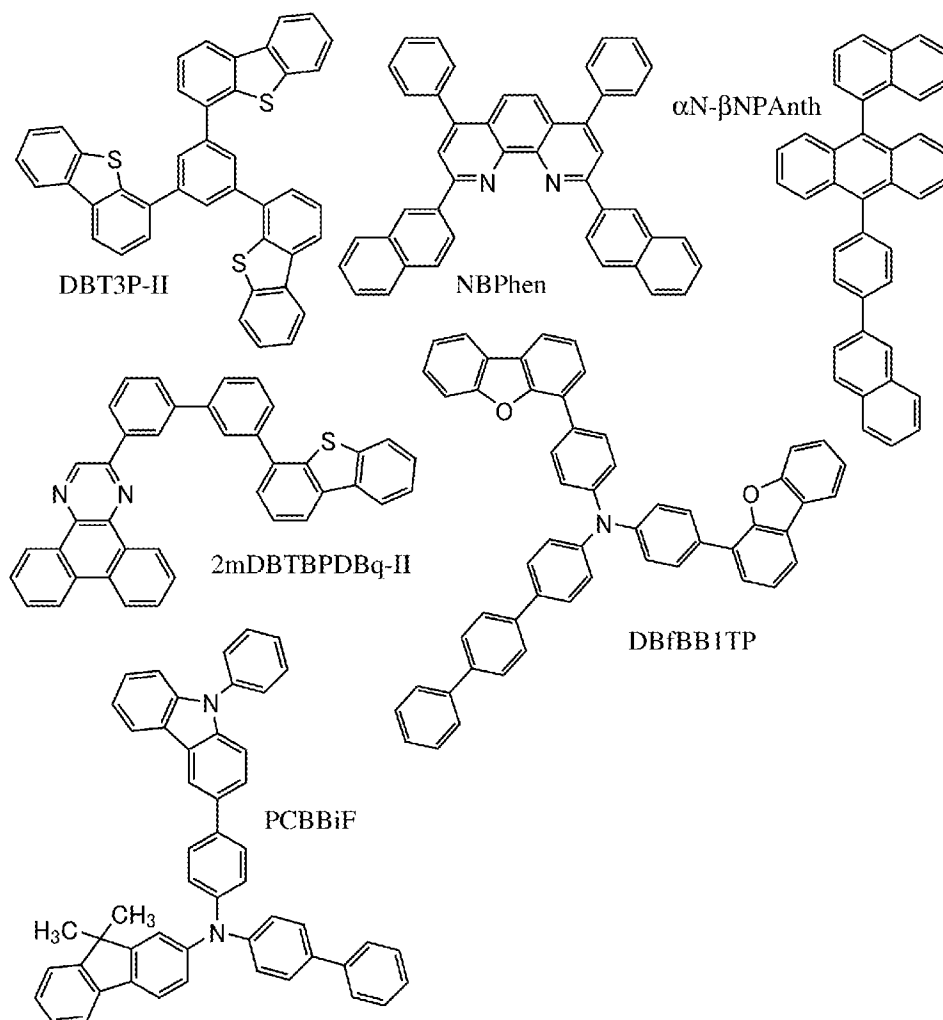
る共通部分の構造において、もともとBIの高くなる膜厚を有する構成を有するもの同士を比較している。

[0334]

なお、PCBBiFの可視光領域における屈折率は図16に示した。また、比較発光デバイスBの材料として仮定した有機化合物の分子構造を以下に示す。

[0335]

[化12]



[0336]

この結果、発光デバイスBのBIは比較発光デバイスBのBIと比較して7%向上したことがわかった。

[0337]

次に、上記発光デバイスBとは異なる発光色を呈する発光デバイス（本実施例では緑色の発光デバイス、発光デバイスG）についての計算を行った。発光デバイスGは、下記表4のようなデバイス構造を有するものとし、第1の層121と、第2の電子輸送層とを有している。第1の層121は、発光デバイスBと同じ構成である。なお、発光デバイスGが発光層から放出する光は、図14において(G)と示したスペクトルを有する光であるものとした。なお、発光デバイスG1は、第2の層122aを有する発光デバイスL（図1A）に対応し、発光デバイスG2および発光デバイスG

3が第2の層122bを有する発光デバイスL（図1B）に対応し、発光デバイスG4が、第2の層122cを有する発光デバイスL（図1C）に対応する。

[0338]

[表4]

		膜厚 (nm)	発光デバイス G1	発光デバイス G2	発光デバイス G3	発光デバイス G4
キャップ層		70.0	DBT3P-II			
第2の電極	陰極	15.0	Ag:Mg			
電子輸送層	2	-	NBPhen (24.0 nm)			
	1	10.0	2mDBTBPD _g -II			
発光層		25.0	α N- β NPAnth:dopant			
電子ブロック層		10.0	DBfBB1TP			
第1の層 および 第2の層		-	第1の層 121	第1の層 121-2	第1の層 121-2	第2の層 122c
				第2の層 122b	第2の層 122b	第1の層 121
			第2の層 122a	第1の層 121-1	第1の層 121-1	
			第1の電極		透明電極 (陽極)	10
		反射電極	100	APC		

[0339]

本実施例では、その構成における電流効率が最も大きくなる第2の層122の膜厚を計算で求めた。第2の層122は、それぞれ屈折率の高い層(High)と、屈折率の低い層(Low)のパターンが存在するため、本計算では、表5に示すように、発光デバイスG1乃至発光デバイスG4のそれぞれに対して、第2の層122が、屈折率の高い層(High)である場合と、屈折率の低い層(Low)である場合の、合計8パターン of デバイス構造に対して計算を行った。なお、第2の層122は、屈折率の高い層(High)をPCBBiF、屈折率の低い層(Low)をdchPAFとして計算を行った。

[0340]

[表5]

	第2の層
発光デバイスG1-L	屈折率の低い層(Low)
発光デバイスG1-H	屈折率の高い層(High)
発光デバイスG2-L	屈折率の低い層(Low)
発光デバイスG2-H	屈折率の高い層(High)
発光デバイスG3-L	屈折率の低い層(Low)
発光デバイスG3-H	屈折率の高い層(High)
発光デバイスG4-L	屈折率の低い層(Low)
発光デバイスG4-H	屈折率の高い層(High)

[0341]

第2の層122の膜厚算出した結果を表6に示す。なお、第2の層122が屈折率の低い層である場合(発光デバイスG1-L、発光デバイスG2-L、発光デバイスG3-L、および発光デバイスG4-L)、隣り合う第1の層121と第2の層122がいずれもdchPAFであるため、光学的には一層であるが、共通層である第1の層121の膜厚が既知であるので、第2の層122の膜厚を算出することができる。

[0342]

[表6]

	第1の層	第2の層
発光デバイスG1-L	127.8 nm	54.8 nm
発光デバイスG1-H		46.37 nm
発光デバイスG2-L	層121-2:88.93 nm	54.8 nm
発光デバイスG2-H	層121-1:38.87 nm	46.91 nm
発光デバイスG3-L	層121-2:32.88 nm	54.8 nm
発光デバイスG3-H	層121-1:94.92 nm	52.98 nm
発光デバイスG4-L	127.8 nm	54.8 nm
発光デバイスG4-H		50.44 nm

[0343]

この後、上記表6に示した膜厚を適用した各発光デバイスG（発光デバイスG1-L乃至発光デバイスG4-L）の電流効率に関する計算結果と、比較発光デバイスGの電流効率に関する計算結果の比較を行った。

[0344]

比較発光デバイスGは、第1の層121の材料並びに膜厚および第2の電子輸送層の膜厚以外は発光デバイスGと同じ構成を有する発光デバイスとした。比較発光デバイスGの第1の層121はPCBiFとし、屈折率段差のない構成とした。また、第1の層121の膜厚と第2の電子輸送層の膜厚は、上記比較発光デバイスBのBIが最大となるように求めた膜厚を適用した。つまり、比較発光デバイスGと比較発光デバイスBは同じ構成を有する第1の層121および第2の電子輸送層を有しており、さらに、第2の層122の膜厚を調整することで、当該構成において電流効率が最大となる構成を実現した発光デバイスである、ということが出来る。そのため、比較発光デバイスGと比較発光デバイスBは第1の層121および第2の電子輸送層を共通層とし、作製することができる。

[0345]

すなわち、発光デバイスBと発光デバイスGが、一つの発光装置に含まれている発光デバイスであることを想定しているのと同じ様に、比較発光デバイスBと比較発光デバイスGも、一つの発光装置に含まれている発光デバイスであることを想定している。また、比較発光デバイスBと比較発光デバイスGには、低屈折率層が設けられていないことから、従来の構成を有する発光デバイスということもできる発光デバイスである。

[0346]

比較発光デバイスG1のデバイス構造を表7に示す。

[0347]

[表7]

		膜厚 (nm)	比較発光デバイスG1
キャップ層		70.0	DBT3P-II
第2の電極	陰極	15.0	Ag:Mg
電子輸送層	2	-	NBPhen (24.0 nm)
	1	10.0	2mDBTBPDBq-II
発光層		25.0	α N- β NPAnth:dopant
電子ブロック層		10.0	DBfBB1TP
第1の層および第2の層	High	164.8	PCBBiF
第1の電極	透明電極 (陽極)	10	ITSO
	反射電極	100	APC

[0348]

また、電流効率の比較を行った結果を表8に示す。なお、表8において、発光デバイスGの電流効率は、比較発光デバイスGの電流効率に対する発光デバイスGの電流効率の割合を示すことにより、表される。

[0349]

[表8]

	電流効率の割合
発光デバイスG1-L	109.6%
発光デバイスG1-H	106.2%
発光デバイスG2-L	109.6%
発光デバイスG2-H	111.2%
発光デバイスG3-L	109.6%
発光デバイスG3-H	108.9%
発光デバイスG4-L	109.6%
発光デバイスG4-H	99.94%

[0350]

表8より各発光デバイスGは、比較発光デバイスGより電流効率が上昇することがわかった。ただし、発光デバイスG4-Hは、比較発光デバイスよりも電流効率が低くなった。このことから、発光デバイスG4の構造においては、第2の層122に、屈折率の低い層を用いることが好ましいことが明らかになった。

[0351]

また、発光デバイスG1-Lと発光デバイスG1-Hとを比較すると、発光デバイスG1-Lのほうが電流効率が高いことがわかった。このことから、発光デバイスG1の構造において、第2の層122には屈折率の高い層と、屈折率の低い層のどちらも用いることが可能であるが、屈折率の低い層を用いることがより好ましいことがわかった。

[0352]

また、発光デバイスG2-Hは、他の発光デバイスと比較して、最も電流効率が高くなることがわかった。このことから、発光デバイスG2-Hにおいては、層121-1と第2の層122bとの界面の屈折率段差によって生じる反射光の位相と、発光層から照射される光の位相とを合わせることで、光取り出し効率を向上することができることがわかった。発光デバイスG2の構造において、第2の層122には屈折率の高い層と、屈折率の低い層のどちらも用いることが可能であるが、屈折率の高い層を用いることがより好ましいことがわかった。

[0353]

また、発光デバイスG3-Lと発光デバイスG3-Hとを比較すると、発光デバイスG3-Lのほうが電流効率が低いことがわかった。このことから、発光デバイスG3の構造において、第2の層122には屈折率の高い層と、屈折率の低い層のどちらも用いることが可能であるが、屈折率の低い層を用いることがより好ましいことがわかった。

[0354]

以上の結果から、本発明の一態様の発光装置においては、低屈折率層を、青と緑の発光色の発光デバイスで共有しながらも、青と緑両方の発光色の発光デバイスにおいて電流効率が同等、もしくは向上することがわかった。

[0355]

