

(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
2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/084922 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/12 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)

ED) [JP/JP]; 〒1048260 東京都中央区新川二丁目27番1号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/034950

(22) 国際出願日: 2019年9月5日(05.09.2019)

(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 2018-200626 2018年10月25日(25.10.2018) JP

(71) 出願人: 住友化学株式会社
(SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMIT-

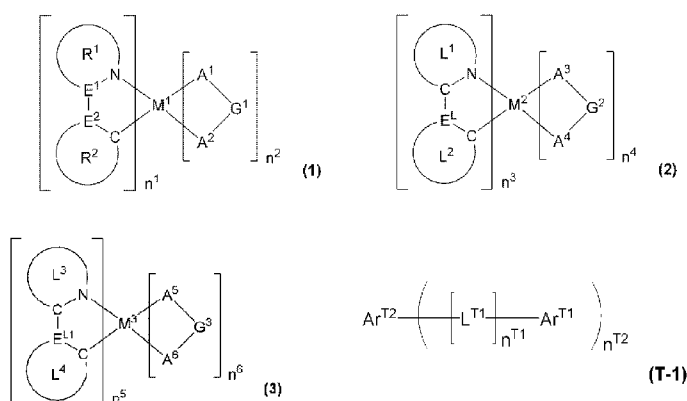
(72) 発明者: 佐々田 敏明 (SASADA, Toshiaki); 〒3003294 茨城県つくば市北原6番住友化学株式会社内 Ibaraki (JP). 稲員 慎一 (INAKAZU, Shinichi); 〒3003294 茨城県つくば市北原6番住友化学株式会社内 Ibaraki (JP). 石井 佑典 (ISHII, Yusuke); 〒3003294 茨城県つくば市北原6番住友化学株式会社内 Ibaraki (JP).

(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33号住友化学株式会社内 Osaka (JP).

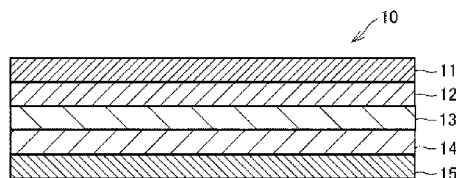
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: LIGHT-EMITTING ELEMENT

(54) 発明の名称: 発光素子



[図1]



(57) Abstract: The present invention provides a light-emitting element having excellent external quantum efficiency. Provided is a light-emitting element having an anode, a cathode, a first layer provided between the anode and the cathode, a second layer provided between the cathode and the first layer, and a third layer provided between the anode and the first layer, wherein: the first layer contains a metal complex which is represented by formula (1); at least one layer from among the second layer and the third layer contains a metal complex which is represented by formula (2) and in which

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the maximum peak wavelength in the emission spectrum thereof is at 570 nm to less than 750 nm; at least one layer from among the first layer, the second layer, and the third layer contains a metal complex which is represented by formula (3) and in which the maximum peak wavelength in the emission spectrum thereof is at 495 nm to less than 570 nm; and at least one layer from among the first layer, the second layer, and the third layer contains a compound which is represented by formula (T-1).

(57) 要約: 外部量子効率が優れる発光素子を提供すること。陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の層、陰極及び第1の層の間に設けられた第2の層と、陽極及び第1の層の間に設けられた第3の層とを有する発光素子であり、第1の層が、式(1)で表される金属錯体を含有する層であり、第2の層及び第3の層の少なくとも1層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が570nm以上750nm未満である式(2)で表される金属錯体を含有し、第1の層、第2の層及び第3の層の少なくとも1層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が495nm以上570nm未満である式(3)で表される金属錯体を含有し、第1の層、第2の層及び第3の層の少なくとも1層が、式(T-1)で表される化合物を含有する、発光素子。

明 細 書

発明の名称：発光素子

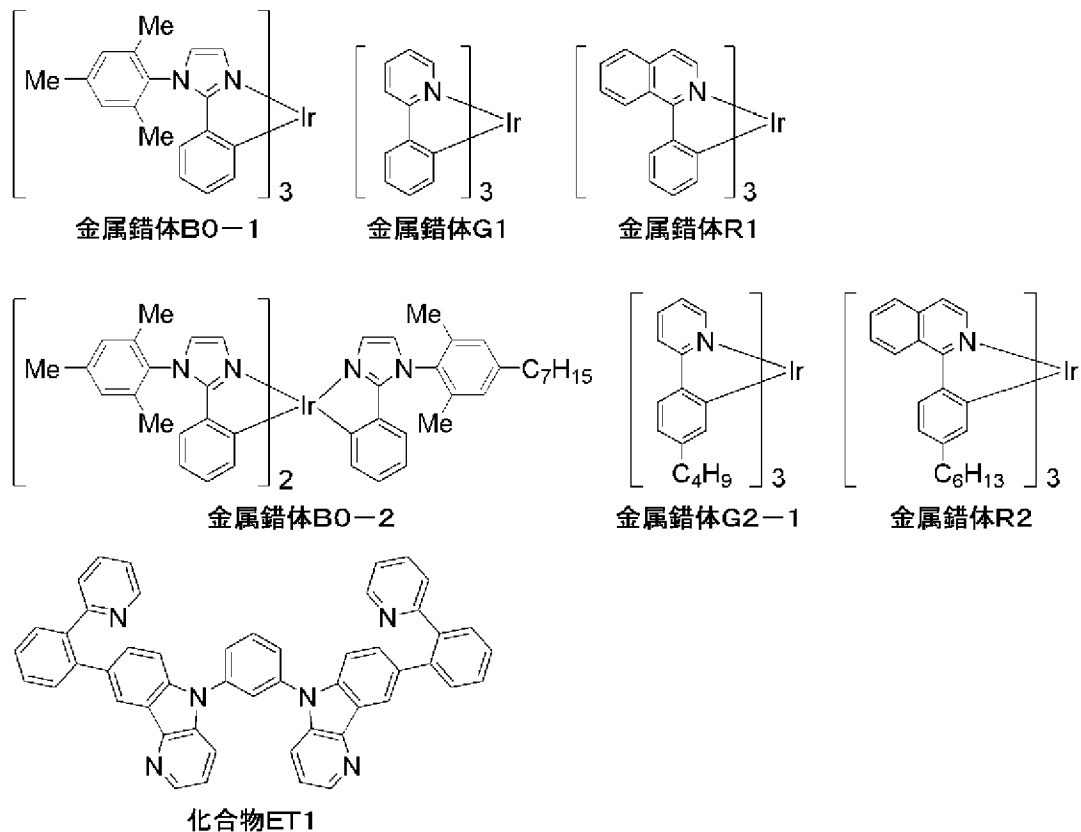
技術分野

[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等の発光素子は、ディスプレイ及び照明の用途に好適に使用することが可能であり、研究開発が行われている。例えば、特許文献1には、金属錯体B0-1を含有する発光層と、金属錯体G1及び金属錯体R1を含有する発光層と、化合物ET1を含有する電子輸送層とを有する発光素子が記載されている。また、特許文献2には、金属錯体G2-1及び金属錯体R2を含有する発光層と、金属錯体B0-2を含有する発光層と、化合物ET1を含有する電子輸送層とを有する発光素子が記載されている。

[0003] [化1]



先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2012／153603号

特許文献2：特開2016－207954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、上述した発光素子は、外部量子効率が必ずしも十分ではない。

そこで、本発明は、外部量子効率が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

[0006] 本発明は、以下の〔1〕～〔18〕を提供する。

〔1〕 陽極と、陰極と、前記陽極及び前記陰極の間に設けられた第1の層、前記陰極及び前記第1の層の間に設けられた第2の層と、前記陽極及び前記第1の層の間に設けられた第3の層とを有する発光素子であり、

前記第1の層が、式（1）で表される金属錯体を含む層であり、

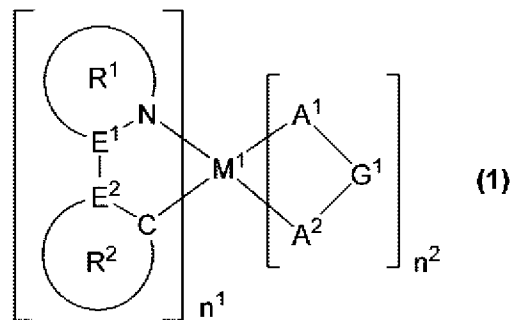
前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が570nm以上750nm未満である式（2）で表される金属錯体を含む、

前記第1の層、前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が495nm以上570nm未満である式（3）で表される金属錯体を含む、

前記第1の層、前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、式（T－1）で表される化合物を含む、発光素子。

[0007]

[化2]



[式中、

M^1 は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^1 は1以上の整数を表し、 n^2 は0以上の整数を表す。但し、 M^1 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^1 + n^2$ は3であり、 M^1 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^1 + n^2$ は2である。

E^1 及び E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^1 及び E^2 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。

環 R^1 は、5員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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 R^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。

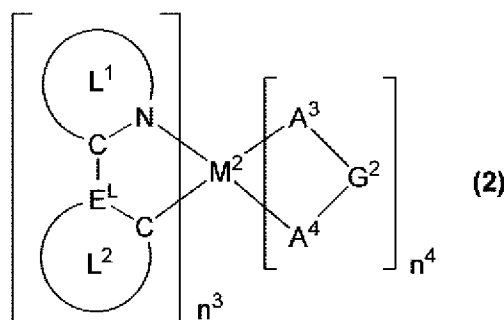
環 R^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

環 R^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。

環 R^1 が有していてもよい置換基と環 R^2 が有していてもよい置換基とは、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。

$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、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、又は、 A^1 及び 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。]

[0008] [化3]



[式中、

M^2 は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^3 は1以上の整数を表し、 n^4 は0以上の整数を表す。但し、 M^2 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 n^3+n^4 は3であり、 M^2 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 n^3+n^4 は2である。

E^1 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^1 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。

環 L^1 は、6員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

環 L^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

環 L^1 が有していてもよい置換基と環 L^2 が有していてもよい置換基とは、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。

但し、環 L^1 及び環 L^2 のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(1-T)で表される基を有する。式(1-T)で表される基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

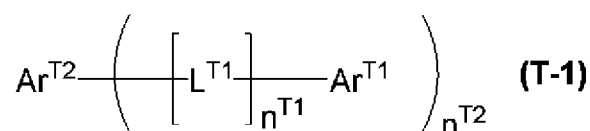
$A^3-G^2-A^4$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^3 及び A^4 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^2 は、単結合、又は、 A^3 及び A^4 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^3-G^2-A^4$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[0009] [化4]



[式中、 R^{1T} 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、アリールオキシ基、アリール基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。]

[0010] [化5]



[式中、

n^{T1} は、0以上5以下の整数を表す。 n^{T1} 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^{T2} は、1以上10以下の整数を表す。

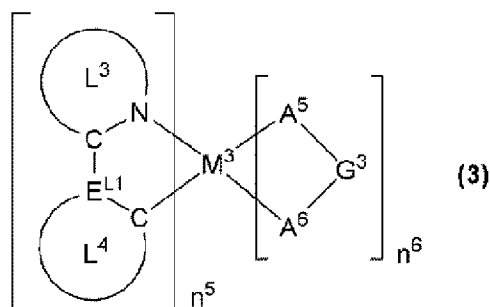
$A r^{T1}$ は、環内に二重結合を有さない窒素原子及び=N-で表される基を含む、縮合環の1価の複素環基であり、該基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。 $A r^{T1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

L^{T1} 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、 $-N R^{T1'}$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。

$R^{T1'}$ は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。 L^{T1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$A r^{T2}$ は、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記置換基が複数存在する場合、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。]

[0011] [化6]



[式中、

M^3 は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^5 は1以上の整数を表し、 n^6 は0以上の整数を表す。但し、 M^3 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^5 + n^6$ は3であり、 M^3 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^5 + n^6$ は2である。

E^{L1} は、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^{L1} 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。

環 L^3 は、6員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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^3 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^4 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

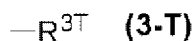
環 L^4 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^3 が有していてもよい置換基と環 L^4 が有していてもよい置換基とは、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。

但し、環 L^3 及び環 L^4 のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(3-T)で表される基を有する。式(3-T)で表される基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$A^5 - G^3 - A^6$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^3 及び A^4 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^3 は、単結合、又は、 A^5 及び A^6 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^5 - G^3 - A^6$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。]

[0012] [化7]



[式中、 R^{3T} は、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。]

[2] 前記第3の層が、前記式(2)で表される金属錯体を含有する、[1]に記載の発光素子。

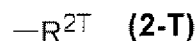
[3] 前記環 L^1 が、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 L^2 が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、[1]又は[2]に記載の発光素子。

[4] 前記第1の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、前記式(3)で表される金属錯体を含有する、[1]～[3]のいずれかに記載の発光素子。

[5] 前記環 L^3 が、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 L^4 が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、[1]～[4]のいずれかに記載の発光素子。

[6] 前記式(1-T)で表される基が、式(2-T)で表される基である、[1]～[5]のいずれかに記載の発光素子。

[0013] [化8]



[式中、 R^{2T} は、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。]

[7] 陽極と、陰極と、前記陽極及び前記陰極の間に設けられた第1の層、前記陰極及び前記第1の層の間に設けられた第2の層と、前記陽極及び前

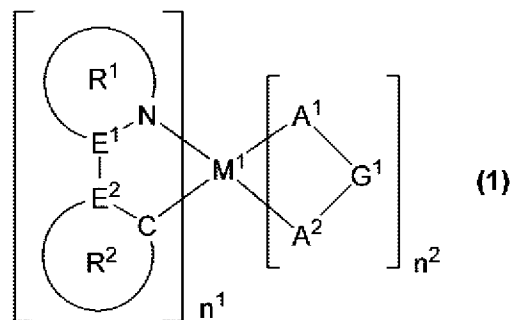
記第 1 の層の間に設けられた第 3 の層とを有する発光素子であり、

前記第 1 の層が、式 (1) で表される金属錯体を含有する層であり、

前記第 2 の層及び前記第 3 の層の少なくとも 1 層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が 570 nm 以上 750 nm 未満である式 (2') で表される金属錯体を含有し、

前記第 1 の層、前記第 2 の層及び前記第 3 の層の少なくとも 1 層が、式 (T-1) で表される化合物を含有する、発光素子。

[0014] [化9]



[式中、

M¹は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n¹は 1 以上の整数を表し、n²は 0 以上の整数を表す。但し、M¹がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、n¹+n²は 3 であり、M¹がパラジウム原子又は白金原子の場合、n¹+n²は 2 である。

E¹及びE²は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。E¹及びE²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。

環 R¹は、5 員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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 R¹が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 R²は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又

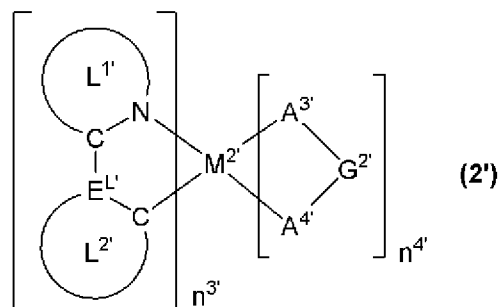
は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。

環 R^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。

環 R^1 が有していてもよい置換基と環 R^2 が有していてもよい置換基とは、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。

$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、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、又は、 A^1 及び 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。]

[0015] [化10]



[式中、

$M^{2'}$ は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

$n^{3'}$ は1以上の整数を表し、 $n^{4'}$ は0以上の整数を表す。但し、 $M^{2'}$ がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^{3'} + n^{4'}$ は3であり、 $M^{2'}$ がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^{3'} + n^{4'}$ は2である。

$E^{1'}$ は、炭素原子又は窒素原子を表す。 $E^{1'}$ 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。

環 $L^{1'}$ は、6員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異な

っていてもよく、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いるてもよい。

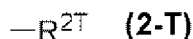
環 $L^{2'}$ は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているてもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 $L^{2'}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているてもよい。

環 $L^{1'}$ が有していてもよい置換基と環 $L^{2'}$ が有していてもよい置換基とは、同一でも異なっているてもよく、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。

但し、環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(2-T)で表される基を有する。式(2-T)で表される基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。

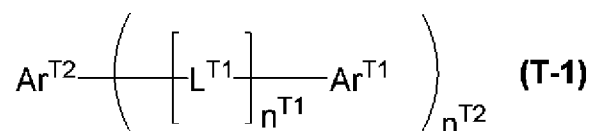
$A^{3'}-G^{2'}-A^{4'}$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 $A^{3'}$ 及び $A^{4'}$ は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 $G^{2'}$ は、単結合、又は、 $A^{3'}$ 及び $A^{4'}$ とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^{3'}-G^{2'}-A^{4'}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なっているてもよい。]

[0016] [化11]



[式中、 R^{2T} は、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基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、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。]

[0017] [化12]



[式中、

n^{T1} は、0以上5以下の整数を表す。 n^{T1} 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^{T2} は、1以上10以下の整数を表す。

Ar^{T1} は、環内に二重結合を有さない窒素原子及び=N-で表される基を含む、縮合環の1価の複素環基であり、該基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、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。 Ar^{T1} 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^{T1} 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、 $-NR^{T1'}$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。

$R^{T1'}$ は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。 L^{T1} 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^{T2} は、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記置換基が複数存在する場合、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。]

[8] 前記第3の層が、前記式(2')で表される金属錯体を含有する、
[7]に記載の発光素子。

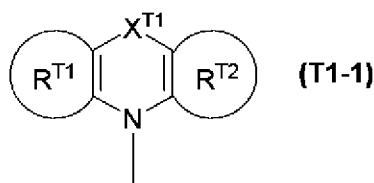
[9] 前記環 $L^{1'}$ が、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 $L^{2'}$ が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、

[7] 又は [8] に記載の発光素子。

[10] 前記第2の層が、前記式 (T-1) で表される化合物を含有する、[1] ~ [9] のいずれかに記載の発光素子。

[11] 前記 $A r^{T1}$ が、式 (T1-1) で表される基である、[1] ~ [10] のいずれかに記載の発光素子。

[0018] [化13]



[式中、

X^{T1} は、単結合、酸素原子、硫黄原子、 $-N(R^{XT1})-$ で表される基、又は、 $-C(R^{XT1'})_2-$ で表される基を表す。 R^{XT1} 及び $R^{XT1'}$ 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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。複数存在する $R^{XT1'}$ 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 R^{T1} 及び環 R^{T2} は、それぞれ独立に、芳香族炭化水素環又は複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。

但し、環 R^{T1} 及び環 R^{T2} のうちの少なくとも一つは、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、該環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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く、

い。]

[12] 前記環 R^{T1} が、芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 R^{T2} が、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、該環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、[11] に記載の発光素子。

[13] 前記環 R^{T1} が、単環式の芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 R^{T2} が、環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であり、該環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、[12] に記載の発光素子。

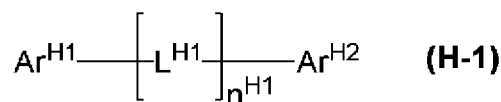
[14] 前記環 R^{T1} が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 R^{T2} が、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、[13] に記載の発光素子。

[15] 前記式 (1) で表される金属錯体の発光スペクトルの最大ピーク波長が 380 nm 以上 495 nm 未満である、[1] ~ [14] のいずれかに記載の発光素子。

[16] 前記環 R^1 が、ジアゾール環又はトリアゾール環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 R^2 が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、[1] ~ [15] のいずれかに記載の発光素子。

[17] 前記第 1 の層が、式 (H-1) で表される化合物を更に含有する、[1] ~ [16] のいずれかに記載の発光素子。

[0019] [化14]



[式中、

$A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ は、それぞれ独立に、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

n^{H1} 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、アルキレン基又はシクロアルキレン基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。 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。]

[18] 前記第1の層と前記第2の層とが隣接しており、且つ、前記第1の層と前記第3の層とが隣接している、[1]～[17]のいずれかに記載の発光素子。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、外部量子効率が優れる発光素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は、本発明の一態様に係る発光素子の概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本実施形態の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0023] <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。

[0024] 「室温」とは、25℃を意味する。

Meはメチル基、i-Prはイソプロピル基、t-Buはtert-ブチル基を表す。

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。

金属錯体を表す式中、中心金属との結合を表す実線は、共有結合又は配位結合を意味する。

[0025] 「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。

「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。

「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。高分子化合物中に 2 個以上存在する構成単位は、一般的に、「繰り返し単位」と呼ばれることがある。

[0026] 「アルキル基」は、直鎖及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 1～20 であり、より好ましくは 1～10 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 3～20 であり、より好ましくは 4～10 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、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、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、2-エチルヘキシル基、デシル基、3, 7-ジメチルオクチル基、2-エチルオクチル基、ドデシル基、トリフルオロメチル基、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、及び 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 4～10 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、シクロヘキシル基及びメチルシクロヘキシル基が挙げられる。

「アルキレン基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常 1 以上 20 以下であり、好ましくは 1 以上 15 以下であり、より好ましく

は1以上10以下である。

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、ヘキシレン基及びオクチレン基が挙げられる。

「シクロアルキレン基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常3以上20以下である。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、シクロヘキシレン基が挙げられる。

[0027] 「芳香族炭化水素基」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個以上を除いた基を意味する。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個を除いた基を「アリール基」ともいう。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個を除いた基を「アリーレン基」ともいう。

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。

「芳香族炭化水素基」は、例えば、単環式の芳香族炭化水素（例えば、ベンゼンが挙げられる。）、又は、多環式の芳香族炭化水素（例えば、ナフタレン及びインデン等の2環式の芳香族炭化水素；アントラセン、フェナントレン、ジヒドロフェナントレン及びフルオレン等の3環式の芳香族炭化水素；トリフェニレン、ナфтаセン、ベンゾフルオレン、ピレン、クリセン及びフルオランテン等の4環式の芳香族炭化水素；ジベンゾフルオレン、ペリレン及びベンゾフルオランテン等の5環式の芳香族炭化水素；スピロビフルオレン等の6環式の芳香族炭化水素；並びに、ベンゾスピロビフルオレン及びアセナフトフルオランテン等の7環式の芳香族炭化水素が挙げられる。）から、環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個以上を除いた基が挙げられ、これらの基は置換基を有していてもよい。芳香族炭化水素基は、これらの基が複数結合した基を含む。

[0028] 「アルコキシ基」は、直鎖及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 1～10 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、イソプロピルオキシ基、ブチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、3, 7-ジメチルオクチルオキシ基、及びラウリルオキシ基が挙げられる。

「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。

「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 6～48 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、ナフチルオキシ基、アントラセニルオキシ基、及びピレニルオキシ基が挙げられる。

[0029] 「複素環基」とは、複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基を意味する。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又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基である「芳香族複素環基」が好ましい。複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 p 個 (p は、1 以上の整数を表す。) を除いた基を「 p 価の複素環基」ともいう。芳香族複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 p 個を除いた基を「 p 価の芳香族複素環基」ともいう。

