

(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
2015 年 12 月 10 日(10.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/186539 A1

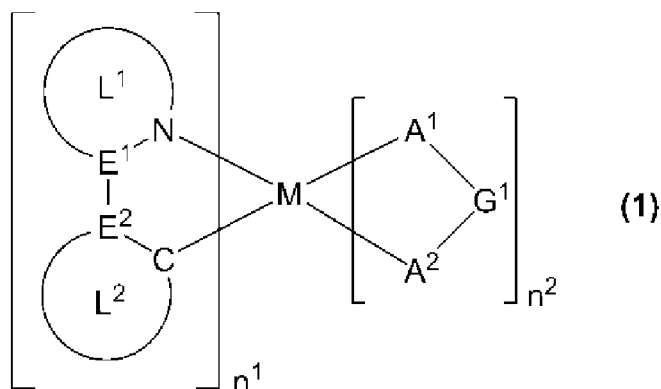
- (51) 国際特許分類:
H01L 51/50 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)
C07F 15/00 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)
C08G 61/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/064766
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 22 日(22.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-115533 2014 年 6 月 4 日(04.06.2014) JP
特願 2014-262000 2014 年 12 月 25 日(25.12.2014) JP
- (71) 出願人: 住友化学株式会社(SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1048260 東京都中央区新川二丁目 2 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 安立 誠(ANRYU, Makoto); 〒5418550 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号住友化学株式会社内 Osaka (JP). 秋野 喜彦(AKINO, Nobuhiko); 〒3003294 茨城県つくば市北原 6 住友化学株式会社内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 中山 亨, 外(NAKAYAMA, Tohru et al.); 〒5418550 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号住友化学株式会社内 Osaka (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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), ユーロピア (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: LIGHT EMITTING ELEMENT

(54) 発明の名称: 発光素子



(57) Abstract: Provided is a light emitting element having excellent luminance life. A light emitting element which comprises a positive electrode, a negative electrode, a first organic layer (a layer containing one or more phosphorescent compounds) arranged between the positive electrode and the negative electrode, and a second organic layer (a layer containing one or more phosphorescent compounds and a crosslinked body of a crosslinking material) arranged between the positive electrode and the first organic layer. At least one phosphorescent compound contained in the first organic layer and at least one phosphorescent compound contained in the second organic layer are a same phosphorescent compound that is represented by formula (1). (In the formula, M represents an iridium atom or the like; n^1 represents an integer of 1 or more; n^2 represents an integer of 0 or more; each of E^1 and E^2 represents a carbon atom or the like; ring L^1 represents an aromatic heterocyclic ring; ring L^2 represents an aromatic hydrocarbon ring or the like; and A^1 - G^1 - A^2 represents an anionic bidentate ligand. In this connection, ring L^1 and/or ring L^2 has an aryl group, a monovalent heterocyclic group or a substituted amino group.)

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/186539 A1



輝度寿命に優れる発光素子を提供する。陽極と、陰極と、陽極および陰極の間の第1の有機層（1種以上の燐光発光性化合物を含有する層）と、陽極および第1の有機層の間の第2の有機層（1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料の架橋体とを含有する層）とを有し、第1の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物と、第2の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物とが、式（1）で表される同一の燐光発光性化合物である発光素子。〔式中、Mはイリジウム原子等を、 n^1 は1以上の整数を、 n^2 は0以上の整数を、 E^1 および E^2 は炭素原子等を、環 L^1 は芳香族複素環を、環 L^2 は芳香族炭化水素環等を、 $A^1-G^1-A^2$ はアニオン性の2座配位子を表す。環 L^1 および環 L^2 の少なくとも1つの環は、アリール基、1価の複素環基または置換アミノ基を有する。〕

明 細 書

発明の名称：発光素子

技術分野

[0001] 本発明は、発光素子に関する。

背景技術

[0002] 有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）等の発光素子は、高発光効率、低電圧駆動等の特性のため、ディスプレイおよび照明の用途に好適に使用することが可能であり、近年、注目されている。この発光素子は、発光層、電荷輸送層等の有機層を備える。

[0003] 特許文献1には、燐光発光性化合物を用いて形成される発光層と、フルオレン構成単位、芳香族アミン構成単位および架橋性構成単位を含む高分子化合物を用いて形成される正孔輸送層とを有する発光素子が記載されている。なお、正孔輸送層の形成には、フルオレン構成単位、芳香族アミン構成単位および架橋性構成単位を含む高分子化合物のみが用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-036388号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記の特許文献1に記載された発光素子は、輝度寿命が必ずしも十分ではなかった。

[0006] そこで、本発明は、輝度寿命に優れる発光素子を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、以下の[1]～[10]を提供する。

[0008] [1] 陽極と、陰極と、陽極および陰極の間に設けられた第1の有機層と、陽極および第1の有機層の間に設けられた第2の有機層とを有する発光素子

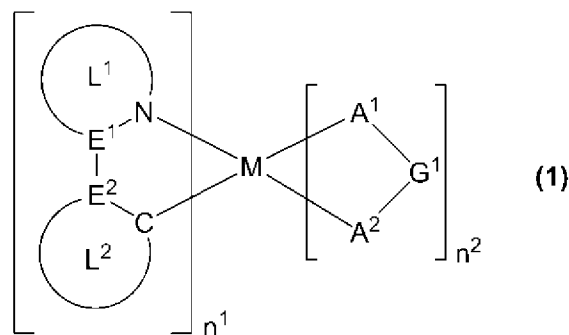
であって、

第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物を含有する層であり、

第2の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料の架橋体とを含有する層であり、

第1の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物と、第2の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物とが、式(1)で表される同一の燐光発光性化合物である発光素子。

[化1]



[式中、

Mは、ルテニウム原子、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子または白金原子を表す。

n^1 は1以上の整数を表し、 n^2 は0以上の整数を表し、 $n^1 + n^2$ は2または3である。Mがルテニウム原子、ロジウム原子またはイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は3であり、Mがパラジウム原子または白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は2である。

E^1 および E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子または窒素原子を表す。但し、 E^1 および E^2 の少なくとも一方は炭素原子である。

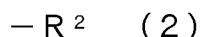
環 L^1 は、5員環または6員環の芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。但し、環 L^1 が6員環の芳香族複素環である場合、 E^1 は炭素原子

である。

環 L^2 は、5員環もしくは6員環の芳香族炭化水素環、または、5員環もしくは6員環の芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。但し、環 L^2 が6員環の芳香族複素環である場合、 E^2 は炭素原子である。

また、環 L^1 および環 L^2 からなる群から選ばれる少なくとも1つの環は、式(2)で表される基を有する。

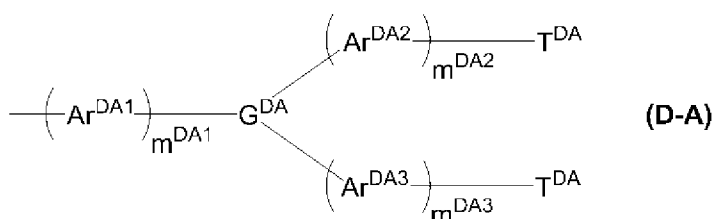
$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 および A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子または窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^1 は、単結合、または、 A^1 および A^2 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^1-G^1-A^2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]



[式中、 R^2 は、アリール基、1価の複素環基または置換アミノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[2] 前記式(2)で表される基が、式(D-A)で表される基または式(D-B)で表される基である、[1]に記載の発光素子。

[化2]



[式中、

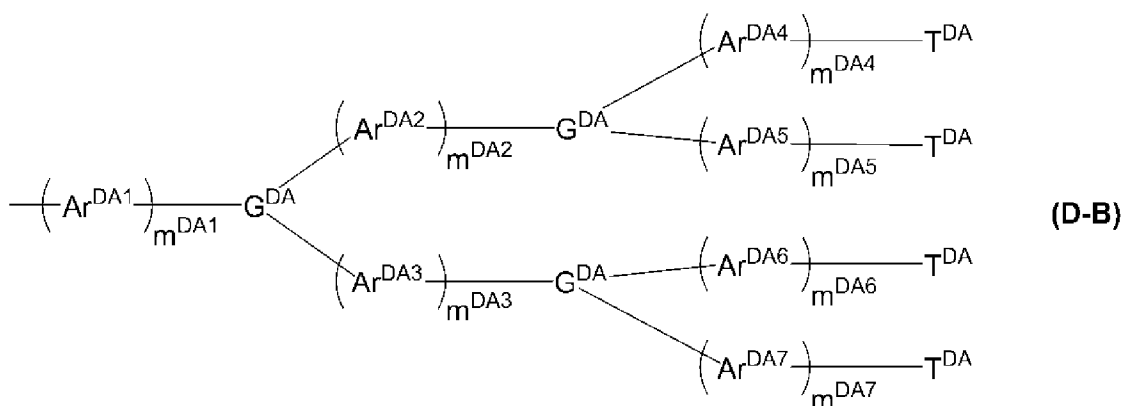
m^{DA1} 、 m^{DA2} および m^{DA3} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} および Ar^{DA3} は、それぞれ独立に、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} および Ar^{DA3} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

T^{DA} は、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なってもよい。]

[化3]



[式中、

m^{DA1} 、 m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} および m^{DA7} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数ある G^{DA} は、同一でも異なってもよい。

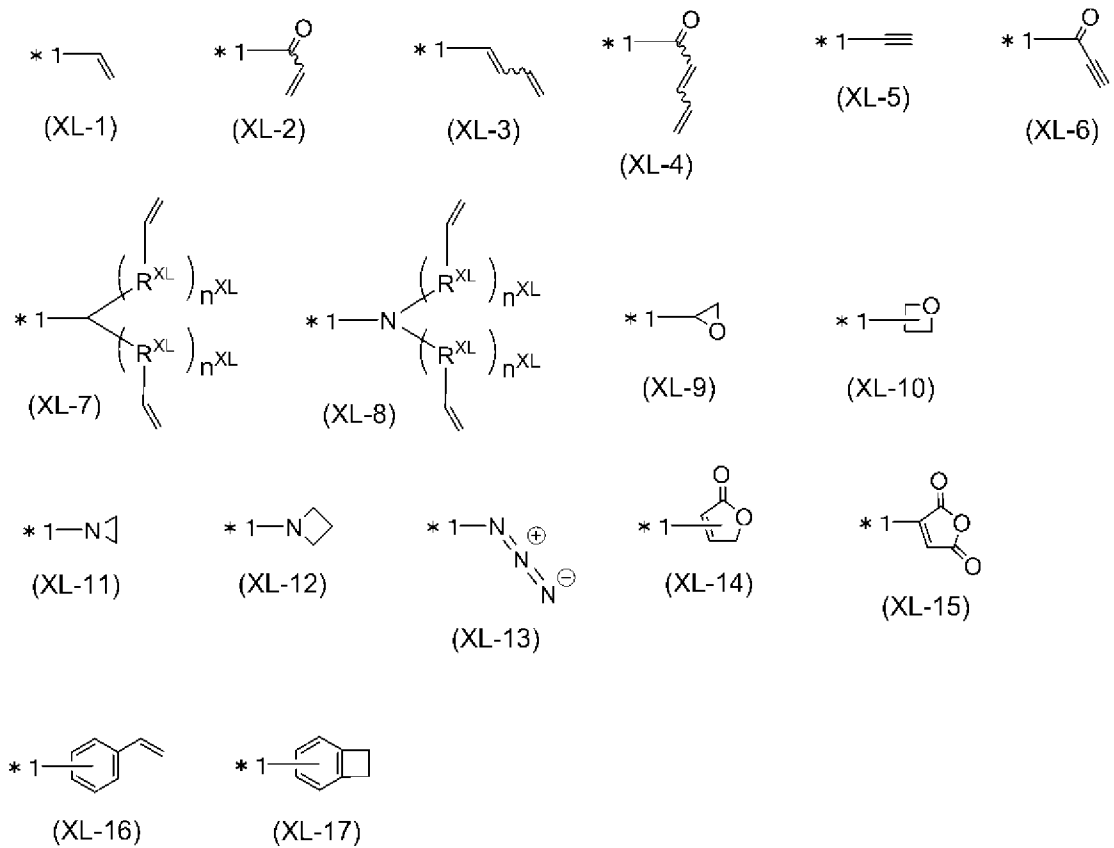
Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} および Ar^{DA7} は、それぞれ独立に、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} および Ar^{DA7} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

T^{DA} は、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なってもよい。]

[3] 前記架橋材料が、架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する架橋構成単位を含む高分子化合物である、[1]または[2]に記載の発光素子。

(架橋基 A 群)

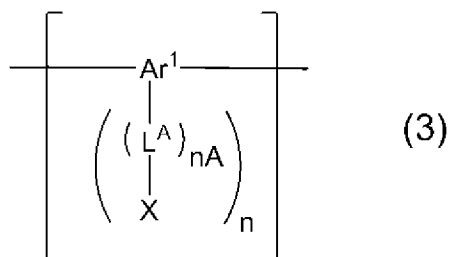
[化4]



[式中、 R^{XL} は、メチレン基、酸素原子または硫黄原子を表し、 n^{XL} は、0～5の整数を表す。 R^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているてもよく、 n^{XL} が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているてもよい。 $*1$ は結合位置を表す。これらの架橋性基は置換基を有しているてもよい。]

[4] 前記架橋構成単位が、式(3)で表される構成単位または式(4)で表される構成単位である、[3]に記載の発光素子。

[化5]



[式中、

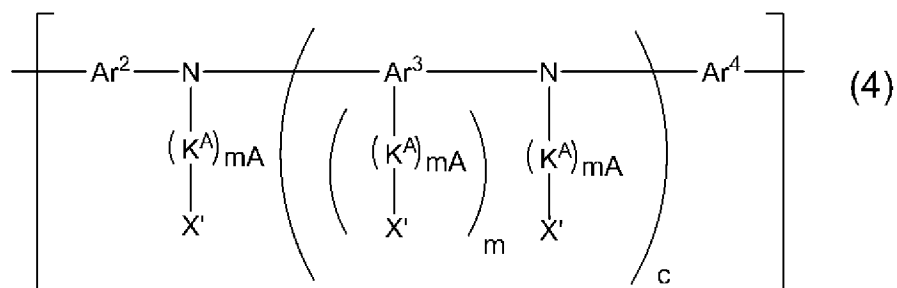
nA は 0～5 の整数を表し、 n は 1 または 2 を表す。

Ar^1 は、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

L^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、 $-NR'$ で表される基、酸素原子または硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 L^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X は、架橋基 A 群から選ばれる架橋基を表す。 X が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[化6]



[式中、

mA は 0～5 の整数を表し、 m は 1～4 の整数を表し、 c は 0 または 1 を表す。 mA が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Ar^3 は、芳香族炭化水素基、複素環基、または、少なくとも 1 種の芳香族炭化水素環と少なくとも 1 種の複素環とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^2 および Ar^4 は、それぞれ独立に、アリーレン基または 2 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^2 、 Ar^3 および Ar^4 はそれぞれ、当該基が結合している窒素原子に結合している当該基以外の基と、直接または酸素原子もしくは硫黄原子を介し

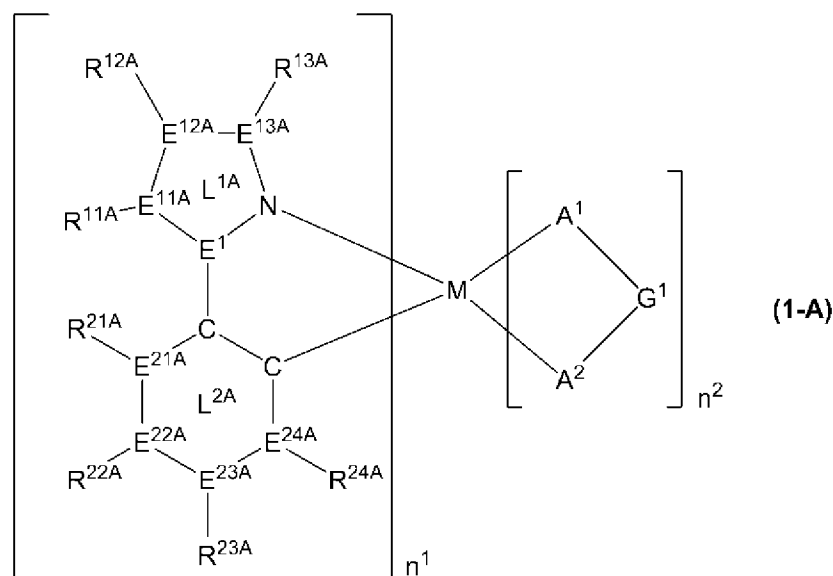
て結合して、環を形成していてもよい。

K^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、 $-NR''$ で表される基、酸素原子または硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R'' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 K^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X' は、架橋基A群から選ばれる架橋基、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。但し、少なくとも1つの X' は、架橋基A群から選ばれる架橋基である。]

[5] 前記式(1)で表される燐光発光性化合物が、式(1-A)で表される燐光発光性化合物である、[1]～[4]のいずれかに記載の発光素子。

[化7]



[式中、

M 、 n^1 、 n^2 、 E^1 および $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

E^{11A} 、 E^{12A} 、 E^{13A} 、 E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} および E^{24A} は、それぞれ独立に、窒素原子または炭素原子を表す。 E^{11A} 、 E^{12A} 、 E^{13A} 、 E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} および E^{24A} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも

異なってもよい。E^{11A}、E^{12A}およびE^{13A}が窒素原子の場合、R^{11A}、R^{12A}およびR^{13A}は、存在しても存在しなくてもよい。E^{21A}、E^{22A}、E^{23A}およびE^{24A}が窒素原子の場合、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}およびR^{24A}は、存在しない。

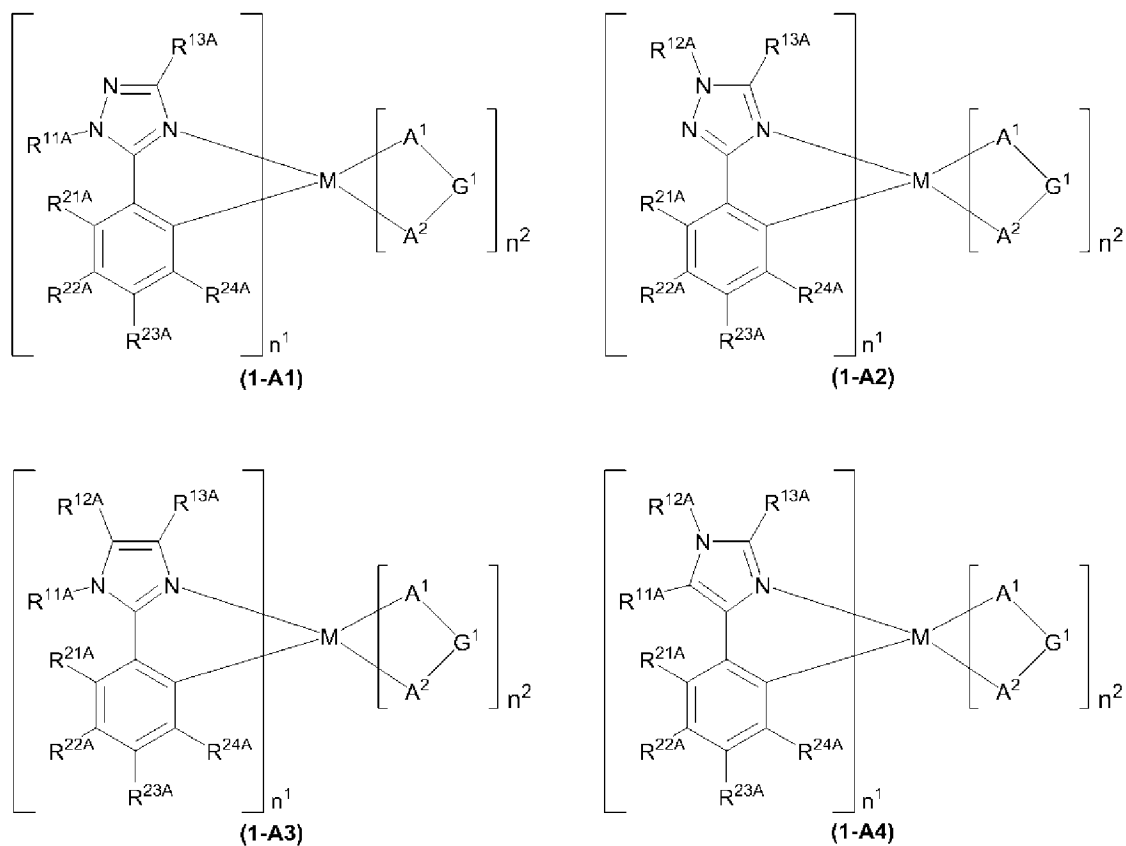
R^{11A}、R^{12A}、R^{13A}、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}およびR^{24A}は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。R^{11A}、R^{12A}、R^{13A}、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}およびR^{24A}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。R^{11A}とR^{12A}、R^{12A}とR^{13A}、R^{11A}とR^{21A}、R^{21A}とR^{22A}、R^{22A}とR^{23A}、および、R^{23A}とR^{24A}は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。但し、R^{11A}、R^{12A}、R^{13A}、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}およびR^{24A}からなる群から選ばれる少なくとも1つは、式(2)で表される基である。

環L^{1A}は、窒素原子、E¹、E^{11A}、E^{12A}およびE^{13A}とで構成されるトリアゾール環またはイミダゾール環を表す。

環L^{2A}は、2つの炭素原子、E^{21A}、E^{22A}、E^{23A}およびE^{24A}とで構成されるベンゼン環、ピリジン環またはピリミジン環を表す。]

[6] 前記式(1-A)で表される燐光発光性化合物が、式(1-A1)、(1-A2)、(1-A3)または(1-A4)で表される燐光発光性化合物である、[5]に記載の発光素子。

[化8]

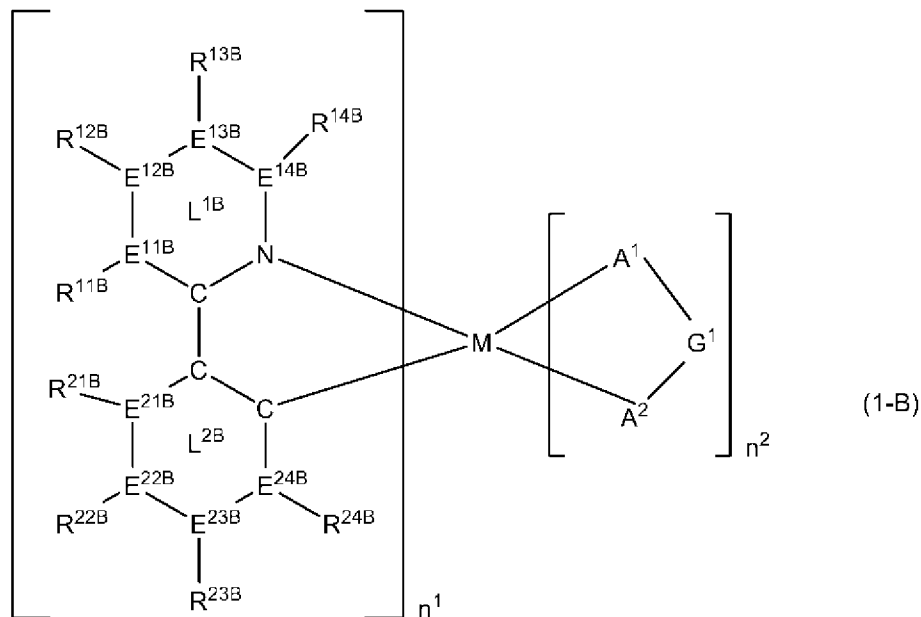


[式中、

M、n¹、n²、R^{11A}、R^{12A}、R^{13A}、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}、R^{24A}およびA¹-G¹-A²は、前記と同じ意味を表す。]

[7] 前記式(1)で表される燐光発光性化合物が、式(1-B)で表される燐光発光性化合物である、[1]～[4]のいずれかに記載の発光素子。

[化9]



[式中、

M、 n^1 、 n^2 および $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} 、 E^{14B} 、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} は、それぞれ独立に、窒素原子または炭素原子を表す。 E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} 、 E^{14B} 、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} 、 E^{14B} 、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} が窒素原子の場合、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} は、存在しない。

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21B} 、 R^{21B} と R^{22B} 、 R^{22B} と R^{23B} 、および、 R^{23B} と R^{24B} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。但し、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

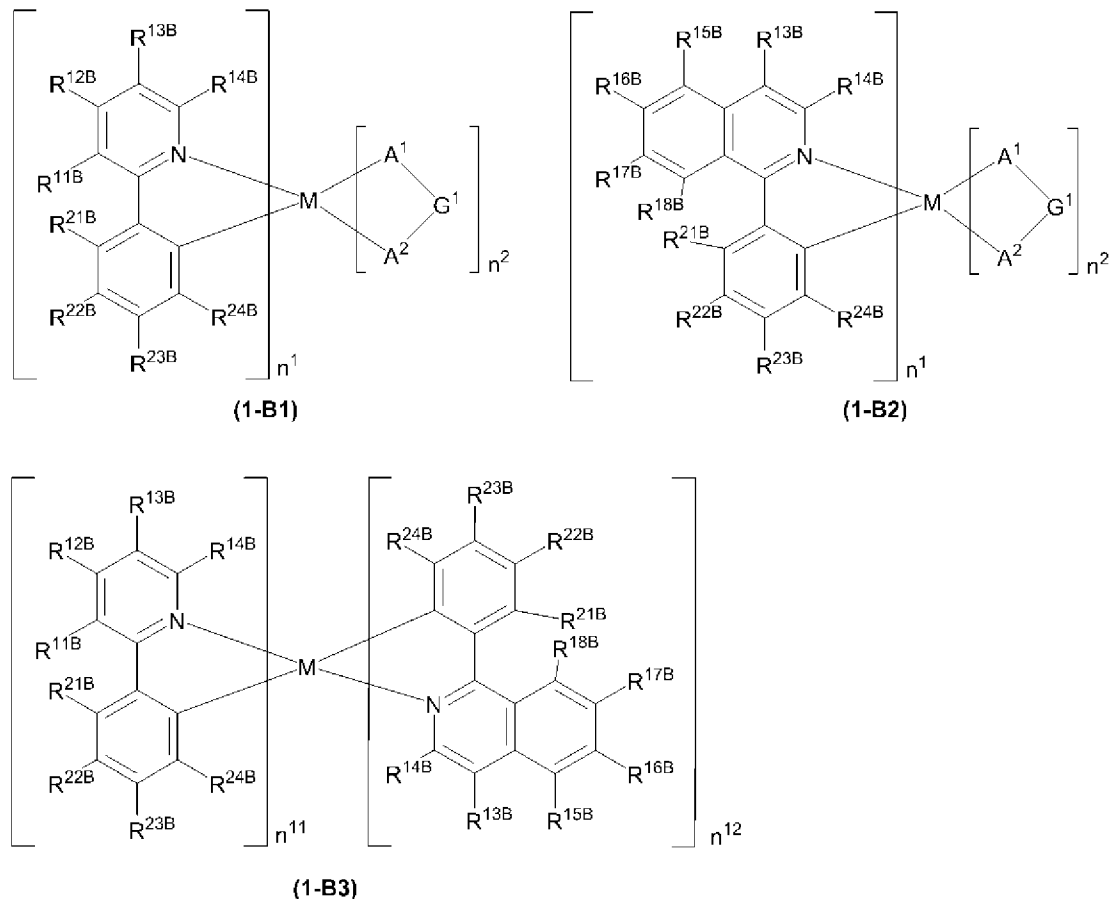
$1B$ 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} からなる群から選ばれる少なくとも1つは、式(2)で表される基である。

環 L^{1B} は、窒素原子、炭素原子、 E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} および E^{14B} とで構成されるピリジン環またはピリミジン環を表す。

環 L^{2B} は、2つの炭素原子、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} とで構成されるベンゼン環、ピリジン環またはピリミジン環を表す。]

[8] 前記式(1-B)で表される燐光発光性化合物が、式(1-B1)、(1-B2)または(1-B3)で表される燐光発光性化合物である、[7]に記載の発光素子。

[化10]



[式中、

M 、 n^1 、 n^2 、 $A^1-G^1-A^2$ 、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} は、前記と同じ意味を表す。

n^{11} および n^{12} は、それぞれ独立に、1以上の整数を表し、 $n^{11}+n^{12}$ は

2または3である。Mがルテニウム原子、ロジウム原子またはイリジウム原子の場合、 $n^{11} + n^{12}$ は3であり、Mがパラジウム原子または白金原子の場合、 $n^{11} + n^{12}$ は2である。

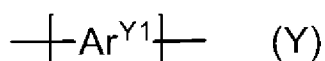
R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} および R^{18B} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R^{15B} 、 R^{16B} 、 R^{17B} および R^{18B} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 R^{13B} と R^{15B} 、 R^{15B} と R^{16B} 、 R^{16B} と R^{17B} 、 R^{17B} と R^{18B} 、および、 R^{18B} と R^{21B} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

但し、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} からなる群から選ばれる少なくとも1つは、式(2)で表される基である。

]

[9] 前記第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、式(Y)で表される構成単位を含む高分子化合物とを含有する層である、[1]～[8]のいずれかに記載の発光素子。

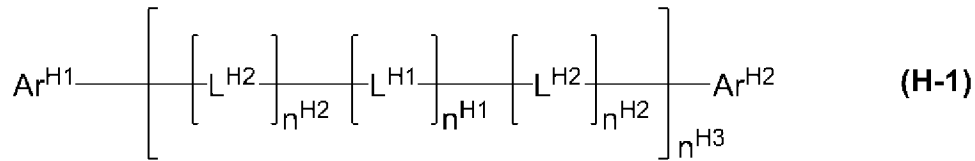
[化11]



[式中、 Ar^{Y1} は、アリーレン基、2価の複素環基、または、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[10] 前記第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、式(H-1)で表される化合物とを含有する層である、[1]～[8]のいずれかに記載の発光素子。

[化12]



[式中、

$\text{Ar}^{\text{H}1}$ および $\text{Ar}^{\text{H}2}$ は、それぞれ独立に、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

$n^{\text{H}1}$ および $n^{\text{H}2}$ は、それぞれ独立に、0または1を表す。 $n^{\text{H}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。複数存在する $n^{\text{H}2}$ は、同一でも異なってもよい。

$n^{\text{H}3}$ は、0以上の整数を表す。

$\text{L}^{\text{H}1}$ は、アリーレン基、2価の複素環基、または、 $-\text{C}(\text{R}^{\text{H}11})_2-$ で表される基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 $\text{L}^{\text{H}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 $n^{\text{H}11}$ は、1以上10以下の整数を表す。 $\text{R}^{\text{H}11}$ は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する $\text{R}^{\text{H}11}$ は、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子とともに環を形成していてもよい。

$\text{L}^{\text{H}2}$ は、 $-\text{N}(-\text{L}^{\text{H}21}-\text{R}^{\text{H}21})-$ で表される基を表す。 $\text{L}^{\text{H}2}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 $\text{L}^{\text{H}21}$ は、単結合、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 $\text{R}^{\text{H}21}$ は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

発明の効果

[0009] 本発明によれば、輝度寿命に優れる発光素子を提供することができる。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0011] <共通する用語の説明>

本明細書で共通して用いられる用語は、特記しない限り、以下の意味である。

[0012] Meはメチル基、Etはエチル基、Buはブチル基、i-Prはイソプロピル基、t-Buはtert-ブチル基を表す。

[0013] 水素原子は、重水素原子であっても、軽水素原子であってもよい。

[0014] 金属錯体を表す式中、中心金属との結合を表す実線は、共有結合または配位結合を意味する。

[0015] 「高分子化合物」とは、分子量分布を有し、ポリスチレン換算の数平均分子量が $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^8$ である重合体を意味する。

[0016] 高分子化合物は、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよい。

[0017] 高分子化合物の末端基は、重合活性基がそのまま残っていると、高分子化合物を発光素子の作製に用いた場合に発光特性または輝度寿命が低下する可能性があるので、好ましくは安定な基である。この末端基としては、好ましくは主鎖と共役結合している基であり、例えば、炭素-炭素結合を介してアリール基または1価の複素環基と結合している基が挙げられる。

[0018] 「低分子化合物」とは、分子量分布を有さず、分子量が 1×10^4 以下の化合物を意味する。

[0019] 「構成単位」とは、高分子化合物中に1個以上存在する単位を意味する。

[0020] 「アルキル基」は、直鎖および分岐のいずれでもよい。直鎖のアルキル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～50であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～20である。分岐のアルキル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～50であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～20である。

アルキル基は、置換基を有していてもよく、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、

ペンチル基、イソアミル基、2-エチルブチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、2-エチルヘキシル基、3-プロピルヘプチル基、デシル基、3,7-ジメチルオクチル基、2-エチルオクチル基、2-ヘキシルデシル基、ドデシル基、および、これらの基における水素原子が、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基が挙げられ、例えば、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、パーフルオロブチル基、パーフルオロヘキシル基、パーフルオロオクチル基、3-フェニルプロピル基、3-(4-メチルフェニル)プロピル基、3-(3,5-ジ-ヘキシルフェニル)プロピル基、6-エチルオキシヘキシル基が挙げられる。

「シクロアルキル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～50であり、好ましくは3～30であり、より好ましくは4～20である。

シクロアルキル基は、置換基を有していてもよく、例えば、シクロヘキシル基、シクロヘキシルメチル基、シクロヘキシルエチル基が挙げられる。

[0021] 「アリール基」は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個を除いた残りの原子団を意味する。アリール基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～20であり、より好ましくは6～10である。

アリール基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントラセニル基、2-アントラセニル基、9-アントラセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-フルオレニル基、3-フルオレニル基、4-フルオレニル基、2-フェニルフェニル基、3-フェニルフェニル基、4-フェニルフェニル基、および、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

[0022] 「アルコキシ基」は、直鎖および分岐のいずれでもよい。直鎖のアルコキシ基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～40であり、好ましくは4～10である。分岐のアルコキシ基の炭素原子数は、置換基の

