(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
2017 年 4 月 20 日(20.04.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/065295 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) *C09K 11/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/080601

(22) 国際出願日: 2016 年 10 月 14 日(14.10.2016)

(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 2015-204023 2015 年 10 月 15 日(15.10.2015) JP

(71) 出願人: 出光興産株式会社 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008321 東京都千代田区丸の内三丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 荻原 俊成 (OGIWARA Toshinari); 〒2990293 千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地 Chiba (JP). 吉田 圭 (YOSHIDA Kei); 〒2990293 千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地 Chiba (JP). 河村 祐一郎 (KAWAMURA Yuichiro); 〒2990293 千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地 Chiba (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人樹之下知的財産事務所 (KINOSHITA & ASSOCIATES); 〒1670051 東京都杉並区荻窪五丁目２６番１３号 荻窪ＴＭビル３階 Tokyo (JP).

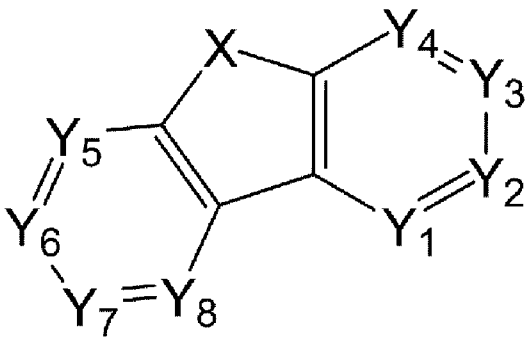
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,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

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

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称 : 有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器



(1)

(57) **Abstract**: Provided is an organic electroluminescent element including an anode, a light-emitting layer, and a cathode, the light-emitting layer comprising a first compound with delayed fluorescence properties represented by general formula (1) and a second compound with fluorescence emission properties.

(57) 要約: 陽極と、発光層と、陰極と、を含み、前記発光層は、下記一般式（１）で表される遅延蛍光性の第一の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物とを含む、有機エレクトロルミネッセンス素子。

WO 2017/065295 A1

明　細　書

発明の名称 ： 有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器に関する。

背景技術

[0002] 有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、「有機ＥＬ素子」という場合がある。）に電圧を印加すると、陽極から正孔が、また陰極から電子が、それぞれ発光層に注入される。そして、発光層において、注入された正孔と電子とが再結合し、励起子が形成される。このとき、電子スピンの統計則により、一重項励起子、および三重項励起子が２５％：７５％の割合で生成する。

一重項励起子からの発光を用いる蛍光型の有機ＥＬ素子は、携帯電話およびテレビ等のフルカラーディスプレイへ応用されつつあるが、内部量子効率２５％が限界といわれている。一重項励起子に加えて三重項励起子を利用し、有機ＥＬ素子をさらに効率的に発光させることが期待されている。

[0003] このような背景から、遅延蛍光を利用した高効率の蛍光型の有機ＥＬ素子が提案され、研究がなされている。

例えば、ＴＡＤＦ（Ｔｈｅｒｍａｌｌｙ　Ａｃｔｉｖａｔｅｄ　Ｄｅｌａｙｅｄ　Ｆｌｕｏｒｅｓｃｅｎｃｅ、熱活性化遅延蛍光）機構が研究されている。このＴＡＤＦ機構は、一重項準位と三重項準位とのエネルギー差（ΔＳＴ）の小さな材料を用いた場合に、三重項励起子から一重項励起子への逆項間交差が熱的に生じる現象を利用する機構である。熱活性化遅延蛍光については、例えば、『安達千波矢編、「有機半導体のデバイス物性」、講談社、２０１２年３月２２日、２６１－２６２ページ』に記載されている。このＴＡＤＦ機構を利用した有機ＥＬ素子が、例えば、非特許文献１に開示されている。

ＴＡＤＦ機構を利用した有機ＥＬ素子は、例えば、特許文献１にも開示さ

れている。特許文献１は、発光層において主に遅延蛍光発光性材料を発光させる方式の有機ＥＬ素子に関する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第２０１５／００２１５５５号明細書

非特許文献

[0005] 非特許文献1：Ｈ．Ｎａｋａｎｏｔａｎｉ，Ｎａｔ．Ｃｏｍｍｕｎ．，５，４０１６，２０１４

発明の概要

発明が解決しようとする課題

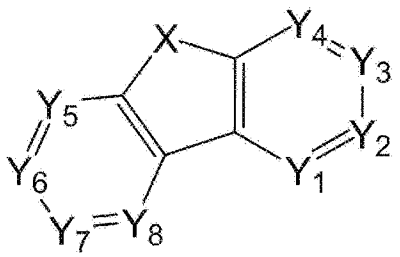
[0006] このようなＴＡＤＦ機構を利用した有機ＥＬ素子においても、発光効率のさらなる向上および色純度の向上が望まれている。

本発明の目的は、発光効率を向上させ、かつ色純度を向上させることのできる有機エレクトロルミネッセンス素子を提供すること、および当該有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様によれば、陽極と、発光層と、陰極と、を含み、前記発光層は、下記一般式（１）で表される遅延蛍光性の第一の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物とを含む、有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

[0008] [化1]



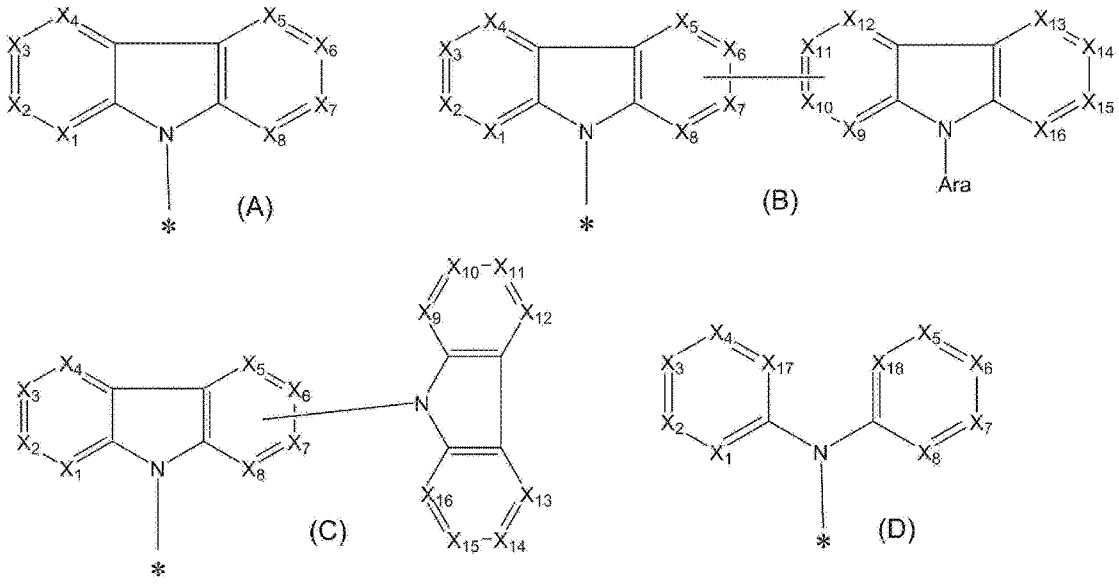
(1)

[0009] （前記一般式（１）中、Ｘは、酸素原子、硫黄原子、またはセレン原子であ

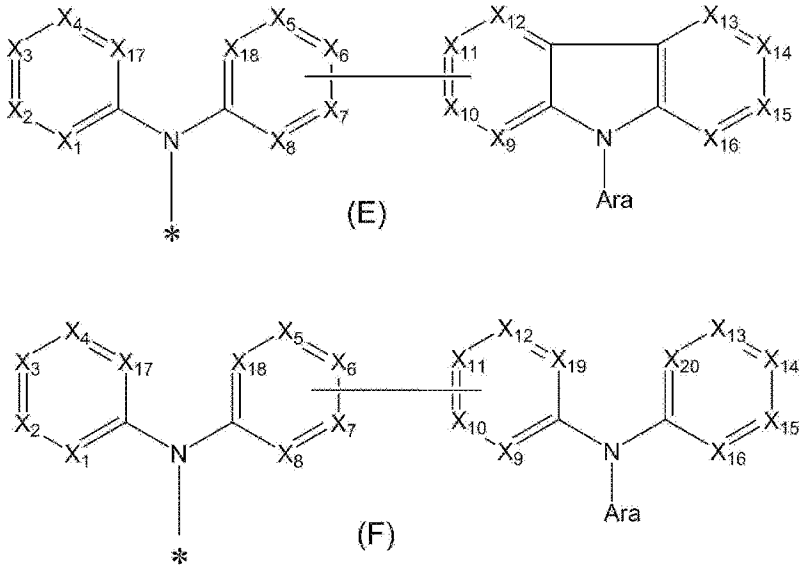
り、Y_1からY_8はそれぞれ独立に、CR_{1a}、CR_{1b}、または窒素原子であり、ただし、Y_1からY_8の少なくとも２つは窒素原子であり、かつY_1からY_8の少なくとも１つはCR_{1a}であり、R_{1a}は、それぞれ独立に、下記一般式（Ａ）～（Ｎ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、R_{1a}が複数存在する場合、複数のR_{1a}は、互いに同一でも異なっていてもよく、R_{1b}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのR_{1b}は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアラルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアリールアルコキシ基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換のシリル基、置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルキニル基、置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキニル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、置換もしくは無置換のカルボニル基、置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のカルボキシ基、シアノ基、置換もしくは無置換のスルファニル基、置換スルフィニル基、置換スルホニル基、および置換もしくは無置換のホスフォリル基からなる群から選択され、置換基としてのR_{1b}が複数存在する場合、置換基としての複数のR_{1b}は、互いに同一でも異なっていてもよい。）

[0010]

[化2]

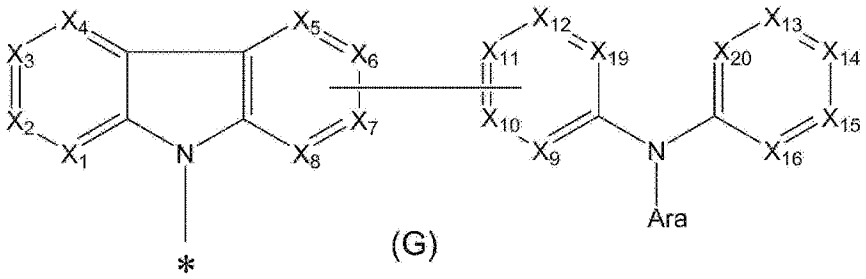


[0011] [化3]

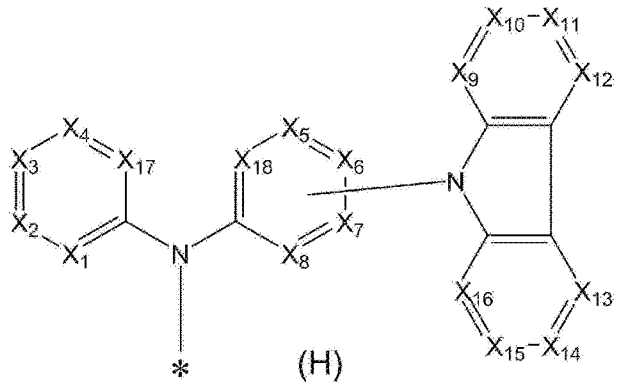


[0012]

[化4]

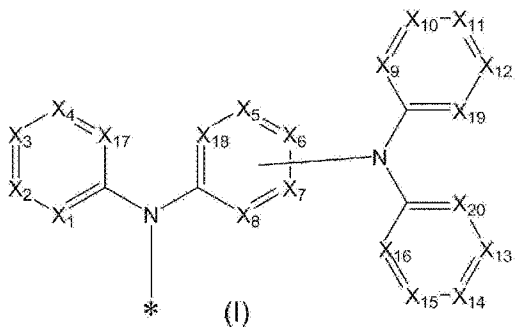


(G)

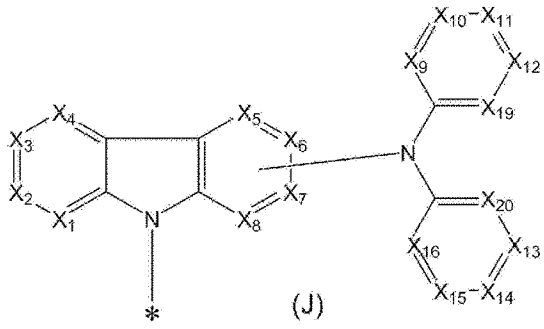


(H)

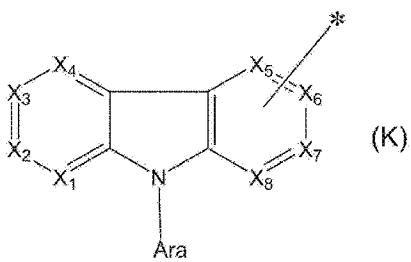
[0013] [化5]



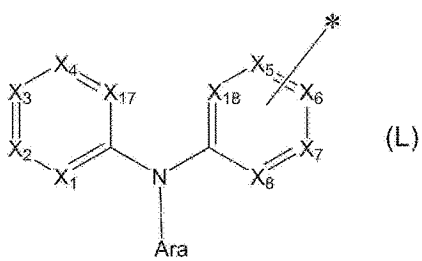
(I)



(J)



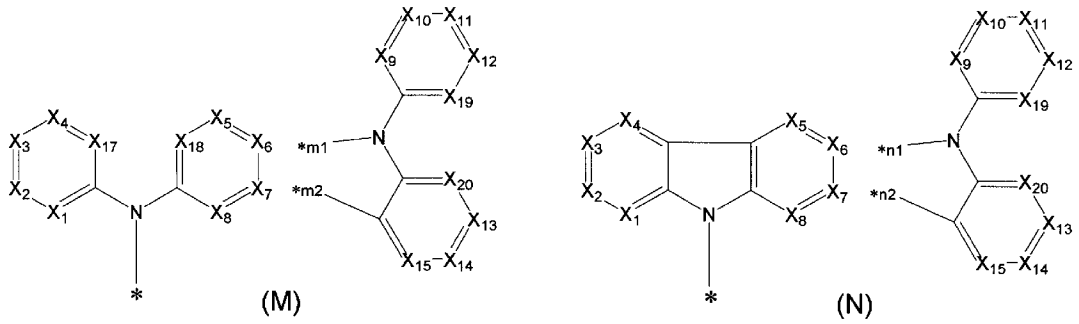
(K)



(L)

[0014]

[化6]



[0015] （前記一般式（Ａ）～（Ｎ）中、X_1～X_{20}は、それぞれ独立に、窒素原子またはＣＲｘであり、ただし、前記一般式（Ｂ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}のいずれかは、X_5～X_8のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｃ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{13}～X_{16}を含む縮合環における５員環中の窒素原子と結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｅ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}のいずれかは、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｆ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかは、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｇ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかは、X_5～X_8のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｈ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{13}～X_{16}を含む縮合環における５員環中の窒素原子と結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｉ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}を含む環とX_{13}～X_{16}およびX_{20}を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｊ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}を含む環とX_{13}～X_{16}およびX_{20}を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｋ

）において、X_5～X_8のいずれかは、Y_1～Y_8のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｌ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、Y_1～Y_8のいずれかと結合する炭素原子であり、前記一般式（Ｍ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、＊ｍ１と結合する炭素原子であり、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、＊ｍ２と結合する炭素原子であり、＊ｍ１および＊ｍ２は、それぞれ、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかとの結合部位であり、前記一般式（Ｎ）において、X_5～X_8のいずれかは、＊ｎ１と結合する炭素原子であり、X_5～X_8のいずれかは、＊ｎ２と結合する炭素原子であり、＊ｎ１および＊ｎ２は、それぞれ、X_5～X_8のいずれかとの結合部位であり、Ｒｘは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、置換基としてのＲｘは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、置換もしくは無置換のホスフォリル基、置換もしくは無置換のシリル基、シアノ基、ニトロ基、置換もしくは無置換のカルボキシ基、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアリールアルコキシ基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルケニル基、置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルキニル基、置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキニル基、アシル基、置換もしくは無置換のカルボニル基、エステル基、置換もしくは無置換のスルファニル基、置換もしくは無置換のスルフィニル基、置換もしくは無置換のスルホニル基、および置換もしくは無置換のホスファニル基からなる群から選択され、置換基としてのＲｘが複数存在する場合、置換基としての複数のＲｘは、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基としての複数のＲｘは、互いに直接結合して環を形成してもよ

いし、またはヘテロ原子を介して環を形成してもよく、Ａｒａは、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、置換もしくは無置換のホスフォリル基、および置換もしくは無置換のシリル基からなる群から選択され、＊は、Y_1～Y_8のいずれかとの結合部位である。）

[0016] 本発明の一態様によれば、前述の本発明の一態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器が提供される。

[0017] 本発明の一態様によれば、発光効率を向上させ、かつ色純度を向上させることのできる有機エレクトロルミネッセンス素子を提供すること、および当該有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]一実施形態に係る有機エレクトロルミネッセンス素子の一例の概略構成を示す図である。

[図2]過渡ＰＬを測定する装置の概略図である。

[図3]過渡ＰＬの減衰曲線の一例を示す図である。

[図4]発光層における第一の化合物および第二の化合物の、エネルギー準位およびエネルギー移動の関係を示す図である。

[図5]発光層における第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物の、エネルギー準位およびエネルギー移動の関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 〔第一実施形態〕

（有機ＥＬ素子の素子構成）

本実施形態に係る有機ＥＬ素子は、一対の電極間に有機層を備える。この有機層は、有機化合物で構成される少なくとも一層からなる。あるいは、こ

の有機層は、有機化合物で構成される複数の層が積層されてなる。有機層は、無機化合物をさらに含んでいてもよい。本実施形態の有機ＥＬ素子において、有機層のうち少なくとも一層は、発光層である。ゆえに、有機層は、例えば、一つの発光層で構成されていてもよいし、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、および障壁層等の有機ＥＬ素子で採用され得る層を含んでいてもよい。

[0020] 有機ＥＬ素子の代表的な素子構成としては、例えば、次の（ａ）～（ｅ）等の構成を挙げることができる。

（ａ）陽極／発光層／陰極

（ｂ）陽極／正孔注入・輸送層／発光層／陰極

（ｃ）陽極／発光層／電子注入・輸送層／陰極

（ｄ）陽極／正孔注入・輸送層／発光層／電子注入・輸送層／陰極

（ｅ）陽極／正孔注入・輸送層／発光層／障壁層／電子注入・輸送層／陰極

上記の中で（ｄ）の構成が好ましく用いられる。ただし、本発明は、これらの構成に限定されない。なお、上記「発光層」とは、発光機能を有する有機層である。前記「正孔注入・輸送層」は「正孔注入層および正孔輸送層のうちの少なくともいずれか１つ」を意味する。前記「電子注入・輸送層」は「電子注入層および電子輸送層のうちの少なくともいずれか１つ」を意味する。有機ＥＬ素子が、正孔注入層および正孔輸送層を有する場合には、正孔輸送層と陽極との間に正孔注入層が設けられていることが好ましい。また、有機ＥＬ素子が電子注入層および電子輸送層を有する場合には、電子輸送層と陰極との間に電子注入層が設けられていることが好ましい。また、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層および電子注入層は、それぞれ、一層で構成されていてもよいし、複数の層で構成されていてもよい。

[0021] 図１に、本実施形態に係る有機ＥＬ素子の一例の概略構成を示す。

有機ＥＬ素子１は、透光性の基板２と、陽極３と、陰極４と、陽極３と陰極４との間に配置された有機層１０と、を含む。有機層１０は、陽極３側か

ら順に、正孔注入層６、正孔輸送層７、発光層５、電子輸送層８、および電子注入層９が、この順番で積層されて構成される。

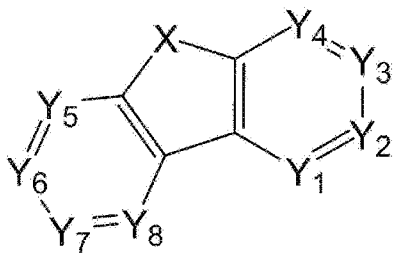
[0022] （発光層）

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１の発光層５は、第一の化合物および第二の化合物を含む。発光層５は、金属錯体を含んでもよい。発光層５は、燐光発光性の金属錯体を含まないことが好ましい。

[0023] ＜第一の化合物＞

本実施形態に係る第一の化合物は、遅延蛍光性の化合物である。本実施形態に係る第一の化合物は、下記一般式（１）で表される。

[0024] [化7]



(1)

[0025] 前記一般式（１）中、

Ｘは、酸素原子、硫黄原子、またはセレン原子であり、

Y_1からY_8はそれぞれ独立に、CR_{1a}（R_{1a}と結合する炭素原子）、CR_{1b}（R_{1b}と結合する炭素原子）、または窒素原子であり、

ただし、Y_1からY_8の少なくとも２つは窒素原子であり、かつY_1からY_8の少なくとも１つはCR_{1a}であり、

R_{1a}は、それぞれ独立に、下記一般式（Ａ）～（Ｎ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、R_{1a}が複数存在する場合、複数のR_{1a}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

R_{1b}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{1b}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアリールアルコキシ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキニル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換のカルボニル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルコキシカルボニル基、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

シアノ基、

置換もしくは無置換のスルファニル基、

置換スルフィニル基、

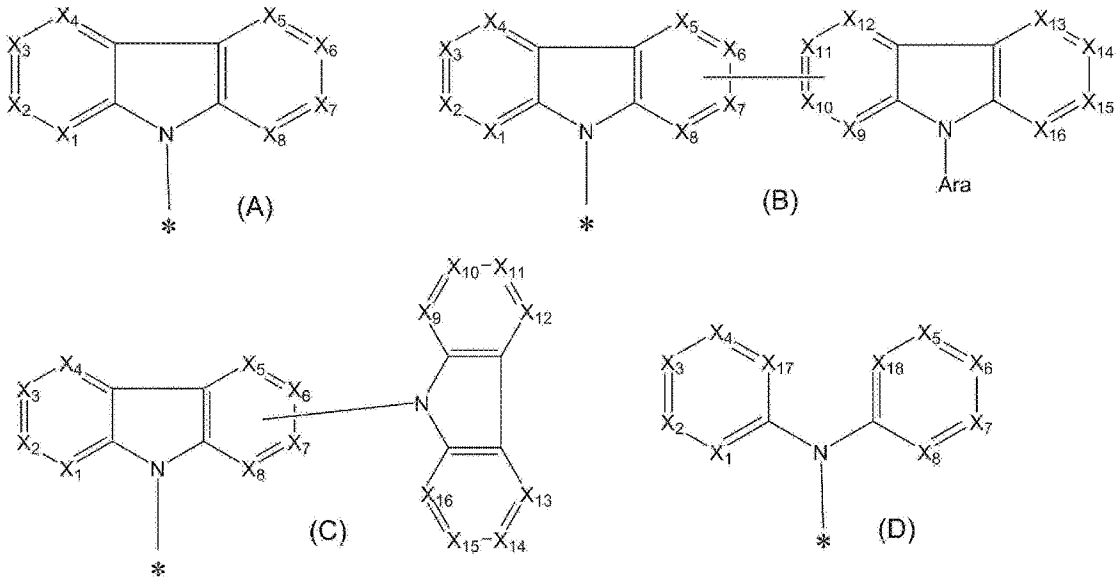
置換スルホニル基、および

置換もしくは無置換のホスフォリル基からなる群から選択され、

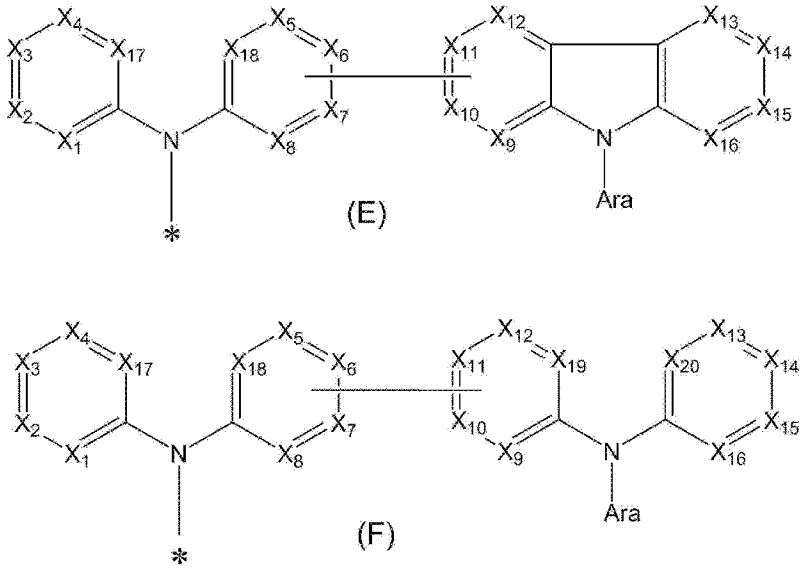
置換基としてのR_{1b}が複数存在する場合、置換基としての複数のR_{1b}は、互いに同一でも異なっていてもよい。

[0026]

[化8]

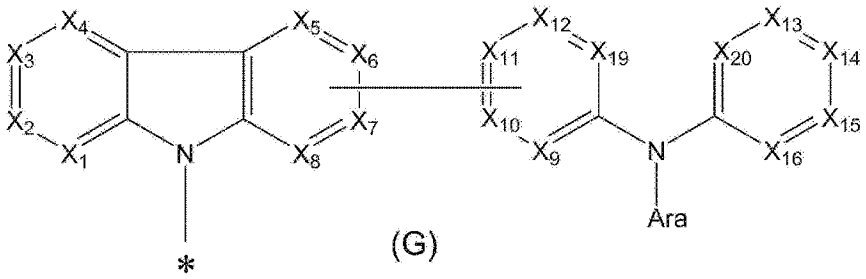


[0027] [化9]

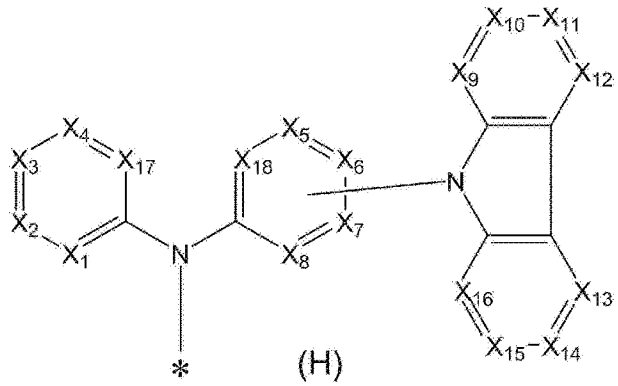


[0028]

[化10]

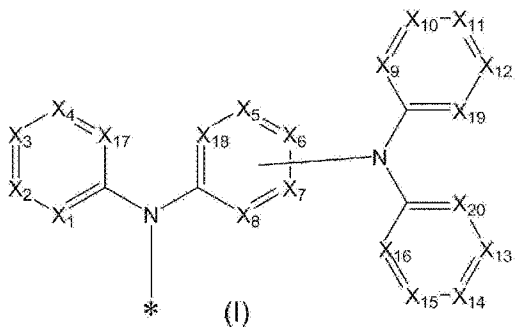


(G)

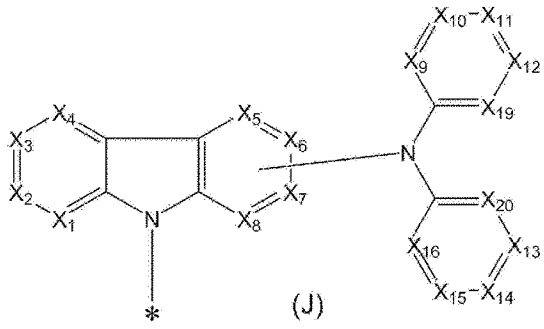


(H)

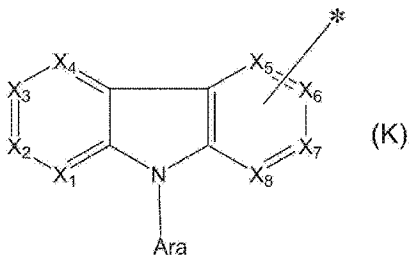
[0029] [化11]



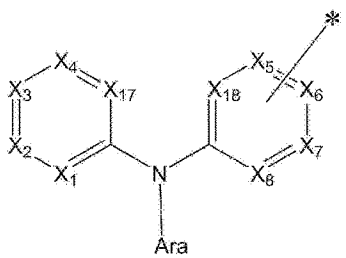
(I)



(J)



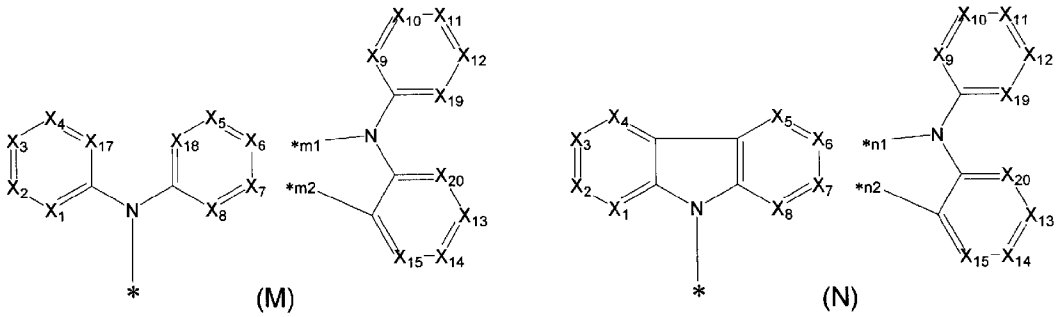
(K)



(L)

[0030]

[化12]



[0031] 前記一般式（Ａ）～（Ｎ）中、

X_1～X_{20}は、それぞれ独立に、窒素原子またはＣＲｘ（Ｒｘと結合する炭素原子）であり、

ただし、

前記一般式（Ｂ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}のいずれかは、X_5～X_8のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｃ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{13}～X_{16}を含む縮合環における５員環中の窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｅ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}のいずれかは、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｆ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかは、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｇ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかと結合する炭素原子であり、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかは、X_5～X_8のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｈ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{13}～X_{16}を含む縮合環における５員環中の窒素原子と結合する炭

素原子であり、

前記一般式（Ｉ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$およびＸ$_{18}$のいずれかは、Ｘ$_9$～Ｘ$_{12}$およびＸ$_{19}$を含む環とＸ$_{13}$～Ｘ$_{16}$およびＸ$_{20}$を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｊ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$のいずれかは、Ｘ$_9$～Ｘ$_{12}$およびＸ$_{19}$を含む環とＸ$_{13}$～Ｘ$_{16}$およびＸ$_{20}$を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｋ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$のいずれかは、Ｙ$_1$～Ｙ$_8$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｌ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$およびＸ$_{18}$のいずれかは、Ｙ$_1$～Ｙ$_8$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｍ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$およびＸ$_{18}$のいずれかは、＊ｍ１と結合する炭素原子であり、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$およびＸ$_{18}$のいずれかは、＊ｍ２と結合する炭素原子であり、＊ｍ１および＊ｍ２は、それぞれ、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$およびＸ$_{18}$のいずれかとの結合部位であり、

前記一般式（Ｎ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$のいずれかは、＊ｎ１と結合する炭素原子であり、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$のいずれかは、＊ｎ２と結合する炭素原子であり、＊ｎ１および＊ｎ２は、それぞれ、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$のいずれかとの結合部位であり、

Ｒｘは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのＲｘは、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

シアノ基、

ニトロ基、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアリールアルコキシ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキニル基、

アシル基、

置換もしくは無置換のカルボニル基、

エステル基、

置換もしくは無置換のスルファニル基、

置換もしくは無置換のスルフィニル基、

置換もしくは無置換のスルホニル基、および

置換もしくは無置換のホスファニル基からなる群から選択され、

置換基としてのＲｘが複数存在する場合、置換基としての複数のＲｘは、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基としての複数のＲｘは、互いに直接結合して環を形成してもよいし、またはヘテロ原子を介して環を形成してもよく、

Ａｒａは、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、および

置換もしくは無置換のシリル基からなる群から選択され、

＊は、Y_1～Y_8のいずれかとの結合部位である。

[0032] 本実施形態において、X_1～X_{20}は、ＣＲｘであることが好ましい。

[0033] 本実施形態において、複数のＲｘ同士が直接結合して飽和または不飽和の環を形成することが好ましい。Ｒｘ同士が結合して環を形成する場合、縮合環でもよく、非縮合環であってもよい。

本実施形態において、Ｒｘ同士が環を形成しないことも好ましい。

[0034] 前記一般式（Ａ）～（Ｎ）で表される基としては、例えば、以下の基が挙げられる。

なお、以下に例示する基において、

S_1～S_7は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのS_1～S_7は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアリールアルコキシ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキニル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

アシル基、

置換もしくは無置換のカルボニル基、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

シアノ基、

エステル基、

置換もしくは無置換のスルファニル基、

置換もしくは無置換のスルフィニル基、

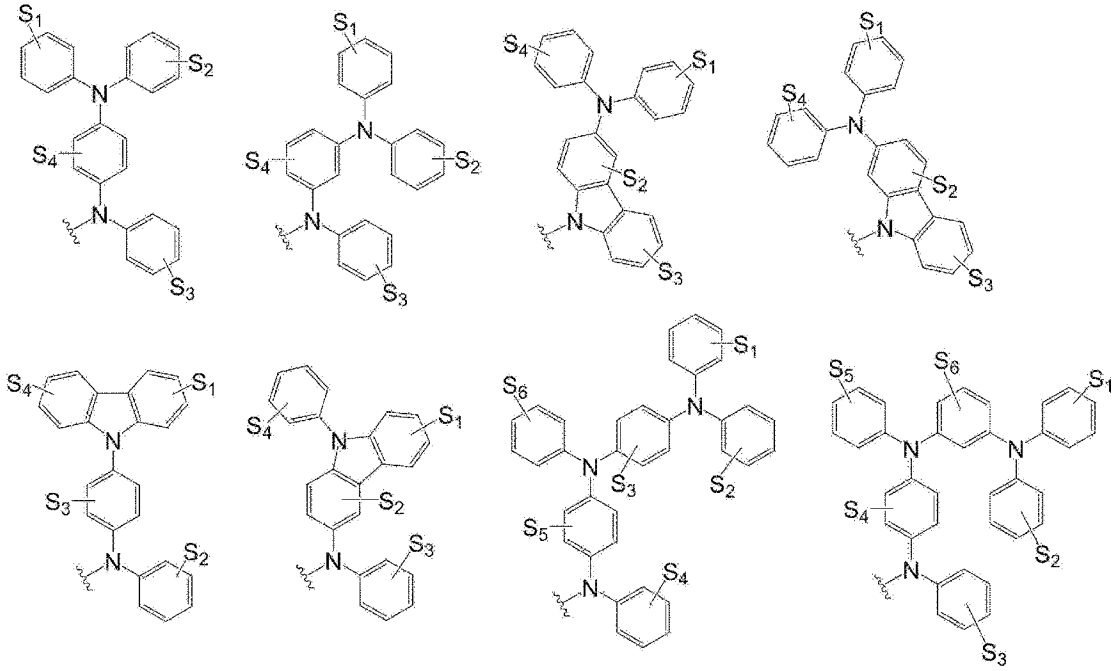
置換もしくは無置換のスルホニル基、および

置換もしくは無置換のホスファニル基からなる群から選択される。

以下に例示する基において、S_1～S_7は、複数個置換していてもよい。

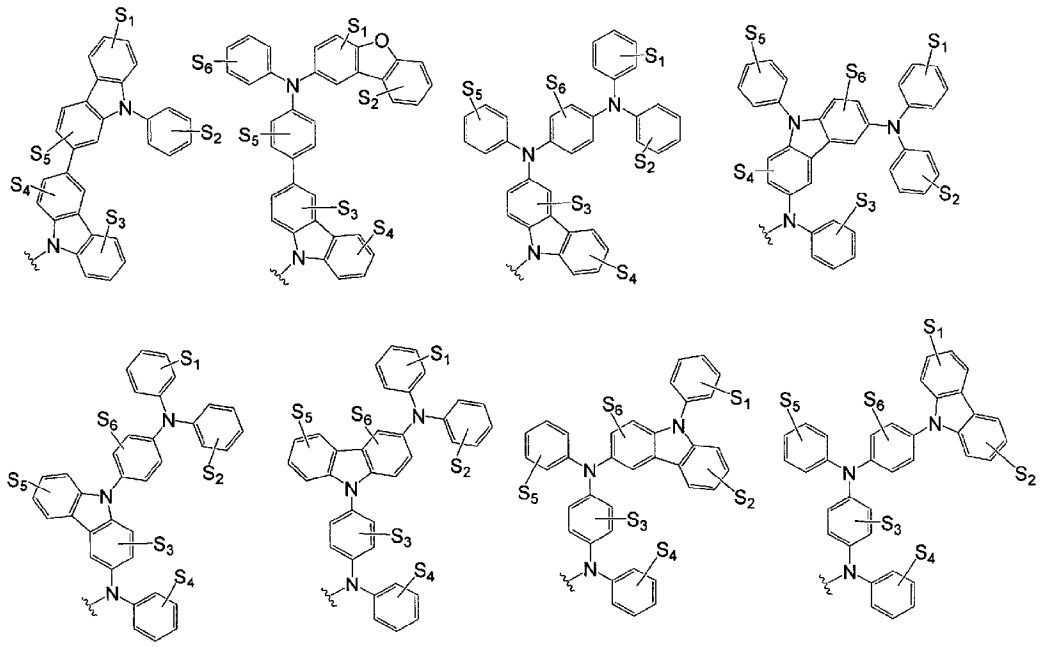
[0035] また、以下に例示する基において、波線部分は、前記一般式（１）におけるY_1～Y_8のいずれかとの結合箇所を表す。