「芳香族複素環式化合物」としては、例えば、アゾール、チオフェン、フラン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、アザナフタレン、ジアザナフタレン及びカルバゾール等の複素環自体が芳香族性を示す化合物、並びに、フェノキサジン、フェノチアジン及び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が挙げられる。

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 1～60 であり、好ましくは 2～40 であり、より好ましくは 3～20 である。複素環基のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めないで、通常 1～30 であり、好ましくは、1～10 であり、より好ましくは 1～3 である。

複素環基は、置換基を有していてもよく、例えば、単環式の複素環式化合物（例えば、フラン、チオフェン、オキサジアゾール、ピロール、ジアゾール、トリアゾール、テトラゾール、ピリジン、ジアザベンゼン及びトリアジンが挙げられる。）、又は、多環式の複素環式化合物（例えば、アザナフタレン、ジアザナフタレン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、インドール、ベンゾジアゾール及びベンゾチアジアゾール等の 2 環式の複素環式化合物；ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、カルバゾール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、フェノキサジン、フェノチアジン、9, 10-ジヒドロアクリジン、5, 10-ジヒドロフェナジン、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン及びジアザフェナントレン等の 3 環式の複素環式化合物；ヘキサアザトリフェニレン、ベンゾカルバゾール及びベンゾナフトフラン等の 4 環式の複素環式化合物；ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール及びインデノカルバゾール等の 5 環式の複素環式化合物；カルバゾロカルバゾール、ベンゾインドロカルバゾール及びベンゾインデノカルバゾール等の 6 環式の複素環式化合物；並びに、ジベンゾインドロカルバゾール等の 7 環式の複素環式化合物が挙げられる。）から、環を構成する原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基が挙げられ、これらの基は置換基を有していてもよい。複素環基は、これらの基が複数結合した基を含む。

[0030] 「ハロゲン原子」とは、フッ素原子、塩素原子、臭素原子又はヨウ素原子を示す。

[0031] 「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
ル基又は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
アミノ基及びジアリールアミノ基が挙げられる。

より具体的には、置換アミノ基としては、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（メチルフェニル）アミノ基、
及びビス（3，5-ジ-*tert*-ブチルフェニル）アミノ基が挙げられる
。

[0032] 「アルケニル基」は、直鎖及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。

アルケニル基及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、プロペニル基、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、及び、これらの基が置換基を有する基が挙げられる。

[0033] 「アルキニル基」は、直鎖及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。

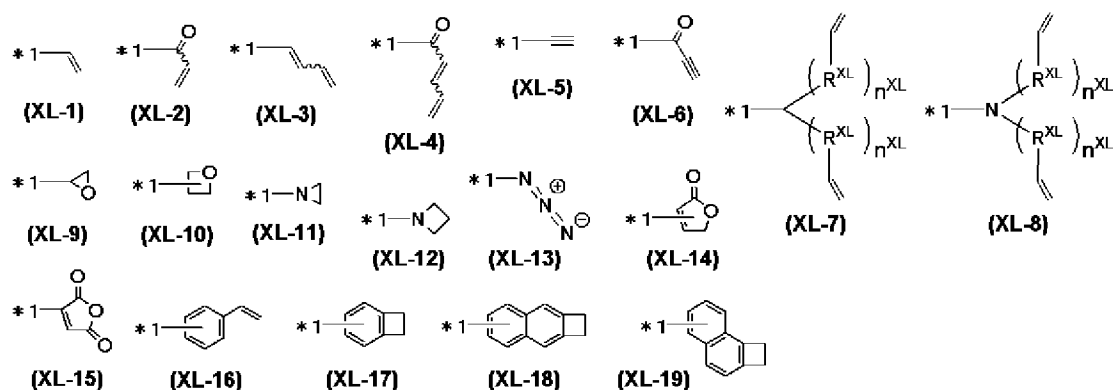
「シクロアルキニル基」の炭素原子数は、置換基の炭素原子を含めないで
、通常4～30であり、好ましくは4～20である。

アルキニル基及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、プロピニル基、ブチニル基、ペンチニル基、ヘキシニル
基、5-ヘキシニル基、及び、これらの基が置換基を有する基が挙げられる

。

[0034] 「架橋性基」とは、加熱、紫外線照射、近紫外線照射、可視光照射、赤外線照射、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、式(XL-1)～式(XL-19)のいずれかで表される基である。これらの基は、置換基を有していてもよい。

[0035] [化15]



[式中、 R^{XL} は、メチレン基、酸素原子又は硫黄原子を表し、 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い。 n^{XL} 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単一又は複数の置換基を有していてもよく、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炭素原子とともに環を形成していてもよい。]

[0036] 「置換基」としては、例えば、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、アルキニル基及びシクロアルキニル基が挙げられる。置換基は架橋性基であってもよい。置換基を有する基は、単一又は複数の置換基を有することができる。置換基を有する環は、単一又は複数の置換基を有することができる。なお、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が、環を形成しないことが好ましい。

[0037] <式(2)で表される金属錯体>

式(2)で表される金属錯体は、通常、室温で燐光発光性を示す金属錯体であり、好ましくは、室温で三重項励起状態からの発光を示す金属錯体である。

[0038] M^2 は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、イリジウム原子又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。

M^2 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 n^3 は2又は3であることが好ましく、3であることがより好ましい。

M^2 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 n^3 は2であることが好ましい。

E^1 は、炭素原子であることが好ましい。式(2)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 E^1 が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。

[0039] 環 L^1 における6員の芳香族複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～60であり、好ましくは2～30であり、更に好ましくは3～15である。環 L^1 における6員の芳香族複素環のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めないで、通常1～30であり、好ましくは、1～10であり、より好ましくは1～3である。

環 L^1 としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した芳香族複素環の中で1つ以上の窒素原子を構成原子として有する6員の芳香族複素環が挙げられ、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、1つ以上4つ以下の窒素原子を構成原子として有する6員の芳香族複素環であり、より好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、更に好ましくは、ピリジン環、キノリン環又はイソキノリン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

式(2)で表される金属錯体を容易に合成できるので、環 L^1 が複数存在す

る場合、それらは好ましくは同一である。より詳細には、環 L^1 が複数存在する場合、複数存在する環 L^1 のうち、少なくとも2つが同一であることが好ましく、複数存在する環 L^1 のすべてが同一であることがより好ましい。

[0040] 環 L^2 における芳香族炭化水素環の炭素原子数は、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、更に好ましくは6～18である。

環 L^2 における芳香族炭化水素環としては、例えば、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した芳香族炭化水素環が挙げられ、好ましくは、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した、単環式、2環式又は3環式の芳香族炭化水素環であり、より好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、フェナントレン環又はジヒドロフェナントレン環であり、更に好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環又はジヒドロフェナントレン環であり、特に好ましくは、ベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環 L^2 における芳香族複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常1～60であり、好ましくは2～30であり、より好ましくは3～15である。環 L^2 における芳香族複素環のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めないで、通常1～30であり、好ましくは、1～10であり、より好ましくは1～3である。

環 L^2 における芳香族複素環としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した芳香族複素環が挙げられ、好ましくは、前述の複素環基の項で例示した、単環式、2環式又は3環式の芳香族複素環であり、より好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、インドール環、ベンゾフラン環、ベンゾチオフェン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環、ジアザカルバゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環であり、更に好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、カルバゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環であり、特に好ましくは、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環 L^2 は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、より好ましくは、ベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

式(2)で表される金属錯体を容易に合成できるので、環 L^2 が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。より詳細には、環 L^2 が複数存在する場合、複数存在する環 L^2 のうち、少なくとも2つが同一であることが好ましく、複数存在する環 L^2 のすべてが同一であることがより好ましい。

[0041] 本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、環 L^1 はピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、且つ、環 L^2 はベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であることが好ましく、環 L^1 はピリジン環、キノリン環又はイソキノリン環であり、且つ、環 L^2 はベンゼ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。

[0042] 「環 L^1 及び環 L^2 のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(1-T)で表される基を有する」とは、環 L^1 及び環 L^2 を構成する原子(好ましくは炭素原子又は窒素原子であり、より好ましくは炭素原子である。)の少なくとも1つに式(1-T)で表される基が直接結合していることを意味する。式(2)で表される金属錯体において、環 L^1 及び環 L^2 が複数存在する場合、複数存在する環 L^1 及び環 L^2 のうちの少なくとも1つの環が式(1-T)で表される基を有していればよいが、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、複数存在する環 L^1 の全て、複数存在する環 L^2 の全て、又は、複数存在する環 L^1 及び環 L^2 の全てが、式(1-T)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^1 の全て、又は、複数存在する環 L^2 の全てが、式(1-T)で表される基を有することがより好ましい。

[0043] 式(2)で表される金属錯体において、環 L^1 及び環 L^2 の少なくとも1つが有する式(1-T)で表される基の個数は、通常、1個～5個であり、式(2)で表される金属錯体を容易に合成できるので、好ましくは1個～3個であり、より好ましくは1個又は2個であり、更に好ましくは1個である。

式(2)で表される金属錯体において、 M^2 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、環 L^1 及び環 L^2 が有する式(1-T)で表される基の合計の個数は、通常、1個～30個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～18個であり、より好ましくは2個～12個であり、更に好ましくは3個～6個である。

式(2)で表される金属錯体において、 M^2 がパラジウム原子又は白金原子の場合、環 L^1 及び環 L^2 が有する式(1-T)で表される基の合計の個数は、通常、1個～20個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～12個であり、より好ましくは1個～8個であり、更に好ましくは2個～4個である。

[0044] 環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、式(1-T)で表される基である。

環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基において、式(1-T)で表される基以外の置換基としては、シアノ基、アルケニル基又はシクロアルケニル基が好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。式(1-T)で表される基以外の置換基が更に有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、後述の R^{1T} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0045] [式(1-T)で表される基]

R^{1T} におけるアリール基としては、好ましくは、単環式、2環式又は3環式の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個を除いた基であり、より好ましくは、フェニル基、ナフチル基又はフルオレニル基であり、更に好ましくは、フェニル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

R^{1T} における1価の複素環基としては、好ましくは、単環式、2環式又は3環式の複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子1個を除いた基であり、より好ましくは、ピリジン環、ジア

ザベンゼン環、トリアジン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、カルバゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基であり、更に好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環又はトリアジン環から環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

R^{1T}における置換アミノ基において、アミノ基が有する置換基としては、アリール基又は 1 価の複素環基が好ましく、アリール基がより好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。アミノ基が有する置換基であるアリール基の例及び好ましい範囲は、R^{1T}におけるアリール基の例及び好ましい範囲と同じである。アミノ基が有する置換基である 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、R^{1T}における 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0046] R^{1T}は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、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、1 価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0047] R^{1T}が有してい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、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1 価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基又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。

R^{1T}が有していてもよい置換基におけるアリール基、1 価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、R^{1T}におけるアリール基

、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0048] R^{1T} が有していてもよい置換基が更に有してい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、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリール基、1価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基又はシクロアルキル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよいが、更に置換基を有さないことが好ましい。

R^{1T} が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 R^{1T} におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0049] [式(2-T)で表される基]

式(1-T)で表される基は、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、式(2-T)で表される基であることが好ましい。

[0050] R^{2T} におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 R^{1T} におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0051] R^{2T} は、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、アリール基又は1価の複素環基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

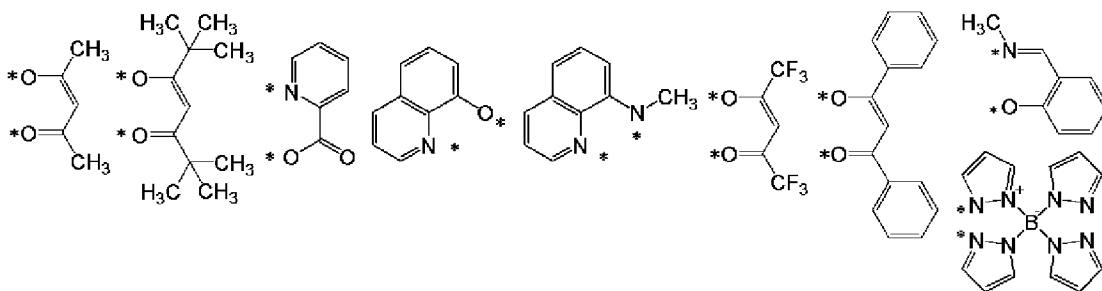
R^{2T} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 R^{1T} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0052] [アニオン性の2座配位子]

$A^3-G^2-A^4$ で表されるアニオン性の2座配位子としては、例えば、下記式で表される配位子が挙げられる。但し、 $A^3-G^2-A^4$ で表されるアニオン性の2座配位子は、添え字 n^3 でその数を定義されている配位子とは異なる。

[0053]

[化16]



[式中、*は、 M^2 と結合する部位を表す。]

[0054] 「式（2'）」で表される金属錯体]

式（２）で表される金属錯体は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がいずれも優れるので、好ましくは、式（２'）で表される金属錯体である。

[0055] $M^{2'}$ の例及び好ましい範囲は、 M^2 の例及び好ましい範囲と同じである。

$n^{3'}$ の例及び好ましい範囲は、 n^3 の例及び好ましい範囲と同じである。

E^L の例及び好ましい範囲は、 E^R の例及び好ましい範囲と同じである。

環 L^1 の例及び好ましい範囲は、環 L^1 の例及び好ましい範囲と同じである

環 $L^{2'}$ の例及び好ましい範囲は、環 L^2 の例及び好ましい範囲と同じである

[0056] 本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、環 $L^{1'}$ はピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、且つ、環 $L^{2'}$ はベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であることが好ましく、環 $L^{1'}$ はピリジン環、キノリン環又はイソキノリン環であり、且つ、環 $L^{1'}$ はベンゼ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。

[0057] 「環L^{1'} 及び環L^{2'} のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(2-T)で表される基を有する」とは、環L^{1'} 及び環L^{2'} を構成する原子(好ましくは炭素原子又は窒素原子であり、より好ましくは炭素原子である。)の少なくとも1つに式(2-T)で表される基が直接結合していることを意味する。式(2')で表される金属錯体において、環L^{1'} 及び環L^{2'} が複数存在

在する場合、複数存在する環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ のうちの少なくとも1つの環が式(2-T)で表される基を有していればよいが、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、複数存在する環 $L^{1'}$ の全て、複数存在する環 $L^{2'}$ の全て、又は、複数存在する環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ の全てが、式(2-T)で表される基を有することが好ましく、複数存在する環 $L^{1'}$ の全て、又は、複数存在する環 $L^{2'}$ の全てが、式(2-T)で表される基を有することがより好ましい。

[0058] 式(2')で表される金属錯体において、環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ の少なくとも1つが有する式(2-T)で表される基の個数は、通常、1個～5個であり、式(2')で表される金属錯体を容易に合成できるので、好ましくは1個～3個であり、より好ましくは1個又は2個であり、更に好ましくは1個である。

式(2')で表される金属錯体において、 $M^{2'}$ がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ が有する式(2-T)で表される基の合計の個数は、通常、1個～30個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～18個であり、より好ましくは2個～12個であり、更に好ましくは2個～6個であり、特に好ましくは2個～4個である。

式(2')で表される金属錯体において、 $M^{2'}$ がパラジウム原子又は白金原子の場合、環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ が有する式(2-T)で表される基の合計の個数は、通常、1個～20個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～12個であり、より好ましくは1個～8個であり、更に好ましくは2個～4個である。

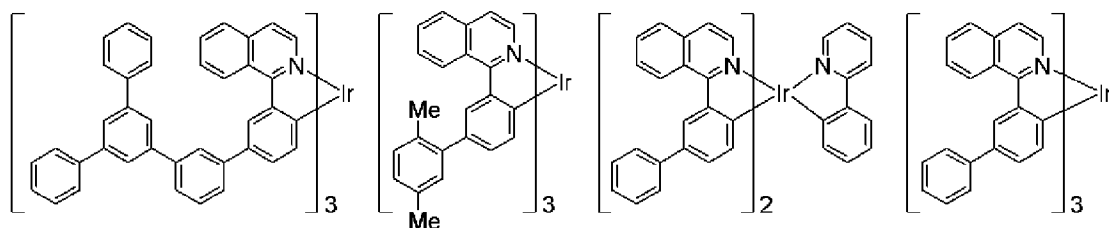
[0059] 環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0060] $A^{3'}-G^{2'}-A^{4'}$ で表されるアニオン性の2座配位子の例及び好ましい範囲は、 $A^3-G^2-A^4$ で表されるアニオン性の2座配位子の例及び好ましい範囲

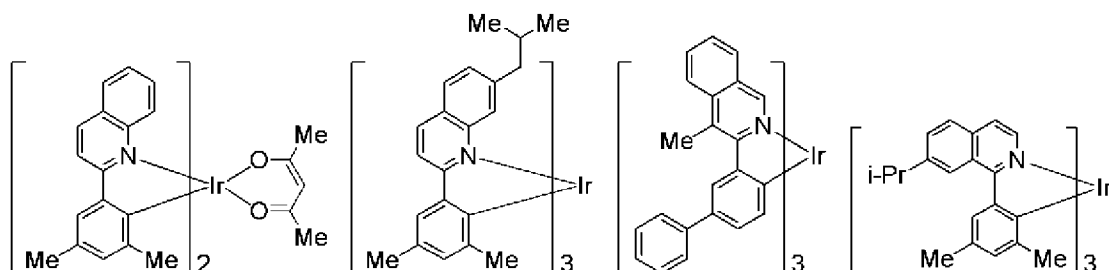
囲と同じである。なお、 $A^{3'}-G^{2'}-A^{4'}$ で表されるアニオン性の2座配位子において、上記式中の*は $M^{2'}$ と結合する部位を表す。但し、 $A^{3'}-G^{2'}-A^{4'}$ で表されるアニオン性の2座配位子は、添え字 $n^{3'}$ でその数を定義されている配位子とは異なる。

[0061] 式(2)で表される金属錯体としては、例えば、下記式で表される金属錯体、及び、後述の金属錯体R2～R4が挙げられる。

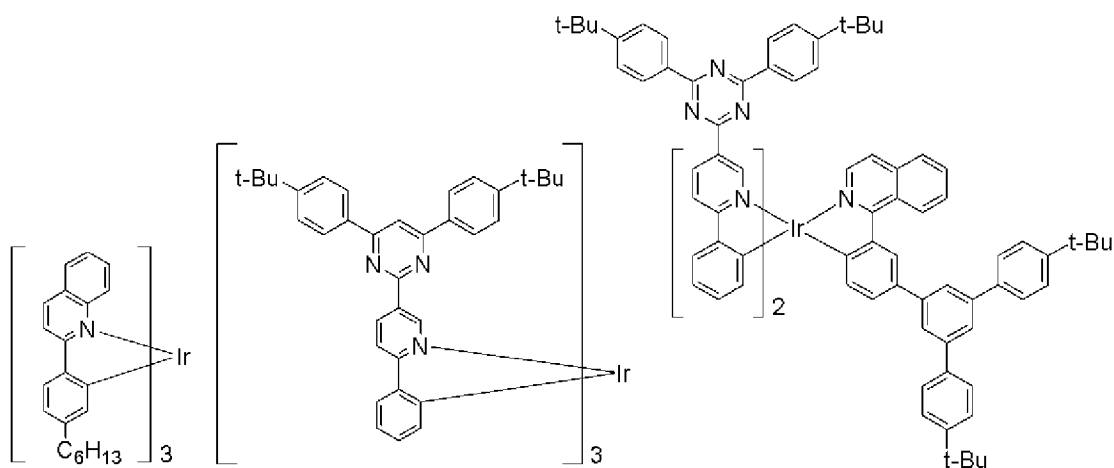
[0062] [化17]



[0063] [化18]



[0064] [化19]



[0065] <式(1)で表される金属錯体>

式(1)で表される金属錯体は、通常、室温で燐光発光性を示す金属錯体

であり、好ましくは、室温で三重項励起状態からの発光を示す金属錯体である。

[0066] M^1 は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、イリジウム原子又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。

M^1 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 n^1 は2又は3であることが好ましく、3であることがより好ましい。

M^1 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 n^1 は2であることが好ましい。

E^1 及び E^2 は、炭素原子であることが好ましい。

式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 E^1 及び E^2 は好ましくは同一である。また、式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 E^1 が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。また、式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 E^2 が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。

[0067] 環 R^1 としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した芳香族複素環の中で1つ以上の窒素原子を構成原子として有する5員の芳香族複素環が挙げられ、好ましくは、5員の単環式の芳香族複素環であり、より好ましくは、ジアゾール環又はトリアゾール環であり、更に好ましくは、ジアゾール環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

式(1)で表される金属錯体を容易に合成できるので、環 R^1 が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。より詳細には、環 R^1 が複数存在する場合、複数存在する環 R^1 のうち、少なくとも2つが同一であることが好ましく、複数存在する環 R^1 のすべてが同一であることがより好ましい。

環 R^2 の例及び好ましい範囲は、環 L^2 の例及び好ましい範囲と同じである。

[0068] 本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、環 R^1 はジアゾール環又はトリアゾール環であり、且つ、環 R^2 はベンゼン環、ピリジン環又は

ジアザベンゼン環であることが好ましく、環 R^1 はジアゾール環又はトリアゾール環であり、且つ、環 R^2 はベンゼン環であることがより好ましく、環 R^1 はジアゾール環であり、且つ、環 R^2 はベンゼン環であることが更に好ましく、これらの環は置換基を有していてもよい。

[0069] 環 R^1 及び環 R^2 が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0070] 環 R^1 及び環 R^2 のうちの少なくとも1つは、置換基（好ましくは、式（1-T）で表される基であり、より好ましくは、式（2-T）で表される基であり、以下、同様である。）を有することが好ましい。

なお、式（1）で表される金属錯体において、環 R^1 及び環 R^2 が複数存在する場合、複数存在する環 R^1 及び環 R^2 のうちの少なくとも1つの環が置換基を有していればよいが、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、複数存在する環 R^1 の全て、複数存在する環 R^2 の全て、又は、複数存在する環 R^1 及び環 R^2 の全てが、置換基を有することが好ましく、複数存在する環 R^1 の全て、又は、複数存在する環 R^2 の全てが、置換基を有することがより好ましく、複数存在する環 R^1 の全てが、置換基を有することが更に好ましい。

[0071] 式（1）で表される金属錯体において、環 R^1 及び環 R^2 の少なくとも1つが有する置換基の個数は、通常、1個～5個であり、式（1）で表される金属錯体を容易に合成できるので、好ましくは1個～3個であり、より好ましくは1個又は2個であり、更に好ましくは1個である。

式（1）で表される金属錯体において、 M^1 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、環 R^1 及び環 R^2 が有する置換基の合計の個数は、通常、1個～30個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～18個であり、より好ましくは2個～12個であり、更に好ましくは3個～6個である。