炭素原子数を含めないで、通常3～40であり、好ましくは4～10である。

アルコキシ基は、置換基を有していてもよく、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、イソプロピルオキシ基、ブチルオキシ基、イソブチルオキシ基、tert-ブチルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、ヘプチルオキシ基、オクチルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、ノニルオキシ基、デシルオキシ基、3,7-ジメチルオクチルオキシ基、ラウリルオキシ基、および、これらの基における水素原子が、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

「シクロアルコキシ基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～40であり、好ましくは4～10である。

シクロアルコキシ基は、置換基を有していてもよく、例えば、シクロヘキシルオキシ基が挙げられる。

[0023] 「アリールオキシ基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは7～48である。

アリールオキシ基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェノキシ基、1-ナフチルオキシ基、2-ナフチルオキシ基、1-アントラセニルオキシ基、9-アントラセニルオキシ基、1-ピレニルオキシ基、および、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、フッ素原子等で置換された基が挙げられる。

[0024] 「p 価の複素環基」（p は、1 以上の整数を表す。）とは、複素環式化合物から、環を構成する炭素原子またはヘテロ原子に直接結合している水素原子のうち p 個の水素原子を除いた残りの原子団を意味する。p 価の複素環基の中でも、芳香族複素環式化合物から、環を構成する炭素原子またはヘテロ原子に直接結合している水素原子のうち p 個の水素原子を除いた残りの原子団である「p 価の芳香族複素環基」が好ましい。

「芳香族複素環式化合物」は、オキサジアゾール、チアジアゾール、チアゾール、オキサゾール、チオフェン、ピロール、ホスホール、フラン、ピリ

ジン、ピラジン、ピリミジン、トリアジン、ピリダジン、キノリン、イソキノリン、カルバゾール、ジベンゾホスホール等の複素環自体が芳香族性を示す化合物、および、フェノキサジン、フェノチアジン、ジベンゾボロール、ジベンゾシロール、ベンゾピラン等の複素環自体は芳香族性を示さなくとも、複素環に芳香環が縮環されている化合物を意味する。

[0025] 1 価の複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常、2～60であり、好ましくは4～20である。

1 価の複素環基は、置換基を有していてもよく、例えば、チエニル基、ピロリル基、フリル基、ピリジル基、ピペリジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、および、これらの基における水素原子が、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基等で置換された基が挙げられる。

[0026] 「ハロゲン原子」とは、フッ素原子、塩素原子、臭素原子またはヨウ素原子を示す。

[0027] 「アミノ基」は、置換基を有していてもよく、置換アミノ基が好ましい。アミノ基が有する置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1 価の複素環基が好ましい。

置換アミノ基としては、例えば、ジアルキルアミノ基、ジシクロアルキルアミノ基およびジアリールアミノ基が挙げられる。

アミノ基としては、例えば、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ビス(4-メチルフェニル)アミノ基、ビス(4-tert-ブチルフェニル)アミノ基、ビス(3,5-ジ-tert-ブチルフェニル)アミノ基が挙げられる。

[0028] 「アルケニル基」は、直鎖および分岐のいずれでもよい。直鎖のアルケニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常2～30であり、好ましくは3～20である。分岐のアルケニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～30であり、好ましくは4～20である。

「シクロアルケニル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めない

で、通常3～30であり、好ましくは4～20である。

アルケニル基およびシクロアルケニル基は、置換基を有していてもよく、例えば、ビニル基、1-プロペニル基、2-プロペニル基、2-ブテニル基、3-ブテニル基、3-ペンテニル基、4-ペンテニル基、1-ヘキセニル基、5-ヘキセニル基、7-オクテニル基、および、これらの基が置換基を有する基が挙げられる。

[0029] 「アルキニル基」は、直鎖および分岐のいずれでもよい。アルキニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子を含めないで、通常2～20であり、好ましくは3～20である。分岐のアルキニル基の炭素原子数は、置換基の炭素原子を含めないで、通常4～30であり、好ましくは4～20である。

「シクロアルキニル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子を含めないで、通常4～30であり、好ましくは4～20である。

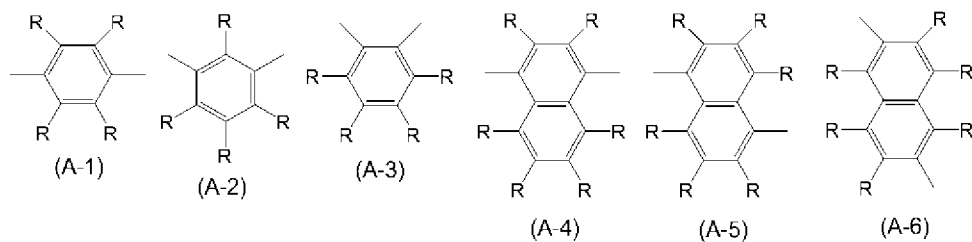
アルキニル基およびシクロアルキニル基は、置換基を有していてもよく、例えば、エチニル基、1-プロピニル基、2-プロピニル基、2-ブチニル基、3-ブチニル基、3-ペンチニル基、4-ペンチニル基、1-ヘキシニル基、5-ヘキシニル基、および、これらの基が置換基を有する基が挙げられる。

[0030] 「アリーレン基」は、芳香族炭化水素から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子2個を除いた残りの原子団を意味する。アリーレン基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常、6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

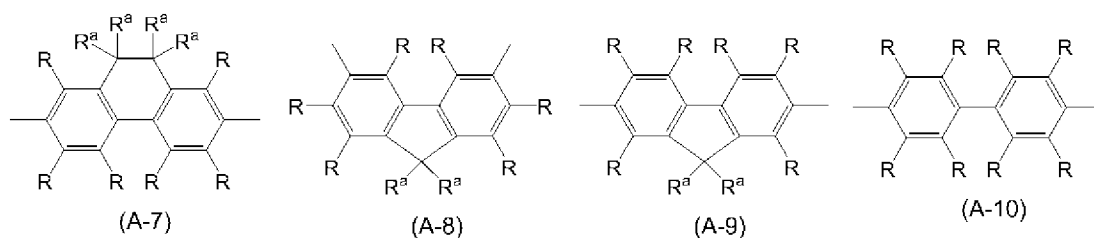
アリーレン基は、置換基を有していてもよく、例えば、フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、フェナントレンジイル基、ジヒドロフェナントレンジイル基、ナфтаセンジイル基、フルオレンジイル基、ピレンジイル基、ペリレンジイル基、クリセンジイル基、および、これらの基が置換基を有する基が挙げられ、好ましくは、式(A-1)～式(A-20)で表される基である。アリーレン基は、これらの基が複数結合した基を含む。

[0031]

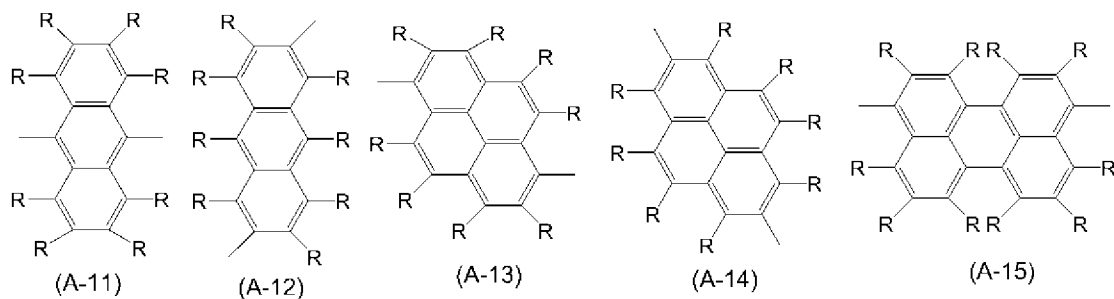
[化13]



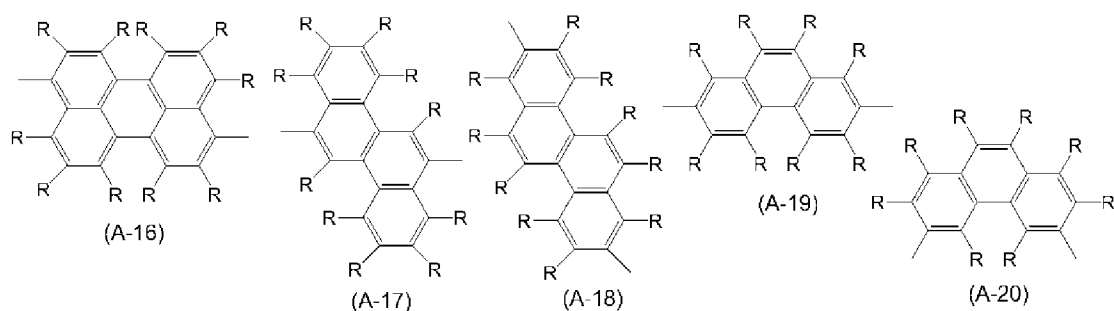
[0032] [化14]



[0033] [化15]



[0034] [化16]



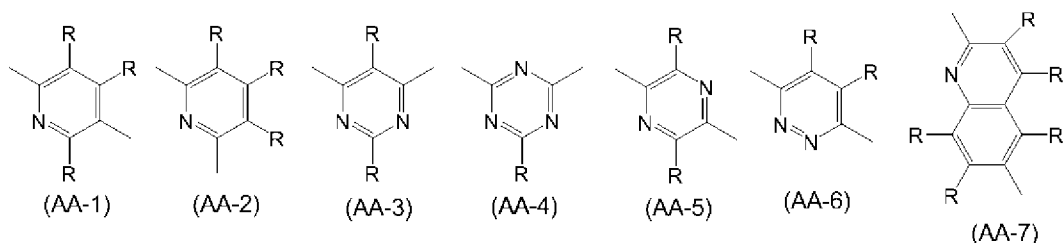
[式中、RおよびR^aは、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表す。複数存在するRおよびR^aは、各々、同一でも異なってもよく、R^a同士は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよい。]

[0035] 2価の複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常

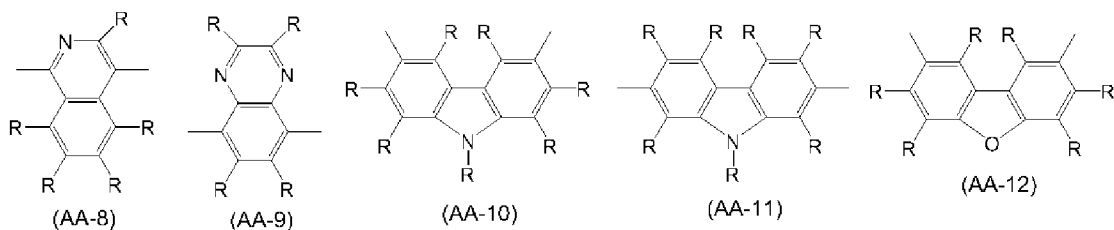
、2～60であり、好ましくは、3～20であり、より好ましくは、4～15である。

2価の複素環基は、置換基を有していてもよく、例えば、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン、カルバゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ジベンゾシロール、フェノキサジン、フェノチアジン、アクリジン、ジヒドロアクリジン、フラン、チオフェン、アゾール、ジアゾール、トリアゾールから、環を構成する炭素原子またはヘテロ原子に直接結合している水素原子のうち2個の水素原子を除いた2価の基が挙げられ、好ましくは、式(AA-1)～式(AA-34)で表される基である。2価の複素環基は、これらの基が複数結合した基を含む。

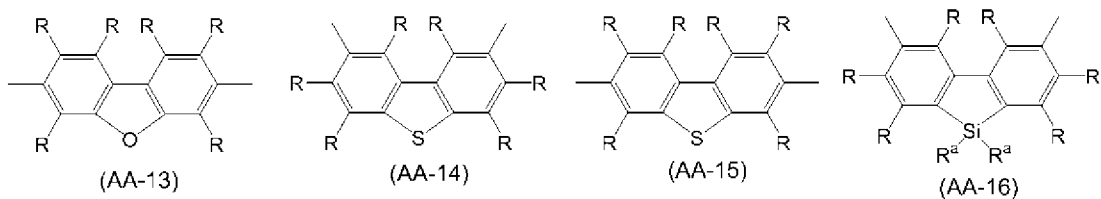
[0036] [化17]



[0037] [化18]

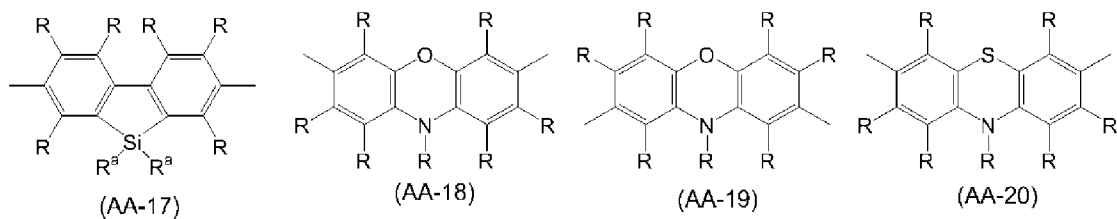


[0038] [化19]

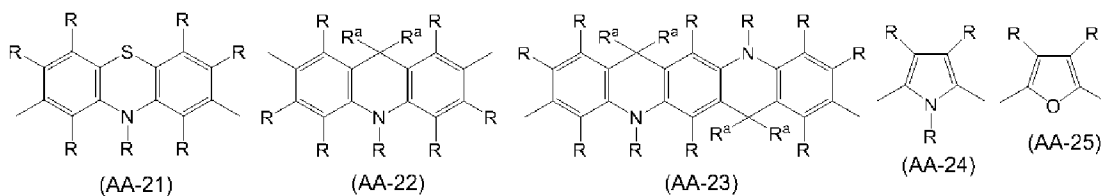


[0039]

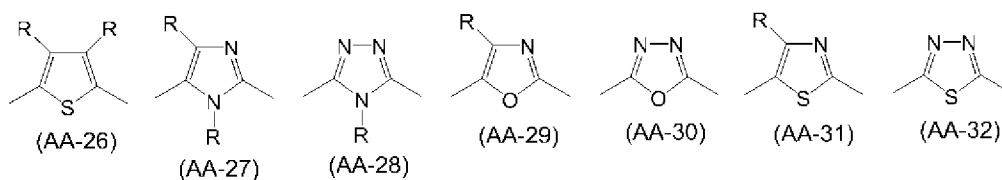
[化20]



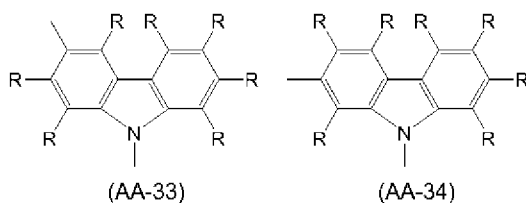
[0040] [化21]



[0041] [化22]



[0042] [化23]



[式中、RおよびR^aは、前記と同じ意味を表す。]

[0043] 「架橋基」とは、加熱処理、紫外線照射処理、ラジカル反応等に従事することにより、新たな結合を生成することが可能な基であり、好ましくは、上記架橋基A群の式(XL-1)~(XL-17)で表される架橋基である。

[0044] 「置換基」とは、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アミノ基、置換アミノ基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基またはシクロアルキニル基を表す。置換基は架橋基であってもよい。

[0045] <発光素子>

次に、本発明の発光素子について説明する。

[0046] 本発明の発光素子は、陽極と、陰極と、陽極および陰極の間に設けられた第1の有機層と、陽極および第1の有機層の間に設けられた第2の有機層とを有し、第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物を用いて形成される層であり、第2の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料とを含有する組成物を用いて形成される層であり、第1の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物と、第2の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物とが、式(1)で表される同一の燐光発光性化合物である発光素子である。

[0047] 第1の有機層と燐光発光性化合物との関係についていう「用いて形成される」とは、燐光発光性化合物を用いて第1の有機層が形成されていることを意味する。燐光発光性化合物がそのまま第1の有機層に含有されていてもよいし、燐光発光性化合物が分子内、分子間、または、それらの両方で架橋した状態（燐光発光性化合物の架橋体）で第1の有機層に含有されていてもよい。

[0048] 第2の有機層と組成物との関係についていう「用いて形成される」とは、組成物を用いて第2の有機層が形成されていることを意味する。組成物に含有される燐光発光性化合物および架橋材料がそのまま第2の有機層に含まれていてもよいし、組成物に含有される燐光発光性化合物または架橋材料が分子内、分子間、または、それらの両方で架橋した状態（燐光発光性化合物の架橋体または架橋材料の架橋体）で第2の有機層に含有されていてもよい。

[0049] 第1の有機層および第2の有機層の形成方法としては、例えば、真空蒸着法、並びに、スピンコート法およびインクジェット印刷法に代表される塗布法が挙げられる。

[0050] 第1の有機層を塗布法により形成する場合、後述する第1の有機層のインクを用いることが好ましい。第1の有機層を形成後、加熱または光照射することで、燐光発光性化合物を架橋させることができる。燐光発光性化合物が

架橋した状態（燐光発光性化合物の架橋体）で、第1の有機層に含有されている場合、第1の有機層は溶媒に対して実質的に不溶化されている。そのため、該第1の有機層は、発光素子の積層化に好適に使用することができる。

[0051] 第2の有機層を塗布法により形成する場合、後述する第2の有機層のインクを用いることが好ましい。第2の有機層を形成後、加熱または光照射することで、組成物に含有される燐光発光性化合物または架橋材料を架橋させることができる。燐光発光性化合物または架橋材料が架橋した状態（燐光発光性化合物の架橋体または架橋材料の架橋体）で、第2の有機層に含有されている場合、第2の有機層は溶媒に対して実質的に不溶化されている。そのため、該第2の有機層は、発光素子の積層化に好適に使用することができる。

本発明の発光素子は、組成物に含有される架橋材料が架橋された状態（架橋材料の架橋体）で、第2の有機層に含有されていることが好ましい。

[0052] すなわち、本発明の発光素子は、陽極と、陰極と、陽極および陰極の間に設けられた第1の有機層と、陽極および第1の有機層の間に設けられた第2の有機層とを有する発光素子であって、第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物を含有する層であり、第2の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料の架橋体とを含有する層であり、第1の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物と、第2の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物とが、式（1）で表される同一の燐光発光性化合物である発光素子であることが好ましい。

[0053] 架橋させるための加熱の温度は、通常、25～300℃であり、好ましくは50～250℃であり、より好ましくは150～200℃である。

[0054] 架橋させるための光照射に用いられる光の種類は、例えば、紫外光、近紫外光、可視光である。

[0055] 第1の有機層の形態（燐光発光性化合物がそのまま含有されているか、燐光発光性化合物の架橋体が含有されているか）および第2の有機層の形態（燐光発光性化合物および架橋材料がそのまま含有されているか、燐光発光性化合物の架橋体または架橋材料の架橋体が含有されているか）の分析方法と

しては、例えば、抽出等に代表される化学的分離分析法、赤外分光法（IR）、核磁気共鳴分光法（NMR）、質量分析法（MS）等に代表される機器分析法、並びに、化学的分離分析法および機器分析法を組み合わせた分析法が挙げられる。

[0056] 第1の有機層または第2の有機層に対して、トルエン、キシレン、クロロホルム、テトラヒドロフラン等に代表される有機溶媒を用いた固液抽出を行うことで、有機溶媒に対して実質的に不溶な成分（不溶成分）と、有機溶媒に対して溶解する成分（溶解成分）とに分離することが可能である。得られた不溶成分は、赤外分光法（IR）または核磁気共鳴分光法（NMR）により分析することが可能であり、得られた溶解成分は、核磁気共鳴分光法（NMR）または質量分析法（MS）により分析することが可能である。

[0057] <第1の有機層>

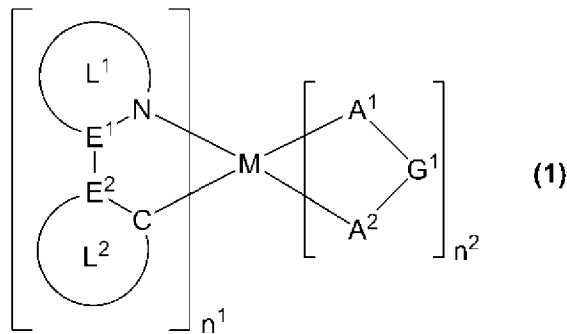
第1の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物を用いて形成される層である。前述のとおり、第1の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物を含有する層であることが好ましい。

[0058] [燐光発光性化合物]

第1の有機層の形成に用いられる燐光発光性化合物は、式（1）で表される燐光発光性化合物であることが好ましい。後述する第2の有機層の形成に用いられる燐光発光性化合物も、式（1）で表される燐光発光性化合物であることが好ましい。但し、第1の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物と、第2の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物とは、式（1）で表される同一の燐光発光性化合物である。

[0059]

[化24]



[0060] 式(1)で表される燐光発光性化合物は、中心金属であるMと、添え字 n^1 でその数を規定されている配位子と、添え字 n^2 でその数を規定されている配位子とから構成されている。

[0061] Mは、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、イリジウム原子または白金原子であることが好ましく、イリジウム原子であることがより好ましい。

[0062] Mがルテニウム原子、ロジウム原子またはイリジウム原子の場合、 n^1 は2または3であることが好ましく、3であることがより好ましい。

[0063] Mがパラジウム原子または白金原子の場合、 n^1 は2であることが好ましい。

[0064] E^1 および E^2 は、炭素原子であることが好ましい。

[0065] 環 L^1 は、ピリジン環、ピリミジン環、イミダゾール環またはトリアゾール環であることが好ましく、これらの環は置換基を有していてもよい。

[0066] 環 L^2 は、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、フェナントレン環、ピリジン環、ジアザベンゼン環またはトリアジン環であることが好ましく、ベンゼン環、ピリジン環またはピリミジン環であることがより好ましく、これらの環は置換基を有していてもよい。

[0067] 環 L^1 および環 L^2 からなる群から選ばれる少なくとも1つの環は、式(2)で表される基を有する。環 L^2 は、式(2)で表される基を有することが好ましい。

[0068] 環 L^1 および環 L^2 が複数存在する場合、それらの少なくとも1つの環が式

(2) で表される基を有していればよいが、複数存在する環 L^1 の全て、複数存在する環 L^2 の全て、または、複数存在する環 L^1 および環 L^2 の全てが、式(2)で表される基を有することが好ましく、複数存在する環 L^2 の全てが、式(2)で表される基を有することがより好ましい。

[0069] 式(2)中、 R^2 は、アリール基または1価の複素環基であることが好ましく、アリール基であることがより好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

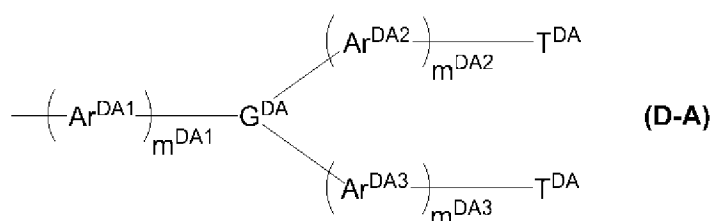
[0070] R^2 で表されるアリール基、1価の複素環基および置換アミノ基が有していてもよい置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基または置換アミノ基が好ましく、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基、アルコキシ基またはシクロアルコキシ基がより好ましく、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基が更に好ましく、アルキル基が特に好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0071] R^2 で表されるアリール基、1価の複素環基または置換アミノ基は、本発明の発光素子の輝度寿命がより優れるので、デンドロンであることが好ましい。

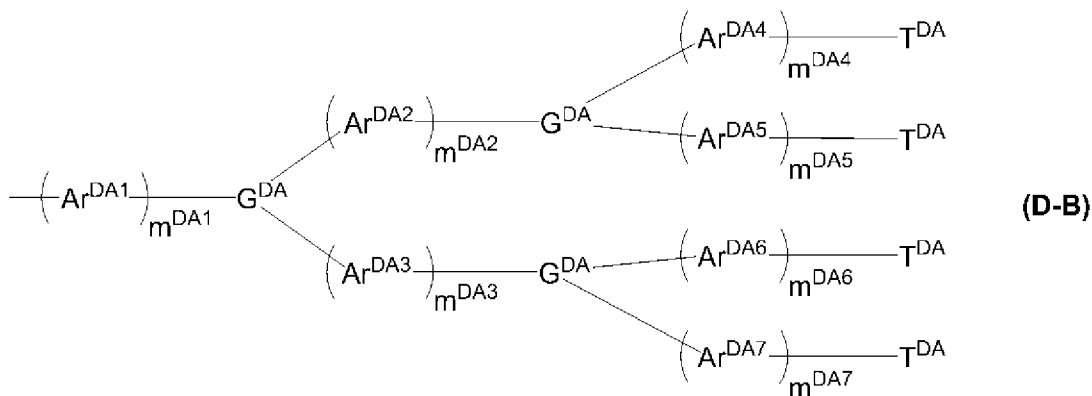
[0072] 「デンドロン」とは、原子または環を分岐点とする規則的な樹枝状分岐構造(即ち、デンドリマー構造)を有する基を意味する。デンドロンを有する化合物(以下、「デンドリマー」と言う。)としては、例えば、国際公開第02/067343号、特開2003-231692号公報、国際公開第2003/079736号、国際公開第2006/097717号等の文献に記載の構造が挙げられる。

[0073] デンドロンとしては、好ましくは、式(D-A)または(D-B)で表される基である。

[0074] [化25]



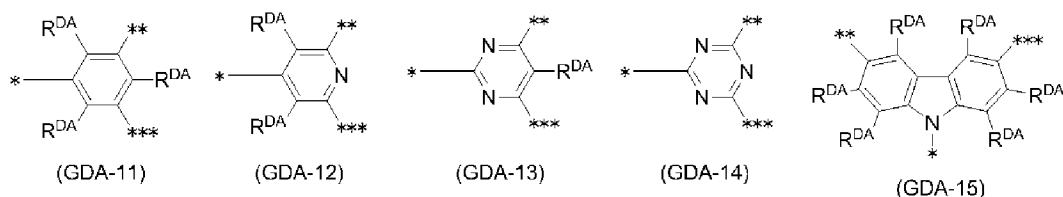
[0075] [化26]



[0076] m^{DA1} 、 m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} および m^{DA7} は、通常10以下の整数であり、好ましくは5以下の整数であり、より好ましくは0または1である。 m^{DA1} 、 m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} および m^{DA7} は、同一の整数であることが好ましい。

[0077] G^{DA} は、好ましくは式(GDA-11)～(GDA-15)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0078] [化27]



[式中、

*は、式(D-A)における $A r^{DA1}$ 、式(D-B)における $A r^{DA1}$ 、式(D-B)における $A r^{DA2}$ 、または、式(D-B)における $A r^{DA3}$ との結合を表す。

**は、式(D-A)における $A r^{DA2}$ 、式(D-B)における $A r^{DA2}$ 、式(D-B)における $A r^{DA4}$ 、または、式(D-B)における $A r^{DA6}$ との結合を表す。

***は、式(D-A)における $A r^{DA3}$ 、式(D-B)における $A r^{DA3}$ 、式(D-B)における $A r^{DA5}$ 、または、式(D-B)における $A r^{DA7}$ との結合を表す。

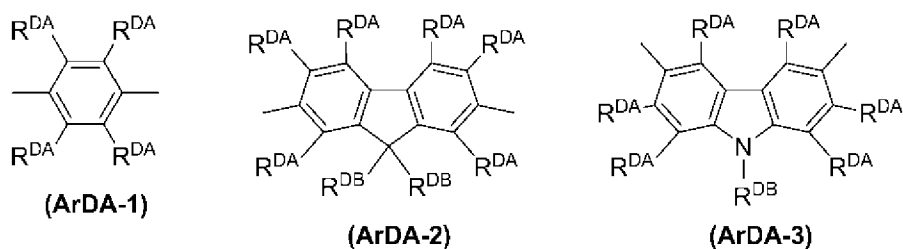
R^{DA} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は更に置換基を有していてもよい。 R^{DA} が複数ある場合、それらは同一でも異なって

いてもよい。]

[0079] R^{DA} は、好ましくは水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基またはシクロアルコキシ基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基またはシクロアルキル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0080] Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} および Ar^{DA7} は、好ましくは式(ArDA-1)～(ArDA-3)で表される基である。

[0081] [化28]



[式中、

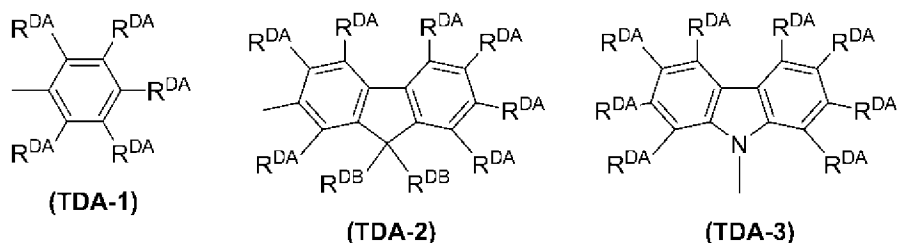
R^{DA} は前記と同じ意味を表す。

R^{DB} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R^{DB} が複数ある場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[0082] R^{DB} は、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基であり、より好ましくはアリール基または1価の複素環基であり、更に好ましくはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0083] T^{DA} は、好ましくは式(TDA-1)～(TDA-3)で表される基である。

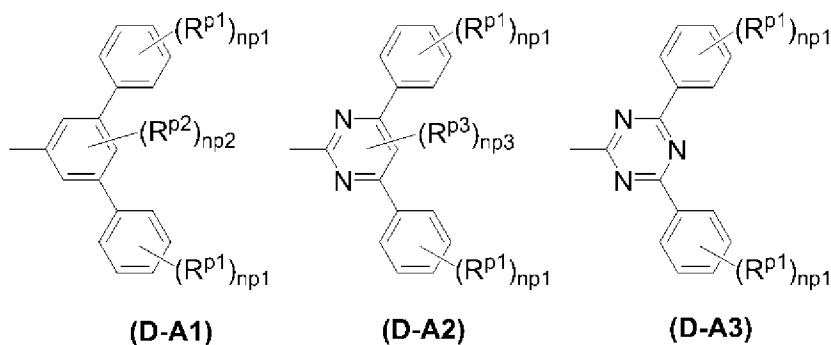
[0084] [化29]



[式中、 R^{DA} および R^{DB} は前記と同じ意味を表す。]

[0085] 式(D-A)で表される基は、好ましくは式(D-A1)～(D-A3)で表される基である。

[0086] [化30]



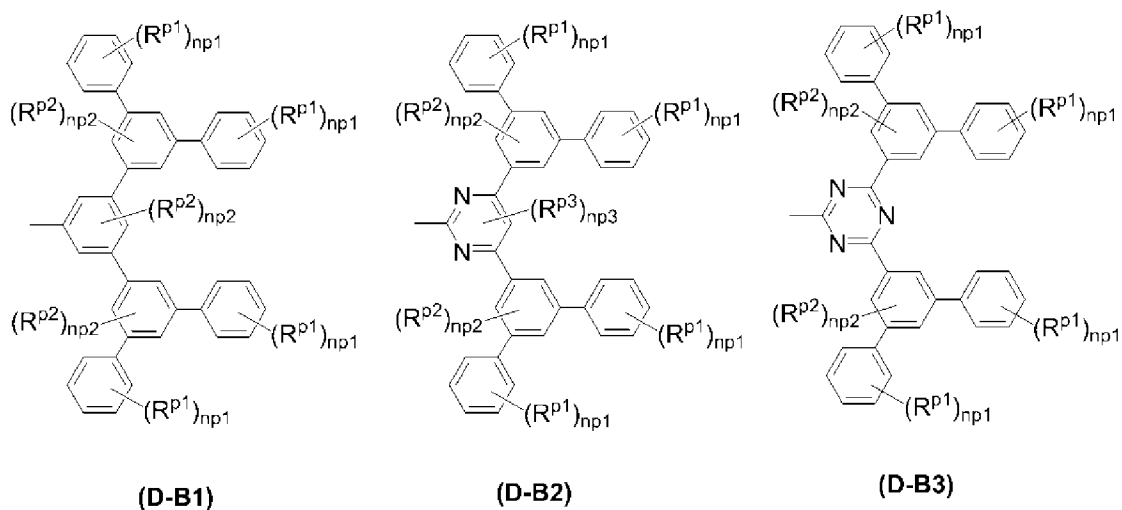
[式中、

R^{p1} 、 R^{p2} および R^{p3} は、それぞれ独立に、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基またはハロゲン原子を表す。 R^{p1} および R^{p2} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一であっても異なってもよい。

$np1$ は、0～5の整数を表し、 $np2$ は0～3の整数を表し、 $np3$ は0または1を表す。複数ある $np1$ は、同一でも異なってもよい。]

[0087] 式(D-B)で表される基は、好ましくは式(D-B1)～(D-B3)で表される基である。

[0088] [化31]



[式中、

R^{p1} 、 R^{p2} および R^{p3} は、それぞれ独立に、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基またはハロゲン原子を表す。 R^{p1} および R^{p2} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

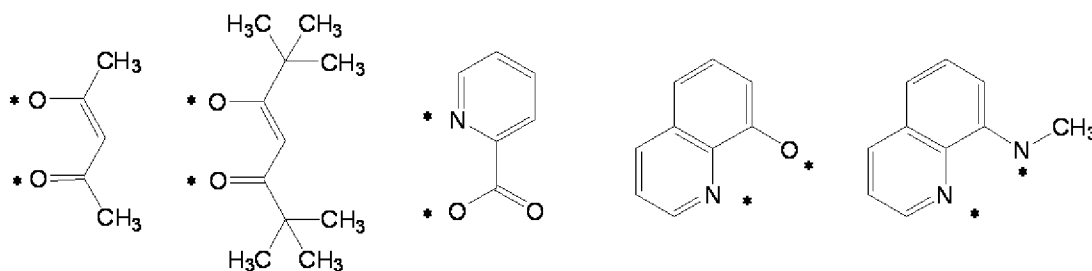
n_{p1} は0～5の整数を表し、 n_{p2} は0～3の整数を表し、 n_{p3} は0または1を表す。 n_{p1} および n_{p2} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。]

[0089] n_{p1} は、好ましくは0または1であり、より好ましくは1である。 n_{p2} は、好ましくは0または1であり、より好ましくは0である。 n_{p3} は好ましくは0である。