また、当該低屈折率層を複数の発光色の発光デバイスで共有することで簡便、迅速、安価に複数の発光色の発光デバイスにおいて取り出し効率が向上された、発光効率の良好な発光装置を作製することができるようになった。

[0356]

以上のように、本発明の一態様の発光装置では、一つの発光色の取り出し効率が向上するように合わせこまれた低屈折率層を複数の発光色の発光デバイスで共有しながらも、他の発光色の発光デバイスにおける発光効率の低下を抑制し、さらには発光効率を向上させることが可能となった。また、低屈折率層を複数の発光色の発光デバイスで共有することで、発光色毎にEL層全てを作り分ける必要が無いため、簡便、迅速、安価に複数の発光色の発光デバイスにおいて取り出し効率が向上された、発光効率の良好な発光装置を提供することができようになった。

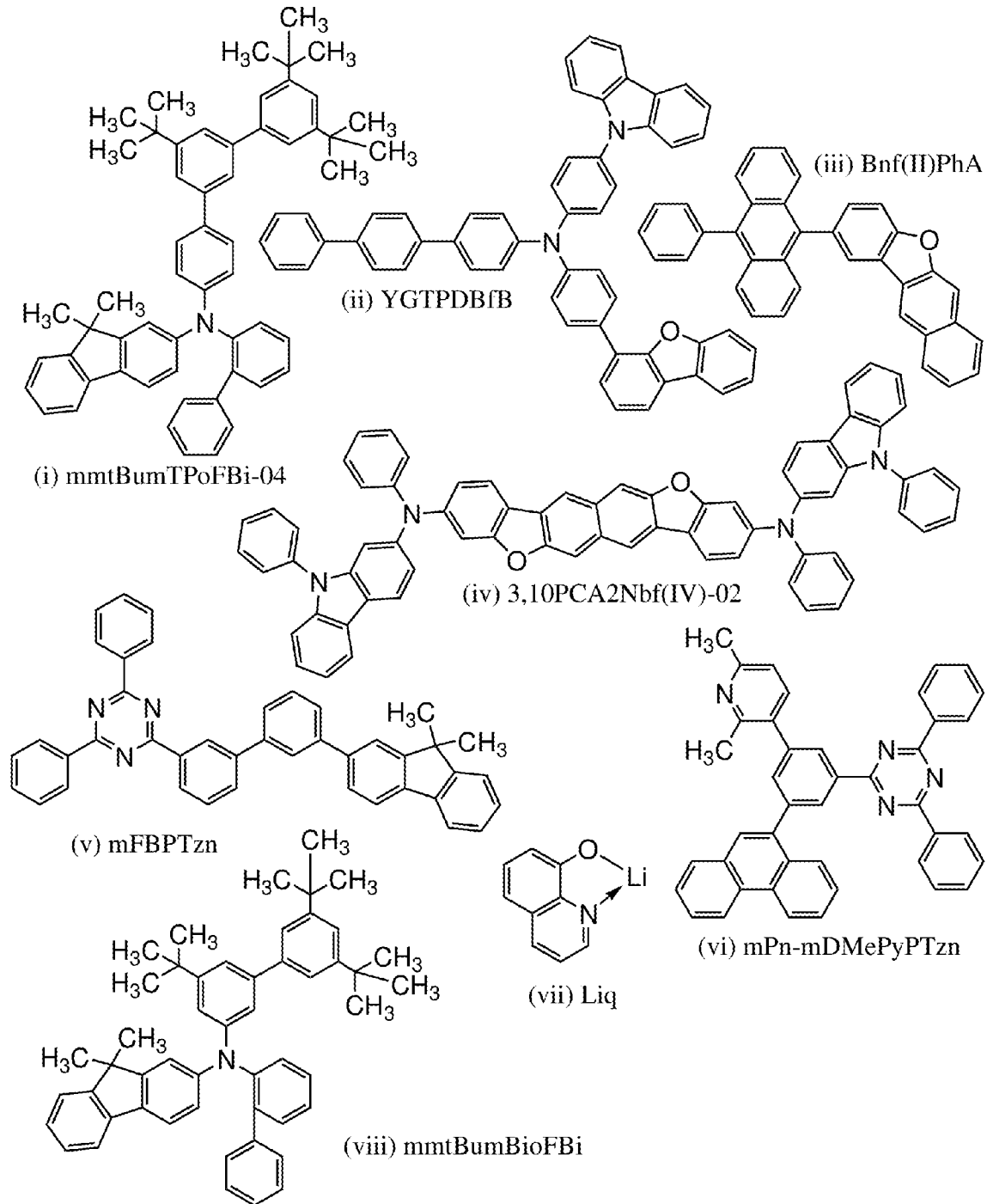
[0357]

(参考例1)

本参考例では、GSPの傾きを考慮した発光デバイスに関して詳しく説明する。本参考例で用いた代表的な有機化合物の構造式を以下に示す。

[0358]

[化13]



[0359]

(発光デバイス1の作製方法)

まず、ガラス基板上に、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (ITSO) をスパッタリング法にて成膜し、陽極として第1の電極101を形成した。なお、その膜厚は55nmとし、電極面積は2mm×2mmとした。

[0360]

次に、基板上に発光デバイスを形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、200℃で1時間焼成した後、UVオゾン処理を370秒行った。

[0361]

その後、 10^{-4} Pa程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加

熱室において、170℃で30分間の真空焼成を行った後、基板を30分程度放冷した。

[0362]

次に、第1の電極101が形成された面が下方となるように、第1の電極101が形成された基板を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、第1の電極101上に、抵抗加熱を用いた蒸着法により、上記構造式(i)で表されるN-(3',5',5'-トリtertブチル-1,1':3',1'-ターフェニル-4-イル)-N-(1,1'-ビフェニル-2-イル)-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン(略称: mm t B u m T P o F B i - 0 4)と、分子量672でフッ素を含む電子アクセプタ材料(OCHD-003)とを、重量比で1:0.1(=mm t B u m T P o F B i - 0 4 : O C H D - 0 0 3)となるように10nm共蒸着して正孔注入層111を形成した。

[0363]

次に、正孔注入層111上に、mm t B u m T P o F B i - 0 4を膜厚100nmとなるように蒸着して第1の正孔輸送層を成膜し、その後、上記構造式(ii)で表されるN-[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N-[4-(4-ジベンゾフラニル)フェニル]-[1,1':4',1'-ターフェニル]-4-アミン(略称: Y G T P D B f B)を膜厚10nmとなるように成膜し、正孔輸送層112を形成した。

[0364]

また、正孔輸送層112上に、上記構造式(iii)で表される2-(10-フェニル-9-アントラセニル)-ベンゾ[b]ナフト[2,3-d]フラン(略称: B n f (I I) P h A)と上記構造式(iv)で表される3,10-ビス[N-(9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル)-N-フェニルアミノ]ナフト[2,3-b;6,7-b']ビスベンゾフラン(略称: 3,10 P C A 2 N b f (I V) - 0 2)とを重量比で1:0.015(=B n f (I I) P h A : 3,10 P C A 2 N b f (I V) - 0 2)、膜厚25nmとなるように共蒸着して発光層113を形成した。

[0365]

続いて、発光層113上に、上記構造式(v)で表される2-[3'-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-1,1'-ビフェニル-3-イル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称: m F B P T z n)を膜厚10nmとなるように成膜して正孔ブロック層を形成した。

[0366]

その後、上記構造式(vi)で表される2-[3-(2,6-ジメチル-3-ピリジニル)-5-(9-フェナントレニル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称: m P n - m D M e P y P T z n)と、上記構造式(vii)で表される8-キノリノラト-リチウム(略称: L i q)とを重量比で1:1(=m P n - m D M e P y P T z n : L i q)、膜厚15nmとなるように共蒸着して電子輸送層114を形成した。

[0367]

電子輸送層114を形成した後、L i qを、1nm蒸着して電子注入層115を形成し、最後にアルミニウムを200nmの膜厚となるように蒸着することで第2の電極102を形成して発光デバイス1を作製した。

[0368]

(比較発光デバイス1の作製方法)

比較発光デバイス1は、発光デバイス1におけるmmtBumTPoFBi-04を、上記構造式(viii)で表されるN-(1,1'-ビフェニル-2-イル)-N-[(3,3',5'-トリートル)チル]-1,1'-ビフェニル-5-イル]-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン(略称:mmtBumBioFBi)に変えた他は、発光デバイス1と同様に作製した。
[0369]

上記発光デバイス1および比較発光デバイス1のデバイス構造を下の表にまとめた。

[0370]

[表9]

		膜厚	発光デバイス1	比較発光デバイス1
電子注入層		1nm	Liq	
電子輸送層		15nm	mPn-mDMePyPTzn:Liq (1:1)	
正孔ブロック層		10nm	mFBPTzn	
発光層		25nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015)	
正孔輸送層	2	10nm	YGTPDBfB	
	1	100nm	mmtBumTPoFBi-04	mmtBumBioFBi
正孔注入層		10nm	mmtBumTPoFBi-04: OCHD-003 (1:0.1)	mmtBumBioFBi: OCHD-003 (1:0.1)

[0371]

上記発光デバイス1および比較発光デバイス1を、窒素雰囲気グローブボックス内において、大気に曝されないようにガラス基板により封止する作業(シール材をデバイスの周囲に塗布し、封止時にUV処理、80℃にて1時間熱処理)を行った後、これら発光デバイスの初期特性について測定を行った。なお、発光デバイスを作製したガラス基板に、取出し効率向上のための特別な措置は行っていない。

[0372]

発光デバイス1および比較発光デバイス1の輝度-電流密度特性を図17に、輝度-電圧特性を図18に、電流効率-輝度特性を図19に、電流密度-電圧特性を図20に、外部量子効率-輝度特性を図21に、発光スペクトルを図22に示す。また、各発光デバイスの1000cd/m²付近における主要な特性を表11に示す。なお、輝度、CIE色度および発光スペクトルの測定には分光放射輝度計(トプコン社製、UR-UL1R)を用い、常温で測定した。また、外部量子効率は、測定した輝度と発光スペクトルを用い、配光特性がランバーシアン型であると仮定し算出した。

[0373]

[表10]

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 x	色度 y	電流効率 (cd/A)	外部量子効率 (%)
発光デバイス1	4.0	0.70	17.6	0.14	0.10	6.2	7
比較発光デバイス1	4.8	0.81	20.2	0.14	0.12	5.0	5

[0374]

図17乃至図22および表11より、発光デバイス1は、比較発光デバイス1と比較して、駆動電圧および発光効率の良い、良好な特性を備えた発光デバイスであることがわかった。

[0375]

ここで、各発光デバイスについて、正孔輸送層に用いた正孔輸送性を有する有機化合物の蒸着膜のGSP (mV/nm) についてまとめた結果を下の表に示す。また、先に形成された正孔輸送層 (第1の正孔輸送層) に用いられた正孔輸送性を有する有機化合物 (HTM1) のGSP (GSP1) から、後に形成された正孔輸送層 (第2の正孔輸送層) に用いられた正孔輸送性を有する有機化合物 (HTM2) のGSP (GSP2) を差し引いた値 (Δ GSP) も併せて下表に示した。

[0376]

[表11]

	発光デバイス1	比較発光デバイス1
HTM2	YGTPDBfB	
GSP2 (mV/nm)	8.7	
HTM1	mmtBumTPoFBi-04	mmtBumBioFBi
GSP1 (mV/nm)	16.7	40.6
Δ GPS (mV/nm)	8	31.9

[0377]

このように、比較発光デバイス1は Δ GSPが大きいことから第1の正孔輸送層から第2の正孔輸送層へのホールの注入性が悪く、駆動電圧の上昇を招いていると考えられる。一方で、 Δ GSPの小さい発光デバイスは、駆動電圧の小さい良好な特性を有する発光デバイスとなることがわかった。