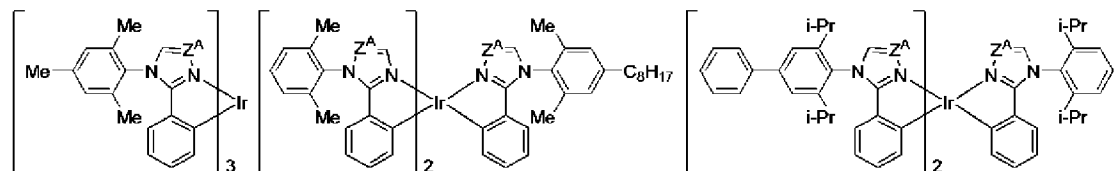
式（1）で表される金属錯体において、 M^1 がパラジウム原子又は白金原子の場合、環 R^1 及び環 R^2 が有する置換基の合計の個数は、通常、1個～20

個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～12個であり、より好ましくは1個～8個であり、更に好ましくは2個～4個である。

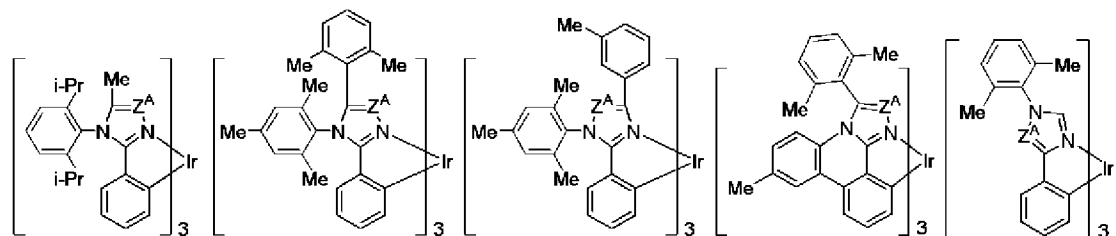
[0072] $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子の例及び好ましい範囲は、 $A^3-G^2-A^4$ で表されるアニオン性の2座配位子の例及び好ましい範囲と同じである。なお、 $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子において、上記式中の*は M^1 と結合する部位を表す。但し、 $A^1-G^1-A^2$ で表されるアニオン性の2座配位子は、添え字 n^1 でその数を規定されている配位子とは異なる。

[0073] 式(1)で表される金属錯体としては、例えば、下記式で表される金属錯体、及び、後述の金属錯体B1が挙げられる。なお、式中、 Z^A は、 $-CH=$ で表される基又は $-N=$ で表される基を表す。 Z^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。

[0074] [化20]

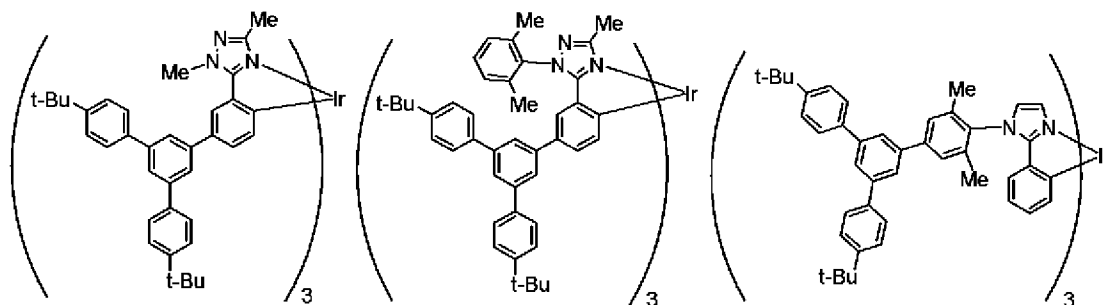


[0075] [化21]



[0076]

[化22]



[0077] <式(3)で表される金属錯体>

式(3)で表される金属錯体は、通常、室温で燐光発光性を示す金属錯体であり、好ましくは、室温で三重項励起状態からの発光を示す金属錯体である。

[0078] M^3 は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、イリジウム原子又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。

M^3 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 n^5 は2又は3であることが好ましく、3であることがより好ましい。

M^3 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 n^5 は2であることが好ましい。

E^{L1} は、炭素原子であることが好ましい。式(3)で表される金属錯体を容易に合成できるので、 E^{L1} が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。

[0079] 環 L^3 における6員の芳香族複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めなくて、通常1～60であり、好ましくは1～30であり、更に好ましくは2～15であり、特に好ましくは3～5である。環 L^3 における6員の芳香族複素環のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めなくて、通常1～30であり、好ましくは、1～10であり、より好ましくは1～3である。

環 L^3 としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した芳香族複素環の中で1つ以上の窒素原子を構成原子として有する6員の芳香族複素環が挙げら

れ、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、1つ以上4つ以下の窒素原子を構成原子として有する6員の芳香族複素環（好ましくは、6員の単環式の芳香族複素環）であり、より好ましくは、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、更に好ましくは、ピリジン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

式（3）で表される金属錯体を容易に合成できるので、環 L^3 が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。より詳細には、環 L^3 が複数存在する場合、複数存在する環 L^3 のうち、少なくとも2つが同一であることが好ましく、複数存在する環 L^3 のすべてが同一であることがより好ましい。

環 L^4 の例及び好ましい範囲は、環 L^2 の例及び好ましい範囲と同じである。

[0080] 本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、環 L^3 はピリジン環又はジアザベンゼン環であり、且つ、環 L^4 はベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であることが好ましく、環 L^3 はピリジン環であり、且つ、環 L^4 はベンゼ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。

[0081] 環 L^3 及び環 L^4 が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、環 L^1 及び環 L^2 が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0082] 「環 L^3 及び環 L^4 のうちの少なくとも1つは、置換基として、式（3-T）で表される基を有する」とは、環 L^3 及び環 L^4 を構成する原子（好ましくは炭素原子又は窒素原子であり、より好ましくは炭素原子である。）の少なくとも1つに式（3-T）で表される基が直接結合していることを意味する。式（3）で表される金属錯体において、環 L^3 及び環 L^4 が複数存在する場合、複数存在する環 L^3 及び環 L^4 のうちの少なくとも1つの環が式（3-T）で表される基を有していればよいが、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、複数存在する環 L^3 の全て、複数存在する環 L^4 の全て、又は、複数存在する環 L^3 及び環 L^4 の全てが、式（3-T）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^3 の全て、又は、複数存在する環

L^4 の全てが、式(3-T)で表される基を有することがより好ましく、複数存在する環 L^4 の全てが、式(3-T)で表される基を有することが更に好ましい。

[0083] 式(3)で表される金属錯体において、環 L^3 及び環 L^4 の少なくとも1つが有する式(3-T)で表される基の個数は、通常、1個～5個であり、式(3)で表される金属錯体を容易に合成できるので、好ましくは1個～3個であり、より好ましくは1個又は2個であり、更に好ましくは1個である。

[0084] 式(3)で表される金属錯体において、 M^3 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、環 L^3 及び環 L^4 が有する式(3-T)で表される基の合計の個数は、通常、1個～30個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～18個であり、より好ましくは2個～12個であり、更に好ましくは2個～6個であり、特に好ましくは2個～4個である。

式(3)で表される金属錯体において、 M^3 がパラジウム原子又は白金原子の場合、環 L^3 及び環 L^4 が有する式(3-T)で表される基の合計の個数は、通常、1個～20個であり、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは1個～12個であり、より好ましくは1個～8個であり、更に好ましくは2個～4個である。

[0085] $A^5-G^3-A^6$ で表されるアニオン性の2座配位子の例及び好ましい範囲は、 $A^3-G^2-A^4$ で表されるアニオン性の2座配位子の例及び好ましい範囲と同じである。なお、 $A^5-G^3-A^6$ で表されるアニオン性の2座配位子において、上記式中の*は M^3 と結合する部位を表す。但し、 $A^5-G^3-A^6$ で表されるアニオン性の2座配位子は、添え字 n^5 でその数を定義されている配位子とは異なる。

[0086] [式(3-T)で表される基]

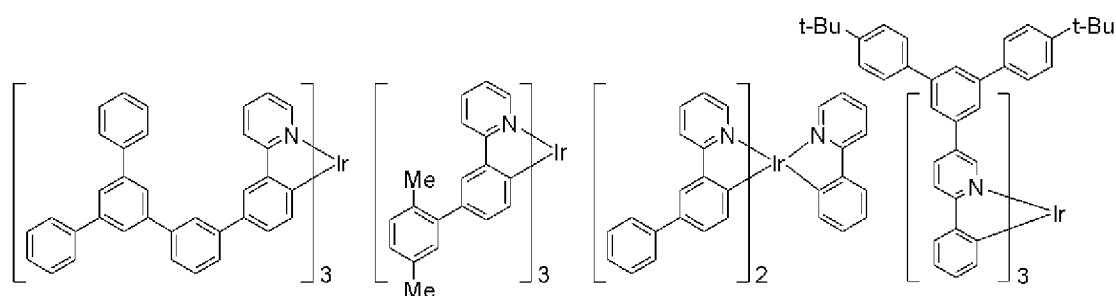
R^{3T} におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 R^{1T} におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0087] R^{3T} は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、アリール基又は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。

R^{3T} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 R^{1T} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0088] 式(3)で表される金属錯体としては、例えば、下記式で表される金属錯体、及び、後述の金属錯体G3が挙げられる。

[0089] [化23]



[0090] <式(H-1)で表される化合物>

式(H-1)で表される化合物の分子量は、通常 $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^4$ であり、好ましくは $2 \times 10^2 \sim 5 \times 10^3$ であり、より好ましくは $3 \times 10^2 \sim 3 \times 10^3$ であり、更に好ましくは $4 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3$ である。式(H-1)で表される化合物は、低分子化合物である。

[0091] Ar^{H1} 及び Ar^{H2} におけるアリール基、並びに、 L^{H1} におけるアリーレン基としては、好ましくは、単環式又は2～6環式の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個又は2個（但し、アリール基の場合、水素原子1個であり、アリーレン基の場合、水素原子2個であり、以下、同様である。）を除いた基であり、より好ましくは、単環式又は2～4環式の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個又は2個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、フェナントレン又はトリフェニレンから環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子1個又は2個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

$A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ における 1 価の複素環基、並びに、 L^{H1} における 2 価の複素環基としては、好ましくは、単環式又は 2 ～ 6 環式の複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個又は 2 個（但し、1 価の複素環基の場合、水素原子 1 個であり、2 価の複素環基の場合、水素原子 2 個であり、以下、同様である。）を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式、3 環式又は 5 環式の複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個又は 2 個を除いた基であり、更に好ましくは、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、フェノキサジン、フェノチアジン、ジベンゾカルバゾール、インドロカルバゾール又はインデノカルバゾールから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個又は 2 個を除いた基であり、特に好ましくは、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、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個又は 2 個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

$A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ における置換アミノ基において、アミノ基が有する置換基としては、アリール基又は 1 価の複素環基が好ましく、アリール基がより好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。アミノ基が有する置換基であるアリール基の例及び好ましい範囲は、 $A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ におけるアリール基の例及び好ましい範囲と同じである。アミノ基が有する置換基である 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲は、 $A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ における 1 価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0092] 本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、 $A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ の少なくとも 1 つは、アリール基又は 1 価の複素環基であることが好ましく、1 価の複素環基であることがより好ましく、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基又はジベンゾフリル基であることが更に好ましく、カルバゾリル基であることが特に好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。

本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、 $A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ は、好ましくは、アリール基又は1価の複素環基であり、より好ましくは、ベンゼン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子1個を除いた基であり、更に好ましくは、フェニル基、フルオレニル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基又はカルバゾリル基であり、特に好ましくは、カルバゾリル基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0093] 本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、 L^{H1} の少なくとも1つは、アリーレン基又は2価の複素環基であることが好ましく、2価の複素環基であることがより好ましく、カルバゾール、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であることが更に好ましく、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

[0094] 本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、 L^{H1} は、好ましくは、アリーレン基又は2価の複素環基であり、より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、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、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子（好ましくは炭素原子）に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、特に好ましくは、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

[0095] $A r^{H1}$ 、 $A r^{H2}$ 及び L^{H1} が有してい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、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、ア

リール基、1価の複素環基、置換アミノ基又はフッ素原子であり、より好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、更に好ましくは、アルキル基、アリール基又は1価の複素環基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよい。

$A r^{H1}$ 、 $A r^{H2}$ 及び L^{H1} が有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 $A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

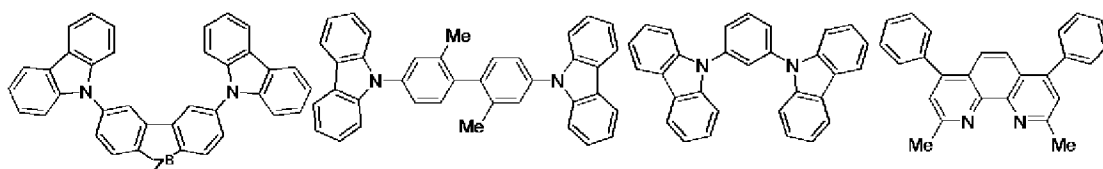
[0096] $A r^{H1}$ 、 $A r^{H2}$ 及び L^{H1} が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基としては、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基であり、より好ましくは、アルキル基又はシクロアルキル基であり、これらの基は更に置換基を有していてもよいが、更に置換基を有さないことが好ましい。

$A r^{H1}$ 、 $A r^{H2}$ 及び L^{H1} が有していてもよい置換基が更に有していてもよい置換基におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 $A r^{H1}$ 及び $A r^{H2}$ におけるアリール基、1価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

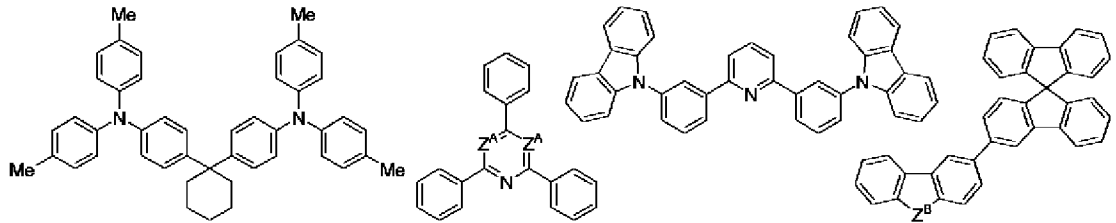
[0097] n^{H1} は、通常、0以上10以下の整数であり、好ましくは0以上5以下の整数であり、更に好ましくは1以上3以下の整数であり、特に好ましくは1である。

[0098] 式(H-1)で表される化合物としては、例えば、下記式で表される化合物が挙げられる。なお、式中、 Z^A は、前記と同じ意味を表す。式中、 Z^B は、酸素原子又は硫黄原子を表す。 Z^B が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

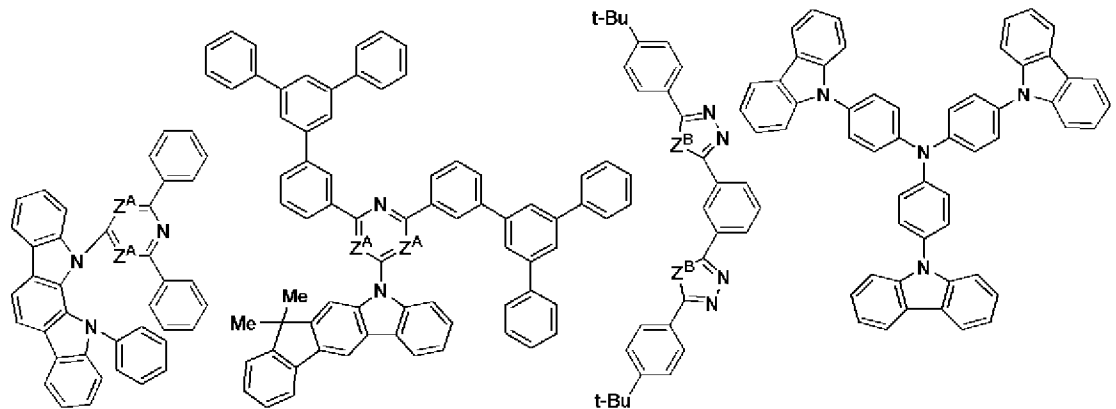
[0099] [化24]



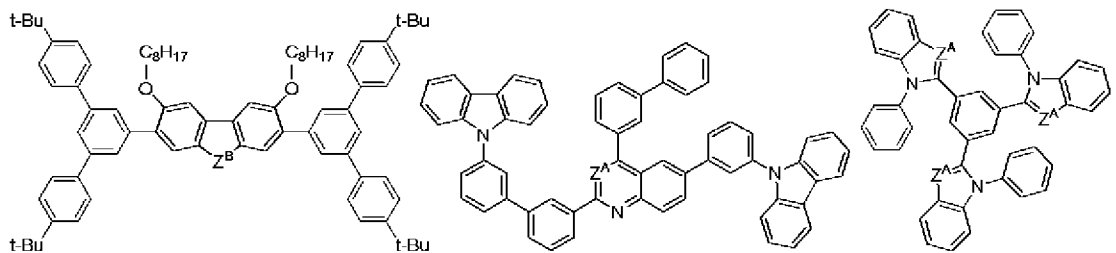
[0100] [化25]



[0101] [化26]



[0102] [化27]



[0103] <式(T-1)で表される化合物>

式(T-1)で表される化合物の分子量は、通常 1×10^2 以上 1×10^4 以下であり、好ましくは 2×10^2 以上 5×10^3 以下であり、より好ましくは 3×10^2 以上 3×10^3 以下であり、更に好ましくは 4×10^2 以上 1.5×10^3 以下である。式(T-1)で表される化合物は、低分子化合物である。

[0104] n^{T1} は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは0以上3以下の整数であり、より好ましくは0又は1である。

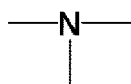
n^{T2} は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好まし

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 2 である。

[0105] 「二重結合を有さない窒素原子」とは、窒素原子と、その窒素原子と結合するすべての原子との間に単結合のみを有する窒素原子を意味する。

「環内に二重結合を有さない窒素原子を含む」とは、環内に $-N(-R^N)-$ (式中、 R^N は水素原子又は置換基を表す。) 又は式：

[0106] [化28]



で表される基を含むことを意味する。

[0107] 環内に二重結合を有さない窒素原子及び $=N-$ で表される基を含む、縮合環の 1 個の複素環基 (以下、「 A_{r+1} の複素環基」ともいう。) において、環を構成する二重結合を有さない窒素原子の数は、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 であり、更に好ましくは 1 又は 2 である。また、縮合環の 1 個の複素環基において、環を構成する $=N-$ で表される基の数は、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 であり、更に好ましくは 1 又は 2 である。縮合環の 1 個の複素環基において、環を構成する炭素原子の数は、通常 2 ~ 60 であり、好ましくは 5 ~ 30 であり、より好ましくは 8 ~ 25 である。

[0108] A_{r+1} の複素環基は、環内に二重結合を有さない窒素原子を含み、且つ、環内に $=N-$ で表される基を含まない複素環 (以下、「ドナー型複素環」ともいう。) の 1 個以上 (好ましくは 5 個以下、より好ましくは 3 個以下、更に好ましくは 1 個) と、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環の 1 個以上 (好ましくは 5 個以下、より好ましくは 3 個以下、更に好ましくは 1 個) とが縮合した複素環式化合物から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個を除いた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。

[0109] ドナー型複素環において、環を構成する炭素原子の数は、通常 1 ~ 60 で

あり、好ましくは2～30であり、より好ましくは3～15である。ドナー型複素環において、環を構成する二重結合を有さない窒素原子の数は、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であり、更に好ましくは1又は2である。

ドナー型複素環としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した複素環式化合物の中で、環内に二重結合を有さない窒素原子を含み、且つ、環内に=N-で表される基を含まない複素環が挙げられ、その中でも、好ましくは、単環式又は2～5環式の複素環であり、より好ましくは、単環式、2環式又は3環式の複素環であり、更に好ましくは、単環式又は2環式の複素環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

ドナー型複素環は、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、ピロール環、インドール環、カルバゾール環、9, 10-ジヒドロアクリジン環、5, 10-ジヒドロフェナジン環、フェノキサジン環又はフェノチアジン環であり、より好ましくは、ピロール環、インドール環又はカルバゾール環であり、更に好ましくは、ピロール環又はインドール環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

ドナー型複素環が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^H ¹、 Ar^H ²及び L^H ¹が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0110] 環内に=N-で表される基を含む複素環において、環を構成する炭素原子の数は、通常1～60であり、好ましくは2～30であり、より好ましくは3～15である。環内に=N-で表される基を含む複素環において、環を構成する=N-で表される基の数は、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であり、更に好ましくは1又は2である。

環内に=N-で表される基を含む複素環としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した複素環式化合物の中で、環内に=N-で表される基を含む複素環が挙げられ、その中でも、好ましくは、単環式、2環式又は3環式の複素環であり、より好ましくは単環式の複素環であり、これらの環は置換基

を有していてもよい。

環内に＝N－で表される基を含む複素環は、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、好ましくは、ジアゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、ピリジン環、ジアザベンゼン環、トリアジン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、アザカルバゾール環、ジアザカルバゾール環、アザアントラセン環、ジアザアントラセン環、アザフェナントレン環又はジアザフェナントレン環であり、より好ましくは、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、アザカルバゾール環又はジアザカルバゾール環であり、更に好ましくは、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環内に＝N－で表される基を含む複素環が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 $A r^{H1}$ 、 $A r^{H2}$ 及び L^{H1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0111] $A r^{T1}$ の複素環基としては、例えば、アザインドール、ジアザインドール、アザカルバゾール、ジアザカルバゾール、又は、これらの環にドナー型複素環及び／若しくは環内に＝N－で表される基を含む複素環が1個以上（好ましくは5個以下、より好ましくは3個以下、更に好ましくは1個である。）縮合した複素環式化合物から、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子1個を除いた基が挙げられ、好ましくは、アザカルバゾール又はジアザカルバゾールから、環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子1個を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

$A r^{T1}$ の複素環基が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 $A r^{H1}$ 、 $A r^{H2}$ 及び L^{H1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

式（T－1）で表される化合物を容易に合成できるので、 $A r^{T1}$ が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。

[0112] $A r^{T1}$ の複素環基は、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れる

ので、好ましくは、式 (T 1 - 1) で表される基である。

[0113] [式 (T 1 - 1) で表される基]

X^{T1} は、好ましくは単結合、酸素原子、硫黄原子又は $-C(R^{X^{T1'}})_2-$ で表される基であり、より好ましくは単結合、酸素原子又は硫黄原子であり、更に好ましくは単結合である。