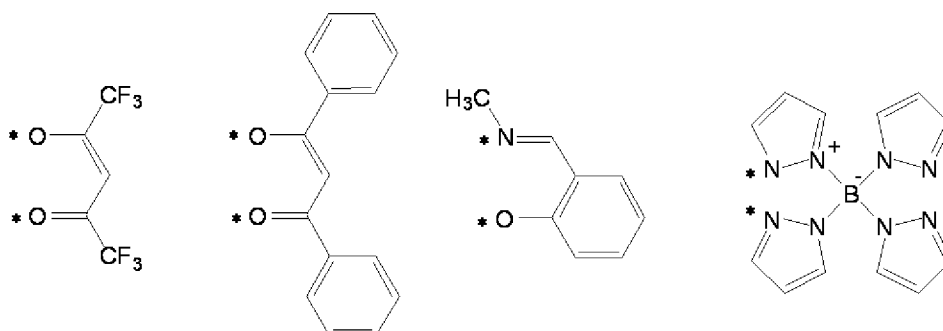
[0090] R^{p1} 、 R^{p2} および R^{p3} は、好ましくはアルキル基またはシクロアルキル基である。

[0091] $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子としては、例えば、下記で表される配位子が挙げられる。

[0092] [化32]



[0093] [化33]

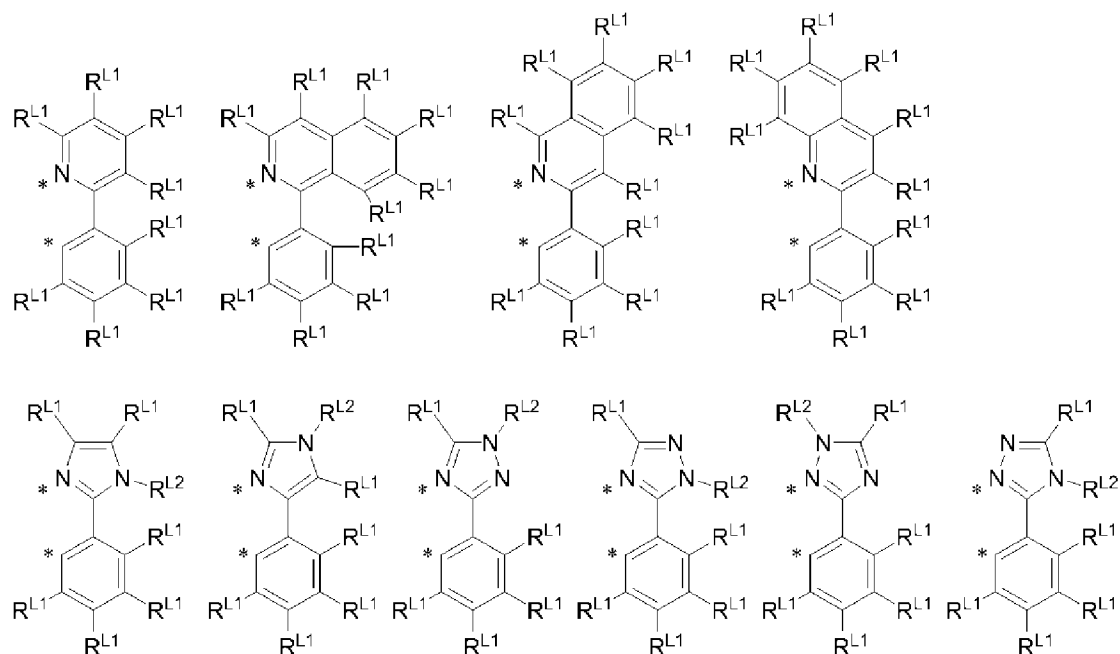


[式中、*は、Mと結合する部位を示す。]

[0094] $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子は、下記で表される配位子であってもよい。ただし、 $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位

子は、添え字 n^1 でその数を定義されている配位子とは異なる。

[0095] [化34]



[式中、

*は、Mと結合する部位を表す。

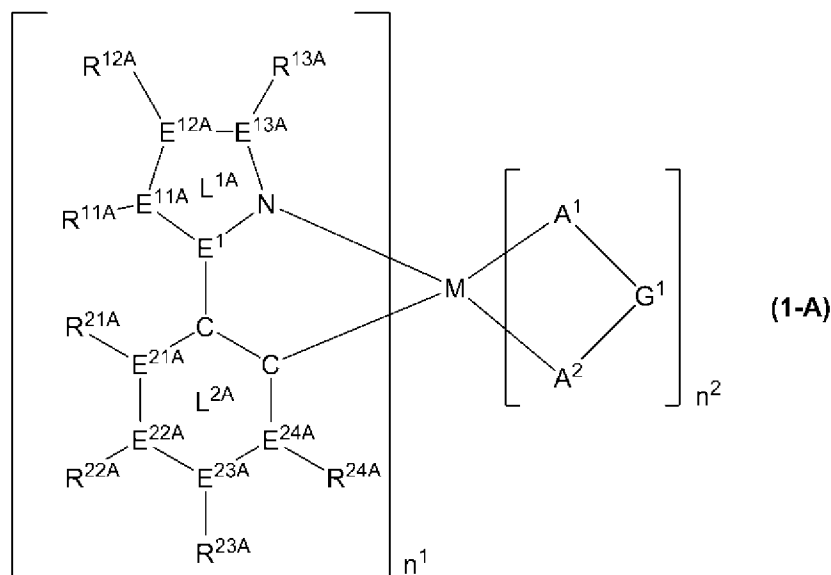
R^{L1}は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在するR^{L1}は、同一でも異なってもよい。

R^{L2}は、アルキル基、シクロアルキル基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[0096] 式(1)で表される燐光発光性化合物は、本発明の発光素子の発光効率が優れるため、式(1-A)で表される燐光発光性化合物または式(1-B)で表される燐光発光性化合物であることが好ましい。

[0097]

[化35]



[0098] 環 L^{1A} がイミダゾール環である場合、 E^{11A} が窒素原子であるイミダゾール環、または、 E^{12A} が窒素原子であるイミダゾール環が好ましく、 E^{11A} が窒素原子であるイミダゾール環がより好ましい。

[0099] 環 L^{1A} がトリアゾール環である場合、 E^{11A} および E^{12A} が窒素原子であるトリアゾール環、または、 E^{11A} および E^{13A} が窒素原子であるトリアゾール環が好ましく、 E^{11A} および E^{12A} が窒素原子であるトリアゾール環がより好ましい。

[0100] E^{11A} が窒素原子であり、かつ、 R^{11A} が存在する場合、 R^{11A} はアルキル基、シクロアルキル基または式(2)で表される基であることが好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

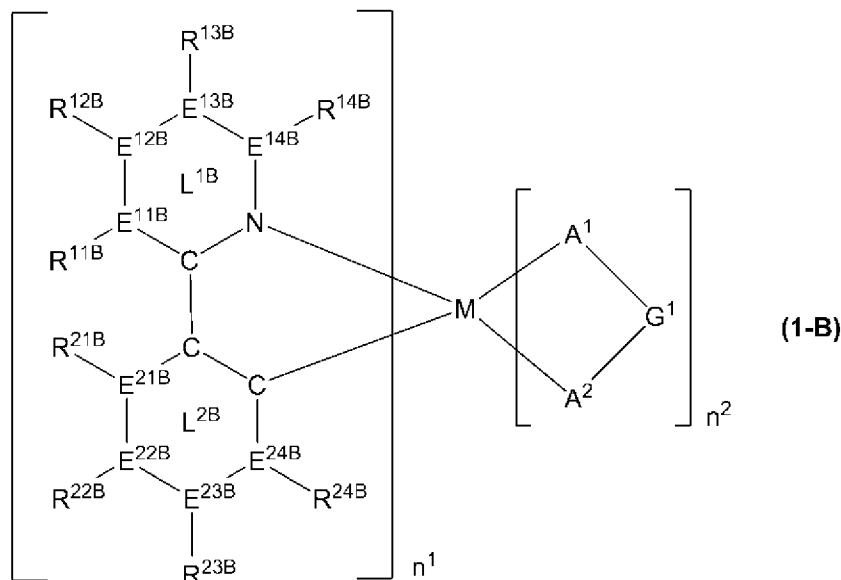
[0101] E^{11A} が炭素原子である場合、 R^{11A} は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基であることが好ましく、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であることがより好ましく、水素原子、アルキル基またはシクロアルキル基であることが更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0102] E^{12A} が窒素原子であり、かつ、 R^{12A} が存在する場合、 R^{12A} はアルキル基、シクロアルキル基または式(2)で表される基であることが好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

- [0103] E^{12A} が炭素原子である場合、 R^{12A} は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基であることが好ましく、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であることがより好ましく、水素原子、アルキル基またはシクロアルキル基であることが更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。
- [0104] E^{13A} が窒素原子であり、かつ、 R^{13A} が存在する場合、 R^{13A} はアルキル基、シクロアルキル基または式(2)で表される基であることが好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。
- [0105] E^{13A} が炭素原子である場合、 R^{13A} は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基であることが好ましく、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であることがより好ましく、水素原子、アルキル基またはシクロアルキル基であることが更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。
- [0106] 環 L^{1A} が式(2)で表される基を有する場合、 R^{11A} または R^{12A} が式(2)で表される基であることが好ましく、 R^{11A} が式(2)で表される基であることがより好ましい。式(2)で表される基は、デンドロンであることが好ましい。
- [0107] 環 L^{2A} がピリジン環である場合、 E^{21A} が窒素原子であるピリジン環、 E^{22A} が窒素原子であるピリジン環、または、 E^{23A} が窒素原子であるピリジン環が好ましく、 E^{22A} が窒素原子であるピリジン環がより好ましい。
- [0108] 環 L^{2A} がピリミジン環である場合、 E^{21A} および E^{23A} が窒素原子であるピリミジン環、または、 E^{22A} および E^{24A} が窒素原子であるピリミジン環が好ましく、 E^{22A} および E^{24A} が窒素原子であるピリミジン環がより好ましい。
- [0109] 環 L^{2A} は、ベンゼン環であることが好ましい。
- [0110] R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} および R^{24A} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基または式(2)で表される基であることが好ましく、水素原子または式(2)で表される基であることがより好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0111] 環 L^{2A} が式(2)で表される基を有する場合、 R^{22A} または R^{23A} が式(2)で表される基であることが好ましく、 R^{22A} が式(2)で表される基であることがより好ましい。式(2)で表される基は、デンドロンであることが好ましい。

[0112] [化36]



[0113] 環 L^{1B} がピリミジン環である場合、 E^{11B} が窒素原子であるピリミジン環、または、 E^{13B} が窒素原子であるピリミジン環が好ましく、 E^{11B} が窒素原子であるピリミジン環がより好ましい。

[0114] R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} および R^{14B} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基または式(2)で表される基であることが好ましく、水素原子または式(2)で表される基であることがより好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0115] 環 L^{1B} が式(2)で表される基を有する場合、 R^{11B} 、 R^{12B} または R^{13B} が式(2)で表される基であることが好ましく、 R^{11B} または R^{13B} が式(2)で表される基であることがより好ましく、 R^{11B} が式(2)で表される基であることが更に好ましい。式(2)で表される基は、デンドロンであることが好ましい。

[0116] 環 L^{2B} がピリジン環である場合、 E^{21B} が窒素原子であるピリジン環、 E^{22B}

2B が窒素原子であるピリジン環、または、 E^{23B} が窒素原子であるピリジン環が好ましく、 E^{22B} が窒素原子であるピリジン環がより好ましい。

[0117] 環 L^{2B} がピリミジン環である場合、 E^{21B} および E^{23B} が窒素原子であるピリミジン環、または、 E^{22B} および E^{24B} が窒素原子であるピリミジン環が好ましく、 E^{22B} および E^{24B} が窒素原子であるピリミジン環がより好ましい。

[0118] 環 L^{2B} は、ベンゼン環であることが好ましい。

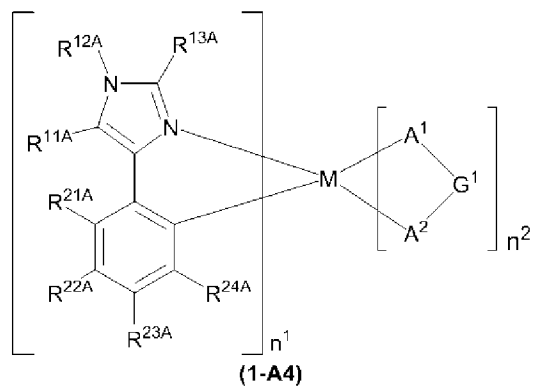
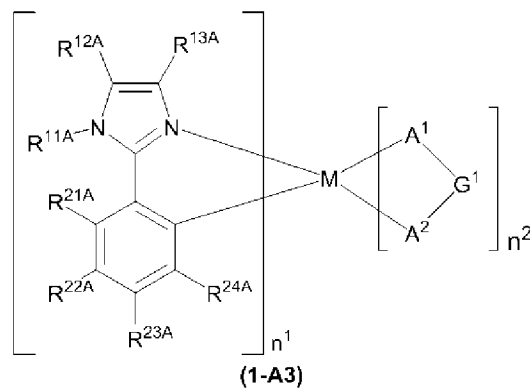
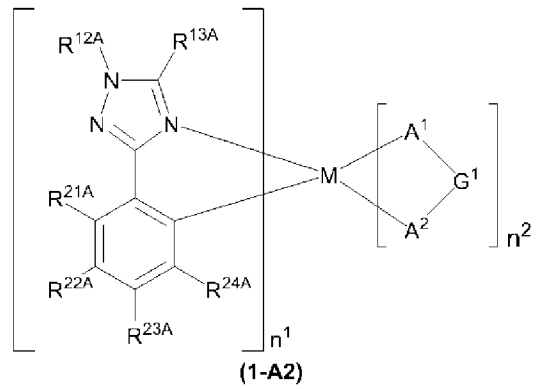
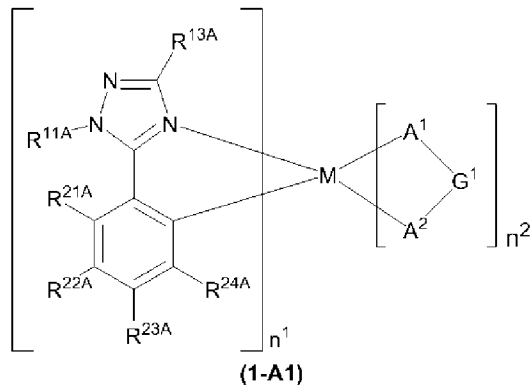
[0119] R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基または式(2)で表される基であることが好ましく、水素原子または式(2)で表される基であることがより好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0120] 環 L^{2B} が式(2)で表される基を有する場合、 R^{22B} または R^{23B} が式(2)で表される基であることが好ましく、 R^{22B} が式(2)で表される基であることがより好ましい。式(2)で表される基は、デンドロンであることが好ましい。

[0121] 式(1-A)で表される燐光発光性化合物は、式(1-A1)で表される燐光発光性化合物、式(1-A2)で表される燐光発光性化合物、式(1-A3)で表される燐光発光性化合物または式(1-A4)で表される燐光発光性化合物であることが好ましく、式(1-A1)で表される燐光発光性化合物または式(1-A3)で表される燐光発光性化合物であることがより好ましく、式(1-A3)で表される燐光発光性化合物であることが更に好ましい。

[0122]

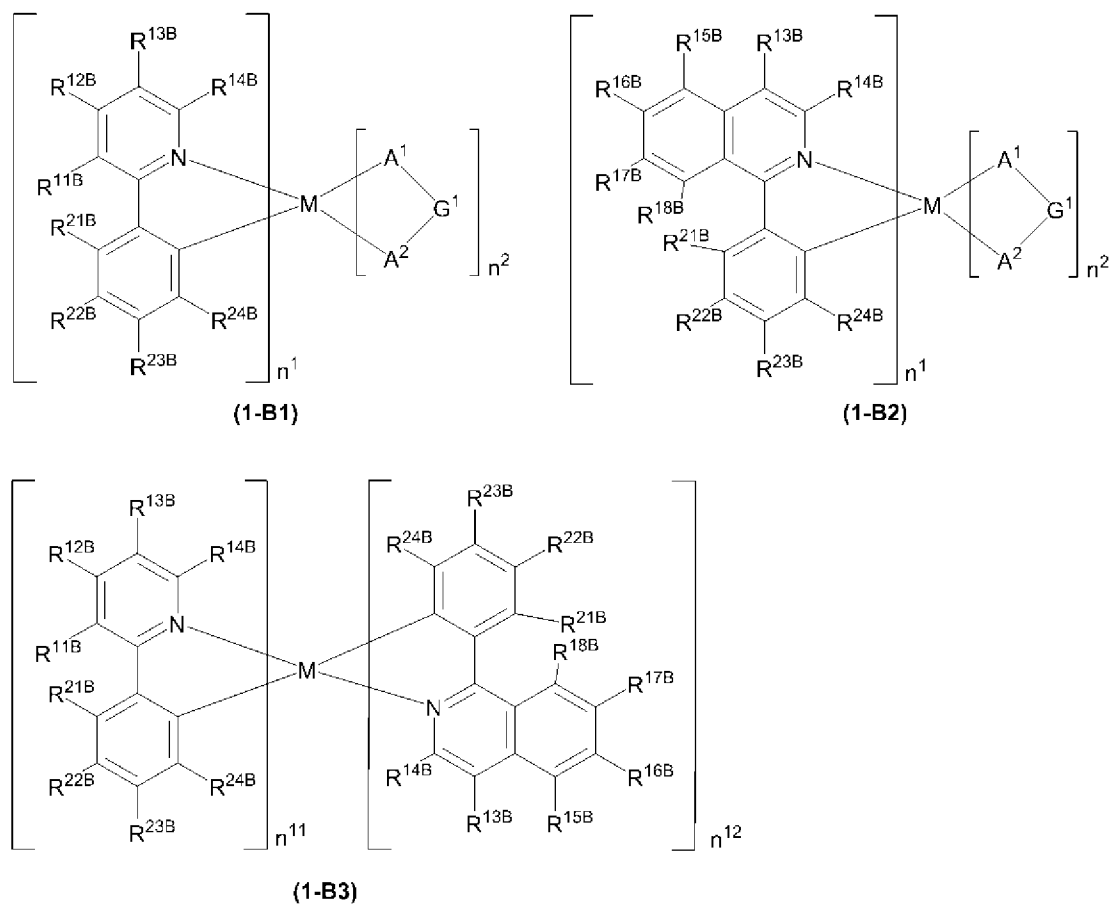
[化37]



[0123] 式（１－Ｂ）で表される燐光発光性化合物は、式（１－Ｂ１）で表される燐光発光性化合物、式（１－Ｂ２）で表される燐光発光性化合物または式（１－Ｂ３）で表される燐光発光性化合物であることが好ましく、式（１－Ｂ１）で表される燐光発光性化合物または式（１－Ｂ２）で表される燐光発光性化合物であることがより好ましい。

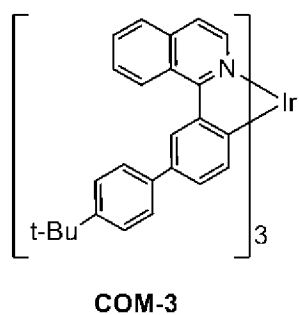
[0124]

[化38]



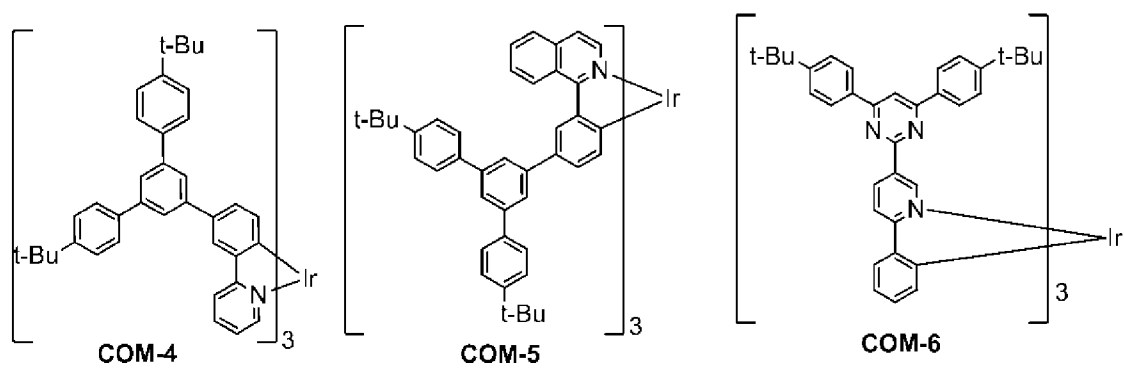
[0125] 式(1)で表される燐光発光性化合物としては、例えば、下記で表される燐光発光性化合物が挙げられる。

[0126] [化39]

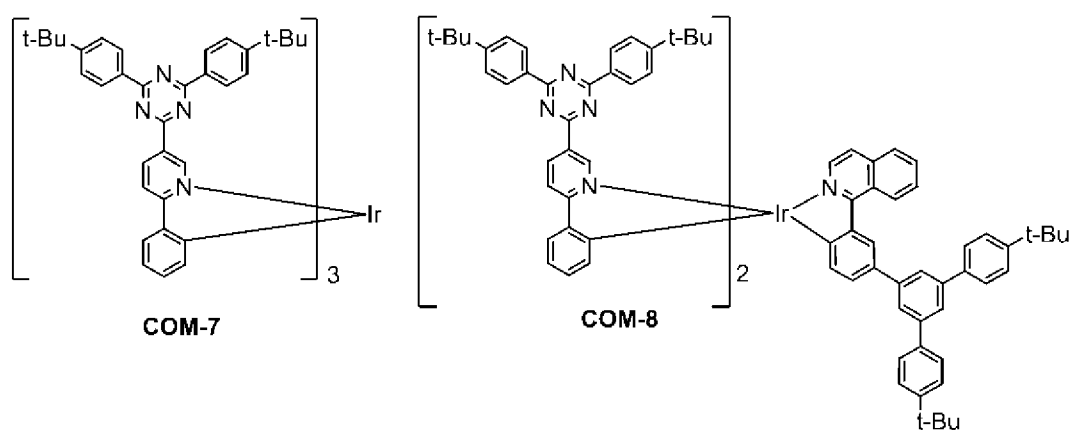


[0127]

[化40]

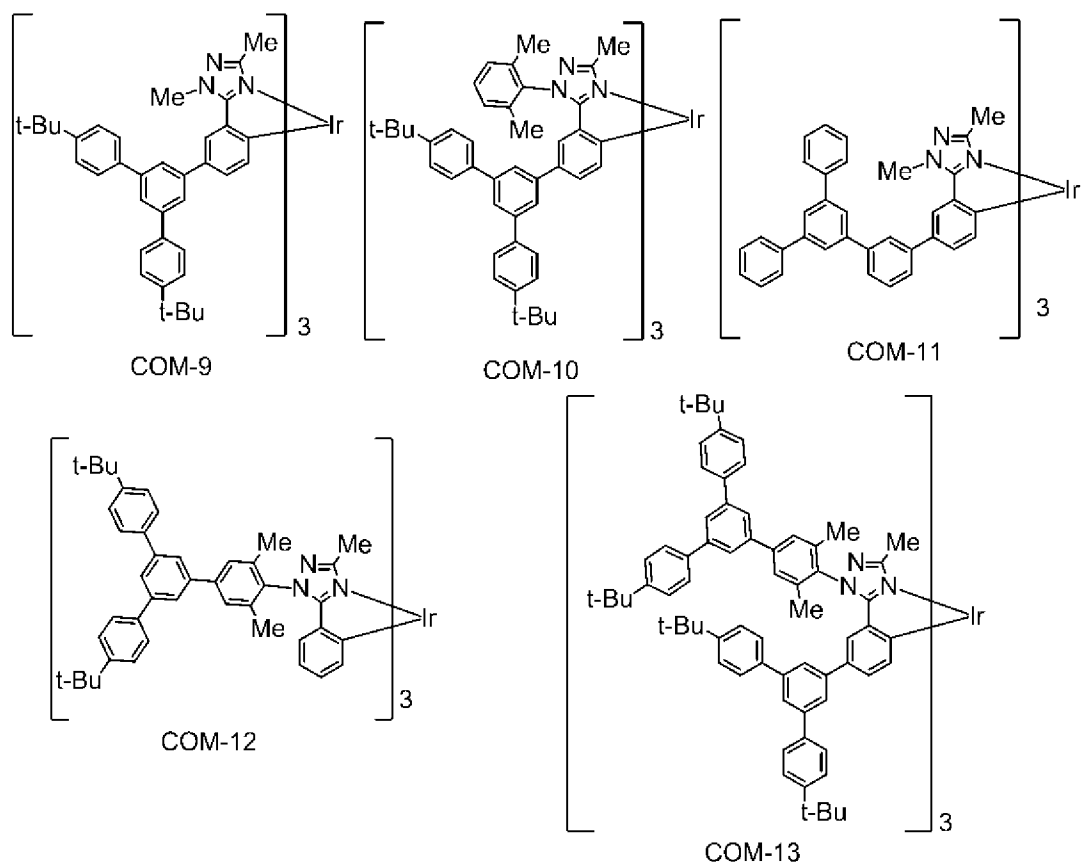


[0128] [化41]



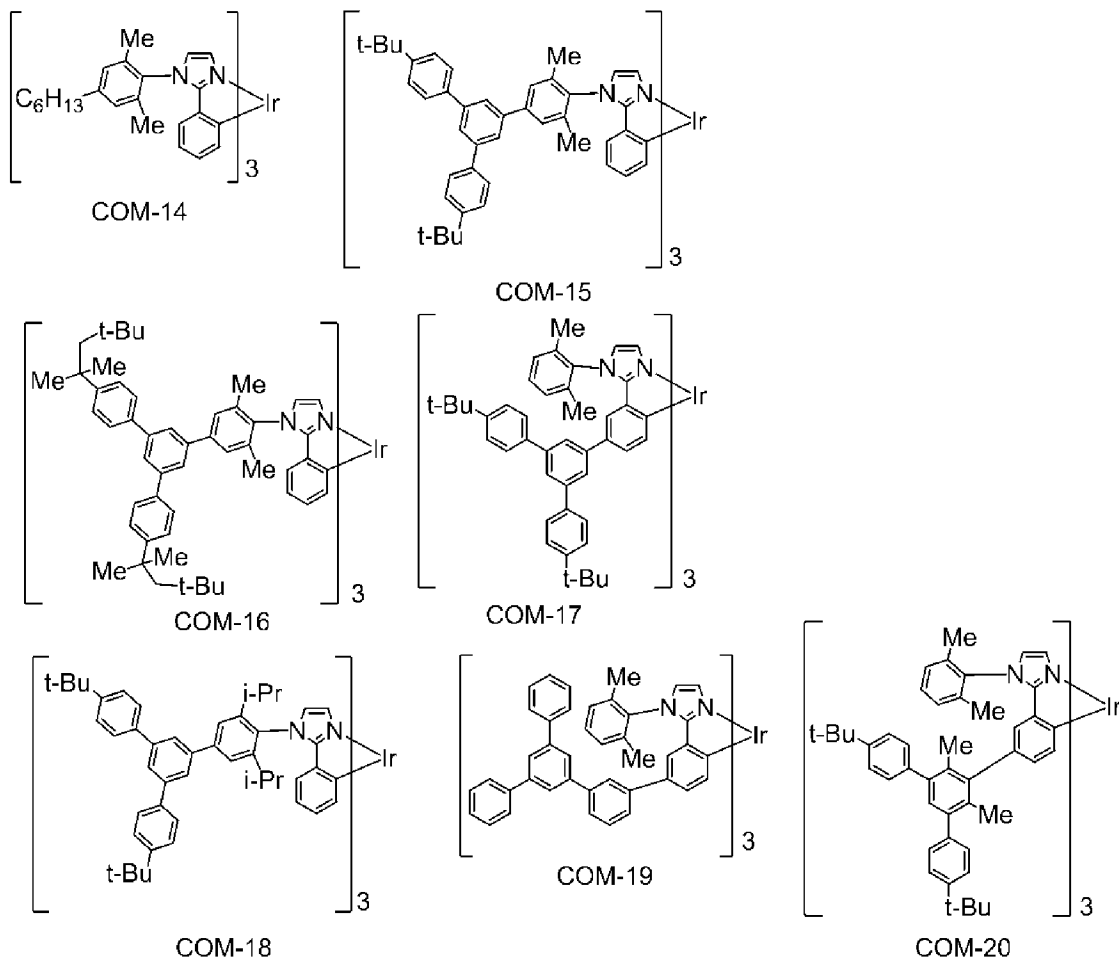
[0129]

[化42]



[0130]

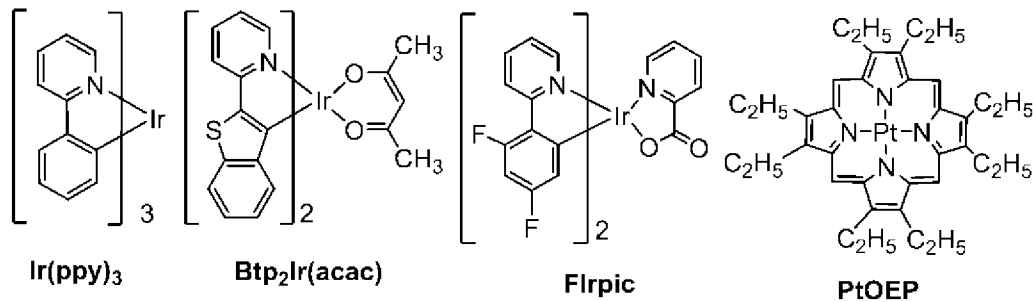
[化43]



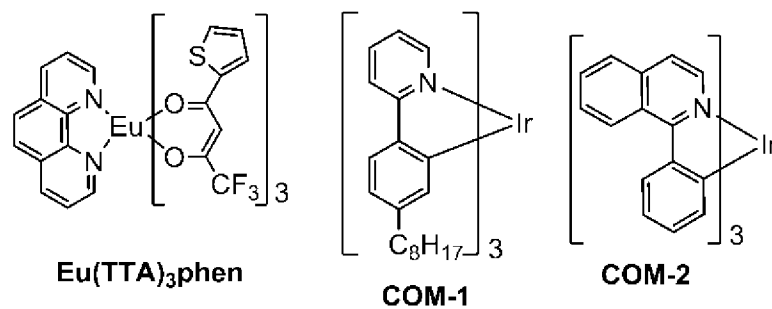
[0131] 上述のとおり、第1の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物は、式(1)で表される燐光発光性化合物(第2の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物と同一の燐光発光性化合物)であるが、第1の有機層は、式(1)で表される燐光発光性化合物と、他の燐光発光性化合物とを併用して形成される層であってもよく、式(1)で表される燐光発光性化合物と、他の燐光発光性化合物とを含有する層であってもよい。他の燐光発光性化合物としては、例えば、下記式で表される燐光発光性化合物が挙げられる。

[0132]

[化44]



[0133] [化45]



[0134] 第1の有機層の形成に用いられる燐光発光性化合物は、例えば、特表2004-530254号公報、特開2008-179617号公報、特開2011-105701号公報、特表2007-504272号公報、特開2013-147449号公報、特開2013-147450号公報に記載されている方法に従って合成することができる。

[0135] [ホスト材料]

本発明の発光素子の発光効率が優れるため、第1の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物と、正孔注入性、正孔輸送性、電子注入性および電子輸送性からなる群から選ばれる少なくとも1つの機能を有するホスト材料とを含有する組成物を用いて形成される層であることが好ましく、1種以上の燐光発光性化合物と、正孔注入性、正孔輸送性、電子注入性および電子輸送性からなる群から選ばれる少なくとも1つの機能を有するホスト材料とを含有する層であることがより好ましい。該組成物において、ホスト材料は、1種単独で含有されていても、2種以上含有されていてもよい。

[0136] 燐光発光性化合物とホスト材料とを含有する組成物において、燐光発光性

化合物の含有量は、燐光発光性化合物とホスト材料との合計を100重量部とした場合、通常、0.1～50重量部であり、好ましくは1～45重量部であり、より好ましくは5～40重量部である。

[0137] ホスト材料の有する最低励起三重項状態 (T_1) は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、第1の有機層の形成に用いられる燐光発光性化合物の有する T_1 と同等のエネルギー準位、または、より高いエネルギー準位であることが好ましい。

[0138] ホスト材料としては、本発明の発光素子を溶液塗布プロセスで作製できるので、第1の有機層の形成に用いられる燐光発光性化合物を溶解することが可能な溶媒に対して溶解性を示すものであることが好ましい。

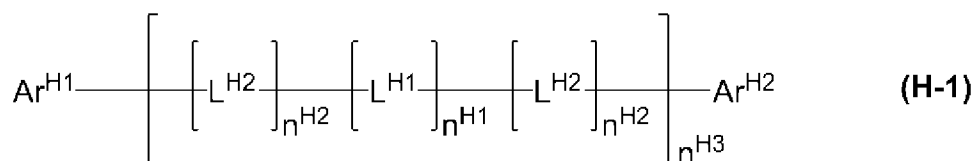
[0139] ホスト材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。

[0140] [低分子ホスト]

ホスト材料として好ましい低分子化合物（以下、「低分子ホスト」と言う。）に関して説明する。

[0141] 低分子ホストは、好ましくは、式（H-1）で表される化合物である。

[0142] [化46]



[0143] $\text{Ar}^{\text{H}1}$ および $\text{Ar}^{\text{H}2}$ は、フェニル基、フルオレニル基、スピロビフルオレニル基、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、フリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ピロリル基、インドリル基、アザインドリル基、カルバゾリル基、アザカルバゾリル基、ジアザカルバゾリル基、フェノキサジニル基またはフェノチアジニル基であることが好ましく、フェニル基、スピロビフルオレニル基、ピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、カルバゾリル基またはアザカルバゾリル基であることがより好ましく、フェニル基、ピリジ

ル基、カルバゾリル基またはアザカルバゾリル基であることが更に好ましく、上記式 (TDA-1) または (TDA-3) で表される基であることが特に好ましく、上記式 (TDA-3) で表される基であることがとりわけ好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0144] $A_{r^{H1}}$ および $A_{r^{H2}}$ が有していてもよい置換基としては、ハロゲン原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーール基または1価の複素環基が好ましく、アルキル基、シクロアルコキシ基、アルコキシ基またはシクロアルコキシ基がより好ましく、アルキル基またはシクロアルコキシ基が更に好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0145] n^{H1} は、好ましくは1である。 n^{H2} は、好ましくは0である。