[符号の説明]

[0378]

100:絶縁層、101:第1の電極、101-1:反射電極、101-2:透光性を有する電極 (陽極)、102:第2の電極、103:EL層、103_1:発光ユニット、103_2:発光ユニット、111:正孔注入層、113:発光層、113L:発光層、113S:発光層、113S_1:発光層、113S_2:発光層、113L_1:発光層、113L_2:発光層、113R:発光層、113G:発光層、113B:発光層、114:電子輸送層、114R:電子輸送層、114G:電子輸送層、114B:電子輸送層、114L_2:電子輸送層、114_1:電子輸送層、114S_2:電子輸送層、115:電子注入層、115_2:電子注入層、121:第1の層、121-1:層、121-2:層、122:第2の層、122a:第2の層、122b:第2の層、122c:第2の層、122Ga:第2の層、122Gb:第2の層、122Gc:第2の層、122Ra:第2の層、122Rb:第2の層、122Rc:第2の層、123:絶縁層、130:電子ブロック層、601:ソース線駆動回路、602:画素部、603:ゲート線駆動回

路、604：封止基板、605：シール材、607：空間、608：配線、609：FPC（フレキシブルプリントサーキット）、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、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、1024R 第1の電極、1024G 第1の電極、1024B 第1の電極、1025 隔壁、1028 EL層、1029 第2の電極、1031 封止基板、1032 シール材、1034R 赤色の着色層、1034G 緑色の着色層、1034B 青色の着色層、1035 ブラックマトリクス、1037 第3の層間絶縁膜、1040 画素部、1041 駆動回路部、1042 周辺部、2100：ロボット、2110：演算装置、2101：照度センサ、2102：マイクロフォン、2103：上部カメラ、2104：スピーカ、2105：ディスプレイ、2106：下部カメラ、2107：障害物センサ、2108：移動機構、5000：筐体、5001：表示部、5002：第2の表示部、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、5150：携帯情報端末、5151：筐体、5152：表示領域、5153：屈曲部、5120：ゴミ、5200：表示領域、5201：表示領域、5202：表示領域、5203：表示領域、7101：筐体、7103：表示部、7105：スタンド、7107：表示部、7109：操作キー、7110：リモコン操作機、7201：本体、7202：筐体、7203：表示部、7204：キーボード、7205：外部接続ポート、7206：ポインティングデバイス、7210：表示部、7401：筐体、7402：表示部、7403：操作ボタン、7404：外部接続ポート、7405：スピーカ、7406：マイク、9310：携帯情報端末、9311：表示パネル、9313：ヒンジ、9315：筐体

請求の範囲

[請求項 1]

第 1 の発光デバイスと、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 1 の電極と、第 2 の電極と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に挟まれた第 1 の発光層と、前記第 1 の電極と前記第 1 の発光層との間に挟まれた第 1 の層と、を有し、
前記第 2 の発光デバイスは、第 3 の電極と、第 4 の電極と、前記第 3 の電極と前記第 4 の電極との間に挟まれた第 2 の発光層と、前記第 3 の電極と前記第 2 の発光層との間に挟まれた第 2 の層と、前記第 3 の電極と前記第 2 の発光層との間に挟まれた第 3 の層と、を有し、
前記第 1 の発光層は、第 1 の発光物質を有し、
前記第 2 の発光層は、第 2 の発光物質を有し、
前記第 1 の発光物質の発光ピーク波長は、前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長よりも短波長であり、
前記第 1 の層と前記第 2 の層は各々同一の材料を含み、
前記第 1 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 1 の層の常光屈折率が前記第 1 の発光層の常光屈折率よりも低く、
前記第 1 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 1 の層の常光屈折率が 1.75 以下である発光装置。

[請求項 2]

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 1 の電極と、第 2 の電極と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に挟まれた第 1 の発光層と、前記第 1 の電極と前記第 1 の発光層との間に挟まれた第 1 の層と、を有し、
前記第 2 の発光デバイスは、第 3 の電極と、第 4 の電極と、前記第 3 の電極と前記第 4 の電極との間に挟まれた第 2 の発光層と、前記第 3 の電極と前記第 2 の発光層との間に挟まれた第 2 の層と、前記第 3 の電極と前記第 2 の発光層との間に挟まれた第 3 の層と、を有し、
前記第 1 の発光層は、第 1 の発光物質を有し、
前記第 2 の発光層は、第 2 の発光物質を有し、
前記第 1 の発光物質の発光ピーク波長は、前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長よりも短波長であり、
前記第 1 の層と前記第 2 の層は各々同一の材料から構成され、
前記第 1 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 1 の層の常光屈折率が前記第 1 の発光層の常光屈折率よりも低く、
前記第 1 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 1 の層の常光屈折率が 1.75 以下である発光装置。

[請求項 3]

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 1 の電極と、第 2 の電極と、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に挟まれた第 1 の発光層と、前記第 1 の電極と前記第 1 の発光層との間に挟まれた第 1 の層と、を有し、

前記第2の発光デバイスは、第3の電極と、第4の電極と、前記第3の電極と前記第4の電極との間に挟まれた第2の発光層と、前記第3の電極と前記第2の発光層との間に挟まれた第2の層と、前記第3の電極と前記第2の発光層との間に挟まれた第3の層と、を有し、

前記第1の発光層は、第1の発光物質を有し、

前記第2の発光層は、第2の発光物質を有し、

前記第1の発光物質の発光ピーク波長は、前記第2の発光物質の発光ピーク波長よりも短波長であり、

前記第1の層と前記第2の層は各々同様の構成を有し、

前記第1の発光物質の発光ピーク波長における、前記第1の層の常光屈折率が前記第1の発光層の常光屈折率よりも低く、

前記第1の発光物質の発光ピーク波長における、前記第1の層の常光屈折率が1.75以下である発光装置。

[請求項4]

請求項1乃至請求項3のいずれか一において、

前記第1の発光物質の発光ピーク波長における、前記第1の層の常光屈折率が、前記第1の発光層の常光屈折率よりも0.15以上低い発光装置。

[請求項5]

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第3の層が、前記第3の電極と前記第2の層との間に位置する発光装置。

[請求項6]

請求項5において、

前記第2の発光物質の発光ピーク波長における、前記第3の層の常光屈折率が、前記第2の発光層の常光屈折率よりも低い発光装置。

[請求項7]

請求項5において、

前記第2の発光物質の発光ピーク波長における、前記第3の層の常光屈折率が1.75以下である発光装置。

[請求項8]

請求項5乃至請求項7のいずれか一において、

前記第2の発光物質の発光ピーク波長における、前記第3の層の常光屈折率と、前記第2の層の常光屈折率との差が、0.05以下である発光装置。

[請求項9]

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第1の層は、第4の層と、前記第4の層と前記第1の発光層との間に挟まれた第5の層と、を有し、

前記第2の層は、第6の層と、前記第6の層と前記第2の発光層との間に挟まれた第7の層と、を有し、

前記第3の層は、前記第6の層と前記第7の層との間に位置し、

前記第4の層と前記第6の層は、各々同一の材料を含み、

前記第5の層と前記第7の層は、各々同一の材料を含む発光装置。

[請求項 10]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、

前記第 1 の層は、第 4 の層と、前記第 4 の層と前記第 1 の発光層との間に挟まれた第 5 の層と、を有し、

前記第 2 の層は、第 6 の層と、前記第 6 の層と前記第 2 の発光層との間に挟まれた第 7 の層と、を有し、

前記第 3 の層は、前記第 6 の層と前記第 7 の層との間に位置し、

前記第 4 の層と前記第 6 の層は、各々同一の材料から構成され、

前記第 5 の層と前記第 7 の層は、各々同一の材料から構成される発光装置。

[請求項 11]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、

前記第 1 の層は、第 4 の層と、前記第 4 の層と前記第 1 の発光層との間に挟まれた第 5 の層と、を有し、

前記第 2 の層は、第 6 の層と、前記第 6 の層と前記第 2 の発光層との間に挟まれた第 7 の層と、を有し、

前記第 3 の層は、前記第 6 の層と前記第 7 の層との間に位置し、

前記第 4 の層と前記第 6 の層は、各々同様の構成を有し、

前記第 5 の層と前記第 7 の層は、各々同様の構成を有する発光装置。

[請求項 12]

請求項 9 乃至請求項 11 のいずれか一において、

前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 3 の層の常光屈折率が、前記第 2 の層の常光屈折率以上である発光装置。

[請求項 13]

請求項 12 において、

前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 3 の層の常光屈折率が、前記第 2 の層の常光屈折率よりも 0.15 以上高い発光装置。

[請求項 14]

請求項 12 または請求項 13 において、

前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 3 の層の常光屈折率が 1.90 以上である発光装置。

[請求項 15]

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、

前記第 3 の層が、前記第 2 の層と前記第 2 の発光層との間に位置する発光装置。

[請求項 16]

請求項 15 において、

前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 3 の層の常光屈折率が、前記第 2 の発光層の常光屈折率よりも低い発光装置。

[請求項 17]

請求項 15 において、

前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 3 の層の常光屈折率が 1.75 以下であ

る発光装置。

[請求項 18]

請求項 15 において、

前記第 2 の発光物質の発光ピーク波長における、前記第 3 の層の常光屈折率が、前記第 2 の層の常光屈折率以下である発光装置。

[請求項 19]

請求項 1 乃至請求項 18 のいずれか一項に記載の発光装置を備えた表示装置。

[請求項 20]