[0114] $R^{X^{T1}}$ は、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は 1 価の複素環基であり、より好ましくは、アリール基又は 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。

$R^{X^{T1'}}$ は、好ましくは、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基であり、より好ましくは、アルキル基又はアリール基であり、更に好ましくは、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。

複数存在する $R^{X^{T1'}}$ は、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ないことが好ましい。

[0115] $R^{X^{T1}}$ 及び $R^{X^{T1'}}$ におけるアリール基、1 価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 $A_{r^{H1}}$ 及び $A_{r^{H2}}$ におけるアリール基、1 価の複素環基及び置換アミノ基の例及び好ましい範囲と同じである。

$R^{X^{T1}}$ 及び $R^{X^{T1'}}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 $A_{r^{H1}}$ 、 $A_{r^{H2}}$ 及び L^{H1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0116] 環 R^{T1} 及び環 R^{T2} における芳香族炭化水素環の炭素原子数は、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、更に好ましくは 6 ~ 18 である。

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} における芳香族炭化水素環としては、例えば、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した芳香族炭化水素環が挙げられ、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、前述の芳香族炭化水素基の項で例示した、単環式、2 環式又は 3 環式の芳香族炭化水素環であ

り、より好ましくは、単環式の芳香族炭化水素環であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} における芳香族炭化水素環としては、本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、フェナントレン環又はジヒドロフェナントレン環であり、より好ましくは、ベンゼン環、フルオレン環又はジヒドロフェナントレン環であり、更に好ましくは、ベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} における複素環の炭素原子数は、置換基の炭素原子数を含めないで、通常 1 ～ 60 であり、好ましくは 2 ～ 30 であり、より好ましくは 3 ～ 15 である。環 R^{T1} 及び環 R^{T2} における複素環のヘテロ原子数は、置換基のヘテロ原子数を含めないで、通常 1 ～ 30 であり、好ましくは、1 ～ 10 であり、より好ましくは 1 ～ 3 である。

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} における複素環としては、例えば、前述の複素環基の項で例示した複素環が挙げられ、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、前述の複素環基の項で例示した、単環式、2 環式又は 3 環式の複素環（好ましくは、ドナー型複素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、より好ましくは、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環である。）であり、より好ましくは、単環式の複素環（好ましくは、ドナー型複素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、より好ましくは、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環である。）であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環 R^{T1} 及び環 R^{T2} における複素環としては、本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、好ましくは、カルバゾール環、9, 10-ジヒドロアクリジン環、5, 10-ジヒドロフェナジン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、アザカルバゾール環、ジアザカルバゾール環、ジベンゾフラン環又はジベンゾチオフェン環であり、より好ましくは、ピリジン環、

ジアザベンゼン環、アザナフタレン環、ジアザナフタレン環、アザカルバゾール環又はジアザカルバゾール環であり、更に好ましくは、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

[0117] 環 R^{T1} は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、より好ましくは、単環式の芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であり、更に好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、特に好ましくはベンゼン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

環 R^{T2} は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、より好ましくは、環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であり、更に好ましくは、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、特に好ましくはピリジン環であり、これらの環は置換基を有していてもよい。

本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、環 R^{T1} が、芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、且つ、環 R^{T2} が、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であることが好ましく、環 R^{T1} が、単環式の芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であり、且つ、環 R^{T2} が、環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であることがより好ましく、環 R^{T1} が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、且つ、環 R^{T2} が、ピリジン環又はジアザベンゼン環であることが更に好ましく、環 R^{T1} がベンゼン環であり、且つ、環 R^{T2} が、ピリジン環であることが特に好ましく、これらの環は置換基を有していてもよい。

[0118] 環 R^{T1} 及び環 R^{T2} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{H1} 、 Ar^{H2} 及び L^{H1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0119] L^{T1} におけるアリーレン基の例及び好ましい範囲は、 L^{H1} におけるアリー

レン基におけるアリーレン基の例及び好ましい範囲と同じである。

L^{T1} における2価の複素環基の例及び好ましい範囲は、 L^{H1} における2価の複素環基におけるアリーレン基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0120] L^{T1} は、好ましくは、アリーレン基又は2価の複素環基であり、より好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、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、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、特に好ましくは、ベンゼン、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子2個を除いた基であり、とりわけ好ましくは、フェニレン基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

式(T-1)で表される化合物を容易に合成できるので、 L^{T1} が複数存在する場合、それらは好ましくは同一である。

[0121] L^{T1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{H1} 、 Ar^{H2} 及び L^{H1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0122] $R^{T1'}$ は、好ましくは、アリール基又は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。

$R^{T1'}$ におけるアリール基及び1価の複素環基の例及び好ましい範囲は、それぞれ、 Ar^{H1} 及び Ar^{H2} におけるアリール基及び1価の複素環基の例及び好ましい範囲と同じである。

$R^{T1'}$ が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{H1} 、 Ar^{H2} 及び L^{H1} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0123] Ar^{T2} における芳香族炭化水素基は、好ましくは、単環式又は2～6環式の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個以上を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2環式又は3環式の芳香族

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 個以上を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼン、ナフタレン、フルオレン、フェナントレン又はアントラセンから環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^{T2} における複素環基は、好ましくは、単環式又は 2～6 環式の複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、より好ましくは、単環式、2 環式又は 3 環式の複素環式化合物から環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、更に好ましくは、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、フェノキサジン、フェノチアジン、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン又はジアザフェナントレンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、特に好ましくは、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、アザアントラセン、ジアザアントラセン、アザフェナントレン又はジアザフェナントレンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

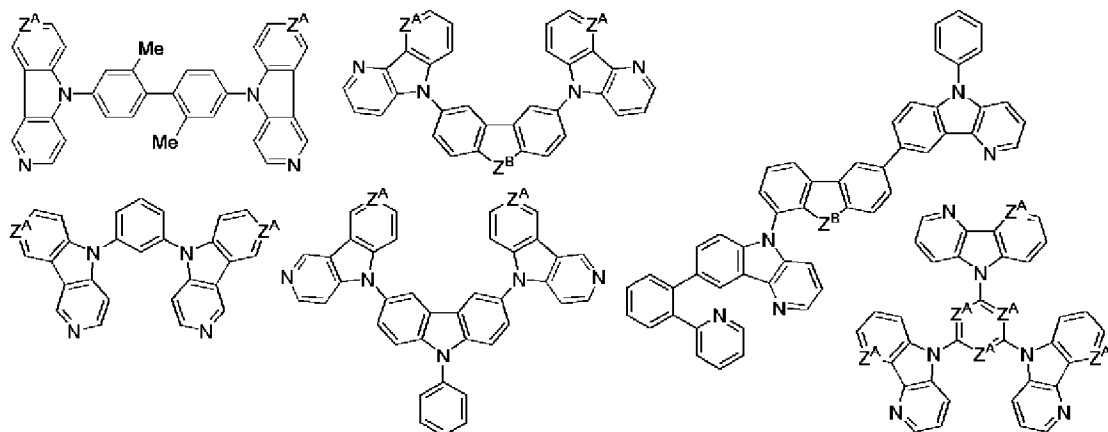
Ar^{T2} は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、好ましくは、ベンゼン、フルオレン、ピリジン、ジアザベンゼン、トリアジン、カルバゾール、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子又はヘテロ原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、より好ましくは、ベンゼン、ジベンゾフラン又はジベンゾチオフェンから環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、更に好ましくは、ベンゼンから環を構成する炭素原子に直接結合する水素原子 1 個以上を除いた基であり、これらの基は置換基を有していてもよい。

Ar^{T2} が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲は、 Ar^{H1} 、 Ar^H

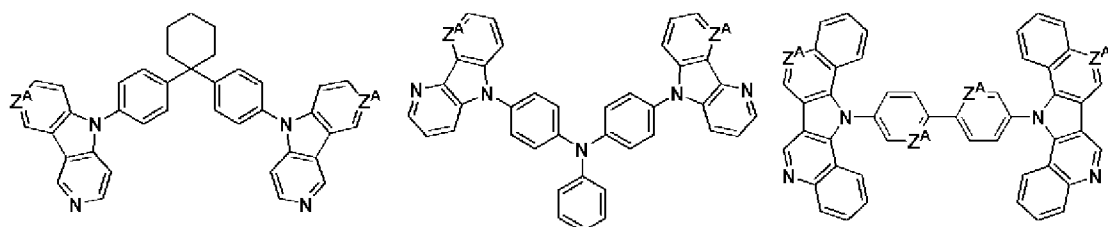
²及びL^{H1}が有していてもよい置換基の例及び好ましい範囲と同じである。

[0124] 式(T-1)で表される化合物としては、例えば、下記式で表される化合物、及び、後述の化合物ET1～ET3が挙げられる。なお、式中、Z^A及びZ^Bは、前記と同じ意味を表す。

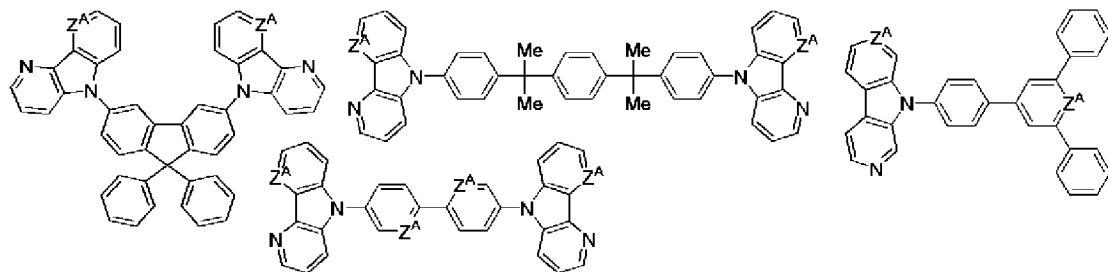
[0125] [化29]



[0126] [化30]

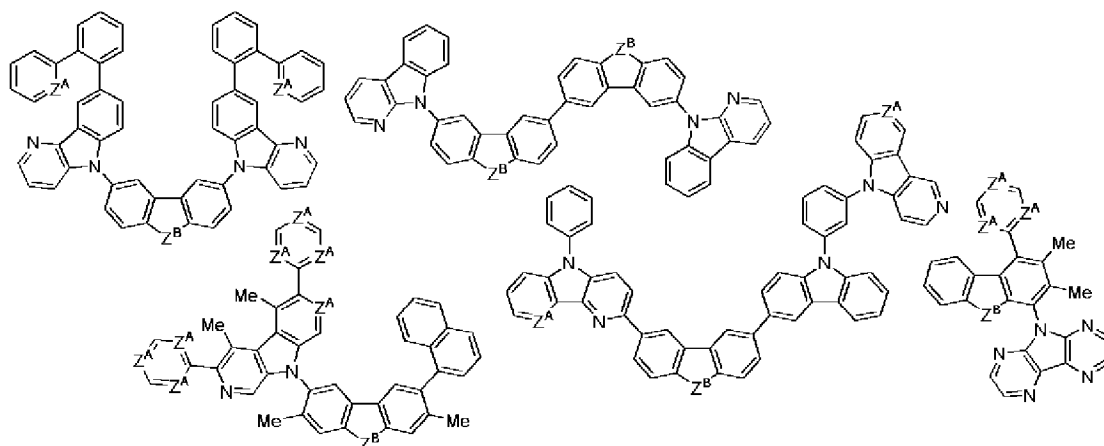


[0127] [化31]



[0128]

[化32]



[0129] <発光素子>

本実施形態の発光素子は、陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の層、陰極及び第1の層との間に設けられた第2の層と、陽極及び第1の層との間に設けられた第3の層とを有する発光素子であり、第1の層が、式(1)で表される金属錯体を含有する層であり、第2の層及び第3の層の少なくとも1層に、式(2)で表される金属錯体を含有し、第1の層、第2の層及び第3の層の少なくとも1層に、式(T-1)で表される化合物を含有する、発光素子である。

本実施形態の発光素子は、陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の層、陰極及び第1の層との間に設けられた第2の層と、陽極及び第1の層との間に設けられた第3の層とを有する発光素子であり、第1の層が、式(1)で表される金属錯体を含有する層であり、第2の層及び第3の層の少なくとも1層に、式(2)で表される金属錯体を含有し、第1の層、第2の層及び第3の層の少なくとも1層が、式(3)で表される金属錯体を含有し、第1の層、第2の層及び第3の層の少なくとも1層に、式(T-1)で表される化合物を含有する、発光素子（以下、「発光素子1」ともいう。）であることが好ましい。

また、本実施形態の発光素子は、陽極と、陰極と、陽極及び陰極の間に設けられた第1の層、陰極及び第1の層との間に設けられた第2の層と、陽極

及び第1の層との間に設けられた第3の層とを有する発光素子であり、第1の層が、式(1)で表される金属錯体を含有する層であり、第2の層及び第3の層の少なくとも1層に、式(2')で表される金属錯体を含有し、第1の層、第2の層及び第3の層の少なくとも1層に、式(T-1)で表される化合物を含有する、発光素子(以下、「発光素子2」ともいう。)であることが好ましい。

[0130] 本実施形態の発光素子(特に、発光素子1及び発光素子2であり、特記しない限り、以下、同様である。)において、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、第1の層又は第2の層に式(T-1)で表される化合物を含有することが好ましく、第2の層に式(T-1)で表される化合物を含有することがより好ましく、第2の層に式(T-1)で表される化合物を含有し、且つ、第1の層又は第3の層に式(T-1)で表される化合物を含有しないことが更に好ましく、第2の層に式(T-1)で表される化合物を含有し、且つ、第1の層及び第3の層に式(T-1)で表される化合物を含有しないことが特に好ましく、第2の層のみに式(T-1)で表される化合物を含有することがとりわけ好ましい。

本実施形態の発光素子(特に、発光素子1)において、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、第3の層に式(2)で表される金属錯体を含有することが好ましく、第3の層に式(2)で表される金属錯体を含有し、且つ、第2の層に式(2)で表される金属錯体を含有しないことがより好ましく、第3の層のみに式(2)で表される金属錯体を含有することが更に好ましい。

本実施形態の発光素子(特に、発光素子1)において、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、第1の層又は第3の層に式(3)で表される金属錯体を含有することが好ましく、第1の層又は第3の層に式(3)で表される金属錯体を含有し、且つ、第2の層に式(3)で表される金属錯体を含有しないことがより好ましく、第1の層又は第3の層のみに式(3)で表される金属錯体を含有することが更に好ましく、第1の層のみに式

(3) で表される金属錯体を含有すること、又は、第3の層のみに式(3)で表される金属錯体を含有することが特に好ましい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子2）において、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、第3の層に式(2')で表される金属錯体を含有することが好ましく、第3の層に式(2')で表される金属錯体を含有し、且つ、第2の層に式(2')で表される金属錯体を含有しないことがより好ましく、第3の層のみに式(2')で表される金属錯体を含有することが更に好ましい。

[0131] <第1の層>

本実施形態の発光素子において、第1の層は、式(1)で表される金属錯体を含有する層である。第1の層は、式(1)で表される金属錯体の1種を単独で含有していてもよく、2種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子において、第1の層における、式(1)で表される金属錯体の含有量は、第1の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式(1)で表される金属錯体の含有量は、第1の層の全量基準で、0.01質量%以上100質量%以下であってよく、0.1質量%以上99質量%以下であってよく、1質量%以上70質量%以下であることが好ましく、5質量%以上50質量%以下であることがより好ましく、10質量%以上35質量%以下であることが更に好ましい。

[0132] 本実施形態の発光素子において、第1の層に式(T-1)で表される化合物を含有する場合、後述のホスト材料として、第1の層に含有されることが好ましい。第1の層は、式(T-1)で表される化合物の1種を単独で含有していてもよく、2種以上を含有していてもよい。

[0133] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、本実施形態の発光素子の外部量子効率向上の観点から、第1の層は、式(3)で表される金属錯体を更に含むことが好ましい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第1の層が式(3)で表される金属錯体を更に含む場合、式(3)で表される金属錯体として

は、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、式（１）で表される金属錯体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が好ましい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子１）において、第１の層が、式（３）で表される金属錯体を更に含む場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、式（１）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は式（３）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子１）において、第１の層が式（３）で表される金属錯体を更に含む場合、第１の層において、式（１）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体の合計含有量は、第１の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（１）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体の合計含有量は、第１の層の全量基準で、０．０１質量％以上１００質量％以下であってよく、０．１質量％以上９９質量％以下であってよく、１質量％以上７０質量％以下であることが好ましく、５質量％以上５０質量％以下であることがより好ましく、１０質量％以上３５質量％以下であることが更に好ましい。

第１の層は、式（３）で表される金属錯体の１種を単独で含有していてもよく、２種以上を含有していてもよい。

[0134] [ホスト材料]

本実施形態の発光素子において、本実施形態の発光素子の外部量子効率により優れるので、第１の層は、正孔注入性、正孔輸送性、電子注入性及び電子輸送性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を更に含むことが好ましい。第１の層は、ホスト材料の１種を単独で含有していてもよく、２種以上を含有していてもよい。

[0135] 本実施形態の発光素子において、第１の層が、ホスト材料を更に含む場合、ホスト材料の含有量は、式（１）で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上９９質量部以下

であり、好ましくは10質量部以上95質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第1の層が、ホスト材料及び式（3）で表される金属錯体を更に含む場合、ホスト材料の含有量は、式（1）で表される金属錯体、式（3）で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上95質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

[0136] 本実施形態の発光素子において、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式（1）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。

また、本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第1の層が、ホスト材料及び式（3）で表される金属錯体を更に含む場合、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式（3）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましく、式（3）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であり、且つ、式（1）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることがより好ましい。

また、本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第1の層が、ホスト材料及び式（3）で表される金属錯体を更に含む場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、式（1）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であり、且つ、式（1）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は式（3）で表される金属錯体の有

する最低励起三重項状態 (T_1) より高いエネルギー準位であることが好ましい。

[0137] 本実施形態の発光素子において、第1の層が、ホスト材料を更に含む場合、ホスト材料としては、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、式(1)で表される金属錯体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が好ましい。

また、本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第1の層が、ホスト材料及び式(3)で表される金属錯体を更に含む場合、ホスト材料及び式(3)で表される金属錯体としては、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、式(1)で表される金属錯体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が好ましい。

[0138] 本実施形態の発光素子において、ホスト材料は、低分子化合物（低分子ホスト）と高分子化合物（高分子ホスト）とに分類され、第1の層はいずれのホスト材料を含有していてもよい。本実施形態の発光素子において、第1の層に含有されていてもよいホスト材料としては、低分子化合物が好ましい。

本実施形態の発光素子において、低分子ホストは、例えば、後述の正孔輸送材料である低分子化合物、及び、後述の電子輸送材料である低分子化合物が挙げられ、好ましくは、式(H-1)で表される化合物又は式(T-1)で表される化合物であり、より好ましくは、式(H-1)で表される化合物である。

本実施形態の発光素子において、高分子ホストとしては、例えば、後述の正孔輸送材料である高分子化合物、及び、後述の電子輸送材料である高分子化合物が挙げられる。

[0139] [組成物1及び組成物1']

本実施形態の発光素子において、第1の層は、式(1)で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種とを含む組成物（以下、「組成物1」ともいう。）から形成された層であ

ってもよい。但し、組成物 1 において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式 (1) で表される金属錯体とは異なる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 1）において、第 1 の層は、式 (1) で表される金属錯体と、式 (3) で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも 1 種とを含む組成物（以下、「組成物 1'」ともいう。）から形成された層であってもよい。但し、組成物 1' において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式 (1) で表される金属錯体及び式 (3) で表される金属錯体とは異なる。

[0140] [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、架橋性基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、トリフェニルアミン及びその誘導体、N, N' - ジー 1 - ナフチル - N, N' - ジフェニルベンジジン (α -NPB)、並びに、N, N' - ジフェニル - N, N' - ジ (m-トリル) ベンジジン (TPD) 等の芳香族アミン化合物が挙げられる。

高分子化合物としては、例えば、ポリビニルカルバゾール及びその誘導体；側鎖又は主鎖に芳香族アミン構造を有するポリアリーレン及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、好ましくはフラレンである。

組成物 1 において、正孔輸送材料の含有量は、式 (1) で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1 質量部以上 10000 質量部以下である。

組成物 1' において、正孔輸送材料の含有量は、式 (1) で表される金属

錯体及び式（３）で表される金属錯体の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上１００００質量部以下である。

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。

[0141] 〔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、架橋性基を有していてもよい。

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及びジフェノキノン、並びに、これらの誘導体が挙げられる。

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、及び、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。

組成物１において、電子輸送材料の含有量は、式（１）で表される金属錯体の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上１００００質量部以下である。

組成物１’において、電子輸送材料の含有量は、式（１）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上１００００質量部以下である。

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。

[0142] 〔正孔注入材料及び電子注入材料〕

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

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。

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、ポリキノリン及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又は側鎖に含む重合体等の導電性高分子が挙げられる。

組成物 1 において、正孔注入材料及び電子注入材料の含有量は、各々、式（１）で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1 質量部以上 10000 質量部以下である。

組成物 1' において、正孔注入材料及び電子注入材料の含有量は、各々、式（１）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体の合計の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1 質量部以上 10000 質量部以下である。

電子注入材料及び正孔注入材料は、各々、一種単独で用いても二種以上を併用してもよい。

[0143] [イオンドープ]

正孔注入材料又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、 $1 \times 10^{-5} \text{ S/cm}$ 以上 $1 \times 10^3 \text{ S/cm}$ 以下である。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プすることができる。

ドープ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。

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。

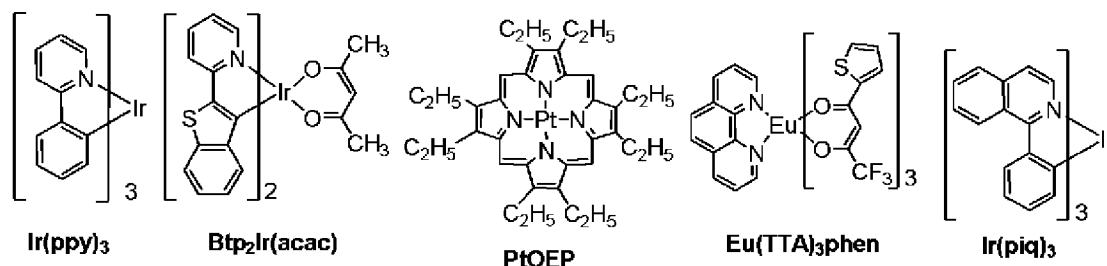
[0144] [発光材料]

発光材料は、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、架橋性基を有していてもよい。

低分子化合物としては、例えば、ナフタレン及びその誘導体、アントラセン及びその誘導体、ペリレン及びその誘導体、並びに、イリジウム、白金又はユーロピウムを中心金属とする三重項発光錯体が挙げられる。