[0146] n^{H3} は、通常、0以上10以下の整数であり、好ましくは0以上5以下の整数であり、更に好ましくは1以上3以下の整数であり、特に好ましくは1である。

[0147] n^{H11} は、好ましくは1以上5以下の整数であり、より好ましくは1以上3以下の整数であり、更に好ましくは1である。

[0148] R^{H11} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリーール基または1価の複素環基であることが好ましく、水素原子、アルキル基またはシクロアルキル基であることがより好ましく、水素原子またはアルキル基であることが更に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0149] L^{H1} は、アリーレン基または2価の複素環基であることが好ましい。

[0150] L^{H1} は、式 (A-1) ~ (A-3)、式 (A-8) ~ (A-10)、式 (AA-1) ~ (AA-6)、式 (AA-10) ~ (AA-21) または式 (AA-24) ~ (AA-34) で表される基であることが好ましく、式 (A-1)、式 (A-2)、式 (A-8)、式 (A-9)、式 (AA-1) ~ (AA-4)、式 (AA-10) ~ (AA-15) または式 (AA-29) ~ (AA-34) で表される基であることがより好ましく、式 (A-1)、式 (A-2)、式 (A-8)、式 (A-9)、式 (AA-2)、式 (AA-4

）、式（AA-10）～（AA-15）で表される基であることが更に好ましく、式（A-1）、式（A-2）、式（A-8）、式（AA-2）、式（AA-4）、式（AA-10）、式（AA-12）または式（AA-14）で表される基であることが特に好ましく、式（A-1）、式（A-2）、式（AA-2）、式（AA-4）または式（AA-14）で表される基であることがとりわけ好ましい。

[0151] L^{H1} が有していてもよい置換基としては、ハロゲン原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基が好ましく、アルキル基、アルコキシ基、アリール基または1価の複素環基がより好ましく、アルキル基、アリール基または1価の複素環基が更に好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0152] L^{H21} は、単結合またはアリーレン基であることが好ましく、単結合であることがより好ましく、このアリーレン基は置換基を有していてもよい。

[0153] L^{H21} で表されるアリーレン基または2価の複素環基の定義および例は、 L^{H1} で表されるアリーレン基または2価の複素環基の定義および例と同様である。

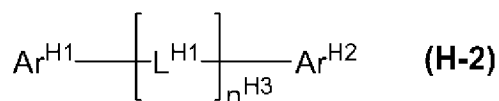
[0154] R^{H21} は、アリール基または1価の複素環基であることが好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0155] R^{H21} で表されるアリール基および1価の複素環基の定義および例は、 Ar^{H1} および Ar^{H2} で表されるアリール基および1価の複素環基の定義および例と同様である。

[0156] R^{H21} が有していてもよい置換基の定義および例は、 Ar^{H1} および Ar^{H2} が有していてもよい置換基の定義および例と同様である。

[0157] 式（H-1）で表される化合物は、式（H-2）で表される化合物であることが好ましい。

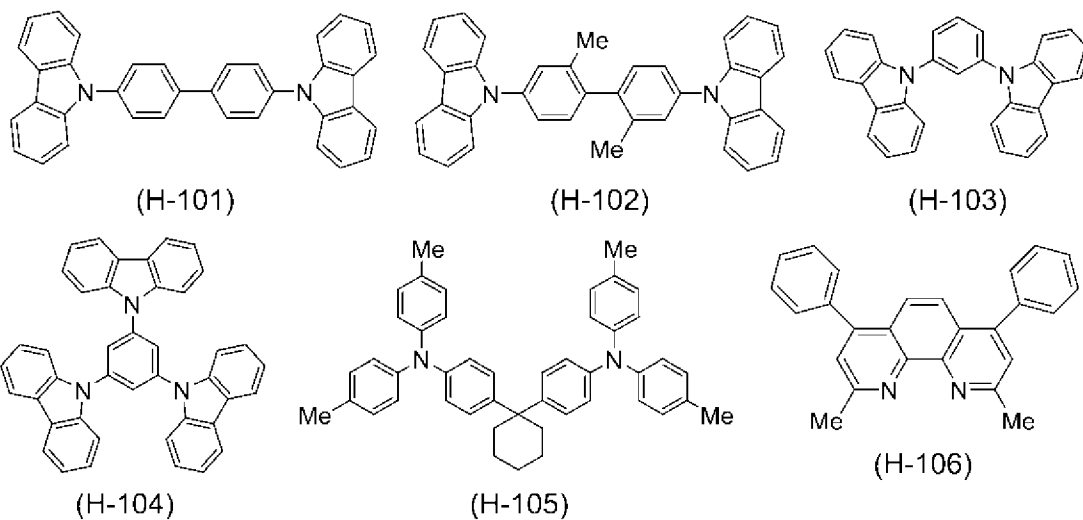
[0158] [化47]



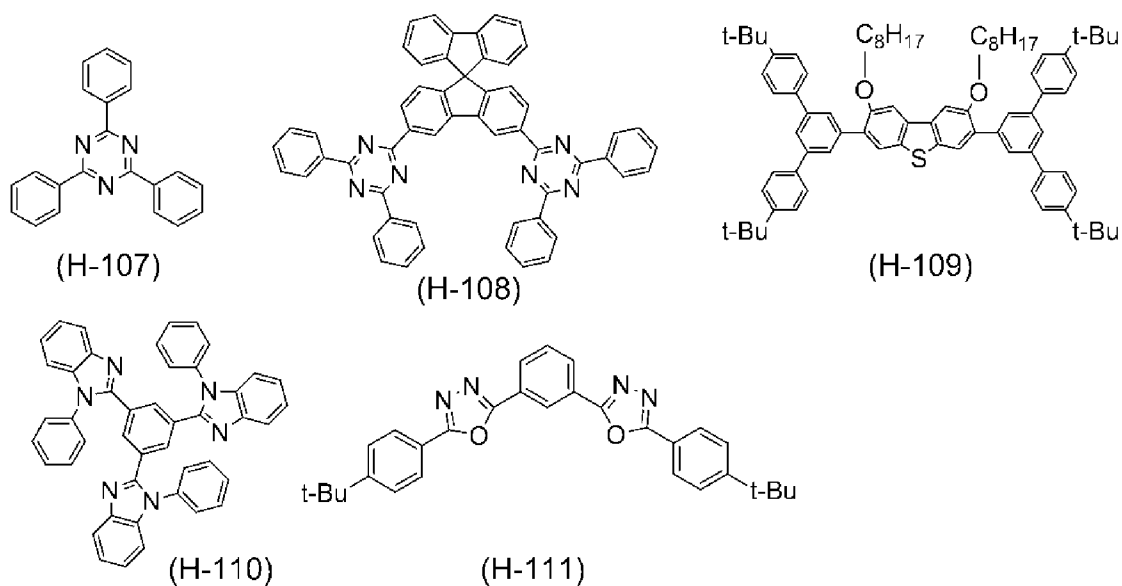
[式中、 Ar^{H1} 、 Ar^{H2} 、 n^{H3} および L^{H1} は、前記と同じ意味を表す。]

[0159] 式(H-1)で表される化合物としては、下記式(H-101)～(H-118)で表される化合物が例示される。

[0160] [化48]

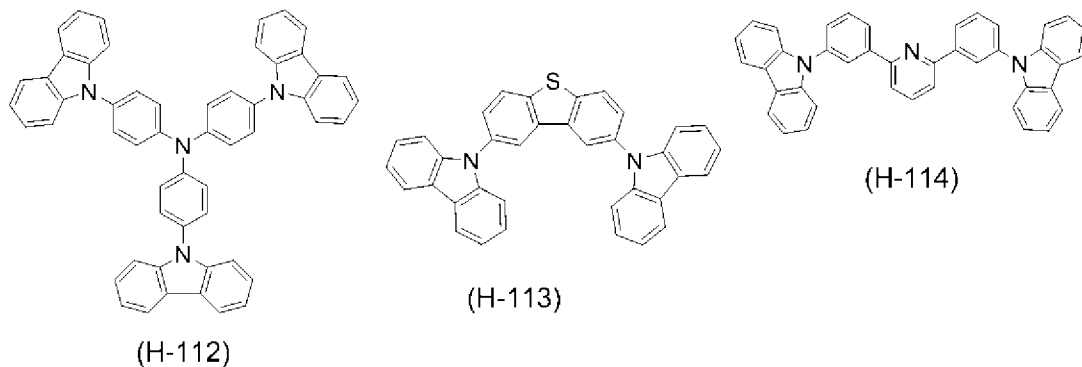


[0161] [化49]



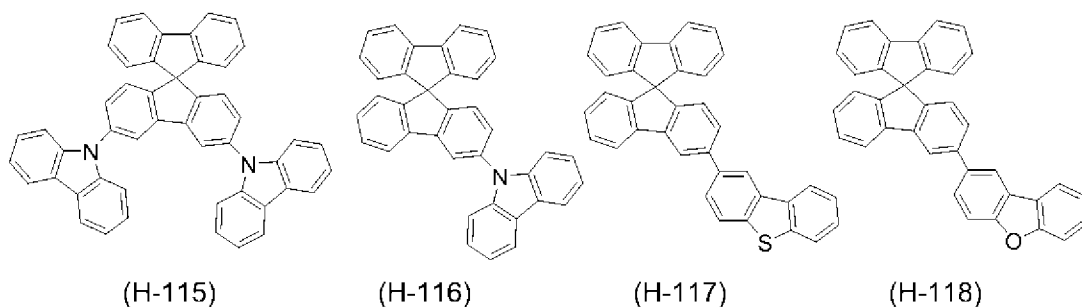
[0162]

[化50]



[0163] [化51]

(H-112)



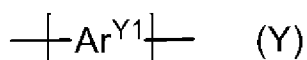
[0164] ホスト材料に用いられる高分子化合物としては、例えば、後述の正孔輸送材料である高分子化合物、後述の電子輸送材料である高分子化合物が挙げられる。

[0165] [高分子ホスト]

ホスト化合物として好ましい高分子化合物（以下、「高分子ホスト」と言う。）に関して説明する。

[0166] 高分子ホストは、好ましくは、式(Y)で表される構成単位を含む高分子化合物である。

[0167] [化52]



[0168] Ar^{Y1} で表されるアリーレン基は、より好ましくは、式(A-1)、式(A-2)、式(A-6)–(A-10)、式(A-19)または式(A-20)で表される基であり、更に好ましくは、式(A-1)、式(A-2)、式(A-7)、式(A-9)または式(A-19)で表される基であ

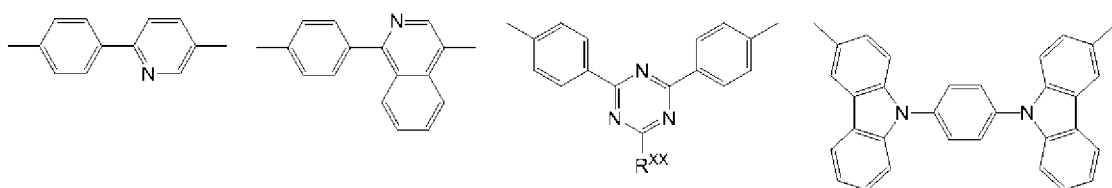
り、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0169] $A_{r^{YI}}$ で表される2価の複素環基は、より好ましくは、式(AA-1)-(AA-4)、式(AA-10)-(AA-15)、式(AA-18)-(AA-21)、式(AA-33)または式(AA-34)で表される基であり、更に好ましくは、式(AA-4)、式(AA-10)、式(AA-12)、式(AA-14)または式(AA-33)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0170] $A_{r^{YI}}$ で表される少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基における、アリーレン基および2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲は、それぞれ、前述の $A_{r^{YI}}$ で表されるアリーレン基および2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲と同様である。

[0171] 「少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基」としては、例えば、下記式で表される基が挙げられ、これらは置換基を有していてもよい。

[0172] [化53]



[式中、 R^{XX} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

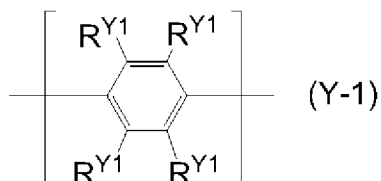
[0173] R^{XX} は、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0174] $A_{r^{YI}}$ で表される基が有してもよい置換基は、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0175] 式(Y)で表される構成単位としては、例えば、式(Y-1)-(Y-10)で表される構成単位が挙げられ、本発明の発光素子の輝度寿命の観点からは、好ましくは式(Y-1)-(Y-3)で表される構成単位であり、本発明の発光素子の電子輸送性

の観点からは、好ましくは式(Y-4)-(Y-7)で表される構成単位であり、本発明の発光素子の正孔輸送性の観点からは、好ましくは式(Y-8)-(Y-10)で表される構成単位である。

[0176] [化54]

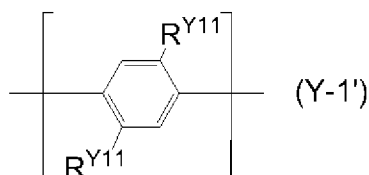


[式中、 R^{Y1} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{Y1} は、同一でも異なってもよく、隣接する R^{Y1} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

[0177] R^{Y1} は、好ましくは、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0178] 式(Y-1)で表される構成単位は、好ましくは、式(Y-1')で表される構成単位である。

[0179] [化55]

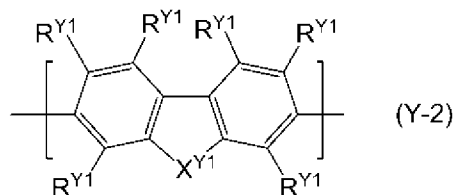


[式中、 R^{Y11} は、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{Y11} は、同一でも異なってもよい。]

[0180] R^{Y11} は、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であり、より好ましくは、アルキル基またはシクロアルキル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0181]

[化56]



[式中、 R^{Y1} は前記と同じ意味を表す。 X^{Y1} は、 $-C(R^{Y2})_2-$ 、 $-C(R^{Y2})=C(R^{Y2})-$ または $-C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基を表す。 R^{Y2} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{Y2} は、同一でも異なってもよく、 R^{Y2} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

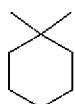
[0182] R^{Y2} は、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0183] X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})_2-$ で表される基中の2個の R^{Y2} の組み合わせは、好ましくは両方がアルキル基もしくはシクロアルキル基、両方がアリール基、両方が1価の複素環基、または、一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基若しくは1価の複素環基であり、より好ましくは一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。2個存在する R^{Y2} は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよく、 R^{Y2} が環を形成する場合、 $-C(R^{Y2})_2-$ で表される基としては、好ましくは式(Y-A1)-(Y-A5)で表される基であり、より好ましくは式(Y-A4)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

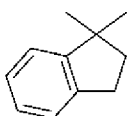
[0184] [化57]



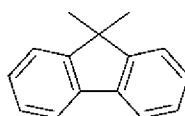
(Y-A1)



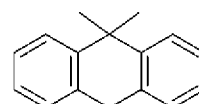
(Y-A2)



(Y-A3)



(Y-A4)

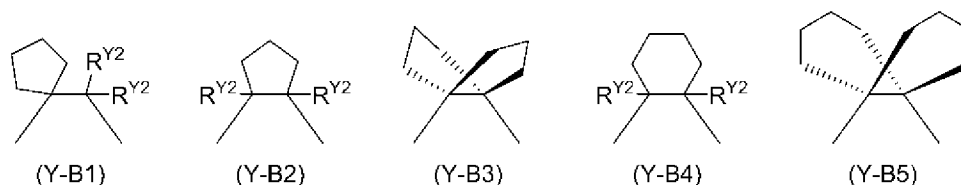


(Y-A5)

[0185] X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})=C(R^{Y2})-$ で表される基中の2個の R^{Y2} の組み合わせは、好ましくは両方がアルキル基もしくはシクロアルキル基、または、一方がアルキル基もしくはシクロアルキル基で他方がアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0186] X^{Y1} において、 $-C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基中の4個の R^{Y2} は、好ましくは置換基を有していてもよいアルキル基またはシクロアルキル基である。複数ある R^{Y2} は互いに結合して、それぞれが結合する原子と共に環を形成していてもよく、 R^{Y2} が環を形成する場合、 $-C(R^{Y2})_2-C(R^{Y2})_2-$ で表される基は、好ましくは式(Y-B1)-(Y-B5)で表される基であり、より好ましくは式(Y-B3)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

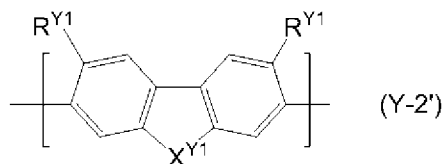
[0187] [化58]



[式中、 R^{Y2} は前記と同じ意味を表す。]

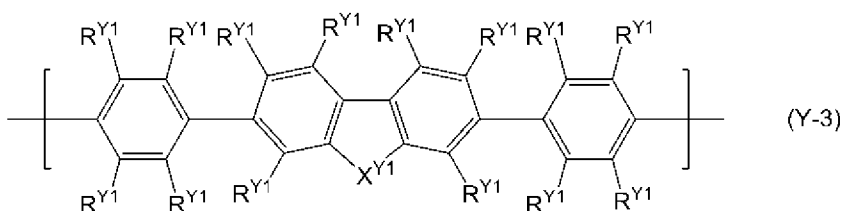
[0188] 式(Y-2)で表される構成単位は、式(Y-2')で表される構成単位であることが好ましい。

[0189] [化59]



[式中、 R^{Y1} および X^{Y1} は前記と同じ意味を表す。]

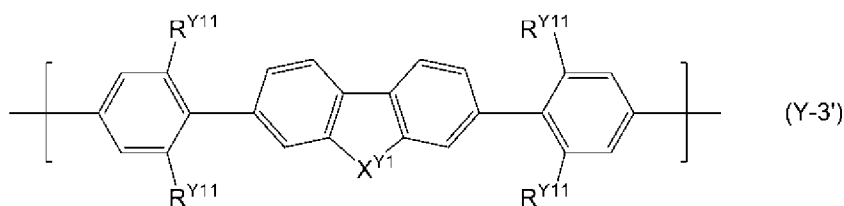
[0190] [化60]



[式中、 R^{Y1} および X^{Y1} は前記と同じ意味を表す。]

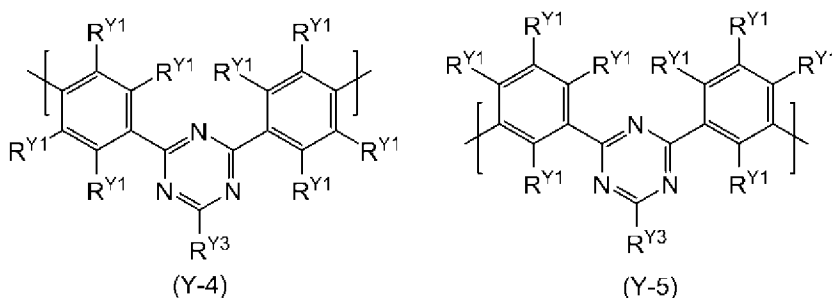
[0191] 式(Y-3)で表される構成単位は、式(Y-3')で表される構成単位であることが好ましい。

[0192] [化61]

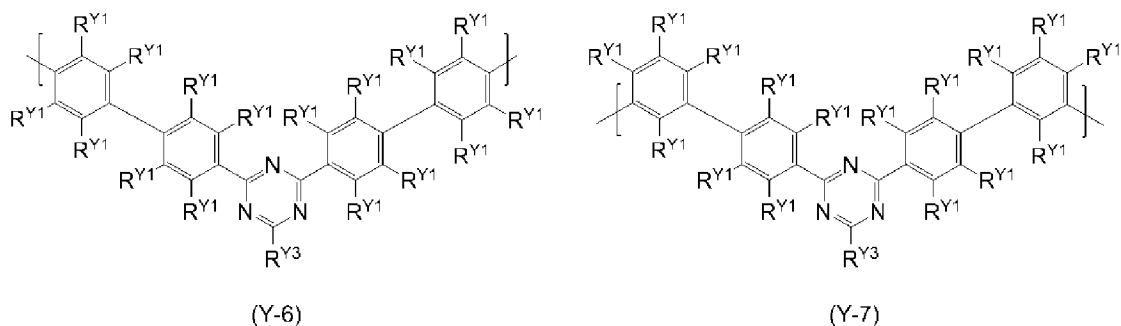


[式中、 R^{Y11} および X^{Y1} は前記と同じ意味を表す。]

[0193] [化62]



[0194] [化63]



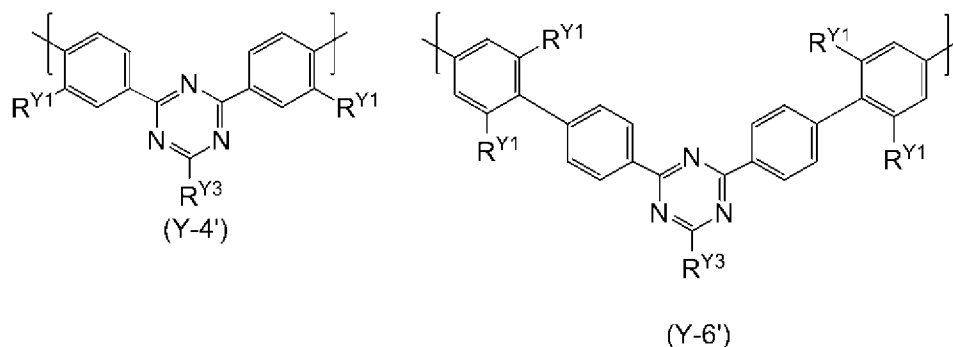
[式中、 R^{Y1} は前記と同じ意味を表す。 R^{Y3} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[0195] R^{Y3} は、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基であり、より好ましくはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0196] 式(Y-4)で表される構成単位は、式(Y-4')で表される構成単位であることが好ましく、式(Y-6)で表される構成単位は、式(Y-6')で表される構成単位であ

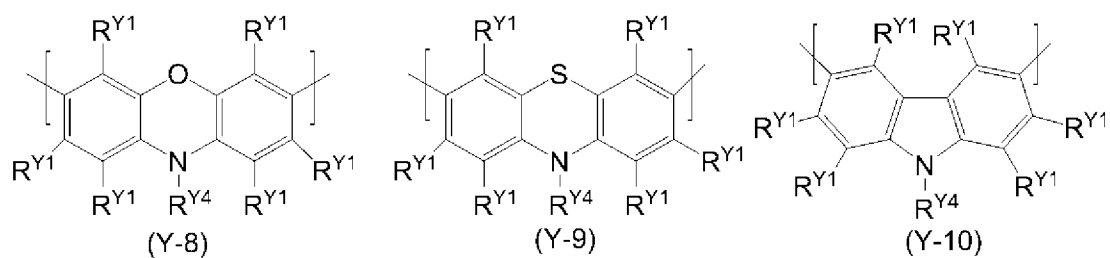
ることが好ましい。

[0197] [化64]



[式中、R^{Y1}およびR^{Y3}は前記と同じ意味を表す。]

[0198] [化65]



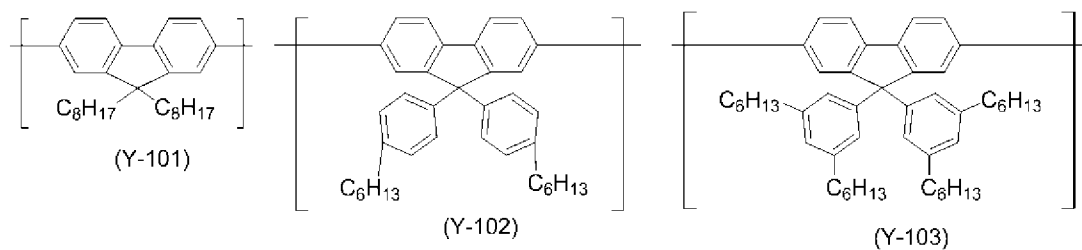
[式中、R^{Y1}は前記を同じ意味を表す。R^{Y4}は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[0199] R^{Y4}は、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基であり、より好ましくはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

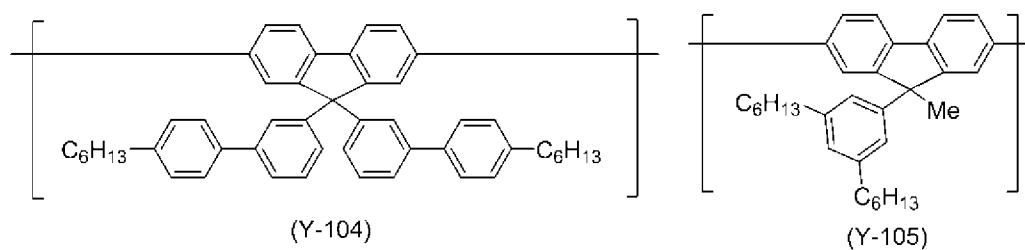
[0200] 式(Y)で表される構成単位としては、例えば、式(Y-101)-(Y-121)で表されるアリーレン基からなる構成単位、式(Y-201)-(Y-206)で表される2価の複素環基からなる構成単位、式(Y-301)-(Y-304)で表される少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基からなる構成単位が挙げられる。

[0201]

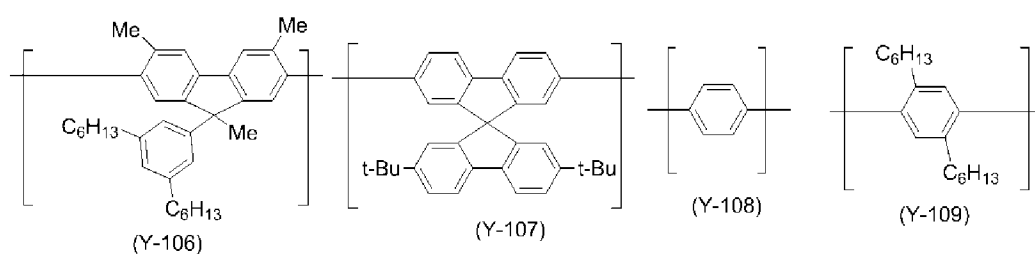
[化66]



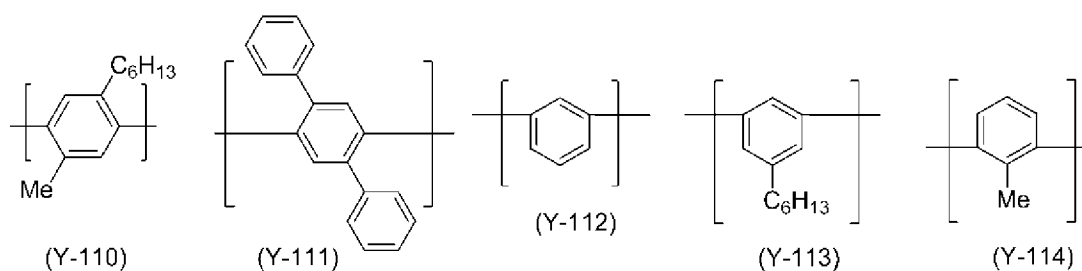
[0202] [化67]



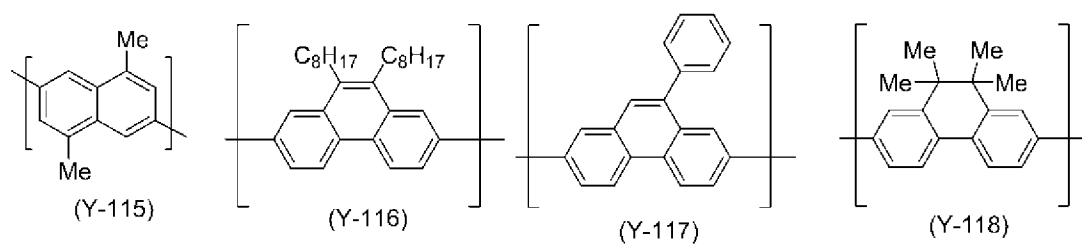
[0203] [化68]



[0204] [化69]

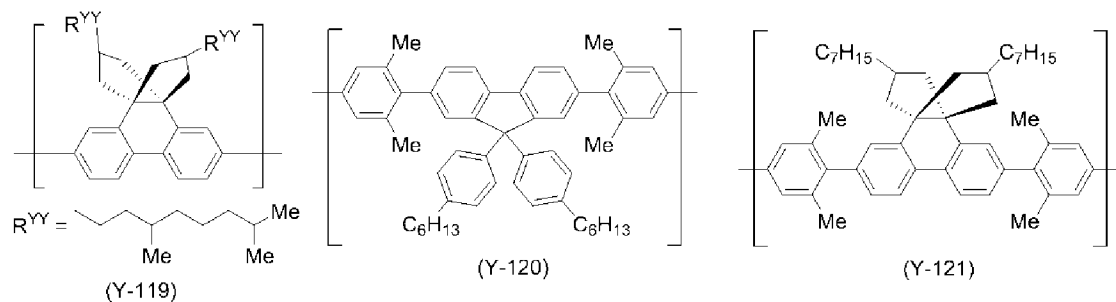


[0205] [化70]

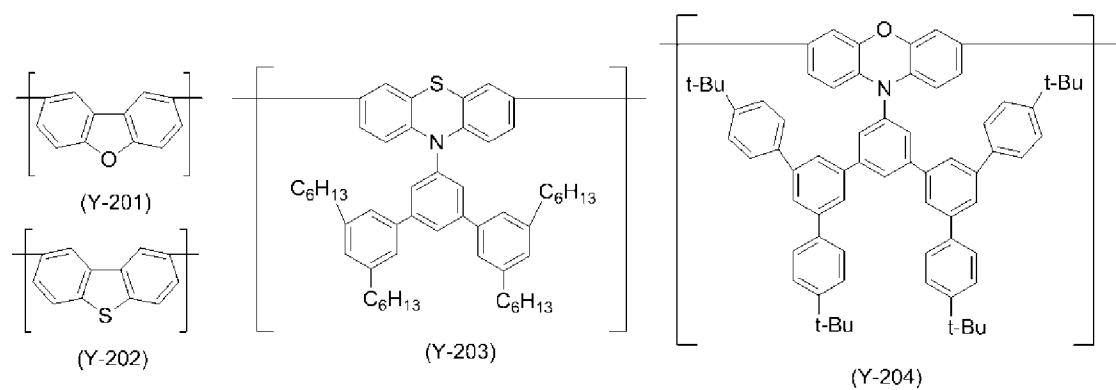


[0206]

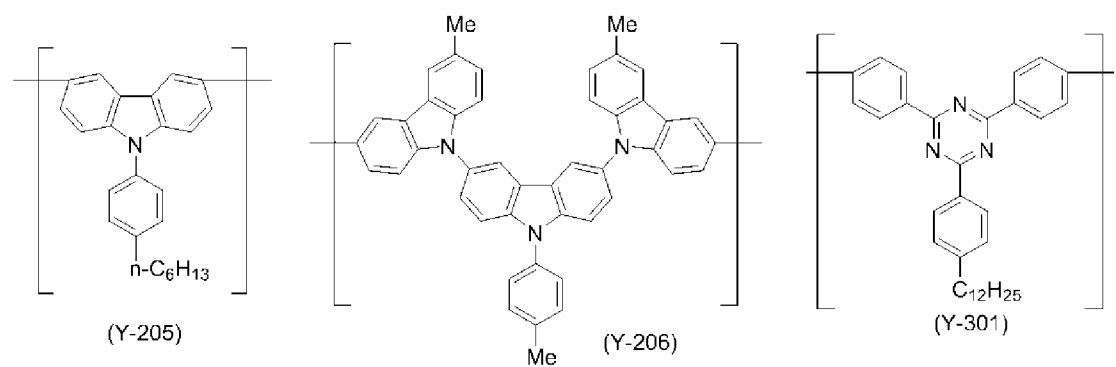
[化71]



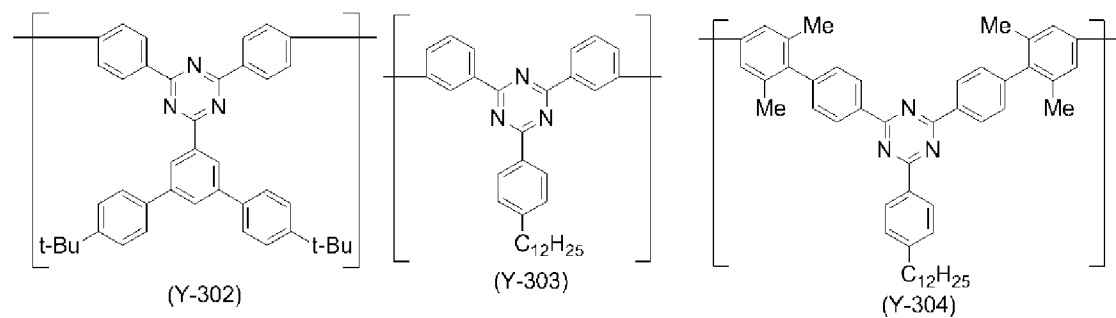
[0207] [化72]



[0208] [化73]



[0209] [化74]



[0210] 式(Y)で表される構成単位であって、 Ar^{Y1} がアリーレン基である構成単位

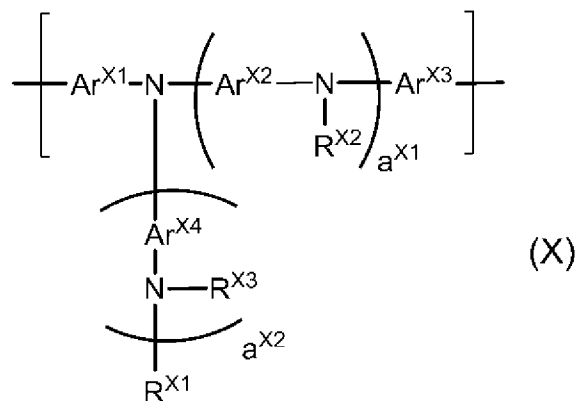
は、本発明の発光素子の輝度寿命がより優れるので、高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～80モル%であり、より好ましくは30～60モル%である。