[0036] [化13]

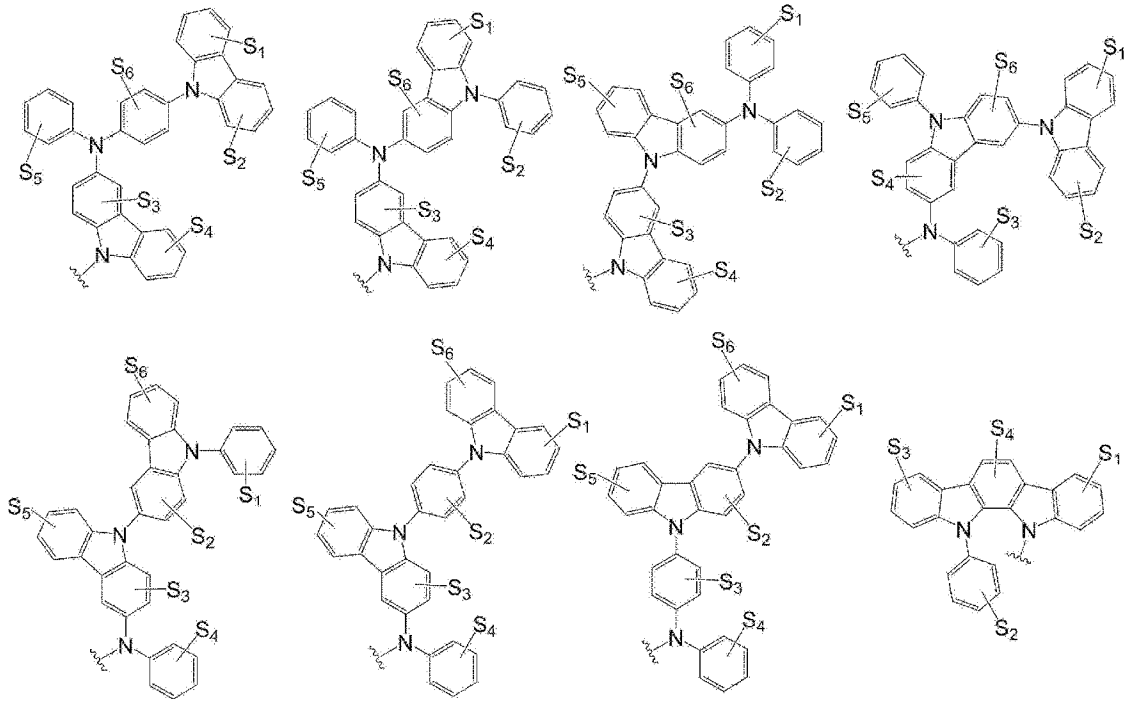


[0037]

[化14]

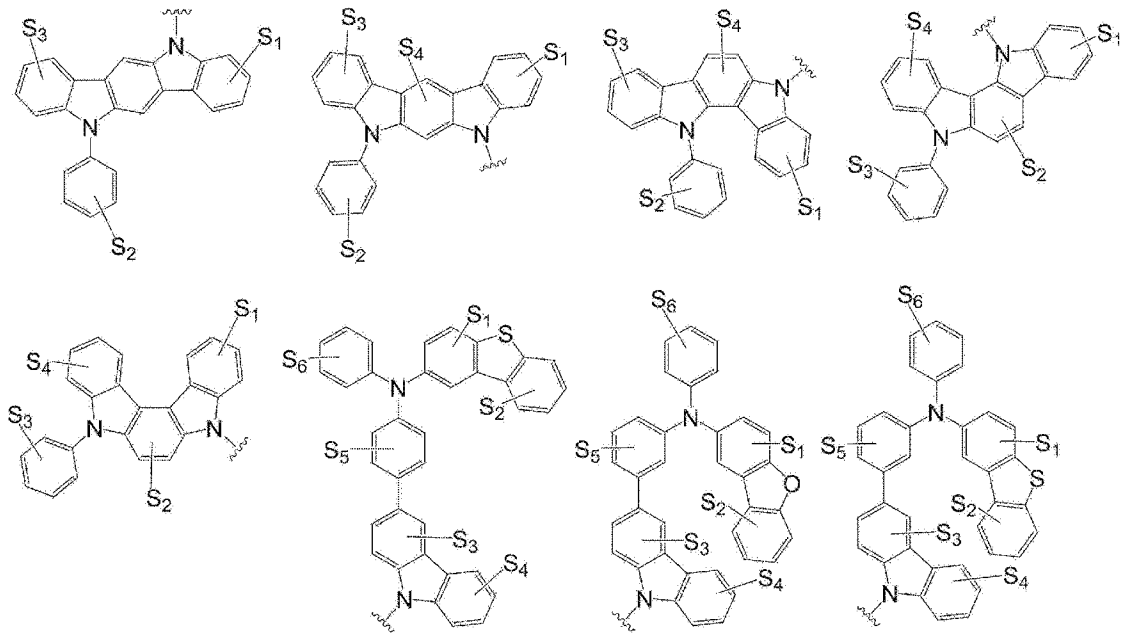


[0038] [化15]

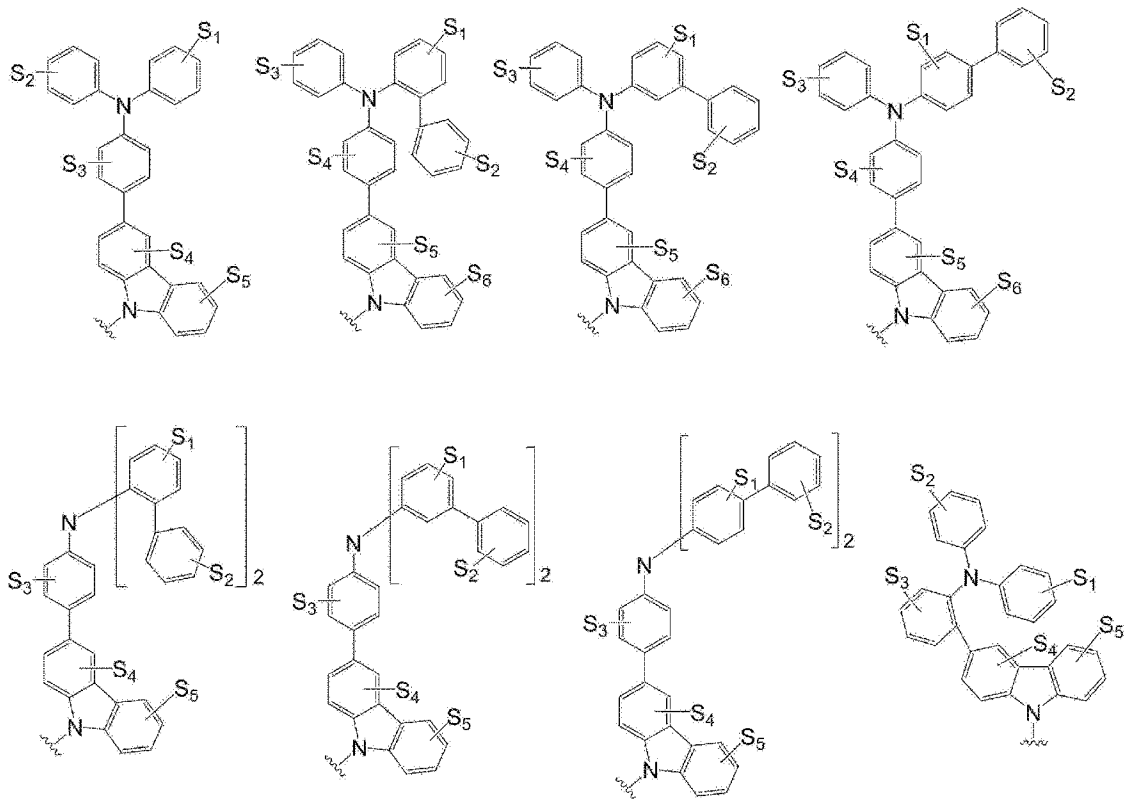


[0039]

[化16]

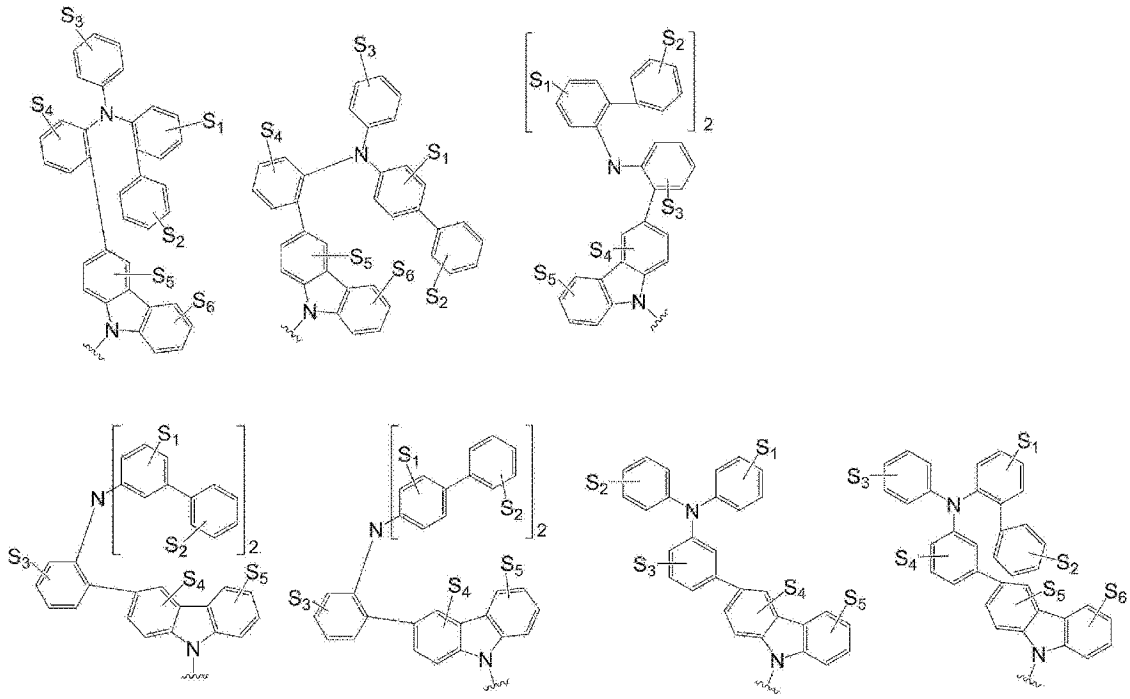


[0040] [化17]

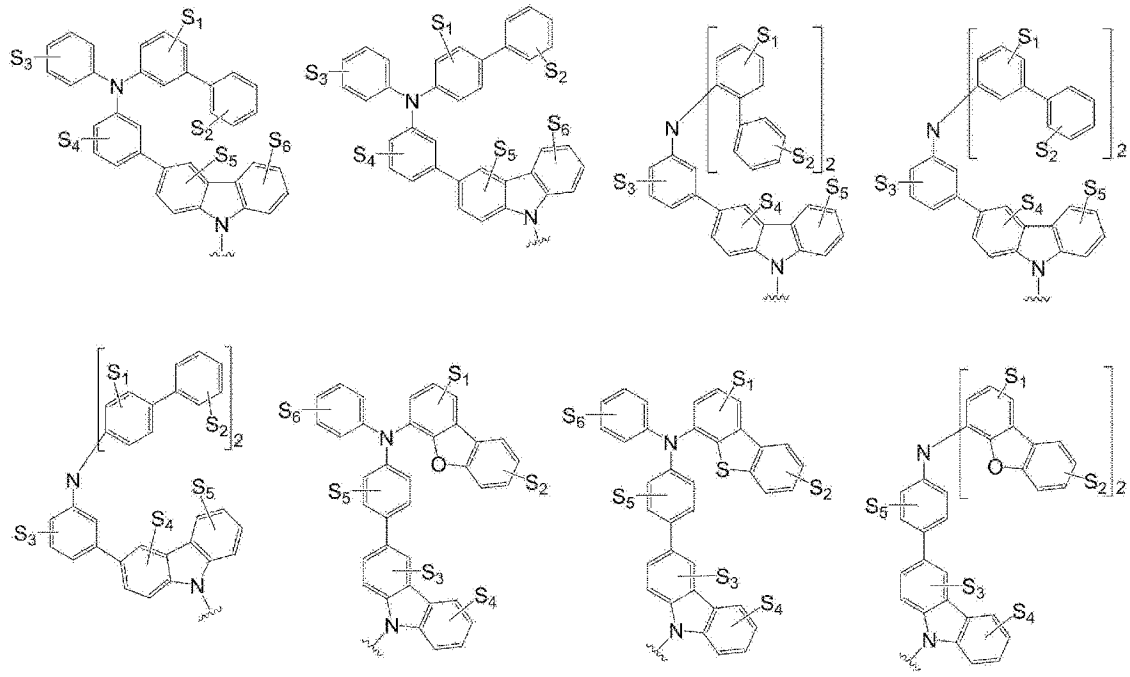


[0041]

[化18]

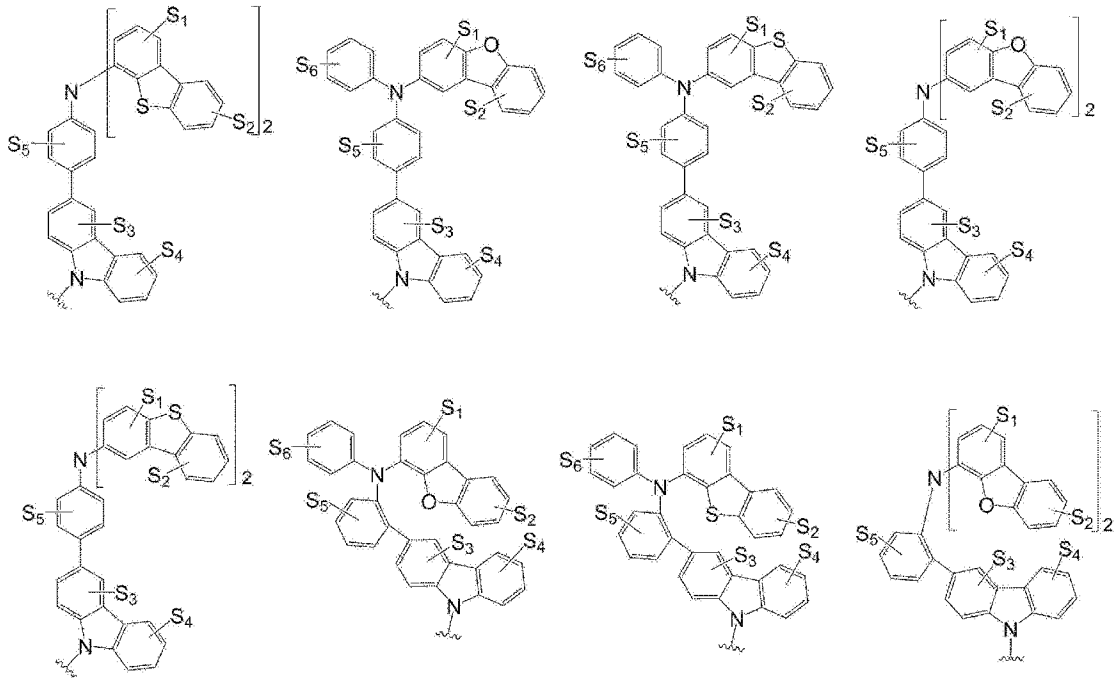


[0042] [化19]

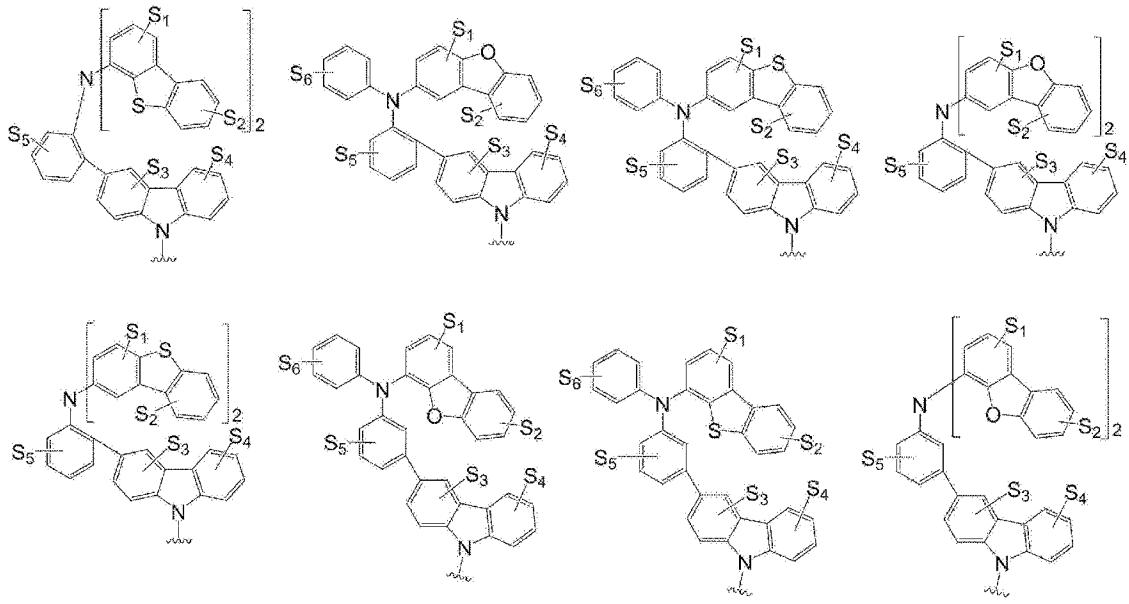


[0043]

[化20]

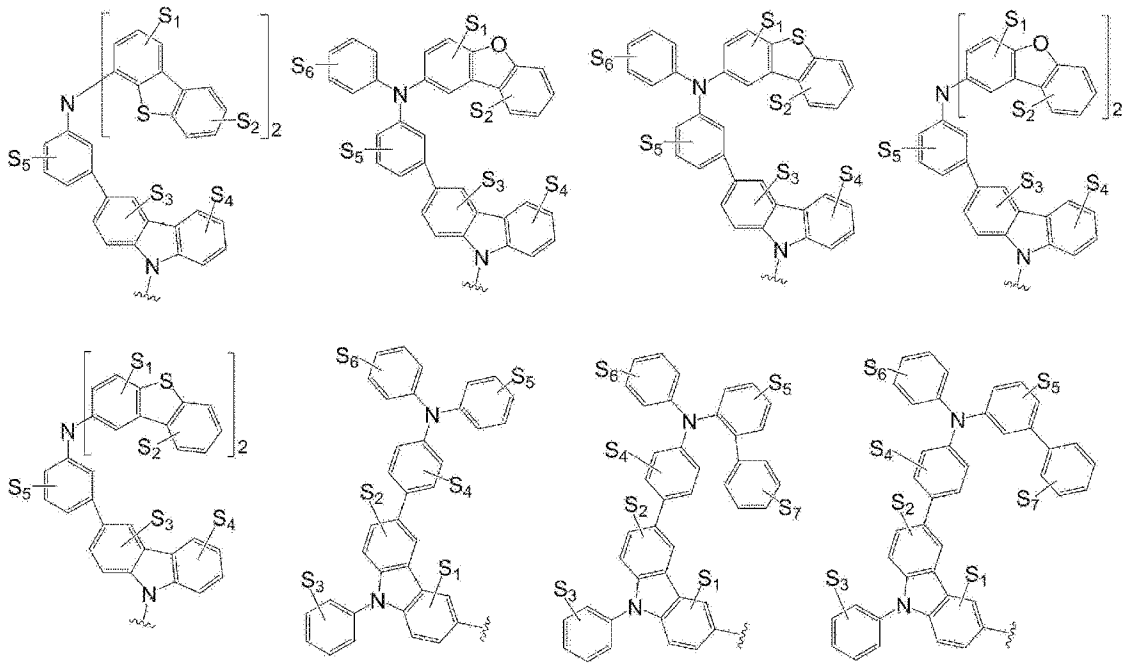


[0044] [化21]

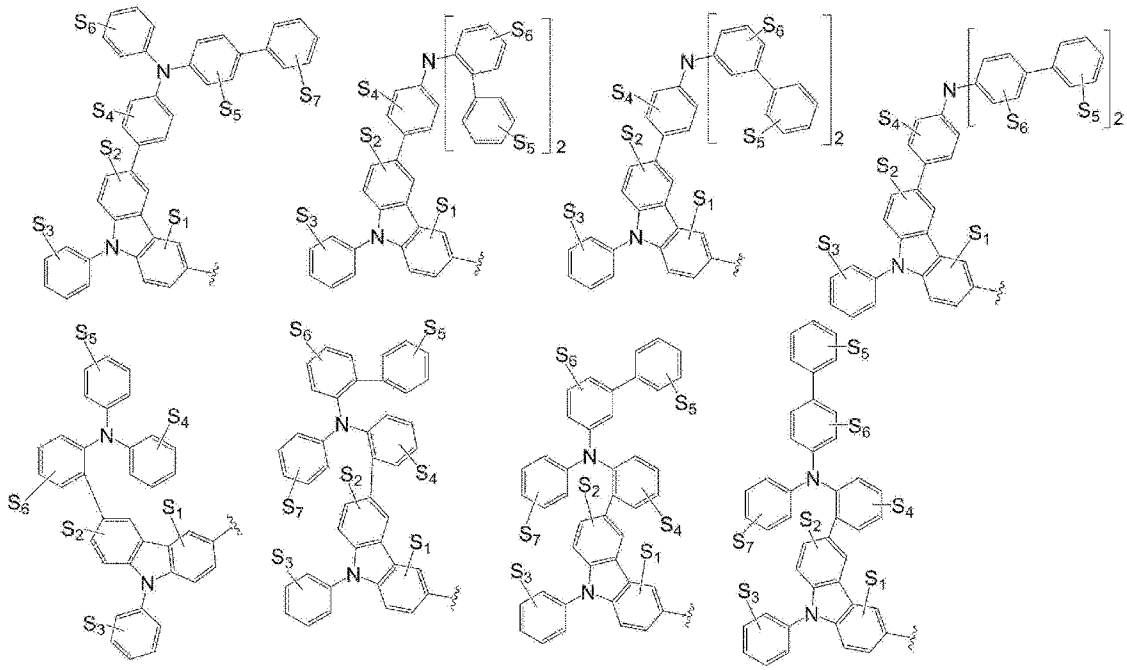


[0045]

[化22]

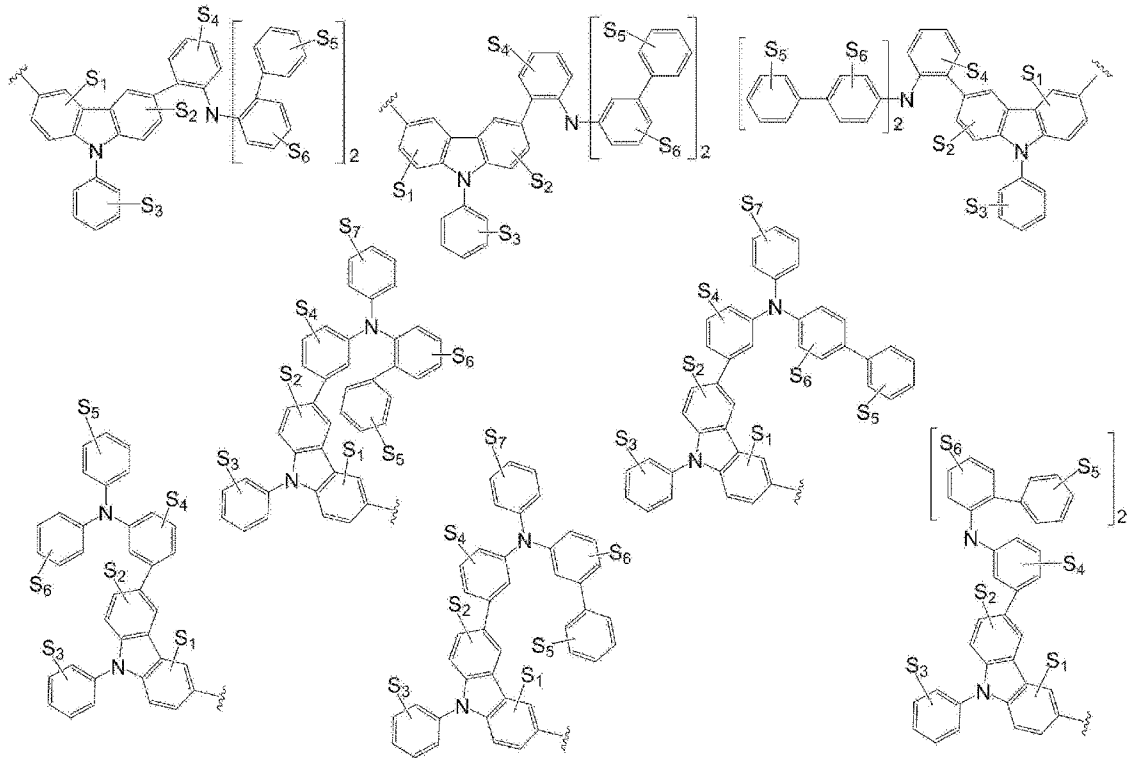


[0046] [化23]

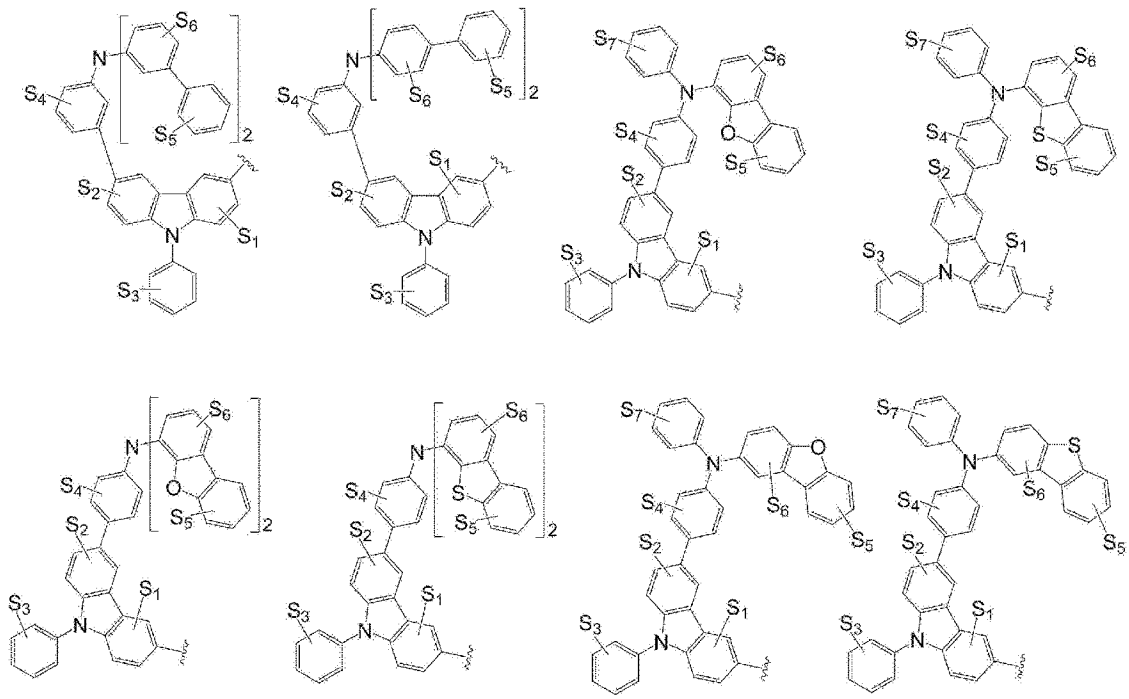


[0047]

[化24]

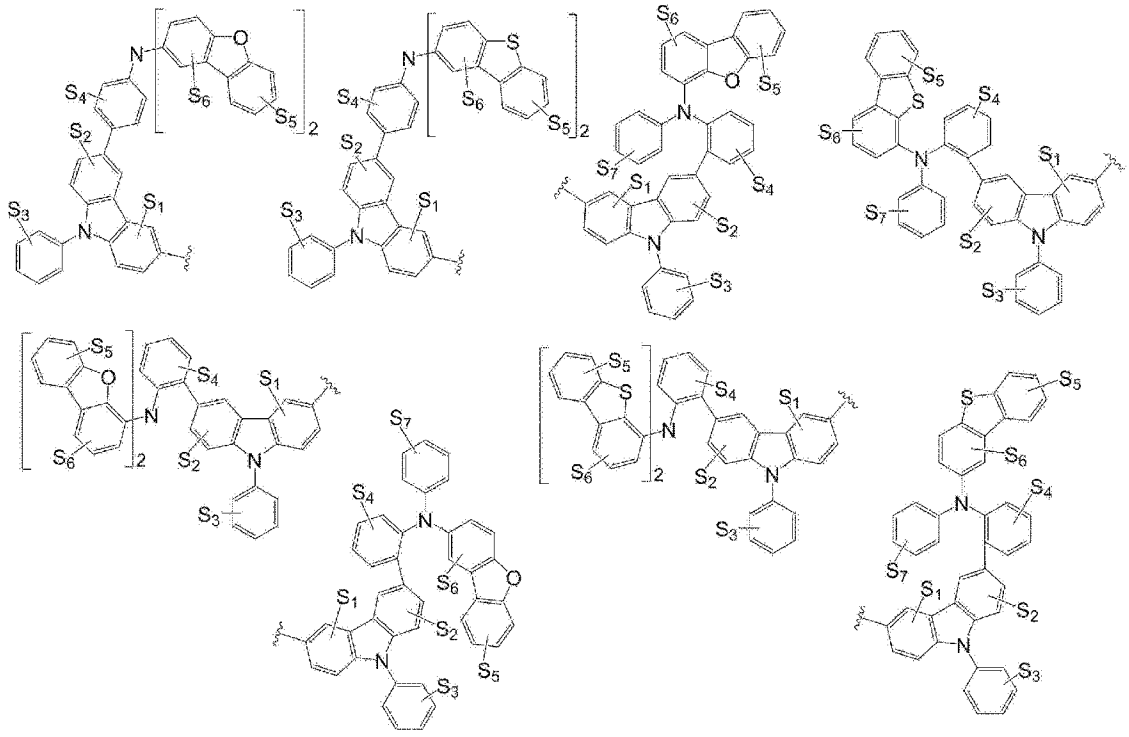


[0048] [化25]



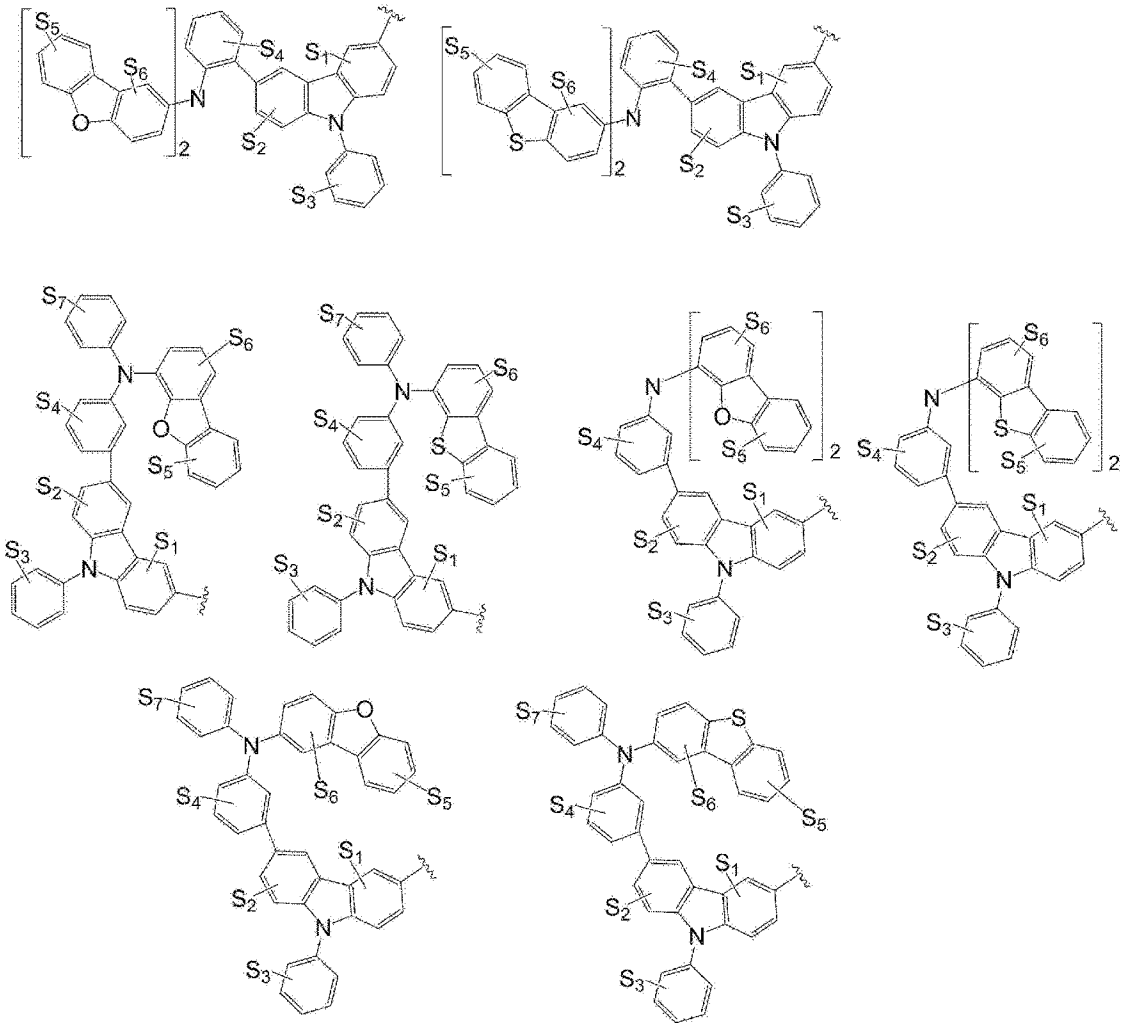
[0049]

[化26]



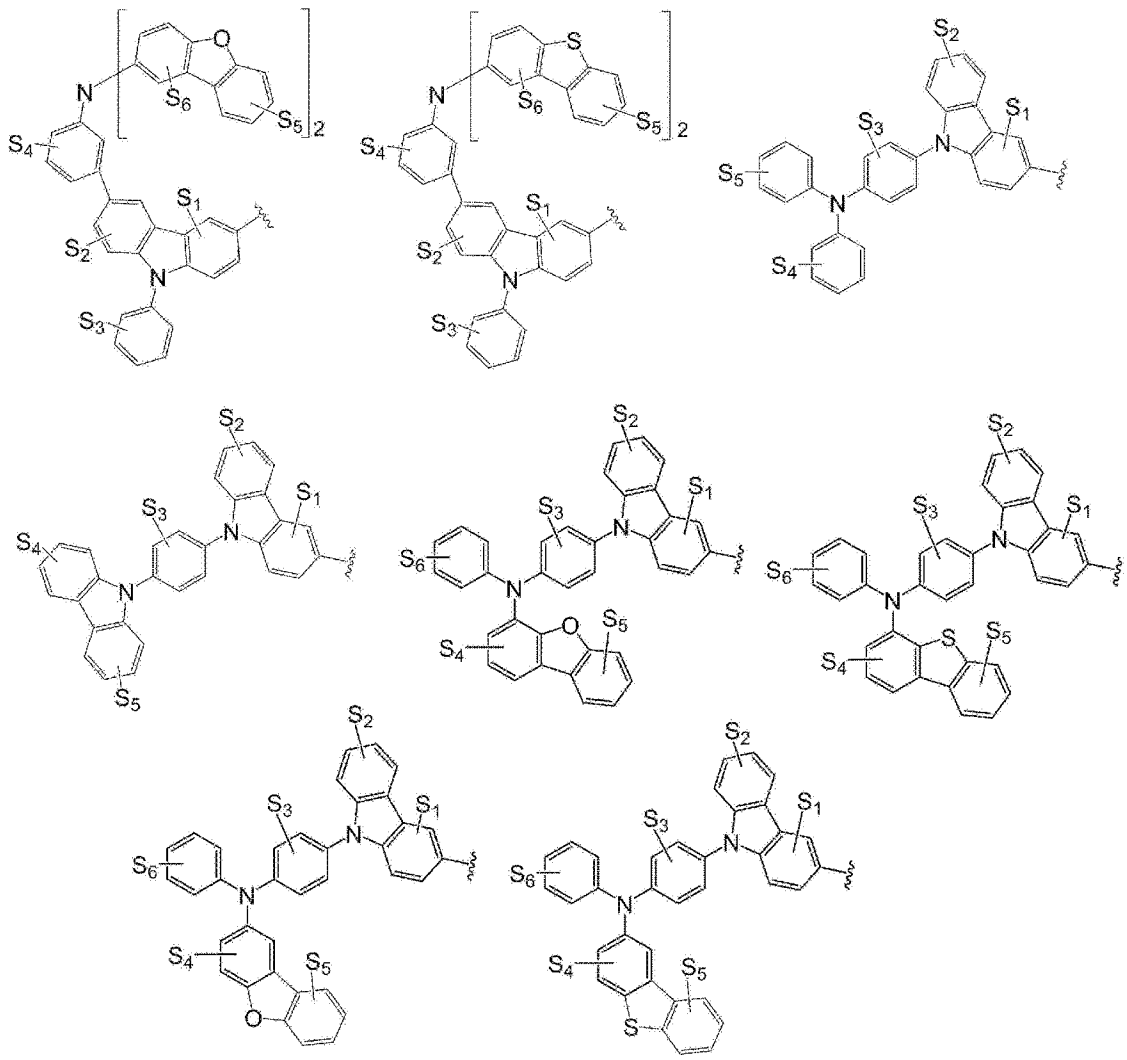
[0050]