三重項発光錯体としては、例えば、以下に示す金属錯体、及び、後述の金属錯体 G 2 が挙げられる。

[0145] [化33]



[0146] 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、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、アントラセンジイル基及びピレンジイル基等のアリーレン基；芳香族アミンから2個の水素原子を取り除いてなる基等の芳香族アミン残基；並びに、カルバゾールジイル基、フェノキサジンジイル基及びフェノチアジンジイル基等の2価の複素環基を含む高分子化合物が挙げられる。

組成物 1 において、発光材料の含有量は、式 (1) で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1 質量部以上 10000 質量部以下である。

組成物 1' において、発光材料の含有量は、式 (1) で表される金属錯体及び式 (3) で表される金属錯体の合計の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1 質量部以上 10000 質量部以下である。

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。

[0147] [酸化防止剤]

酸化防止剤は、式 (1) で表される金属錯体と同じ溶媒に可溶であり、発光及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。

組成物 1 において、酸化防止剤の配合量は、式 (1) で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、0.00001 質量部以上 10 質量部以下である。

組成物 1' において、酸化防止剤の配合量は、式 (1) で表される金属錯体及び式 (3) で表される金属錯体の合計の含有量を 100 質量部とした場合、通常、0.00001 質量部以上 10 質量部以下である。

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。

[0148] [インク 1 及びインク 1']

本実施形態の発光素子において、第 1 の層は、例えば、式 (1) で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク 1」ともいう。）を用いて形成することができる。インク 1 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湿式法に好適に使用することができる。

インク 1 の粘度は、湿式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 mPa・s 以上 20 mPa・s 以下である。

インク 1 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又は均一に分散できる溶媒である。溶媒としては、例えば、塩素系溶媒、エーテル系溶媒、芳香族炭化水素系溶媒、脂肪族炭化水素系溶媒、ケトン系溶媒、エステル系溶媒、多価アルコール系溶媒、アルコール系溶媒、スルホキシド系溶媒及び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。

インク 1 において、溶媒の含有量は、式 (1) で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 1000000 質

量部以下である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子１）において、第１の層が式（３）で表される金属錯体を含有する場合、第１の層は、例えば、式（１）で表される金属錯体と、式（３）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク１'」ともいう。）を用いて形成することができる。

インク１'は、インク１の項で説明した湿式法に好適に使用することができる。インク１'の粘度の好ましい範囲は、インク１の粘度の好ましい範囲と同じである。インク１'に含有される溶媒の例及び好ましい範囲は、インク１に含有される溶媒の例及び好ましい範囲と同じである。

インク１'において、溶媒の含有量は、式（１）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、１０００質量部以上１００００００質量部以下である。

[0149] <第２の層>

本実施形態の発光素子において、本実施形態の発光素子の外部量子効率が優れるので、第２の層に、式（Ｔ－１）で表される化合物を含有することが好ましい。第２の層は、式（Ｔ－１）で表される化合物の１種を単独で含有していてもよく、２種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子において、第２の層に式（Ｔ－１）で表される化合物を含有する場合、式（Ｔ－１）で表される化合物の含有量は、第２の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（Ｔ－１）で表される化合物の含有量は、第２の層の全量基準で１質量％以上１００質量％以下であってよく、３０質量％以上１００質量％以下であることが好ましく、６０質量％以上１００質量％以下であることがより好ましく、９０質量％以上１００質量％以下であることが更に好ましく、１００質量％であることが特に好ましい。

[0150] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子１）において、第２の層に式（２）で表される金属錯体を含有する場合、第２の層は、式（２）で表される金属錯体の１種を単独で含有していてもよく、２種以上を含有していてもよい。

。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 1）において、第 2 の層に式（2）で表される金属錯体を含有する場合、式（2）で表される金属錯体の含有量は、第 2 の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（2）で表される金属錯体の含有量は、第 2 の層の全量基準で、0.01 質量%以上 100 質量%以下であってよく、0.01 質量%以上 99 質量%以下であってよく、0.1 質量%以上 80 質量%以下であることが好ましく、1 質量%以上 60 質量%以下であることがより好ましく、5 質量%以上 50 質量%以下であることが更に好ましく、10 質量%以上 40 質量%以下であることが特に好ましい。

[0151] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子 1）において、第 2 の層に式（3）で表される金属錯体を含有する場合、第 2 の層は、式（3）で表される金属錯体の 1 種を単独で含有していてもよく、2 種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 1）において、第 2 の層に式（3）で表される金属錯体を含有する場合、式（3）で表される金属錯体の含有量は、第 2 の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（3）で表される金属錯体の含有量は、第 2 の層の全量基準で、0.01 質量%以上 100 質量%以下であってよく、0.01 質量%以上 99 質量%以下であってよく、0.1 質量%以上 80 質量%以下であることが好ましく、1 質量%以上 60 質量%以下であることがより好ましく、5 質量%以上 50 質量%以下であることが更に好ましく、10 質量%以上 40 質量%以下であることが特に好ましい。

[0152] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子 2）において、第 2 の層に式（2'）で表される金属錯体を含有する場合、第 2 の層は、式（2'）で表される金属錯体の 1 種を単独で含有していてもよく、2 種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 2）において、第 2 の層に式（2

’) で表される金属錯体を含有する場合、式 (2’) で表される金属錯体の含有量は、第2の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式 (2’) で表される金属錯体の含有量は、第2の層の全量基準で、0.01質量%以上100質量%以下であってよく、0.01質量%以上99質量%以下であってよく、0.1質量%以上80質量%以下であることが好ましく、1質量%以上60質量%以下であることがより好ましく、5質量%以上50質量%以下であることが更に好ましく、10質量%以上40質量%以下であることが特に好ましい。

[0153] [組成物2-1、組成物2-2、組成物2-2’及び組成物2-3]

本実施形態の発光素子において、第2の層が式 (T-1) で表される化合物を含有する場合、第2の層は、式 (T-1) で表される化合物と、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物（以下、「組成物2-1」ともいう。）を含有する層であってもよい。但し、組成物2-1において、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式 (T-1) で表される化合物とは異なる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第2の層が式 (2) で表される金属錯体を含有する場合、第2の層は、式 (2) で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物（以下、「組成物2-2」ともいう。）を含有する層であってもよい。但し、組成物2-2において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式 (2) で表される金属錯体とは異なる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第2の層が式 (3) で表される金属錯体を含有する場合、第2の層は、式 (3) で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくと

も1種の材料とを含む組成物（以下、「組成物2-3」ともいう。）を含有する層であってもよい。但し、組成物2-3において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式（3）で表される金属錯体とは異なる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子2）において、第2の層が式（2'）で表される金属錯体を含有する場合、第2の層は、式（2'）で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物（以下、「組成物2-2'」ともいう。）を含有する層であってもよい。但し、組成物2-2'において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式（2'）で表される金属錯体とは異なる。

[0154] 組成物2-1、組成物2-2、組成物2-2'及び組成物2-3に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料及び電子注入材料の例及び好ましい範囲は、組成物1に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料及び電子注入材料の例及び好ましい範囲と同じである。

組成物2-1、組成物2-2、組成物2-2'及び組成物2-3に含有される発光材料としては、例えば、組成物1が含有していてもよい発光材料及び式（1）で表される金属錯体が挙げられる。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。

組成物2-2に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲は、組成物1に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲と同じであるが、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式（2）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。

組成物2-3に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲は、組成物1に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲と同じであるが、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効

率がより優れるので、式（３）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。

組成物２－２’に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲は、組成物１に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲と同じであるが、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効率率がより優れるので、式（２’）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。

[0155] 組成物２－１において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（Ｔ－１）で表される化合物の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上１０００質量部以下である。

組成物２－２において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（２）で表される金属錯体の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上１００００質量部以下である。

組成物２－２’において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（２’）で表される金属錯体の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上１００００質量部以下である。

組成物２－３において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（３）で表される金属錯体の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上１００００質量部以下である。

[0156] 組成物２－２において、ホスト材料の含有量は、式（２）で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上９９質量部以下であり、好ましくは１０質量部以上９８質量部以下であり、より好ましくは３０質量部以上９７質量部以下であり、更に好ましくは５０質量部以上９５質量部以下である。また、組成物２－２において、

ホスト材料の含有量は、式（２）で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を１００質量部とした場合、１０質量部以上９５質量部以下であってもよく、３０質量部以上９０質量部以下であってもよく、更に好ましくは５０質量部以上８５質量部以下であってもよい。

組成物２－２’において、ホスト材料の含有量は、式（２’）で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上９９質量部以下であり、好ましくは１０質量部以上９５質量部以下であり、より好ましくは３０質量部以上９０質量部以下であり、更に好ましくは５０質量部以上８５質量部以下である。

組成物２－３において、ホスト材料の含有量は、式（３）で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、１質量部以上９９質量部以下であり、好ましくは１０質量部以上９５質量部以下であり、より好ましくは３０質量部以上９０質量部以下であり、更に好ましくは５０質量部以上８５質量部以下である。

[0157] 組成物２－１、組成物２－２、組成物２－２’及び組成物２－３に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲は、組成物１に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲と同じである。組成物２－１において、酸化防止剤の含有量は、式（Ｔ－１）で表される化合物の含有量を１００質量部とした場合、通常、０．００１質量部以上１０質量部以下である。組成物２－２において、酸化防止剤の含有量は、式（２）で表される金属錯体の含有量を１００質量部とした場合、通常、０．００００１質量部以上１０質量部以下である。組成物２－２’において、酸化防止剤の含有量は、式（２’）で表される金属錯体の含有量を１００質量部とした場合、通常、０．００００１質量部以上１０質量部以下である。組成物２－３において、酸化防止剤の含有量は、式（３）で表される金属錯体の含有量を１００質量部とした場合、通常、０．００００１質量部以上１０質量部以下である。

[0158] 本実施形態の発光素子において、第２の層が、式（Ｔ－１）で表される化合物を含有する場合、第２の層は、例えば、式（Ｔ－１）で表される化合物

と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク 2-1」ともいう。）を用いて形成することができる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 1）において、第 2 の層が、式（2）で表される金属錯体を含有する場合、第 2 の層は、例えば、式（2）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク 2-2」ともいう。）を用いて形成することができる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 1）において、第 2 の層が、式（3）で表される金属錯体を含有する場合、第 2 の層は、例えば、式（3）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク 2-3」ともいう。）を用いて形成することができる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 2）において、第 2 の層が、式（2'）で表される金属錯体を含有する場合、第 2 の層は、例えば、式（2'）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク 2-2'」ともいう。）を用いて形成することができる。

インク 2-1、インク 2-2、インク 2-2' 及びインク 2-3 は、インク 1 の項で説明した湿式法に好適に使用することができる。インク 2-1、インク 2-2、インク 2-2' 及びインク 2-3 の粘度の好ましい範囲は、インク 1 の粘度の好ましい範囲と同じである。インク 2-1、インク 2-2、インク 2-2' 及びインク 2-3 に含有される溶媒の例及び好ましい範囲は、インク 1 に含有される溶媒の例及び好ましい範囲と同じであるが、

インク 2-1 において、溶媒の含有量は、式（T-1）で表される化合物の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 10000 質量部以下である。インク 2-2 において、溶媒の含有量は、式（2）で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 1000000 質量部以下である。インク 2-2' において、溶媒の含有量は、式（2'）で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 1000000 質量部以下である。インク 2-3 において、溶媒の含有量は、式（3）で表される金属錯体の含有量を 1

00質量部とした場合、通常、1000質量部以上1000000質量部以下である。

[0159] <第3の層>

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、本実施形態の発光素子の外部量子効率が優れるので、第3の層に、式（2）で表される金属錯体を含有することが好ましい。第3の層は、式（2）で表される金属錯体の1種を単独で含有していてもよく、2種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層が式（2）で表される金属錯体を含有する場合、式（2）で表される金属錯体の含有量は、第3の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（2）で表される金属錯体の含有量は、第3の層の全量基準で、0.01質量%以上100質量%以下であってよく、0.01質量%以上99質量%以下であってよく、0.1質量%以上80質量%以下であることが好ましく、1質量%以上60質量%以下であることがより好ましく、5質量%以上50質量%以下であることが更に好ましく、10質量%以上40質量%以下であることが特に好ましい。

[0160] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、本実施形態の発光素子の外部量子効率が優れるので、第3の層に、式（3）で表される金属錯体を含有することが好ましい。第3の層は、式（3）で表される金属錯体の1種を単独で含有していてもよく、2種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層が式（3）で表される金属錯体を含有する場合、式（3）で表される金属錯体の含有量は、第3の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（3）で表される金属錯体の含有量は、第3の層の全量基準で、0.01質量%以上100質量%以下であってよく、0.01質量%以上99質量%以下であってよく、0.1質量%以上80質量%以下であることが好ましく、1質量%以上60質量%以下であることがより好ましく、5質量%以上50質量%以下であることが更に好ましく、10質量%以上40質量%以下であるこ

とが特に好ましい。

[0161] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、本実施形態の発光素子の外部量子効率が優れるので、第3の層に、式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含有することが好ましい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層が式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含有する場合、式（3）で表される金属錯体としては、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、式（2）で表される金属錯体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が好ましい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層が式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含有する場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式（3）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は式（2）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層が式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含有する場合、式（3）で表される金属錯体の含有量は、第3の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（3）で表される金属錯体の含有量は、第3の層の全量基準で、0.01質量%以上100質量%以下であってよく、0.01質量%以上99質量%以下であってよく、0.1質量%以上80質量%以下であることが好ましく、1質量%以上60質量%以下であることがより好ましく、5質量%以上50質量%以下であることが更に好ましく、10質量%以上40質量%以下であることが特に好ましい。

[0162] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子2）において、第3の層が式（2'）で表される金属錯体を含有する場合、第3の層は、式（2'）で表される金属錯体の1種を単独で含有していてもよく、2種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 2）において、第 3 の層が式（2'）で表される金属錯体を含有する場合、式（2'）で表される金属錯体の含有量は、第 3 の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（2'）で表される金属錯体の含有量は、第 3 の層の全量基準で、0.01 質量%以上 100 質量%以下であってよく、0.01 質量%以上 99 質量%以下であってよく、0.1 質量%以上 80 質量%以下であることが好ましく、1 質量%以上 60 質量%以下であることがより好ましく、5 質量%以上 50 質量%以下であることが更に好ましく、10 質量%以上 40 質量%以下であることが特に好ましい。

[0163] 本実施形態の発光素子において、第 3 の層が式（T-1）で表される化合物を含有する場合、後述のホスト材料として、第 3 の層に含有されることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、第 3 の層が式（T-1）で表される化合物を含有する場合、第 3 の層は、式（T-1）で表される化合物の 1 種を単独で含有していてもよく、2 種以上を含有していてもよい。

本実施形態の発光素子において、第 3 の層が式（T-1）で表される化合物を含有する場合、式（T-1）で表される化合物の含有量は、第 3 の層としての機能が奏される範囲であればよい。例えば、式（T-1）で表される化合物の含有量は、第 3 の層の全量基準で 1 質量%以上 100 質量%以下であってよく、30 質量%以上 100 質量%以下であってよく、60 質量%以上 100 質量%以下であってよく、90 質量%以上 100 質量%以下であってよく、100 質量%であってよい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 1）において、第 3 の層が、式（T-1）で表される化合物、式（3）で表される金属錯体及び式（2）で表される金属錯体を含む場合、式（T-1）で表される化合物の含有量は、式（T-1）で表される化合物、式（3）で表される金属錯体及び式（2）で表される金属錯体の合計の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1 質量部以上 99 質量部以下であり、好ましくは 10 質量部以上 95 質量部以下で

あり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層が、式（T-1）で表される化合物及び式（2）で表される金属錯体を含む場合、式（T-1）で表される化合物の含有量は、式（T-1）で表される化合物及び式（2）で表される金属錯体の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上98質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上97質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上95質量部以下であり、10質量部以上95質量部以下であってもよく、30質量部以上90質量部以下であってもよく、50質量部以上85質量部以下であってもよい。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層が、式（T-1）で表される化合物及び式（3）で表される金属錯体を含む場合、式（T-1）で表される化合物の含有量は、式（T-1）で表される化合物及び式（3）で表される金属錯体の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上95質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子2）において、第3の層が、式（T-1）で表される化合物及び式（2'）で表される金属錯体を含む場合、式（T-1）で表される化合物の含有量は、式（T-1）で表される化合物及び式（2'）で表される金属錯体の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上95質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

[0164] [組成物3-1、組成物3-2、組成物3-2'、組成物3-3及び組成物3-4]

本実施形態の発光素子において、第3の層が式（T-1）で表される化合

物を含有する場合、第3の層は、式(T-1)で表される化合物と、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物(以下、「組成物3-1」ともいう。)を含有する層であってもよい。但し、組成物3-1において、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式(T-1)で表される化合物とは異なる。

本実施形態の発光素子(特に、発光素子1)において、第3の層が式(2)で表される金属錯体を含有する場合、第3の層は、式(2)で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物(以下、「組成物3-2」ともいう。)を含有する層であってもよい。但し、組成物3-2において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式(2)で表される金属錯体とは異なる。

本実施形態の発光素子(特に、発光素子1)において、第3の層が式(3)で表される金属錯体を含有する場合、第3の層は、式(3)で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物(以下、「組成物3-3」ともいう。)を含有する層であってもよい。但し、組成物3-3において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式(3)で表される金属錯体とは異なる。

本実施形態の発光素子(特に、発光素子1)において、第3の層が式(2)で表される金属錯体及び式(3)で表される金属錯体を含有する場合、第3の層は、式(2)で表される金属錯体と、式(3)で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも1種の材料とを含む組成物(以下、「組成物3-4」ともいう。)を含有する層で

あってもよい。但し、組成物 3-4 において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式 (2) で表される金属錯体及び式 (3) で表される金属錯体とは異なる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子 2）において、第 3 の層が式 (2') で表される金属錯体を含有する場合、第 3 の層は、式 (2') で表される金属錯体と、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、発光材料及び酸化防止剤からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の材料とを含む組成物（以下、「組成物 3-2' 」ともいう。）を含有する層であってもよい。但し、組成物 3-2' において、ホスト材料、正孔輸送材料、正孔注入材料、電子輸送材料、電子注入材料及び発光材料は、式 (2') で表される金属錯体とは異なる。

[0165] 組成物 3-1、組成物 3-2、組成物 3-2'、組成物 3-3 及び組成物 3-4 に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の例及び好ましい範囲は、組成物 2-1、組成物 2-2、組成物 2-2' 及び組成物 2-3 に含有される正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の例及び好ましい範囲と同じである。

組成物 3-2 に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲は、組成物 1 に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲と同じであるが、ホスト材料の有する最低励起三重項状態 (T_1) は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式 (2) で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態 (T_1) より高いエネルギー準位であることが好ましい。また、組成物 3-2 に含有されるホスト材料としては、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、式 (2) で表される金属錯体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が好ましい。

組成物 3-3 に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲は、組成物 1 に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲と同じであるが、ホスト材料の有する最低励起三重項状態 (T_1) は、本実施形態の発光素子の外部量子効

率がより優れるので、式（３）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。また、組成物３－３に含有されるホスト材料としては、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、式（３）で表される金属錯体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が好ましい。

組成物３－４に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲は、組成物１に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲と同じであるが、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式（２）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましく、式（２）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であり、且つ、式（３）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることがより好ましい。また、組成物３－４に含有されるホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、式（３）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であり、且つ、式（３）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は式（２）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。また、組成物３－４に含有されるホスト材料としては、本実施形態の発光素子を湿式法で作製できるので、式（２）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体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が好ましい。

組成物３－２’に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲は、組成物１に含有されるホスト材料の例及び好ましい範囲と同じであるが、ホスト材料の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）は、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、式（２’）で表される金属錯体の有する最低励起三重項状態（ T_1 ）より高いエネルギー準位であることが好ましい。また、組成物３－２’に含有されるホスト材料としては、本実施形態の発光素子を湿式

法で作製できるので、式（2'）で表される金属錯体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が好ましい。

[0166] 組成物3-1において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（T-1）で表される化合物の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上1000質量部以下である。

組成物3-2において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（2）で表される金属錯体の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上10000質量部以下である。

組成物3-3において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（3）で表される金属錯体の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上10000質量部以下である。

組成物3-4において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上10000質量部以下である。

組成物3-2'において、正孔輸送材料、電子輸送材料、正孔注入材料、電子注入材料及び発光材料の含有量は、各々、式（2'）で表される金属錯体の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上10000質量部以下である。

[0167] 組成物3-2において、ホスト材料の含有量は、式（2）で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上98質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上97質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上95質量部以下である。また、組成物3-2において、ホスト材料の含有量は、式（2）で表される金属錯体及びホスト材料の合計

の含有量を100質量部とした場合、10質量部以上95質量部以下であってもよく、30質量部以上90質量部以下であってもよく、50質量部以上85質量部以下であってもよい。

組成物3-3において、ホスト材料の含有量は、式(3)で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上95質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

組成物3-4において、ホスト材料の含有量は、式(2)で表される金属錯体、式(3)で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上95質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

組成物3-2'において、ホスト材料の含有量は、式(2')で表される金属錯体及びホスト材料の合計の含有量を100質量部とした場合、通常、1質量部以上99質量部以下であり、好ましくは10質量部以上95質量部以下であり、より好ましくは30質量部以上90質量部以下であり、更に好ましくは50質量部以上85質量部以下である。

[0168] 組成物3-1、組成物3-2、組成物3-2'、組成物3-3及び組成物3-4に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲は、組成物1に含有される酸化防止剤の例及び好ましい範囲と同じである。組成物3-1において、酸化防止剤の含有量は、式(T-1)で表される化合物の含有量を100質量部とした場合、通常、0.001~10質量部である。組成物3-2において、酸化防止剤の含有量は、式(2)で表される金属錯体の含有量を100質量部とした場合、通常、0.00001質量部以上10質量部以下である。組成物3-3において、酸化防止剤の含有量は、式(3)で表される金属錯体の含有量を100質量部とした場合、通常、0.00001質量部以上10質量部以下である。組成物3-4において、酸化防止剤の含有量は

、式（２）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体の合計の含有量を１００質量部とした場合、通常、０．００００１質量部以上１０質量部以下である。組成物３－２’において、酸化防止剤の含有量は、式（２’）で表される金属錯体を１００質量部とした場合、通常、０．００００１質量部以上１０質量部以下である。