[0211] 式(Y)で表される構成単位であって、 Ar^{Y1} が2価の複素環基、または、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基である構成単位は、本発明の発光素子の電荷輸送性が優れるので、高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～30モル%であり、より好ましくは3～20モル%である。

[0212] 式(Y)で表される構成単位は、高分子ホスト中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

[0213] 高分子ホストは、正孔輸送性が優れるので、更に、下記式(X)で表される構成単位を含むことが好ましい。

[0214] [化75]



[式中、

a^{X1} および a^{X2} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

Ar^{X1} および Ar^{X3} は、それぞれ独立に、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^{X2} および Ar^{X4} は、それぞれ独立に、アリーレン基、2価の複素環基、または、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

R^{X1} 、 R^{X2} および R^{X3} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[0215] a^{X1} は、本発明の発光素子の輝度寿命がより優れるので、好ましくは2以下であり、より好ましくは1である。

[0216] a^{X2} は、本発明の発光素子の輝度寿命がより優れるので、好ましくは2以下であり、より好ましくは0である。

[0217] R^{X1} 、 R^{X2} および R^{X3} は、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基であり、より好ましくはアリール基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0218] $A r^{X1}$ および $A r^{X3}$ で表されるアリーレン基は、より好ましくは式(A-1)または式(A-9)で表される基であり、更に好ましくは式(A-1)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0219] $A r^{X1}$ および $A r^{X3}$ で表される2価の複素環基は、より好ましくは式(AA-1)、式(AA-2)または式(AA-7)-(AA-26)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0220] $A r^{X1}$ および $A r^{X3}$ は、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。

[0221] $A r^{X2}$ および $A r^{X4}$ で表されるアリーレン基としては、より好ましくは式(A-1)、式(A-6)、式(A-7)、式(A-9)-(A-11)または式(A-19)で表される基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0222] $A r^{X2}$ および $A r^{X4}$ で表される2価の複素環基のより好ましい範囲は、 $A r^{X1}$ および $A r^{X3}$ で表される2価の複素環基のより好ましい範囲と同じである。

[0223] $A r^{X2}$ および $A r^{X4}$ で表される少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基における、アリーレン基および2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲は、それぞれ、 $A r^{X1}$ および $A r^{X3}$ で表されるアリーレン基および2価の複素環基のより好ましい範囲、更に好ましい範囲と同様である。

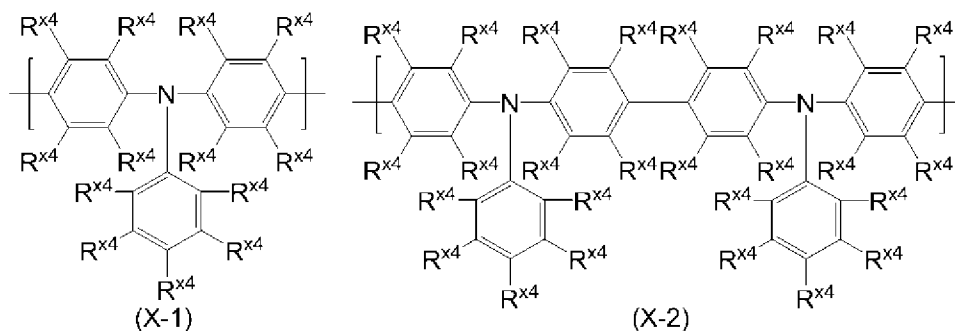
[0224] $A r^{x2}$ および $A r^{x4}$ で表される少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基としては、式(Y)の $A r^{y1}$ で表される少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基と同様のものが挙げられる。

[0225] $A r^{x2}$ および $A r^{x4}$ は、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。

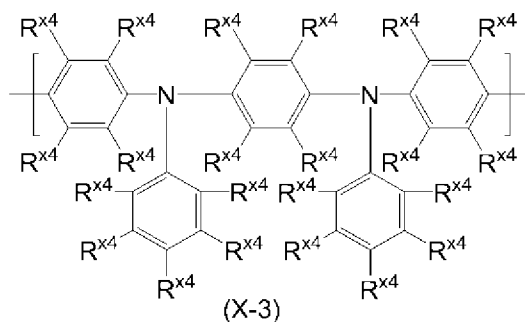
[0226] $A r^{x1} \sim A r^{x4}$ および $R^{x1} \sim R^{x3}$ で表される基が有してもよい置換基としては、好ましくはアルキル基、シクロアルキル基またはアリール基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0227] 式(X)で表される構成単位は、好ましくは式(X-1)-(X-7)で表される構成単位であり、より好ましくは式(X-1)-(X-6)で表される構成単位であり、更に好ましくは式(X-3)-(X-6)で表される構成単位である。

[0228] [化76]

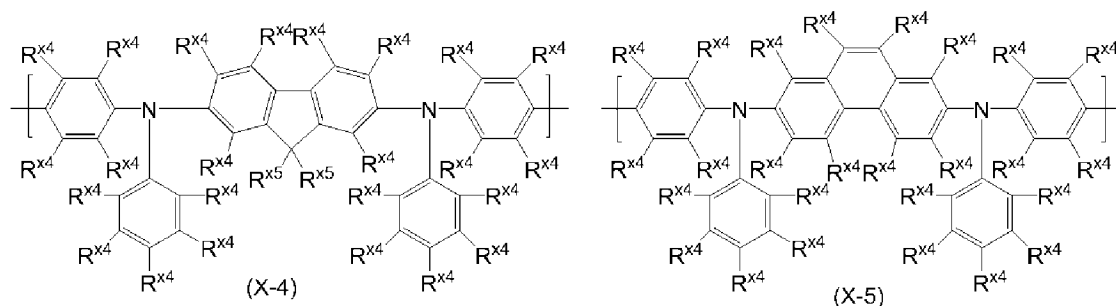


[0229] [化77]

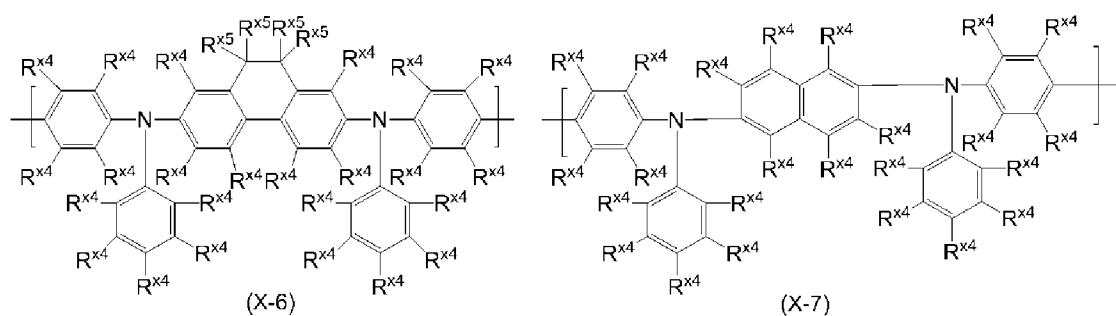


[0230]

[化78]



[0231] [化79]



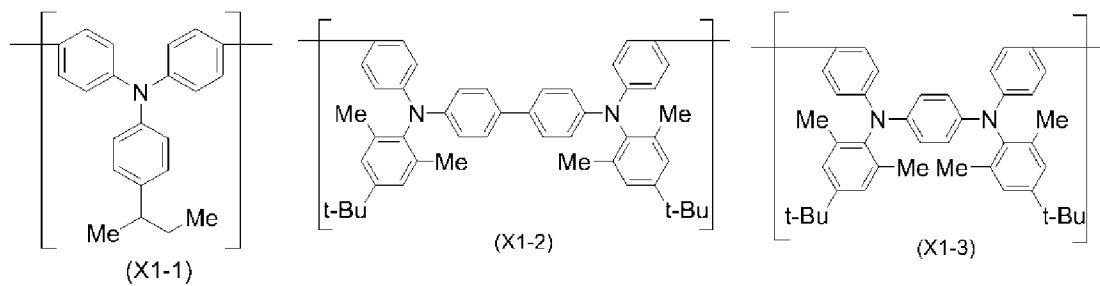
[式中、 R^{x4} および R^{x5} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、1価の複素環基またはシアノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{x4} は、同一でも異なってもよい。複数存在する R^{x5} は、同一でも異なってもよく、隣接する R^{x5} 同士は互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子と共に環を形成していてもよい。]

[0232] 式(X)で表される構成単位は、正孔輸送性が優れるので、高分子ホストに含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.1~50モル%であり、より好ましくは1~40モル%であり、更に好ましくは5~30モル%である。

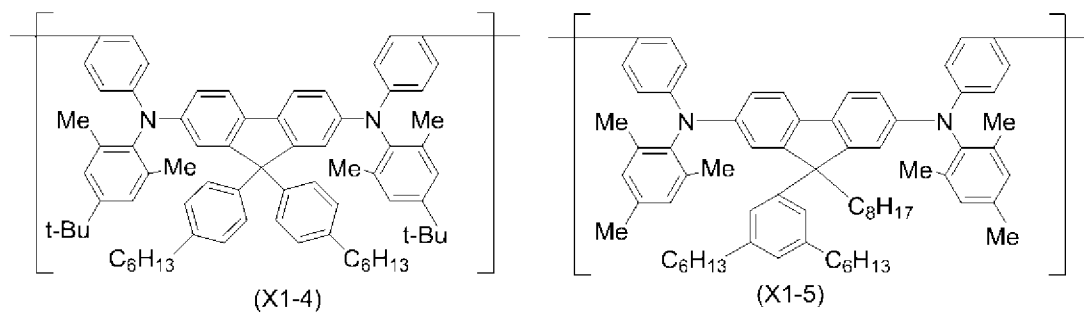
[0233] 式(X)で表される構成単位としては、例えば、式(X1-1)-(X1-11)で表される構成単位が挙げられ、好ましくは式(X1-3)-(X1-10)で表される構成単位である。

[0234]

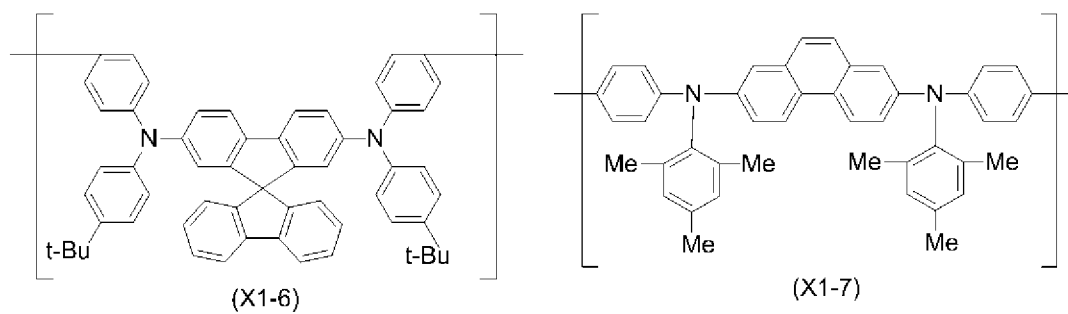
[化80]



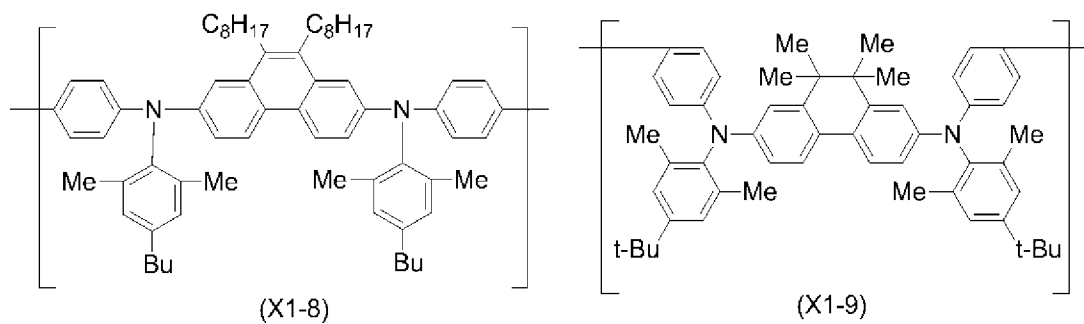
[0235] [化81]



[0236] [化82]

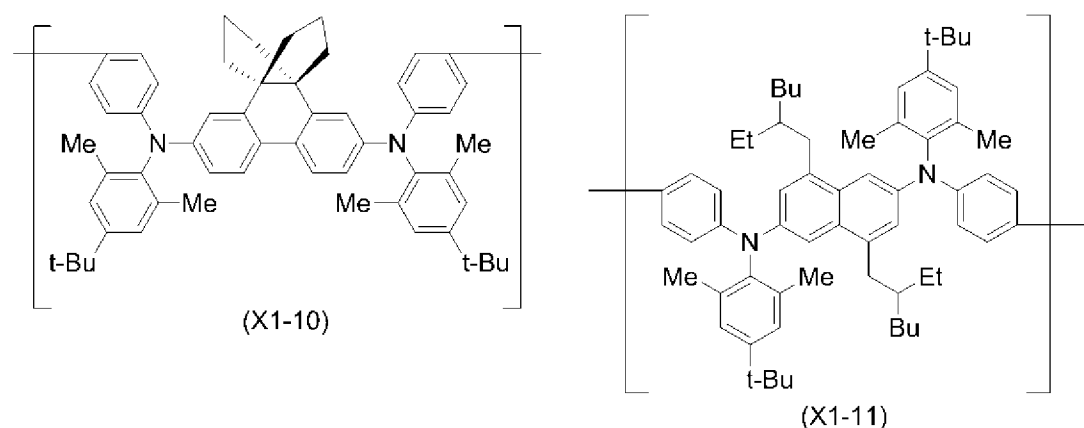


[0237] [化83]



[0238]

[化84]



[0239] 高分子ホストにおいて、式(X)で表される構成単位は、1種のみ含まれていても、2種以上含まれていてもよい。

[0240] 高分子ホストとしては、例えば、表1の高分子化合物(P-1)～(P-6)が挙げられる。

[0241] [表1]

高分子化合物	構成単位とそのモル比率				
	式(Y)			式(X)	その他
	式(Y-1) ～(Y-3)	式(Y-4) ～(Y-7)	式(Y-8) ～(Y-10)	式(X-1) ～(X-7)	
	p	q	r	s	
(P-1)	0.1 ～99.9	0.1 ～99.9	0	0	0 ～30
(P-2)	0.1 ～99.9	0	0.1 ～99.9	0	0 ～30
(P-3)	0.1 ～99.8	0.1 ～99.8	0	0.1 ～99.8	0 ～30
(P-4)	0.1 ～99.8	0.1 ～99.8	0.1 ～99.8	0	0 ～30
(P-5)	0.1 ～99.8	0	0.1 ～99.8	0.1 ～99.8	0 ～30
(P-6)	0.1 ～99.7	0.1 ～99.7	0.1 ～99.7	0.1 ～99.7	0 ～30

[表中、p、q、r、sおよびtは、各構成単位のモル比率を示す。p + q + r + s + t = 100であり、かつ、 $100 \geq p + q + r + s \geq 70$ である。その他の構成単位とは、式(Y)で表される構成単位、式(X)で表される構成単位以

外の構成単位を意味する。]

[0242] 高分子ホストは、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよいが、複数種の原料モノマーを共重合してなる共重合体であることが好ましい。

[0243] [高分子ホストの製造方法]

高分子ホストは、ケミカルレビュー(Chem. Rev.), 第109巻, 897-1091頁(2009年)等に記載の公知の重合方法を用いて製造することができ、Suzuki反応、Yamamoto反応、Buchwald反応、Stille反応、Negishi反応およびKumada反応等の遷移金属触媒を用いるカップリング反応により重合させる方法が例示される。

[0244] 前記重合方法において、単量体を仕込む方法としては、単量体全量を反応系に一括して仕込む方法、単量体の一部を仕込んで反応させた後、残りの単量体を一括、連続または分割して仕込む方法、単量体を連続または分割して仕込む方法等が挙げられる。

[0245] 遷移金属触媒としては、パラジウム触媒、ニッケル触媒等が挙げられる。

[0246] 重合反応の後処理は、公知の方法、例えば、分液により水溶性不純物を除去する方法、メタノール等の低級アルコールに重合反応後の反応液を加えて、析出させた沈殿を濾過した後、乾燥させる方法等を単独または組み合わせて行う。高分子ホストの純度が低い場合、例えば、再結晶、再沈殿、ソックスレー抽出器による連続抽出、カラムクロマトグラフィー等の通常の方法にて精製することができる。

[0247] [第1の有機層の組成物]

第1の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物と、前述のホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料（燐光発光性化合物とは異なる。）、酸化防止剤および溶媒からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含有する組成物（以下、「第1の有機層の組成物」ともいう。）を用いて形成される層であってもよい。すなわち、第1の

有機層は、1種以上の燐光発光性化合物と、前述のホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料（燐光発光性化合物とは異なる。）および酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含有する層であってもよい。

[0248] [正孔輸送材料]

正孔輸送材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類され、好ましくは高分子化合物である。正孔輸送材料は、架橋基を有していてもよい。

[0249] 高分子化合物としては、例えば、ポリビニルカルバゾールおよびその誘導体；側鎖または主鎖に芳香族アミン構造を有するポリアリーレンおよびその誘導体が挙げられる。高分子化合物は、電子受容性部位が結合された化合物でもよい。電子受容性部位としては、例えば、フラーレン、テトラフルオロテトラシアノキノジメタン、テトラシアノエチレン、トリニトロフルオレノン等が挙げられ、好ましくはフラーレンである。

[0250] 第1の有機層の組成物において、正孔輸送材料の配合量は、燐光発光性化合物を100重量部とした場合、通常、1～400重量部であり、好ましくは5～150重量部である。

[0251] 正孔輸送材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0252] [電子輸送材料]

電子輸送材料は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。電子輸送材料は、架橋基を有していてもよい。

[0253] 低分子化合物としては、例えば、8-ヒドロキシキノリンを配位子とする金属錯体、オキサジアゾール、アントラキノジメタン、ベンゾキノン、ナフトキノン、アントラキノン、テトラシアノアントラキノジメタン、フルオレノン、ジフェニルジシアノエチレンおよびジフェノキノン、並びに、これらの誘導体が挙げられる。

[0254] 高分子化合物としては、例えば、ポリフェニレン、ポリフルオレン、および、これらの誘導体が挙げられる。高分子化合物は、金属でドーピングされていてもよい。

[0255] 第1の有機層の組成物において、電子輸送材料の配合量は、燐光発光性化合物を100重量部とした場合、通常、1～400重量部であり、好ましくは5～150重量部である。

[0256] 電子輸送材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0257] [正孔注入材料および電子注入材料]

正孔注入材料および電子注入材料は、各々、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。正孔注入材料および電子注入材料は、架橋基を有していてもよい。

[0258] 低分子化合物としては、例えば、銅フタロシアニン等の金属フタロシアニン；カーボン；モリブデン、タングステン等の金属酸化物；フッ化リチウム、フッ化ナトリウム、フッ化セシウム、フッ化カリウム等の金属フッ化物が挙げられる。

[0259] 高分子化合物としては、例えば、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリフェニレンビニレン、ポリチエニレンビニレン、ポリキノリンおよびポリキノキサリン、並びに、これらの誘導体；芳香族アミン構造を主鎖または側鎖に含む重合体等の導電性高分子が挙げられる。

[0260] 第1の有機層の組成物において、正孔注入材料および電子注入材料の配合量は、各々、燐光発光性化合物を100重量部とした場合、通常、1～400重量部であり、好ましくは5～150重量部である。

[0261] 電子注入材料および正孔注入材料は、各々、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0262] [イオンドーピング]

正孔注入材料または電子注入材料が導電性高分子を含む場合、導電性高分子の電気伝導度は、好ましくは、 $1 \times 10^{-5} \text{S/cm} \sim 1 \times 10^3 \text{S/cm}$ である。導電性高分子の電気伝導度をかかえる範囲とするために、導電性高分子に適量のイオンをドーピングすることができる。

[0263] ドーピングするイオンの種類は、正孔注入材料であればアニオン、電子注入材料であればカチオンである。アニオンとしては、例えば、ポリスチレンスル

ホン酸イオン、アルキルベンゼンスルホン酸イオン、樟脳スルホン酸イオンが挙げられる。カチオンとしては、例えば、リチウムイオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、テトラブチルアンモニウムイオンが挙げられる。

[0264] ドープするイオンは、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0265] [発光材料]

発光材料（燐光発光性化合物とは異なる。）は、低分子化合物と高分子化合物とに分類される。発光材料は、架橋基を有していてもよい。

[0266] 低分子化合物としては、例えば、ナフタレンおよびその誘導体、アントラセンおよびその誘導体、並びに、ペリレンおよびその誘導体が挙げられる。

[0267] 高分子化合物としては、例えば、フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、フルオレンジイル基、フェナントレンジイル基、ジヒドロフェナントレンジイル基、式(X)で表される基、カルバゾールジイル基、フェノキサジンジイル基、フェノチアジンジイル基、ピレンジイル基等を含む高分子化合物が挙げられる。

[0268] 第1の有機層の組成物において、発光材料の配合量は、燐光発光性化合物を100重量部とした場合、通常、1～400重量部であり、好ましくは5～150重量部である。

[0269] 発光材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0270] [酸化防止剤]

酸化防止剤は、燐光発光性化合物と同じ溶媒に可溶であり、発光および電荷輸送を阻害しない化合物であればよく、例えば、フェノール系酸化防止剤、リン系酸化防止剤が挙げられる。

[0271] 第1の有機層の組成物において、酸化防止剤の配合量は、燐光発光性化合物を100重量部とした場合、通常、0.001～10重量部である。

[0272] 酸化防止剤は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0273] [第1の有機層のインク]

溶媒を含有する第1の有機層の組成物（以下、「第1の有機層のインク」ともいう。）は、スピンコート法、キャストイング法、マイクログラビアコ

ート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイヤーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェット印刷法、キャピラリーコート法、ノズルコート法等の塗布法に好適に使用することができる。

[0274] 第1の有機層のインクの粘度は、塗布法の種類によって調整すればよいが、インクジェット印刷法等の溶液が吐出装置を経由する印刷法に適用する場合には、吐出時の目づまりと飛行曲がりが起こりづらいので、好ましくは25℃において1～20mPa・sである。

[0275] 第1の有機層のインクに含有される溶媒は、好ましくは、インク中の固形分を溶解または均一に分散できる溶媒である。溶媒としては、例えば、1,2-ジクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、クロロベンゼン、*o*-ジクロロベンゼン等の塩素系溶媒；THF、ジオキサン、アニソール、4-メチルアニソール等のエーテル系溶媒；トルエン、キシレン、メシチレン、エチルベンゼン、*n*-ヘキシルベンゼン、シクロヘキシルベンゼン等の芳香族炭化水素系溶媒；シクロヘキサン、メチルシクロヘキサン、*n*-ペンタン、*n*-ヘキサン、*n*-ヘプタン、*n*-オクタン、*n*-ノナン、*n*-デカン、*n*-ドデカン、ビスシクロヘキシル等の脂肪族炭化水素系溶媒；アセトン、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン、アセトフェノン等のケトン系溶媒；酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテート、安息香酸メチル、酢酸フェニル等のエステル系溶媒；エチレングリコール、グリセリン、1,2-ヘキサジオール等の多価アルコール系溶媒；イソプロピルアルコール、シクロヘキサノール等のアルコール系溶媒；ジメチルスルホキシド等のスルホキシド系溶媒；*N*-メチル-2-ピロリドン、*N,N*-ジメチルホルムアミド等のアミド系溶媒が挙げられる。溶媒は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0276] 第1の有機層のインクにおいて、溶媒の配合量は、燐光発光性化合物を100重量部とした場合、通常、1000～100000重量部であり、好ましくは2000～20000重量部である。

[0277] <第2の有機層>

第2の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料とを含有する組成物を用いて形成される層である。前述のとおり、第2の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料の架橋体とを含有する層であることが好ましい。

[0278] [燐光発光性化合物]

第2の有機層の形成に用いられる燐光発光性化合物は、式(1)で表される燐光発光性化合物であることが好ましい。前述した第1の有機層の形成に用いられる燐光発光性化合物も、式(1)で表される燐光発光性化合物であることが好ましい。但し、第2の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物と、第1の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物とは、式(1)で表される同一の燐光発光性化合物である。

[0279] 第2の有機層の形成に用いられる式(1)で表される燐光発光性化合物の定義および例は、第1の有機層の形成に用いられる式(1)で表される燐光発光性化合物の定義および例と同じである。

[0280] また、第2の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物は、式(1)で表される燐光発光性化合物(第1の有機層の形成に用いられる少なくとも1種の燐光発光性化合物と同一の燐光発光性化合物)であるが、第2の有機層は、式(1)で表される燐光発光性化合物と、他の燐光発光性化合物とを併用して形成される層であってもよく、式(1)で表される燐光発光性化合物と、他の燐光発光性化合物とを含有する層であってもよい。第2の有機層の形成に用いられる他の燐光発光性化合物の例は、第1の有機層の形成に用いられる他の燐光発光性化合物の例と同じである。

[0281] [架橋材料]

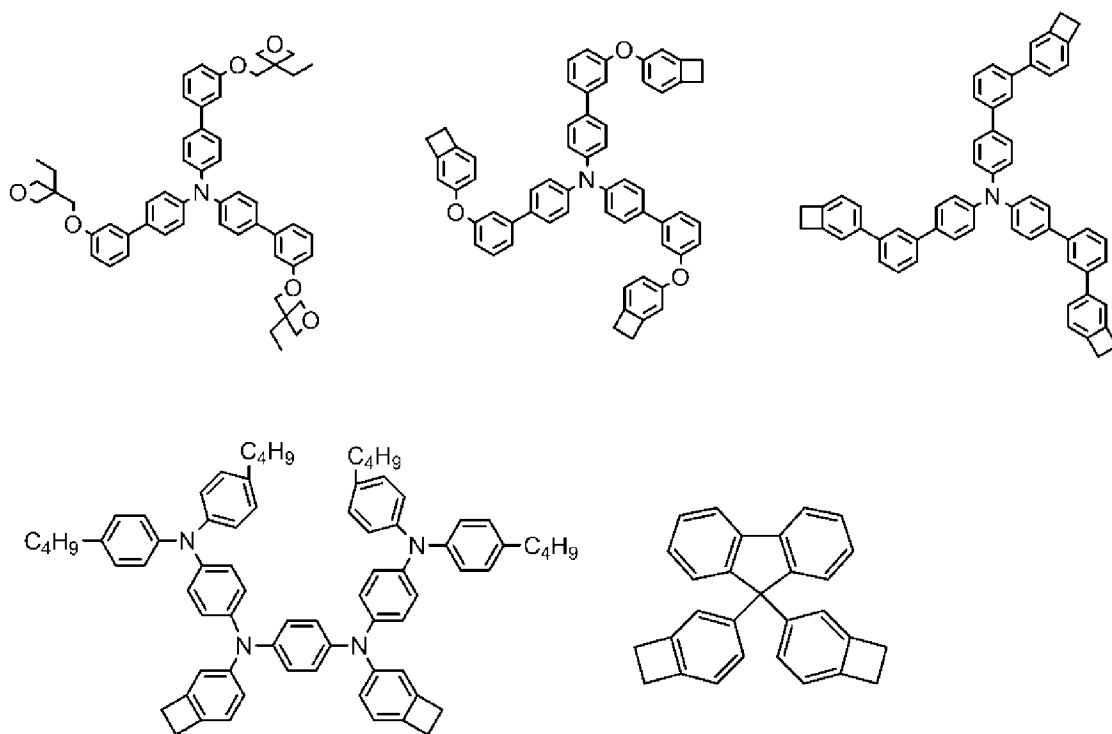
架橋材料は、低分子化合物であっても高分子化合物であってもよいが、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する材料であることが好ましく、架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する架橋構成単位を含む高分子化合物(以下

、「第2の有機層の高分子化合物」ともいう。)であることが好ましい。

[0282] 架橋基A群から選ばれる架橋基としては、本発明の発光素子の輝度寿命がより優れるので、好ましくは、式(XL-1)、(XL-3)、(XL-9)、(XL-16)または(XL-17)で表される架橋基であり、より好ましくは、式(XL-1)、(XL-16)または(XL-17)で表される架橋基であり、更に好ましくは、式(XL-1)または(XL-17)で表される架橋基である。

[0283] 架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する低分子化合物としては、例えば、下記で表される低分子化合物が挙げられる。

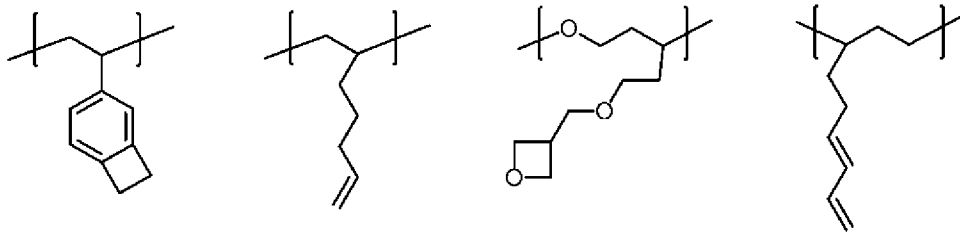
[0284] [化85]



[0285] 第2の有機層の高分子化合物に含まれる、架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する架橋構成単位は、後述する式(3)で表される構成単位および式(4)で表される構成単位であることが好ましいが、下記式で表される構成単位であってもよい。

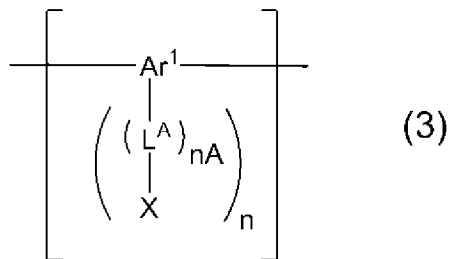
[0286]

[化86]



[0287] 第2の有機層の高分子化合物に含まれる、架橋基A群から選ばれる少なくとも一種の架橋基を有する架橋構成単位は、式(3)で表される構成単位または式(4)で表される構成単位であることが好ましい。

[0288] [化87]



[0289] nA は、本発明の発光素子の発光効率が優れるため、好ましくは0または1であり、より好ましくは0である。

[0290] n は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、好ましくは2である。

[0291] Ar^1 は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、好ましくは置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基である。

[0292] Ar^1 で表される芳香族炭化水素基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

Ar^1 で表される芳香族炭化水素基の n 個の置換基を除いたアリーレン基部分としては、好ましくは、式(A-1)～式(A-20)で表される基であり、より好ましくは、式(A-1)、式(A-2)、式(A-6)～式(A-10)、式(A-19)または式(A-20)で表される基であり、さらに好ましくは、式(A-1)、式(A-2)、式(A-7)、式(A-9)または式(A-19)で表される基であり、これらの基は置換基を有してい

てもよい。

- [0293] A_{r1} で表される複素環基の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常6～60であり、好ましくは6～30であり、より好ましくは6～18である。

A_{r1} で表される複素環基のn個の置換基を除いた2価の複素環基部分としては、好ましくは、式(AA-1)～(AA-34)で表される基である。

- [0294] A_{r1} で表される芳香族炭化水素基および複素環基は置換基を有していてもよい。芳香族炭化水素基および複素環基が有していてもよい置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、1価の複素環基およびシアノ基が挙げられる。

- [0295] L^A で表されるアルキレン基は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～10であり、好ましくは1～5であり、より好ましくは1～3である。 L^A で表されるシクロアルキレン基は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3～10である。

アルキレン基およびシクロアルキレン基は、置換基を有していてもよく、例えば、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ヘキシレン基、シクロヘキシレン基、オクチレン基が挙げられる。

- [0296] L^A で表されるアルキレン基およびシクロアルキレン基は、置換基を有していてもよい。アルキレン基およびシクロアルキレン基が有していてもよい置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、ハロゲン原子およびシアノ基が挙げられる。

- [0297] L^A で表されるアリール基は、置換基を有していてもよい。アリール基としては、*o*-フェニレン、*m*-フェニレン、*p*-フェニレンが挙げられる。アリール基が有していてもよい置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、ハロゲン原子、シアノ基および架橋基A群から選ばれる架橋基が挙げられる。

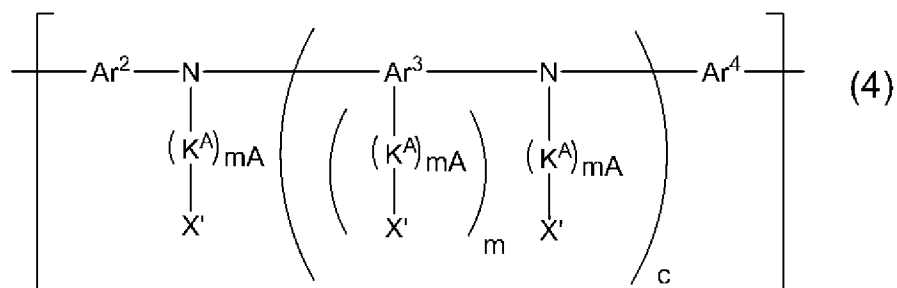
[0298] L^A は、第2の有機層の高分子化合物の合成が容易になるため、好ましくは、フェニレン基またはメチレン基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0299] X で表される架橋基の好ましい範囲、より好ましい範囲および更に好ましい範囲は、前述の架橋基A群から選ばれる架橋基の好ましい範囲、より好ましい範囲および更に好ましい範囲と同じである。

[0300] 式(3)で表される構成単位は、第2の有機層の高分子化合物の架橋性が優れるので、第2の有機層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～25モル%であり、より好ましくは3～25モル%であり、更に好ましくは3～20モル%である。

[0301] 式(3)で表される構成単位は、第2の有機層の高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

[0302] [化88]



[0303] mA は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、好ましくは0または1であり、より好ましくは0である。

[0304] m は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、好ましくは2である。

[0305] c は、第2の有機層の高分子化合物の合成が容易となり、かつ、本発明の発光素子の発光効率が優れるため、好ましくは0である。

[0306] Ar^3 は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、好ましくは置換基を有していてもよい芳香族炭化水素基である。

[0307] Ar^3 で表される芳香族炭化水素基の m 個の置換基を除いたアリーレン基部分の定義や例は、前述の式(X)における Ar^{X2} で表されるアリーレン基の定義や例と同じである。