[化27]



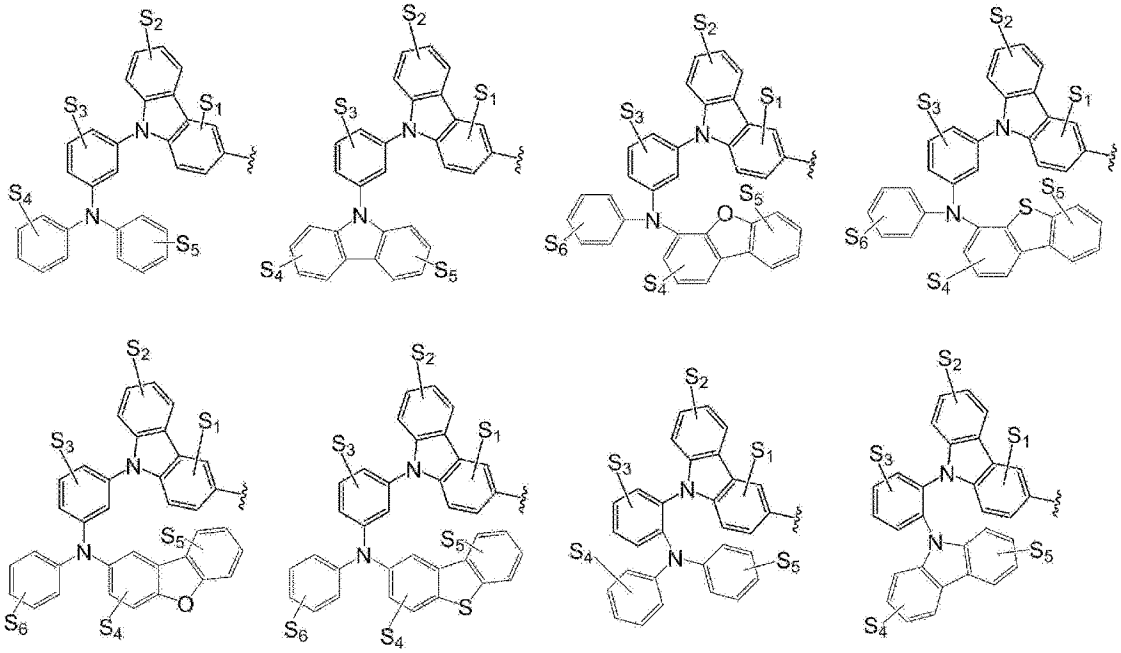
[0051]

[化28]

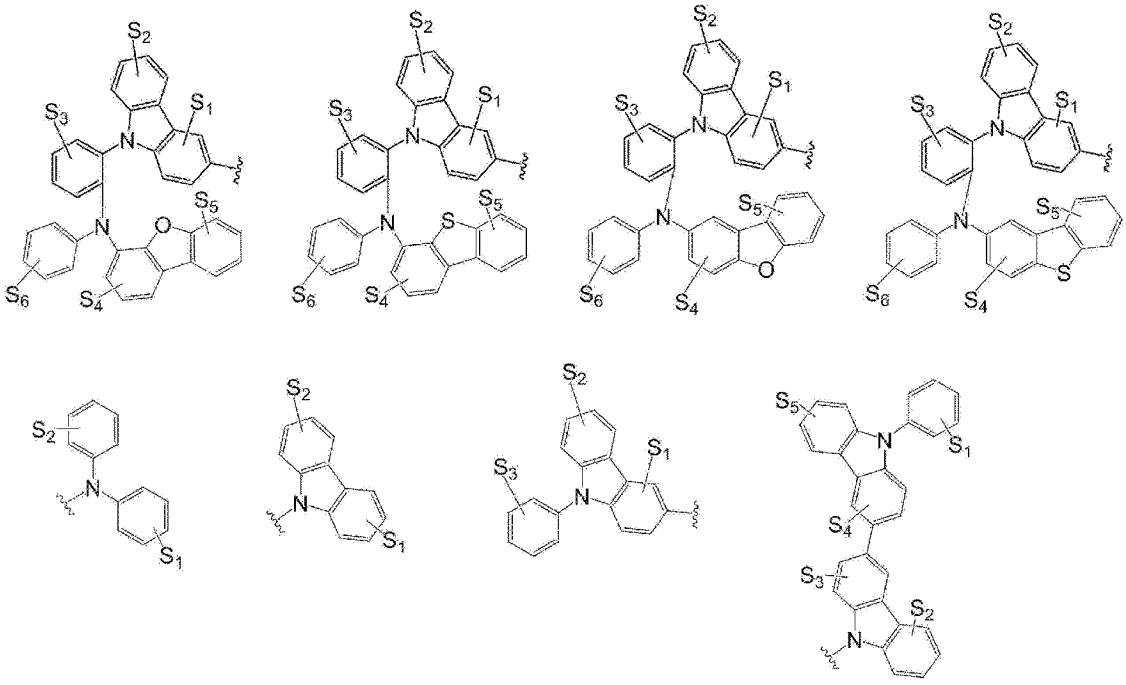


[0052]

[化29]



[0053] [化30]

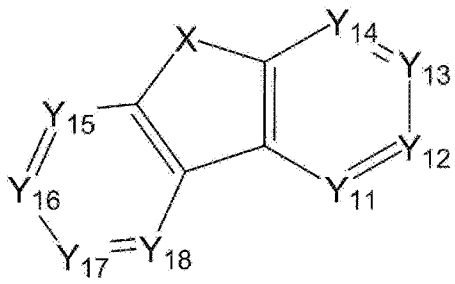


[0054] 本実施形態において、第一の化合物は、Y_1～Y_4の少なくとも１つが窒素原子であることが好ましい。

[0055] 本実施形態において、第一の化合物は、下記一般式（１１）で表される化

合物であることが好ましい。

[0056] [化31]



(11)

[0057] 前記一般式（１１）中、

Y_{11}～Y_{14}は、それぞれ独立に、CR_{1a}、CR_{1b}、または窒素原子であり、

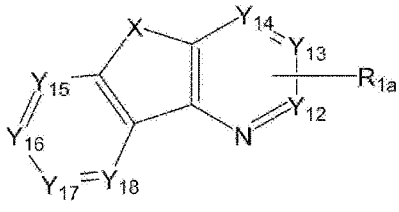
Y_{15}～Y_{18}は、それぞれ独立に、CR_{1b}または窒素原子であり、

ただし、Y_{11}～Y_{14}のいずれか１つがCR_{1a}であり、Y_{11}～Y_{18}の少なくとも２つは窒素原子であり、かつY_{11}～Y_{14}の少なくとも１つは窒素原子であり、

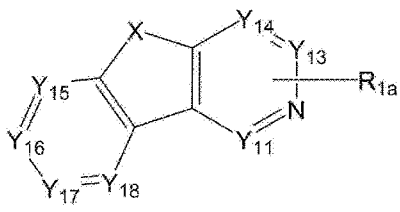
X、R_{1a}、およびR_{1b}は、前記一般式（１）におけるX、R_{1a}、およびR_{1b}とそれぞれ同義である。

[0058] 前記一般式（１１）で表される化合物としては、下記一般式（１１－１）～（１１－４）で表される化合物が挙げられる。

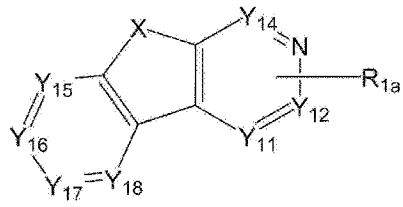
[0059] [化32]



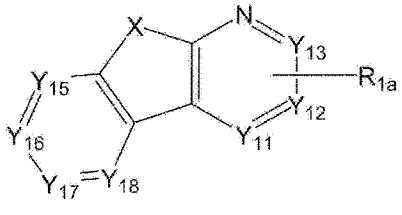
(11-1)



(11-2)



(11-3)



(11-4)

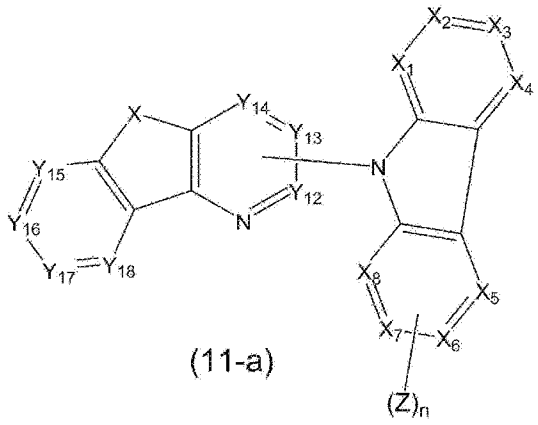
[0060] 前記一般式（１１－１）～（１１－４）中、

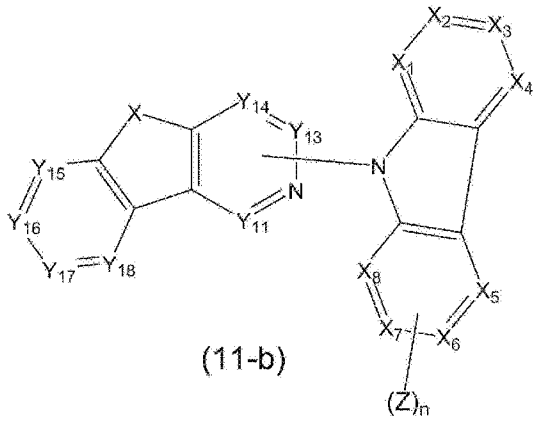
X、Y_{11}～Y_{18}、およびR_{1a}は前記一般式（１１）におけるX、Y_{11}～Y_{18}、およびR_{1a}とそれぞれ同義である。

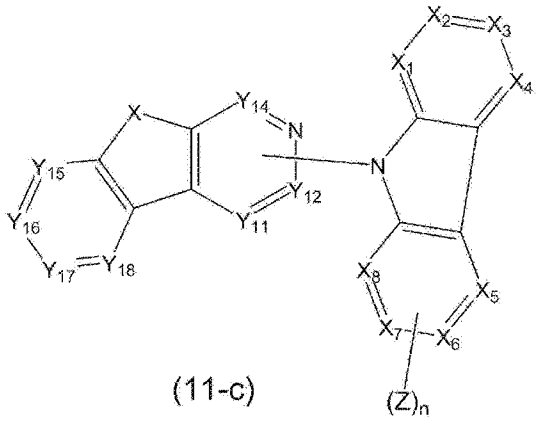
例えば、前記一般式（１１－１）で表される化合物は、前記一般式（１１）におけるY11が窒素原子であり、Y_{12}～Y_{14}のいずれか１つがCR_{1a}、それ以外のY_{12}～Y_{14}がそれぞれ独立に、CR_{1a}、CR_{1b}、または窒素原子であり、Y_{15}～Y_{18}が、それぞれ独立に、CR_{1b}または窒素原子であり、かつY_{12}～Y_{18}の少なくとも１つが窒素原子である化合物に対応する。

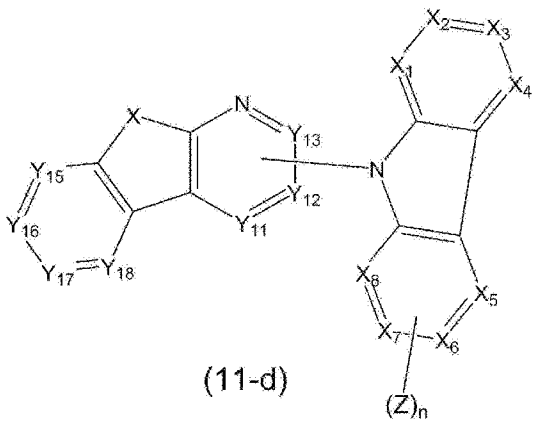
[0061] 前記一般式（１１－１）～（１１－４）で表される化合物としては、下記一般式（１１－ａ）～（１１－ｐ）で表される化合物が挙げられる。

[0062] [化33]



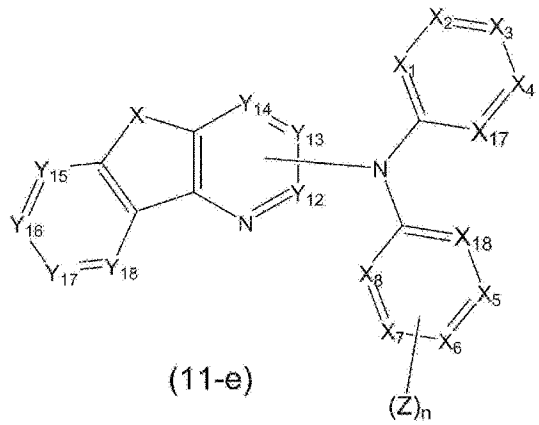




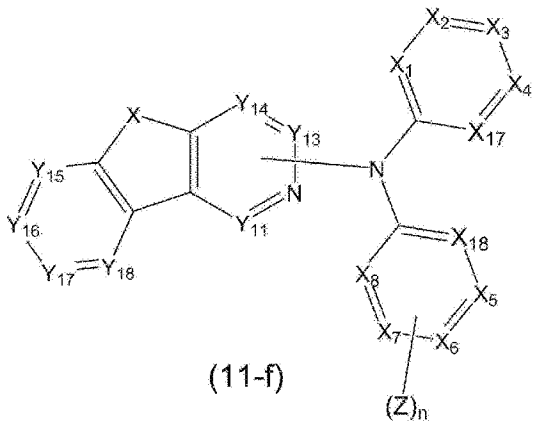


[0063]

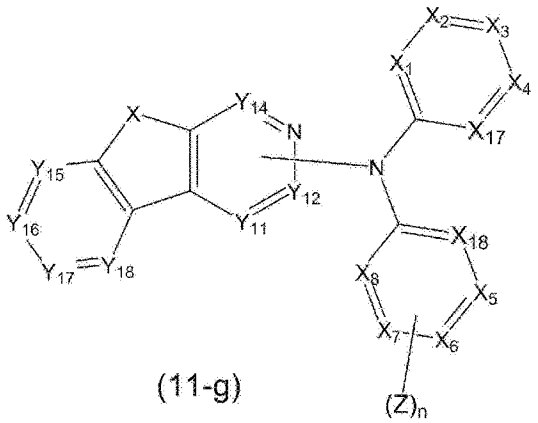
[化34]



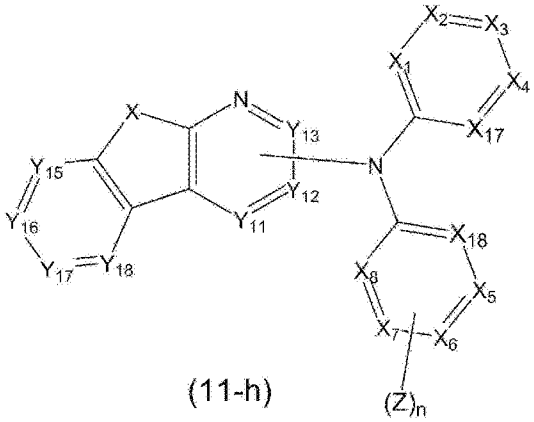
(11-e)



(11-f)

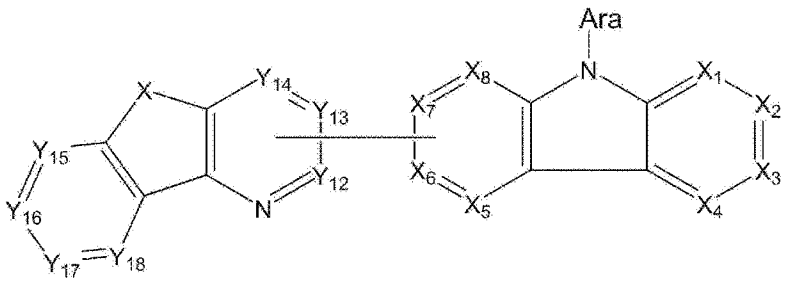


(11-g)

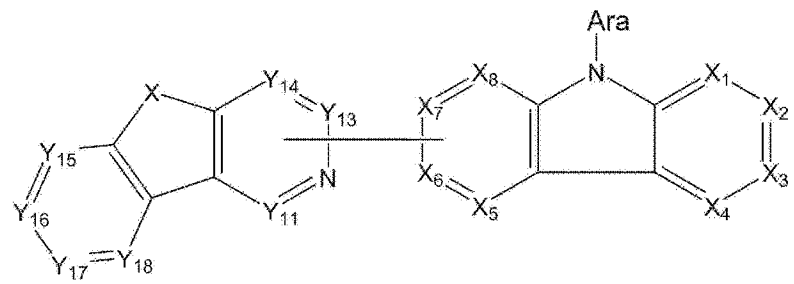


(11-h)

[0064] [化35]

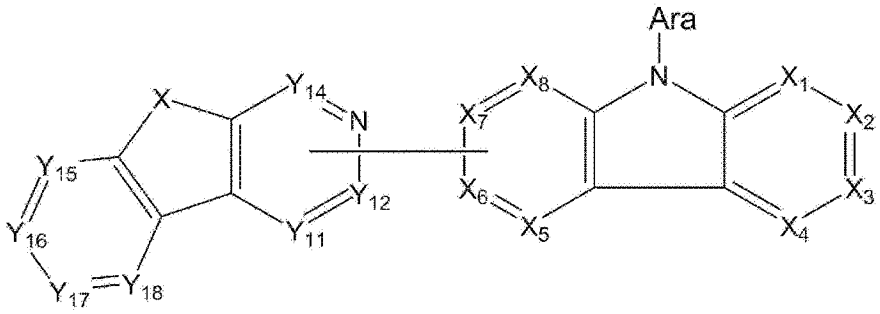


(11-i)

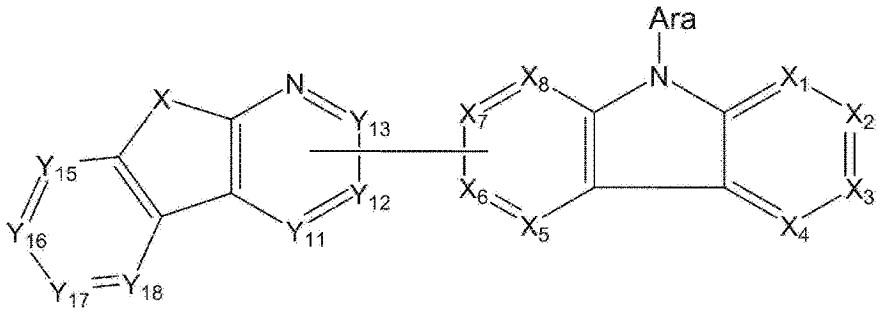


(11-j)

[0065] [化36]

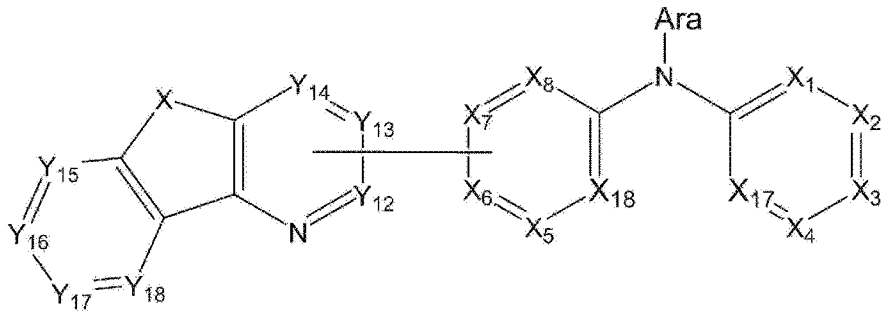


(11-k)

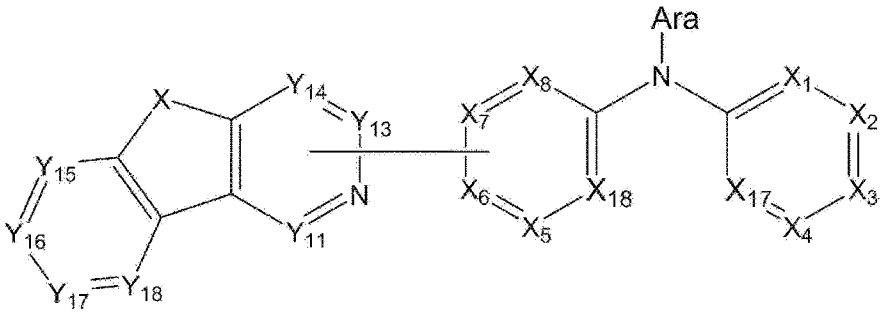


(11-l)

[0066] [化37]



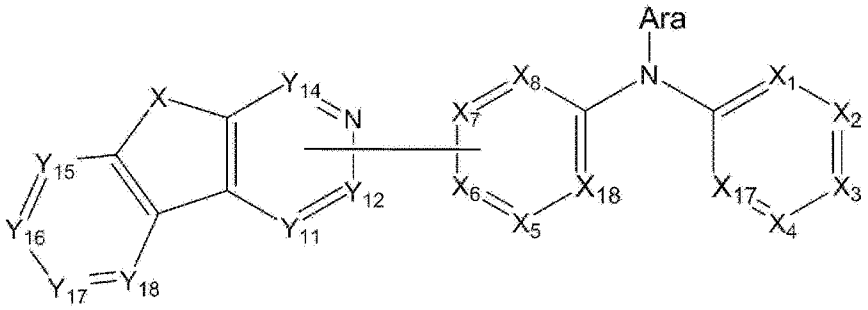
(11-m)



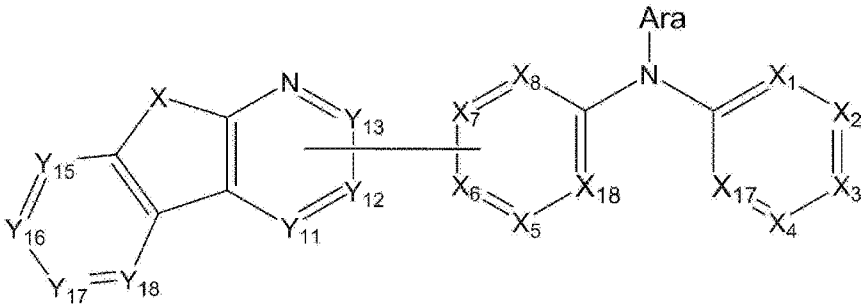
(11-n)

[0067]

[化38]



(11-o)



(11-p)

[0068] 前記一般式（１１－ａ）～（１１－ｐ）中、

Ｘ、およびＹ$_{11}$～Ｙ$_{18}$は前記一般式（１１－１）～（１１－４）におけるＸ、およびＹ$_{11}$～Ｙ$_{18}$とそれぞれ同義であり、

Ｘ$_1$～Ｘ$_8$、Ｘ$_{17}$、Ｘ$_{18}$、およびＡｒａは、前記一般式（Ａ）～（Ｎ）におけるＸ$_1$～Ｘ$_8$、Ｘ$_{17}$、Ｘ$_{18}$、およびＡｒａとそれぞれ同義である。

ただし、前記一般式（１１－ｉ）～（１１－ｌ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$のいずれかはＹ$_{11}$～Ｙ$_{14}$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（１１－ｍ）～（１１－ｐ）において、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$およびＸ$_{18}$のいずれかはＹ$_{11}$～Ｙ$_{14}$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（１１－ａ）～（１１－ｈ）において、Ｚが存在する場合、Ｘ$_5$～Ｘ$_8$およびＸ$_{18}$のいずれかはＺと結合する炭素原子である。

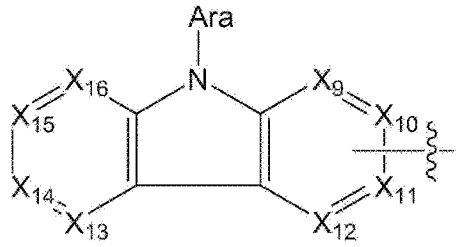
[0069] 前記一般式（１１－ａ）～（１１－ｈ）中、

ｎは０または１であり、

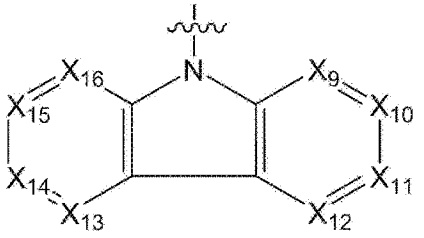
Ｚは、下記一般式（Ｚ１）～（Ｚ４）で表されるいずれかの基である。

[0070]

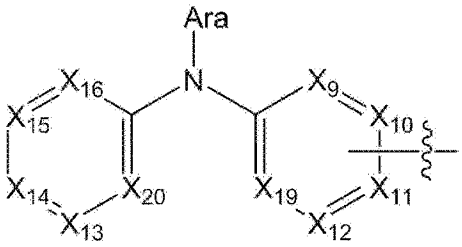
[化39]



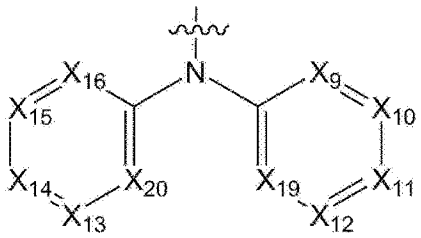
(Z1)



(Z2)



(Z3)



(Z4)

[0071] 前記一般式（Ｚ１）～（Ｚ４）中、

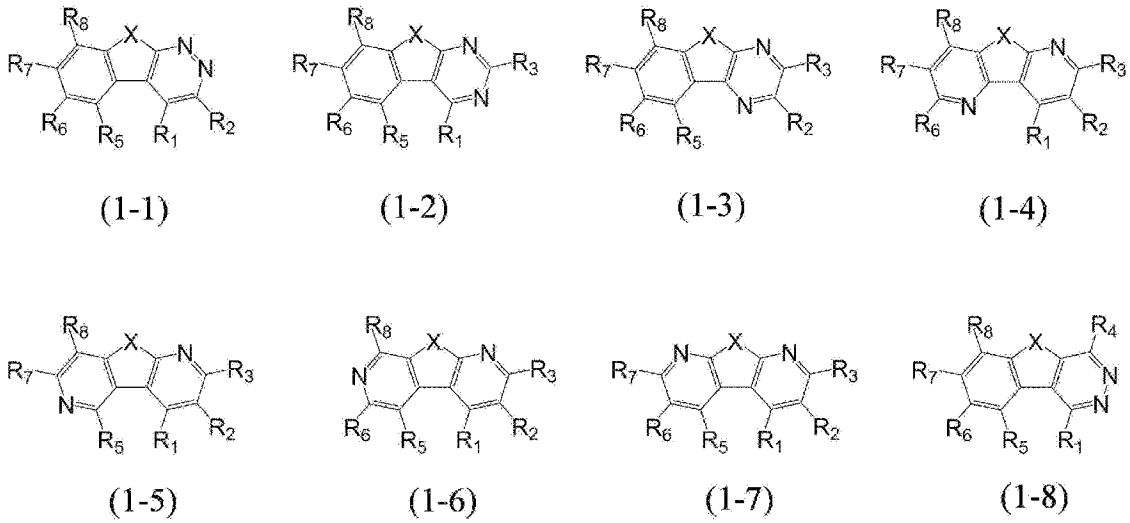
X_9～X_{16}、X_{19}、X_{20}、およびＡｒａは、前記一般式（Ａ）～（Ｎ）中のX_9～X_{16}、X_{19}、X_{20}、およびＡｒａとそれぞれ同義である。

ただし、前記一般式（Ｚ１）および（Ｚ３）において、X_9～X_{12}およびX_{19}のいずれかは、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかと結合する炭素原子である（波線部分は、前記一般式（１１－ａ）～（１１－ｈ）中におけるX_5～X_8およびX_{18}のいずれかとの結合箇所を表す）。

[0072] 本実施形態において、前記一般式（１）で表される化合物としては、例えば、下記一般式（１－１）～（１－１６）で表される化合物が挙げられる。

[0073]

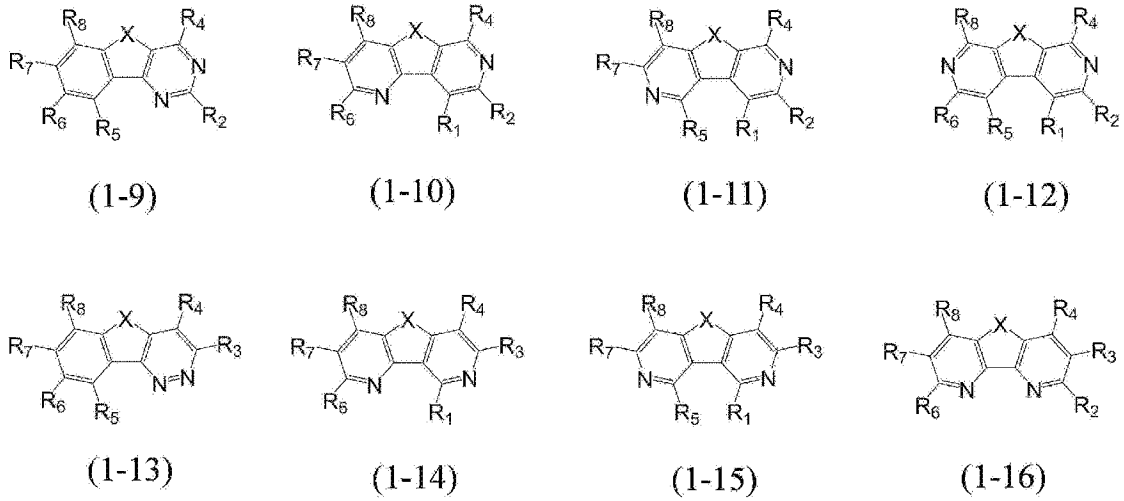
[化40]



(1-1) (1-2) (1-3) (1-4)

(1-5) (1-6) (1-7) (1-8)

[0074] [化41]



(1-9) (1-10) (1-11) (1-12)

(1-13) (1-14) (1-15) (1-16)

[0075] 前記一般式（１－１）～（１－１６）中、

R_1～R_8は、それぞれ独立に、R_{1a}またはR_{1b}であり、ただし、R_1～R_8の少なくとも１つはR_{1a}であり、

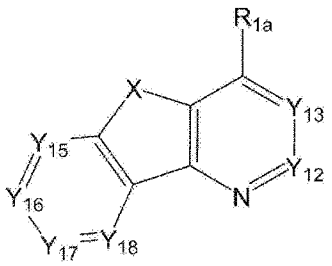
X、R_{1a}、およびR_{1b}は、前記一般式（１）におけるX、R_{1a}、およびR_{1b}とそれぞれ同義である。

[0076] 本実施形態において、Y_{11}～Y_{14}のいずれか２つが窒素原子であることが好ましく、Y_{11}～Y_{18}のうちY_{11}～Y_{14}のいずれか２つのみが窒素原子であ

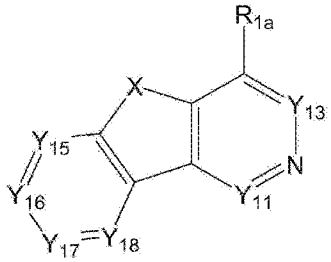
ることがより好ましい。

[0077] 本実施形態において、第一の化合物は、下記一般式（１１Ａ－１）～（１１Ａ－３），（１１Ｂ－１）～（１１Ｂ－３），（１１Ｃ－１）～（１１Ｃ－３），および（１１Ｄ－１）～（１１Ｄ－３）のいずれかで表される化合物であることが好ましい。

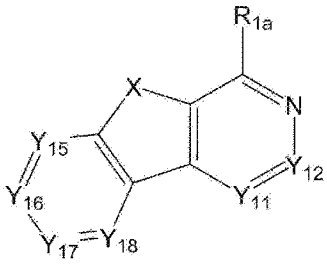
[0078] [化42]



(11A-1)

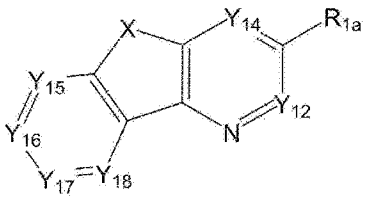


(11A-2)

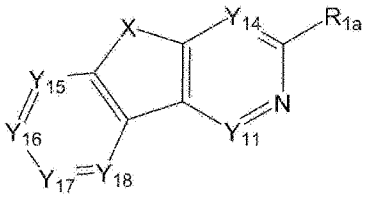


(11A-3)

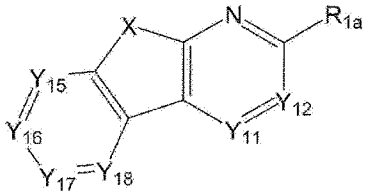
[0079] [化43]



(11B-1)

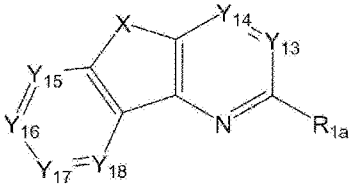


(11B-2)

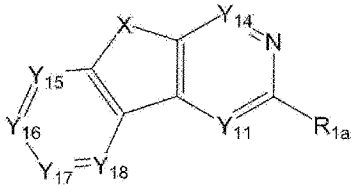


(11B-3)

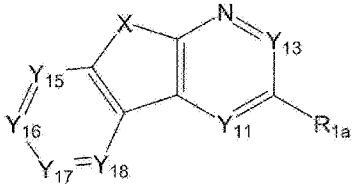
[0080] [化44]



(11C-1)



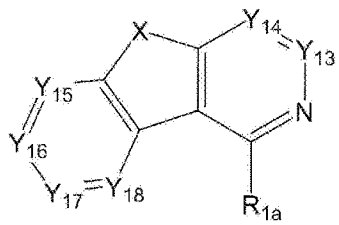
(11C-2)



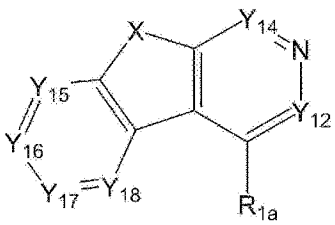
(11C-3)

[0081]

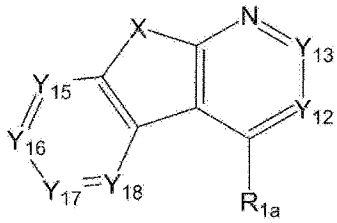
[化45]



(11D-1)



(11D-2)



(11D-3)

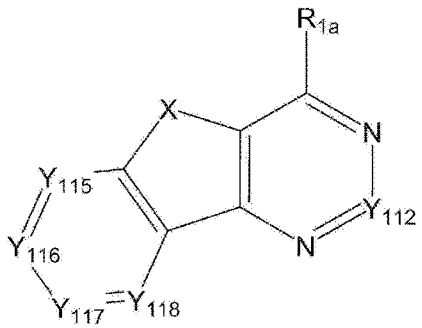
[0082] 前記一般式（１１Ａ－１）～（１１Ａ－３），（１１Ｂ－１）～（１１Ｂ－３），（１１Ｃ－１）～（１１Ｃ－３），および（１１Ｄ－１）～（１１Ｄ－３）中、