請求項 1 乃至請求項 18 のいずれか一項に記載の発光装置と、センサと、操作ボタンと、スピーカまたはマイクと、を有する電子機器。

図1A

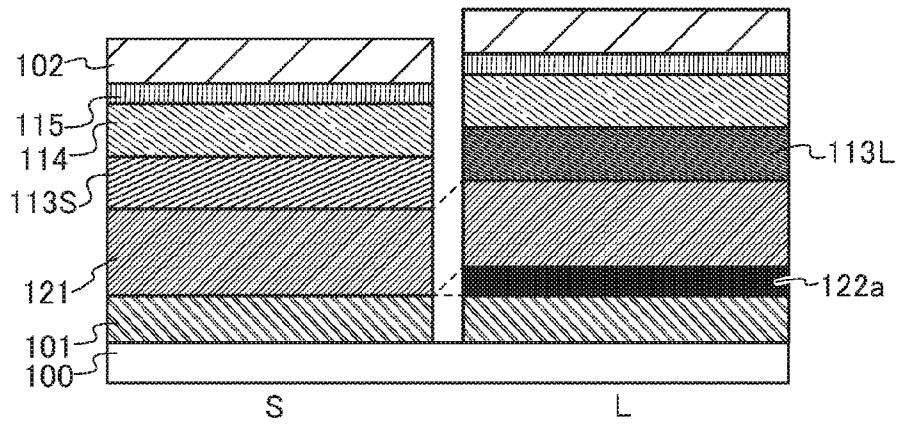


図1B

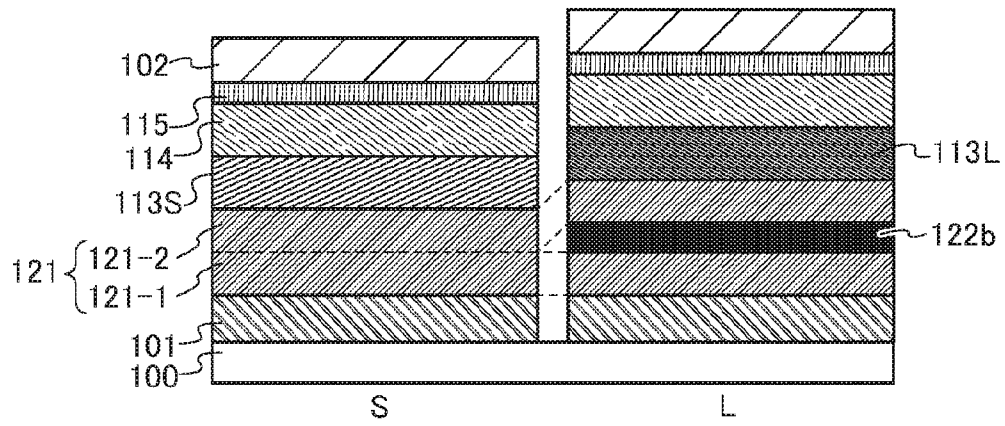


図1C

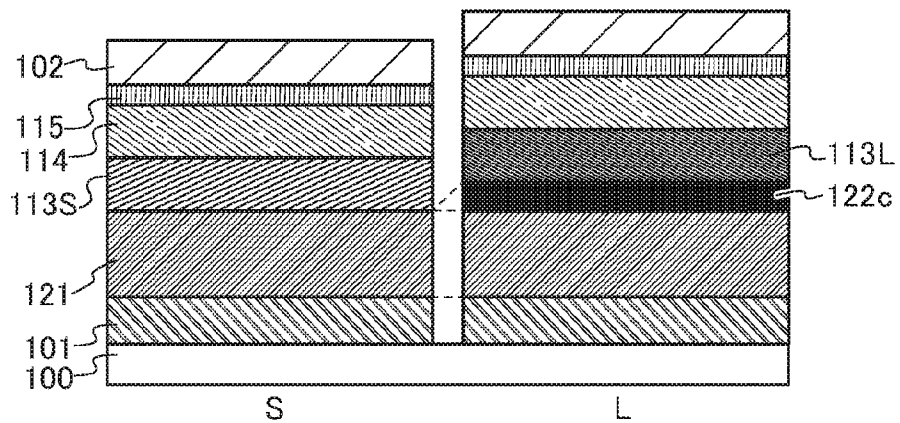
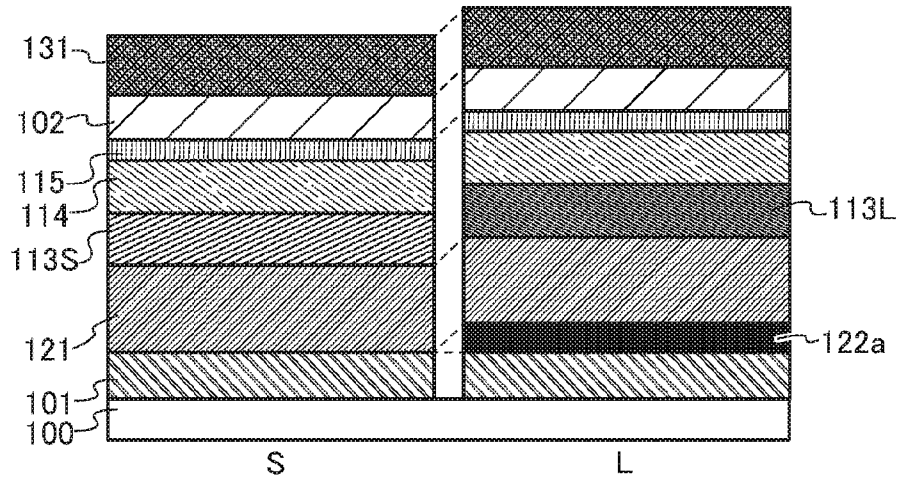