[0169] 本実施形態の発光素子において、第３の層が、式（Ｔ－１）で表される化合物を含有する場合、第３の層は、例えば、式（Ｔ－１）で表される化合物と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク３－１」ともいう。）を用いて形成することができる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子１）において、第３の層が、式（２）で表される金属錯体を含有する場合、第３の層は、例えば、式（２）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク３－２」ともいう。）を用いて形成することができる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子１）において、第３の層が、式（３）で表される金属錯体を含有する場合、第３の層は、例えば、式（３）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク３－３」ともいう。）を用いて形成することができる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子１）において、第３の層が、式（２）で表される金属錯体及び式（３）で表される金属錯体を含有する場合、第３の層は、例えば、式（２）で表される金属錯体と、式（３）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク３－４」ともいう。）を用いて形成することができる。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子２）において、第３の層が、式（２’）で表される金属錯体を含有する場合、第３の層は、例えば、式（２’）で表される金属錯体と、溶媒とを含有する組成物（以下、「インク３－２’」ともいう。）を用いて形成することができる。

インク３－１、インク３－２、インク３－３、インク３－４及びインク３－２’は、インク１の項で説明した湿式法に好適に使用することができる。

インク 3-1、インク 3-2、インク 3-3、インク 3-4 及びインク 3-2' の粘度の好ましい範囲は、インク 1 の粘度の好ましい範囲と同じである。インク 3-1、インク 3-2、インク 3-3、インク 3-4 及びインク 3-2' に含有される溶媒の例及び好ましい範囲は、インク 1 に含有される溶媒の例及び好ましい範囲と同じであるが、

インク 3-1 において、溶媒の含有量は、式 (T-1) で表される化合物の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 10000 質量部以下である。インク 3-2 において、溶媒の含有量は、式 (2) で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 1000000 質量部以下である。インク 3-3 において、溶媒の含有量は、式 (3) で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 1000000 質量部以下である。インク 3-4 において、溶媒の含有量は、式 (2) で表される金属錯体及び式 (3) で表される金属錯体の合計の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 1000000 質量部以下である。インク 3-2' において、溶媒の含有量は、式 (2') で表される金属錯体の含有量を 100 質量部とした場合、通常、1000 質量部以上 1000000 質量部以下である。

[0170] <発光素子の層構成>

図 1 は、本発明の一態様に係る発光素子の概略断面図である。図 1 に示される発光素子 10 は、陽極 11 と、陰極 15 と、陽極 11 及び陰極 15 の間に設けられた第 1 の層 13 と、陰極 15 及び第 1 の層 13 の間に設けられた第 2 の層 14 と、陽極 11 及び第 1 の層 13 の間に設けられた第 3 の層 12 とを有する。

本実施形態の発光素子は、陽極 11、陰極 15、第 1 の層 13、第 2 の層 14 及び第 3 の層 12 以外の層を有していてもよい。

本実施形態の発光素子において、第 1 の層 13 は、通常、発光層（以下、「第 1 の発光層」と言う。）である。

本実施形態の発光素子において、第 2 の層 14 は、通常、発光層（第 1 の

発光層とは別個の発光層であり、以下、「第2の発光層」と言う。）、電子輸送層又は電子注入層であり、より好ましくは電子輸送層である。

本実施形態の発光素子において、第3の層12は、通常、発光層（第1の発光層及び第2の発光層とは別個の発光層であり、以下、「第3の発光層」と言う。）、正孔輸送層又は正孔注入層であり、より好ましくは第3の発光層又は正孔輸送層であり、更に好ましくは第3の発光層である。

[0171] 本実施形態の発光素子において、第2の層14は、陰極15及び第1の層13の間に設けられた第2の発光層、電子輸送層又は電子注入層であることが好ましく、陰極15及び第1の層13の間に設けられた電子輸送層であることがより好ましい。

本実施形態の発光素子において、第1の層13と第2の層14とは、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、隣接していることが好ましい。

[0172] 本実施形態の発光素子において、第3の層12は、陽極11及び第1の層13の間に設けられた第3の発光層、正孔輸送層又は正孔注入層であることが好ましく、陽極11及び第1の層13の間に設けられた第3の発光層又は正孔輸送層であることがより好ましく、陽極11及び第1の層13の間に設けられた第3の発光層であることが更に好ましい。

本実施形態の発光素子において、第1の層13と第3の層12とは、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、隣接していることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、第1の層13と、第2の層14及び第3の層12とは、本実施形態の発光素子の外部量子効率が更に優れるので、隣接していることが好ましい。すなわち、第1の層13と第2の層14とが隣接しており、且つ、第1の層13と第3の層12とが隣接していることが好ましい。

[0173] 本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陽極11と第1の発光層（例えば、第1の層13）との間に、正

孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。また、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陰極15と第1の発光層（例えば、第1の層13）との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

本実施形態の発光素子が第2の発光層を有する場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陽極11と第1の発光層（例えば、第1の層13）との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。また、本実施形態の発光素子が第2の発光層を有する場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陰極15と第2の発光層（例えば、第2の層14）との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

本実施形態の発光素子が第3の発光層を有する場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陽極11と第3の発光層（例えば、第3の層12）との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。また、本実施形態の発光素子が第3の発光層を有する場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陰極15と第1の発光層（例えば、第1の層13）との間に、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

本実施形態の発光素子が第2の発光層及び第3の発光層を有する場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陽極11と第3の発光層（例えば、第3の層12）との間に、正孔注入層及び正孔輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。また、本実施形態の発光素子が第2の発光層及び第3の発光層を有する場合、本実施形態の発光素子の外部量子効率がより優れるので、本実施形態の発光素子は、陰極15と第2の発光層（例えば、第2の層14）との間に

、電子注入層及び電子輸送層のうちの少なくとも1つの層を更に有することが好ましい。

[0174] 本実施形態の発光素子において、第1の発光層と、第2の発光層又は第3の発光層とを有する場合、第1の発光層の発光色と、第2の発光層の発光色又は第3の発光層の発光色とを調整することにより、発光素子の発光色を調整することが可能であり、発光色を白色に調整することも可能である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、例えば、第1の発光層が第1の層13であり、且つ、第3の発光層が、式（2）で表される金属錯体を含有する第3の層12である場合、第1の層13における式（1）で表される金属錯体の含有量と、第3の層12における式（2）で表される金属錯体の含有量とを調整することにより、発光色を調整することが可能であり、発光色を白色に調整することも可能である。より詳細には、本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、例えば、第1の発光層が第1の層13であり、第3の発光層が、式（2）で表される金属錯体を含有する第3の層12であり、且つ、第1の層13及び／又は第3の層12に式（3）で表される金属錯体を含有する場合、第1の層13における式（1）で表される金属錯体の含有量と、第3の層12における式（2）で表される金属錯体の含有量と、第1の層13における式（3）で表される金属錯体の含有量及び／又は第3の層12における式（3）で表される金属錯体の含有量とを調整することにより、発光色を調整することが可能であり、発光色を白色に調整することも可能である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子2）において、例えば、第1の発光層が第1の層13であり、且つ、第3の発光層が、式（2'）で表される金属錯体を含有する第3の層12である場合、第1の層13における式（1）で表される金属錯体の含有量と、第3の層12における式（2'）で表される金属錯体の含有量とを調整することにより、発光色を調整することが可能であり、発光色を白色に調整することも可能である。

[0175] 発光素子の発光色は、発光素子の発光色度を測定して色度座標（CIE色

度座標)を求めることで確認することができる。白色の発光色は、色度座標の X が $0.20 \sim 0.55$ の範囲内であり、かつ、色度座標の Y が $0.20 \sim 0.55$ の範囲内であることが好ましい。なお、CIE色度座標(x, y)は、国際照明委員会CIE (Commission Internationale de l'Eclairage)が1931年に策定した国際表示法であるXYZ表色系に基づく xy 色度座標(x, y)である。

[0176] 本実施形態の発光素子において、本実施形態の発光素子の発光色を調整する観点(特に、発光色を白色に調整する観点であり、以下、同様である。)から、式(1)で表される金属錯体の発光スペクトルの最大ピーク波長は、通常 380 nm 以上 495 nm 未満であり、好ましくは 400 nm 以上 490 nm 以下であり、より好ましくは 420 nm 以上 485 nm 以下であり、更に好ましくは 450 nm 以上 480 nm 以下である。

[0177] 本実施形態の発光素子(特に、発光素子1)において、式(2)で表される金属錯体の発光スペクトルの最大ピーク波長は、 570 nm 以上 750 nm 未満であり、本実施形態の発光素子の発光色を調整する観点から、好ましくは 570 nm 以上 680 nm 以下であり、より好ましくは 575 nm 以上 640 nm 以下であり、更に好ましくは 590 nm 以上 640 nm 以下である。

本実施形態の発光素子(特に、発光素子1)において、式(3)で表される金属錯体の発光スペクトルの最大ピーク波長は、 495 nm 以上 570 nm 未満であり、本実施形態の発光素子の発光色を調整する観点から、好ましくは 500 nm 以上 570 nm 未満であり、より好ましくは 505 nm 以上 560 nm 以下であり、更に好ましくは 510 nm 以上 550 nm 以下である。

[0178] 本実施形態の発光素子(特に、発光素子2)において、式(2')で表される金属錯体の発光スペクトルの最大ピーク波長は、 570 nm 以上 750 nm 未満であり、本実施形態の発光素子の発光色を調整する観点から、好ましくは 570 nm 以上 680 nm 以下であり、より好ましくは 575 nm 以

上640nm以下であり、更に好ましくは590nm以上640nm以下である。

[0179] 化合物（金属錯体）の発光スペクトルの最大ピーク波長及び極大波長は、化合物を、キシレン、トルエン、クロロホルム、テトラヒドロフラン等の有機溶媒に溶解させ、希薄溶液を調製し（ $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$ 質量%）、該希薄溶液のPLスペクトルを室温で測定することで評価することができる。化合物（金属錯体）を溶解させる有機溶媒としては、トルエン又はキシレンが好ましい。

[0180] 本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第1の層13が式（1）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含む場合、本実施形態の発光素子の発光色を調整する観点から、式（3）で表される金属錯体の含有量は、式（1）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体の合計の含有量を100質量部とした場合、好ましくは0.01質量部以上100質量部以下であり、より好ましくは0.05質量部以上50質量部以下であり、更に好ましくは0.1質量部以上10質量部以下であり、特に好ましくは0.5質量部以上5質量部以下である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第2の層14が式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含む場合、本実施形態の発光素子の発光色を調整する観点から、式（2）で表される金属錯体の含有量は、式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体の合計の含有量を100質量部とした場合、好ましくは0.01質量部以上100質量部以下であり、より好ましくは0.1質量部以上80質量部以下であり、更に好ましくは1質量部以上50質量部以下であり、特に好ましくは5質量部以上20質量部以下である。

本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層12が式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含む場合、本実施形態の発光素子の発光色を調整する観点から、式（2）で表される金属錯体の含有量は、式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属

錯体の合計の含有量を100質量部とした場合、好ましくは0.01質量部以上100質量部以下であり、より好ましくは0.1質量部以上80質量部以下であり、更に好ましくは1質量部以上50質量部以下であり、特に好ましくは5質量部以上20質量部以下である。

[0181] 本実施形態の発光素子の具体的な層構成としては、例えば、(D1)～(D10)で表される層構成が挙げられる。本実施形態の発光素子は、通常、基板を有するが、基板上に陽極11から積層されていてもよく、基板上に陰極15から積層されていてもよい。

[0182] (D1) 陽極11／正孔注入層／第3の発光層(第3の層12)／第1の発光層(第1の層13)／電子輸送層(第2の層14)／電子注入層／陰極15

(D2) 陽極11／正孔注入層／第3の発光層(第3の層12)／第1の発光層(第1の層13)／電子輸送層／電子注入層(第2の層14)／陰極15

(D3) 陽極11／正孔注入層／第3の発光層(第3の層12)／第1の発光層(第1の層13)／第2の発光層(第2の層14)／電子輸送層／電子注入層／陰極15

(D4) 陽極11／正孔注入層／第3の発光層(第3の層12)／第1の発光層(第1の層13)／第2の発光層／電子輸送層(第2の層14)／電子注入層／陰極15

(D5) 陽極11／正孔注入層／正孔輸送層(第3の層12)／第1の発光層(第1の層13)／電子輸送層(第2の層14)／電子注入層／陰極15

(D6) 陽極11／正孔注入層(第3の層12)／正孔輸送層／第1の発光層(第1の層13)／電子輸送層(第2の層14)／電子注入層／陰極15

(D7) 陽極11／正孔注入層／正孔輸送層／第3の発光層(第3の層12)／第1の発光層(第1の層13)／電子輸送層(第2の層14)／電子注入層／陰極15

(D8) 陽極11／正孔注入層／正孔輸送層／第3の発光層(第3の層12)

)/第1の発光層(第1の層13)/第2の発光層(第2の層14)/電子輸送層/電子注入層/陰極15

(D9)陽極11/正孔注入層/正孔輸送層/第3の発光層(第3の層12)/第1の発光層(第1の層13)/第2の発光層/電子輸送層(第2の層14)/電子注入層/陰極15

(D10)陽極11/正孔注入層/正孔輸送層(第3の層12)/第3の発光層/第1の発光層(第1の層13)/第2の発光層/電子輸送層(第2の層14)/電子注入層/陰極15

[0183] (D1)～(D10)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3の発光層(第3の層12)/第1の発光層(第1の層13)/電子輸送層(第2の層14)」とは、第3の発光層(第3の層12)と第1の発光層(第1の層13)と電子輸送層(第2の層14)とがこの順に隣接して積層していることを意味する。

[0184] 本実施形態の発光素子において、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第2の発光層、第3の発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極は、それぞれ、必要に応じて、2層以上設けられていてもよい。

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第2の発光層、第3の発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極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。

陽極、正孔注入層、正孔輸送層、第1の発光層、第2の発光層、電子輸送層、電子注入層及び陰極の厚さは、通常、1nm～1μmであり、好ましくは2nm～500nmであり、更に好ましくは5nm～150nmである。

本実施形態の発光素子において、積層する層の順番、数、及び厚さは、発光素子の発光効率、駆動電圧及び素子寿命を勘案して調整すればよい。

[0185] [第2の発光層]

本実施形態の発光素子において、第2の発光層は、通常、第2の層14又は発光材料を含有する層であり、好ましくは、発光材料を含有する層である。第2の発光層が発光材料を含有する層である場合、第2の発光層に含有さ

れる発光材料としては、例えば、前述の組成物 2-1 が含有していてもよい発光材料が挙げられる。第 2 の発光層に含有される発光材料は、1 種単独で含有されていても、2 種以上が含有されていてもよい。

本実施形態の発光素子が第 2 の発光層を有し、且つ、第 2 の層 1 4 が後述の電子輸送層及び後述の電子注入層ではない場合、第 2 の発光層は第 2 の層 1 4 であることが好ましい。

[0186] [第 3 の発光層]

本実施形態の発光素子において、第 3 の発光層は、通常、第 3 の層 1 2 又は発光材料を含有する層であり、好ましくは、第 3 の層 1 2 である。第 3 の発光層が発光材料を含有する層である場合、第 3 の発光層に含有される発光材料としては、例えば、前述の組成物 3-1 が含有していてもよい発光材料が挙げられる。第 3 の発光層に含有される発光材料は、1 種単独で含有されていても、2 種以上が含有されていてもよい。

本実施形態の発光素子が第 3 の発光層を有し、且つ、第 3 の層 1 2 が後述の正孔輸送層及び後述の正孔注入層ではない場合、第 3 の発光層は第 3 の層 1 2 であることが好ましい。

[0187] [正孔輸送層]

本実施形態の発光素子において、正孔輸送層は、通常、第 3 の層 1 2 又は正孔輸送材料を含有する層であり、好ましくは、正孔輸送材料を含有する層である。正孔輸送層が発光材料を含有する層である場合、正孔輸送層に含有される正孔輸送材料としては、例えば、前述の組成物 1 が含有していてもよい正孔輸送材料が挙げられる。正孔輸送層に含有される正孔輸送材料は、1 種単独で含有されていてもよく、2 種以上が含有されていてもよい。

本実施形態の発光素子が正孔輸送層を有し、且つ、第 3 の層 1 2 が前述の第 3 の発光層及び後述の正孔注入層ではない場合、正孔輸送層は第 3 の層 1 2 であることが好ましい。

[0188] [電子輸送層]

本実施形態の発光素子において、電子輸送層は、通常、第 2 の層 1 4 又は

電子輸送材料を含有する層であり、好ましくは、第2の層14である。電子輸送層が電子輸送材料を含有する層である場合、電子輸送層に含有される電子輸送材料としては、例えば、前述の組成物1が含有していてもよい電子輸送材料が挙げられる。電子輸送層に含有される電子輸送材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

本実施形態の発光素子が電子輸送層を有し、且つ、第2の層14が前述の第2の発光層及び後述の電子注入層ではない場合、電子輸送層は第2の層14であることが好ましい。

[0189] [正孔注入層及び電子注入層]

本実施形態の発光素子において、正孔注入層は、通常、第3の層12又は正孔注入材料を含有する層であり、好ましくは、正孔注入材料を含有する層である。正孔注入層が正孔注入材料を含有する層である場合、正孔注入層に含有される正孔注入材料としては、例えば、前述の組成物1が含有していてもよい正孔注入材料が挙げられる。正孔注入層に含有される正孔注入材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

本実施形態の発光素子が正孔注入層を有し、且つ、第3の層12が前述の第3の発光層及び前述の正孔輸送層ではない場合、正孔注入層は第3の層12であることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、電子注入層は、通常、第2の層14又は電子注入材料を含有する層であり、好ましくは、電子注入材料を含有する層である。電子注入層が電子注入材料を含有する層である場合、電子注入層に含有される電子注入材料としては、例えば、前述の組成物1が含有していてもよい電子注入材料が挙げられる。電子注入層に含有される電子注入材料は、1種単独で含有されていても、2種以上が含有されていてもよい。

本実施形態の発光素子が電子注入層を有し、且つ、第2の層14が前述の第2の発光層及び前述の電子輸送層ではない場合、電子注入層は第2の層14であることが好ましい。

[0190] [基板／電極]

本実施形態の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、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ってよい。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又は半透明であることが好ましい。

[0191] 本実施形態の発光素子において、陽極 11 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）；NESA、金、白金、銀、銅である。

[0192] 陰極 15 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、グラファイト及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。

[0193] 本実施形態の発光素子において、陽極 11 及び陰極 15 の少なくとも一方は、通常、透明又は半透明であるが、陽極 11 が透明又は半透明であることが好ましい。

陽極 11 及び陰極 15 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、メッキ法及びラミネート法が挙げられる。

[0194] [発光素子の製造方法]

本実施形態の発光素子において、第 1 の層 13、第 2 の層 14、第 3 の層

12、及び、その他の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、真空蒸着法等の乾式法及びインク1の項で説明した湿式法が挙げられ、また、高分子化合物を用いる場合、例えば、インク1の項で説明した湿式法が挙げられる。第1の層13、第2の層14、第3の層12、及び、その他の層は、上述した各種インク、各種材料を含むインクを用いて、前述のインク1の項で説明した湿式法により形成してもよいし、真空蒸着法等の乾式法により形成してもよい。

[0195] 本実施形態の発光素子において、第1の層13を湿式法により形成する場合、インク1を用いることが好ましい。

また、本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第1の層13が式（1）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含み、且つ、第1の層13を湿式法により形成する場合、インク1'を用いることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、第1の層13は、本実施形態の発光素子の製造が容易になるので、湿式法により形成することが好ましい。

[0196] 本実施形態の発光素子において、第2の層14を湿式法により形成する場合、インク2-1、インク2-2、インク2-2'又はインク2-3を用いることが好ましく、インク2-1、インク2-2又はインク2-2'を用いてもよく、インク2-1又はインク2-2を用いてもよく、インク2-1を用いてもよい。

より詳細には、本実施形態の発光素子において、第2の層14が式（T-1）で表される化合物を含み、且つ、第2の層14を湿式法により形成する場合、インク2-1を用いることが好ましい。本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第2の層14が式（2）で表される金属錯体を含み、且つ、第2の層14を湿式法により形成する場合、インク2-2を用いることが好ましい。本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第2の層14が式（3）で表される金属錯体を含み、且つ、第2の層14を湿式法により形成する場合、インク2-3を用いることが好ましい。本実施

形態の発光素子（特に、発光素子2）において、第2の層14が式（2'）で表される金属錯体を含み、且つ、第2の層14を湿式法により形成する場合、インク2-2'を用いることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、第2の層14は、本実施形態の発光素子の製造が容易になるので、湿式法により形成することが好ましい。

[0197] 本実施形態の発光素子において、第3の層12を湿式法により形成する場合、インク3-1、インク3-2、インク3-3、インク3-4又はインク3-2'を用いることが好ましく、インク3-1、インク3-2、インク3-4又はインク3-2'を用いてもよく、インク3-1、インク3-2又はインク3-2'を用いてもよく、インク3-1又はインク3-2を用いてもよく、インク3-2を用いてもよい。

より詳細には、本実施形態の発光素子において、第3の層12が式（T-1）で表される化合物を含み、且つ、第3の層12を湿式法により形成する場合、インク3-1を用いることが好ましい。本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層12が式（2）で表される金属錯体を含み、且つ、第3の層12を湿式法により形成する場合、インク3-2を用いることが好ましい。本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層12が式（3）で表される金属錯体を含み、且つ、第3の層12を湿式法により形成する場合、インク3-3を用いることが好ましい。本実施形態の発光素子（特に、発光素子1）において、第3の層12が式（2）で表される金属錯体及び式（3）で表される金属錯体を含み、且つ、第3の層12を湿式法により形成する場合、インク3-4を用いることが好ましい。本実施形態の発光素子（特に、発光素子2）において、第3の層12が式（2'）で表される金属錯体を含み、且つ、第3の層12を湿式法により形成する場合、インク3-2'を用いることが好ましい。

本実施形態の発光素子において、第3の層12は、本実施形態の発光素子の製造が容易になるので、湿式法により形成することが好ましい。

[0198] 本実施形態の発光素子は、例えば、基板上に各層を順次積層することによ

り製造することができる。具体的には、基板上に陽極 1 1 を設け、その上に正孔注入層、正孔輸送層等の層を設け、その上に発光層を設け、その上に電子輸送層、電子注入層等の層を設け、更にその上に、陰極 1 5 を積層することにより、発光素子を製造することができる。他の製造方法としては、基板上に陰極 1 5 を設け、その上に電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層等の層を設け、更にその上に、陽極 1 1 を積層することにより、発光素子を製造することができる。更に他の製造方法としては、陽極 1 1 又は陽極 1 1 上に各層を積層した陽極側基材と陰極 1 5 又は陰極 1 5 上に各層を積層させた陰極側基材とを、対向させて接合することにより製造することができる。