Ｘ、R_{1a}、およびY_{11}～Y_{18}は、前記一般式（１１）におけるＸ、R_{1a}、およびY_{11}～Y_{18}とそれぞれ同義である。

[0083] 本実施形態において、第一の化合物は、前記一般式（１１Ａ－１）～（１１Ａ－３）および前記一般式（１１Ｃ－１）～（１１Ｃ－３）で表されるいずれかの化合物であることが好ましく、前記一般式（１１Ａ－１）～（１１Ａ－３）で表されるいずれかの化合物であることがより好ましい。

本実施形態において、第一の化合物は、下記一般式（１１Ａａ）で表される化合物であることがさらに好ましい。

[0084] [化46]



(11Aa)

[0085] 前記一般式（１１Ａａ）中、

Y_{112}およびY_{115}～Y_{118}は、それぞれ独立に、CR_{1b}であり、

Ｘ、R_{1a}、およびR_{1b}は、前記一般式（１）におけるＸ、R_{1a}、およびR_{1b}

$_{1b}$とそれぞれ同義である。

[0086] 本実施形態において、R_{1a}が前記一般式（Ａ），（Ｂ），（Ｃ），および（Ｇ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0087] 本実施形態において、Ｘが酸素原子または硫黄原子であることが好ましく、酸素原子であることがより好ましい。

[0088] 本実施形態において、R_{1b}が置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0089] 本実施形態において、Ｒｘが置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0090] 本実施形態において、Ａｒａが置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0091] ・遅延蛍光発光性

遅延蛍光（熱活性化遅延蛍光）については、「有機半導体のデバイス物性」（安達千波矢編、講談社発行）の２６１～２６８ページで解説されている。その文献の中で、蛍光発光材料の励起一重項状態と励起三重項状態のエネルギー差ΔE_{13}を小さくすることができれば、通常は遷移確率が低い励起三重項状態から励起一重項状態への逆エネルギー移動が高効率で生じ、熱活性化遅延蛍光（Ｔｈｅｒｍａｌｌｙ　Ａｃｔｉｖａｔｅｄ　ｄｅｌａｙｅｄ　Ｆｌｕｏｒｅｓｃｅｎｃｅ，　ＴＡＤＦ）が発現すると説明されている。さらに、当該文献中の図１０．３８で、遅延蛍光の発生メカニズムが説明されている。本実施形態における第一の化合物は、このようなメカニズムで発生する熱活性化遅延蛍光を示す化合物である。

遅延蛍光の発光は過渡ＰＬ（Ｐｈｏｔｏ　Ｌｕｍｉｎｅｓｃｅｎｃｅ）測定により確認できる。

[0092] 過渡ＰＬ測定から得た減衰曲線に基づいて遅延蛍光の挙動を解析することもできる。過渡ＰＬ測定とは、試料にパルスレーザーを照射して励起させ、照射を止めた後のＰＬ発光の減衰挙動（過渡特性）を測定する手法である。ＴＡＤＦ材料におけるＰＬ発光は、最初のＰＬ励起で生成する一重項励起子からの発光成分と、三重項励起子を経由して生成する一重項励起子からの発光成分に分類される。最初のＰＬ励起で生成する一重項励起子の寿命は、ナノ秒オーダーであり、非常に短い。そのため、当該一重項励起子からの発光は、パルスレーザーを照射後、速やかに減衰する。

一方、遅延蛍光は、寿命の長い三重項励起子を経由して生成する一重項励起子からの発光のため、ゆるやかに減衰する。このように最初のＰＬ励起で生成する一重項励起子からの発光と、三重項励起子を経由して生成する一重項励起子からの発光とでは、時間的に大きな差がある。そのため、遅延蛍光由来の発光強度を求めることができる。

[0093] 図２には、過渡ＰＬを測定するための例示的装置の概略図が示されている。

本実施形態の過渡ＰＬ測定装置１００は、所定波長の光を照射可能なパルスレーザー部１０１と、測定試料を収容する試料室１０２と、測定試料から放射された光を分光する分光器１０３と、２次元像を結像するためのストリークカメラ１０４と、２次元像を取り込んで解析するパーソナルコンピュータ１０５とを備える。なお、過渡ＰＬの測定は、本実施形態で説明する装置に限定されない。

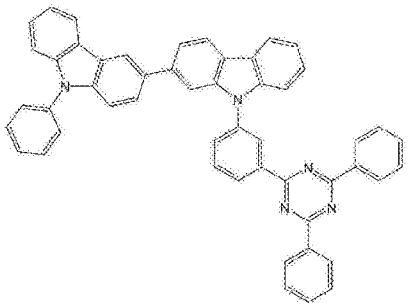
試料室１０２に収容される試料は、マトリックス材料に対し、ドーピング材料が１２質量％の濃度でドープされた薄膜を石英基板に成膜することで得られる。

試料室１０２に収容された薄膜試料に対し、パルスレーザー部１０１からパルスレーザーを照射して、ドーピング材料を励起させる。励起光の照射方向に対して９０度の方向へ発光を取り出し、取り出した光を分光器１０３で分光し、ストリークカメラ１０４内で２次元像を結像する。その結果、縦軸

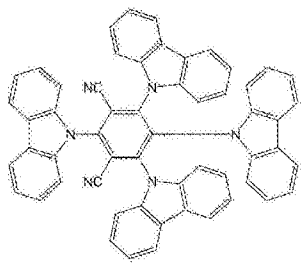
が時間に対応し、横軸が波長に対応し、輝点が発光強度に対応する２次元画像を得ることができる。この２次元画像を所定の時間軸で切り出すと、縦軸が発光強度であり、横軸が波長である発光スペクトルを得ることができる。また、当該２次元画像を波長軸で切り出すと、縦軸が発光強度の対数であり、横軸が時間である減衰曲線（過渡ＰＬ）を得ることができる。

[0094] 例えば、マトリックス材料として、下記参考化合物Ｈ１を用い、ドーピング材料として下記参考化合物Ｄ１を用いて上述のようにして薄膜試料Ａを作製し、過渡ＰＬ測定を行った。

[0095] [化47]



(参考化合物 H1)

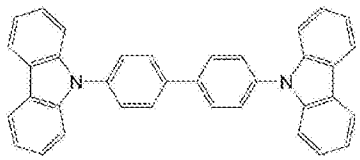


(参考化合物 D1)

[0096] ここでは、前述の薄膜試料Ａ、および薄膜試料Ｂを用いて減衰曲線を解析した。薄膜試料Ｂは、マトリックス材料として下記参考化合物Ｈ２を用い、ドーピング材料として前記参考化合物Ｄ１を用いて、上述のようにして薄膜試料を作製した。

図３には、薄膜試料Ａおよび薄膜試料Ｂについて測定した過渡ＰＬから得た減衰曲線が示されている。

[0097] [化48]



(参考化合物 H2)

[0098] 上記したように過渡ＰＬ測定によって、縦軸を発光強度とし、横軸を時間

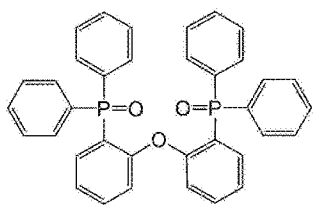
とする発光減衰曲線を得ることができる。この発光減衰曲線に基づいて、光励起により生成した一重項励起状態から発光する蛍光と、三重項励起状態を経由し、逆エネルギー移動により生成する一重項励起状態から発光する遅延蛍光との、蛍光強度比を見積もることができる。遅延蛍光発光性の材料では、素早く減衰する蛍光の強度に対し、緩やかに減衰する遅延蛍光の強度の割合が、ある程度大きい。

本実施形態における遅延蛍光発光量は、図２の装置を用いて求めることができる。前記第一の化合物は、当該第一の化合物が吸収する波長のパルス光（パルスレーザーから照射される光）で励起された後、当該励起状態から即座に観察されるＰｒｏｍｐｔ発光（即時発光）と、当該励起後、即座には観察されず、その後観察されるＤｅｌａｙ発光（遅延発光）とが存在する。本実施形態においては、Ｄｅｌａｙ発光（遅延発光）の量がＰｒｏｍｐｔ発光（即時発光）の量に対して５％以上であることが好ましい。すなわち、Ｐｒｏｍｐｔ発光（即時発光）の量をX_Pとし、Ｄｅｌａｙ発光（遅延発光）の量をX_Dとしたときに、X_D/X_Pの値が０．０５以上であることが好ましい。

Ｐｒｏｍｐｔ発光とＤｅｌａｙ発光の量は、“Ｎａｔｕｒｅ　４９２，２３４－２３８，　２０１２”に記載された方法と同様の方法により求めることができる。なお、Ｐｒｏｍｐｔ発光とＤｅｌａｙ発光の量の算出に使用される装置は、前記の文献に記載の装置に限定されない。

また、遅延蛍光発光性の測定に用いられる試料は、例えば、第一の化合物と下記化合物ＴＨ－２とを、第一の化合物の割合が１２質量％となるように石英基板上に共蒸着し、膜厚１００ｎｍの薄膜を形成した試料を使用することができる。

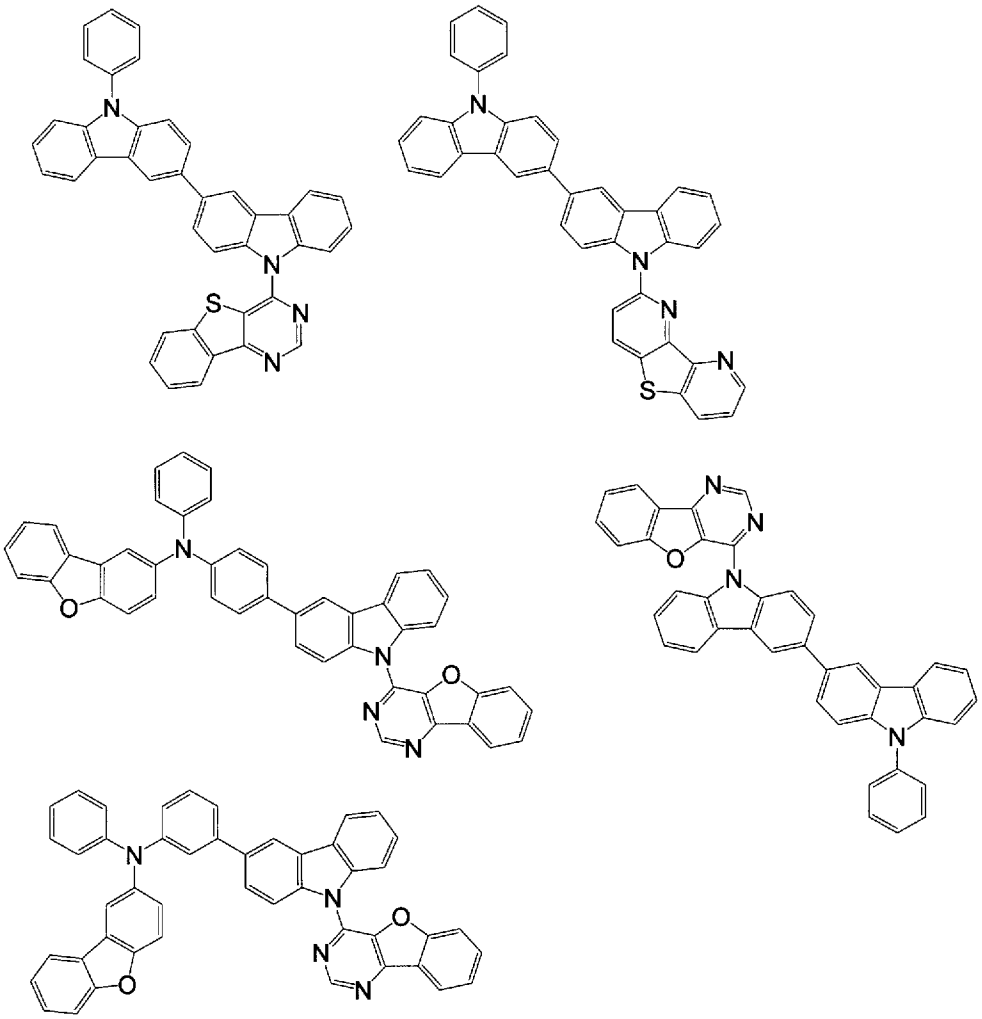
[0099] [化49]



TH-2

[0100] 本実施形態に係る第一の化合物の具体例を以下に示す。なお、本発明における第一の化合物は、これらの具体例に限定されない。

[0101] [化50]



[0102] ＜第二の化合物＞

本実施形態に係る第二の化合物は、蛍光発光性の化合物である。本実施形態の第二の化合物は、蛍光発光性の化合物であれば、特に限定されない。

第二の化合物は、主ピーク波長が５５０ｎｍ以下の蛍光発光を示すことが好ましい。また、第二の化合物は、主ピーク波長が４３０ｎｍ以上の蛍光発光を示すことが好ましい。

第二の化合物は、主ピーク波長が４３０ｎｍ以上５５０ｎｍ以下の蛍光発光を示すことが好ましい。

第二の化合物は、主ピーク波長が４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下の蛍光発光を示すことも好ましい。

第二の化合物は、主ピーク波長が５００ｎｍ以上５５０ｎｍ以下の蛍光発光を示すことも好ましい。

第二の化合物は、主ピーク波長が５５０ｎｍ以上７５０ｎｍ以下の蛍光発光を示すことも好ましい。

主ピーク波長とは、第二の化合物が10^{-6}モル／リットル以上10^{-5}モル／リットル以下の濃度で溶解しているトルエン溶液について、測定した発光スペクトラムにおける発光強度が最大となる発光スペクトルのピーク波長をいう。

第二の化合物は、青色の蛍光発光を示すことが好ましい。本実施形態の有機ＥＬ素子によれば、青色の発光効率を向上させることができる。

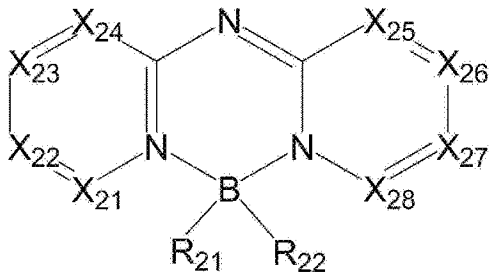
第二の化合物は、赤色の蛍光発光を示すことも好ましい。本実施形態の有機ＥＬ素子によれば、赤色の発光効率を向上させることもできる。

第二の化合物は、緑色の蛍光発光を示すことも好ましい。本実施形態の有機ＥＬ素子によれば、緑色の発光効率を向上させることもできる。

また、第二の化合物は、発光量子収率の高い材料であることが好ましい。

[0103] 本実施形態において、第二の化合物は、下記一般式（２０）で表される化合物であることが好ましい。

[0104] [化51]



(20)

[0105] 前記一般式（２０）中、

R_{21}およびR_{22}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{21}およびR_{22}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

置換基としてのR_{21}およびR_{22}は、互いに直接結合して環を形成してもよく、

X_{21}～X_{28}は、それぞれ独立に、CR_{23}または窒素原子であり、

R_{23}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{23}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

シアノ基、

ニトロ基、および

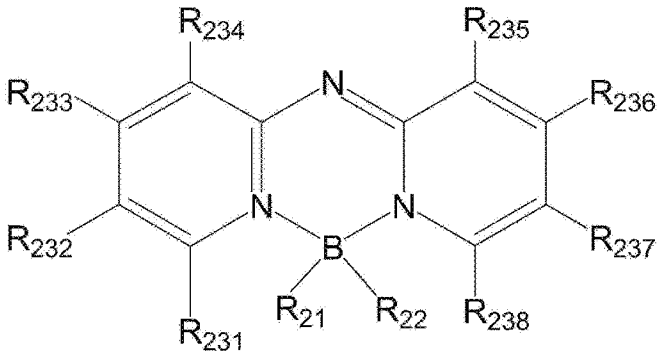
置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

置換基としてのR_{23}が複数存在する場合、置換基としての複数のR_{23}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基としての複数のR_{23}は、互いに直接結合して環を形成してもよいし、またはヘテロ原子を介して環を形成してもよい。

置換基としてのR_{21}およびR_{22}が結合して形成される環、および置換基としての複数のR_{23}が結合して形成される環は、５員環、６員環、または７員環であることが好ましく、脂肪族環であっても、芳香族環であっても、複素環であってもよく、さらに置換基を有していてもよく、複数の環は、互いに同一でも異なっていてもよい。

[0106] 本実施形態において、X_{21}～X_{28}は、それぞれ独立に、R_{23}と結合する炭素原子であることも好ましい。この場合、第二の化合物は、下記一般式（２０Ａ）で表される。下記一般式（２０Ａ）中、R_{231}～R_{238}は、それぞれ独立に、前述のR_{23}と同義であり、R_{21}およびR_{22}は、前述のR_{21}およびR_{22}と同義である。

[0107] [化52]



(20A)

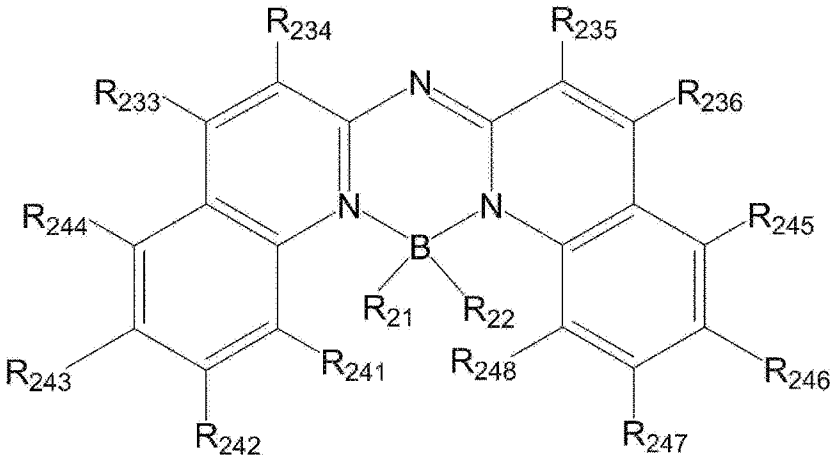
[0108] 本実施形態において、R_{231}～R_{234}のうちいずれかは、置換基であり、置換基同士が結合して環を形成しているか、またはR_{235}～R_{238}のうちいずれかは、置換基であり、置換基同士が結合して環を形成していることが好ましい。

[0109] 本実施形態において、R_{231}～R_{234}のうちのいずれかの置換基同士が結合

して環を形成し、さらに、R_{235}～R_{238}のうちのいずれかの置換基同士が結合して環を形成していることも好ましい。この置換基同士が結合して形成する環は、芳香族６員環であることが好ましい。この芳香族６員環は、さらに置換基を有していてもよい。

[0110] 本実施形態において、第二の化合物は、下記一般式（２０Ｂ）で表される化合物であることも好ましい。

[0111] [化53]



(20B)

[0112] 前記一般式（２０Ｂ）中、R_{233}～R_{236}、およびR_{241}～R_{248}は、それぞれ独立に、前述のR_{23}と同義であり、R_{21}およびR_{22}は、前述のR_{21}およびR_{22}と同義である。

前記一般式（２０Ｂ）中、R_{241}、R_{242}、R_{244}、R_{245}、R_{247}およびR_{248}は、水素原子であり、R_{243}およびR_{246}は、置換基であることが好ましい。

置換基としてのR_{243}およびR_{246}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

シアノ基、

ニトロ基、および

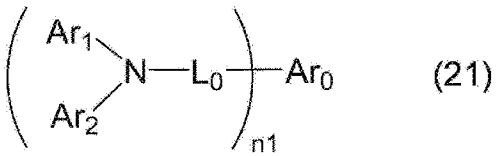
置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択される。

置換基としてのR_{243}およびR_{246}は、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基であることがより好ましい。

[0113] 本実施形態において、R_{21}およびR_{22}は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましく、ハロゲン原子であることがより好ましく、フッ素原子であることがさらに好ましい。

[0114] 本実施形態において、第二の化合物は、下記一般式（２１）で表される化合物であることも好ましい。

[0115] [化54]



(21)

[0116] 前記一般式（２１）中、

ｎ１は１以上の整数であり、

Ar_0は、置換もしくは無置換の環形成炭素数１０～４０の縮合芳香族炭化水素基であり、

Ar_1およびAr_2は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基からなる群から選択され、

Ar_1とAr_2とが結合して飽和または不飽和の環を形成してもよく、ｎ１が２以上の場合、複数のAr_1は、互いに同一でも異なっていてもよく、複数のAr_2は、互いに同一でも異なっていてもよく、

L_0は、単結合または連結基であり、L_0が連結基である場合の連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、ｎ１が２以上の場合、複数のL_0は、互いに同一でも異なっていてもよい。

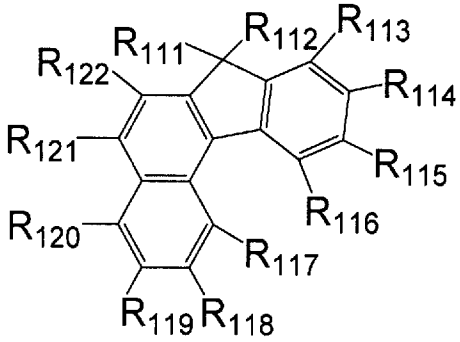
[0117] 本実施形態において、発光効率を向上させる観点から、前記一般式（２１）中のAr_0は、ベンゾフルオレン骨格、フルオランテン骨格、ピレン骨格、またはクリセン骨格を有する基であることが好ましく、ピレン骨格またはクリセン骨格を有する基であることがより好ましい。

また、本実施形態において、前記一般式（２１）中のｎ１が２であり、L_0がいずれも単結合であることも好ましい。

Ar_0がピレン骨格であり、ｎ１が２であり、L_0が単結合である場合、前記一般式（２１）中の窒素原子は、ピレン骨格の１位および６位に結合することが好ましく、Ar_0がクリセン骨格であり、ｎ１が２であり、L_0が単結合である場合、前記一般式（２１）中の窒素原子は、クリセン骨格の６位および１２位に結合することが好ましい。

[0118] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のAr_0は、ベンゾフルオレン骨格を有する基であることも好ましく、前記Ar_0としてのベンゾフルオレン骨格を有する基は、下記一般式（Ａｒ－１）で表される基であることが好ましい。

[0119] [化55]



(Ar-1)

[0120] 前記一般式（Ａｒ－１）中、

R_{111}およびR_{112}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{111}およびR_{112}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択され、

R_{113}～R_{122}は、それぞれ独立に、水素原子、置換基、またはL_0と結合する単結合であり、ただし、R_{113}～R_{122}の少なくとも１つは、L_0と結合する単結合であり、

置換基としてのR_{113}～R_{122}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

シアノ基、

ニトロ基、

ヒドロキシル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールアルコキシ基、

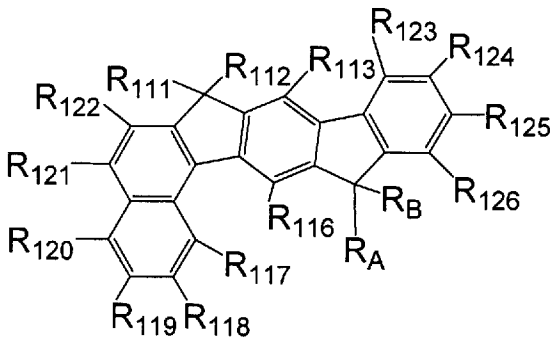
置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、および

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルコキシカルボニル基からなる群から選択され、

R_{113}とR_{114}、R_{114}とR_{115}、R_{115}とR_{116}、R_{117}とR_{118}、R_{118}とR_{119}、R_{119}とR_{120}、R_{120}とR_{121}、およびR_{121}とR_{122}のいずれか１組以上が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよい。

[0121] 本実施形態において、前記一般式（Ａｒ－１）で表される基は、下記一般式（Ａｒ－２）で表される基であることが好ましい。

[0122] [化56]



(Ar-2)

[0123] 前記一般式（Ａｒ－２）中、

R_{111}、R_{112}、R_A、およびR_Bは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{111}、R_{112}、R_A、およびR_Bは、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択され、

R_{113}、およびR_{116}～R_{126}は、それぞれ独立に、水素原子、置換基、またはL_0と結合する単結合であり、ただし、R_{113}、R_{116}～R_{126}の少なくとも１つは、L_0と結合する単結合であり、

置換基としてのR_{113}、およびR_{116}～R_{126}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

シアノ基、

ニトロ基、

ヒドロキシル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、および

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルコキシカルボニル基からなる群から選択され、

R_{117}とR_{118}、R_{118}とR_{119}、R_{119}とR_{120}、R_{120}とR_{121}、R_{121}とR_{122}、R_{123}とR_{124}、R_{124}とR_{125}、およびR_{125}とR_{126}のいずれか１組以上が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよい。

[0124] 本実施形態において、R_{121}およびR_{125}の少なくとも１つは、L_0と結合する単結合であることが好ましい。

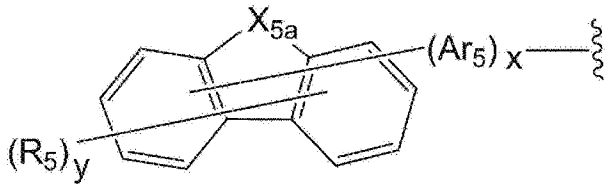
[0125] 本実施形態において、R_{111}、R_{112}、R_A、およびR_Bは、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。

[0126] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のAr_1およびAr_2は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる

群から選択されるいずれかの基であることが好ましく、Ａｒ$_1$およびＡｒ$_2$の少なくとも１つが、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択されるいずれかの基であることがより好ましい。

[0127] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のＡｒ$_1$およびＡｒ$_2$の少なくとも１つは、下記一般式（２１ａ）で表される基であることが好ましい。この場合、前記一般式（２１）中のＡｒ$_0$は、ピレン骨格またはクリセン骨格を有する基であることが好ましい。

[0128] [化57]



(21a)

[0129] 前記一般式（２１ａ）中、

ｘは０～３の整数であり、

ｙは０～７の整数であり、

Ｘ$_{5a}$は酸素原子、硫黄原子、またはセレン原子であり、

ｘが０のとき、前記一般式（２１ａ）で表される基と前記一般式（２１）中の窒素原子とは単結合で結合し、

ｘが１～３の整数のとき、Ａｒ$_5$は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基であり、ｘが２以上の場合、複数のＡｒ$_5$は互いに同一でも異なっていてもよく、Ａｒ$_5$同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよく、

Ｒ$_5$は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

シアノ基、

ニトロ基、

ヒドロキシル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリールチオ基、および

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルコキシカルボニル基からなる群から選択され、

ｙが２以上の場合、複数のR_5は互いに同一でも異なっていてもよく、R_5同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよい。

波線部分は、前記一般式（２１）における窒素原子との結合箇所を表す。

[0130] 本実施形態において、前記一般式（２１ａ）中のX_{5a}は、酸素原子または硫黄原子であることが好ましく、酸素原子であることがより好ましい。

[0131] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のAr_1は、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましく、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～２０の芳香族炭化水素基からなる群から選択されるいずれかの基であることがより好ましく、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、およびフルオレニル基からなる群から選択されるいずれかの基であることがさらに好ましい。

[0132] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のAr_2は、前記一般式（２１ａ）で表される基であることが好ましい。

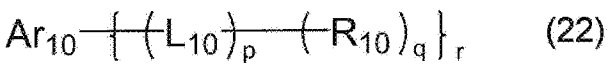
[0133] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のAr_1およびAr_2の少なくとも１つは、前記一般式（Ａｒ－１）で表される基であることも好ましく、前記一般式（Ａｒ－２）で表される基であることがより好ましい。この場合

、前記一般式（２１）中のＡｒ$_0$が、ベンゾフルオレン骨格を有する基であることが好ましい。

[0134] 本実施形態において、前記一般式（２１）中のｎ１は、１または２であることが好ましい。

[0135] 本実施形態において、第二の化合物は、下記一般式（２２）で表される化合物であることも好ましい。

[0136] [化58]



(22)

[0137] 前記一般式（２２）中、

ｐは０～５の整数であり、

ｑおよびｒは、それぞれ独立に、１～５の整数であり、

Ａｒ$_{10}$は、置換もしくは無置換の環形成炭素数１０～４０の縮合芳香族炭化水素基であり、

Ｒ$_{10}$は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基からなる群から選択され、

ｑが２以上の場合、複数のＲ$_{10}$は、互いに同一でも異なっていてもよく、Ｒ$_{10}$同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよく、

ｐが０のとき、Ａｒ$_{10}$とＲ$_{10}$とは単結合で結合し、

ｐが１～５の整数のとき、Ｌ$_{10}$は、

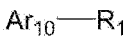
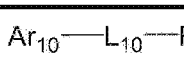
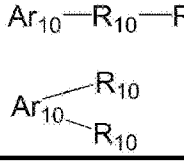
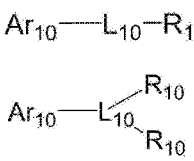
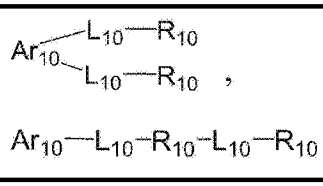
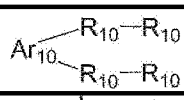
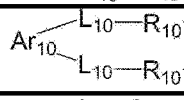
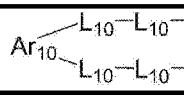
置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される連結基であり、

ｐが２以上の場合、複数のＬ$_{10}$は、互いに同一でも異なっていてもよく、Ｌ$_{10}$同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよい。

[0138] 前記一般式（２２）で表される化合物の結合様式の一例として、例えば下記表１に示す結合様式が挙げられる。

[0139] [表1]

No.	p	q	r	結合様式
(22A)	0	1	1	
(22B)	1	1	1	
(22C)	0	2	1	
(22D)	1	2	1	
(22E)	1	1	2	
(22F)	0	2	2	
(22G)	1	2	2	
(22H)	2	2	2	

[0140] 本実施形態において、前記一般式（２２）中のＡｒ$_{10}$は、ベンゾフルオレン骨格、フルオランテン骨格、ピレン骨格、またはクリセン骨格を有する基であることが好ましく、フルオランテン骨格を有する基であることがより好ましく、ベンゼン環が縮合したフルオランテン骨格（ベンゾフルオランテン骨格）を有する基であることがさらに好ましい。

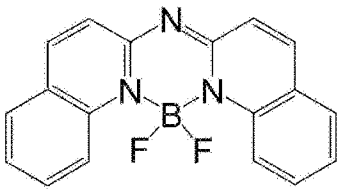
[0141] ・第二の化合物の製造方法

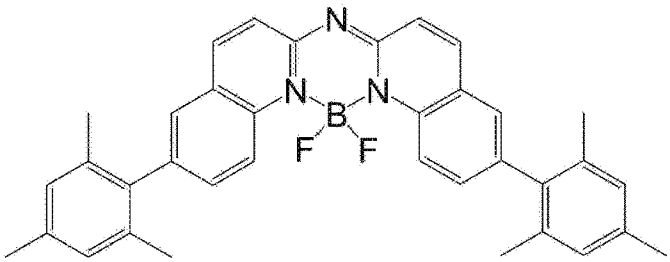
第二の化合物は、例えば、国際公開第２００８／０５９７１３号、および

国際公開第２０１０／１２２８１０号等に記載の方法により製造することができる。

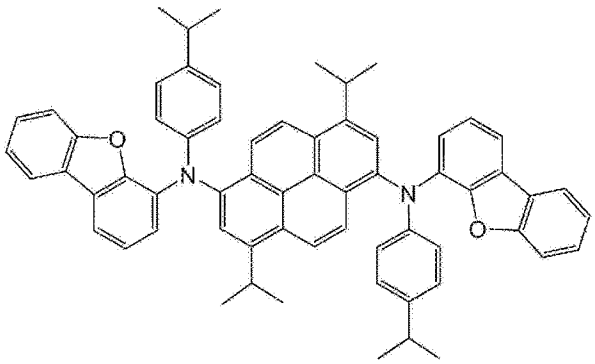
[0142] 本実施形態に係る第二の化合物の具体例を以下に示す。なお、本発明における第二の化合物は、これらの具体例に限定されない。

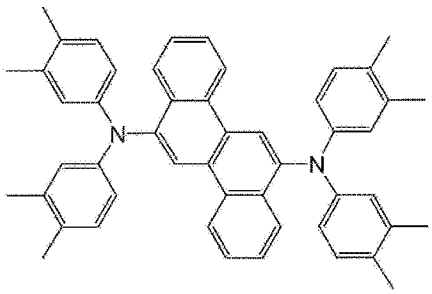
[0143] [化59]

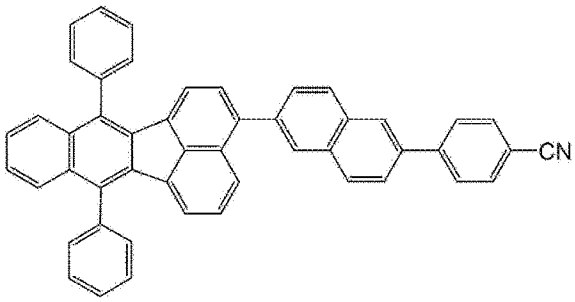




[0144] [化60]

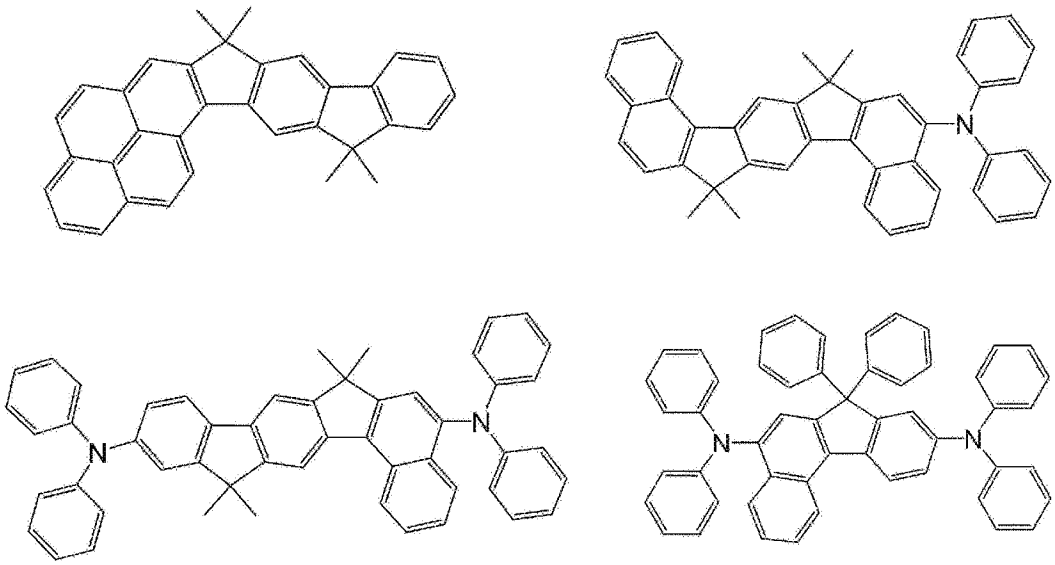




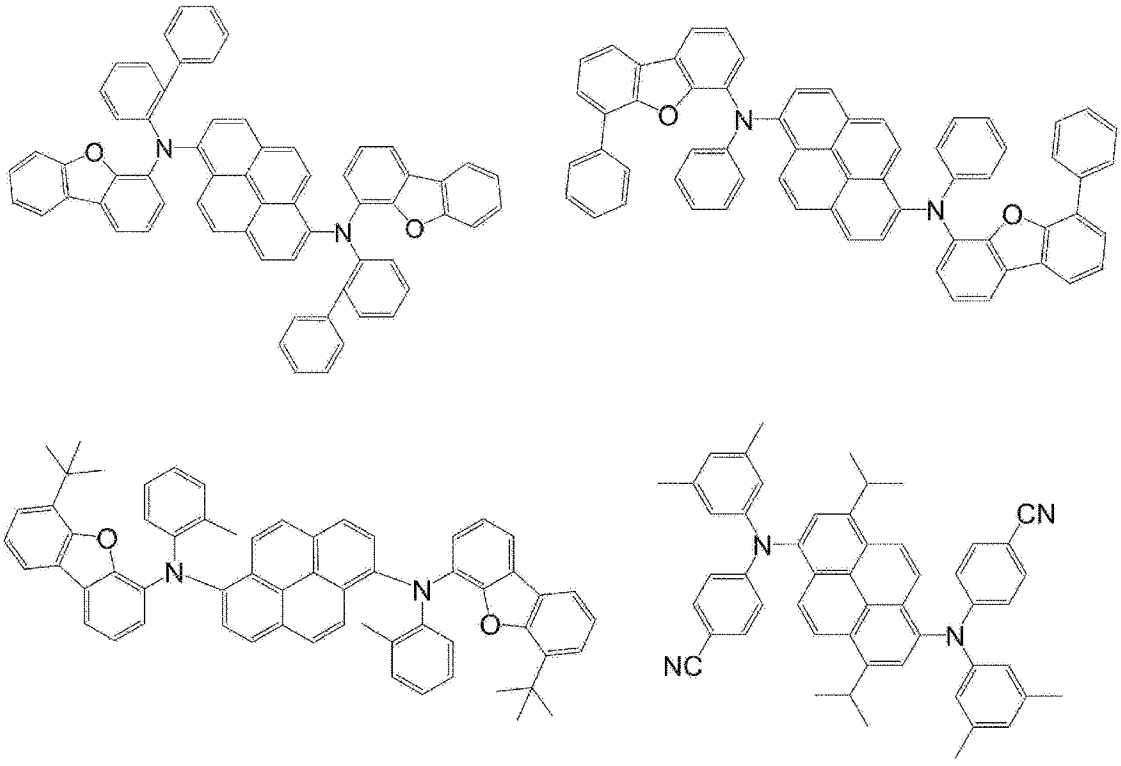


[0145]