図2



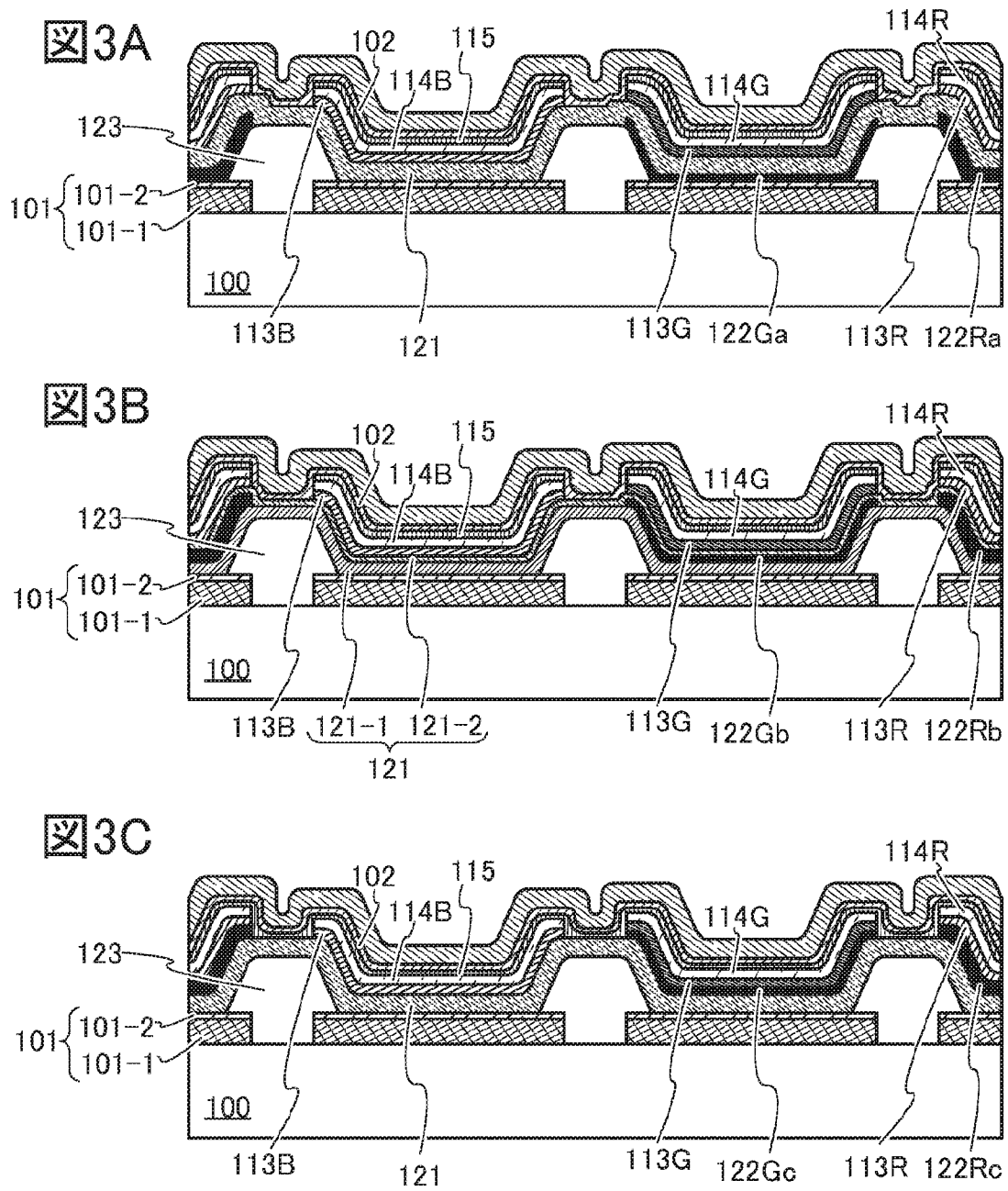


図4A

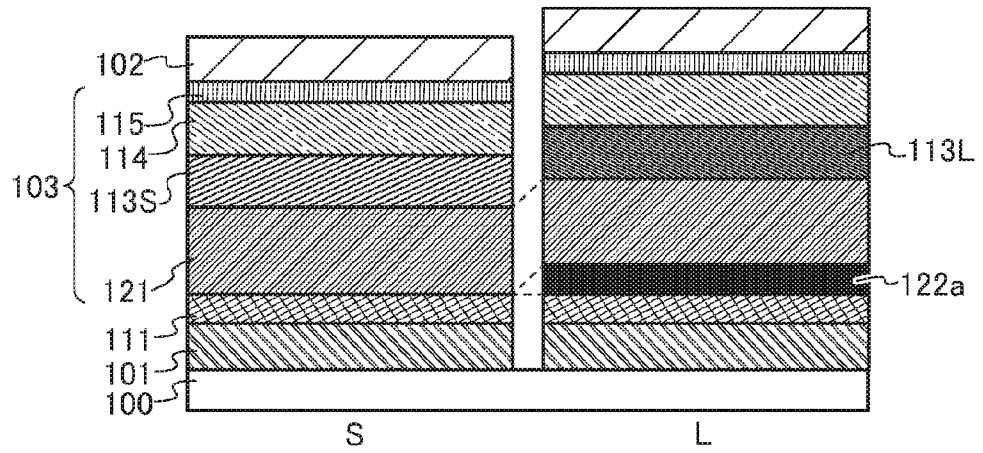


図4B

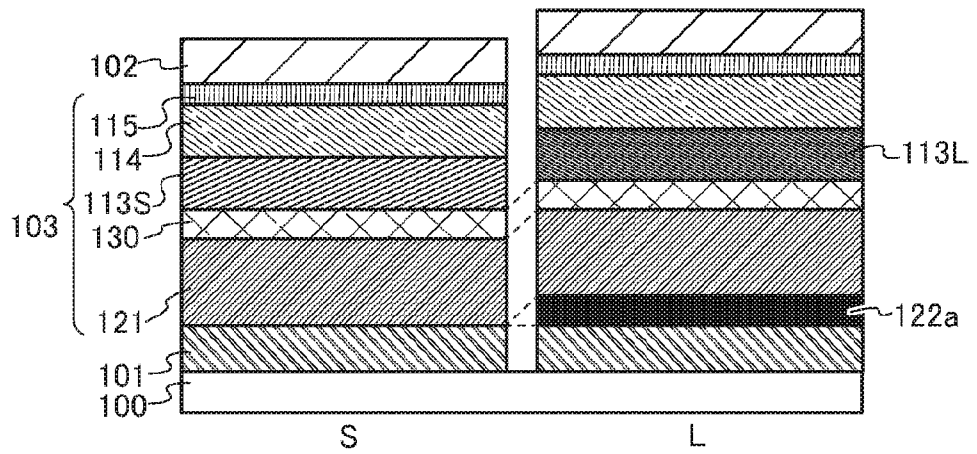


図5

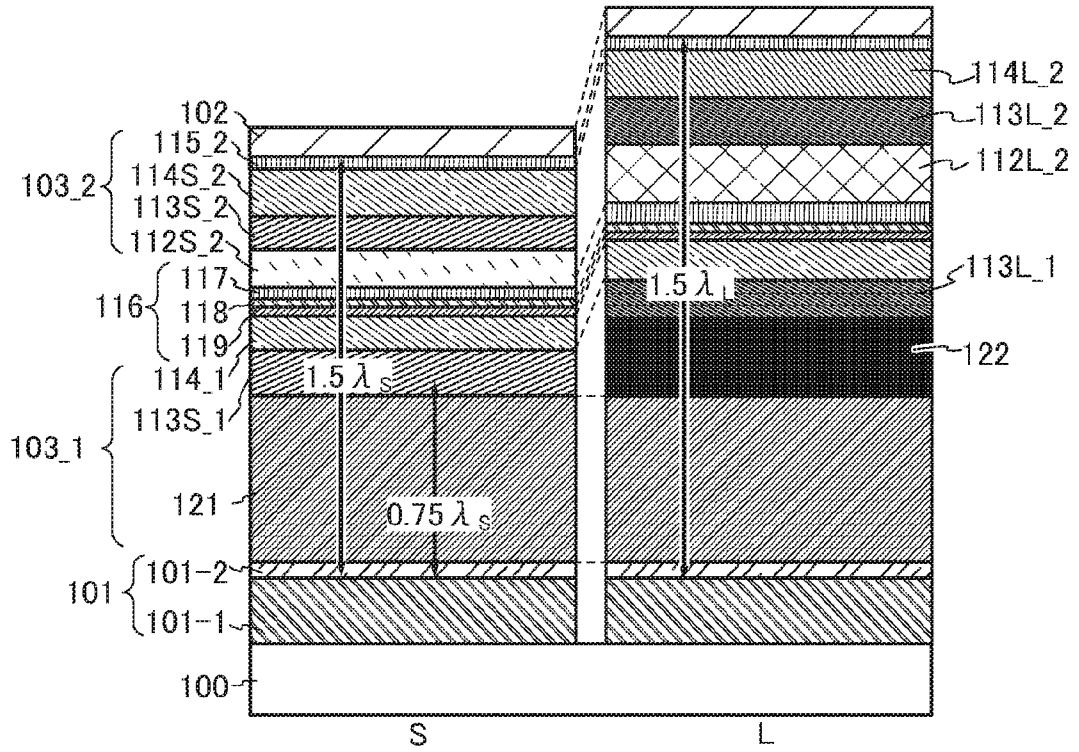


图 6A

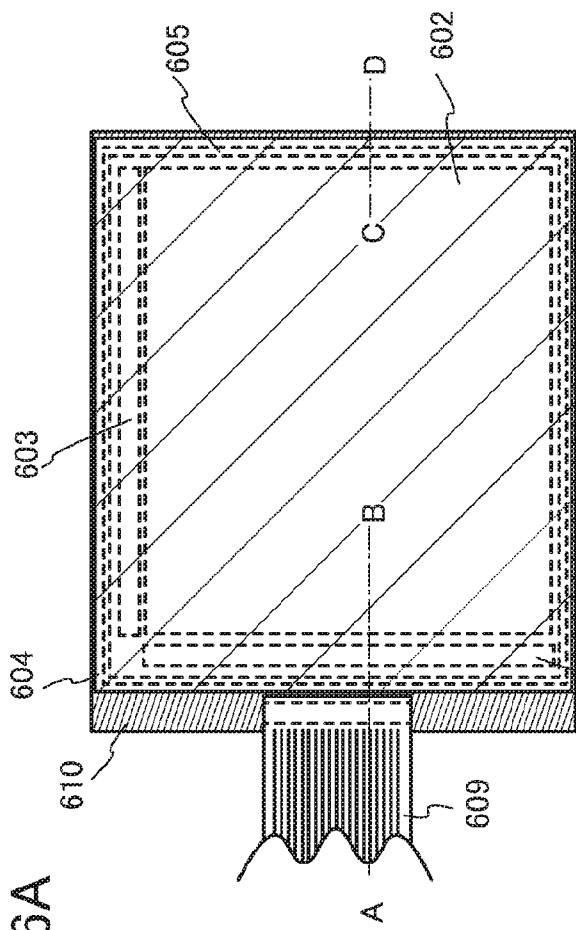
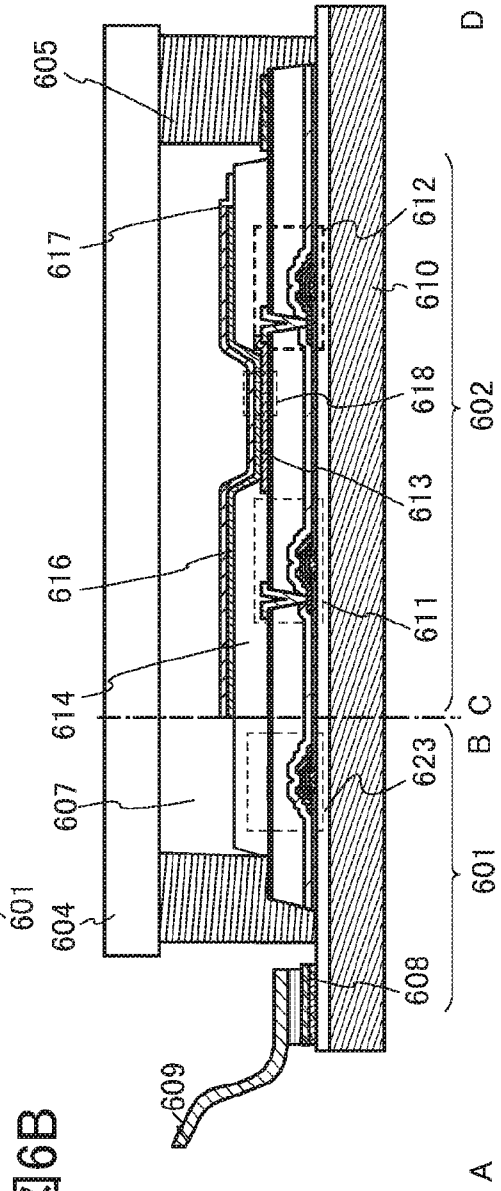
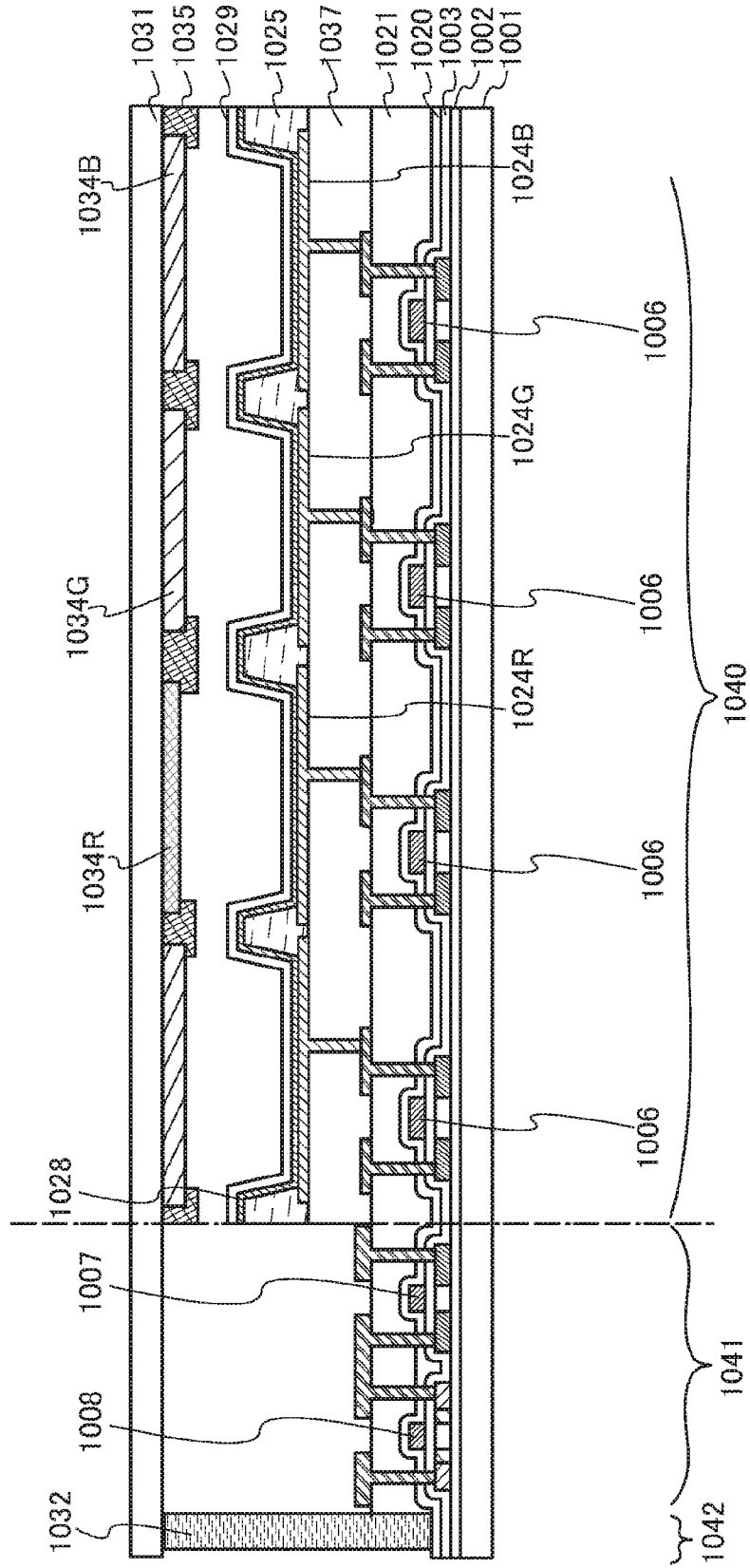