- [0308] $A r^3$ で表される複素環基の m 個の置換基を除いた2価の複素環基部分の定義や例は、前述の式(X)における $A r^{X2}$ で表される2価の複素環基部分の定義や例と同じである。
- [0309] $A r^3$ で表される少なくとも1種の芳香族炭化水素環と少なくとも1種の複素環が直接結合した基の m 個の置換基を除いた2価の基の定義や例は、前述の式(X)における $A r^{X2}$ で表される少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基の定義や例と同じである。
- [0310] $A r^2$ および $A r^4$ は、本発明の発光素子の輝度寿命がより優れるので、好ましくは置換基を有していてもよいアリーレン基である。
- [0311] $A r^2$ および $A r^4$ で表されるアリーレン基の定義や例は、前述の式(X)における $A r^{X1}$ および $A r^{X3}$ で表されるアリーレン基の定義や例と同じである。
- [0312] $A r^2$ および $A r^4$ で表される2価の複素環基の定義や例は、前述の式(X)における $A r^{X1}$ および $A r^{X3}$ で表される2価の複素環基の定義や例と同じである。
- [0313] $A r^2$ 、 $A r^3$ および $A r^4$ で表される基は置換基を有していてもよく、置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、1価の複素環基およびシアノ基が挙げられる。
- [0314] K^A で表されるアルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基の定義や例は、それぞれ、 L^A で表されるアルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基の定義や例と同じである。
- [0315] K^A は、第2の有機層の高分子化合物の合成が容易になるため、好ましくは、フェニレン基またはメチレン基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。
- [0316] X' で表される架橋基の好ましい範囲、より好ましい範囲および更に好ましい範囲は、前述の架橋基A群から選ばれる架橋基の好ましい範囲、より好

ましい範囲および更に好ましい範囲と同じである。

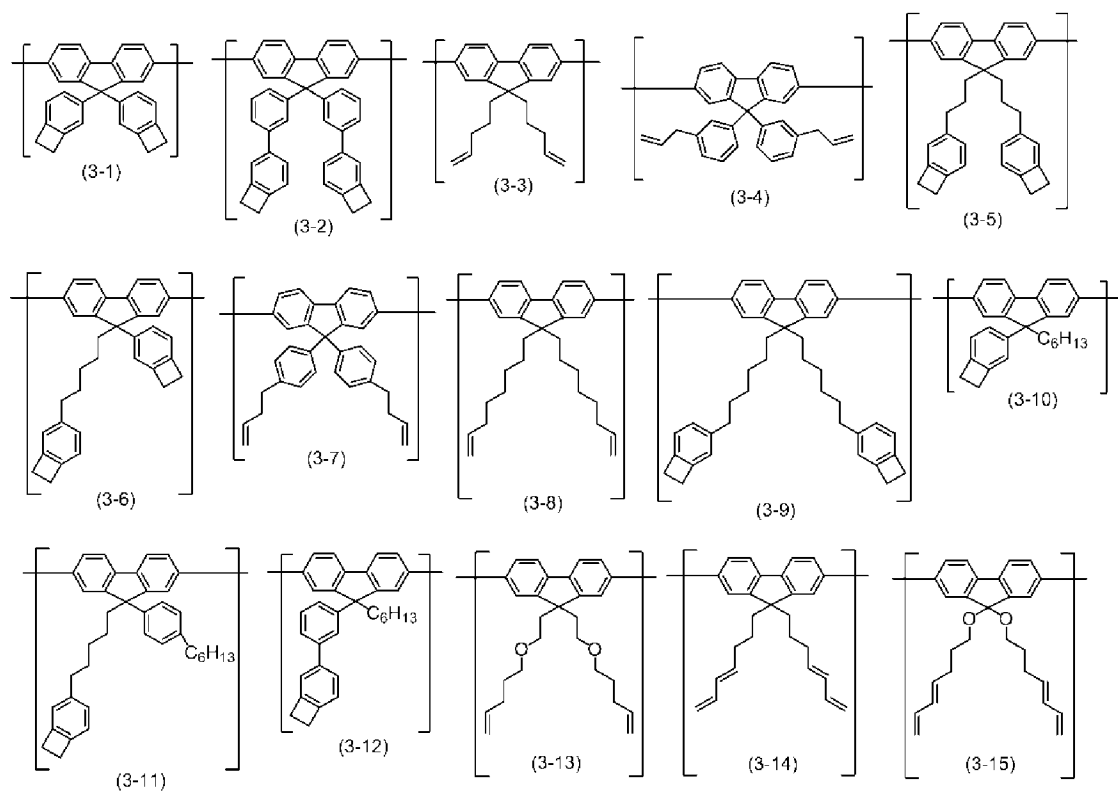
[0317] 式(4)で表される構成単位は、第2の有機層の架橋性が優れるので、第2の有機層の高分子化合物に含まれる構成単位の合計量に対して、好ましくは0.5～25モル%であり、より好ましくは3～25モル%であり、更に好ましくは3～20モル%である。

[0318] 式(4)で表される構成単位は、第2の有機層の高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

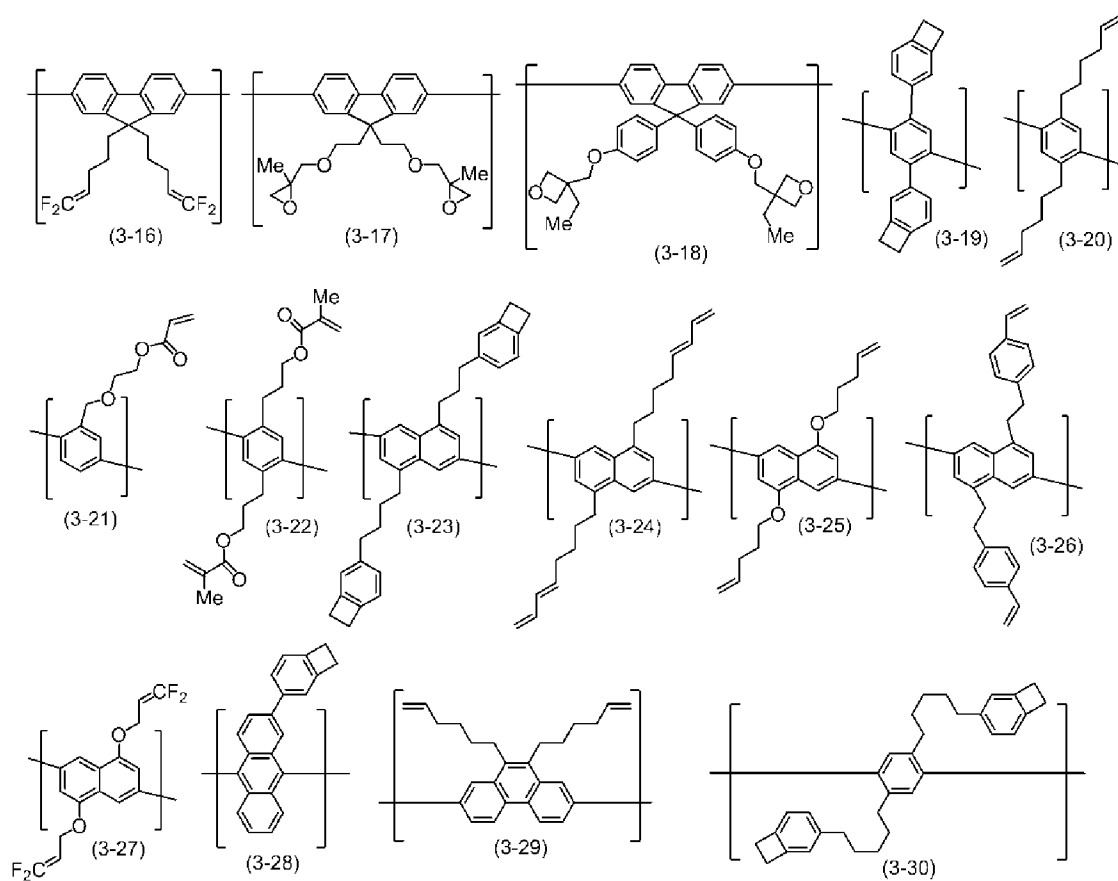
[0319] 式(3)で表される構成単位としては、例えば、式(3-1)～式(3-30)で表される構成単位が挙げられ、式(4)で表される構成単位としては、例えば、式(4-1)～式(4-13)で表される構成単位が挙げられる。これらの中でも、第2の有機層の高分子化合物の架橋性が優れるため、好ましくは、式(3-1)～式(3-30)で表される構成単位であり、より好ましくは、式(3-1)～式(3-15)、式(3-19)、式(3-20)、式(3-23)、式(3-25)または式(3-30)で表される構成単位であり、更に好ましくは、式(3-1)～式(3-13)または式(3-30)で表される構成単位であり、特に好ましくは、式(3-1)～式(3-9)または式(3-30)で表される構成単位である。

[0320]

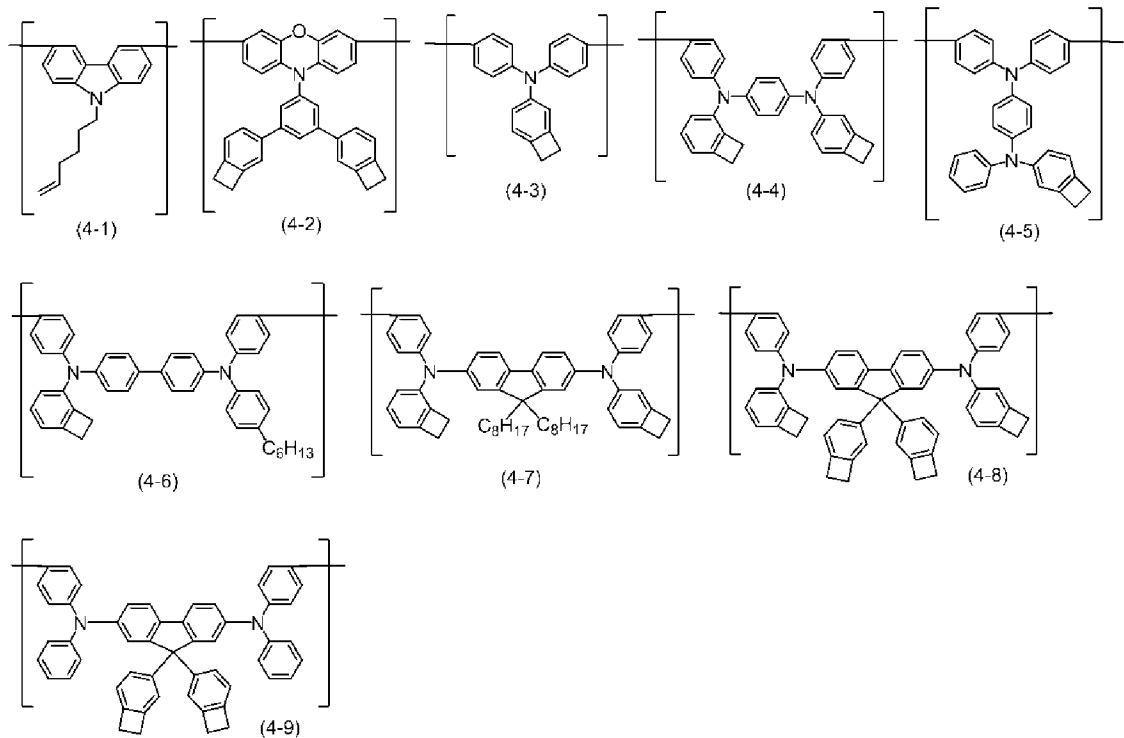
[化89]



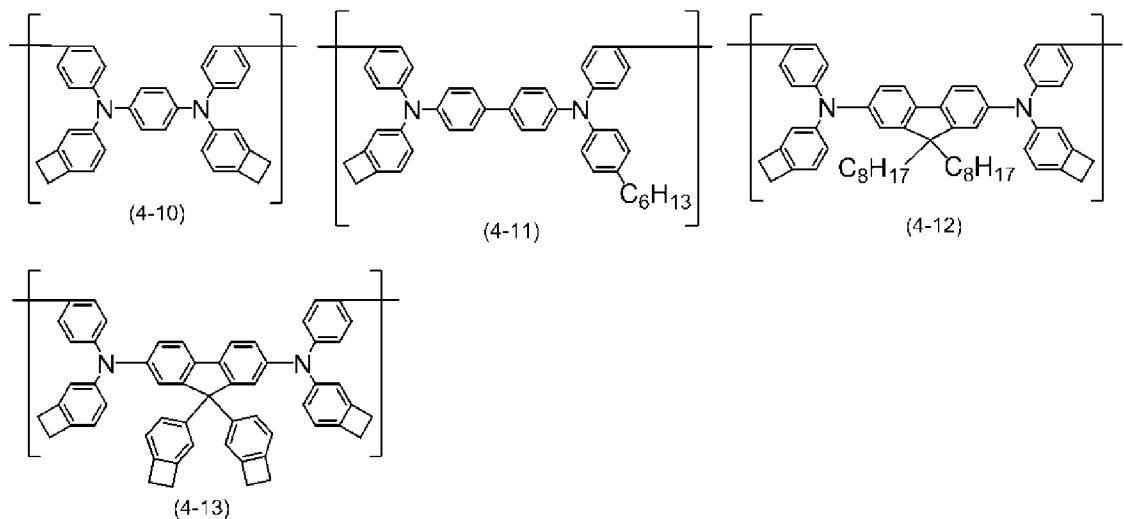
[0321] [化90]



[0322] [化91]



[0323] [化92]



[0324] 第2の有機層の高分子化合物は、正孔輸送性が優れるので、更に、式(X)で表される構成単位を含むことが好ましい。

[0325] 第2の有機層の高分子化合物が含んでいてもよい式(X)で表される構成単位の定義および例は、前述の高分子ホストが含んでいてもよい式(X)で表される構成単位の定義および例と同じである。

[0326] 式(X)で表される構成単位は、第2の有機層の高分子化合物中に、1種

のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

[0327] 第2の有機層の高分子化合物は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、更に、式(Y)で表される構成単位を含むことが好ましい。

[0328] 第2の有機層の高分子化合物が含んでいてもよい式(Y)で表される構成単位の定義および例は、前述の高分子ホストが含んでいてもよい式(Y)で表される構成単位の定義および例と同じである。

[0329] 式(Y)で表される構成単位は、第2の有機層の高分子化合物中に、1種のみ含まれていてもよく、2種以上含まれていてもよい。

[0330] 第2の有機層の高分子化合物は、本発明の発光素子の発光効率が優れるので、更に、式(X)で表される構成単位および式(Y)で表される構成単位の双方を含むことが好ましい。

[0331] 第2の有機層の高分子化合物としては、例えば、表2の高分子化合物(P-11)～(P-25)が挙げられる。

[0332]

[表2]

高分子化合物	構成単位とそのモル比率						
	式(3)	式(4)	式(X)	式(Y)			その他
			式(X-1) ~(X-7)	式(Y-1) ~(Y-3)	式(Y-4) ~(Y-7)	式(Y-8) ~(Y-10)	
	p'	q'	r'	s'	t'	u'	v'
P-11	0.1 ~99.9	0	0.1 ~99.9	0	0	0	0 ~30
P-12	0	0.1 ~99.9	0.1 ~99.9	0	0	0	0 ~30
P-13	0.1 ~99.9	0	0	0	0	0.1 ~99.9	0 ~30
P-14	0	0.1 ~99.9	0	0	0	0.1 ~99.9	0 ~30
P-15	0.1 ~99.8	0	0.1 ~99.8	0	0	0.1 ~99.8	0 ~30
P-16	0	0.1 ~99.8	0.1 ~99.8	0	0	0.1 ~99.8	0 ~30
P-17	0.1 ~99.8	0.1 ~99.8	0.1 ~99.8	0	0	0	0 ~30
P-18	0.1 ~99.8	0	0.1 ~99.8	0.1 ~99.8	0	0	0 ~30
P-19	0	0.1 ~99.8	0.1 ~99.8	0.1 ~99.8	0	0	0 ~30
P-20	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0	0	0 ~30
P-21	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0	0.1 ~99.7	0	0.1 ~99.7	0 ~30
P-22	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0	0.1 ~99.7	0	0 ~30
P-23	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0.1 ~99.7	0	0	0.1 ~99.7	0 ~30
P-24	0.1 ~99.6	0.1 ~99.6	0.1 ~99.6	0.1 ~99.6	0	0.1 ~99.6	0 ~30
P-25	0.1 ~99.5	0.1 ~99.5	0.1 ~99.5	0.1 ~99.5	0.1 ~99.5	0.1 ~99.5	0 ~30

[表中、p'、q'、r'、s'、u' および v' は、各構成単位のモル比率を表す。p' + q' + r' + s' + u' + v' = 100であり、かつ、70 ≤ p' + q' + r' + s' + u' ≤ 100である。その他の構成単位とは、式(3)で表される構成単位、式(4)で表される構成単位、式(X)で表される構成単位、式(Y)で表される構成単位以外の構成単位を意味する。]

[0333] 第2の有機層の高分子化合物は、ブロック共重合体、ランダム共重合体、交互共重合体、グラフト共重合体のいずれであってもよいし、その他の態様であってもよいが、複数種の原料モノマーを共重合してなる共重合体であることが好ましい。

[0334] [第2の有機層の高分子化合物の製造方法]

第2の有機層の高分子化合物は、前述の高分子ホストの製造方法と同様の方法で製造することができる。

[0335] [組成比等]

第2の有機層の形成に用いられる組成物において、燐光発光性化合物の含有量は、燐光発光性化合物と架橋材料との合計を100重量部とした場合、通常、0.1～50であり、好ましくは0.2～45であり、より好ましくは0.3～40である。

[0336] [第2の有機層の組成物]

第2の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料と、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料（燐光発光性化合物とは異なる。）、酸化防止剤および溶媒からなる群から選ばれる少なくとも1種材料与を含有する組成物（以下、「第2の有機層の組成物」ともいう。）を用いて形成される層であってもよい。すなわち、第2の有機層は、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料と、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料（燐光発光性化合物とは異なる。）および酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種材料与を含有する層であってもよく、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料の架橋体と、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料（燐光発光性化合物とは異なる。）および酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種材料与を含有する層であることが好ましい。

[0337] 第2の有機層の組成物に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料および発光材料の例および好ましい範囲は、第1の有機層の組成物に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電

子注入材料および発光材料の例および好ましい範囲と同じである。第2の有機層の組成物において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料および発光材料の配合量は、各々、燐光発光性化合物と架橋材料との合計を100重量部とした場合、通常、1～400重量部であり、好ましくは5～150重量部である。

[0338] 第2の有機層の組成物に含有される酸化防止剤の例および好ましい範囲は、第1の有機層の組成物に含有される酸化防止剤の例および好ましい範囲と同じである。第2の有機層の組成物において、酸化防止剤の配合量は、燐光発光性化合物と架橋材料との合計を100重量部とした場合、通常、0.001～10重量部である。

[0339] [第2の有機層のインク]

溶媒を含有する第2の有機層の組成物（以下、「第2の有機層のインク」ともいう。）は、第1の有機層のインクと同様に、スピンコート法、インクジェット印刷法等の塗布法に好適に使用することができる。

[0340] 第2の有機層のインクの粘度の好ましい範囲は、第1の有機層のインクの粘度の好ましい範囲と同じである。

[0341] 第2の有機層のインクに含有される溶媒の例および好ましい範囲は、第1の有機層のインクに含有される溶媒の例および好ましい範囲と同じである。

[0342] 第2の有機層のインクにおいて、溶媒の配合量は、燐光発光性化合物と架橋材料との合計を100重量部とした場合、通常、1000～100000重量部であり、好ましくは2000～20000重量部である。

[0343] <発光素子の層構成>

本発明の発光素子は、陽極と、陰極と、陽極および陰極の間に設けられた第1の有機層と、陽極および第1の有機層の間に設けられた第2の有機層とを有する。本発明の発光素子は、陽極、陰極、第1の有機層および第2の有機層以外の層を有していてもよい。

[0344] 本発明の発光素子において、第1の有機層は、通常、発光層である。

[0345] 本発明の発光素子において、第1の有機層と第2の有機層とは、本発明の

発光素子の輝度寿命がより優れるので、隣接していることが好ましい。

[0346] 本発明の発光素子は、本発明の発光素子の電力効率がより優れるので、陽極と第2の有機層との間に、正孔輸送層および正孔注入層からなる群から選ばれる少なくとも1つの層をさらに有することが好ましい。また、本発明の発光素子は、本発明の発光素子の電力効率が優れるので、陰極と第1の有機層との間に、電子輸送層および電子注入層からなる群から選ばれる少なくとも1つの層をさらに有することが好ましい。

[0347] 本発明の発光素子の具体的な層構成としては、例えば、下記の(D1)～(D19)で表される層構成が挙げられる。本発明の発光素子は、通常、基板を有するが、基板上に陽極から積層されていてもよく、基板上に陰極から積層されていてもよい。

[0348] (D1) 陽極／第2の有機層／第1の有機層／陰極

(D2) 陽極／第2の有機層／第1の有機層／電子輸送層／陰極

(D3) 陽極／第2の有機層／第1の有機層／電子注入層／陰極

(D4) 陽極／第2の有機層／第1の有機層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D5) 陽極／正孔注入層／第2の有機層／第1の有機層／陰極

(D6) 陽極／正孔注入層／第2の有機層／第1の有機層／電子輸送層／陰極

(D7) 陽極／正孔注入層／第2の有機層／第1の有機層／電子注入層／陰極

(D8) 陽極／正孔注入層／第2の有機層／第1の有機層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D9) 陽極／正孔輸送層／第2の有機層／第1の有機層／陰極

(D10) 陽極／正孔輸送層／第2の有機層／第1の有機層／電子輸送層／陰極

(D11) 陽極／正孔輸送層／第2の有機層／第1の有機層／電子注入層／陰極

(D 1 2) 陽極／正孔輸送層／第 2 の有機層／第 1 の有機層／電子輸送層／電子注入層／陰極

(D 1 3) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第 2 の有機層／第 1 の有機層／陰極

(D 1 4) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第 2 の有機層／第 1 の有機層／電子輸送層／陰極

(D 1 5) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第 2 の有機層／第 1 の有機層／電子注入層／陰極

(D 1 6) 陽極／正孔注入層／正孔輸送層／第 2 の有機層／第 1 の有機層／電子輸送層／電子注入層／陰極

[0349] 上記の (D 1) ～ (D 1 6) 中、「／」は、その前後の層が隣接して積層していることを意味する。具体的には、「第 2 の有機層／第 1 の有機層」とは、第 2 の有機層と第 1 の有機層とが隣接して積層していることを意味する。

[0350] 本発明の発光素子において、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、必要に応じて、2 層以上設けられていてもよい。

[0351] 陽極、陰極、第 1 の有機層、第 2 の有機層、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層および電子輸送層の厚さは、通常、1 nm ～ 1 μm であり、好ましくは 2 nm ～ 500 nm であり、更に好ましくは 5 nm ～ 150 nm である。

[0352] 本発明の発光素子において、積層する層の順番、数、および厚さは、発光素子の発光効率および素子寿命を勘案して調整すればよい。

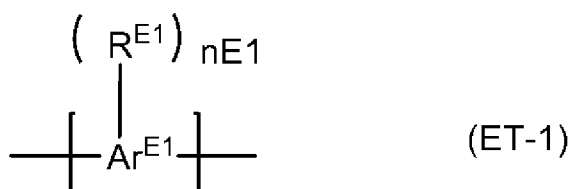
[0353] [正孔輸送層]

正孔輸送層は、通常、正孔輸送材料を用いて形成される層であり、正孔輸送材料を含有する層である。正孔輸送層の形成に用いる正孔輸送材料としては、例えば、前述の第 1 の有機層の組成物が含有していてもよい正孔輸送材料が挙げられる。正孔輸送材料は、1 種単独で用いても、2 種以上を併用してもよい。

[0354] [電子輸送層]

電子輸送層は、通常、電子輸送材料を用いて形成される層であり、電子輸送材料を含有する層である。電子輸送層の形成に用いる電子輸送材料としては、例えば、前述の第1の有機層の組成物が含有していてもよい電子輸送材料、式(E T-1)で表される構成単位および式(E T-2)で表される構成単位からなる群から選ばれる少なくとも1種の構成単位を含む高分子化合物が挙げられ、式(E T-1)で表される構成単位および式(E T-2)で表される構成単位からなる群から選ばれる少なくとも1種の構成単位を含む高分子化合物が好ましい。電子輸送材料は、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0355] [化93]



[式中、

$nE1$ は、1以上の整数を表す。

Ar^{E1} は、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は R^{E1} 以外の置換基を有していてもよい。

R^{E1} は、式(E S-1)で表される基を表す。 R^{E1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[0356] $\text{---(R}^{E3}\text{)}_{cE1}\text{---(Q}^{E1}\text{)}_{nE4}\text{---Y}^{E1}\text{(M}^{E2}\text{)}_{aE1}\text{(Z}^{E1}\text{)}_{bE1}\text{---(E S-1)}$

[式中、

$cE1$ は0または1を表し、 $nE4$ は0以上の整数を表し、 $aE1$ は1以上の整数を表し、 $bE1$ は0以上の整数を表す。

R^{E3} は、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Q^{E1} は、アルキレン基、アリーレン基、酸素原子または硫黄原子を表し、

これらの基は置換基を有していてもよい。 Q^{E1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Y^{E1} は、 $-CO_2^-$ 、 $-SO_3^-$ 、 $-SO_2^-$ または PO_3^{2-} を表す。

M^{E2} は、金属カチオンまたはアンモニウムカチオンを表し、このアンモニウムカチオンは置換基を有していてもよい。 M^{E2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Z^{E1} は、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^{E4}SO_3^-$ 、 $R^{E4}COO^-$ 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、 BF_4^- または PF_6^- を表す。 R^{E4} は、アルキル基、シクロアルキル基またはアリール基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 Z^{E1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

a^{E1} および b^{E1} は、式(E S-1)で表される基の電荷が0となるように選択される。]

[0357] n^{E1} は、好ましくは、1～4の整数であり、より好ましくは1または2である。

[0358] Ar^{E1} で表される芳香族炭化水素基または複素環基としては、1,4-フェニレン基、1,3-フェニレン基、1,2-フェニレン基、2,6-ナフタレンジイル基、1,4-ナフタレンジイル基、2,7-フルオレンジイル基、3,6-フルオレンジイル基、2,7-フェナントレンジイル基または2,7-カルバゾールジイル基から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 n^{E1} 個を除いた残りの原子団が好ましく、 R^{E1} 以外の置換基を有していてもよい。

[0359] Ar^{E1} が有していてもよい R^{E1} 以外の置換基としては、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アミノ基、置換アミノ基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、シクロアルキニル基、カルボキシ基、式(E S-3)で表される基が挙げられる。

[0360] $-\text{O}(\text{C}_{n'}\text{H}_{2n'}\text{O})_{n \times} \text{C}_{m'}\text{H}_{2m'+1}$ (ES-3)

[式中、 n' 、 m' および $n \times$ は、1以上の整数を表す。]

[0361] $c \in 1$ は、0または1であることが好ましく、 $n \in 4$ は、0～6の整数であることが好ましい。

[0362] $\text{R}^{\text{E}3}$ としては、アリーレン基が好ましい。

[0363] $\text{Q}^{\text{E}1}$ としては、アルキレン基、アリーレン基または酸素原子が好ましい。

[0364] $\text{Y}^{\text{E}1}$ としては、 $-\text{CO}_2^-$ または $-\text{SO}_3^-$ が好ましい。

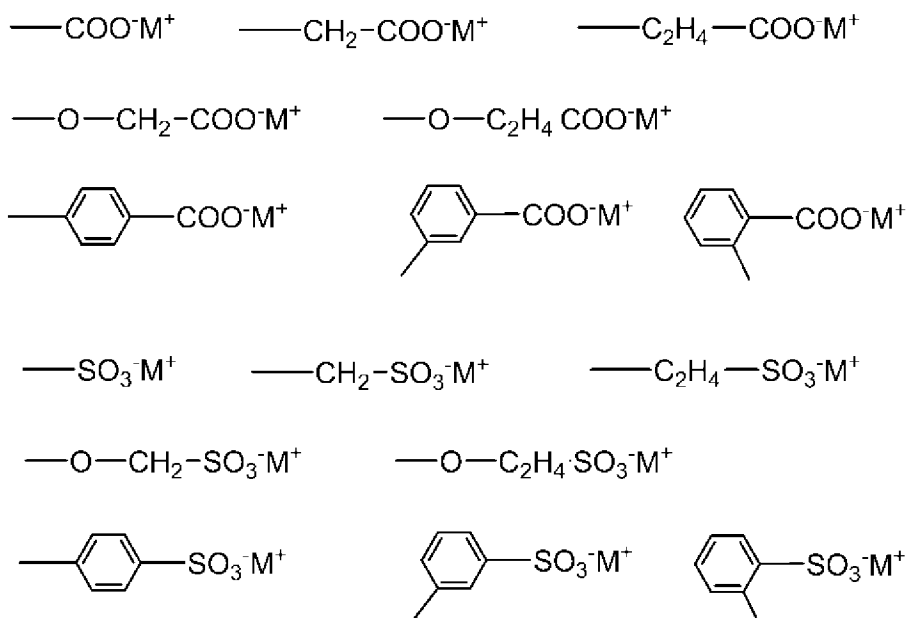
[0365] $\text{M}^{\text{E}2}$ としては、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Cs^+ 、 $\text{N}(\text{CH}_3)_4^+$ 、 $\text{NH}(\text{CH}_3)_3^+$ 、 $\text{NH}_2(\text{CH}_3)_2^+$ または $\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4^+$ が好ましい。

[0366] $\text{Z}^{\text{E}1}$ としては、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $\text{R}^{\text{E}4}\text{SO}_3^-$ または $\text{R}^{\text{E}4}\text{COO}^-$ が好ましい。

[0367] $\text{R}^{\text{E}3}$ が有していてもよい置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基および式(ES-3)で表される基が挙げられる。 $\text{R}^{\text{E}3}$ は、本発明の発光素子の発光効率が優れるため、式(ES-3)で表される基を置換基として有していることが好ましい。

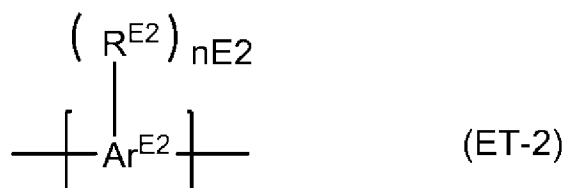
[0368] 式(ES-1)で表される基としては、例えば、下記式で表される基が挙げられる。

[0369] [化94]



[式中、 M^+ は、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Cs^+ 、 $N(CH_3)_4^+$ 、 $NH(CH_3)_3^+$ 、 $NH_2(CH_3)_2^+$ または $N(C_2H_5)_4^+$ を表す。]

[0370] [化95]



[式中、

$nE2$ は 1 以上の整数を表す。

Ar^{E2} は、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は R^{E2} 以外の置換基を有していてもよい。

R^{E2} は、式 (ES-2) で表される基を表す。 R^{E2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[0371] $\text{---} (R^{E6})_{cE2} \text{---} (Q^{E2})_{nE6} \text{---} Y^{E2} (M^{E3})_{bE2} (Z^{E2})_{aE2} \quad (ES-2)$

[式中、

$cE2$ は 0 または 1 を表し、 $nE6$ は 0 以上の整数を表し、 $bE2$ は 1 以上の整数を表し、 $aE2$ は 0 以上の整数を表す。

R^{E6} は、アリーレン基または 2 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Q^{E2} は、アルキレン基、アリーレン基、酸素原子または硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 Q^{E2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Y^{E2} は、カルボカチオン、アンモニウムカチオン、ホスホニルカチオンまたはスルホニルカチオンを表す。

M^{E3} は、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 OH^- 、 $R^{E7}SO_3^-$ 、 $R^{E7}COO^-$ 、 ClO^- 、 ClO_2^- 、 ClO_3^- 、 ClO_4^- 、 SCN^- 、 CN^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HSO_4^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 、テトラフェニルボレート、 BF_4^- または PF_6^- を表す。 R^{E7} は、アルキル基、パーフルオロアルキ

ル基、またはアリール基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

M^{E3} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

Z^{E2} は、金属イオンまたはアンモニウムイオンを表し、このアンモニウムイオンは置換基を有していてもよい。 Z^{E2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

a^{E2} および b^{E2} は、式(E S-2)で表される基の電荷が0となるように選択される。]

[0372] n^{E2} は、好ましくは、1～4の整数であり、より好ましくは1または2である。

[0373] Ar^{E2} で表される芳香族炭化水素基または複素環基としては、1, 4-フェニレン基、1, 3-フェニレン基、1, 2-フェニレン基、2, 6-ナフタレンジイル基、1, 4-ナフタレンジイル基、2, 7-フルオレンジイル基、3, 6-フルオレンジイル基、2, 7-フェナントレンジイル基または2, 7-カルバゾールジイル基から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 n^{E2} 個を除いた残りの原子団が好ましく、 R^{E2} 以外の置換基を有していてもよい。

[0374] Ar^{E2} が有していてもよい R^{E2} 以外の置換基としては、 Ar^{E1} が有していてもよい R^{E1} 以外の置換基と同様である。

[0375] c^{E2} は、0または1であることが好ましく、 n^{E6} は、0～6の整数であることが好ましい。

[0376] R^{E6} としては、置換基を有していてもよいアリーレン基が好ましい。

[0377] Q^{E2} としては、アルキレン基、アリーレン基または酸素原子が好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0378] Y^{E2} としては、カルボカチオンまたはアンモニウムカチオンが好ましい。