[化61]

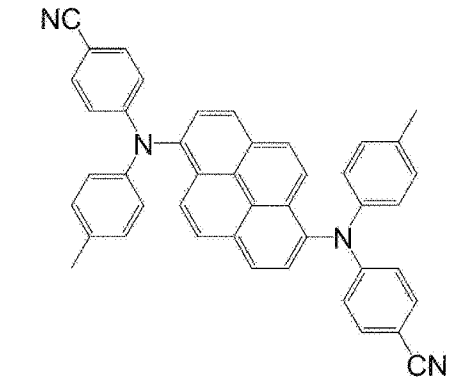


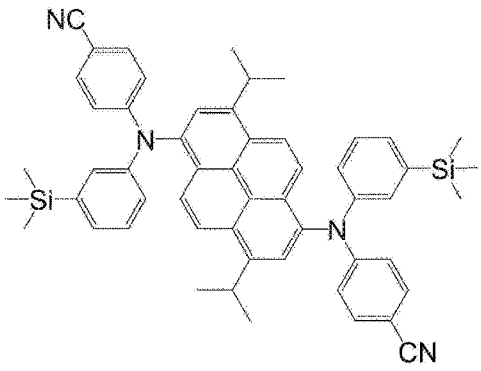
[0146] [化62]

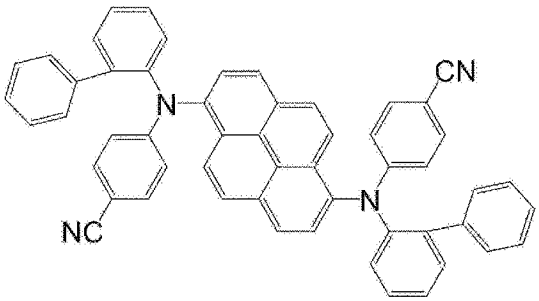


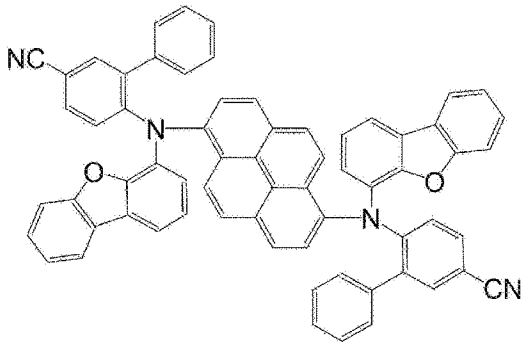
[0147]

[化63]

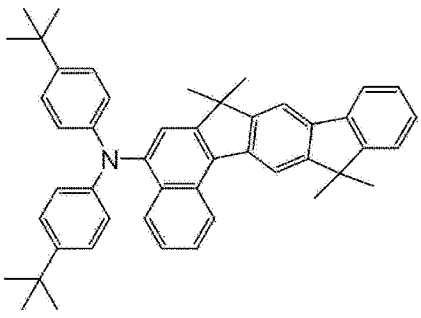


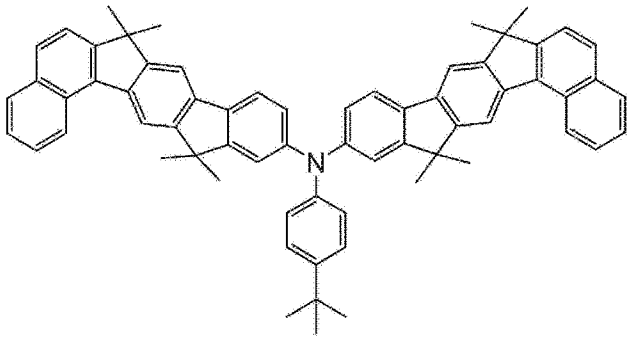






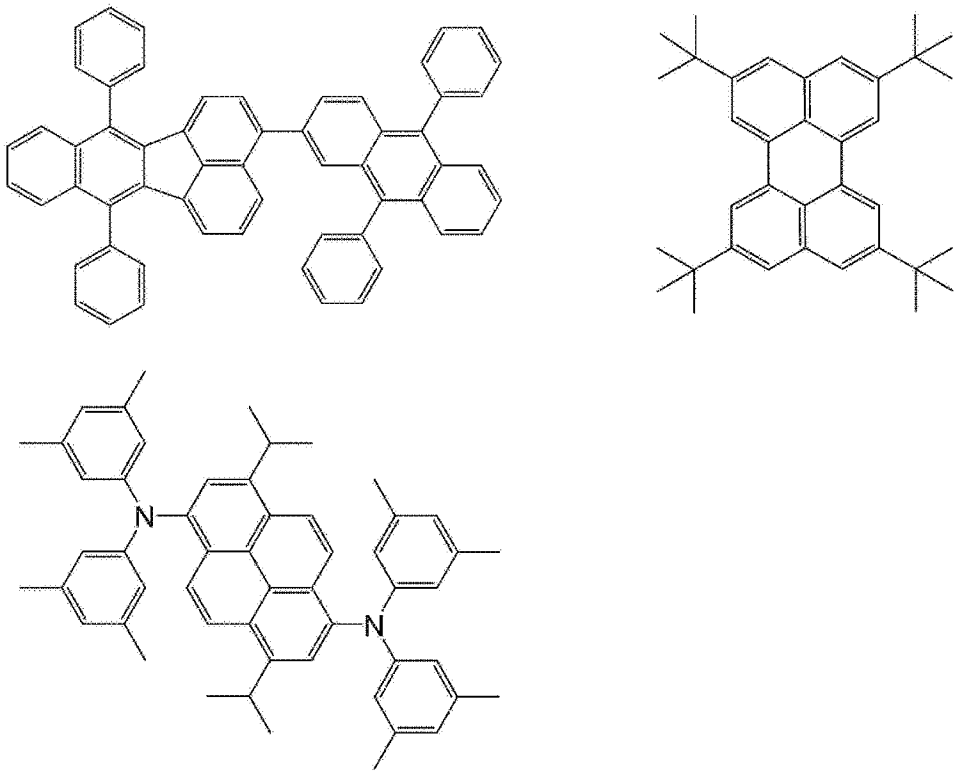
[0148] [化64]





[0149]

[化65]



[0150] ＜ＴＡＤＦ機構＞

本実施形態の有機ＥＬ素子では、第一の化合物としてΔＳＴ（Ｍ１）が小さい化合物を用いることが好ましい。ΔＳＴ（Ｍ１）が小さいと、外部から与えられる熱エネルギーによって、第一の化合物の三重項準位から第一の化合物の一重項準位への逆項間交差が起こり易くなる。有機ＥＬ素子内部の電気励起された励起子の励起三重項状態が、逆項間交差によって、励起一重項状態へスピン交換がされるエネルギー状態変換機構をＴＡＤＦ機構と呼ぶ。

図４は、発光層における第一の化合物および第二の化合物の、エネルギー準位およびエネルギー移動の関係の一例を示す図である。図４において、Ｓ０は、基底状態を表し、Ｓ１（Ｍ１）は、第一の化合物の最低励起一重項状態を表し、Ｔ１（Ｍ１）は、第一の化合物の最低励起三重項状態を表し、Ｓ１（Ｍ２）は、第二の化合物の最低励起一重項状態を表し、Ｔ１（Ｍ２）は、第二の化合物の最低励起三重項状態を表す。図４中のＳ１（Ｍ１）からＳ１（Ｍ２）へ向かう破線の矢印は、第一の化合物の最低励起一重項状態から

第二の化合物の最低励起一重項状態へのフェルスター型エネルギー移動を表す。

図４に示すように、第一の化合物としてΔＳＴ（Ｍ１）の小さな化合物を用いると、最低励起三重項状態Ｔ１（Ｍ１）は、熱エネルギーにより、最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ１）に逆項間交差が可能である。そして、第一の化合物の最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ１）から第二の化合物の最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ２）へのフェルスター型エネルギー移動が生じる。この結果、第二の化合物の最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ２）からの蛍光発光を観測することができる。このＴＡＤＦ機構による遅延蛍光を利用することによっても、理論的に内部効率を１００％まで高めることができると考えられている。

[0151] また、本実施形態において、第一の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップ$Ｔ_{77K}$（Ｍ１）は、第二の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップ$Ｔ_{77K}$（Ｍ２）よりも大きいことが好ましい。

[0152] ・三重項エネルギーと７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップとの関係

ここで、三重項エネルギーと７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップとの関係について説明する。本実施形態では、７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップは、通常定義される三重項エネルギーとは異なる点がある。

[0153] 第一の化合物および第二の化合物に関しては、７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップ$Ｔ_{77K}$の測定は、次のようにして行われる。

測定対象となる化合物をＥＰＡ（ジエチルエーテル：イソペンタン：エタノール＝５：５：２（容積比））中に、濃度が１０μｍｏｌ／Ｌとなるように溶解し、この溶液を石英セル中に入れて測定試料とする。この測定試料について、低温（７７［Ｋ］）で燐光スペクトル（縦軸：燐光発光強度、横軸：波長とする。）を測定し、この燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値$λ_{edge}$［ｎｍ］に基づいて、次の換算式１から算出されるエネルギー量を７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップ$Ｔ_{77K}$とする。

換算式１：$Ｔ_{77K}$［ｅＶ］＝１２３９．８５／$λ_{edge}$

燐光の測定には、例えば、（株）日立ハイテクノロジー製のＦ－４５００形分光蛍光光度計本体を用いることができる。なお、燐光測定装置は、これに限定されない。

燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線は以下のように引く。燐光スペクトルの短波長側から、スペクトルの極大値のうち、最も短波長側の極大値までスペクトル曲線上を移動する際に、長波長側に向けて曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち上がるにつれ（つまり縦軸が増加するにつれ）、傾きが増加する。この傾きの値が極大値をとる点において引いた接線（すなわち変曲点における接線）が、当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

なお、スペクトルの最大ピーク強度の１５％以下のピーク強度をもつ極大点は、上述の最も短波長側の極大値には含めず、最も短波長側の極大値に最も近い、傾きの値が極大値をとる点において引いた接線を当該燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対する接線とする。

[0154] 本実施形態の有機ＥＬ素子１が放射する光の波長範囲としては、４３０ｎｍ以上５５０ｎｍ以下であることが好ましい。すなわち、本実施形態の有機ＥＬ素子１を発光させたときに、有機ＥＬ素子１から放射される光の主ピーク波長が４３０ｎｍ以上５５０ｎｍ以下の範囲に含まれることが好ましい。

本実施形態の有機ＥＬ素子１が放射する光の波長範囲としては、４３０ｎｍ以上５００ｎｍ以下であることも好ましい。

本実施形態の有機ＥＬ素子１が放射する光の波長範囲としては、５００ｎｍ以上５５０ｎｍ以下であることも好ましい。

本実施形態の有機ＥＬ素子１が放射する光の波長範囲としては、５５０ｎｍ以上７５０ｎｍ以下であることも好ましい。

[0155] 本実施形態の有機ＥＬ素子１を発光させたときに、発光層５において、主に第二の化合物が発光していることが好ましい。

[0156] ・発光層における化合物の含有率

本実施形態に係る有機ＥＬ素子１では、発光層５において、第二の化合物

の含有率は、１０質量％以下であることが好ましく、５質量％以下であることがより好ましく、０．０１質量％以上１質量％以下であることがさらに好ましい。

[0157] ・発光層の膜厚

本実施形態の有機ＥＬ素子１における発光層５の膜厚は、好ましくは５ｎｍ以上５０ｎｍ以下、より好ましくは７ｎｍ以上５０ｎｍ以下、さらに好ましくは１０ｎｍ以上５０ｎｍ以下である。５ｎｍ以上であれば発光層５の形成が容易となり、色度の調整も容易となる。また、５０ｎｍ以下であれば、駆動電圧の上昇を抑制することができる。

[0158] （基板）

基板２は、有機ＥＬ素子１の支持体として用いられる。基板２としては、例えば、ガラス、石英、およびプラスチック等を用いることができる。また、可撓性基板を用いてもよい。可撓性基板とは、折り曲げることができる（フレキシブル）基板のことであり、例えば、プラスチック基板等が挙げられる。プラスチック基板を形成する材料としては、例えば、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルフォン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、およびポリエチレンナフタレート等が挙げられる。また、無機蒸着フィルムを用いることもできる。

[0159] （陽極）

基板２上に形成される陽極３には、仕事関数の大きい（具体的には４．０ｅＶ以上）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物等を用いることが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム－酸化スズ（ＩＴＯ：Ｉｎｄｉｕｍ　Ｔｉｎ　Ｏｘｉｄｅ）、珪素または酸化珪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、酸化タングステンおよび酸化亜鉛を含有した酸化インジウム、並びにグラフェン等が挙げられる。この他、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（Ｃ

ｏ）、銅（Ｃｕ）、パラジウム（Ｐｄ）、チタン（Ｔｉ）、およびこれら金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等が挙げられる。

これらの材料は、通常、スパッタリング法により成膜される。例えば、酸化インジウム－酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し１質量％以上１０質量％以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。また、例えば、酸化タングステンおよび酸化亜鉛を含有した酸化インジウムは、酸化インジウムに対し酸化タングステンを０．５質量％以上５質量％以下、酸化亜鉛を０．１質量％以上１質量％以下含有したターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。その他、真空蒸着法、塗布法、インクジェット法、およびスピンコート法等により作製してもよい。

陽極３上に形成される有機層のうち、陽極３に接して形成される正孔注入層６は、陽極３の仕事関数に関係なく正孔（ホール）注入が容易である複合材料を用いて形成される。そのため、その他電極材料として使用可能な材料（例えば、金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物、その他、元素周期表の第１族または第２族に属する元素も含む）を陽極３として用いることもできる。

仕事関数の小さい材料である、元素周期表の第１族に属する元素、元素周期表の第２族に属する元素、希土類金属、およびこれらを含む合金等を陽極３として用いることもできる。元素周期表の第１族に属する元素としては、アルカリ金属が挙げられる。元素周期表の第２族に属する元素としては、アルカリ土類金属が挙げられる。アルカリ金属としては、例えば、リチウム（Ｌｉ）およびセシウム（Ｃｓ）等が挙げられる。アルカリ土類金属としては、例えば、マグネシウム（Ｍｇ）、カルシウム（Ｃａ）、ストロンチウム（Ｓｒ）等が挙げられる。希土類金属としては、例えば、ユーロピウム（Ｅｕ）、およびイッテルビウム（Ｙｂ）等が挙げられる。これらの金属を含む合金としては、例えば、ＭｇＡｇ、およびＡｌＬｉ等が挙げられる。

なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、およびこれらを含む合金を用い

て陽極３を形成する場合には、真空蒸着法およびスパッタリング法等を用いることができる。さらに、銀ペースト等を用いる場合には、塗布法およびインクジェット法等を用いることができる。

[0160]（正孔注入層）

正孔注入層６は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物、チタン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ルテニウム酸化物、クロム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物、銀酸化物、タングステン酸化物、およびマンガン酸化物等を用いることができる。

また、正孔注入性の高い物質としては、例えば、低分子の有機化合物である４，４’，４’’－トリス（Ｎ，Ｎ－ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：ＴＤＡＴＡ）、４，４’，４’’－トリス［Ｎ－（３－メチルフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］トリフェニルアミン（略称：ＭＴＤＡＴＡ）、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）、３－［Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＡ１）、３，６－ビス［Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＡ２）、および３－［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－（９－フェニルカルバゾール－３－イル）アミノ］－９－フェニルカルバゾール（略称：ＰＣｚＰＣＮ１）等の芳香族アミン化合物等、並びにジピラジノ［２，３－ｆ：２０，３０－ｈ］キノキサリン－２，３，６，７，１０，１１－ヘキサカルボニトリル（ＨＡＴ－ＣＮ）等も挙げられる。

また、正孔注入性の高い物質としては、高分子化合物を用いることもでき

る。高分子化合物としては、例えば、オリゴマー、デンドリマー、およびポリマー等が挙げられる。具体的には、ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）（略称：ＰＶＫ）、ポリ（４－ビニルトリフェニルアミン）（略称：ＰＶＴＰＡ）、ポリ［Ｎ－（４－｛Ｎ’－［４－（４－ジフェニルアミノ）フェニル］フェニル－Ｎ’－フェニルアミノ｝フェニル）メタクリルアミド］（略称：ＰＴＰＤＭＡ）、およびポリ［Ｎ，Ｎ’－ビス（４－ブチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ビス（フェニル）ベンジジン］（略称：Ｐｏｌｙ－ＴＰＤ）等の高分子化合物が挙げられる。また、ポリ（３，４－エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホン酸）（ＰＥＤＯＴ／ＰＳＳ）、およびポリアニリン／ポリ（スチレンスルホン酸）（ＰＡｎｉ／ＰＳＳ）等の酸を添加した高分子化合物を用いることもできる。

[0161]（正孔輸送層）

正孔輸送層７は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送層７には、例えば、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、およびアントラセン誘導体等を使用することができる。具体的には、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－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：ＢＡＦＬＰ）、４，４’－ビス［Ｎ－（９，９－ジメチルフルオレン－２－イル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：ＤＦＬＤＰＢｉ）、４，４’，４’’－トリス（Ｎ，Ｎ－ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：ＴＤＡＴＡ）、４，４’，４’’－トリス［Ｎ－（３－メチルフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］トリフェニルアミン（略称：ＭＴＤＡＴＡ）、および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）等の芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に10^{-6}ｃｍ^{2}／（Ｖ・ｓ）以上の正孔移動度を有する物質である。

正孔輸送層７には、ＣＢＰ、９－［４－（Ｎ－カルバゾリル）］フェニル－１０－フェニルアントラセン（ＣｚＰＡ）、および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（ＰＣｚＰＡ）のようなカルバゾール誘導体、並びにｔ－ＢｕＤＮＡ、ＤＮＡ、およびＤＰＡｎｔｈのようなアントラセン誘導体等を用いてもよい。ポリ（Ｎ－ビニルカルバゾール）（略称：ＰＶＫ）、およびポリ（４－ビニルトリフェニルアミン）（略称：ＰＶＴＰＡ）等の高分子化合物を用いることもできる。

但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外の物質を用いてもよい。なお、正孔輸送性の高い物質を含む層は、単層だけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層した層としてもよい。

正孔輸送層を二層以上配置する場合、エネルギーギャップのより大きい材料を含む層を、発光層５に近い側に配置することが好ましい。

[0162] 本実施形態において、正孔輸送層７は、発光層５で生成する三重項励起子が正孔輸送層７および正孔注入層６へ拡散することを防止し、三重項励起子を発光層５内に閉じ込める機能を有することが好ましい。

[0163]（電子輸送層）

電子輸送層８は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層８には、１）アルミニウム錯体、ベリリウム錯体、および亜鉛錯体等の金属錯体、２）イミダゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、アジン誘導体、カルバゾール誘導体、およびフェナントロリン誘導体等の複素芳香族化合物、並びに３）高分子化合物を使用することができる。具体的には低分子の有機化合物として、Ａｌｑ、トリス（４－メチル－８－キノリノラト）アルミニウム（略称：Ａｌｍｑ$_3$）、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］キノリナト）ベリリウム（略称：ＢｅＢｑ$_2$）、ＢＡｌｑ、Ｚｎｑ、ＺｎＰＢＯ、およびＺｎＢＴＺ等の金属錯体等を用いることができる。また、金属錯体以外にも、２－（４－ビフェニリル）－５－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール（略称：ＰＢＤ）、１，３－ビス［５－（ｐｔ

ｅｒｔ－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）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－フェニル－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ＴＡＺ）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－（４－エチルフェニル）－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ｐ－ＥｔＴＡＺ）、バソフェナントロリン（略称：ＢＰｈｅｎ）、バソキュプロイン（略称：ＢＣＰ）、および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）等の複素芳香族化合物も用いることができる。本実施形態においては、ベンゾイミダゾール化合物を好適に用いることができる。ここに述べた物質は、主に10^{-6}ｃｍ^2／（Ｖ・ｓ）以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔輸送性よりも電子輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層８として用いてもよい。また、電子輸送層８は、単層だけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層した層としてもよい。

また、電子輸送層８には、高分子化合物を用いることもできる。例えば、ポリ［（９，９－ジヘキシルフルオレン－２，７－ジイル）－ｃｏ－（ピリジン－３，５－ジイル）］（略称：ＰＦ－Ｐｙ）、およびポリ［（９，９－ジオクチルフルオレン－２，７－ジイル）－ｃｏ－（２，２’－ビピリジン－６，６’－ジイル）］（略称：ＰＦ－ＢＰｙ）等を用いることができる。

[0164] 本実施形態において、電子輸送層８は、発光層５で生成する三重項励起子が電子輸送層８および電子注入層９へ拡散することを防止し、三重項励起子を発光層５内に閉じ込める機能を有することが好ましい。

[0165] （電子注入層）

電子注入層９は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層９には、リチウム（Ｌｉ）、セシウム（Ｃｓ）、カルシウム（Ｃａ）、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、フッ化セシウム（ＣｓＦ）、フッ化カルシウム（CaF_2）、およびリチウム酸化物（ＬｉＯｘ）等のような、アルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。その他、電子輸

送性を有する物質にアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を含有させた物質、具体的にはＡｌｑ中にマグネシウム（Ｍｇ）を含有させた物質等を用いてもよい。なお、この場合には、陰極４からの電子注入をより効率よく行うことができる。

あるいは、電子注入層９に、有機化合物と電子供与体（ドナー）とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層８を構成する物質（金属錯体および複素芳香族化合物等）を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属、アルカリ土類金属、または希土類金属が好ましく、例えば、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、およびイッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物、またはアルカリ土類金属酸化物を電子供与体として用いることも好ましく、例えば、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、およびバリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラチアフルバレン（略称：ＴＴＦ）等の有機化合物を用いることもできる。

[0166]（陰極）

陰極４には、仕事関数の小さい（具体的には３．８ｅＶ以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物等を用いることが好ましい。このような陰極材料の具体例としては、元素周期表の第１族に属する元素、元素周期表の第２族に属する元素、希土類金属、およびこれらを含む合金等が挙げられる。元素周期表の第１族に属する元素としては、アルカリ金属が挙げられる。元素周期表の第２族に属する元素としては、アルカリ土類金属が挙げられる。アルカリ金属としては、例えば、リチウム（Ｌｉ）、およびセシウム（Ｃｓ）等が挙げられる。アルカリ土類金属としては、例えば、マグ

ネシウム（Ｍｇ）、カルシウム（Ｃａ）、およびストロンチウム（Ｓｒ）等が挙げられる。希土類金属としては、例えば、ユーロピウム（Ｅｕ）、およびイッテルビウム（Ｙｂ）等が挙げられる。これらの金属を含む合金としては、例えば、ＭｇＡｇ、およびＡＩＬｉ等が挙げられる。

なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、およびこれらを含む合金を用いて陰極４を形成する場合には、真空蒸着法およびスパッタリング法等を用いることができる。また、銀ペースト等を用いる場合には、塗布法およびインクジェット法等を用いることができる。

なお、電子注入層９を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、ＡＩ、Ａｇ、ＩＴＯ、グラフェン、および珪素または酸化珪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用いて陰極４を形成することができる。これらの導電性材料は、スパッタリング法、インクジェット法、およびスピンコート法等を用いて成膜することができる。

[0167]（層形成方法）

本実施形態の有機ＥＬ素子１の各層の形成方法としては、上記で特に言及した以外には制限されず、乾式成膜法、および湿式成膜法等の公知の方法を採用できる。乾式成膜法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマ法、イオンプレーティング法等が挙げられる。湿式成膜法としては、スピンコーティング法、ディッピング法、フローコーティング法、インクジェット法等が挙げられる。

[0168]（膜厚）

本実施形態の有機ＥＬ素子１の各有機層の膜厚は、上記で特に言及した以外には制限されない。一般に、ピンホール等の欠陥が生じ難く、かつ高い印加電圧が必要となることによる効率の悪化を防止するため、通常、膜厚は、数ｎｍから１μｍの範囲が好ましい。

[0169] 本明細書において、環形成炭素数とは、原子が環状に結合した構造の化合物（例えば、単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物）の当該環自体を構成する原子のうちの炭素原子の数を表す。当該

環が置換基によって置換される場合、置換基に含まれる炭素は環形成炭素数には含まない。以下で記される「環形成炭素数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ベンゼン環は環形成炭素数が６であり、ナフタレン環は環形成炭素数が１０であり、ピリジニル基は環形成炭素数５であり、フラニル基は環形成炭素数４である。また、ベンゼン環またはナフタレン環に置換基として例えばアルキル基が置換している場合、当該アルキル基の炭素数は、環形成炭素数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合（スピロフルオレン環を含む）、置換基としてのフルオレン環の炭素数は環形成炭素数の数に含めない。

本明細書において、環形成原子数とは、原子が環状に結合した構造（例えば単環、縮合環、環集合）の化合物（例えば単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物）の当該環自体を構成する原子の数を表す。環を構成しない原子（例えば環を構成する原子の結合手を終端する水素原子）、および当該環が置換基によって置換される場合の置換基に含まれる原子は環形成原子数には含まない。以下で記される「環形成原子数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ピリジン環は、環形成原子数が６であり、キナゾリン環は、環形成原子数が１０であり、フラン環は、環形成原子数が５である。ピリジン環またはキナゾリン環の炭素原子にそれぞれ結合している水素原子および置換基を構成する原子については、環形成原子数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合（スピロフルオレン環を含む）、置換基としてのフルオレン環の原子数は環形成原子数の数に含めない。

次に前記一般式に記載の各置換基について説明する。

[0170] 本明細書における環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基（アリール基と称する場合がある。）としては、例えば、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ［ａ］アントリル基、ベンゾ［ｃ］フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ［

ｋ］フルオランテニル基、ベンゾ［ｇ］クリセニル基、ベンゾ［ｂ］トリフェニレニル基、ピセニル基、およびペリレニル基等が挙げられる。

本明細書におけるアリール基としては、環形成炭素数が６～２０であることが好ましく、６～１４であることがより好ましく、６～１２であることがさらに好ましい。上記アリール基の中でもフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、フルオレニル基がさらにより好ましい。１－フルオレニル基、２－フルオレニル基、３－フルオレニル基および４－フルオレニル基については、９位の炭素原子に、後述する本明細書における置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数６～１８のアリール基が置換されていることが好ましい。

[0171] 本明細書における環形成原子数５～３０の複素環基（ヘテロアリール基、ヘテロ芳香族環基、または芳香族複素環基と称する場合がある。）は、ヘテロ原子として、窒素、硫黄、酸素、ケイ素、セレン原子、およびゲルマニウム原子からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことが好ましく、窒素、硫黄、および酸素からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことがより好ましい。

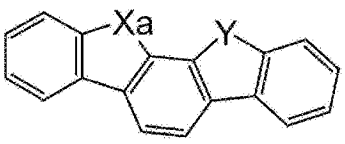
本明細書における環形成原子数５～３０の複素環基としては、例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリニル基、ナフチリジニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、インドリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾピリジニル基、ベンズトリアゾリル基、カルバゾリル基、フリル基、チエニル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、イソキサゾリル基、イソチアゾリル基、オキサジアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチオフェニル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾイソキサゾリル基、ベンゾイソチアゾリル基、ベンゾオ

キサジアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、ピペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホリル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、およびフェノキサジニル基等が挙げられる。

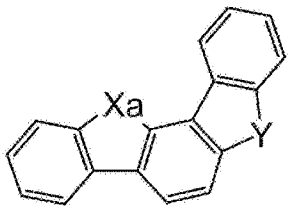
本明細書における複素環基の環形成原子数は、５～２０であることが好ましく、５～１４であることがさらに好ましい。上記複素環基の中でも１－ジベンゾフラニル基、２－ジベンゾフラニル基、３－ジベンゾフラニル基、４－ジベンゾフラニル基、１－ジベンゾチオフェニル基、２－ジベンゾチオフェニル基、３－ジベンゾチオフェニル基、４－ジベンゾチオフェニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、および９－カルバゾリル基がさらにより好ましい。１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基および４－カルバゾリル基については、９位の窒素原子に、本明細書における置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０のアリール基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基が置換していることが好ましい。

[0172] また、本明細書において、複素環基は、例えば、下記一般式（ＸＹ－１）～（ＸＹ－１８）で表される部分構造から誘導される基であってもよい。

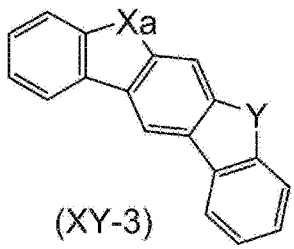
[0173] [化66]



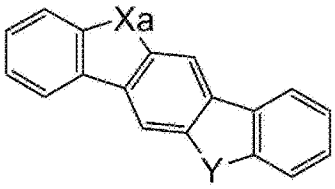
(XY-1)



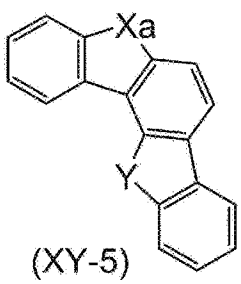
(XY-2)



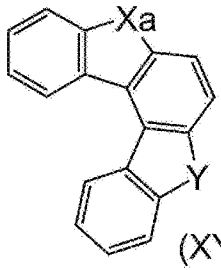
(XY-3)



(XY-4)

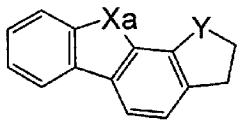


(XY-5)

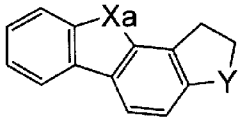


(XY-6)

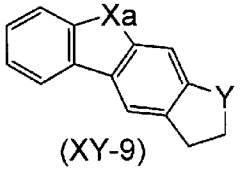
[0174] [化67]



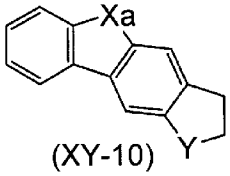
(XY-7)



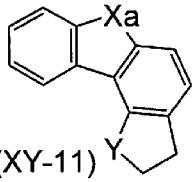
(XY-8)



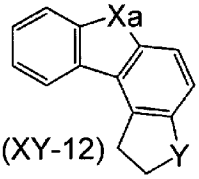
(XY-9)



(XY-10)

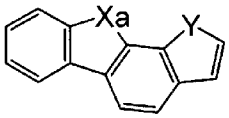


(XY-11)

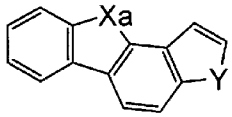


(XY-12)

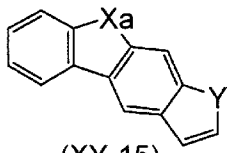
[0175] [化68]



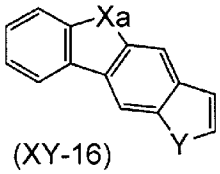
(XY-13)



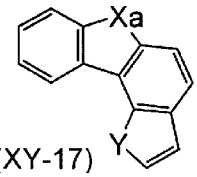
(XY-14)



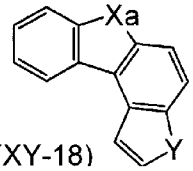
(XY-15)



(XY-16)



(XY-17)



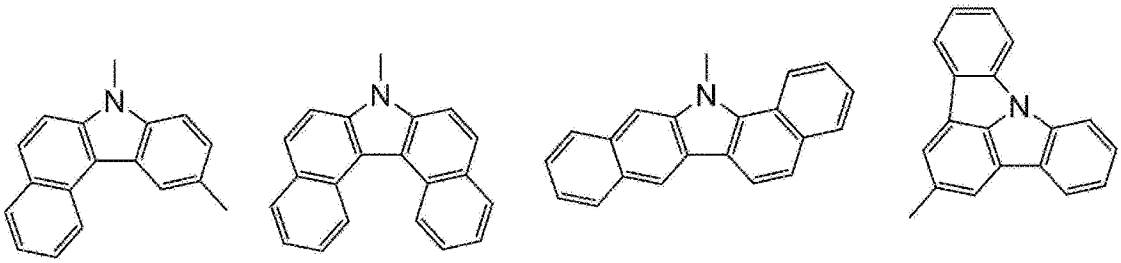
(XY-18)

[0176] 前記一般式（ＸＹ－１）～（ＸＹ－１８）中、ＸａおよびＹは、それぞれ独立に、ヘテロ原子であり、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、ケイ素原子、またはゲルマニウム原子であることが好ましい。前記一般式（ＸＹ－１）～（ＸＹ－１８）で表される部分構造は、任意の位置で結合手を有して複素環基となり、この複素環基は、置換基を有していてもよい。

[0177] また、本明細書において、置換もしくは無置換のカルバゾリル基としては、例えば、下記式で表されるような、カルバゾール環に対してさらに環が縮合した基も含み得る。このような基も置換基を有していてもよい。また、結合手の位置も適宜変更され得る。

[0178]

[化69]



[0179] 本明細書における炭素数１～３０のアルキル基としては、直鎖、分岐鎖または環状のいずれであってもよい。直鎖または分岐鎖のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ｎ－ノニル基、ｎ－デシル基、ｎ－ウンデシル基、ｎ－ドデシル基、ｎ－トリデシル基、ｎ－テトラデシル基、ｎ－ペンタデシル基、ｎ－ヘキサデシル基、ｎ－ヘプタデシル基、ｎ－オクタデシル基、ネオペンチル基、アミル基、イソアミル基、１－メチルペンチル基、２－メチルペンチル基、１－ペンチルヘキシル基、１－ブチルペンチル基、１－ヘプチルオクチル基、および３－メチルペンチル基等が挙げられる。

本明細書における直鎖または分岐鎖のアルキル基の炭素数は、１～１０であることが好ましく、１～６であることがさらに好ましい。上記直鎖または分岐鎖のアルキル基の中でもメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、アミル基、イソアミル基、およびネオペンチル基がさらにより好ましい。

[0180] 本明細書における炭素数３～３０のシクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、４－メチルシクロヘキシル基、アダマンチル基、およびノルボルニル基等が挙げられる。シクロアルキル基の環形成炭素数は、３～１０であることが好ましく、５～８であることがさらに好ましい。上記シクロアルキル基の中でも、シ

クロペンチル基およびシクロヘキシル基がさらにより好ましい。

[0181] アルキル基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルキル基としては、例えば、上記炭素数１～３０のアルキル基が１以上のハロゲン原子で置換された基が挙げられる。具体的には、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基、フルオロエチル基、トリフルオロメチルメチル基、トリフルオロエチル基、ペンタフルオロエチル基等が挙げられる。

[0182] 本明細書における置換シリル基としては、炭素数３～３０のアルキルシリル基、および環形成炭素数６～３０のアリールシリル基が挙げられる。

本明細書における炭素数３～３０のアルキルシリル基としては、上記炭素数１～３０のアルキル基で例示したアルキル基を有するトリアルキルシリル基が挙げられ、具体的にはトリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリ－ｎ－ブチルシリル基、トリ－ｎ－オクチルシリル基、トリイソブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチル－ｎ－プロピルシリル基、ジメチル－ｎ－ブチルシリル基、ジメチル－ｔ－ブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、およびトリイソプロピルシリル基等が挙げられる。トリアルキルシリル基における３つのアルキル基は、互いに同一でも異なっていてもよい。

[0183] 本明細書における環形成炭素数６～３０のアリールシリル基としては、例えば、ジアルキルアリールシリル基、アルキルジアリールシリル基、およびトリアリールシリル基が挙げられる。

ジアルキルアリールシリル基は、例えば、上記炭素数１～３０のアルキル基で例示したアルキル基を２つ有し、上記環形成炭素数６～３０のアリール基を１つ有するジアルキルアリールシリル基が挙げられる。ジアルキルアリールシリル基の炭素数は、８～３０であることが好ましい。

アルキルジアリールシリル基は、例えば、上記炭素数１～３０のアルキル基で例示したアルキル基を１つ有し、上記環形成炭素数６～３０のアリール基を２つ有するアルキルジアリールシリル基が挙げられる。アルキルジアリ

ールシリル基の炭素数は、１３～３０であることが好ましい。

トリアリールシリル基は、例えば、上記環形成炭素数６～３０のアリール基を３つ有するトリアリールシリル基が挙げられる。トリアリールシリル基の炭素数は、１８～３０であることが好ましい。