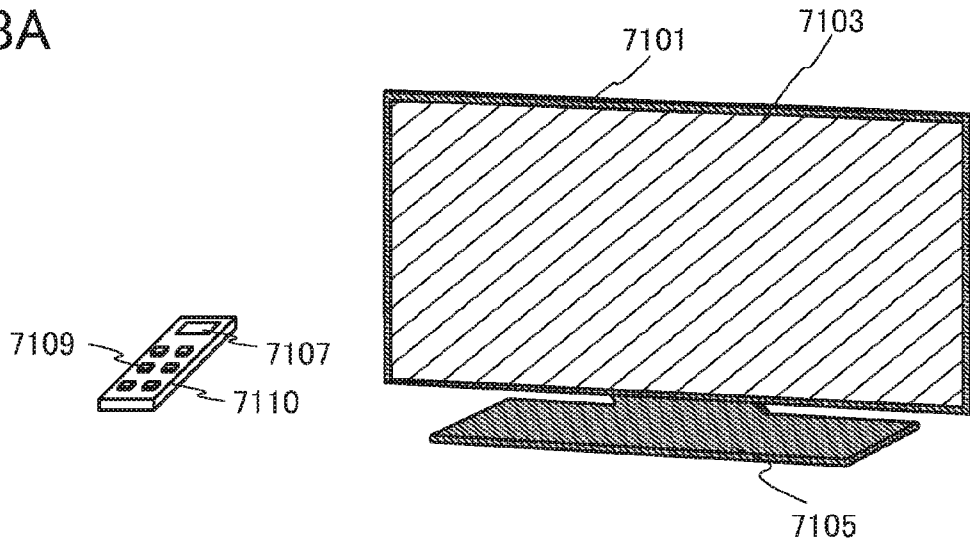
图 6B



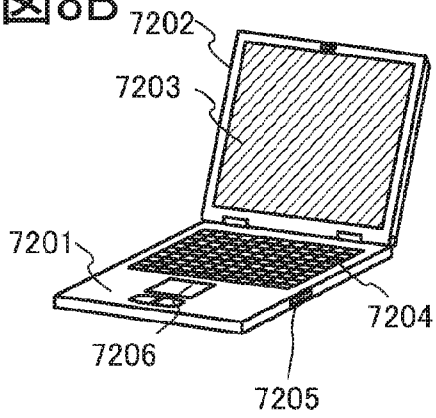
7



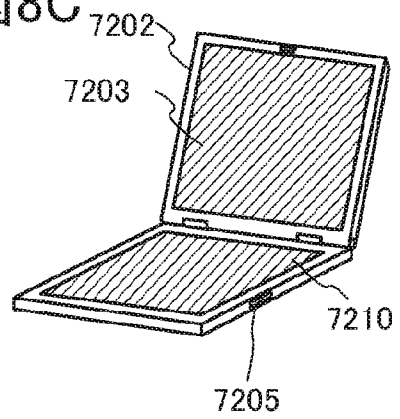
8A



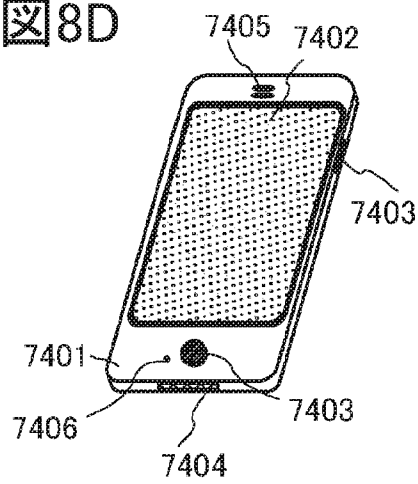
8B



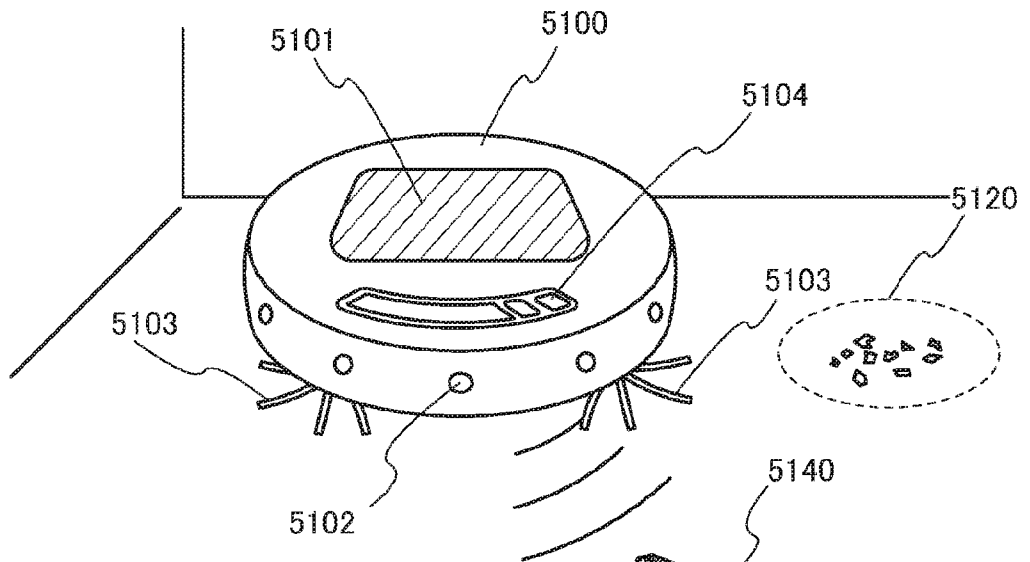
8C



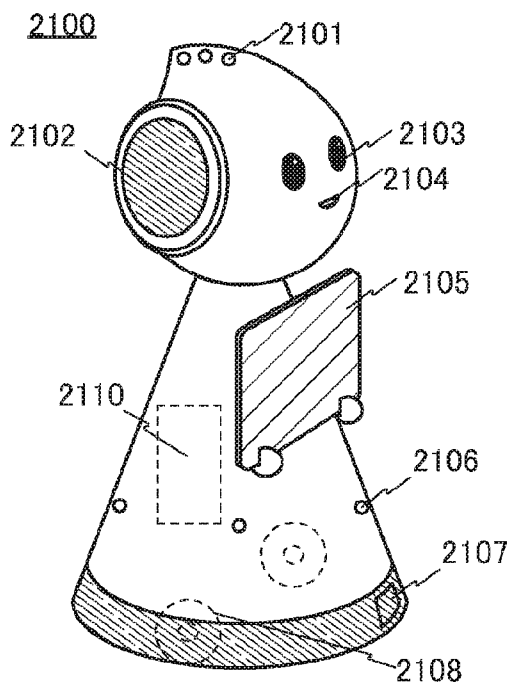
8D



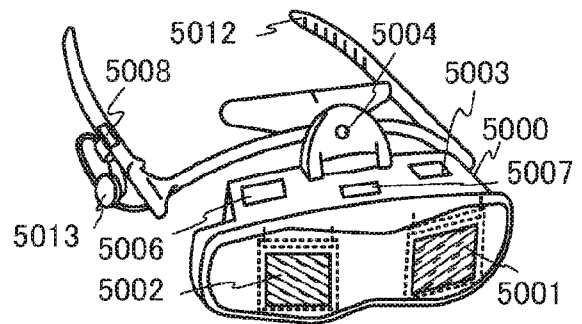
9A



9B



9C



10

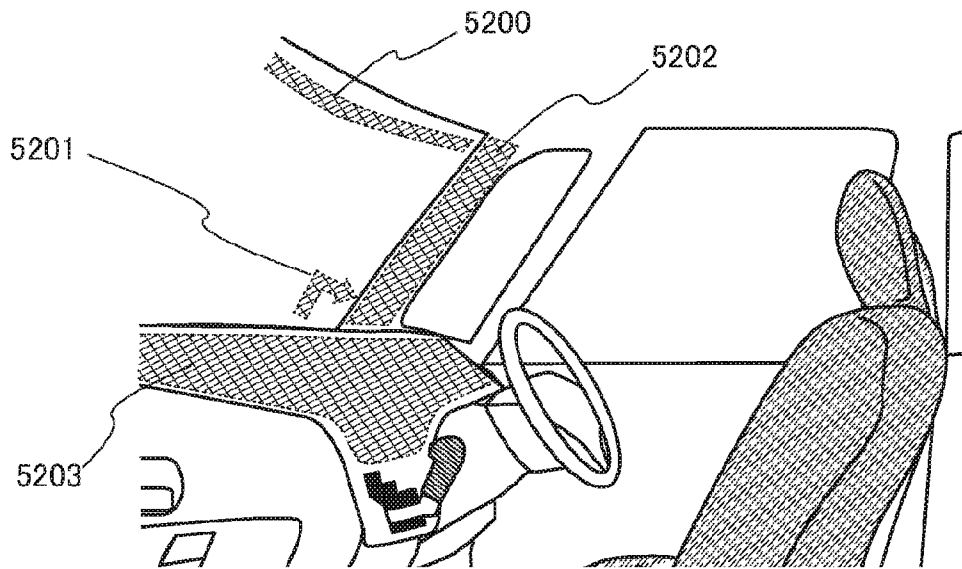


図11A

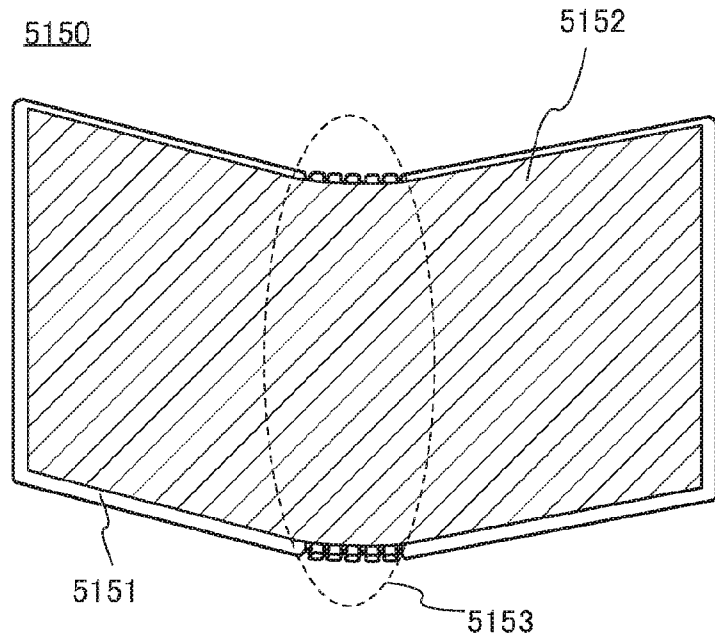
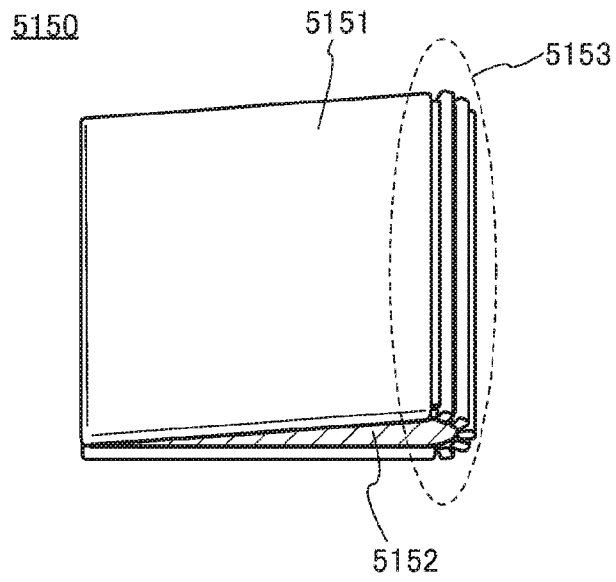
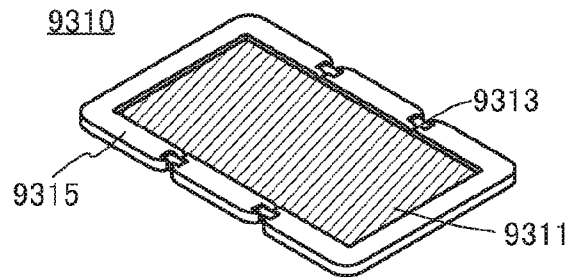