[0199] 本実施形態の発光素子の作製において、正孔注入層の形成に用いる材料、発光層の形成に用いる材料、正孔輸送層の形成に用いる材料、電子輸送層の形成に用いる材料、及び、電子注入層の形成に用いる材料が、各々、正孔注入層、発光層、正孔輸送層、電子輸送層及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) 架橋性基を有する材料を用いる方法、又は、i i) 隣接する層の溶媒へ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、架橋性基を有する材料を用いて層を形成した後、該架橋性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。また、上記 i i) の方法としては、例えば、発光層の上に、溶解性の差を利用して電子輸送層を積層する場合、発光層に対して溶解性の低いインクを用いることで電子輸送層を発光層上に積層することができる。

[0200] [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、面状の陽極と陰極と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

、又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、カラーフィルター又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、又は、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、曲面状の光源及び表示装置としても使用できる。

実施例

[0201] 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。

[0202] 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 (M_n) 及びポリスチレン換算の重量平均分子量 (M_w) は、移動相にテトラヒドロフランを用い、サイズエクスクルージョンクロマトグラフィー (SEC) により求めた。SECの測定条件は、次のとおりである。

測定する高分子化合物を約0.05質量%の濃度でテトラヒドロフランに溶解させ、SECに10 μ L注入した。移動相は、2.0 mL/分の流量で流した。カラムとして、PL gel 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。

[0203] 本実施例において、金属錯体の発光スペクトルの最大ピーク波長は、分光光度計 (日本分光株式会社製、FP-6500) により室温にて測定した。化合物をキシレンに、約0.8 $\times 10^{-4}$ 質量%の濃度で溶解させたキシレン

溶液を試料として用いた。励起光としては、波長 325 nm の UV 光を用いた。

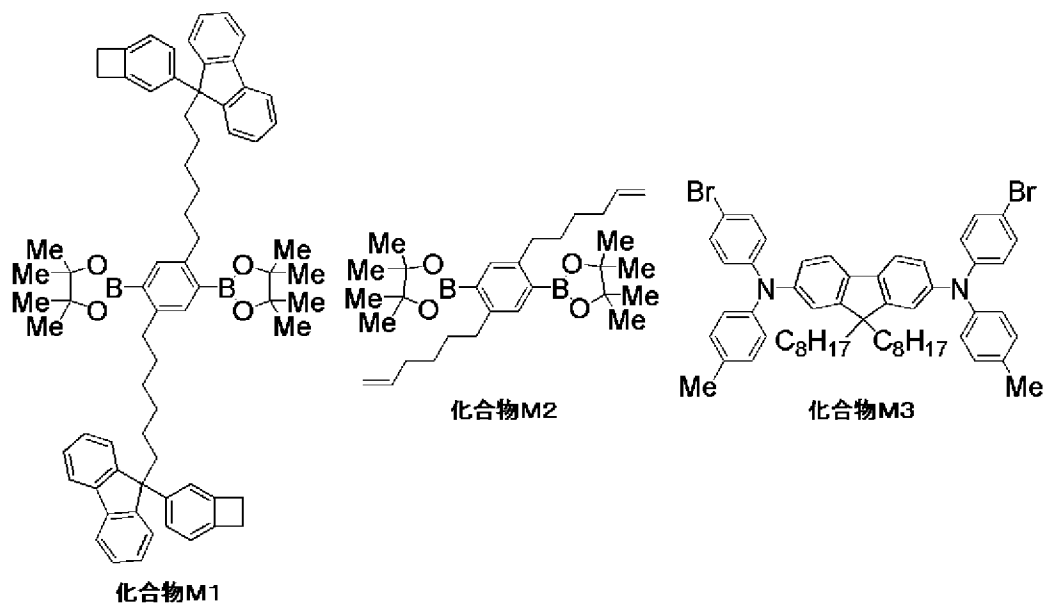
[0204] <合成例M> 化合物M1～M3の合成

化合物M1は国際公開第2015/145871号に記載の方法に従って合成した。

化合物M2は国際公開第2013/146806号に記載の方法に従って合成した。

化合物M3は国際公開第2005/049546号に記載の方法に従って合成した。

[0205] [化34]



[0206] <合成例HTL> 高分子化合物HTL-1の合成

高分子化合物HTL-1は、化合物M1、化合物M2及び化合物M3を用いて、国際公開第2015/145871号に記載の方法に従って合成した。高分子化合物HTL-1は、 $M_n = 2.3 \times 10^4$ 及び $M_w = 1.2 \times 10^5$ であった。

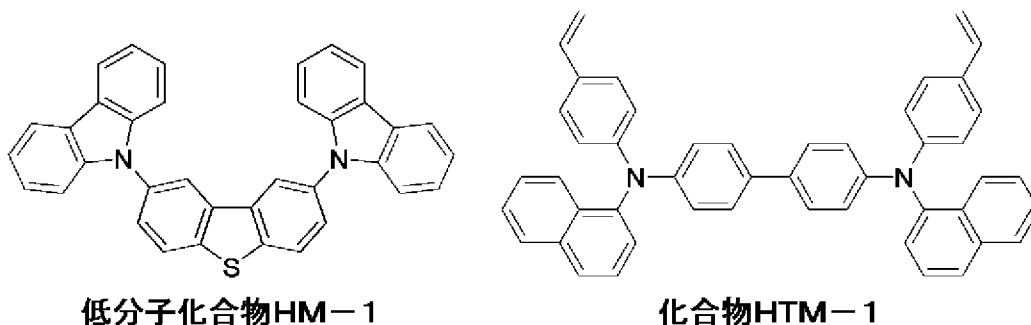
高分子化合物HTL-1は、仕込み原料の量から求めた理論値では、化合物M1から誘導される構成単位と、化合物M2から誘導される構成単位と、化合物M3から誘導される構成単位とが、45：5：50のモル比で構成さ

れた共重合体である。

[0207] <化合物HM-1及び化合物HTM-1>

化合物HM-1及び化合物HTM-1はLuminescence Technology社より購入した。

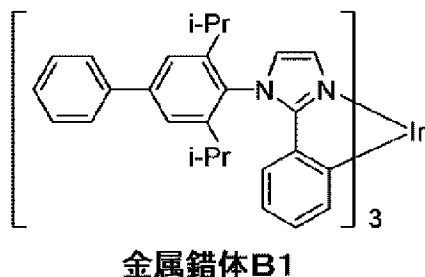
[0208] [化35]



[0209] <合成例B> 金属錯体B1の合成

金属錯体B1は、国際公開第2006/121811号及び特開2013-048190号公報に記載の方法に準じて合成した。金属錯体B1の発光スペクトルの最大ピーク波長は471nmであった。

[0210] [化36]



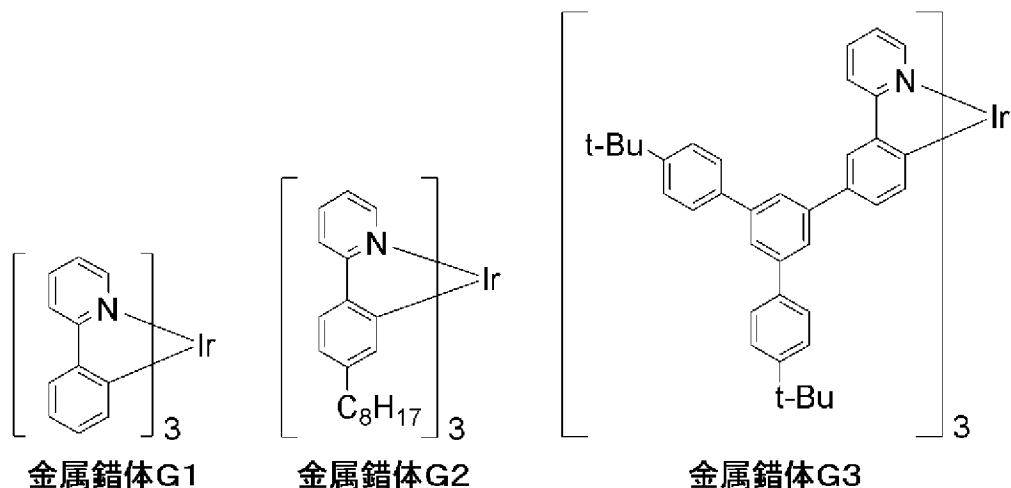
[0211] <合成例G> 金属錯体G1～G3の合成及び入手

金属錯体G1はLuminescence Technology社より購入した。

金属錯体G2は特開2013-237789号公報に記載の方法に従って合成した。

金属錯体G3は国際公開第2009/131255号に記載の方法に準じて合成した。

[0212] [化37]



[0213] 化合物G1の発光スペクトルの最大ピーク波長は510nmであった。
 化合物G2の発光スペクトルの最大ピーク波長は508nmであった。
 化合物G3の発光スペクトルの最大ピーク波長は514nmであった。

[0214] <合成例R> 金属錯体R1～R4の合成及び入手

金属錯体R1はAmerican Dye Source社より購入した。

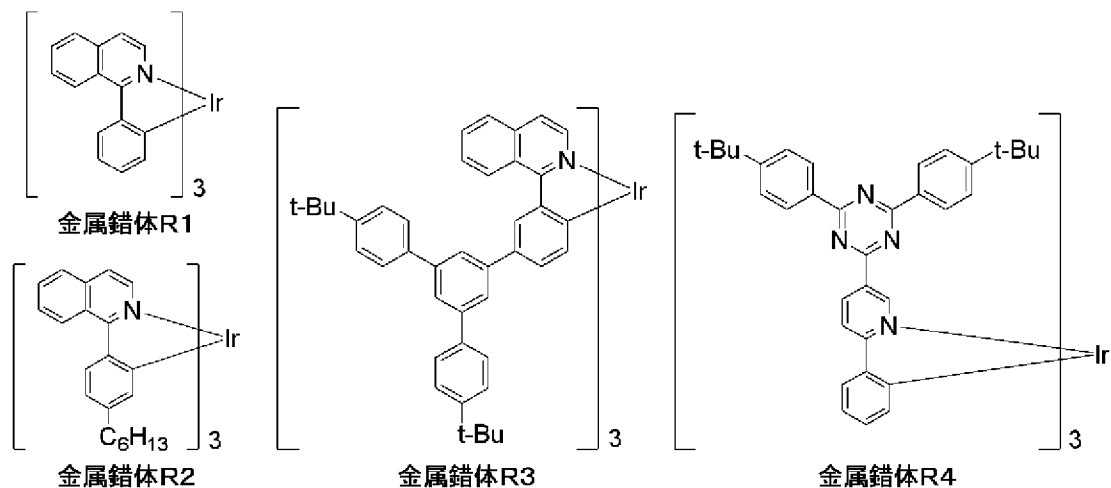
金属錯体R2はLuminescence Technology社より購入した。

金属錯体R3は特開2006-188673号公報に記載の方法に準じて合成した。

金属錯体R4は特開2008-179617号公報に記載の方法に従って合成した。

[0215]

[化38]



[0216] 金属錯体 R 1 の発光スペクトルの最大ピーク波長は 6 1 8 n m であった。

金属錯体 R 2 の発光スペクトルの最大ピーク波長は 6 2 0 n m であった。

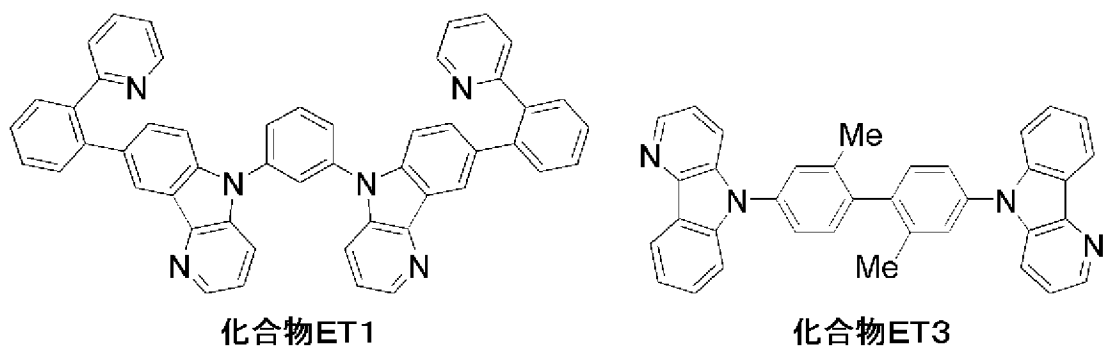
金属錯体 R 3 の発光スペクトルの最大ピーク波長は 6 1 9 n m であった。

金属錯体 R 4 の発光スペクトルの最大ピーク波長は 5 9 4 n m であった。

[0217] <合成例 E T> 化合物 E T 1 及び化合物 E T 3 の合成

化合物 E T 1 及び化合物 E T 3 は、特開 2 0 1 0 - 2 3 5 5 7 5 号公報に記載の方法に準じて合成した。

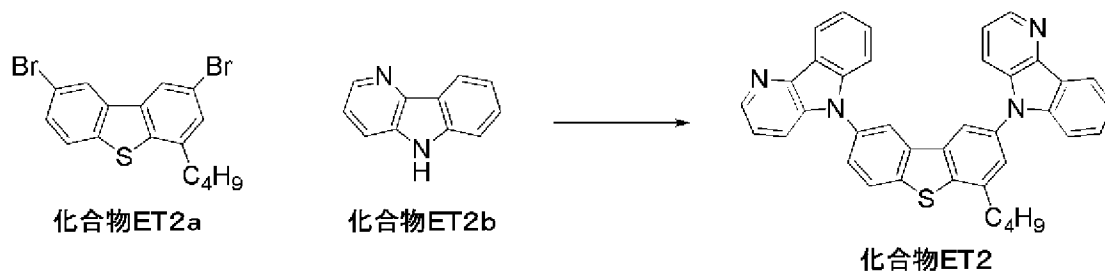
[0218] [化39]



[0219] <化合物 E T 2> 化合物 E T 2 の合成

[0220]

[化40]



[0221] 反応容器内を不活性ガス雰囲気とした後、化合物ET2a（8.7g）、化合物ET2b（8.1g）、ジメチルスルホキシド（218mL）、酸化銅（Ⅰ）（1.3g）、リン酸三カリウム（16.7g）及びジピバロイルメタン（3.2g）を加え、150℃で10時間撹拌した。得られた反応液を室温まで冷却した後、トルエン及びイオン交換水を加え、セライトを敷いたガラスフィルターでろ過した。得られたろ液をイオン交換水で洗浄した後、得られた有機層を濃縮することにより、粗生成物を得た。得られた粗生成物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（ヘキサン及び酢酸エチルの混合溶媒）により精製し、次いで、アセトニトリル及びトルエンの混合溶媒を用いて晶析を行った。得られた固体を50℃で減圧乾燥させることにより、化合物ET2（8.0g）を得た。化合物ET2のHPLC面積百分率値は99.5%以上であった。

[0222] 化合物ET2の分析結果は以下のとおりであった。

LC-MS (ESI, positive) : $m/z = 573$ [M+H]⁺
¹H-NMR (400MHz, THF-d₈) : δ (ppm) = 1.01 (t, 3H), 1.58–1.68 (m, 2H), 1.95–2.05 (m, 2H), 3.14–3.19 (m, 2H), 7.32–7.39 (m, 4H), 7.49–7.57 (m, 4H), 7.72 (s, 1H), 7.79–7.88 (m, 3H), 8.34–8.42 (m, 3H), 8.55–8.68 (m, 4H).

[0223] <実施例D1> 発光素子D1の作製と評価
 （陽極及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、正孔注入材料であるND-3202（日産化学工業製）をスピコート法により35 nmの厚さで成膜した。大気雰囲気下において、ホットプレート上で50℃、3分間加熱し、更に230℃、15分間加熱することにより正孔注入層を形成した。

[0224]（第3の層の形成）

キシレンに高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4（高分子化合物HTL-1／金属錯体R4＝65質量％／35質量％）を0.7質量％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、第3の層（発光層）を形成した。この加熱により、高分子化合物HTL-1は、架橋体となった。

[0225]（第1の層の形成）

トルエンに、化合物HM-1及び金属錯体B1（化合物HM-1／金属錯体B1＝75質量％／25質量％）を2質量％の濃度で溶解させた。得られたトルエン溶液を用いて、第3の層の上にスピコート法により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第1の層（発光層）を形成した。

[0226]（第2の層の形成）

2, 2, 3, 3, 4, 4, 5, 5-オクタフルオロ-1-ペンタノールに、化合物ET1を0.25質量％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、第1の層の上にスピコート法により10 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第2の層（電子輸送層）を形成した。

[0227]（陰極の形成）

第1の層を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、第2の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D1を作製した。

[0228] (発光素子の評価)

発光素子D1に電圧を印加することによりEL発光が観測された。3 mA/cm²における外部量子効率 [%] 及びCIE色度座標 (x, y) を測定した。

[0229] <実施例D2及び比較例CD1～CD2> 発光素子D2、CD1及びCD2の作製と評価

実施例D1の(第3の層の形成)における「高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4(高分子化合物HTL-1/金属錯体R4=65質量%/35質量%)」に代えて、表1に記載の材料を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D2、CD1及びCD2を作製した。

発光素子D2、CD1及びCD2に電圧を印加することによりEL発光が観測された。

3 mA/cm²における外部量子効率 [%] 及びCIE色度座標 (x, y) を測定した。

[0230] 実施例D1～D2及び比較例CD1～CD2の結果を表1に示す。発光素子CD1の外部量子効率を1.0としたときの発光素子D1、D2及びCD2の外部量子効率の相対値を示す。

[0231]

[表1]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例 D1	D1	HTL-1/R4	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	1.5	(0.24, 0.39)
実施例 D2	D2	HTL-1/R3	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	1.6	(0.27, 0.38)
比較例 CD1	CD1	HTL-1/R2	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	1.0	(0.28, 0.40)
比較例 CD2	CD2	HTL-1/R1	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	0.9	(0.19, 0.42)

[0232] <実施例D3～D4及び比較例CD3～CD4> 発光素子D3、D4、CD3及びCD4の作製と評価

実施例D1の（第3の層の形成）における「高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4（高分子化合物HTL-1／金属錯体R4＝65質量％／35質量％）」に代えて、表2に記載の材料を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D3、D4、CD3及びCD4を作製した。

発光素子D3、D4、CD3及びCD4に電圧を印加することによりEL発光が観測された。0.1mA/cm²における外部量子効率 [%] 及びCIE色度座標（x, y）を測定した。

[0233] 実施例D3～D4及び比較例CD3～CD4の結果を表2に示す。発光素子CD3の外部量子効率を1.0としたときの発光素子D3、D4及びCD4の外部量子効率の相対値を示す。

[0234] [表2]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例 D3	D3	HTM-1/R4	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	1.3	(0.28, 0.41)
実施例 D4	D4	HTM-1/R3	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	1.3	(0.23, 0.38)
比較例 CD3	CD3	HTM-1/R2	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	1.0	(0.25, 0.37)
比較例 CD4	CD4	HTM-1/R1	65/35	HM-1/B1	75/25	ET1	0.9	(0.21, 0.41)

[0235] <実施例D5～D6及び比較例CD5～CD6> 発光素子D5、D6、CD5及びCD6の作製と評価

実施例D1の（第3の層の形成）における「高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4（高分子化合物HTL-1／金属錯体R4＝65質量％／35質量％）」に代えて、表3に記載の材料を用い、更に、実施例D1の（第2の層の形成）における「化合物ET1」に代えて、「化合物ET2」を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D5、D6、CD5及びCD6を作製した。

発光素子D5、D6、CD5及びCD6に電圧を印加することによりEL発光が観測された。0.2mA/cm²における外部量子効率[%]及びCIE色度座標(x, y)を測定した。

[0236] 実施例D5～D6及び比較例CD5～CD6の結果を表3に示す。発光素子CD5の外部量子効率を1.0としたときの発光素子D5、D6及びCD6の外部量子効率の相対値を示す。

[0237] [表3]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例D5	D5	HTL-1/R4	65/35	HM-1/B1	75/25	ET2	1.9	(0.33, 0.39)
実施例D6	D6	HTL-1/R3	65/35	HM-1/B1	75/25	ET2	2.2	(0.31, 0.38)
比較例CD5	CD5	HTL-1/R2	65/35	HM-1/B1	75/25	ET2	1.0	(0.36, 0.39)
比較例CD6	CD6	HTL-1/R1	65/35	HM-1/B1	75/25	ET2	0.9	(0.21, 0.40)

[0238] <実施例D7～D8及び比較例CD7～CD8> 発光素子D7、D8、CD7及びCD8の作製と評価

実施例D1の（第3の層の形成）における「高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4（高分子化合物HTL-1／金属錯体R4＝65質量％／35質量％）」に代えて、表4に記載の材料を用い、更に、実施例D1の（第2の層の形成）における「化合物ET1」に代えて、「化合物ET3」を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D7、D8、CD7及びCD

8を作製した。

発光素子D7、D8、CD7及びCD8に電圧を印加することによりEL発光が観測された。0.3 mA/cm²における外部量子効率 [%] 及びCIE色度座標 (x, y) を測定した。

[0239] 実施例D7～D8及び比較例CD7～CD8の結果を表4に示す。発光素子CD7の外部量子効率を1.0としたときの発光素子D7、D8及びCD8の外部量子効率の相対値を示す。

[0240] [表4]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例D7	D7	HTL-1/R4	65/35	HM-1/B1	75/25	ET3	1.7	(0.34, 0.39)
実施例D8	D8	HTL-1/R3	65/35	HM-1/B1	75/25	ET3	1.8	(0.30, 0.38)
比較例CD7	CD7	HTL-1/R2	65/35	HM-1/B1	75/25	ET3	1.0	(0.38, 0.37)
比較例CD8	CD8	HTL-1/R1	65/35	HM-1/B1	75/25	ET3	0.9	(0.20, 0.41)

[0241] <実施例D9～D10及び比較例CD9> 発光素子D9、D10及びCD9の作製と評価

実施例D1の（第3の層の形成）における「高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4（高分子化合物HTL-1／金属錯体R4＝65質量％／35質量％）」に代えて、表5に記載の材料及び組成比（質量％）を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D9、D10及びCD9を作製した。

発光素子D9、D10及びCD9に電圧を印加することによりEL発光が観測された。

0.1 mA/cm²における外部量子効率 [%] 及びCIE色度座標 (x, y) を測定した。

[0242] 実施例D9～D10及び比較例CD9の結果を表5に示す。発光素子CD9の外部量子効率を1.0としたときの発光素子D9及びD10の外部量子効率の相対値を示す。

[0243] [表5]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE 色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例 D9	D9	HTL-1/G3/R3	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET1	1.6	(0.21, 0.40)
実施例 D10	D10	HTL-1/G3/R2	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET1	1.3	(0.18, 0.36)
比較例 CD9	CD9	HTL-1/G2/R2	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET1	1.0	(0.23, 0.32)