[0184] 本明細書における炭素数１～３０のアルコキシ基は、－ＯＺ$_1$と表される。このＺ$_1$の例として、上記炭素数１～３０のアルキル基が挙げられる。アルコキシ基は、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペンチルオキシ基、およびヘキシルオキシ基等が挙げられる。アルコキシ基の炭素数は、１～２０であることが好ましい。

アルコキシ基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルコキシ基としては、例えば、上記炭素数１～３０のアルコキシ基が１以上のフッ素原子で置換された基が挙げられる。

[0185] 本明細書において、アリールアルコキシ基（アリールオキシ基と称する場合がある）におけるアリール基は、芳香族炭化水素基であってもよく、複素環基であってもよい。

本明細書における炭素数５～３０のアリールアルコキシ基は、－ＯＺ$_2$と表される。このＺ$_2$の例として、例えば、上記環形成炭素数６～３０のアリール基等が挙げられる。アリールアルコキシ基の環形成炭素数は、６～２０であることが好ましい。このアリールアルコキシ基としては、例えば、フェノキシ基が挙げられる。

[0186] 本明細書における置換アミノ基は、－ＮＨＲ$_V$、または－Ｎ（Ｒ$_V$）$_2$と表される。このＲ$_V$の例として、例えば、上記炭素数１～３０のアルキル基、および上記環形成炭素数６～３０のアリール基等が挙げられる。

[0187] 本明細書において、アラルキル基（アリールアルキル基と称する場合がある）におけるアリール基は、芳香族炭化水素基であってもよく、複素環基であってもよい。

本明細書における炭素数５～３０のアラルキル基としては、環形成炭素数６～３０のアラルキル基が好ましく、－Ｚ$_3$－Ｚ$_4$と表される。このＺ$_3$の例と

して、上記炭素数１～３０のアルキル基に対応するアルキレン基等が挙げられる。このZ_4の例として、例えば、上記環形成炭素数６～３０のアリール基の例が挙げられる。このアラルキル基は、炭素数７～３０のアラルキル基（アリール部分は炭素数６～３０、好ましくは６～２０、より好ましくは６～１２）、アルキル部分は炭素数１～３０（好ましくは１～２０、より好ましくは１～１０、さらに好ましくは１～６）であることが好ましい。このアラルキル基としては、例えば、ベンジル基、２－フェニルプロパン－２－イル基、１－フェニルエチル基、２－フェニルエチル基、１－フェニルイソプロピル基、２－フェニルイソプロピル基、フェニル－ｔ－ブチル基、α－ナフチルメチル基、１－α－ナフチルエチル基、２－α－ナフチルエチル基、１－α－ナフチルイソプロピル基、２－α－ナフチルイソプロピル基、β－ナフチルメチル基、１－β－ナフチルエチル基、２－β－ナフチルエチル基、１－β－ナフチルイソプロピル基、および２－β－ナフチルイソプロピル基等が挙げられる。

[0188] 本明細書における炭素数２～３０のアルケニル基としては、直鎖または分岐鎖のいずれであってもよく、例えば、ビニル基、プロペニル基、ブテニル基、オレイル基、エイコサペンタエニル基、ドコサヘキサエニル基、スチリル基、２，２－ジフェニルビニル基、１，２，２－トリフェニルビニル基、および２－フェニル－２－プロペニル基等が挙げられる。

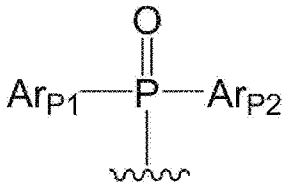
[0189] 本明細書における炭素数３～３０のシクロアルケニル基としては、例えば、シクロペンタジエニル基、シクロペンテニル基、シクロヘキセニル基、およびシクロヘキサジエニル基等が挙げられる。

[0190] 本明細書における炭素数２～３０のアルキニル基としては、直鎖または分岐鎖のいずれであってもよく、例えば、エチニル、プロピニル、および２－フェニルエチニル等が挙げられる。

[0191] 本明細書における炭素数３～３０のシクロアルキニル基としては、例えば、シクロペンチニル基、およびシクロヘキシニル基等が挙げられる。

[0192] 本明細書における置換ホスフォリル基は、下記一般式（Ｐ）で表される。

[0193] [化70]



(P)

[0194] 前記一般式（Ｐ）中、Ａｒ$_{P1}$およびＡｒ$_{P2}$は、それぞれ独立に、置換基であり、炭素数１～３０のアルキル基、および環形成炭素数６～３０のアリール基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましく、炭素数１～１０のアルキル基、および環形成炭素数６～２０のアリール基からなる群から選択されるいずれかの基であることがより好ましく、炭素数１～６のアルキル基、および環形成炭素数６～１４のアリール基からなる群から選択されるいずれかの基であることがさらに好ましい。

[0195] 本明細書における置換スルファニル基としては、例えば、メチルスルファニル基、フェニルスルファニル基、ジフェニルスルファニル基、ナフチルスルファニル基、およびトリフェニルスルファニル基等が挙げられる。

[0196] 本明細書における置換スルフィニル基としては、例えば、メチルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ジフェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、およびトリフェニルスルフィニル基等が挙げられる。

[0197] 本明細書における置換スルホニル基としては、例えば、メチルスルホニル基、フェニルスルホニル基、ジフェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、およびトリフェニルスルホニル基等が挙げられる。

[0198] 本明細書における置換ホスファニル基としては、例えば、フェニルホスファニル基等が挙げられる。

[0199] 本明細書における置換カルボニル基としては、例えば、メチルカルボニル基、フェニルカルボニル基、ジフェニルカルボニル基、ナフチルカルボニル基、およびトリフェニルカルボニル基等が挙げられる。

[0200] 本明細書における炭素数２～３０のアルコキシカルボニル基は、－ＣＯＯＹ’と表される。このＹ’の例として、上記アルキル基が挙げられる。

[0201] 本明細書における置換カルボキシ基としては、例えば、ベンゾイルオキシ

基等が挙げられる。

[0202] 本明細書におけるアリールチオ基は、－ＳＲ$_V$と表される。このＲ$_V$の例として、上記炭素数１～３０のアルキル基および上記環形成炭素数６～３０のアリール基が挙げられる。アルキルチオ基の炭素数は、１～２０であることが好ましく、アリールチオ基の環形成炭素数は、６～２０であることが好ましい。

[0203] 本明細書におけるハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、およびヨウ素原子等が挙げられ、フッ素原子が好ましい。

[0204] 本明細書において、「環形成炭素」とは飽和環、不飽和環、または芳香環を構成する炭素原子を意味する。「環形成原子」とはヘテロ環（飽和環、不飽和環、および芳香環を含む）を構成する炭素原子およびヘテロ原子を意味する。

また、本明細書において、水素原子とは、中性子数の異なる同位体、すなわち、軽水素（Ｐｒｏｔｉｕｍ）、重水素（Ｄｅｕｔｅｒｉｕｍ）、三重水素（Ｔｒｉｔｉｕｍ）を包含する。

[0205] また、「置換もしくは無置換の」という場合における置換基としては、上述のようなアリール基、複素環基、アルキル基（直鎖または分岐鎖のアルキル基、シクロアルキル基、ハロアルキル基）、アルキルシリル基、アリールシリル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アルキルチオ基、アリールチオ基、アラルキル基、アルケニル基（直鎖または分岐鎖のアルケニル基、シクロアルケニル基）、アルキニル基（直鎖または分岐鎖のアルキニル基、シクロアルキニル基）、ハロゲン原子の他に、シアノ基、ヒドロキシル基、ニトロ基、およびカルボキシ基が挙げられる。

ここで挙げた置換基の中では、アリール基、複素環基、アルキル基、ハロゲン原子、アルキルシリル基、アリールシリル基、シアノ基が好ましく、さらには、各置換基の説明において好ましいとした具体的な置換基が好ましい。

これらの置換基は、上記のアリール基、複素環基、アルキル基、アルキルシリル基、アリールシリル基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アルキルチオ基、アリールチオ基の他に、アルケニル基、アルキニル基、アラルキル基、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシル基、ニトロ基、およびカルボキシ基によってさらに置換されてもよい。また、これらの置換基は複数が互いに結合して環を形成してもよい。

[0206] 「置換もしくは無置換の」という場合における「無置換」とは前記置換基で置換されておらず、水素原子が結合していることを意味する。

なお、本明細書において、「置換もしくは無置換の炭素数ＸＸ～ＹＹのＺＺ基」という表現における「炭素数ＸＸ～ＹＹ」は、ＺＺ基が無置換である場合の炭素数を表し、置換されている場合の置換基の炭素数は含めない。ここで、「ＹＹ」は「ＸＸ」よりも大きく、「ＸＸ」と「ＹＹ」はそれぞれ１以上の整数を意味する。

本明細書において、「置換もしくは無置換の原子数ＸＸ～ＹＹのＺＺ基」という表現における「原子数ＸＸ～ＹＹ」は、ＺＺ基が無置換である場合の原子数を表し、置換されている場合の置換基の原子数は含めない。ここで、「ＹＹ」は「ＸＸ」よりも大きく、「ＸＸ」と「ＹＹ」はそれぞれ１以上の整数を意味する。

以下に説明する化合物またはその部分構造において、「置換もしくは無置換の」という場合についても、前記と同様である。

[0207] 本明細書において、置換基同士が互いに結合して環構造が構築される場合、環構造は、飽和環、不飽和環、芳香族炭化水素環、または複素環である。

[0208] 本明細書において、連結基におけるアリール基等としては、上述した一価の基から、１つ以上の原子を除いて得られる二価以上の基が挙げられる。

[0209] 本実施形態に係る有機ＥＬ素子によれば、発光層に前述の本実施形態に係る化合物（第一の化合物）と、蛍光発光性の第二の化合物とを含むので、発光効率を向上させることができる。前述のとおり、発光層に含まれる第一の化合物において逆項間交差が生じ易く、その結果、第一の化合物から第二の

化合物への一重項励起エネルギー移動が増大し、蛍光発光性の第二の化合物が効率良く発光するため、発光効率および発光色純度が向上すると推測される。

本実施形態に係る有機ＥＬ素子によれば、例えば、第二の化合物として、青色蛍光発光性の化合物を用いた場合には、有機ＥＬ素子の青色発光領域における発光色純度を向上させることができる。

[0210] （電子機器）

本発明の一実施形態に係る有機ＥＬ素子１は、表示装置および発光装置等の電子機器に使用できる。表示装置としては、例えば、有機ＥＬパネルモジュール等の表示部品、テレビ、携帯電話、タブレット、およびパーソナルコンピュータ等が挙げられる。発光装置としては、例えば、照明、および車両用灯具等が挙げられる。

[0211] 〔第二実施形態〕

第二実施形態に係る有機ＥＬ素子の構成について説明する。第二実施形態の説明において第一実施形態と同一の構成要素は、同一符号および名称を付す等して説明を省略もしくは簡略化する。また、第二実施形態では、特に言及されない材料および化合物については、第一実施形態で説明した材料および化合物と同様の材料および化合物を用いることができる。

[0212] 第二実施形態に係る有機ＥＬ素子は、発光層が、第三の化合物をさらに含んでいる点で、第一実施形態に係る有機ＥＬ素子と異なる。その他の点については第一実施形態と同様である。

[0213] ＜第三の化合物＞

第三の化合物の一重項エネルギーは、第一の化合物の一重項エネルギーよりも大きい。

第二実施形態の有機ＥＬ素子によれば高効率な有機ＥＬ素子を提供できる。

第二実施形態の有機ＥＬ素子は、発光層に、遅延蛍光性の第一の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物と、第一の化合物よりも大きな一重項エネルギ

ーを有する第三の化合物と、を含んでおり、発光効率が向上する。発光効率が向上する理由としては、第三の化合物が含まれていることによって発光層のキャリアバランスが改善されるためと考えられる。

[0214] 図５は、発光層における第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物の、エネルギー準位およびエネルギー移動の関係の一例を示す図である。図５において、Ｓ０は、基底状態を表す。Ｓ１（Ｍ１）は、第一の化合物の最低励起一重項状態を表し、Ｔ１（Ｍ１）は、第一の化合物の最低励起三重項状態を表す。Ｓ１（Ｍ２）は、第二の化合物の最低励起一重項状態を表し、Ｔ１（Ｍ２）は、第二の化合物の最低励起三重項状態を表す。Ｓ１（Ｍ３）は、第三の化合物の最低励起一重項状態を表し、Ｔ１（Ｍ３）は、第三の化合物の最低励起三重項状態を表す。図５中のＳ１（Ｍ１）からＳ１（Ｍ２）へ向かう破線の矢印は、第一の化合物の最低励起一重項状態から第二の化合物の最低励起一重項状態へのフェルスター型エネルギー移動を表す。

図５に示すように、第一の化合物としてΔＳＴ（Ｍ１）の小さな化合物を用いると、最低励起三重項状態Ｔ１（Ｍ１）は、熱エネルギーにより、最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ１）に逆項間交差が可能である。そして、第一の化合物の最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ１）から第二の化合物の最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ２）へのフェルスター型エネルギー移動が生じる。この結果、第二の化合物の最低励起一重項状態Ｓ１（Ｍ２）からの蛍光発光を観測することができる。このＴＡＤＦ機構による遅延蛍光を利用することによっても、理論的に内部効率を１００％まで高めることができると考えられている。

[0215] ・一重項エネルギーＳ

一重項エネルギーＳは、次のようにして測定される。

測定対象となる化合物の１０μｍｏｌ／Ｌトルエン溶液を調製して石英セルに入れ、常温（３００Ｋ）でこの試料の吸収スペクトル（縦軸：発光強度、横軸：波長とする。）を測定する。この吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値λ_{edge}［ｎｍ］を次に示す換算式２に代入して一重項エネルギーを算出する。

換算式２：Ｓ［ｅＶ］＝１２３９．８５／λ_{edge}

[0216] 吸収スペクトル測定装置としては、例えば、日立社製の分光光度計（装置名：Ｕ３３１０）が挙げられるが、これに限定されない。

[0217] 吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対する接線は以下のように引く。吸収スペクトルの極大値のうち、最も長波長側の極大値から長波長方向にスペクトル曲線上を移動する際に、曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち下がるにつれ（つまり縦軸の値が減少するにつれ）、傾きが減少しその後増加することを繰り返す。傾きの値が最も長波長側（ただし、吸光度が０．１以下となる場合は除く）で極小値をとる点において引いた接線を当該吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対する接線とする。

なお、吸光度の値が０．２以下の極大点は、上記最も長波長側の極大値には含めない。

[0218] ・発光層における化合物の含有率

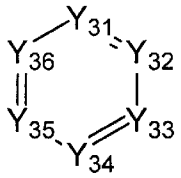
本実施形態では、発光層において、第一の化合物の含有率は、１０質量％以上８０質量％以下であることが好ましく、第二の化合物の含有率は、１質量％以上１０質量％以下であることが好ましく、第三の化合物の含有率は、１０質量％以上８０質量％以下であることが好ましい。第一の化合物の含有率は、２０質量％以上８０質量％以下であることがより好ましく、２０質量％以上６０質量％以下であることがさらに好ましい。発光層における第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物の合計含有率の上限は、１００質量％である。なお、本実施形態は、発光層に、第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物以外の材料が含まれることを除外しない。

[0219] 第三の化合物としては、特に限定されないが、アミン化合物以外の化合物であることが好ましい。また、例えば、第三の化合物としては、カルバゾール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体を用いることができるが、これら誘導体に限定されない。

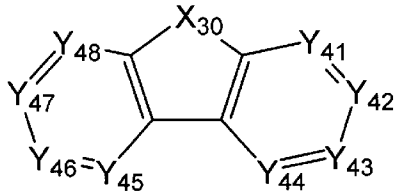
[0220] 第三の化合物は、一つの分子中に下記一般式（３１）で表される部分構造

および下記一般式（３２）で表される部分構造のうち少なくともいずれかを含む化合物であることも好ましい。

[0221] [化71]



(31)



(32)

[0222] 前記一般式（３１）中、

Y_{31}～Y_{36}は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

ただし、Y_{31}～Y_{36}のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（３２）において、

Y_{41}～Y_{48}は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

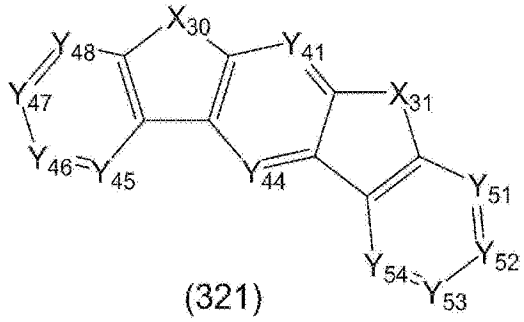
ただし、Y_{41}～Y_{48}のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

X_{30}は、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する窒素原子、または酸素原子、もしくは硫黄原子である。

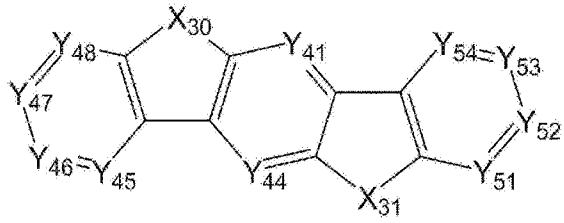
[0223] 前記一般式（３２）において、Y_{41}～Y_{48}のうち少なくとも２つが第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、当該炭素原子を含む環構造が構築されていることも好ましい。

例えば、前記一般式（３２）で表される部分構造が、下記一般式（３２１），（３２２），（３２３），（３２４），（３２５）および（３２６）で表される部分構造からなる群から選択されるいずれかの部分構造であることが好ましい。

[0224] [化72]

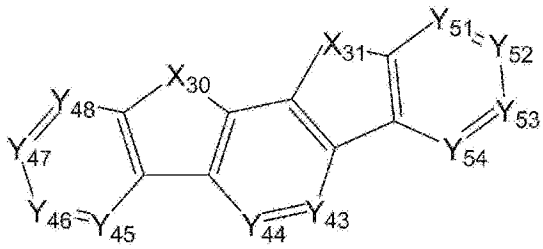


(321)

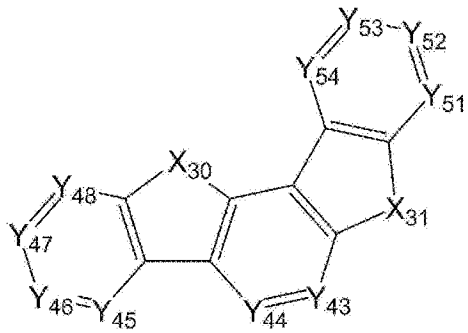


(322)

[0225] [化73]

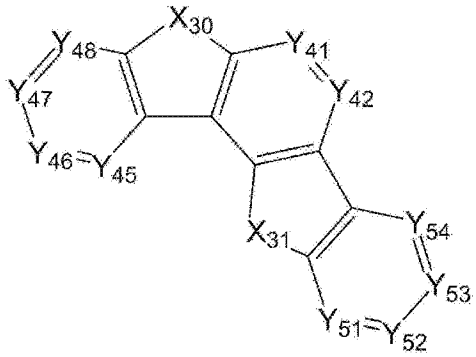


(323)

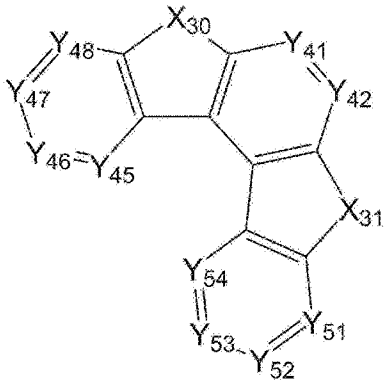


(324)

[0226] [化74]



(325)



(326)

[0227] 前記一般式（３２１）～（３２６）中、

X_{30}は、それぞれ独立に、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する窒素原子、または酸素原子、もしくは硫黄原子であり、

Y_{41}～Y_{48}は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

X_{31}は、それぞれ独立に、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する窒素原子、酸素原子、硫黄原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

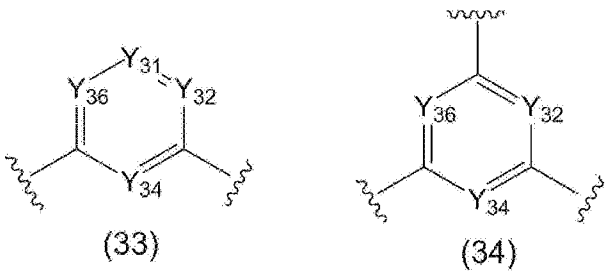
Y_{51}～Y_{54}は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子である。

本実施形態においては、第三の化合物は、前記一般式（３２１）～（３２６）のうち前記一般式（３２３）で表される部分構造を有することが好ましい。

[0228] 前記一般式（３１）で表される部分構造は、下記一般式（３３）で表される基および下記一般式（３４）で表される基からなる群から選択される少なくともいずれかの基として第三の化合物に含まれることが好ましい。

下記一般式（３３）および下記一般式（３４）で表されるように、結合箇所が互いにメタ位に位置することは、７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップT_{77K}（Ｍ３）を高く保つことができるため、第三の化合物として好ましい。

[0229] [化75]



(33) (34)

[0230] 前記一般式（３３）および前記一般式（３４）中、

Y_{31}、Y_{32}、Y_{34}、およびY_{36}は、それぞれ独立に、窒素原子またはCR_{31}であり、

R_{31}は、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{31}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換ゲルマニウム基、

置換ホスフィンオキシド基、

ハロゲン原子、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択される。

ただし、前記R_{31}における置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基は、非縮合環であることが好ましい。

前記一般式（３３）および前記一般式（３４）中、波線部分は、第三の化合物の分子中における他の原子または他の構造との結合箇所を表す。

[0231] 前記一般式（３３）において、Y_{31}、Y_{32}、Y_{34}およびY_{36}は、それぞれ独立に、CR_{31}であることが好ましく、複数のR_{31}は、互いに同一でも異なっていてもよい。

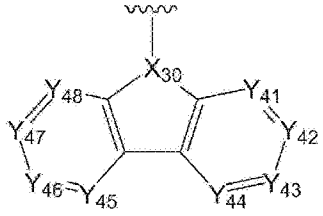
また、前記一般式（３４）において、Y_{32}、Y_{34}およびY_{36}は、それぞれ独立に、CR_{31}であることが好ましく、複数のR_{31}は、互いに同一でも異なっていてもよい。

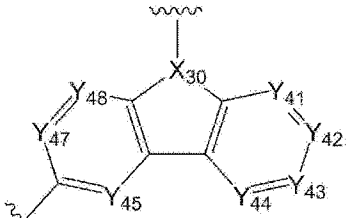
[0232] 置換ゲルマニウム基は、$-Ge(R_{101})_3$で表されることが好ましい。R_{101}は、それぞれ独立に、置換基である。置換基R_{101}は、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。複数のR_{101}は、互いに同一でも異なっていてもよい。

[0233] 前記一般式（３２）で表される部分構造は、下記一般式（３５）～（３９）および下記一般式（３０ａ）で表される基からなる群から選択される少な

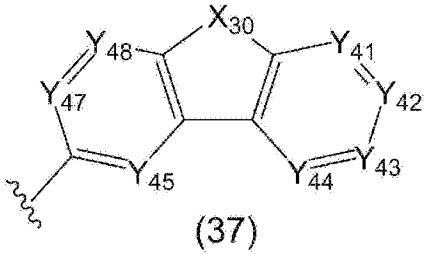
くともいずれかの基として第三の化合物に含まれることが好ましい。

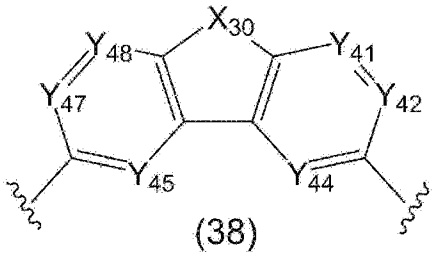
[0234] [化76]


(35)

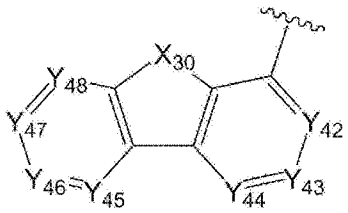

(36)

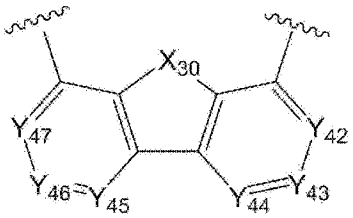
[0235] [化77]


(37)


(38)

[0236] [化78]


(39)


(30a)

[0237] 前記一般式（３５）～（３９），および（３０ａ）中、

Y_{41}～Y_{48}は、それぞれ独立に、窒素原子またはCR_{32}であり、

R_{32}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{32}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換ゲルマニウム基、

置換ホスフィンオキシド基、

ハロゲン原子、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

前記一般式（３５）および（３６）中、X_{30}は、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する窒素原子であり、

前記一般式（３７）～（３９），および（３０ａ）中、

X_{30}は、NR_{33}、酸素原子、または硫黄原子であり、

R_{33}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換ゲルマニウム基、

置換ホスフィンオキシド基、

フッ素原子、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換若しくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択される。

ただし、前記R_{33}における置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基は、非縮合環であることが好ましい。

前記一般式（３５）～（３９），（３０ａ）中、波線部分は、第三の化合

物の分子中における他の原子または他の構造との結合箇所を表す。

[0238] 前記一般式（３５）において、Y_{41}～Y_{48}は、それぞれ独立に、CR_{32}であることが好ましく、前記一般式（３６）および前記一般式（３７）において、Y_{41}～Y_{45}，Y_{47}およびY_{48}は、それぞれ独立に、CR_{32}であることが好ましく、前記一般式（３８）において、Y_{41}，Y_{42}，Y_{44}，Y_{45}，Y_{47}およびY_{48}は、それぞれ独立に、CR_{32}であることが好ましく、前記一般式（３９）において、Y_{42}～Y_{48}は、それぞれ独立に、CR_{32}であることが好ましく、前記一般式（３０ａ）において、Y_{42}～Y_{47}は、それぞれ独立に、CR_{32}であることが好ましく、複数のR_{32}は、互いに同一でも異なっていてもよい。

[0239] 第三の化合物において、前記X_{30}は、酸素原子もしくは硫黄原子であることが好ましく、酸素原子であることがより好ましい。

[0240] 第三の化合物において、R_{31}、およびR_{32}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であって、R_{31}、およびR_{32}における置換基は、フッ素原子、シアノ基、置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基であることが好ましい。R_{31}、およびR_{32}は、水素原子、シアノ基、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基であることがより好ましい。ただし、R_{31}、およびR_{32}における置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基は、非縮合環であることが好ましい。

[0241] 第三の化合物は、芳香族炭化水素化合物、または芳香族複素環化合物であることも好ましい。また、第三の化合物は、分子中に縮合芳香族炭化水素環を有していないことが好ましい。

[0242] ・第三の化合物の製造方法

第三の化合物は、例えば、国際公開第２０１２／１５３７８０号および国際公開第２０１３／０３８６５０号等に記載の方法により製造することがで

きる。

[0243] 第三の化合物における置換基の例は、例えば、以下のとおりであるが、本発明は、これらの例に限定されない。

[0244] 芳香族炭化水素基（アリール基と称する場合がある。）の具体例としては、フェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、フェナントリル基、ピレニル基、クリセニル基、ベンゾ［ｃ］フェナントリル基、ベンゾ［ｇ］クリセニル基、ベンゾアントリル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基、９，９－ジメチルフルオレニル基、ベンゾフルオレニル基、ジベンゾフルオレニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、クォーターフェニル基、フルオランテニル基等が挙げられ、好ましくはフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、クォーターフェニル基、ナフチル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基等を挙げることができる。

置換基を有する芳香族炭化水素基としては、トリル基、キシリル基、９，９－ジメチルフルオレニル基等を挙げることができる。

具体例が示すように、アリール基は、縮合アリール基及び非縮合アリール基の両方を含む。

芳香族炭化水素基としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、クォーターフェニル基、ナフチル基、トリフェニレニル基、フルオレニル基が好ましい。

[0245] 複素環基（ヘテロアリール基、ヘテロ芳香族環基、または芳香族複素環基と称する場合がある。）の具体例としては、ピロリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、ピリダジニル基、ピリジル基、トリアジニル基、インドリル基、イソインドリル基、イミダゾリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾ［１，２－ａ］ピリジニル基、フリル基、ベンゾフラニル基、イソベンゾフラニル基、ジベンゾフラニル基、アザジベンゾフラニル基、チオフェニル基、ベンゾチオフェニル基、ジベンゾチオフェニル基、アザジベンゾチオフェニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、ナフチリジニル基、カルバゾリル基、ア

ザカルバゾリル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、フェノキサジニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、フラザニル基、ベンズオキサゾリル基、チエニル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンズチアゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基等が挙げられ、好ましくは、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、カルバゾリル基、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、アザジベンゾフラニル基、アザジベンゾチオフェニル基等を挙げることができる。

芳香族複素環基としては、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、カルバゾリル基、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、アザジベンゾフラニル基、アザジベンゾチオフェニル基が好ましく、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、アザジベンゾフラニル基、アザジベンゾチオフェニル基がさらに好ましい。

[0246] 第三の化合物において、置換シリル基は、置換もしくは無置換のトリアルキルシリル基、置換もしくは無置換のアリールアルキルシリル基、または置換もしくは無置換のトリアリールシリル基であることも好ましい。

置換もしくは無置換のトリアルキルシリル基の具体例としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基を挙げることができる。

置換若しくは無置換のアリールアルキルシリル基の具体例としては、ジフェニルメチルシリル基、ジトリルメチルシリル基、フェニルジメチルシリル基等を挙げることができる。

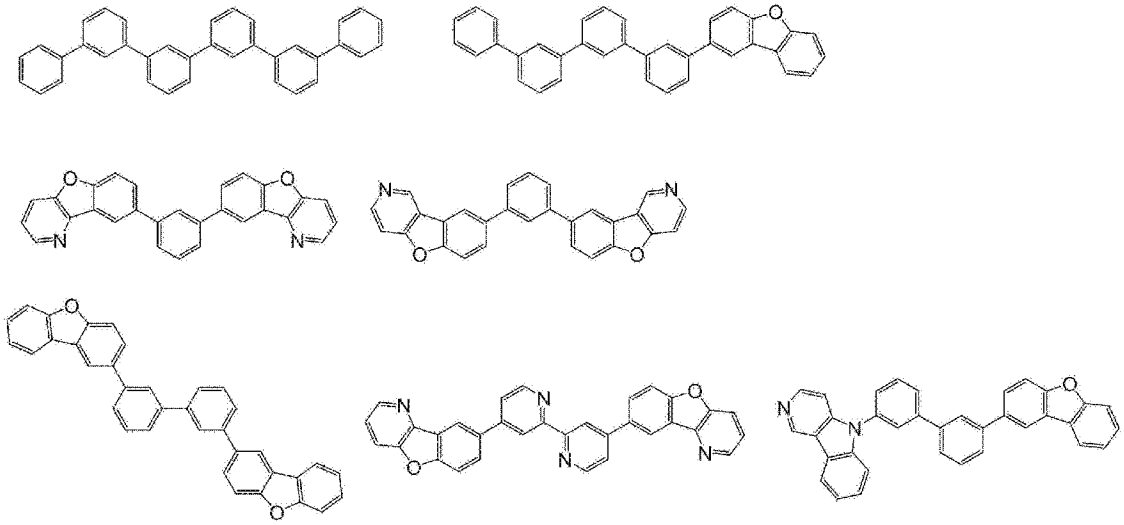
置換もしくは無置換のトリアリールシリル基の具体例としては、トリフェニルシリル基、トリトリルシリル基等を挙げることができる。

[0247] 第三の化合物において、置換ホスフィンオキシド基は、置換もしくは無置換のジアリールホスフィンオキシド基であることも好ましい。

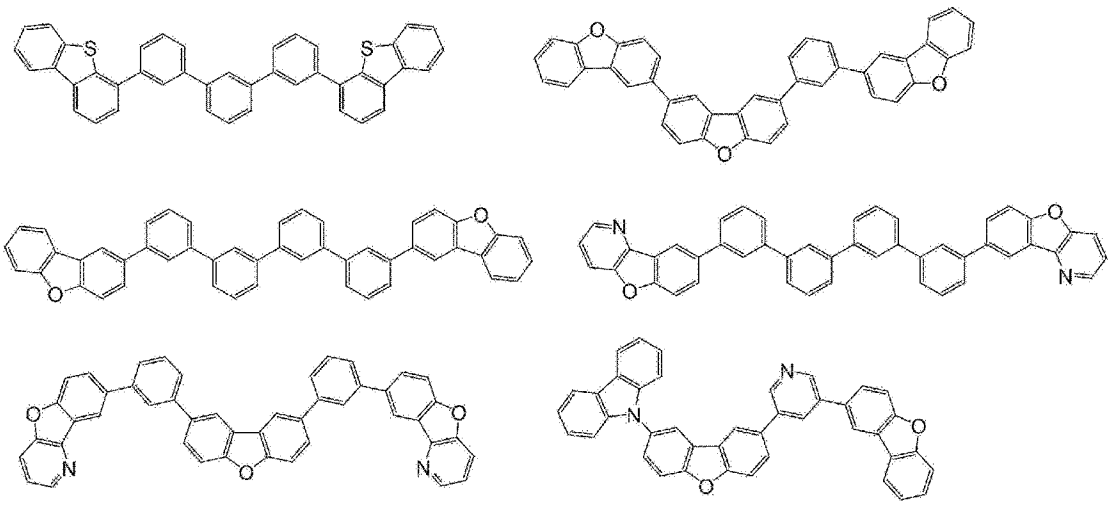
置換もしくは無置換のジアリールホスフィンオキシド基の具体例としては、ジフェニルホスフィンオキシド基、ジトリルホスフィンオキシド基等を挙げることができる。

[0248] 本実施形態に係る第三の化合物の具体例を以下に示す。なお、本発明における第三の化合物は、これらの具体例に限定されない。

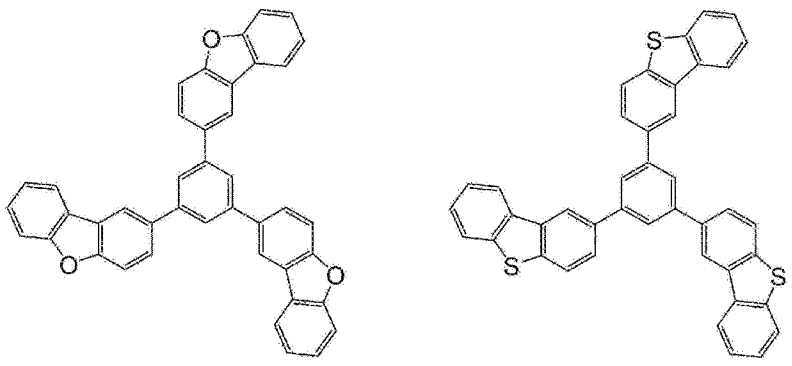
[0249] [化79]



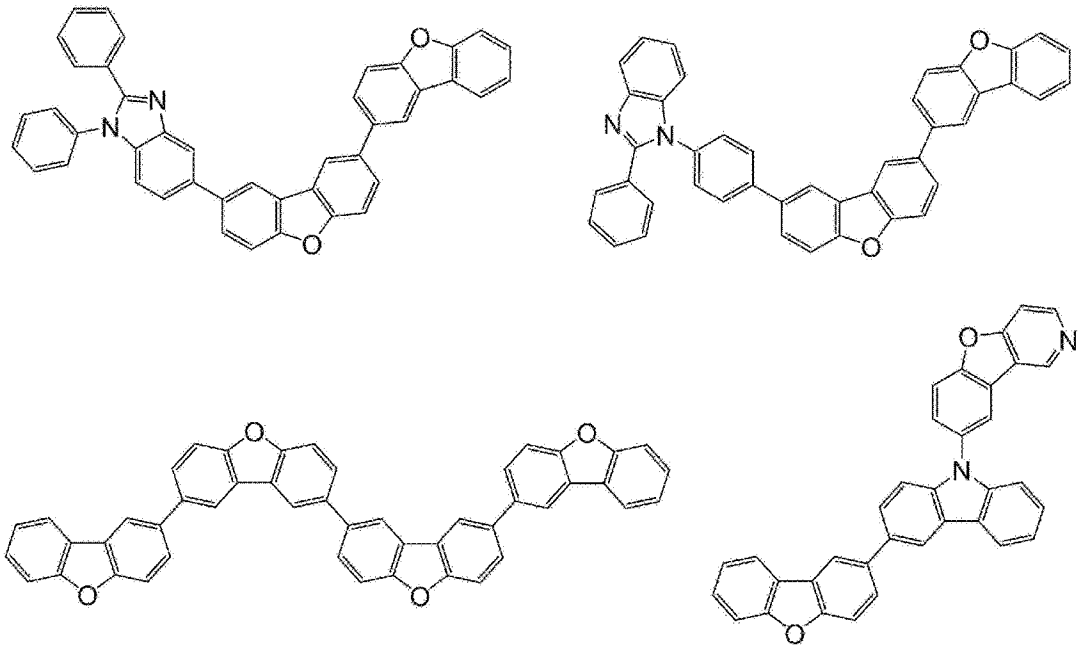
[0250] [化80]