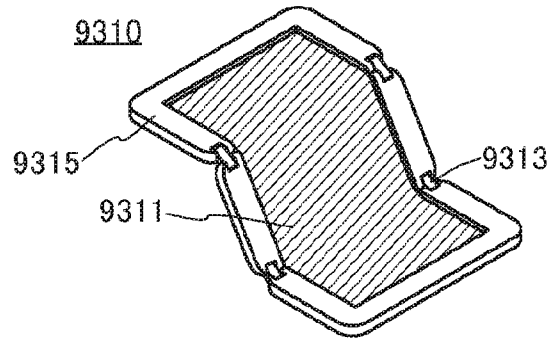
図11B



12A



12B



12C

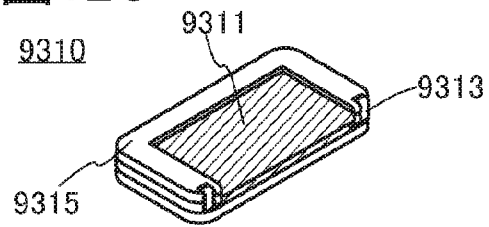


図13

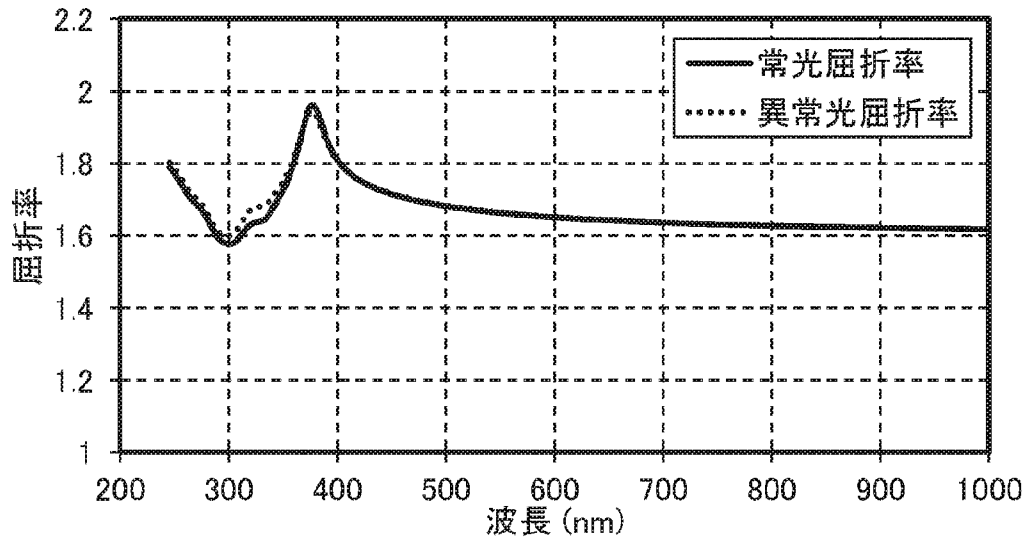


図14

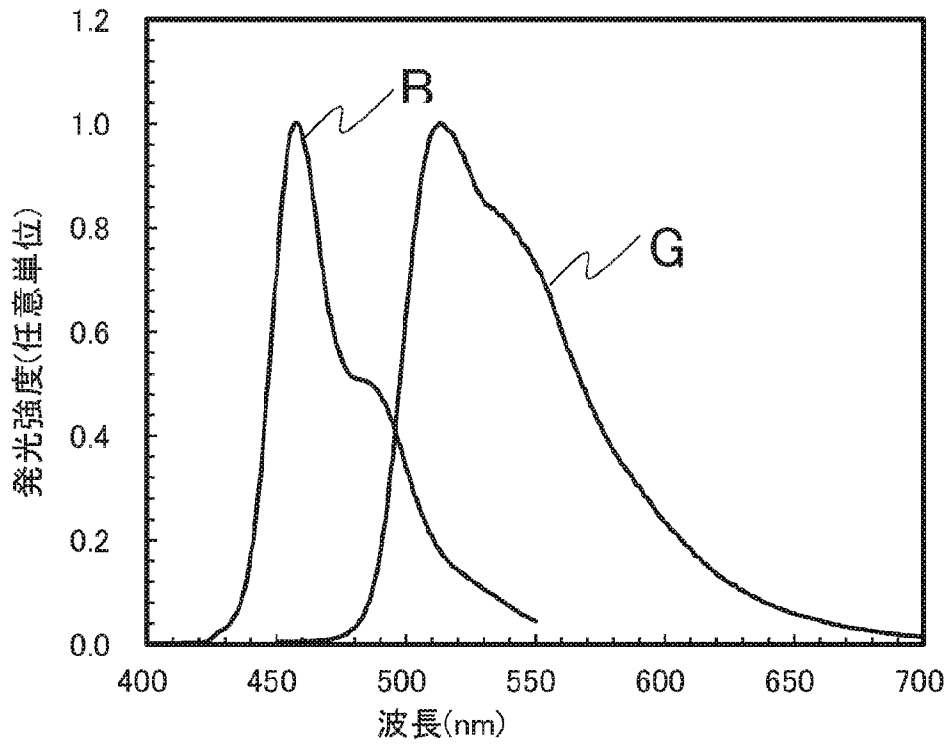


図 15

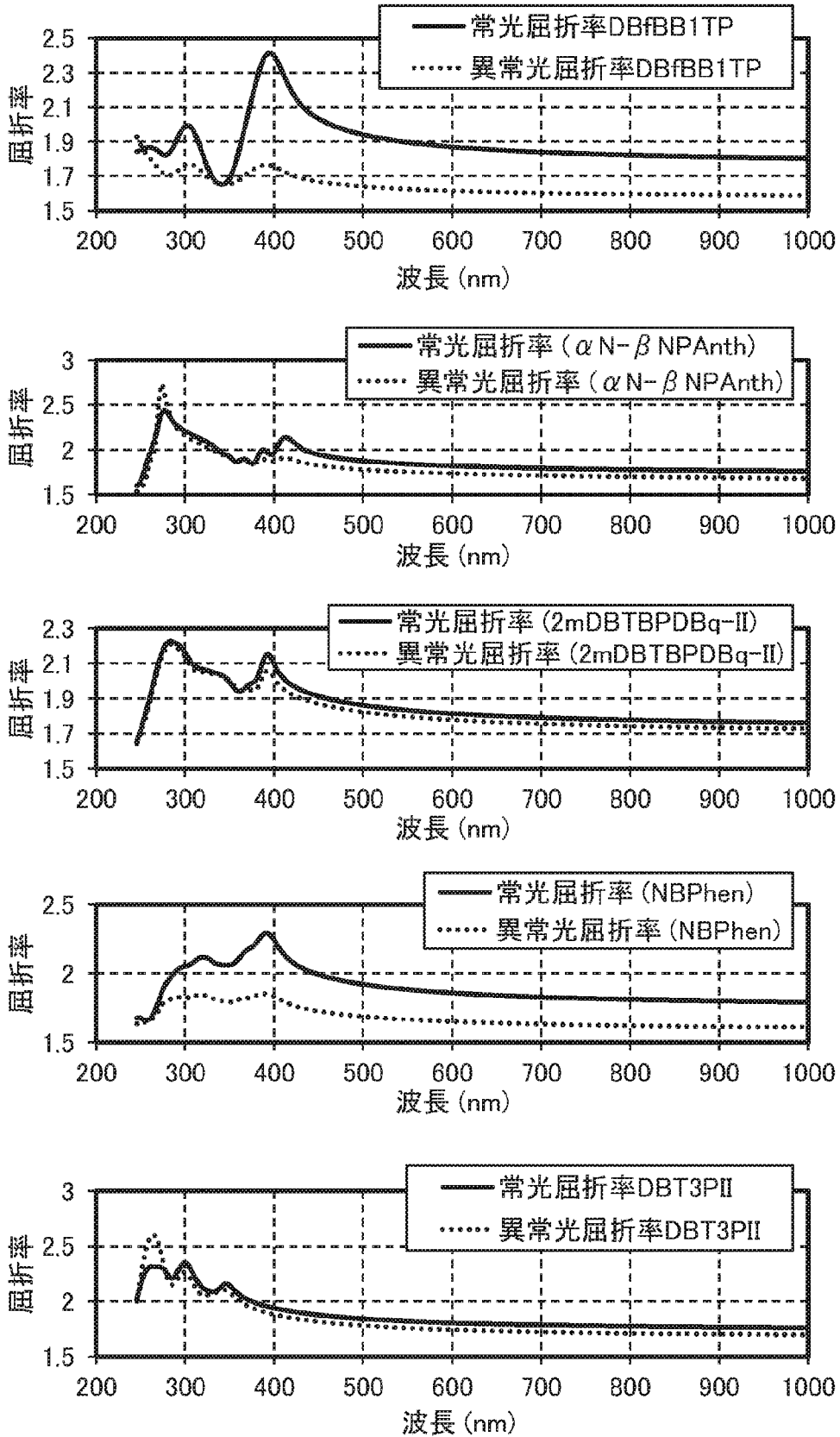


図16

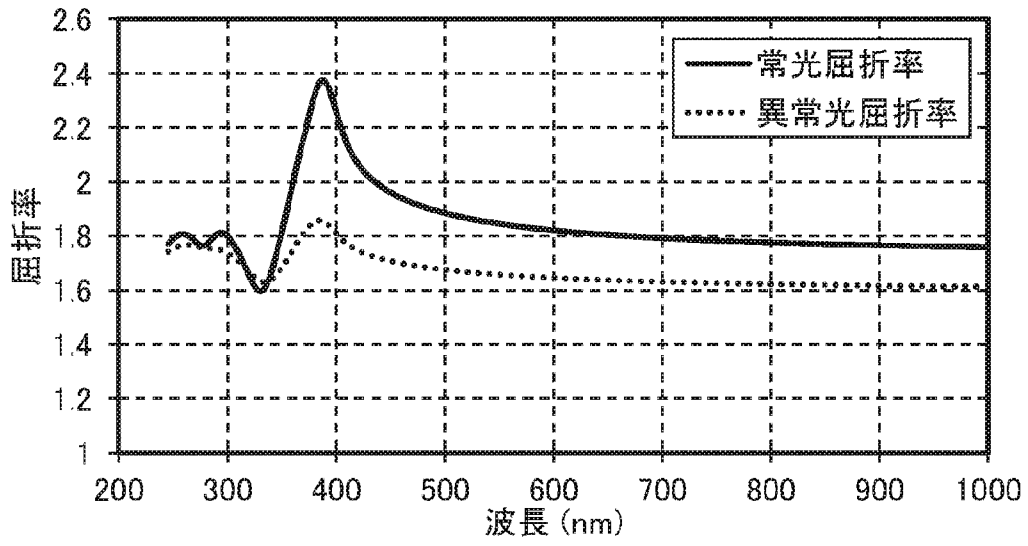


図17

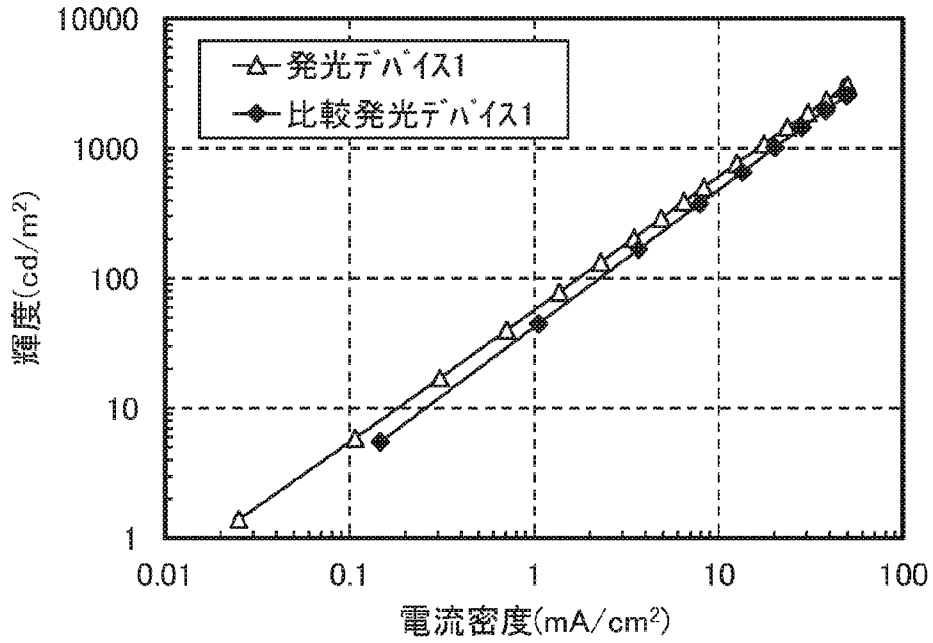


図18

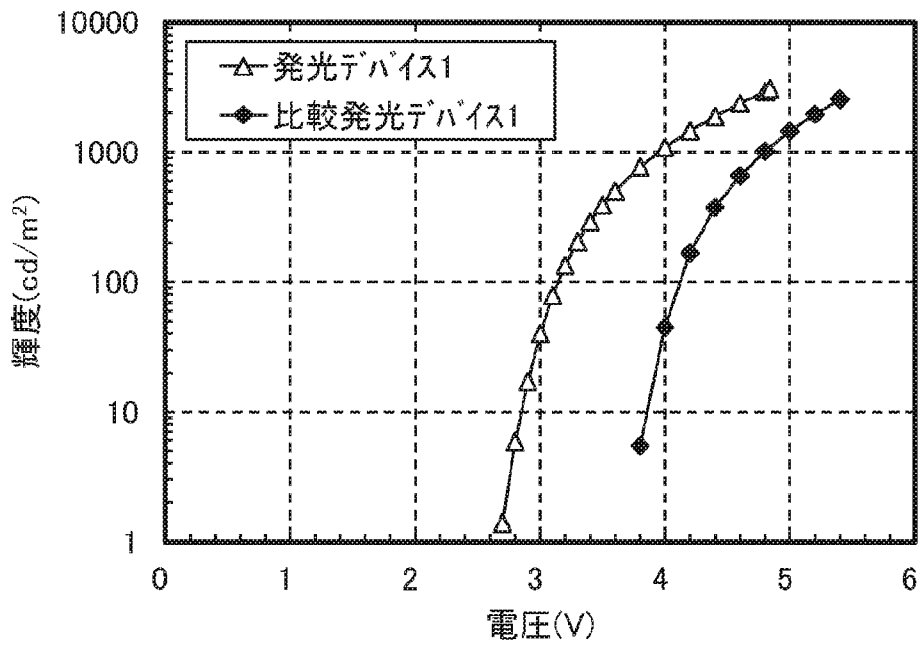


図19

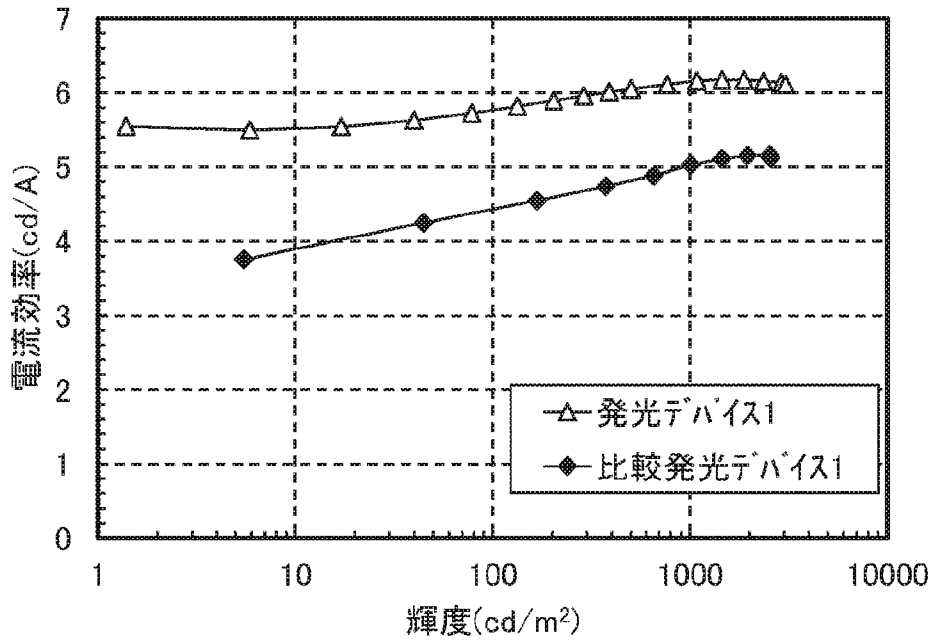


図20

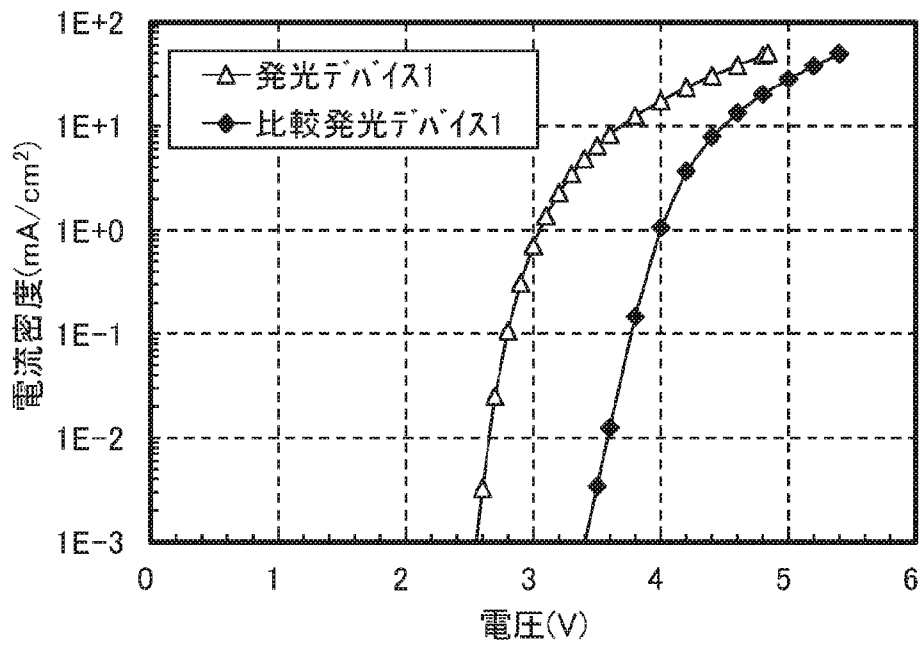


図21

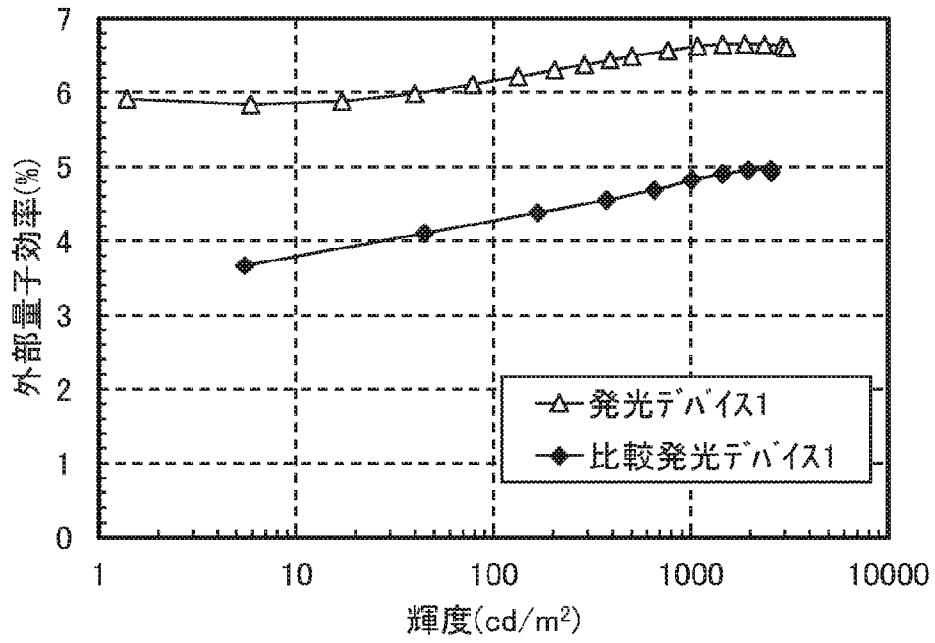
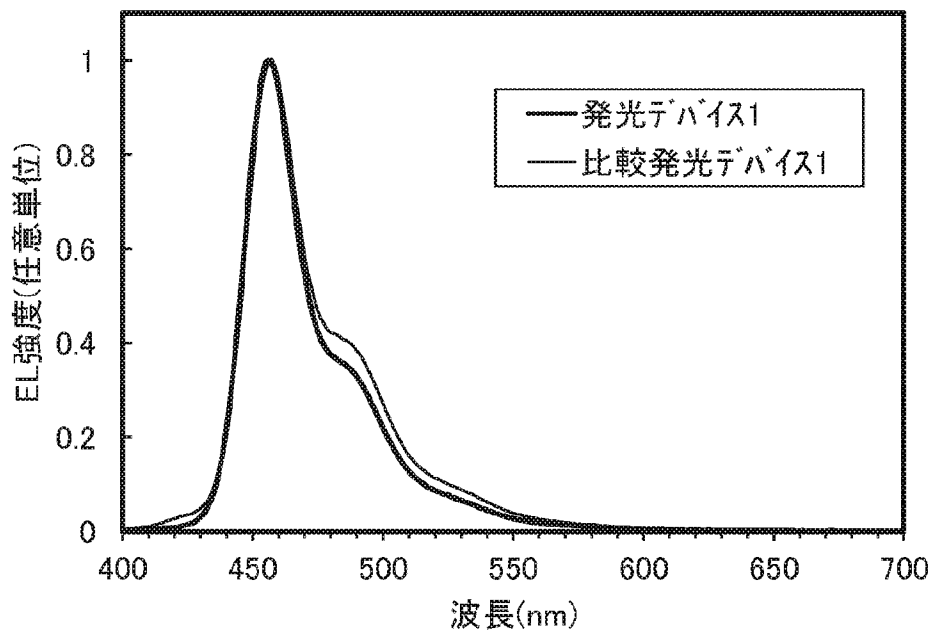


図22



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/060213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H10K 50/00</i> (2023.01)i; <i>G09F 9/30</i> (2006.01)i; <i>H05B 33/12</i> (2006.01)i; <i>H10K 50/15</i> (2023.01)i; <i>H10K 50/16</i> (2023.01)i; <i>H10K 59/00</i> (2023.01)i FI: H05B33/14 A; H10K59/00; H05B33/12 C; H05B33/12 B; G09F9/30 365; H05B33/22 C; H05B33/22 A		
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) H10K50/00; G09F9/30; H05B33/12; H10K50/15; H10K50/16; 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)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2018/211377 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 22 November 2018 (2018-11-22) claims, light emitting elements 5-12, 23-30, 35-46, fig. 2, 6, 7	1-20
Y	JP 2000-323277 A (PIONEER CORP.) 24 November 2000 (2000-11-24) paragraphs [0020], [0025], fig. 2, 3	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 January 2023		Date of mailing of the international search report 17 January 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/IB2022/060213

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2018/211377	A1	22 November 2018	US 2020/0176692 A1 claims, light emitting elements 5-12, 23-30, 35-46, fig. 2, 6, 7 CN 110603658 A KR 10-2020-0007839 A	