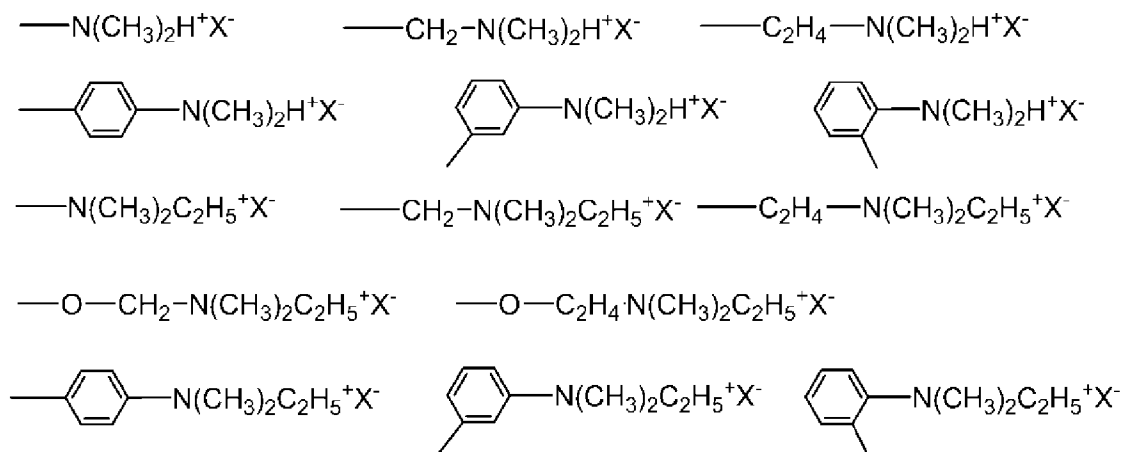
[0379] M^{E3} としては、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、テトラフェニルボレート、 $CF_3SO_3^-$ または CH_3COO^- が好ましい。

[0380] Z^{E2} としては、 Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ 、 Cs^+ 、 $N(CH_3)_4^+$ 、 $NH(CH_3)_3^+$ 、 $NH_2(CH_3)_2^+$ または $N(C_2H_5)_4^+$ が好ましい。

[0381] R^{E6} が有していてもよい置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基および式(E S-3)で表される基が挙げられる。 R^{E6} は、本発明の発光素子の発光効率が優れるため、式(E S-3)で表される基を置換基として有していることが好ましい。

[0382] 式(E S-2)で表される基としては、例えば、下記式で表される基が挙げられる。

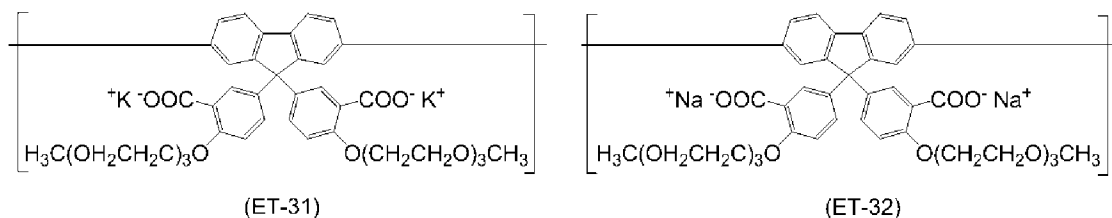
[0383] [化96]



[式中、 X^- は、 F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、テトラフェニルボレート、 $CF_3SO_3^-$ 、または CH_3COO^- を表す。]

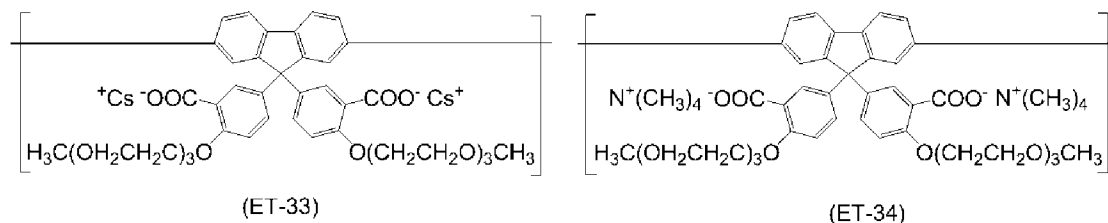
[0384] 式(ET-1)および式(ET-2)で表される構造単位としては、例えば、下記式(ET-31)～式(ET-34)で表される構造単位が挙げられる。

[0385] [化97]



[0386]

[化98]



[0387] 後述する正孔注入層の形成に用いる材料、正孔輸送層の形成に用いる材料、第2の有機層の形成に用いる材料、第1の有機層の形成に用いる材料、電子輸送層の形成に用いる材料、後述する電子注入層の形成に用いる材料は、発光素子の作製において、各々、正孔注入層、正孔輸送層、第2の有機層、第1の有機層、電子輸送層および電子注入層に隣接する層の形成時に使用される溶媒に溶解する場合、該溶媒に該材料が溶解することが回避されることが好ましい。材料の溶解を回避する方法としては、i) 架橋基を有する材料を用いる方法、または、ii) 隣接する層の溶解性に差を設ける方法が好ましい。上記i)の方法では、架橋基を有する材料を用いて層を形成した後、該架橋基を架橋させることにより、該層を不溶化させることができる。

[0388] 第1の有機層の上に、溶解性の差を利用して電子輸送層を積層する場合、第1の有機層に対して溶解性の低い溶液を用いることで電子輸送層を積層することができる。

[0389] 第1の有機層の上に、溶解性の差を利用して電子輸送層を積層する場合に用いる溶媒としては、水、アルコール類、エーテル類、エステル類、ニトリル化合物類、ニトロ化合物類、フッ素化アルコール、チオール類、スルフィド類、スルホキシド類、チオケトン類、アミド類、カルボン酸類等が好ましい。該溶媒の具体例としては、メタノール、エタノール、2-プロパノール、1-ブタノール、tert-ブチルアルコール、アセトニトリル、1,2-エタンジオール、N,N-ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、酢酸、ニトロメタン、炭酸プロピレン、ピリジン、二硫化炭素、および、これらの溶媒の混合溶媒が挙げられる。混合溶媒を用いる場合、水、アルコール類、エーテル類、エステル類、ニトリル化合物類、ニトロ化合物類、フ

ッ素化アルコール、チオール類、スルフィド類、スルホキシド類、チオケトン類、アミド類、カルボン酸類等から選ばれる１種類以上の溶媒と、塩素系溶媒、芳香族炭化水素系溶媒、脂肪族炭化水素系およびケトン系から選ばれる１種類以上の溶媒との混合溶媒であってもよい。

[0390] [正孔注入層および電子注入層]

正孔注入層は、通常、正孔注入材料を用いて形成される層であり、正孔注入材料を含有する層である。正孔注入層の形成に用いる正孔注入材料としては、例えば、前述の第１の有機層の組成物が含有していてもよい正孔注入材料が挙げられる。正孔注入材料は、１種単独で用いても、２種以上を併用してもよい。

[0391] 電子注入層は、通常、電子注入材料を用いて形成される層であり、電子注入材料を含有する層である。電子注入層の形成に用いる電子注入材料としては、例えば、前述の第１の有機層の組成物が含有していてもよい電子注入材料が挙げられる。電子注入材料は、１種単独で用いても、２種以上を併用してもよい。

[0392] [基板／電極]

発光素子における基板は、電極を形成することができ、かつ、有機層を形成する際に化学的に変化しない基板であればよく、例えば、ガラス、プラスチック、シリコン等の材料からなる基板である。不透明な基板を使用する場合には、基板から最も遠くにある電極が透明または半透明であることが好ましい。

[0393] 陽極の材料としては、例えば、導電性の金属酸化物、半透明の金属が挙げられ、好ましくは、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化スズ；インジウム・スズ・オキサイド（ITO）、インジウム・亜鉛・オキサイド等の導電性化合物；銀とパラジウムと銅との複合体（APC）；NESEA、金、白金、銀、銅である。

[0394] 陰極の材料としては、例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム、ルビジウム、セシウム、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム

、バリウム、アルミニウム、亜鉛、インジウム等の金属；それらのうち2種以上の合金；それらのうち1種以上と、銀、銅、マンガン、チタン、コバルト、ニッケル、タングステン、錫のうち1種以上との合金；並びに、グラファイトおよびグラファイト層間化合物が挙げられる。合金としては、例えば、マグネシウム－銀合金、マグネシウム－インジウム合金、マグネシウム－アルミニウム合金、インジウム－銀合金、リチウム－アルミニウム合金、リチウム－マグネシウム合金、リチウム－インジウム合金、カルシウム－アルミニウム合金が挙げられる。

[0395] 陽極および陰極は、各々、2層以上の積層構造としてもよい。

[0396] 本発明の発光素子において、陽極および陰極の少なくとも一方は、通常、透明または半透明であるが、陽極が透明または半透明であることが好ましい。

[0397] 陽極および陰極の形成方法としては、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、メッキ法およびラミネート法が挙げられる。

[0398] [発光素子の製造方法]

本発明の発光素子において、第1の有機層、第2の有機層、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層、電子注入層等の各層の形成方法としては、低分子化合物を用いる場合、例えば、粉末からの真空蒸着法、溶液または熔融状態からの成膜による方法が挙げられ、高分子化合物を用いる場合、例えば、溶液または熔融状態からの成膜による方法が挙げられる。

[0399] 第1の有機層は第1の有機層のインクを用いて、第2の有機層は第2の有機層のインクを用いて、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層および電子注入層は、上述した正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料および電子注入材料をそれぞれ含有するインクを用いて、スピンコート法、インクジェット印刷法に代表される塗布法により形成することができる。

[0400] [発光素子の用途]

発光素子を用いて面状の発光を得るためには、面状の陽極と陰極が重なり

合うように配置すればよい。パターン状の発光を得るためには、面状の発光素子の表面にパターン状の窓を設けたマスクを設置する方法、非発光部にしたい層を極端に厚く形成し実質的に非発光とする方法、陽極若しくは陰極、または両方の電極をパターン状に形成する方法がある。これらのいずれかの方法でパターンを形成し、いくつかの電極を独立にON/OFFできるように配置することにより、数字、文字等を表示できるセグメントタイプの表示装置が得られる。ドットマトリックス表示装置とするためには、陽極と陰極を共にストライプ状に形成して直交するように配置すればよい。複数の種類の発光色の異なる高分子化合物を塗り分ける方法、カラーフィルターまたは蛍光変換フィルターを用いる方法により、部分カラー表示、マルチカラー表示が可能となる。ドットマトリックス表示装置は、パッシブ駆動も可能であるし、TFT等と組み合わせてアクティブ駆動も可能である。これらの表示装置は、コンピュータ、テレビ、携帯端末等のディスプレイに用いることができる。面状の発光素子は、液晶表示装置のバックライト用の面状光源、または、面状の照明用光源として好適に用いることができる。フレキシブルな基板を用いれば、曲面状の光源および表示装置としても使用できる。

実施例

[0401] 以下、実施例によって本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0402] 実施例において、高分子化合物のポリスチレン換算の数平均分子量(Mn)およびポリスチレン換算の重量平均分子量(Mw)は、サイズエクスクルージョンクロマトグラフィー(SEC)(島津製作所製、商品名:LC-10Avp)により求めた。なお、SECの測定条件は、次のとおりである。

[0403] [測定条件]

測定する高分子化合物を約0.05重量%の濃度でTHFに溶解させ、SECに10 μ L注入した。SECの移動相としてTHFを用い、2.0mL/分の流量で流した。カラムとして、PLgel MIXED-B(ポリマーラボラトリーズ製)を用いた。検出器にはUV-VIS検出器(島津製作所製、商品名:SPD-10Avp)を用いた。

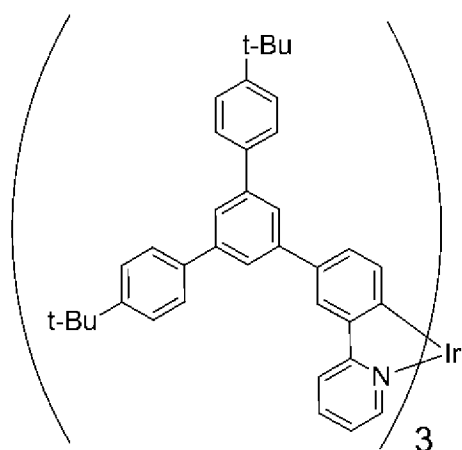
[0404] NMRの測定は、下記の方法で行った。

5～10mgの測定試料を約0.5mLの重クロロホルム(CDCl_3)、重テトラヒドロフラン(THF-d_8)または重塩化メチレン(CD_2Cl_2)に溶解させ、NMR装置(Agilent製、商品名：INOVA300またはMERCURY 400VX)を用いて測定した。

[0405] <合成例1> 化合物G1の合成

化合物G1は、国際公開第2009/131255号に記載の方法に従って合成した。

[0406] [化99]

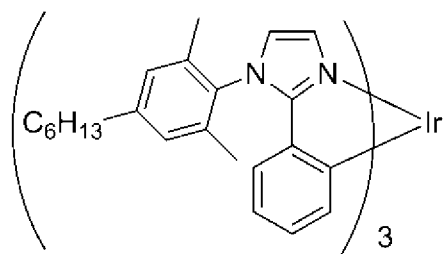


化合物G1

[0407] <合成例2> 化合物G2の合成

化合物G2は、国際公開第2008/090795号に記載の方法に従って合成した。

[0408] [化100]

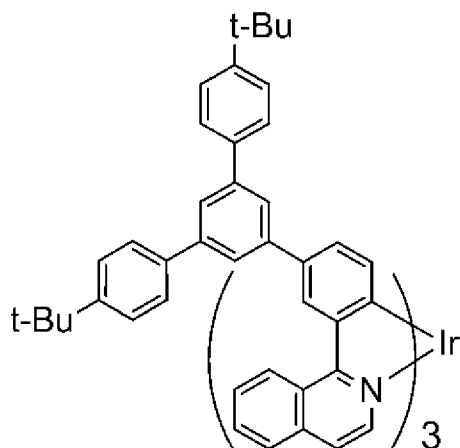


化合物G2

[0409] <合成例3> 化合物G3の合成

化合物G3は、特開2006-188673号公報に記載の方法に従って合成した。

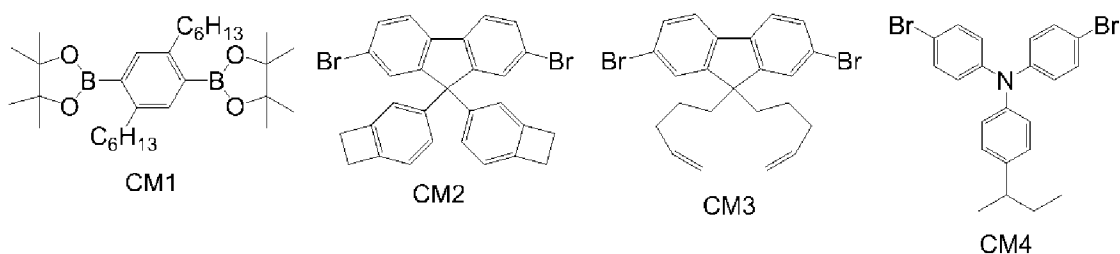
[0410] [化101]



化合物G3

[0411] <合成例4> 高分子化合物P1の合成

[0412] [化102]



[0413] (工程1) 反応容器内を不活性ガス雰囲気とした後、特開2010-189630号公報に記載の方法に従って合成した単量体CM1 (0.9950 g)、特開2008-106241号公報に記載の方法に従って合成した単量体CM2 (0.1064 g)、特開2010-215886号公報に記載の方法に従って合成した単量体CM3 (0.0924 g)、特表2002-539292号公報に記載の方法に従って合成した単量体CM4 (0.7364 g)、ジクロロビス〔トリス(2-メトキシフェニル)ホスフィン〕パラジウム (1.8 mg) およびトルエン (47 ml) を加え、105℃に加熱した。

(工程2) 反応液に、20重量%水酸化テトラエチルアンモニウム水溶液 (6.6 ml) を滴下し、5.5時間還流させた。

(工程3) その後、そこに、フェニルボロン酸 (24.4 mg)、20重量

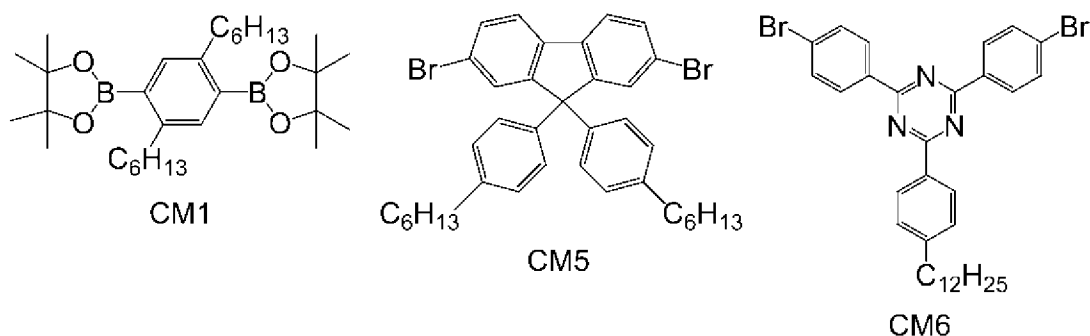
%水酸化テトラエチルアンモニウム水溶液（6.6 ml）およびジクロロビス〔トリス（2-メトキシフェニル）ホスフィン〕パラジウム（1.8 mg）を加え、14時間還流させた。

（工程4）その後、そこに、ジエチルジチアカルバミン酸ナトリウム水溶液を加え、80℃で2時間撹拌した。冷却後、反応液を、水で2回、3重量%酢酸水溶液で2回、水で2回洗浄し、得られた溶液をメタノールに滴下したところ、沈殿が生じた。沈殿物をトルエンに溶解させ、アルミナカラム、シリカゲルカラムの順番で通すことにより精製した。得られた溶液をメタノールに滴下し、撹拌した後、得られた沈殿物をろ取し、乾燥させることにより、高分子化合物P1を0.91 g得た。高分子化合物P1のMnは 5.2×10^4 であり、Mwは 2.5×10^5 であった。

[0414] 高分子化合物P1は、仕込み原料の量から求めた理論値では、単量体CM1から誘導される構成単位と、単量体CM2から誘導される構成単位と、単量体CM3から誘導される構成単位と、単量体CM4から誘導される構成単位とが、50 : 5 : 5 : 40のモル比で構成されてなる共重合体である。

[0415] <合成例5> 高分子化合物P2の合成

[0416] [化103]

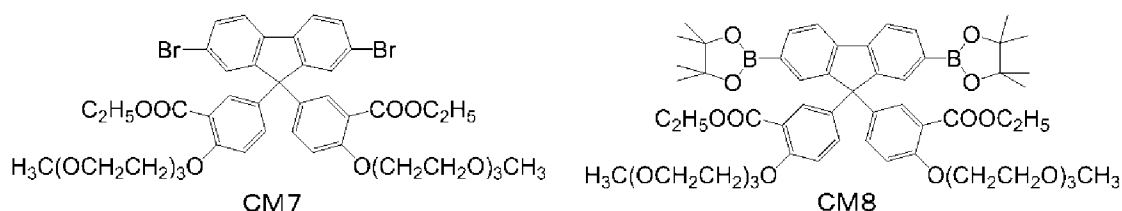


[0417] 高分子化合物P2は、単量体CM1、国際公開第2012/86671号に記載の方法に従って合成した単量体CM5、および、特開2010-189630号公報に記載の方法に従って合成した単量体CM6を用いて、特開2012-036388号公報に記載の方法に従って合成した。高分子化合物P2のMnは 9.1×10^4 であり、Mwは 2.3×10^5 であった。

[0418] 高分子化合物 P 2 は、仕込み原料の量から求めた理論値では、単量体 C M 1 から誘導される構成単位と、単量体 C M 5 から誘導される構成単位と、単量体 C M 6 から誘導される構成単位とが、50 : 40 : 10 のモル比で構成されてなる共重合体である。

[0419] <合成例 6> 高分子化合物 P 3 の合成

[0420] [化104]



[0421] (工程 1) 反応容器内を不活性ガス雰囲気とした後、特開 2012-33845 号公報に記載の方法に従って合成した単量体 CM7 (0.55 g)、特開 2012-33845 号公報に記載の方法に従って合成した単量体 CM8 (0.61 g)、トリフェニルホスフィンパラジウム (0.01 g)、メチルトリオクチルアンモニウムクロライド (アルドリッチ製、商品名 Aliquat 336 (登録商標)) (0.20 g) およびトルエン (10 mL) を加え、105℃に加熱した。

(工程 2) 反応液に、2 M 炭酸ナトリウム水溶液 (6 mL) を滴下し、8 時間還流させた。

(工程 3) その後、そこに、4-tert-ブチルフェニルボロン酸 (0.01 g) を加え、6 時間還流させた。

(工程 4) その後、そこに、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム水溶液 (10 mL、濃度：0.05 g/mL) を加え、2 時間攪拌した。得られた反応溶液をメタノール (300 mL) に滴下し、1 時間攪拌した。その後、析出した沈殿をろ過し、2 時間減圧乾燥させ、テトラヒドロフラン (20 mL) に溶解させた。得られた溶液を、メタノール (120 mL) および 3 重量% 酢酸水溶液 (50 mL) の混合溶媒に滴下し、1 時間攪拌した。その後、析出した沈殿をろ過し、テトラヒドロフラン (20 mL) に溶解させた。

(工程5) 得られた溶液を、メタノール(200 mL)に滴下し、30分攪拌した。その後、析出した沈殿をろ過した。得られた固体をテトラヒドロフランに溶解させた後、アルミナカラム、シリカゲルカラムに順に通液することにより精製した。得られた溶液をメタノールに滴下し、攪拌した後、析出した沈殿をろ過した。得られた固体を乾燥させることにより、高分子化合物P3を520 mg得た。高分子化合物P3の M_n は 5.2×10^4 であり、 M_w は 1.5×10^5 であった。

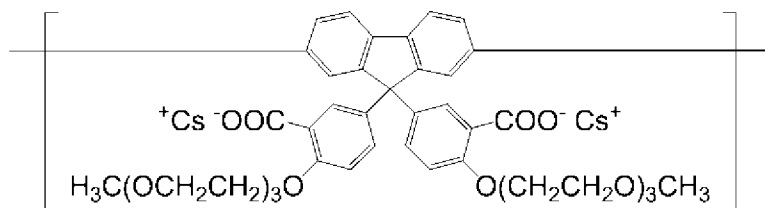
[0422] 高分子化合物P3は、仕込み原料の量から求めた理論値では、単量体CM7から誘導される構成単位と、単量体CM8から誘導される構成単位とが、50:50のモル比で構成されてなる共重合体である。

[0423] <合成例7> 高分子化合物P4の合成

高分子化合物P3(200 mg)を反応容器に加えた後、反応容器内を窒素ガス雰囲気とした。その後、そこへ、テトラヒドロフラン(20 mL)およびエタノール(20 mL)を加え、55℃に昇温した。その後、そこに、水酸化セシウム(200 mg)を水(2 mL)に溶解させた水酸化セシウム水溶液を加え、55℃で6時間攪拌した。得られた反応混合物を室温まで冷却した後、溶媒を減圧留去した。得られた固体を水で洗浄した後、減圧乾燥させることにより、高分子化合物P4(150 mg)を得た。高分子化合物P4の $^1\text{H-NMR}$ 解析により、高分子化合物P4中のエチルエステル部位のシグナルが消失し、反応が完了したことを確認した。

[0424] 高分子化合物P4は、高分子化合物P3の仕込み原料の量から求めた理論値では、下記で表される構成単位からなる共重合体である。

[0425] [化105]



[0426] <実施例1> 発光素子1の作製と評価

(陽極および正孔注入層の形成)

ガラス基板にスパッタ法により45 nmの厚みでITO膜を付けることにより陽極を形成した。該陽極上に、ポリチオフェン・スルホン酸系の正孔注入剤であるAQ-1200 (Plextronics社製) をスピンコート法により35 nmの厚さで成膜し、大気雰囲気下において、ホットプレート上で170℃、15分間加熱することにより正孔注入層を形成した。

[0427] (正孔輸送層の形成)

キシレンに、高分子化合物P1および化合物G1 (高分子化合物P1/化合物G1 = 80重量%/20重量%) を0.6重量%の濃度で溶解させた。得られたキシレン溶液を用いて、正孔注入層の上にスピンコート法により20 nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、ホットプレート上で180℃、60分間加熱させることにより正孔輸送層を形成した。ホットプレート上で180℃、60分間加熱させることにより、高分子化合物P1は、高分子化合物P1の架橋体となる。

[0428] (発光層の形成)

キシレンに、高分子化合物P2および化合物G1 (高分子化合物P2/化合物G1 = 70重量%/30重量%) を2.5重量%の濃度で溶解させた。得られたキシレン溶液を用いて、正孔輸送層の上にスピンコート法により80 nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、130℃、10分間加熱させることにより発光層を形成した。

[0429] (陰極の形成)

発光層の形成した基板を蒸着機内において、 1.0×10^{-4} Pa以下にまで減圧した後、陰極として、発光層の上にフッ化ナトリウムを約4 nm、次いで、フッ化ナトリウム層の上にアルミニウムを約80 nm蒸着した。蒸着後、ガラス基板を用いて封止することにより、発光素子1を作製した。

[0430] (発光素子の評価)

発光素子1に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000 cd/m²における駆動電圧は6.1 [V]、発光効率は76.5 [cd/A]

〕、色度座標（ x ， y ）は（0.30，0.64）であった。初期輝度が28000 cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、7.3時間であった。

[0431] <実施例2> 発光素子2の作製と評価

実施例1における、高分子化合物P1および化合物G1を溶解させたキシレン溶液（0.6重量%、高分子化合物P1／化合物G1＝80重量％／20重量%）に代えて、高分子化合物P1および化合物G1を溶解させたキシレン溶液（0.6重量%、高分子化合物P1／化合物G1＝70重量％／30重量%）を用いた以外は、実施例1と同様にして、発光素子2を作製した。

[0432] （発光素子の評価）

発光素子2に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000 cd/m²における駆動電圧は5.7 [V]、発光効率は74.0 [cd/A]、色度座標（ x ， y ）は（0.30，0.64）であった。初期輝度が28000 cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、8.5時間であった。

[0433] <実施例3> 発光素子3の作製と評価

実施例1における、高分子化合物P1および化合物G1を溶解させたキシレン溶液（0.6重量%、高分子化合物P1／化合物G1＝80重量％／20重量%）に代えて、高分子化合物P1および化合物G1を溶解させたキシレン溶液（0.6重量%、高分子化合物P1／化合物G1＝60重量％／40重量%）を用いた以外は、実施例1と同様にして、発光素子3を作製した。

[0434] （発光素子の評価）

発光素子3に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000 cd/m²における駆動電圧は5.7 [V]、発光効率は70.2 [cd/A]、色度座標（ x ， y ）は（0.30，0.64）であった。初期輝度が28000 cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半

減寿命を測定したところ、9.6時間であった。

[0435] <比較例1> 発光素子C1の作製と評価

実施例1における、高分子化合物P1および化合物G1を溶解させたキシレン溶液（0.6重量%、高分子化合物P1／化合物G1＝80重量％／20重量%）に代えて、高分子化合物P1のみを溶解させたキシレン溶液（0.6重量%）を用いた以外は、実施例1と同様にして、発光素子C1を作製した。

[0436] （発光素子の評価）

発光素子C1に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000cd/m²における駆動電圧は6.1[V]、発光効率は82.7[c d/A]、色度座標（x，y）は（0.30，0.64）であった。初期輝度が28000cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、5.2時間であった。

[0437] [表3]

	正孔輸送層の形成	発光層の形成	輝度半減寿命(時間)
発光素子1	高分子化合物P1 (80重量%) ／化合物G1 (20重量%)	高分子化合物P2 (70重量%) ／化合物G1 (30重量%)	7.3
発光素子2	高分子化合物P1 (70重量%) ／化合物G1 (30重量%)	高分子化合物P2 (70重量%) ／化合物G1 (30重量%)	8.5
発光素子3	高分子化合物P1 (60重量%) ／化合物G1 (40重量%)	高分子化合物P2 (70重量%) ／化合物G1 (30重量%)	9.6
発光素子C1	高分子化合物P1 (100重量%)	高分子化合物P2 (70重量%) ／化合物G1 (30重量%)	5.2

[0438] <実施例4> 発光素子4の作製と評価

（陽極および正孔注入層の形成）

ガラス基板にスパッタ法により45 nmの厚みでITO膜を付けることにより陽極を形成した。該陽極上に、ポリチオフェン・スルホン酸系の正孔注入剤であるAQ-1200 (Plextronics社製) をスピコート法により35 nmの厚さで成膜し、大気雰囲気下において、ホットプレート上で170℃、15分間加熱することにより正孔注入層を形成した。

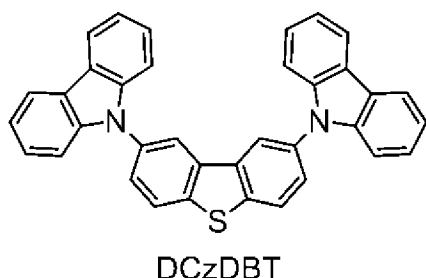
[0439] (正孔輸送層の形成)

クロロベンゼンに、高分子化合物P1および化合物G2 (高分子化合物P1 / 化合物G2 = 85重量% / 15重量%) を0.5重量%の濃度で溶解させた。得られたクロロベンゼン溶液を用いて、正孔注入層の上にスピコート法により20 nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、ホットプレート上で180℃、60分間加熱させることにより正孔輸送層を形成した。ホットプレート上で180℃、60分間加熱させることにより、高分子化合物P1は、高分子化合物P1の架橋体となる。

[0440] (発光層の形成)

クロロベンゼンに、2,8-di(9H-carbazol-9-yl)dibenzo[b,d]thiophene (DCzDBT) (Luminescence Technology Corp社製) および化合物G2 (DCzDBT / 化合物G2 = 70重量% / 30重量%) を2.0重量%の濃度で溶解させた。得られたクロロベンゼン溶液を用いて、正孔輸送層の上にスピコート法により60 nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、130℃、10分間加熱させることにより発光層を形成した。

[0441] [化106]



[0442] (電子輸送層の形成)

2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5-オクタフルオロ-1-ペンタノールに、高分子化合物P4を0.25重量%の濃度で溶解させた。得られた2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5-オクタフルオロ-1-ペンタノール溶液を用いて、発光層の上にスピコート法により10nmの厚さで成膜し、窒素ガス雰囲気下において、130℃、10分加熱させることにより電子輸送層を形成した。

[0443] (陰極の形成)

電子輸送層の形成した基板を蒸着機内において、 1.0×10^{-4} Pa以下にまで減圧した後、陰極として、発光層の上にフッ化ナトリウムを約4nm、次いで、フッ化ナトリウム層の上にアルミニウムを約80nm蒸着した。蒸着後、ガラス基板を用いて封止することにより、発光素子4を作製した。

[0444] (発光素子の評価)

発光素子4に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000 cd/m²における駆動電圧は6.1 [V]、発光効率は3.5 [cd/A]、色度座標(x, y)は(0.19, 0.40)であった。初期輝度が4000 cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、94.1時間であった。

[0445] <実施例5> 発光素子5の作製と評価

実施例4における、高分子化合物P1および化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液(0.5重量%、高分子化合物P1/化合物G2=85重量%/15重量%)に代えて、高分子化合物P1および化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液(0.5重量%、高分子化合物P1/化合物G2=70重量%/30重量%)を用いた以外は、実施例4と同様にして、発光素子5を作製した。

[0446] (発光素子の評価)

発光素子5に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000 cd/m²における駆動電圧は5.9 [V]、発光効率は3.5 [cd/A]、色度座標(x, y)は(0.19, 0.39)であった。初期輝度が40

0 c d / m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、45.4時間であった。

[0447] <比較例2> 発光素子C2の作製と評価

実施例4における、高分子化合物P1および化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液（0.5重量%、高分子化合物P1／化合物G2＝85重量%／15重量%）に代えて、高分子化合物P1のみを溶解させたクロロベンゼン溶液（0.5重量%）を用いた以外は、実施例4と同様にして、発光素子C2を作製した。

[0448] （発光素子の評価）

発光素子C2に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000 c d / m²における駆動電圧は7.6 [V]、発光効率は1.4 [c d / A]、色度座標（x, y）は（0.19, 0.40）であった。初期輝度が400 c d / m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、2.7時間であった。

[0449] [表4]

	正孔輸送層の形成	発光層の形成	輝度半減寿命(時間)
発光素子4	高分子化合物P1 (85重量%) ／化合物G2 (15重量%)	DCzDBT (70重量%) ／化合物G2 (30重量%)	94.1
発光素子5	高分子化合物P1 (70重量%) ／化合物G2 (30重量%)	DCzDBT (70重量%) ／化合物G2 (30重量%)	45.4
発光素子C2	高分子化合物P1 (100重量%)	DCzDBT (70重量%) ／化合物G2 (30重量%)	2.7

[0450] <実施例6> 発光素子6の作製と評価

実施例4における、高分子化合物P1および化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液（0.5重量%、高分子化合物P1／化合物G2＝85重量

%／15重量%)に代えて、高分子化合物P1および化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液(0.5重量%、高分子化合物P1／化合物G2＝70重量%／30重量%)を用い、さらに、DCzDBTおよび化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液(2.0重量%、DCzDBT／化合物G2＝70重量%／30重量%)に代えて、DCzDBT、化合物G2、化合物G1および化合物G3を溶解させたクロロベンゼン溶液(2.0重量%、DCzDBT／化合物G2／化合物G1／化合物G3＝69重量%／30重量%／0.6重量%／0.4重量%)を用いた以外は、実施例4と同様にして、発光素子6を作製した。

[0451] (発光素子の評価)

発光素子6に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000cd/m²における駆動電圧は8.5[V]、発光効率は4.5[c d/A]、色度座標(x, y)は(0.26, 0.41)であった。初期輝度が1000cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、21.8時間であった。

[0452] <実施例7> 発光素子7の作製と評価

実施例4における、高分子化合物P1および化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液(0.5重量%、高分子化合物P1／化合物G2＝85重量%／15重量%)に代えて、高分子化合物P1、化合物G1および化合物G3を溶解させたクロロベンゼン溶液(0.5重量%、高分子化合物P1／化合物G1／化合物G3＝95重量%／3重量%／2重量%)を用い、さらに、DCzDBTおよび化合物G2を溶解させたクロロベンゼン溶液(2.0重量%、DCzDBT／化合物G2＝70重量%／30重量%)に代えて、DCzDBT、化合物G2、化合物G1および化合物G3を溶解させたクロロベンゼン溶液(2.0重量%、DCzDBT／化合物G2／化合物G1／化合物G3＝69重量%／30重量%／0.6重量%／0.4重量%)を用いた以外は、実施例4と同様にして、発光素子7を作製した。