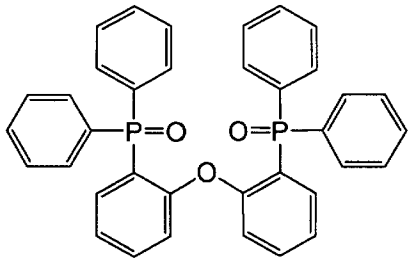
[0251] [化81]



[0252] [化82]



[0253] [化83]



[0254] （発光層における第一の化合物、第二の化合物、および第三の化合物の関係性）

本実施形態では、第三の化合物は、発光層において、上述の本実施形態に係る第一の化合物同士が分子会合することを抑制する分散材としての機能を有すると考えられる。

さらに、第三の化合物によって、第一の化合物と第二の化合物との化合物間の距離を離すことにより、第一の化合物の励起一重項状態から第二の化合物の励起一重項状態へのエネルギー移動を促進し、かつ第一の化合物の励起三重項状態から第二の化合物の励起三重項状態へのエネルギー移動を抑制する結果、発光効率の向上に寄与すると推測される。

[0255] 本実施形態において、第一の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップＴ$_{77K}$（Ｍ１）は、第二の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップＴ$_{77K}$（Ｍ２）よりも大きいことが好ましい。また、第三の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップＴ$_{77K}$（Ｍ３）は、第二の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップＴ$_{77K}$（Ｍ１）よりも大きいことが好ましい。

第三の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップＴ$_{77K}$（Ｍ３）は、第一の化合物および第二の化合物と同様にして、測定することができる。

[0256] 本実施形態において、第三の化合物の７７［Ｋ］におけるエネルギーギャップＴ$_{77K}$（Ｍ３）は、２．９ｅＶ以上であることが好ましい。第三の化合物が、このようなエネルギーギャップＴ$_{77K}$（Ｍ３）を有することで、発光層において第三の化合物が励起子生成およびキャリア輸送に関与し難くさせることができる。

[0257] 本実施形態に係る有機ＥＬ素子によれば、発光効率および発光色純度を向上させることができる。

本実施形態に係る有機ＥＬ素子によれば、例えば、第二の化合物として、青色蛍光発光性の化合物を用いた場合には、有機ＥＬ素子の青色発光領域における発光色純度を向上させることができる。

[0258] 〔実施形態の変形〕

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されず、本発明の目的を達成できる範囲での変更、改良等は、本発明に含まれる。

[0259] 例えば、発光層は、１層に限られず、複数の発光層が積層されていてもよい。有機ＥＬ素子が複数の発光層を有する場合、少なくとも１つの発光層が上記実施形態で説明した条件を満たしていればよい。例えば、その他の発光層が、蛍光発光型の発光層であっても、三重項励起状態から直接基底状態への電子遷移による発光を利用した燐光発光型の発光層であってもよい。

また、有機ＥＬ素子が複数の発光層を有する場合、これらの発光層が互いに隣接して設けられていてもよいし、中間層を介して複数の発光ユニットが積層された、いわゆるタンデム型の有機ＥＬ素子であってもよい。

[0260] また、例えば、発光層の陽極側および陰極側の少なくとも一方に障壁層を隣接させて設けてもよい。障壁層は、発光層に接して配置され、正孔、電子および励起子の少なくともいずれかを阻止することが好ましい。

例えば、発光層の陰極側で接して障壁層が配置された場合、当該障壁層は、電子を輸送し、かつ正孔が当該障壁層よりも陰極側の層（例えば、電子輸送層）に到達することを阻止する。有機ＥＬ素子が、電子輸送層を含む場合は、発光層と電子輸送層との間に当該障壁層を含むことが好ましい。

また、発光層の陽極側で接して障壁層が配置された場合、当該障壁層は、正孔を輸送し、かつ電子が当該障壁層よりも陽極側の層（例えば、正孔輸送層）に到達することを阻止する。有機ＥＬ素子が、正孔輸送層を含む場合は、発光層と正孔輸送層との間に当該障壁層を含むことが好ましい。

また、励起エネルギーが発光層からその周辺層に漏れ出さないように、障壁層を発光層に隣接させて設けてもよい。発光層で生成した励起子が、当該障壁層よりも電極側の層（例えば、電子輸送層および正孔輸送層等）に移動することを阻止する。

発光層と障壁層とは接合していることが好ましい。

[0261] その他、本発明の実施における具体的な構造および形状等は、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造等としてもよい。

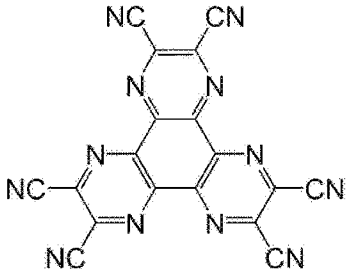
実施例

[0262] 以下、本発明に係る実施例を説明する。本発明は、これらの実施例によって限定されない。

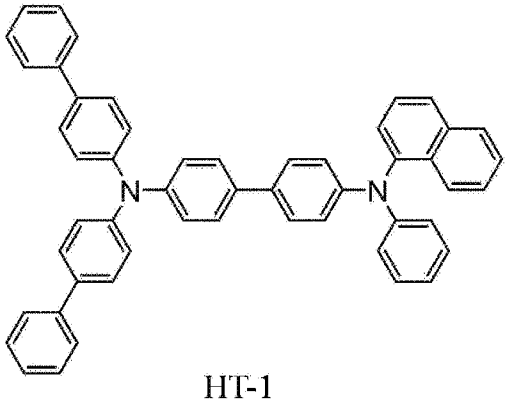
[0263] 有機ＥＬ素子の製造に用いた化合物を以下に示す。

[0264]

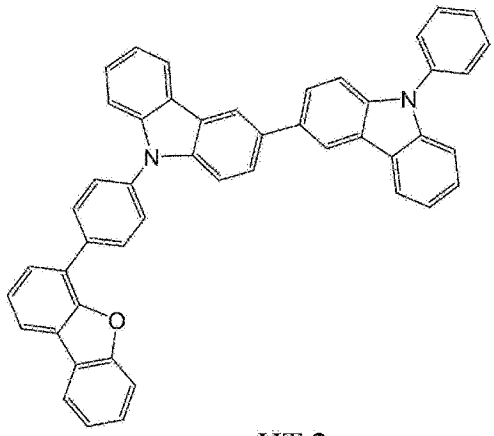
[化84]



HI



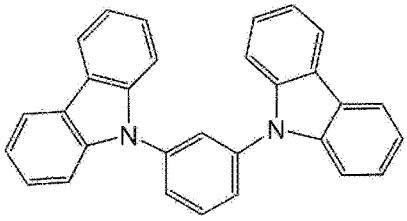
HT-1



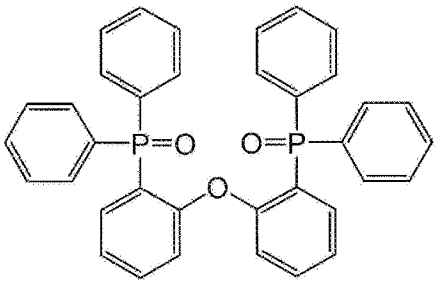
HT-2

[0265]

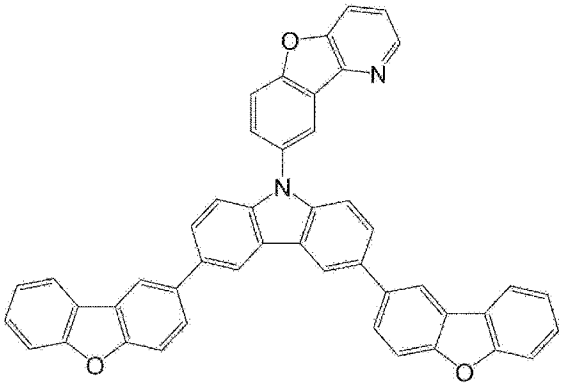
[化85]



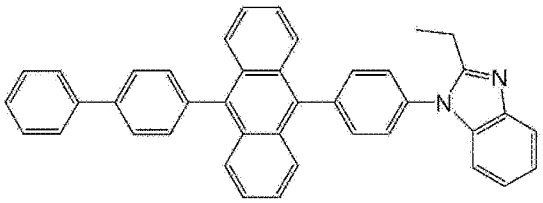
EB



DA-1

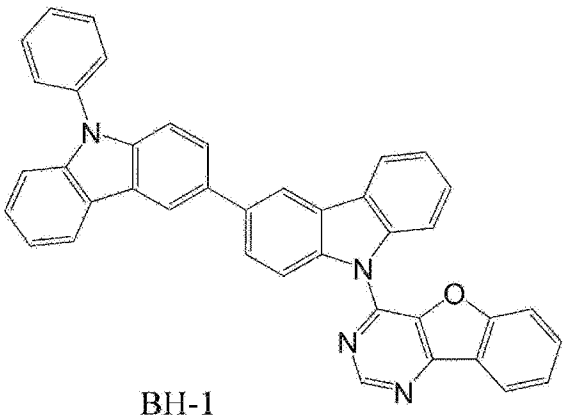


HB

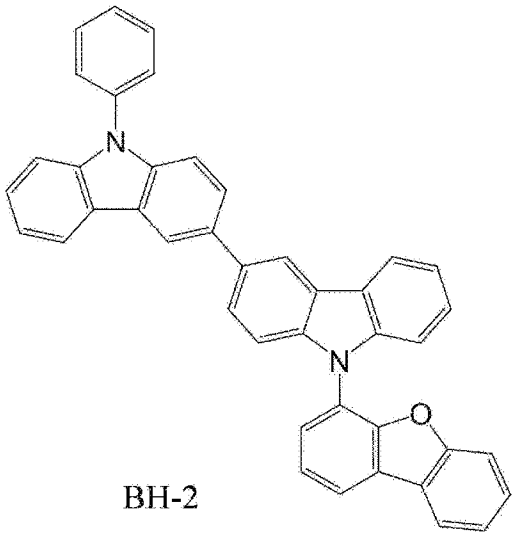


ET

[0266] [化86]



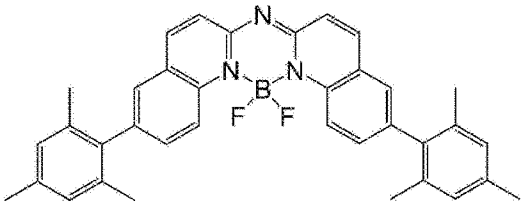
BH-1



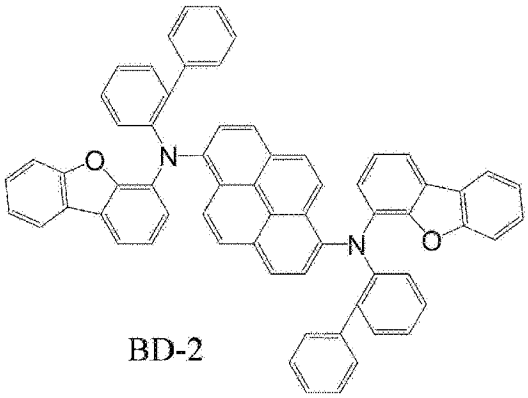
BH-2

[0267]

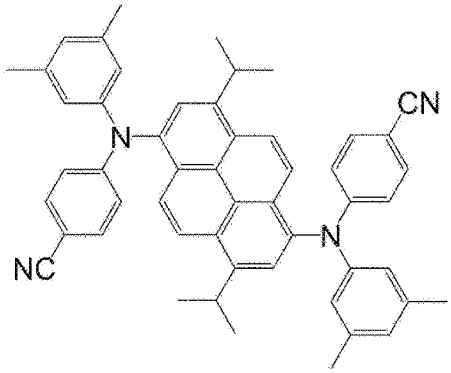
[化87]



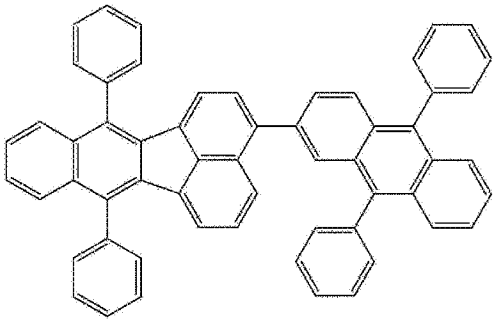
BD-1



BD-2



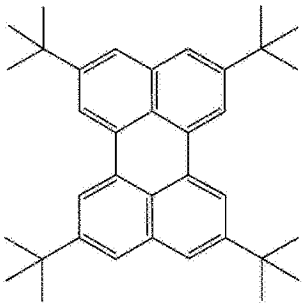
BD-3



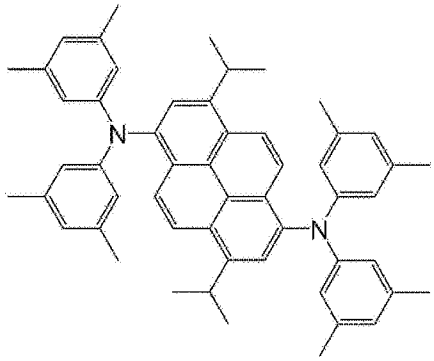
BD-4

[0268]

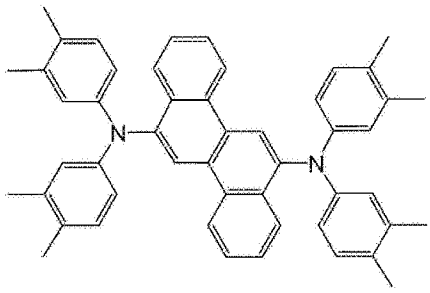
[化88]



BD-5



BD-6



BD-7

[0269] 〔化合物の評価〕

化合物ＢＨ－１およびＢＨ－２の遅延蛍光発光性を測定した。また、化合物ＢＨ－１およびＢＨ－２の一重項エネルギーＳを測定した。測定方法および算出方法を以下に示す。

[0270] ・遅延蛍光発光性

遅延蛍光発光性は図２に示す装置を利用して過渡ＰＬを測定することにより確認した。なお、測定対象となる化合物が吸収する波長のパルス光（パルスレーザーから照射される光）で励起された後、当該励起状態から即座に観察されるＰｒｏｍｐｔ発光（即時発光）と、当該励起後、即座には観察されず、その後観察されるＤｅｌａｙ発光（遅延発光）とが存在する。本実施例における遅延蛍光発光とは、Ｄｅｌａｙ発光（遅延発光）の量がＰｒｏｍｐｔ発光（即時発光）の量に対して５％以上を意味する。すなわち、Ｐｒｏｍｐｔ発光（即時発光）の量をX_Pとし、Ｄｅｌａｙ発光（遅延発光）の量をX_Dとしたときに、X_D/X_Pの値が０．０５以上であることを意味する。Ｐｒｏ

ｍｐｔ発光とＤｅｌａｙ発光の量は、“Ｎａｔｕｒｅ　４９２，　２３４－２３８，　２０１２”に記載された方法と同様の方法により求めることができる。

化合物ＢＨ－１と前記化合物ＴＨ－２とを、化合物ＢＨ－１の割合が１２質量％となるように石英基板上に共蒸着し、膜厚１００ｎｍの薄膜を形成して試料を作製した。そして、化合物ＢＨ－１が吸収する波長のパルス光（パルスレーザーから照射される光）で励起された後、当該励起状態から即座に観察されるＰｒｏｍｐｔ発光（即時発光）と、当該励起後、即座には観察されず、その後観察されるＤｅｌａｙ発光（遅延発光）とを測定した。その結果、化合物ＢＨ－１は、Ｄｅｌａｙ発光（遅延発光）の量がＰｒｏｍｐｔ発光（即時発光）の量に対して５％以上あることを確認した。すなわち、化合物ＢＨ－１について、X_D/X_Pの値が０．０５以上であることを確認した。

一方、化合物ＢＨ－２について、化合物ＢＨ－１と同様に、Ｐｒｏｍｐｔ発光（即時発光）と、Ｄｅｌａｙ発光（遅延発光）とを測定した結果、Ｄｅｌａｙ発光（遅延発光）の量がＰｒｏｍｐｔ発光（即時発光）の量に対して５％未満であることを確認した。すなわち、化合物ＢＨ－２について、X_D/X_Pの値が０．０５未満であることを確認した。

[0271] ・一重項エネルギーＳ

一重項エネルギーＳは、次のようにして測定した。測定対象となる化合物の１０μｍｏｌ／Ｌトルエン溶液を調製して石英セルに入れ、常温（３００Ｋ）でこの試料の吸収スペクトル（縦軸：発光強度、横軸：波長とする。）を測定した。この吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値λｅｄｇｅ［ｎｍ］を次に示す換算式２に代入して一重項エネルギーＳを算出した。

換算式２：Ｓ［ｅＶ］＝１２３９．８５／λｅｄｇｅ

吸収スペクトルは、日立社製の分光光度計（装置名：Ｕ３３１０）で測定した。

[0272] 算出した一重項エネルギーＳを以下に示す。

ＢＨ－１：３．０８ｅＶ

ＢＨ－２：３．４２ｅＶ

[0273] ＤＡ－１：４．０ｅＶ（文献値：APPLIED PHYSICS LETTERS 101, 093306 (2012)）

[0274] ＜有機ＥＬ素子の作製および評価＞

有機ＥＬ素子を以下のように作製し、評価した。

[0275] （実施例１）

２５ｍｍ×７５ｍｍ×１．１ｍｍ厚のＩＴＯ透明電極（陽極）付きガラス基板（ジオマティック社製）を、イソプロピルアルコール中で５分間超音波洗浄を行った後、ＵＶオゾン洗浄を３０分間行った。ＩＴＯの膜厚は、１３０ｎｍとした。

洗浄後の透明電極ライン付き前記ガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に透明電極を覆うようにして化合物ＨＩを蒸着し、膜厚５ｎｍの正孔注入層を形成した。

次に、正孔注入層上に、化合物ＨＴ－１を蒸着し、ＨＩ膜上に膜厚８０ｎｍの第一正孔輸送層を形成した。

次に、この第一正孔輸送層上に、化合物ＨＴ－２を蒸着し、膜厚１０ｎｍの第二正孔輸送層を形成した。

次に、第二正孔輸送層上に、化合物ＥＢを蒸着し、膜厚５ｎｍの障壁層を形成した。

さらに、この障壁層上に、第一の化合物としての化合物ＢＨ－１と、第二の化合物としての化合物ＢＤ－２と、第三の化合物としての化合物ＤＡ－１と、を共蒸着し、膜厚２５ｎｍの発光層を形成した。発光層における化合物ＢＨ－１の濃度を１１質量％とし、化合物ＢＤ－２の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を８８質量％とした。

次に、この発光層上に、化合物ＨＢを蒸着し、膜厚５ｎｍの障壁層を形成した。

次に、この障壁層上に、化合物ＥＴを蒸着し、膜厚２０ｎｍの電子輸送層

を形成した。

次に、この電子輸送層上に、フッ化リチウム（ＬｉＦ）を蒸着し、膜厚１ｎｍの電子注入性電極（陰極）を形成した。

そして、この電子注入性電極上に、金属アルミニウム（ＡｌＩ）を蒸着し、膜厚８０ｎｍの金属ＡｌＩ陰極を形成した。

実施例１の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-2 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

なお、括弧内の数字は、膜厚（単位：ｎｍ）を示す。また、同じく括弧内において、パーセント表示された数字は、発光層における各化合物の割合（質量％）を示す。

[0276] （実施例２）

実施例２の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－３を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例２の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-3 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0277] （実施例３）

実施例３の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－４を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例３の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-4 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0278] （実施例４）

実施例４の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－５を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例４の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-5 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0279] （実施例５）

実施例５の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－６を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例５の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-6 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0280] （実施例６）

実施例６の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－７を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例６の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : B

H-1 : BD-7 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0281] （比較例１）

比較例１の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－１を用い、かつ化合物ＢＨ－１に代えて化合物ＢＨ－２を用いたこと以外は、実施例１と同様にして作製した。

比較例１の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-2 : BD-1 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0282] （比較例２）

比較例２の有機ＥＬ素子は、実施例４の発光層における化合物ＢＨ－１に代えて化合物ＢＨ－２を用いたこと以外は、実施例４と同様にして作製した。

比較例２の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-2 : BD-5 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0283] （比較例３）

比較例３の有機ＥＬ素子は、実施例５の発光層における化合物ＢＨ－１に代えて化合物ＢＨ－２を用いたこと以外は、実施例５と同様にして作製した。

比較例３の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-2 : BD-6 (25, 88% : 11% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al

(80)

[0284] 〔有機ＥＬ素子の評価〕

実施例１～６および比較例１～３において作製した有機ＥＬ素子について、発光ピーク波長λ_pおよび外部量子効率ＥＱＥの評価を行った。評価結果を表２に示す。

各評価方法は、以下の通りである。

[0285] ・外部量子効率ＥＱＥ

電流密度が０．１ｍＡ／ｃｍ^{2}となるように素子に電圧を印加した時の分光放射輝度スペクトルを分光放射輝度計ＣＳ－１０００（コニカミノルタ社製）で計測した。得られた分光放射輝度スペクトルから、ランバシアン放射を行なったと仮定し外部量子効率ＥＱＥ（単位：％）を算出した。

[0286] ・発光ピーク波長λ_p

上記で得られた分光放射輝度スペクトルから発光ピーク波長λ_pを求めた。

[0287] [表2]

	発光層	発光層におけるBH-1またはBH-2の含有量 (質量%)	電流密度 (mA/cm^2)	EQE (%)	λp (nm)
実施例1	DA-1, BH-1, BD-2	11	0.1	8.9	459
実施例2	DA-1, BH-1, BD-3	11	0.1	11.8	464
実施例3	DA-1, BH-1, BD-4	11	0.1	10.9	463
実施例4	DA-1, BH-1, BD-5	11	0.1	9.5	464
実施例5	DA-1, BH-1, BD-6	11	0.1	11.3	469
実施例6	DA-1, BH-1, BD-7	11	0.1	8.4	469
比較例1	DA-1, BH-2, BD-1	11	0.1	5.1	450
比較例2	DA-1, BH-2, BD-5	11	0.1	3.2	461
比較例3	DA-1, BH-2, BD-6	11	0.1	3.8	466

[0288] （実施例７）

実施例７の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－１を用い、ＢＨ－１の濃度を２４質量％とし、化合物Ｂ

Ｄ－１の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を７５質量％とした以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例７の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-1 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0289] （実施例８）

実施例８の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層におけるＢＨ－１の濃度を２４質量％とし、化合物ＢＤ－２の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を７５質量％とした以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例８の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-2 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0290] （実施例９）

実施例９の有機ＥＬ素子は、実施例２の発光層におけるＢＨ－１の濃度を２４質量％とし、化合物ＢＤ－３の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を７５質量％とした以外は、実施例２と同様にして作製した。

実施例９の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-3 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0291] （実施例１０）

実施例１０の有機ＥＬ素子は、実施例３の発光層におけるＢＨ－１の濃度を２４質量％とし、化合物ＢＤ－４の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１

の濃度を７５質量％とした以外は、実施例３と同様にして作製した。

実施例１０の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-4 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0292] （実施例１１）

実施例１１の有機ＥＬ素子は、実施例４の発光層におけるＢＨ－１の濃度を２４質量％とし、化合物ＢＤ－５の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を７５質量％とした以外は、実施例４と同様にして作製した。

実施例１１の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-5 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0293] （実施例１２）

実施例１２の有機ＥＬ素子は、実施例５の発光層におけるＢＨ－１の濃度を２４質量％とし、化合物ＢＤ－６の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を７５質量％とした以外は、実施例５と同様にして作製した。

実施例１２の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-6 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0294] （実施例１３）

実施例１３の有機ＥＬ素子は、実施例６の発光層におけるＢＨ－１の濃度を２４質量％とし、化合物ＢＤ－７の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を７５質量％とした以外は、実施例６と同様にして作製した。

実施例１３の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-7 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0295] （比較例４）

比較例４の有機ＥＬ素子は、実施例７の発光層における化合物ＢＨ－１に代えて化合物ＢＨ－２を用いたこと以外は、実施例７と同様にして作製した。

比較例４の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-2 : BD-1 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0296] （比較例５）

比較例５の有機ＥＬ素子は、実施例１１の発光層における化合物ＢＨ－１に代えて化合物ＢＨ－２を用いたこと以外は、実施例１１と同様にして作製した。

比較例５の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-2 : BD-5 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0297] （比較例６）

比較例６の有機ＥＬ素子は、実施例１２の発光層における化合物ＢＨ－１に代えて化合物ＢＨ－２を用いたこと以外は、実施例１２と同様にして作製した。

比較例６の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである

。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-2 : BD-6 (25, 75% : 24% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0298] 〔有機ＥＬ素子の評価〕

実施例７～１３および比較例４～６において作製した有機ＥＬ素子について、発光ピーク波長λ_pおよび外部量子効率ＥＱＥの評価を行った。評価結果を表３に示す。

各評価方法は、前述と同様である。

[0299] [表3]

	発光層	発光層におけるBH-1またはBH-2の含有量 (質量%)	電流密度 (mA/cm^2)	EQE (%)	λp (nm)
実施例7	DA-1, BH-1, BD-1	24	0.1	10.1	451
実施例8	DA-1, BH-1, BD-2	24	0.1	8.6	461
実施例9	DA-1, BH-1, BD-3	24	0.1	10.6	469
実施例10	DA-1, BH-1, BD-4	24	0.1	9.6	467
実施例11	DA-1, BH-1, BD-5	24	0.1	9.8	465
実施例12	DA-1, BH-1, BD-6	24	0.1	10.4	469
実施例13	DA-1, BH-1, BD-7	24	0.1	8.4	472
比較例4	DA-1, BH-2, BD-1	24	0.1	4.8	451
比較例5	DA-1, BH-2, BD-5	24	0.1	3.1	461
比較例6	DA-1, BH-2, BD-6	24	0.1	3.9	466

[0300] （実施例１４）

実施例１４の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２に代えて化合物ＢＤ－１を用い、実施例１の発光層におけるＢＨ－１の濃度を４９質量％とし、化合物ＢＤ－１の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例１４の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりであ

る。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-1 (25, 50% : 49% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0301] （実施例１５）

実施例１５の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層におけるＢＨ－１の濃度を４９質量％とし、化合物ＢＤ－２の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例１と同様にして作製した。

実施例１５の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-2 (25, 50% : 49% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0302] （実施例１６）

実施例１６の有機ＥＬ素子は、実施例２の発光層におけるＢＨ－１の濃度を４９質量％とし、化合物ＢＤ－３の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例２と同様にして作製した。

実施例１６の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-3 (25, 50% : 49% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0303] （実施例１７）

実施例１７の有機ＥＬ素子は、実施例３の発光層におけるＢＨ－１の濃度を４９質量％とし、化合物ＢＤ－４の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例３と同様にして作製した。

実施例１７の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-4 (25, 50% : 49% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0304] （実施例１８）

実施例１８の有機ＥＬ素子は、実施例４の発光層におけるＢＨ－１の濃度を４９質量％とし、化合物ＢＤ－５の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例４と同様にして作製した。

実施例１８の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-5 (25, 50% : 49% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0305] （実施例１９）

実施例１９の有機ＥＬ素子は、実施例５の発光層におけるＢＨ－１の濃度を４９質量％とし、化合物ＢＤ－６の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例５と同様にして作製した。

実施例１９の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 : BD-6 (25, 50% : 49% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0306] （実施例２０）

実施例２０の有機ＥＬ素子は、実施例６の発光層におけるＢＨ－１の濃度を４９質量％とし、化合物ＢＤ－７の濃度を１質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例６と同様にして作製した。

実施例２０の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : B

H-1 : BD-7 (25, 50% : 49% : 1%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0307] 〔有機ＥＬ素子の評価〕

実施例１４～２０において作製した有機ＥＬ素子について、発光ピーク波長λ_pおよび外部量子効率ＥＱＥの評価を行った。評価結果を表４に示す。

各評価方法は、前述と同様である。

[0308] [表4]

	発光層	発光層におけるBH-1の含有量 (質量%)	電流密度 (mA/cm^2)	EQE (%)	λp (nm)
実施例14	DA-1, BH-1, BD-1	49	0.1	10.3	452
実施例15	DA-1, BH-1, BD-2	49	0.1	7.1	463
実施例16	DA-1, BH-1, BD-3	49	0.1	7.9	473
実施例17	DA-1, BH-1, BD-4	49	0.1	7.7	473
実施例18	DA-1, BH-1, BD-5	49	0.1	8.6	467
実施例19	DA-1, BH-1, BD-6	49	0.1	7.9	470
実施例20	DA-1, BH-1, BD-7	49	0.1	6.4	474

[0309] 表２～４が示すように、実施例１～２０に係る有機ＥＬ素子は、いずれも比較例１～６に係る有機ＥＬ素子よりも発光効率が高かった。

[0310] （比較例７）

比較例７の有機ＥＬ素子は、実施例１の発光層における化合物ＢＤ－２を用いず、ＢＨ－１の濃度を１２質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を８８質量％とした以外は、実施例１と同様にして作製した。

比較例７の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 (25, 88% : 12%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0311] （比較例８）

比較例８の有機ＥＬ素子は、実施例７の発光層における化合物ＢＤ－１を

用いず、ＢＨ－１の濃度を２５質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を７５質量％とした以外は、実施例７と同様にして作製した。

比較例８の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 (25, 75% : 25%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0312] （比較例９）

比較例９の有機ＥＬ素子は、実施例１４の発光層に化合物ＢＤ－１を用いず、ＢＨ－１の濃度を５０質量％とし、化合物ＤＡ－１の濃度を５０質量％とした以外は、実施例１４と同様にして作製した。

比較例９の有機ＥＬ素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (5) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / EB (5)/ DA-1 : BH-1 (25, 50% : 50%) / HB (5) / ET (20) / LiF (1) / Al (80)

[0313] 〔有機ＥＬ素子の評価〕

実施例１～２０および比較例７～９において作製した有機ＥＬ素子について、ＣＩＥ１９３１色度の評価を行った。評価結果を表５～７に示す。

各評価方法は、以下の通りである。

[0314] ・ＣＩＥ１９３１色度

電流密度が０．１ｍＡ／ｃｍ^{2}となるように素子に電圧を印加した時のＣＩＥ１９３１色度座標（ｘ、ｙ）を、上記分光放射輝度計で計測した。

[0315]

[表5]

	発光層	発光層における BH-1の含有量 (質量%)	電流密度 (mA/cm^2)	CIEx	CIEy
比較例7	DA-1, BH-1	12	0.1	0.171	0.241
実施例1	DA-1, BH-1, BD-2	11	0.1	0.160	0.193
実施例2	DA-1, BH-1, BD-3	11	0.1	0.167	0.222
実施例3	DA-1, BH-1, BD-4	11	0.1	0.161	0.225
実施例4	DA-1, BH-1, BD-5	11	0.1	0.147	0.206
実施例5	DA-1, BH-1, BD-6	11	0.1	0.156	0.218
実施例6	DA-1, BH-1, BD-7	11	0.1	0.160	0.232

[0316] [表6]

	発光層	発光層における BH-1の含有量 (質量%)	電流密度 (mA/cm^2)	CIEx	CIEy
比較例8	DA-1, BH-1	25	0.1	0.184	0.298
実施例7	DA-1, BH-1, BD-1	24	0.1	0.153	0.147
実施例8	DA-1, BH-1, BD-2	24	0.1	0.172	0.234
実施例9	DA-1, BH-1, BD-3	24	0.1	0.182	0.279
実施例10	DA-1, BH-1, BD-4	24	0.1	0.173	0.269
実施例11	DA-1, BH-1, BD-5	24	0.1	0.163	0.253
実施例12	DA-1, BH-1, BD-6	24	0.1	0.166	0.256
実施例13	DA-1, BH-1, BD-7	24	0.1	0.171	0.267

[0317]

[表7]

	発光層	発光層における BH-1の含有量 (質量%)	電流密度 (mA/cm^2)	CIEx	CIEy
比較例9	DA-1, BH-1	50	0.1	0.199	0.347
実施例14	DA-1, BH-1, BD-1	49	0.1	0.162	0.182
実施例15	DA-1, BH-1, BD-2	49	0.1	0.179	0.264
実施例16	DA-1, BH-1, BD-3	49	0.1	0.187	0.304
実施例17	DA-1, BH-1, BD-4	49	0.1	0.180	0.301
実施例18	DA-1, BH-1, BD-5	49	0.1	0.175	0.300
実施例19	DA-1, BH-1, BD-6	49	0.1	0.171	0.274
実施例20	DA-1, BH-1, BD-7	49	0.1	0.180	0.298

[0318] 表５～７が示すように、実施例１～２０に係る有機ＥＬ素子は、いずれも遅延蛍光発光性材料であるＢＨ－１を発光させる方式の比較例７～９に係る有機ＥＬ素子よりも、色純度の高い青色発光が得られた。

以上のように、実施例１～２０に係る有機ＥＬ素子によれば、発光効率が向上し、かつ色純度も向上することがわかった。

符号の説明

[0319] １…有機ＥＬ素子、３…陽極、４…陰極、５…発光層。

請求の範囲

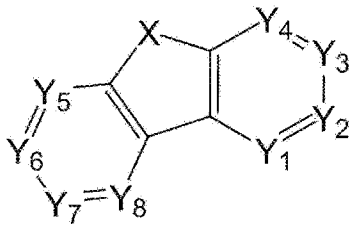
[請求項1] 陽極と、

発光層と、

陰極と、を含み、

前記発光層は、下記一般式（１）で表される遅延蛍光性の第一の化合物と、蛍光発光性の第二の化合物とを含む、有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化1]



(1)

（前記一般式（１）中、

Ｘは、酸素原子、硫黄原子、またはセレン原子であり、

Y_1からY_8はそれぞれ独立に、CR_{1a}、CR_{1b}、または窒素原子であり、

ただし、Y_1からY_8の少なくとも２つは窒素原子であり、かつY_1からY_8の少なくとも１つはCR_{1a}であり、

R_{1a}は、それぞれ独立に、下記一般式（Ａ）～（Ｎ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基であり、R_{1a}が複数存在する場合、複数のR_{1a}は、互いに同一でも異なっていてもよく、

R_{1b}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{1b}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアリールアルコキシ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキニル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基

、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換のカルボニル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルコキシカルボニル基

、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

シアノ基、

置換もしくは無置換のスルファニル基、

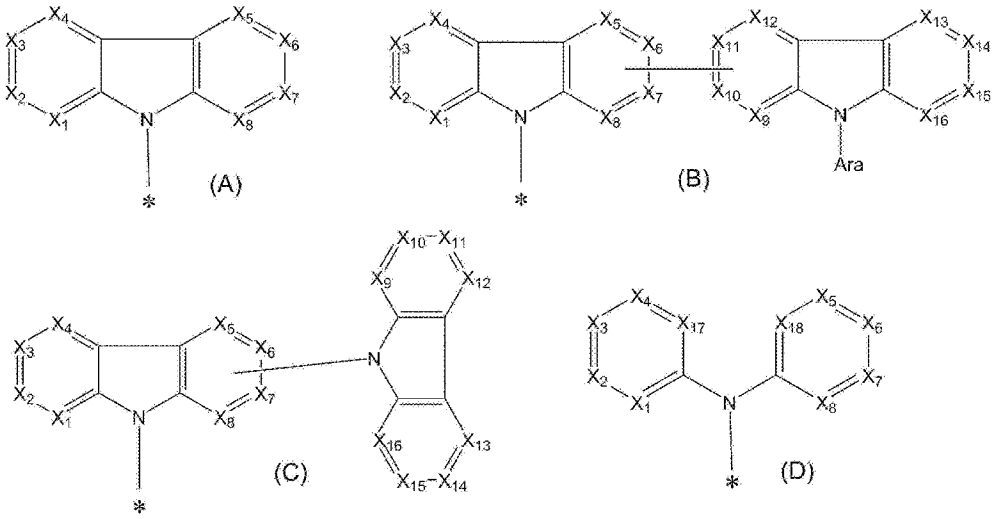
置換スルフィニル基、

置換スルホニル基、および

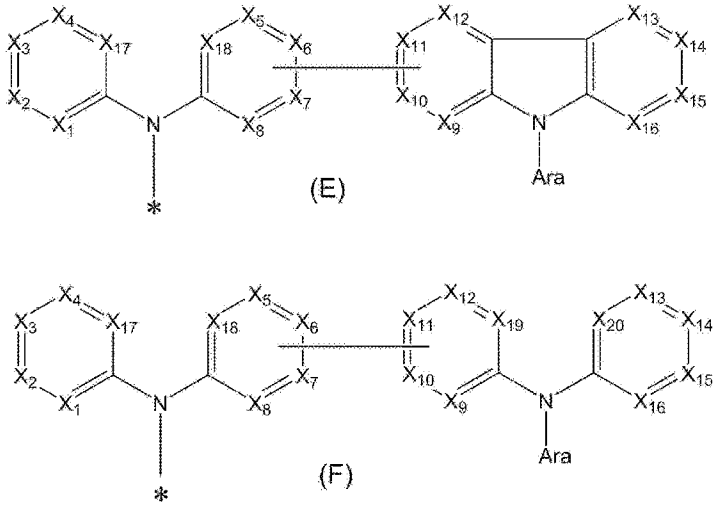
置換もしくは無置換のホスフォリル基からなる群から選択され、

置換基としてのR_{1b}が複数存在する場合、置換基としての複数のR_{1b}は、互いに同一でも異なっていてもよい。）

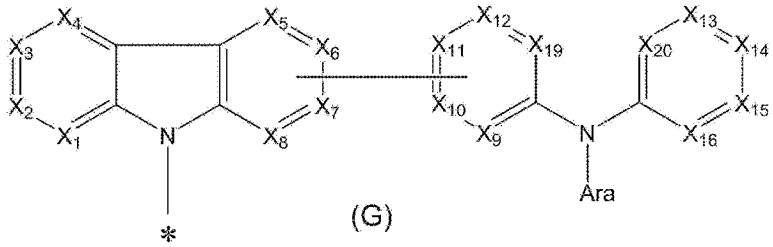
[化2]