JP	2000-323277	A	24 November 2000	US 2003/0044639 A1 paragraphs [0051], [0056], fig. 2, 3 EP 1052708 A2	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>H10K 50/00(2023.01)i; G09F 9/30(2006.01)i; H05B 33/12(2006.01)i; H10K 50/15(2023.01)i; H10K 50/16(2023.01)i; H10K 59/00(2023.01)i FI: H05B33/14 A; H10K59/00; H05B33/12 C; H05B33/12 B; G09F9/30 365; H05B33/22 C; H05B33/22 A</p>											
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H10K50/00; G09F9/30; H05B33/12; H10K50/15; H10K50/16; H10K59/00</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 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	
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										
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2018/211377 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）22.11.2018（2018-11-22） 請求の範囲、発光素子5-12, 23-30, 35-46、図2, 6, 7等</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2000-323277 A（パイオニア株式会社）24.11.2000（2000-11-24） [0020] [0025]、図2、3等</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y	WO 2018/211377 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）22.11.2018（2018-11-22） 請求の範囲、発光素子5-12, 23-30, 35-46、図2, 6, 7等	1-20	Y	JP 2000-323277 A（パイオニア株式会社）24.11.2000（2000-11-24） [0020] [0025]、図2、3等	1-20
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
Y	WO 2018/211377 A1（株式会社半導体エネルギー研究所）22.11.2018（2018-11-22） 請求の範囲、発光素子5-12, 23-30, 35-46、図2, 6, 7等	1-20									
Y	JP 2000-323277 A（パイオニア株式会社）24.11.2000（2000-11-24） [0020] [0025]、図2、3等	1-20									
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>											
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>											
<p>国際調査を完了した日</p> <p>06.01.2023</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>17.01.2023</p>										
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>藤岡 善行 20 9225</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3271</p>										

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/IB2022/060213

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2018/211377	A1	22.11.2018	US	2020/0176692	A1	
				請求の範囲、発光素子 5-12, 23-30, 35-46、図 2, 6, 7 等			
				CN	110603658	A	
				KR	10-2020-0007839	A	
JP	2000-323277	A	24.11.2000	US	2003/0044639	A1	
				[0051] [0056]、図 2、3 等			
				EP	1052708	A2	