[0244] <実施例 D 1 1 及び比較例 C D 1 0> 発光素子 D 1 1 及び C D 1 0 の作製と評価

実施例 D 1 の（第3の層の形成）における「高分子化合物 HTL-1 及び金属錯体 R 4（高分子化合物 HTL-1 / 金属錯体 R 4 = 65 質量% / 35 質量%）」に代えて、表 6 に記載の材料を用い、更に、実施例 D 1 の（第1の層の形成）における「化合物 HM-1 及び金属錯体 B 1（化合物 HM-1 / 金属錯体 B 1 = 75 質量% / 25 質量%）」に代えて、表 6 に記載の材料及び組成比（質量%）を用いた以外は、実施例 D 1 と同様にして、発光素子 D 1 1 及び C D 1 0 を作製した。

発光素子 D 1 1 及び C D 1 0 に電圧を印加することにより EL 発光が観測された。0.075 mA / cm²における外部量子効率 [%] 及び C I E 色度座標 (x, y) を測定した。

[0245] 実施例 D 1 1 及び比較例 C D 1 0 の結果を表 6 に示す。発光素子 C D 1 0 の外部量子効率を 1.0 としたときの発光素子 D 1 1 の外部量子効率の相対値を示す。

[0246] [表6]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE 色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例 D11	D11	HTL-1/R2	65/35	HM-1/B1/G3	74/25/1	ET1	1.5	(0.37, 0.48)
比較例 CD10	CD10	HTL-1/R2	65/35	HM-1/B1/G2	74/25/1	ET1	1.0	(0.32, 0.42)

[0247] <実施例D12及び比較例CD11～CD12> 発光素子D12、CD11及びCD12の作製と評価

実施例D1の（第3の層の形成）における「高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4（高分子化合物HTL-1／金属錯体R4＝65質量％／35質量％）」に代えて、表7に記載の材料及び組成比（質量％）を用い、更に、実施例D1の（第2の層の形成）における「化合物ET1」に代えて、「化合物ET2」を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D12、CD11及びCD12を作製した。

発光素子D12、CD11及びCD12に電圧を印加することによりEL発光が観測された。0.1mA/cm²における外部量子効率[%]及びCIE色度座標(x, y)を測定した。

[0248] 実施例D12及び比較例CD11～CD12の結果を表7に示す。発光素子CD11の外部量子効率を1.0としたときの発光素子D12及びCD12の外部量子効率の相対値を示す。

[0249] [表7]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例D12	D12	HTL-1/G3/R3	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET2	1.4	(0.27, 0.41)
比較例CD11	CD11	HTL-1/G2/R2	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET2	1.0	(0.28, 0.39)
比較例CD12	CD12	HTL-1/G1/R1	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET2	0.5	(0.31, 0.40)

[0250] <実施例D13及び比較例CD13～CD14> 発光素子D13、CD13及びCD14の作製と評価

実施例D1の（第3の層の形成）における「高分子化合物HTL-1及び金属錯体R4（高分子化合物HTL-1／金属錯体R4＝65質量％／35質量％）」に代えて、表8に記載の材料及び組成比（質量％）を用い、更に、実施例D1の（第2の層の形成）における「化合物ET1」に代えて、「化合物ET3」を用いた以外は、実施例D1と同様にして、発光素子D13

、CD13及びCD14を作製した。

発光素子D13、CD13及びCD14に電圧を印加することによりEL発光が観測された。0.1 mA/cm²における外部量子効率 [%] 及びCIE色度座標 (x, y) を測定した。

[0251] 実施例D13及び比較例CD13～CD14の結果を表8に示す。発光素子CD13の外部量子効率を1.0としたときの発光素子D13及びCD14の外部量子効率の相対値を示す。

[0252] [表8]

	発光素子	第3の層の形成		第1の層の形成		第2の層の形成	外部量子効率 (相対値)	CIE色度座標 (x, y)
		材料	組成比 (質量%)	材料	組成比 (質量%)	材料		
実施例 D13	D13	HTL-1/G3/R3	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET3	1.5	(0.25, 0.40)
比較例 CD13	CD13	HTL-1/G2/R2	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET3	1.0	(0.29, 0.40)
比較例 CD14	CD14	HTL-1/G1/R1	65/30/5	HM-1/B1	75/25	ET3	0.4	(0.28, 0.37)

産業上の利用可能性

[0253] 本発明によれば、外部量子効率ที่優れる発光素子を提供することができる。外部量子効率の優れた発光素子は、省資源化、省エネルギー化等の効果がある。

符号の説明

[0254] 10 発光素子、11 陽極、12 第3の層、13 第1の層、14 第2の層、15 陰極。

請求の範囲

[請求項1] 陽極と、陰極と、前記陽極及び前記陰極の間に設けられた第1の層、前記陰極及び前記第1の層の間に設けられた第2の層と、前記陽極及び前記第1の層の間に設けられた第3の層とを有する発光素子であり、

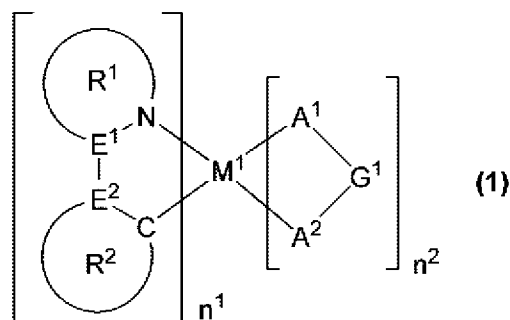
前記第1の層が、式(1)で表される金属錯体を含有する層であり、

前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が570nm以上750nm未満である式(2)で表される金属錯体を含有し、

前記第1の層、前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が495nm以上570nm未満である式(3)で表される金属錯体を含有し、

前記第1の層、前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、式(T-1)で表される化合物を含有する、発光素子。

[化1]



[式中、

M¹は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n¹は1以上の整数を表し、n²は0以上の整数を表す。但し、M¹がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、n¹+n²は3であり、M¹がパラジウム原子又は白金原子の場合、n¹+n²は2である。

E^1 及び E^2 は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。
 E^1 及び E^2 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。

環 R^1 は、5 員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置
 換基を有していてもよい。前記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 R^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。

環 R^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環
 は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在
 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。

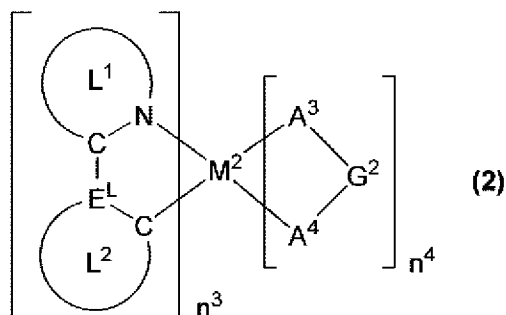
環 R^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 R^1 が有していてもよい置換基と環 R^2 が有していてもよい置換
 基とは、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。

$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の 2 座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は
 、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、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、又は、
 A^1 及び 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。

]

[化2]



[式中、

M^2 は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^3 は1以上の整数を表し、 n^4 は0以上の整数を表す。但し、 M^2 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^3 + n^4$ は3であり、 M^2 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^3 + n^4$ は2である。

E^1 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^1 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。

環 L^1 は、6員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

環 L^2 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

環 L^1 が有していてもよい置換基と環 L^2 が有していてもよい置換基とは、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。

但し、環 L^1 及び環 L^2 のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(1-T)で表される基を有する。式(1-T)で表される基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$A^3 - G^2 - A^4$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^3 及び A^4 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^2 は、単結合、又は、 A^3 及び A^4 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^3 - G^2$

—A⁴が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

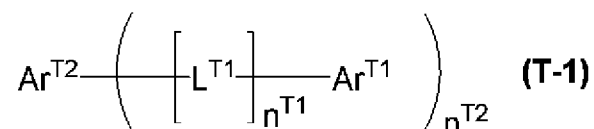
]

[化3]



[式中、R^{1T}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、アリーロキシ基、アリール基、1価の複素環基、置換アミノ基又はハロゲン原子を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。]

[化4]



[式中、

n^{T1}は、0以上5以下の整数を表す。n^{T1}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^{T2}は、1以上10以下の整数を表す。

Ar^{T1}は、環内に二重結合を有さない窒素原子及び=N—で表される基を含む、縮合環の1価の複素環基であり、該基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、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。Ar^{T1}が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

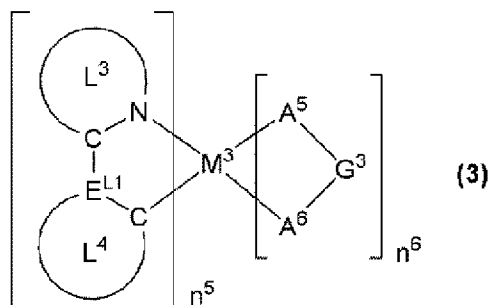
L^{T1}は、アルキレン基、シクロアルキレン基、アリーレン基、2価の複素環基、—NR^{T1'}—で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく

、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。

$R^{T1'}$ は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。 L^{T1} が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$A r^{T2}$ は、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記置換基が複数存在する場合、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。]

[化5]



[式中、

M^3 は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n^5 は1以上の整数を表し、 n^6 は0以上の整数を表す。但し、 M^3 がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^5 + n^6$ は3であり、 M^3 がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^5 + n^6$ は2である。

E^{L1} は、炭素原子又は窒素原子を表す。 E^{L1} 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。

環 L^3 は、6員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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^3 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^4 は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

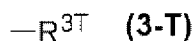
環 L^4 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 L^3 が有していてもよい置換基と環 L^4 が有していてもよい置換基とは、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。

但し、環 L^3 及び環 L^4 のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(3-T)で表される基を有する。式(3-T)で表される基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$A^5-G^3-A^6$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^3 及び A^4 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 G^3 は、単結合、又は、 A^5 及び A^6 とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^5-G^3-A^6$ 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、 R^{3T} は、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。]

[請求項2]

前記第3の層が、前記式(2)で表される金属錯体を含有する、請

求項 1 に記載の発光素子。

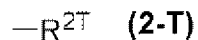
[請求項3] 前記環 L^1 が、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 L^2 が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、請求項 1 又は 2 に記載の発光素子。

[請求項4] 前記第 1 の層及び前記第 3 の層の少なくとも 1 層が、前記式 (3) で表される金属錯体を含有する、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の発光素子。

[請求項5] 前記環 L^3 が、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 L^4 が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の発光素子。

[請求項6] 前記式 (1-T) で表される基が、式 (2-T) で表される基である、請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の発光素子。

[化7]



[式中、 R^{2T} は、アリール基、1 価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。]

[請求項7] 陽極と、陰極と、前記陽極及び前記陰極の間に設けられた第 1 の層、前記陰極及び前記第 1 の層の間に設けられた第 2 の層と、前記陽極及び前記第 1 の層の間に設けられた第 3 の層とを有する発光素子であり、

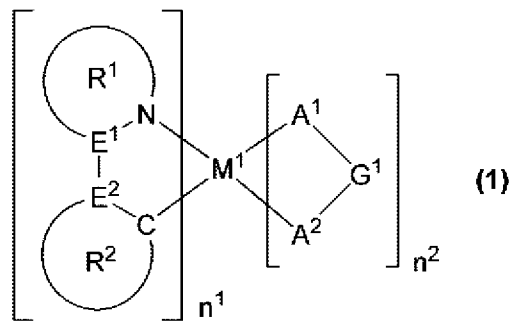
前記第 1 の層が、式 (1) で表される金属錯体を含有する層であり

、

前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、発光スペクトルの最大ピーク波長が570nm以上750nm未満である式(2')で表される金属錯体を含み、

前記第1の層、前記第2の層及び前記第3の層の少なくとも1層が、式(T-1)で表される化合物を含む、発光素子。

[化8]



[式中、

M¹は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

n¹は1以上の整数を表し、n²は0以上の整数を表す。但し、M¹がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、n¹+n²は3であり、M¹がパラジウム原子又は白金原子の場合、n¹+n²は2である。

E¹及びE²は、それぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。E¹及びE²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。

環R¹は、5員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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R¹が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環R²は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環

は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

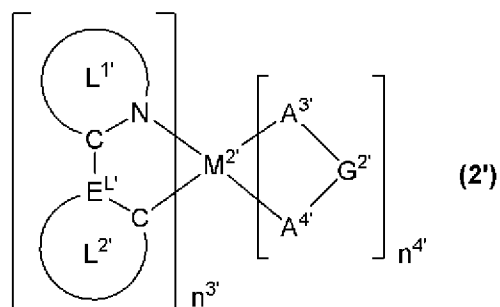
環 R^2 が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 R^1 が有していてもよい置換基と環 R^2 が有していてもよい置換基とは、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。

$A^1-G^1-A^2$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 A^1 及び A^2 は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、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、又は、 A^1 及び 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。

]

[化9]



[式中、

$M^{2'}$ は、ロジウム原子、パラジウム原子、イリジウム原子又は白金原子を表す。

$n^{3'}$ は1以上の整数を表し、 $n^{4'}$ は0以上の整数を表す。但し、 $M^{2'}$ がロジウム原子又はイリジウム原子の場合、 $n^{3'} + n^{4'}$ は3であり、 $M^{2'}$ がパラジウム原子又は白金原子の場合、 $n^{3'} + n^{4'}$ は2である。

$E^{L'}$ は、炭素原子又は窒素原子を表す。 $E^{L'}$ 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。

環 $L^{1'}$ は、6員の芳香族複素環を表し、この環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

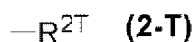
環 $L^{2'}$ は、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して、それぞれが結合する原子とともに環を形成していてもよい。環 $L^{2'}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

環 $L^{1'}$ が有していてもよい置換基と環 $L^{2'}$ が有していてもよい置換基とは、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。

但し、環 $L^{1'}$ 及び環 $L^{2'}$ のうちの少なくとも1つは、置換基として、式(2-T)で表される基を有する。式(2-T)で表される基が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$A^{3'}-G^{2'}-A^{4'}$ は、アニオン性の2座配位子を表す。 $A^{3'}$ 及び $A^{4'}$ は、それぞれ独立に、炭素原子、酸素原子又は窒素原子を表し、これらの原子は環を構成する原子であってもよい。 $G^{2'}$ は、単結合、又は、 $A^{3'}$ 及び $A^{4'}$ とともに2座配位子を構成する原子団を表す。 $A^{3'}-G^{2'}-A^{4'}$ 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10]



[式中、 R^{2T} は、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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

もよい。]

[化11]



[式中、

$\text{n}^{\text{T}1}$ は、0以上5以下の整数を表す。 $\text{n}^{\text{T}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$\text{n}^{\text{T}2}$ は、1以上10以下の整数を表す。

$\text{Ar}^{\text{T}1}$ は、環内に二重結合を有さない窒素原子及び=N-で表される基を含む、縮合環の1価の複素環基であり、該基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記置換基が複数存在する場合、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。 $\text{Ar}^{\text{T}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$\text{L}^{\text{T}1}$ 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、 $-\text{NR}^{\text{T}1'}$ で表される基、酸素原子又は硫黄原子を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。

$\text{R}^{\text{T}1'}$ は、水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基又は1価の複素環基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。 $\text{L}^{\text{T}1}$ が複数存在する場合、それらは同一でも異なってもよい。

$\text{Ar}^{\text{T}2}$ は、芳香族炭化水素基又は複素環基を表し、これらの基は

単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記置換基が複数存在する場合、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。]

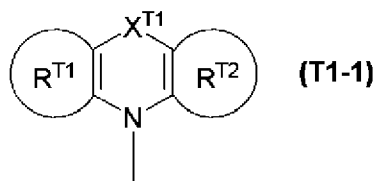
[請求項8] 前記第3の層が、前記式(2')で表される金属錯体を含有する、請求項7に記載の発光素子。

[請求項9] 前記環L^{1'}が、ピリジン環、ジアザベンゼン環、アザナフタレン環又はジアザナフタレン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環L^{2'}が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、請求項7又は8に記載の発光素子。

[請求項10] 前記第2の層が、前記式(T-1)で表される化合物を含有する、請求項1～9のいずれか一項に記載の発光素子。

[請求項11] 前記Ar^{T1}が、式(T1-1)で表される基である、請求項1～10のいずれか一項に記載の発光素子。

[化12]



[式中、

X^{T1}は、単結合、酸素原子、硫黄原子、-N(R^{X^{T1}})-で表される基、又は、-C(R^{X^{T1}'})₂-で表される基を表す。R^{X^{T1}}及びR^{X^{T1}'}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、ハロゲン原子又はシアノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。複数存在するR^{X^{T1}'}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 R^{T1} 及び環 R^{T2} は、それぞれ独立に、芳香族炭化水素環又は複素環を表し、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。

但し、環 R^{T1} 及び環 R^{T2} のうちの少なくとも一つは、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、該環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、前記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。]

[請求項12] 前記環 R^{T1} が、芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 R^{T2} が、環内に $=N-$ で表される基を含む複素環であり、該環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、請求項11に記載の発光素子。

[請求項13] 前記環 R^{T1} が、単環式の芳香族炭化水素環又は環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 R^{T2} が、環内に $=N-$ で表される基を含む単環式の複素環であり、該環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、請求項12に記載の発光素子。

[請求項14] 前記環 R^{T1} が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環 R^{T2} が、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、請求項13に記載の発光素子。

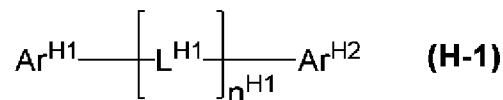
[請求項15] 前記式(1)で表される金属錯体の発光スペクトルの最大ピーク波

長が380nm以上495nm未満である、請求項1～14のいずれか一項に記載の発光素子。

[請求項16] 前記環R¹が、ジアゾール環又はトリアゾール環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよく、且つ、前記環R²が、ベンゼン環、ピリジン環又はジアザベンゼン環であり、これらの環は単一又は複数の置換基を有していてもよい、請求項1～15のいずれか一項に記載の発光素子。

[請求項17] 前記第1の層が、式(H-1)で表される化合物を更に含有する、請求項1～16のいずれか一項に記載の発光素子。

[化13]



[式中、

Ar^{H1}及びAr^{H2}は、それぞれ独立に、アリール基、1価の複素環基又は置換アミノ基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。

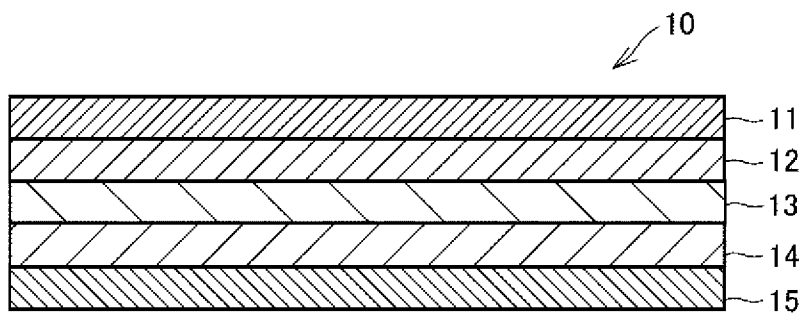
n^{H1}は、0以上の整数を表す。

L^{H1}は、アリーレン基、2価の複素環基、アルキレン基又はシクロアルキレン基を表し、これらの基は単一又は複数の置換基を有していてもよい。前記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。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。]

[請求項18] 前記第1の層と前記第2の層とが隣接しており、且つ、前記第1の層と前記第3の層とが隣接している、請求項1～17のいずれか一項に記載の発光素子。

[図1]

図1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/034950

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L51/50 (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)

Int. Cl. H01L51/50, C09K11/06, H05B33/12

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2016-519834 A (BASF SE) 07 July 2016, claims 1,	1-17
Y	3-5, 8-13, 15 & US 2016/0141521 A1, claims 1, 3-5, 8-13, 15 & US 2016/0293862 A1 & JP 2016-522980 A & JP 2018-201029 A & WO 2014/147006 A1 & WO 2014/147134 A1 & EP 2976793 A1 & EP 2976795 A1 & KR 10-2015-0127293 A & KR 10-2015-0134371 A & CN 105051927 A	1-18
Y	JP 2016-207954 A (KONICA MINOLTA, INC.) 08 December 2016, paragraphs [0073], [0151], [0152], [0218]-[0220] (Family: none)	1-18

☒ 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
20.11.2019

Date of mailing of the international search report
03.12.2019

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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2019/034950

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/159744 A1 (SUMITOMO CHEMICAL CO., LTD.) 22 October 2015, page 109, pages 120, 121 & US 2017/0040542 A1, paragraphs [0497], [0498], [0521]-[0526] & JP 2015-212357 A & EP 3133660 A1 & CN 106233487 A	1-18
Y	JP 2016-096155 A (NITTO DENKO CORP.) 26 May 2016, paragraph [0024], fig. 1 & US 2013/0069044 A1, paragraph [0026], fig. 1 & US 2015/0179966 A1 & JP 2013-519209 A & WO 2011/097259 A1	18
A	WO 2018/097156 A1 (KONICA MINOLTA, INC.) 31 May 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-18
A	WO 2017/153731 A1 (CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY LIMITED) 14 September 2017, entire text, all drawings & US 2019/0084954 A1, entire text, all drawings	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

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

Int.Cl. H01L51/50, 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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 2016-519834 A（ビーエーエスエフ ソシエタス・ヨーロッパ） 2016.07.07, 請求項 1, 3-5, 8-13, 15 & US 2016/0141521	1-17
Y	A1(請求項 1, 3-5, 8-13, 15) & US 2016/0293862 A1 & JP 2016-522980 A & JP 2018-201029 A & WO 2014/147006 A1 & WO 2014/147134 A1 & EP 2976793 A1 & EP 2976795 A1 & KR 10-2015-0127293 A & KR 10-2015-0134371 A & CN 105051927 A	1-18

☑ 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

20.11.2019

国際調査報告の発送日

03.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大竹 秀紀

20

4074

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2016-207954 A (コニカミノルタ株式会社) 2016. 12. 08, 段落 [0073], [0151], [0152], [0218] – [0220] (ファミリーなし)	1-18
Y	WO 2015/159744 A1 (住友化学株式会社) 2015. 10. 22, 第 109 頁, 第 120–121 頁 & US 2017/0040542 A1 (段落[0497]–[0498], [0521]–[0526]) & JP 2015-212357 A & EP 3133660 A1 & CN 106233487 A	1-18
Y	JP 2016-096155 A (日東電工株式会社) 2016. 05. 26, 段落 [0024], 図 1 & US 2013/0069044 A1 (段落[0026], FIG. 1) & US 2015/0179966 A1 & JP 2013-519209 A & WO 2011/097259 A1	18
A	WO 2018/097156 A1 (コニカミノルタ株式会社) 2018. 05. 31, 全文全図 (ファミリーなし)	1-18
A	WO 2017/153731 A1 (CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY LIMITED) 2017. 09. 14, 全文全図 & US 2019/0084954 A1 (全文全図)	1-18