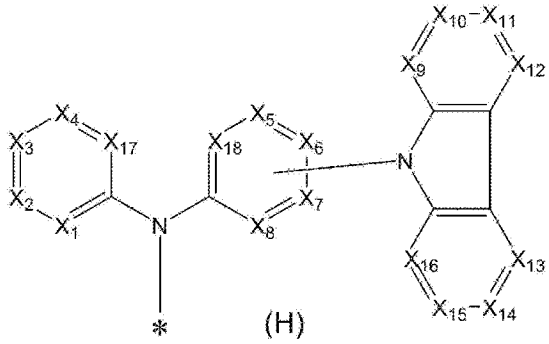
[化3]



[化4]

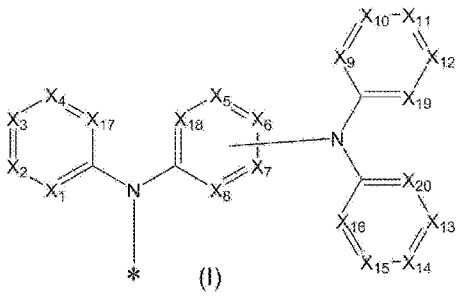


(G)

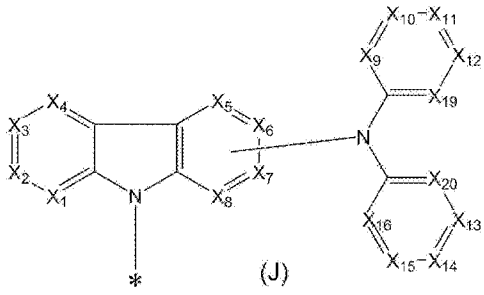


(H)

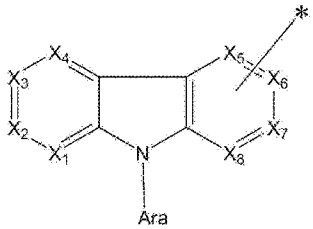
[化5]



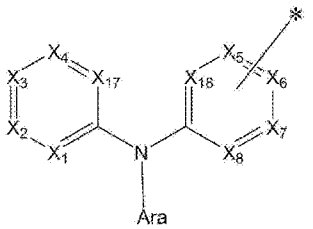
(I)



(J)

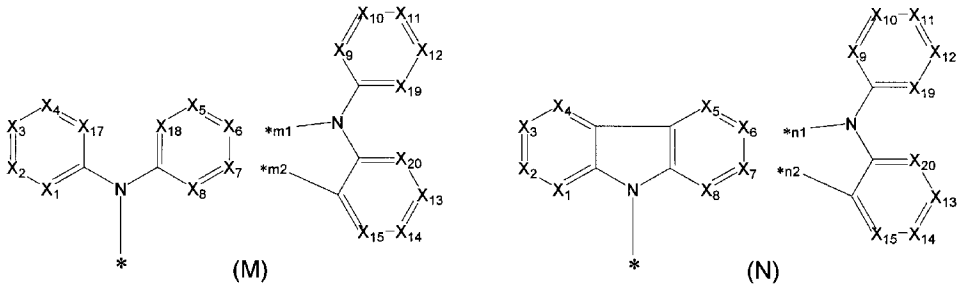


(K)



(L)

[化6]



(M) (N)

（前記一般式（Ａ）～（Ｎ）中、

Ｘ$_{1}$～Ｘ$_{20}$は、それぞれ独立に、窒素原子またはＣＲｘであり、

ただし、

前記一般式（Ｂ）において、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$のいずれかは、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$のいずれかと結合する炭素原子であり、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$のいずれかは、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｃ）において、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$のいずれかは、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$およびＸ$_{13}$～Ｘ$_{16}$を含む縮合環における５員環中の窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｅ）において、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$およびＸ$_{18}$のいずれかは、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$のいずれかと結合する炭素原子であり、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$のいずれかは、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$およびＸ$_{18}$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｆ）において、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$およびＸ$_{18}$のいずれかは、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$およびＸ$_{19}$のいずれかと結合する炭素原子であり、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$およびＸ$_{19}$のいずれかは、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$およびＸ$_{18}$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｇ）において、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$のいずれかは、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$およびＸ$_{19}$のいずれかと結合する炭素原子であり、Ｘ$_{9}$～Ｘ$_{12}$およびＸ$_{19}$のいずれかは、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｈ）において、Ｘ$_{5}$～Ｘ$_{8}$およびＸ$_{18}$のいずれかは

、X_9～X_{12}およびX_{13}～X_{16}を含む縮合環における５員環中の窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｉ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}を含む環とX_{13}～X_{16}およびX_{20}を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｊ）において、X_5～X_8のいずれかは、X_9～X_{12}およびX_{19}を含む環とX_{13}～X_{16}およびX_{20}を含む環とを連結する窒素原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｋ）において、X_5～X_8のいずれかは、Y_1～Y_8のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｌ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、Y_1～Y_8のいずれかと結合する炭素原子であり、

前記一般式（Ｍ）において、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、＊ｍ１と結合する炭素原子であり、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかは、＊ｍ２と結合する炭素原子であり、＊ｍ１および＊ｍ２は、それぞれ、X_5～X_8およびX_{18}のいずれかとの結合部位であり、

前記一般式（Ｎ）において、X_5～X_8のいずれかは、＊ｎ１と結合する炭素原子であり、X_5～X_8のいずれかは、＊ｎ２と結合する炭素原子であり、＊ｎ１および＊ｎ２は、それぞれ、X_5～X_8のいずれかとの結合部位であり、

Ｒｘは、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのＲｘは、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基

、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

シアノ基、

ニトロ基、

置換もしくは無置換のカルボキシ基、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数５～３０のアリールアルコキシ基、

置換もしくは無置換のアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルケニル基、

置換もしくは無置換の炭素数２～３０のアルキニル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキニル基、

アシル基、

置換もしくは無置換のカルボニル基、

エステル基、

置換もしくは無置換のスルファニル基、

置換もしくは無置換のスルフィニル基、

置換もしくは無置換のスルホニル基、および

置換もしくは無置換のホスファニル基からなる群から選択され、

置換基としてのＲｘが複数存在する場合、置換基としての複数のＲｘは、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基としての複数のＲｘは、互いに直接結合して環を形成してもよいし、またはヘテロ原子を介して環を形成してもよく、

Ａｒａは、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基

、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基

、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、および

置換もしくは無置換のシリル基からなる群から選択され、

＊は、Y_1～Y_8のいずれかとの結合部位である。）

[請求項2] 前記第一の化合物において、Y_1～Y_4の少なくとも１つが窒素原子である、

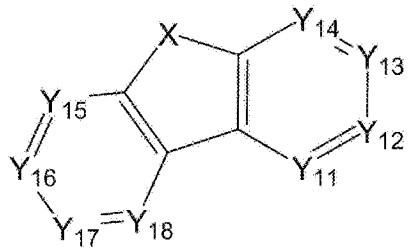
請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項3] 前記第一の化合物は、下記一般式（１１）で表される化合物である

、

請求項１または請求項２に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化7]



(11)

（前記一般式（１１）中、

Y_{11}～Y_{14}は、それぞれ独立に、CR_{1a}、CR_{1b}、または窒素原子であり、

Y_{15}～Y_{18}は、それぞれ独立に、CR_{1b}または窒素原子であり、

ただし、Y_{11}～Y_{14}のいずれか１つがCR_{1a}であり、Y_{11}～Y_{18}の少なくとも２つは窒素原子であり、かつY_{11}～Y_{14}の少なくとも１つは窒素原子であり、

X、R_{1a}、およびR_{1b}は、前記一般式（１）におけるX、R_{1a}、およびR_{1b}とそれぞれ同義である。）

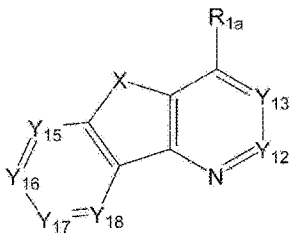
[請求項4] 前記第一の化合物において、Y_{11}からY_{14}のいずれか２つが窒素原子である、

請求項３に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

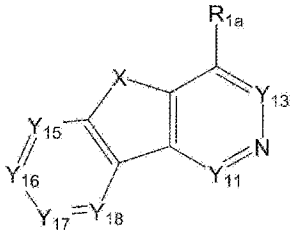
[請求項5] 前記第一の化合物は、下記一般式（１１Ａ－１）～（１１Ａ－３）で表されるいずれかの化合物である、

請求項３または請求項４に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

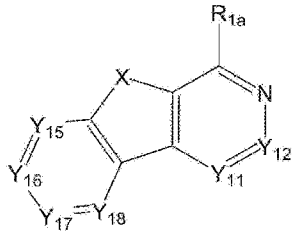
[化8]



(11A-1)



(11A-2)



(11A-3)

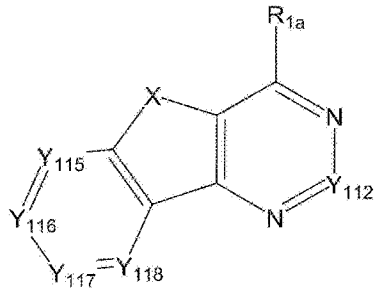
（前記一般式（１１Ａ－１）～（１１Ａ－３）中、

X、R_{1a}、Y_{11}～Y_{13}、およびY_{15}～Y_{18}は、前記一般式（１１）におけるX、R_{1a}、Y_{11}～Y_{13}、およびY_{15}～Y_{18}とそれぞれ同義である。）

[請求項6] 前記第一の化合物は、下記一般式（１１Ａａ）で表される化合物である、

請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化9]



(11Aa)

（前記一般式（１１Ａａ）中、

Y_{112}およびY_{115}～Y_{118}は、それぞれ独立に、CR_{1b}であり、

Ｘ、R_{1a}、およびR_{1b}は、前記一般式（１）におけるＸ、R_{1a}、およびR_{1b}とそれぞれ同義である。）

[請求項7] 前記第一の化合物において、R_{1a}が前記一般式（Ａ），（Ｂ），（Ｃ），および（Ｇ）で表される基からなる群から選択されるいずれかの基である、

請求項１から請求項６のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項8] 前記第一の化合物において、Ｘが酸素原子または硫黄原子である、

請求項１から請求項７のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項9] 前記第一の化合物において、R_{1b}が置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基である、

請求項１から請求項８のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項10] 前記第一の化合物において、Ｒｘが置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基

である、

請求項１から請求項９のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

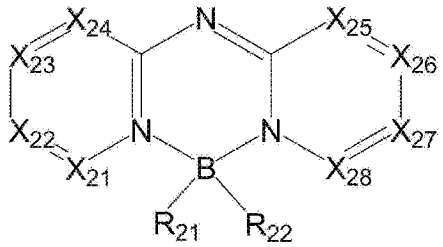
[請求項11] 前記第一の化合物において、Ａｒａが置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基である、

請求項１から請求項１０のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項12] 前記第二の化合物は、下記一般式（２０）で表される化合物である、

請求項１から請求項１１のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化10]



(20)

（前記一般式（２０）中、

R_{21}およびR_{22}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{21}およびR_{22}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基

、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

置換基としてのR_{21}およびR_{22}は、互いに直接結合して環を形成してもよく、

X_{21}～X_{28}は、それぞれ独立に、CR_{23}または窒素原子であり、

R_{23}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{23}は、それぞれ独立に、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基

、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数３～３０のシクロアルキル基

、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のホスフォリル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

シアノ基、

ニトロ基、および

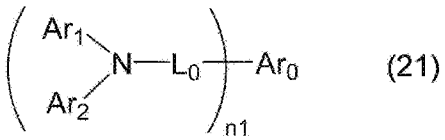
置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

置換基としてのR_{23}が複数存在する場合、置換基としての複数のR_{23}は、互いに同一でも異なっていてもよく、置換基としての複数のR_{23}は、互いに直接結合して環を形成してもよいし、またはヘテロ原子を介して環を形成してもよい。）

[請求項13] 前記第二の化合物は、下記一般式（２１）で表される化合物である、

請求項１から請求項１１のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化11]



(21)

（前記一般式（２１）中、

ｎ１は１以上の整数であり、

Ar_0は、置換もしくは無置換の環形成炭素数１０～４０の縮合芳香族炭化水素基であり、

Ar_1およびAr_2は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基からなる群から選択され、

Ar_1とAr_2とが結合して飽和または不飽和の環を形成してもよく、ｎ１が２以上の場合、複数のAr_1は、互いに同一でも異なっていてもよく、複数のAr_2は、互いに同一でも異なっていてもよく、

L_0は、単結合または連結基であり、L_0が連結基である場合の連結基は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択され、

ｎ１が２以上の場合、複数のL_0は、互いに同一でも異なっていてもよい。）

[請求項14] 前記第二の化合物において、Ar_1およびAr_2が、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基および置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択されるいずれかの基である、

請求項１３に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

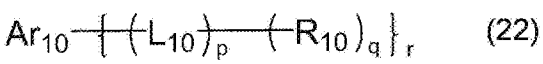
[請求項15] 前記第二の化合物において、Ar_1およびAr_2の少なくとも１つが、置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基からなる群から選択されるいずれかの基である、

請求項１３または請求項１４に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項16] 前記第二の化合物は、下記一般式（２２）で表される化合物である、

請求項１から請求項１１のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化12]



(22)

（前記一般式（２２）中、

ｐは０～５の整数であり、

ｑおよびｒは、それぞれ独立に、１～５の整数であり、

Ar_{10}は、置換もしくは無置換の環形成炭素数１０～４０の縮合芳香族炭化水素基であり、

R_{10}は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、および

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基からなる群から選択され、

ｑが２以上の場合、複数のR_{10}は、互いに同一でも異なっていてもよく、R_{10}同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよく、

ｐが０のとき、Ar_{10}とR_{10}とは単結合で結合し、

ｐが１～５の整数のとき、L_{10}は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基からなる群から選択される連結基であり、

ｐが２以上の場合、複数のL_{10}は、互いに同一でも異なっていてもよく、L_{10}同士が結合して飽和または不飽和の環を形成してもよい。）

[請求項17] 前記発光層は、第三の化合物をさらに含み、

前記第三の化合物の一重項エネルギーは、前記第一の化合物の一重項エネルギーよりも大きい、

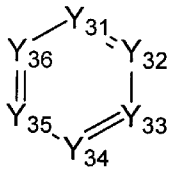
請求項１から請求項１６のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項18] 前記第三の化合物は、一つの分子中に下記一般式（３１）で表され

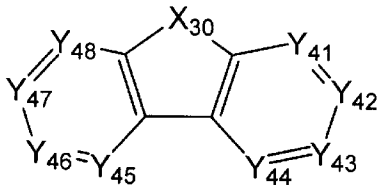
る部分構造および下記一般式（３２）で表される部分構造のうち少なくともいずれかを含む化合物である、

請求項１７に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化13]



(31)



(32)

（前記一般式（３１）中、

Y_{31}～Y_{36}は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

ただし、Y_{31}～Y_{36}のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

前記一般式（３２）において、

Y_{41}～Y_{48}は、それぞれ独立に、窒素原子、または第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

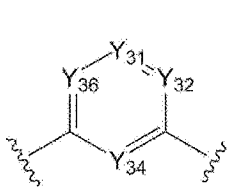
ただし、Y_{41}～Y_{48}のうち少なくともいずれかは、第三の化合物の分子中における他の原子と結合する炭素原子であり、

X_{30}は、窒素原子、酸素原子、または硫黄原子である。）

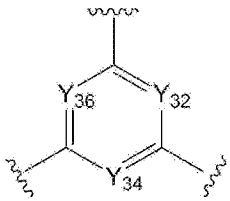
[請求項19] 前記一般式（３１）で表される部分構造は、下記一般式（３３）で表される基および下記一般式（３４）で表される基からなる群から選択される少なくともいずれかの基として前記第三の化合物に含まれる、

請求項１８に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化14]



(33)



(34)

（前記一般式（３３）および前記一般式（３４）中、

Y_{31}、Y_{32}、Y_{34}、およびY_{36}は、それぞれ独立に、窒素原子またはCR_{31}であり、

R_{31}は、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{31}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換ゲルマニウム基、

置換ホスフィンオキシド基、

ハロゲン原子、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

波線部分は、第三の化合物の分子中における他の原子または他の構造との結合箇所を表す。）

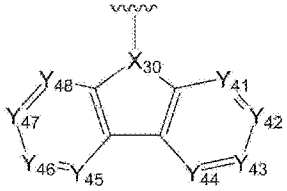
[請求項20] 前記一般式（３２）で表される部分構造は、下記一般式（３５）～

（３９）および下記一般式（３０ａ）で表される基からなる群から選択される少なくともいずれかの基として前記第三の化合物に含まれる

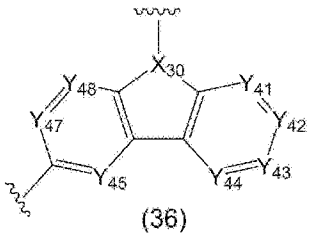
、

請求項１８または請求項１９に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[化15]

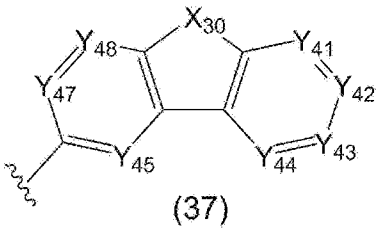


(35)

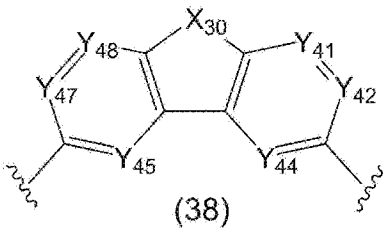


(36)

[化16]

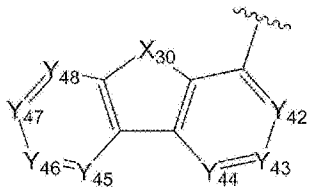


(37)

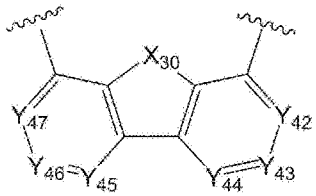


(38)

[化17]



(39)



(30a)

（前記一般式（３５）～（３９），および（３０ａ）中、

Y_{41}～Y_{48}は、それぞれ独立に、窒素原子またはCR_{32}であり、

R_{32}は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、

置換基としてのR_{32}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基

、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換ゲルマニウム基、

置換ホスフィンオキシド基、

ハロゲン原子、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換もしくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

前記一般式（３５）および（３６）中、X_{30}は、窒素原子であり

、

前記一般式（３７）～（３９），および（３０ａ）中、

X_{30}は、NR_{33}、酸素原子、または硫黄原子であり、

R_{33}は、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数６～３０の芳香族炭化水素基

、

置換もしくは無置換の環形成原子数５～３０の複素環基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数１～３０のフルオロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数３～３０のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数７～３０のアラルキル基、

置換もしくは無置換のシリル基、

置換ゲルマニウム基、

置換ホスフィンオキシド基、

フッ素原子、

シアノ基、

ニトロ基、および

置換若しくは無置換のカルボキシ基からなる群から選択され、

波線部分は、第三の化合物の分子中における他の原子または他の構造との結合箇所を表す。）

[請求項21] 前記陽極と前記発光層との間に正孔輸送層を含む、

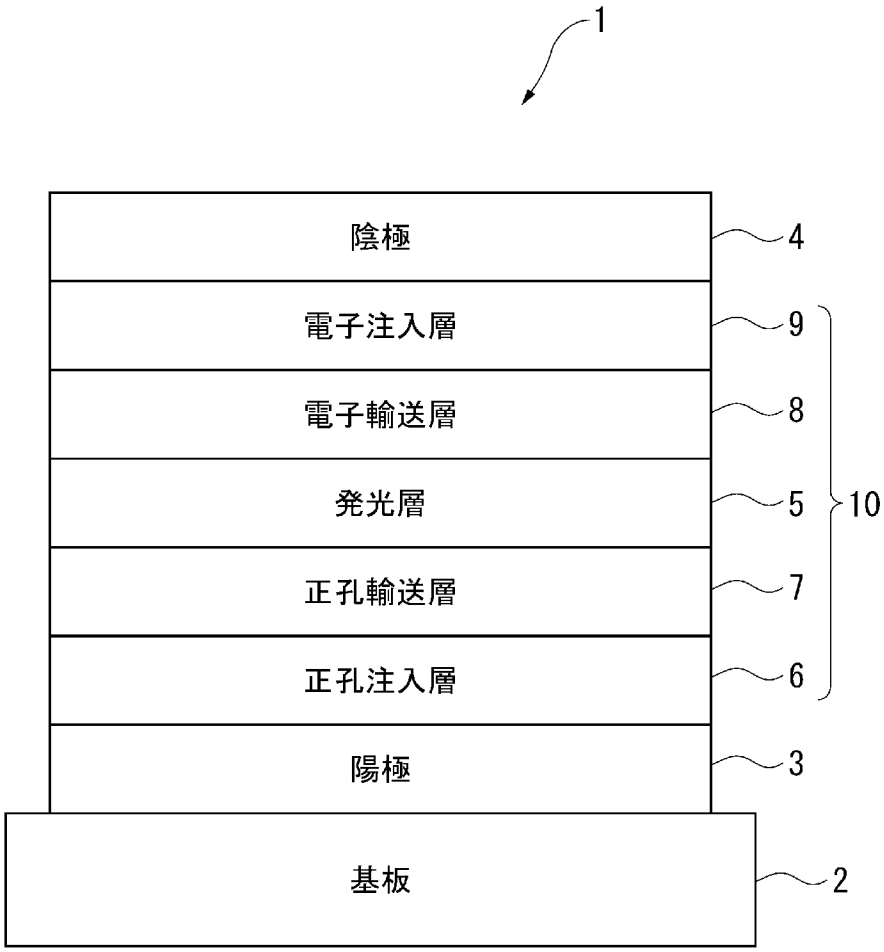
請求項１から請求項２０のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項22] 前記陰極と前記発光層との間に電子輸送層を含む、

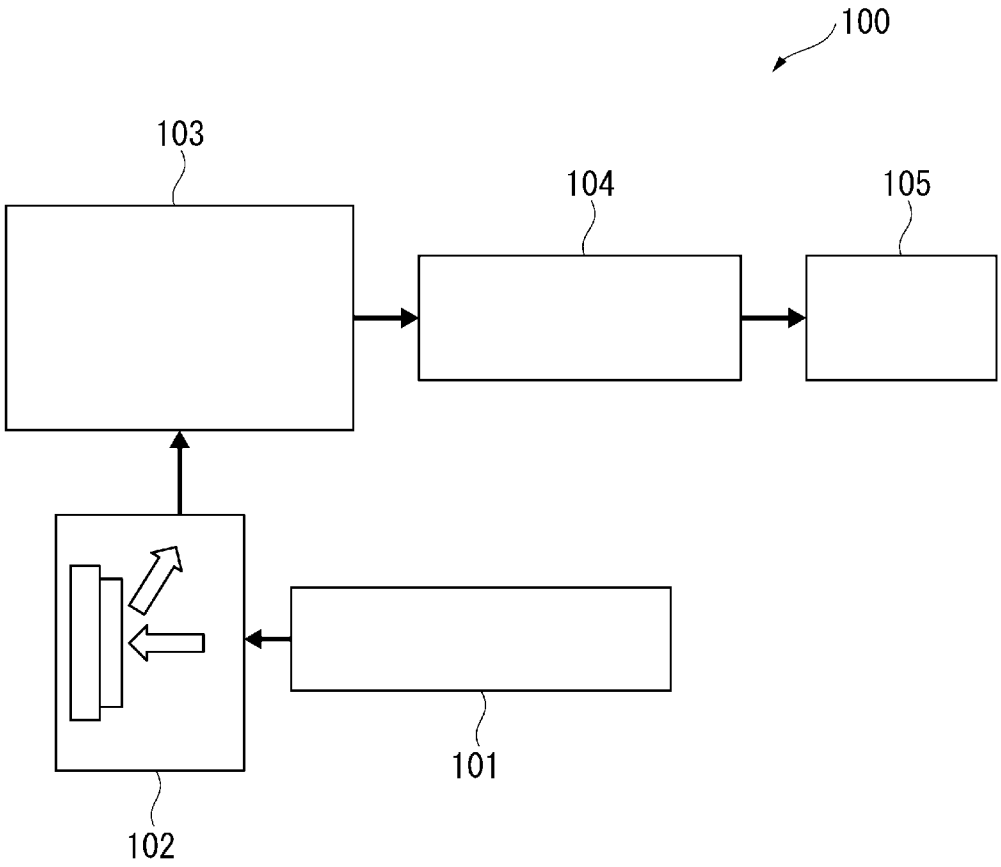
請求項１から請求項２１のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

[請求項23] 請求項１から請求項２２のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備える電子機器。

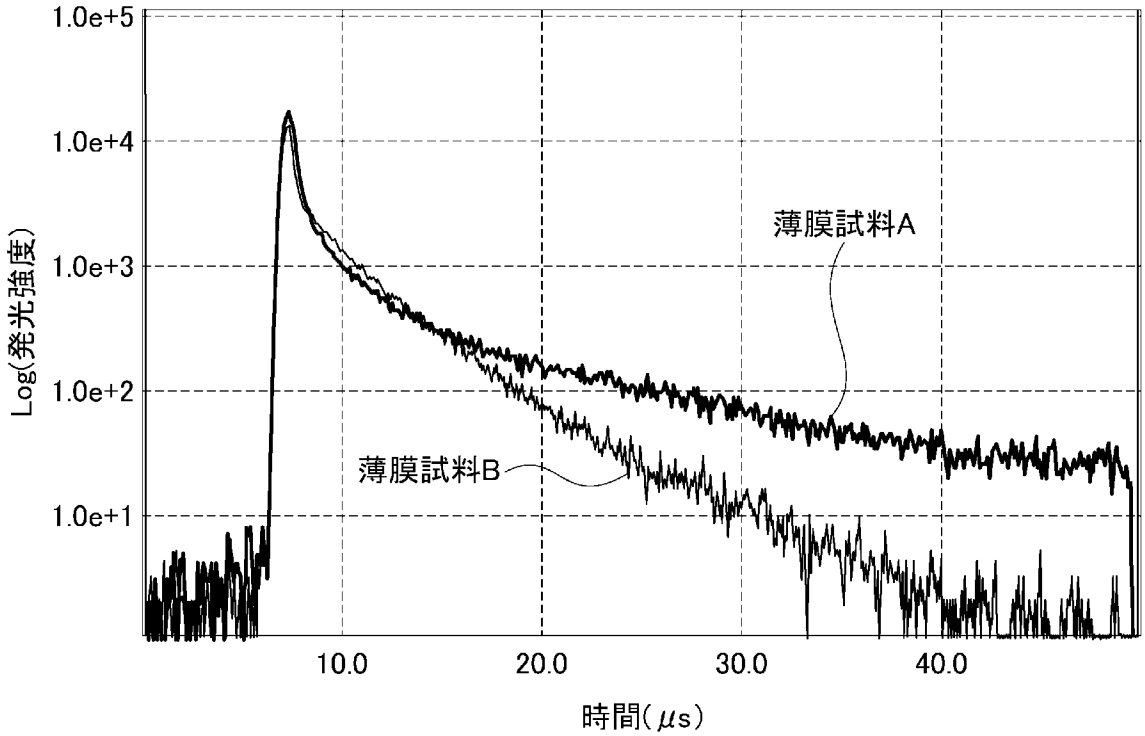
[図1]



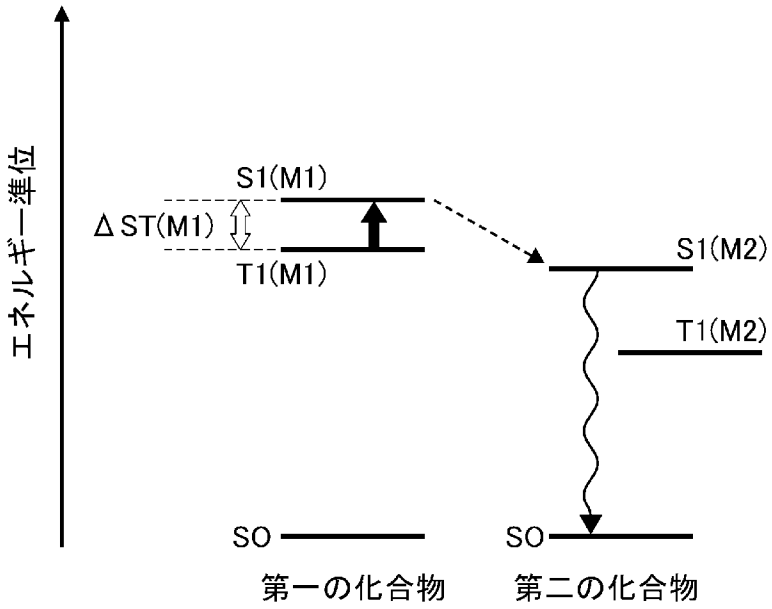
[図2]



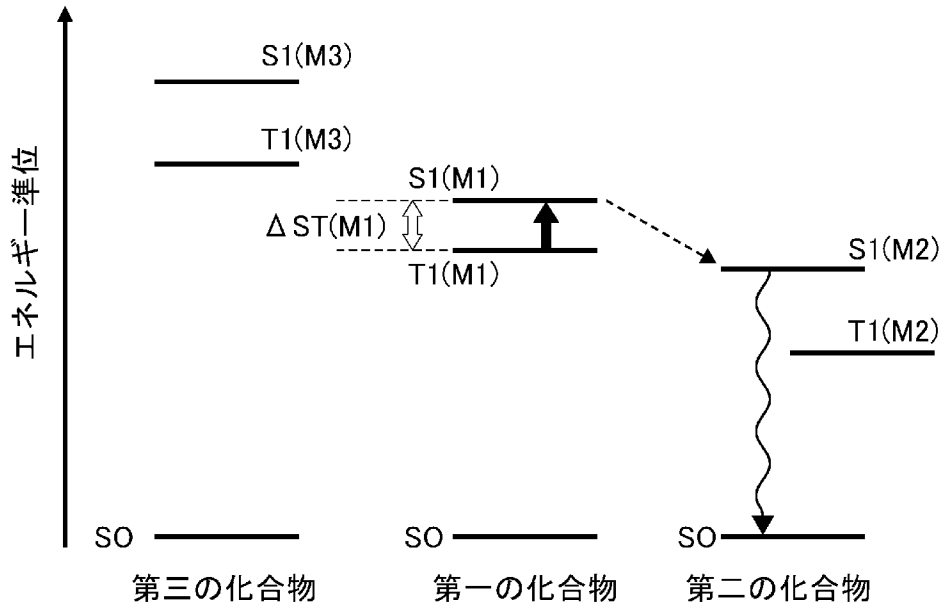
[図3]


1.0e+5
1.0e+4
1.0e+3
1.0e+2
1.0e+1
Log(発光強度)
薄膜試料A
薄膜試料B
10.0
20.0
30.0
40.0
時間(μs)

[図4]



[図5]


エネルギー準位
S1(M3)
T1(M3)
S1(M1)
ΔST(M1)
T1(M1)
S1(M2)
T1(M2)
SO
SO
SO
第三の化合物
第一の化合物
第二の化合物

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/080601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L51/50(2006.01)i, *C09K11/06*(2006.01)i

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)
H01L51/50, C09K11/06

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-144224 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 06 August 2015 (06.08.2015), claims; entire text & JP 2016-129262 A & WO 2015/098975 A1 & EP 2958158 A1 claims; entire text & KR 10-2015-0120447 A & CN 105103326 A	1-23
Y	JP 2015-21008 A (Universal Display Corp.), 02 February 2015 (02.02.2015), claims; entire text & US 2015/0021555 A1 claims; entire text & KR 10-2015-0009461 A	1-23

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 January 2017 (04.01.17)	17 January 2017 (17.01.17)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/080601

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/134350 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 25 November 2010 (25.11.2010), claims; entire text; BD4 & JP 5208270 B2 & US 2010/0295444 A1 & US 2010/0301318 A1 & US 2013/0270539 A1 & EP 2434558 A1 claims; entire text; BD4 & CN 102428588 A & TW 201103968 A & KR 10-2012-0029397 A	12
A	JP 2015-157808 A (Universal Display Corp.), 03 September 2015 (03.09.2015), claims; entire text & US 2015/0243893 A1 claims; entire text & EP 2910555 A1 & KR 10-2015-0100555 A	1-23
P,A	JP 2016-51901 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 11 April 2016 (11.04.2016), claims; entire text & US 2016/0072078 A1 claims; entire text & EP 2991128 A1 & KR 10-2016-0026744 A	1-23
P,A	JP 2016-115940 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 23 June 2016 (23.06.2016), claims; entire text & US 2016/0172601 A1 claims; entire text	1-23
P,A	WO 2016/056559 A1 (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 14 April 2016 (14.04.2016), claims; entire text & US 2016/0190469 A1 claims; entire text & CN 105684180 A	1-23
P,A	JP 2015-213155 A (Idemitsu Kosan Co., Ltd.), 26 November 2015 (26.11.2015), claims; entire text & US 2016/0172599 A1 claims; entire text & WO 2015/159706 A1	1-23

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８０６０１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L51/50(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L51/50, C09K11/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

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

CAplus/REGISTRY (STN)

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2015-144224 A (出光興産株式会社) 2015.08.06, 特許請求の範囲,全文 & JP 2016-129262 A & WO 2015/098975 A1 & EP 2958158 A1, 特許請求の範囲,全文 & KR 10-2015-0120447 A & CN 105103326 A	1-23
Y	JP 2015-21008 A (ユニバーサル　ディスプレイ　コーポレイション) 2015.02.02, 特許請求の範囲,全文 & US 2015/0021555 A1, 特許請求の範囲,全文 & KR 10-2015-0009461 A	1-23

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０４．０１．２０１７	１７．０１．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｏ　４１６０
岩井　好子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	WO 2010/134350 A1 (出光興産株式会社) 2010.11.25, 請求の範囲, 全文, BD4 & JP 5208270 B2 & US 2010/0295444 A1 & US 2010/0301318 A1 & US 2013/0270539 A1 & EP 2434558 A1, 請求の範囲, 全文, BD4 & CN 102428588 A & TW 201103968 A & KR 10-2012-0029397 A	12
A	JP 2015-157808 A (ユニバーサル　ディスプレイ　コーポレイション) 2015.09.03, 特許請求の範囲, 全文 & US 2015/0243893 A1, 特許請求の範囲, 全文 & EP 2910555 A1 & KR 10-2015-0100555 A	1-23
PA	JP 2016-51901 A (三星電子株式会社) 2016.04.11, 特許請求の範囲, 全文 & US 2016/0072078 A1, 特許請求の範囲, 全文 & EP 2991128 A1 & KR 10-2016-0026744 A	1-23
PA	JP 2016-115940 A (出光興産株式会社) 2016.06.23, 特許請求の範囲, 全文 & US 2016/0172601 A1, 特許請求の範囲, 全文	1-23
PA	WO 2016/056559 A1 (出光興産株式会社) 2016.04.14, 請求の範囲, 全文 & US 2016/0190469 A1, 請求の範囲, 全文 & CN 105684180 A	1-23
PA	JP 2015-213155 A (出光興産株式会社) 2015.11.26, 特許請求の範囲, 全文 & US 2016/0172599 A1, 特許請求の範囲, 全文 & WO 2015/159706 A1	1-23