[0453] (発光素子の評価)

発光素子 7 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。1000 cd/m²における駆動電圧は9.3 [V]、発光効率は6.2 [cd/A]、色度座標 (x, y) は (0.23, 0.40) であった。初期輝度が1000 cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、11.2時間であった。

[0454] <実施例 8> 発光素子 8 の作製と評価

実施例 4 における、高分子化合物 P 1 および化合物 G 2 を溶解させたクロロベンゼン溶液 (0.5 重量%、高分子化合物 P 1 / 化合物 G 2 = 85 重量% / 15 重量%) に代えて、高分子化合物 P 1、化合物 G 1 および化合物 G 3 を溶解させたクロロベンゼン溶液 (0.5 重量%、高分子化合物 P 1 / 化合物 G 1 / 化合物 G 3 = 90 重量% / 6 重量% / 4 重量%) を用い、さらに、DCzDBT および化合物 G 2 を溶解させたクロロベンゼン溶液 (2.0 重量%、DCzDBT / 化合物 G 2 = 70 重量% / 30 重量%) に代えて、DCzDBT、化合物 G 2、化合物 G 1 および化合物 G 3 を溶解させたクロロベンゼン溶液 (2.0 重量%、DCzDBT / 化合物 G 2 / 化合物 G 1 / 化合物 G 3 = 69 重量% / 30 重量% / 0.6 重量% / 0.4 重量%) を用いた以外は、実施例 4 と同様にして、発光素子 8 を作製した。

[0455] (発光素子の評価)

発光素子 8 に電圧を印加することにより E L 発光が観測された。1000 cd/m²における駆動電圧は8.7 [V]、発光効率は7.1 [cd/A]、色度座標 (x, y) は (0.24, 0.40) であった。初期輝度が1000 cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、14.0時間であった。

[0456] <比較例 3> 発光素子 C 3 の作製と評価

実施例 4 における、高分子化合物 P 1 および化合物 G 2 を溶解させたクロロベンゼン溶液 (0.5 重量%、高分子化合物 P 1 / 化合物 G 2 = 85 重量% / 15 重量%) に代えて、高分子化合物 P 1 のみを溶解させたクロロベンゼン溶液 (0.5 重量%) を用い、さらに、DCzDBT および化合物 G 2

を溶解させたクロロベンゼン溶液（2.0重量%、DCzDBT／化合物G2＝70重量%／30重量%）に代えて、DCzDBT、化合物G2、化合物G1および化合物G3を溶解させたクロロベンゼン溶液（2.0重量%、DCzDBT／化合物G2／化合物G1／化合物G3＝69重量%／30重量%／0.6重量%／0.4重量%）を用いた以外は、実施例4と同様にし、発光素子C3を作製した。

[0457]（発光素子の評価）

発光素子C3に電圧を印加することによりEL発光が観測された。1000cd/m²における駆動電圧は10.4[V]、発光効率は3.8[c d/A]、色度座標（x，y）は（0.23，0.40）であった。初期輝度が1000cd/m²となるように電流値を設定後、定電流で駆動させ、輝度半減寿命を測定したところ、2.6時間であった。

[0458]

[表5]

	正孔輸送層の形成	発光層の形成	輝度半減 寿命(時間)
発光素子 6	高分子化合物P 1 (70重量%) ／化合物G 2 (30重量%)	DCzDBT (69重量%) ／化合物G 2 (30重量%) ／化合物G 1 (0.6重量%) ／化合物G 3 (0.4重量%)	21.8
発光素子 7	高分子化合物P 1 (95重量%) ／化合物G 1 (3重量%) ／化合物G 3 (2重量%)	DCzDBT (69重量%) ／化合物G 2 (30重量%) ／化合物G 1 (0.6重量%) ／化合物G 3 (0.4重量%)	11.2
発光素子 8	高分子化合物P 1 (90重量%) ／化合物G 1 (6重量%) ／化合物G 3 (4重量%)	DCzDBT (69重量%) ／化合物G 2 (30重量%) ／化合物G 1 (0.6重量%) ／化合物G 3 (0.4重量%)	14.0
発光素子 C 3	高分子化合物P 1 (100重量%)	DCzDBT (69重量%) ／化合物G 2 (30重量%) ／化合物G 1 (0.6重量%) ／化合物G 3 (0.4重量%)	2.6

産業上の利用可能性

[0459] 本発明によれば、輝度寿命に優れる発光素子を提供することができる。

請求の範囲

[請求項1]

陽極と、

陰極と、

陽極および陰極の間に設けられた第1の有機層と、

陽極および第1の有機層の間に設けられた第2の有機層とを有する
発光素子であって、

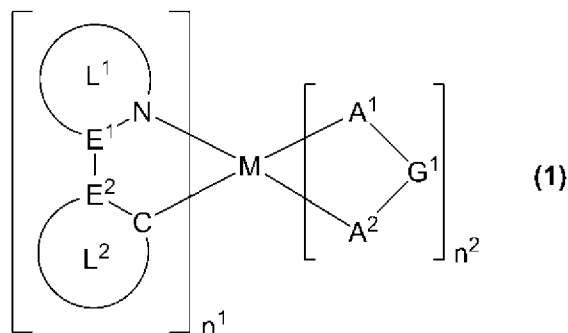
第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物を含有する層であり

、

第2の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、架橋材料の架橋
体とを含有する層であり、

第1の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物と、
第2の有機層に含有される少なくとも1種の燐光発光性化合物とが、
式(1)で表される同一の燐光発光性化合物である発光素子。

[化1]



[式中、

Mは、ルテニウム原子、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子または白金原子を表す。

n^1 は1以上の整数を表し、 n^2 は0以上の整数を表し、 $n^1 + n^2$ は2または3である。Mがルテニウム原子、ロジウム原子またはイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は3であり、Mがパラジウム原子または白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は2である。

E^1 および E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子または窒素原子を表

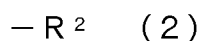
す。但し、 E^1 および E^2 の少なくとも一方は炭素原子である。

環 L^1 は、5員環または6員環の芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^1 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。但し、環 L^1 が6員環の芳香族複素環である場合、 E^1 は炭素原子である。

環 L^2 は、5員環もしくは6員環の芳香族炭化水素環、または、5員環もしくは6員環の芳香族複素環を表し、これらの環は置換基を有していてもよい。該置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 L^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。但し、環 L^2 が6員環の芳香族複素環である場合、 E^2 は炭素原子である。

また、環 L^1 および環 L^2 からなる群から選ばれる少なくとも1つの環は、式(2)で表される基を有する。

$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 および A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子または窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^1 は、単結合、または、 A^1 および A^2 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^1-G^1-A^2$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

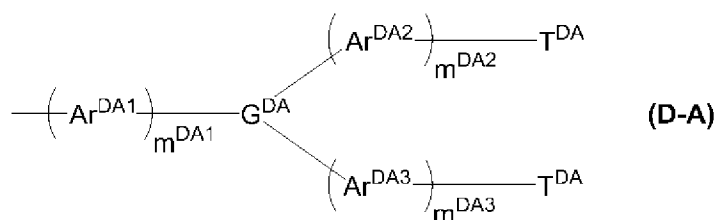


[式中、 R^2 は、アリール基、1価の複素環基または置換アミノ基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[請求項2]

前記式(2)で表される基が、式(D-A)で表される基または式(D-B)で表される基である、請求項1に記載の発光素子。

[化2]



[式中、

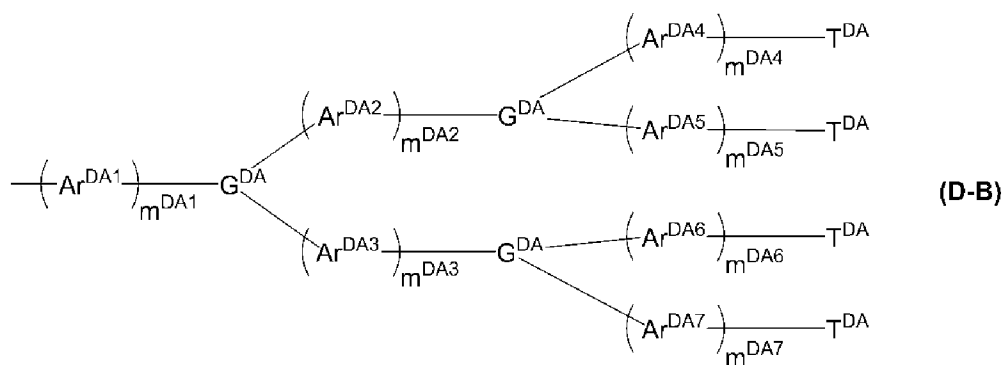
m^{DA1} 、 m^{DA2} および m^{DA3} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} および Ar^{DA3} は、それぞれ独立に、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} および Ar^{DA3} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

T^{DA} は、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なってもよい。]

[化3]



[式中、

m^{DA1} 、 m^{DA2} 、 m^{DA3} 、 m^{DA4} 、 m^{DA5} 、 m^{DA6} および m^{DA7} は、それぞれ独立に、0以上の整数を表す。

G^{DA} は、窒素原子、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数ある G^{DA} は、同一でも異な

っていてもよい。

Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} および Ar^{DA7} は、それぞれ独立に、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 Ar^{DA1} 、 Ar^{DA2} 、 Ar^{DA3} 、 Ar^{DA4} 、 Ar^{DA5} 、 Ar^{DA6} および Ar^{DA7} が複数ある場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。

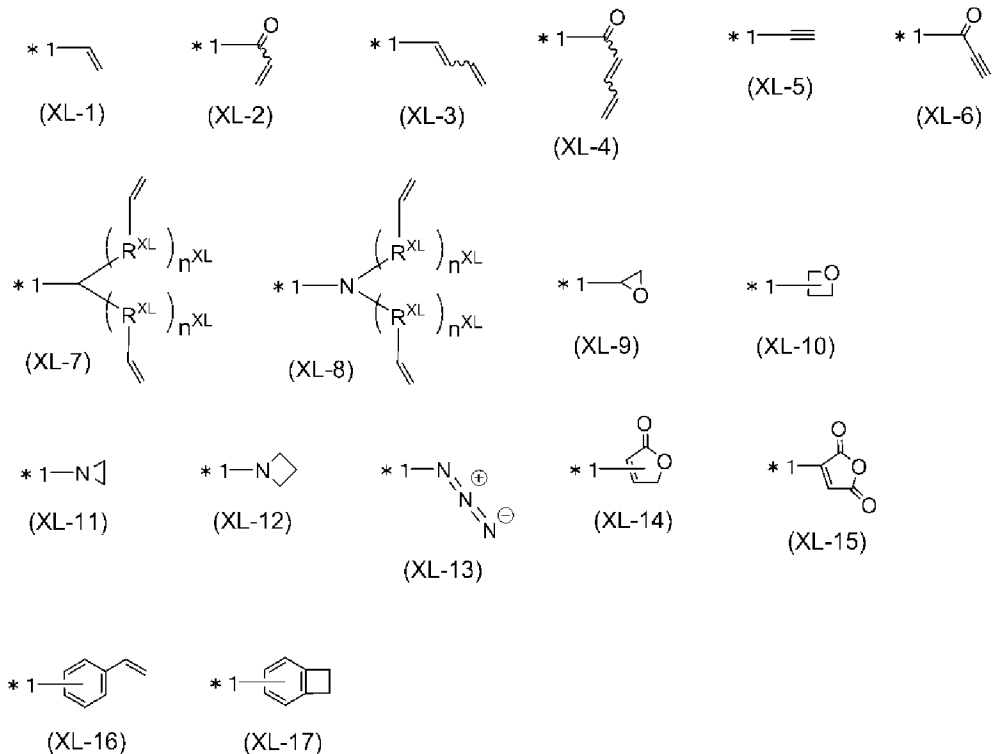
T^{DA} は、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数ある T^{DA} は、同一でも異なってもよい。]

[請求項3]

前記架橋材料が、架橋基A群から選ばれる少なくとも1種の架橋基を有する架橋構成単位を含む高分子化合物である、請求項1または2に記載の発光素子。

(架橋基A群)

[化4]

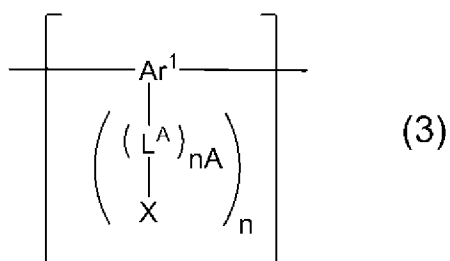


[式中、 R^{XL} は、メチレン基、酸素原子または硫黄原子を表し、 n^{XL} は、0～5の整数を表す。 R^{XL} が複数存在する場合、それらは同一

でも異なってもよく、 $n \times L$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。＊1は結合位置を表す。これらの架橋性基は置換基を有していてもよい。]

[請求項4] 前記架橋構成単位が、式(3)で表される構成単位または式(4)で表される構成単位である、請求項3に記載の発光素子。

[化5]



[式中、

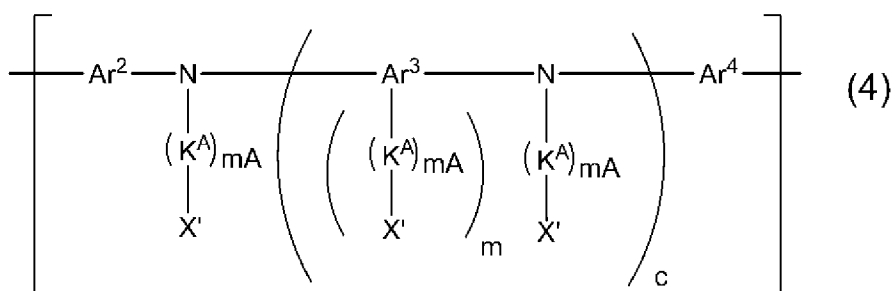
nA は0～5の整数を表し、 n は1または2を表す。

Ar^1 は、芳香族炭化水素基または複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

L^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、 $-\text{NR}'-$ で表される基、酸素原子または硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 L^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X は、架橋基A群から選ばれる架橋基を表す。 X が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[化6]



[式中、

$m A$ は 0 ～ 5 の整数を表し、 m は 1 ～ 4 の整数を表し、 c は 0 または 1 を表す。 $m A$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$A r^3$ は、芳香族炭化水素基、複素環基、または、少なくとも 1 種の芳香族炭化水素環と少なくとも 1 種の複素環とが直接結合した基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

$A r^2$ および $A r^4$ は、それぞれ独立に、アリーレン基または 2 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

$A r^2$ 、 $A r^3$ および $A r^4$ はそれぞれ、当該基が結合している窒素原子に結合している当該基以外の基と、直接または酸素原子もしくは硫黄原子を介して結合して、環を形成していてもよい。

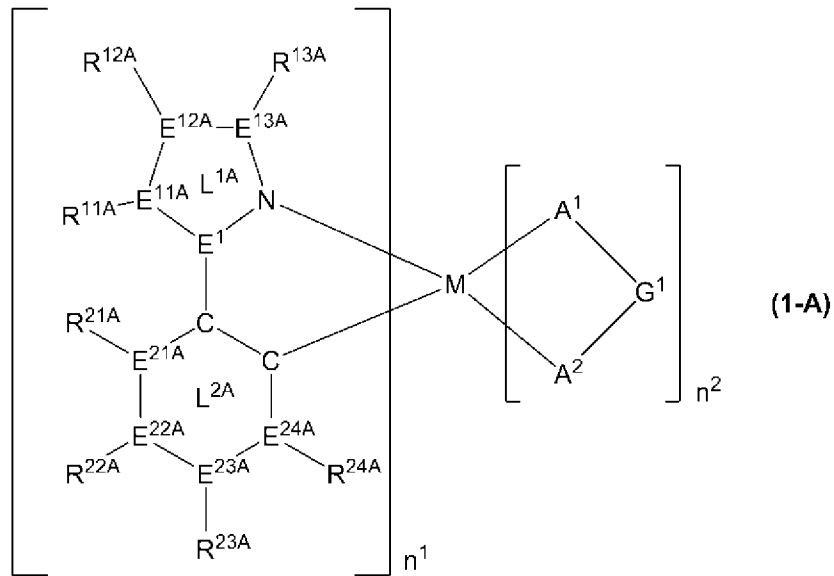
K^A は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2 価の複素環基、 $-N R' -$ で表される基、酸素原子または硫黄原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R' は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 K^A が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

X' は、架橋基 A 群から選ばれる架橋基、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または 1 価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。但し、少なくとも 1 つの X' は、架橋基 A 群から選ばれる架橋基である。]

[請求項5]

前記式 (1) で表される燐光発光性化合物が、式 (1-A) で表される燐光発光性化合物である、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の発光素子。

[化7]



[式中、

M、 n^1 、 n^2 、E¹およびA¹—G¹—A²は、前記と同じ意味を表す。

E^{11A}、E^{12A}、E^{13A}、E^{21A}、E^{22A}、E^{23A}およびE^{24A}は、それぞれ独立に、窒素原子または炭素原子を表す。E^{11A}、E^{12A}、E^{13A}、E^{21A}、E^{22A}、E^{23A}およびE^{24A}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。E^{11A}、E^{12A}およびE^{13A}が窒素原子の場合、R^{11A}、R^{12A}およびR^{13A}は、存在しても存在しなくてもよい。E^{21A}、E^{22A}、E^{23A}およびE^{24A}が窒素原子の場合、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}およびR^{24A}は、存在しない。

R^{11A}、R^{12A}、R^{13A}、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}およびR^{24A}は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。R^{11A}、R^{12A}、R^{13A}、R^{21A}、R^{22A}、R^{23A}およびR^{24A}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。R^{11A}とR^{12A}、R^{12A}とR^{13A}、R^{11A}とR^{21A}、R^{21A}とR^{22A}、R^{22A}とR^{23A}、および、R^{23A}とR^{24A}は、

それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。但し、 R^{11A} 、 R^{12A} 、 R^{13A} 、 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} および R^{24A} からなる群から選ばれる少なくとも1つは、式(2)で表される基である。

環 L^{1A} は、窒素原子、 E^1 、 E^{11A} 、 E^{12A} および E^{13A} とで構成されるトリアゾール環またはイミダゾール環を表す。

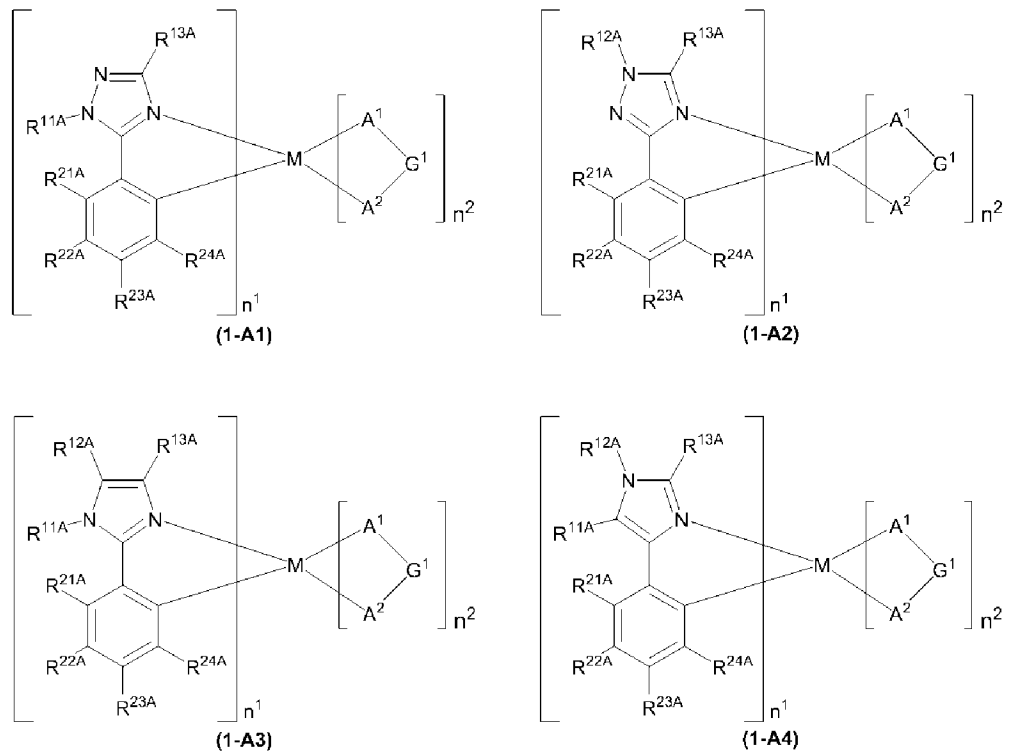
環 L^{2A} は、2つの炭素原子、 E^{21A} 、 E^{22A} 、 E^{23A} および E^{24A} とで構成されるベンゼン環、ピリジン環またはピリミジン環を表す。

]

[請求項6]

前記式(1-A)で表される燐光発光性化合物が、式(1-A1)、(1-A2)、(1-A3)または(1-A4)で表される燐光発光性化合物である、請求項5に記載の発光素子。

[化8]

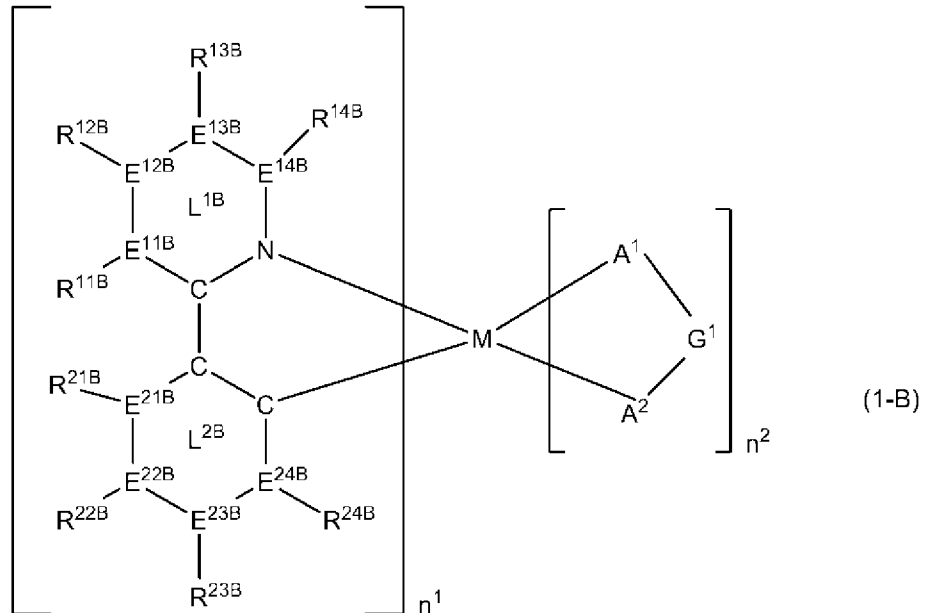


[式中、

M 、 n^1 、 n^2 、 R^{11A} 、 R^{12A} 、 R^{13A} 、 R^{21A} 、 R^{22A} 、 R^{23A} 、 R^{24A} および $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。]

[請求項7] 前記式(1)で表される燐光発光性化合物が、式(1-B)で表される燐光発光性化合物である、請求項1～4のいずれか一項に記載の発光素子。

[化9]



[式中、

M、 n^1 、 n^2 および $A^1-G^1-A^2$ は、前記と同じ意味を表す。

E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} 、 E^{14B} 、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} は、それぞれ独立に、窒素原子または炭素原子を表す。 E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} 、 E^{14B} 、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} 、 E^{14B} 、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} が窒素原子の場合、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} は、存在しない。

R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B}

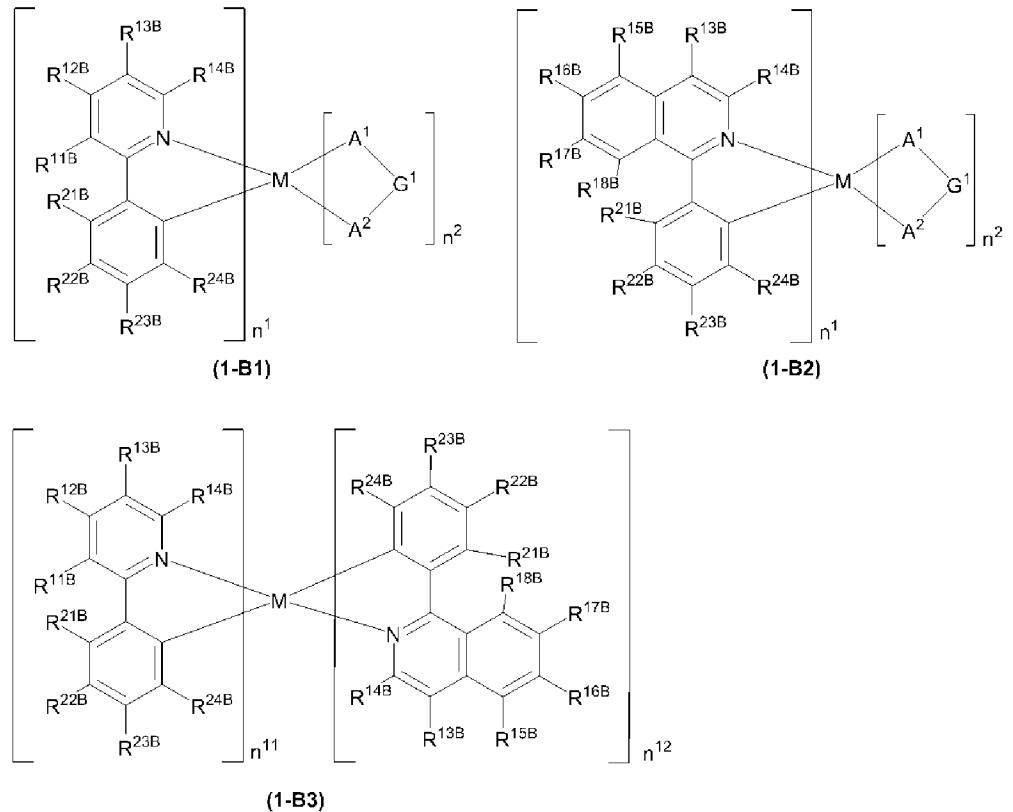
R^B 、 R^{23B} および R^{24B} が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。 R^{11B} と R^{12B} 、 R^{12B} と R^{13B} 、 R^{13B} と R^{14B} 、 R^{11B} と R^{21B} 、 R^{21B} と R^{22B} 、 R^{22B} と R^{23B} 、および、 R^{23B} と R^{24B} は、それぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。但し、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} からなる群から選ばれる少なくとも1つは、式(2)で表される基である。

環 L^{1B} は、窒素原子、炭素原子、 E^{11B} 、 E^{12B} 、 E^{13B} および E^{14B} とで構成されるピリジン環またはピリミジン環を表す。

環 L^{2B} は、2つの炭素原子、 E^{21B} 、 E^{22B} 、 E^{23B} および E^{24B} とで構成されるベンゼン環、ピリジン環またはピリミジン環を表す。
]

[請求項8] 前記式(1-B)で表される燐光発光性化合物が、式(1-B1)、(1-B2)または(1-B3)で表される燐光発光性化合物である、請求項7に記載の発光素子。

[化10]



[式中、

M、n¹、n²、A¹-G¹-A²、R^{11B}、R^{12B}、R^{13B}、R^{14B}、R^{21B}、R^{22B}、R^{23B}およびR^{24B}は、前記と同じ意味を表す。

n¹¹およびn¹²は、それぞれ独立に、1以上の整数を表し、n¹¹+n¹²は2または3である。Mがルテニウム原子、ロジウム原子またはイリジウム原子の場合、n¹¹+n¹²は3であり、Mがパラジウム原子または白金原子の場合、n¹¹+n¹²は2である。

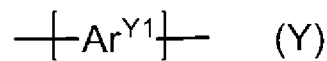
R^{15B}、R^{16B}、R^{17B}およびR^{18B}は、それぞれ独立に、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、1価の複素環基、置換アミノ基またはハロゲン原子を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。R^{15B}、R^{16B}、R^{17B}およびR^{18B}が複数存在する場合、それらはそれぞれ同一でも異なってもよい。R^{13B}とR^{15B}、R^{15B}とR^{16B}、R^{16B}とR^{17B}、R^{17B}とR^{18B}、および、R^{18B}とR^{21B}は、そ

れぞれ結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

但し、 R^{11B} 、 R^{12B} 、 R^{13B} 、 R^{14B} 、 R^{21B} 、 R^{22B} 、 R^{23B} および R^{24B} からなる群から選ばれる少なくとも1つは、式(2)で表される基である。]

[請求項9] 前記第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、式(Y)で表される構成単位を含む高分子化合物とを含有する層である、請求項1～8のいずれか一項に記載の発光素子。

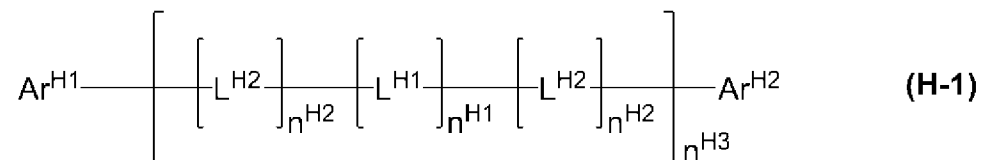
[化11]



[式中、 Ar^{Y1} は、アリーレン基、2価の複素環基、または、少なくとも1種のアリーレン基と少なくとも1種の2価の複素環基とが直接結合した2価の基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

[請求項10] 前記第1の有機層が、1種以上の燐光発光性化合物と、式(H-1)で表される化合物とを含有する層である、請求項1～8のいずれか一項に記載の発光素子。

[化12]



[式中、

Ar^{H1} および Ar^{H2} は、それぞれ独立に、アリーール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。

n^{H1} および n^{H2} は、それぞれ独立に、0または1を表す。 n^{H1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。複数存在する n^{H2} は、同一でも異なってもよい。

n^{H3} は、0以上の整数を表す。

L^{H1} は、アリーレン基、2価の複素環基、または、 $-[C(R^{H11})_2]_{n^{H11}}$ で表される基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 L^{H1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 n^{H11} は、1以上10以下の整数を表す。 R^{H11} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。複数存在する R^{H11} は、同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する炭素原子とともに環を形成していてもよい。

L^{H2} は、 $-N(-L^{H21}-R^{H21})-$ で表される基を表す。 L^{H2} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。 L^{H21} は、単結合、アリーレン基または2価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。 R^{H21} は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基または1価の複素環基を表し、これらの基は置換基を有していてもよい。]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064766

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L51/50(2006.01)i, C07F15/00(2006.01)i, C08G61/12(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H05B33/12(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, C07F15/00, C08G61/12, C09K11/06, H05B33/12

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/021180 A1 (Cambridge Display Technology Ltd., Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 14 February 2013 (14.02.2013), claims; page 42, the lowest three lines to page 47 & JP 2014-528972 A & US 2014/0291651 A1	1-4, 9
X	WO 2013/005031 A1 (Cambridge Display Technology Ltd., Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 10 January 2013 (10.01.2013), claims; Device Example 1 & JP 2014-518311 A & US 2014/0217379 A1 & US 2014/0235800 A1 & GB 2501047 A & GB 2505834 A & WO 2012/104628 A1 & WO 2013/005026 A2 & WO 2013/005028 A1 & WO 2013/005029 A1	1-4, 9

☒ 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
29 June 2015 (29.06.15)

Date of mailing of the international search report
07 July 2015 (07.07.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064766

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-502485 A (Universal Display Corp.), 26 January 2012 (26.01.2012), claims; device architectures 8 to 9; tables 1, 3c to d & US 2011/0215309 A1 & WO 2010/028262 A1 & KR 10-2011-0063818 A & CN 102203977 A	1, 5-10
A	WO 2013/108037 A1 (Cambridge Display Technology Ltd., Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 25 July 2013 (25.07.2013), claims & US 2015/0014670 A1	1-10
A	WO 2013/164647 A2 (Cambridge Display Technology Ltd., Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 07 November 2013 (07.11.2013), claims (Family: none)	1-10
P, A	JP 2014-239219 A (Cambridge Display Technology Ltd., Sumitomo Chemical Co., Ltd.), 18 December 2014 (18.12.2014), claims (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L51/50(2006.01)i, C07F15/00(2006.01)i, C08G61/12(2006.01)i, C09K11/06(2006.01)i, H05B33/12(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（I P C））

Int.Cl. H01L51/50, C07F15/00, C08G61/12, C09K11/06, H05B33/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

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

CAplus/REGISTRY (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2013/021180 A1 (CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY LIMITED, SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED) 2013.02.14, 請求の範囲、第 4 2 頁下 3 行～第 4 7 頁 & JP 2014-528972 A & US 2014/0291651 A1	1 - 4、9
X	WO 2013/005031 A1 (CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY LIMITED, SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED) 2013.01.10, 請求の範囲、Device Example 1 & JP 2014-518311 A & US 2014/0217379 A1 & US 2014/0235800 A1 & GB 2501047 A & GB 2505834 A & WO 2012/104628 A1 & WO 2013/005026 A2 & WO 2013/005028 A1 & WO 2013/005029 A1	1 - 4、9

☒ 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

2 9 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 7 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

岩井 好子

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 0

4 1 6 0

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
X	JP 2012-502485 A (ユニバーサル ディスプレイ コーポレイション) 2012. 01. 26, 請求の範囲、装置構造 8-9、表 1、表 3 c-d & US 2011/0215309 A1 & WO 2010/028262 A1 & KR 10-2011-0063818 A & CN 102203977 A	1、5-10
A	WO 2013/108037 A1 (CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY LIMITED, SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED) 2013. 07. 25, 請求の範囲 & US 2015/0014670 A1	1-10
A	WO 2013/164647 A2 (CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY LIMITED, SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED) 2013. 11. 07, 請求の範囲 (ファミリーなし)	1-10
P A	JP 2014-239219 A (ケンブリッジ ディスプレイ テクノロジー リミテッド、住友化学株式会社) 2014. 12. 18, 請求の範囲 (ファミリーなし)	1-10