

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-221068

(P2004-221068A)

(43) 公開日 平成16年8月5日(2004.8.5)

(51) Int. Cl.⁷

H05B 33/14

C09K 11/06

F I

H05B 33/14

B

C09K 11/06 660

テーマコード (参考)

3K007

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2003-422956 (P2003-422956)
 (22) 出願日 平成15年12月19日 (2003.12.19)
 (31) 優先権主張番号 特願2002-382455 (P2002-382455)
 (32) 優先日 平成14年12月27日 (2002.12.27)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. テフロン

(71) 出願人 000005201
 富士写真フイルム株式会社
 神奈川県南足柄市中沼210番地
 (74) 代理人 100105647
 弁理士 小栗 昌平
 (74) 代理人 100105474
 弁理士 本多 弘徳
 (74) 代理人 100108589
 弁理士 市川 利光
 (74) 代理人 100115107
 弁理士 高松 猛
 (74) 代理人 100090343
 弁理士 濱田 百合子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【要約】

【課題】 高い発光輝度、高い外部量子効率を示し、かつ耐久性に優れた有機有機電界発光素子を提供する。

【解決手段】 一对の電極間に、発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層は、りん光発光材料と、特定の化合物とを各々少なくとも一つ含有する有機電界発光素子。

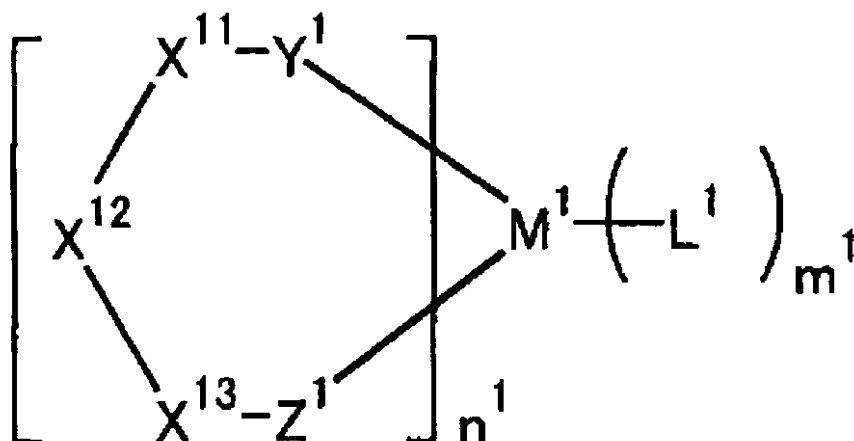
【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の電極間に、発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層は、りん光発光材料と、下記一般式 (I) で表される化合物とを各々少なくとも一つ含有する有機電界発光素子。

【化 1】



10

(式中、 X^{11} 、 X^{12} および X^{13} は炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表す。 Y^1 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Z^1 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、 (Y^1, Z^1) の組み合わせが (N, O) または (O, N) になることはない。 M^1 は金属イオンを表す。 n^1 は1以上の整数を表す。 L^1 は配位子を表し、 m^1 は0以上の整数を表す。各原子間の結合種は単結合、二重結合、三重結合、配位結合のいずれでもよい。)

20

【請求項 2】

発光層が、前記一般式 (I) で表される化合物をホスト材料として含有する請求項 1 に記載の有機電界発光素子。

【請求項 3】

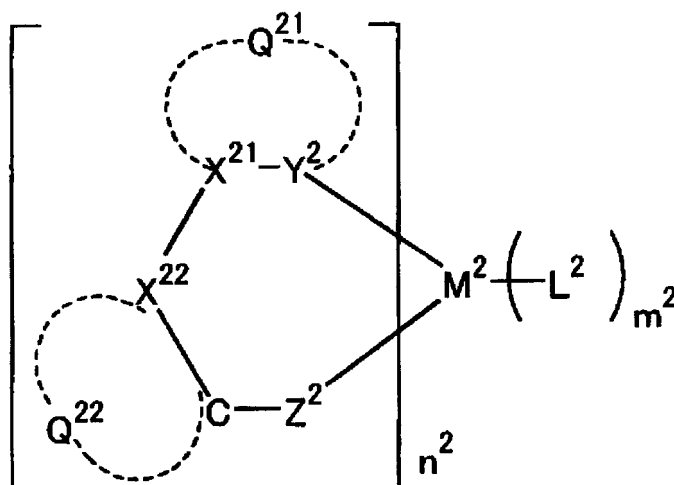
発光層が、前記一般式 (I) で表される化合物を主成分として含有し、りん光発光材料が実質的に発光する請求項 1 又は 2 に記載の有機電界発光素子。

30

【請求項 4】

前記一般式 (I) で表される化合物が、下記一般式 (II) で表される請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【化 2】



40

(式中、 X^{21} および X^{22} は炭素原子または窒素原子を表す。 Y^2 は炭素原子、窒素原子

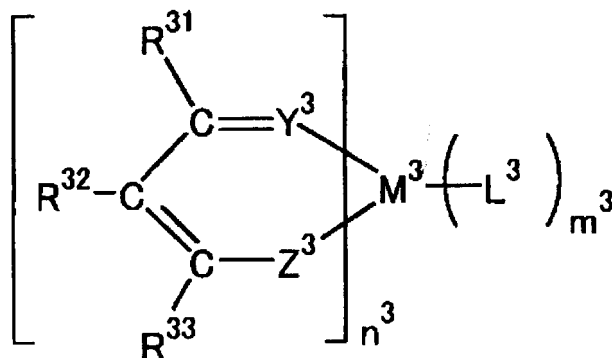
50

、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。Z²は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、(Y², Z²)の組み合わせが(N, O)または(O, N)になることはない。Q²¹は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。Q²²は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。M²は金属イオンを表す。n²は1以上の整数を表す。L²は配位子を表し、m²は0以上の整数を表す。各原子間の結合種は単結合、二重結合、三重結合、配位結合のいずれでもよい。)

【請求項5】

前記一般式(I)で表される化合物が、下記一般式(III)で表される請求項1~4のいずれかに記載の有機電界発光素子。

【化3】



(式中、R³¹、R³²およびR³³は水素原子または置換基を表す。Y³は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。Z³は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、(Y³, Z³)の組み合わせが(N, O)または(O, N)になることはない。M³は金属イオンを表す。n³は1以上の整数を表す。L³は配位子を表し、m³は0以上の整数を表す。Y³とM³間、Z³とM³間の結合種は共有結合でも配位結合でもよい。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機電界発光素子に関し、特に高輝度で発光効率が高く、耐久性に優れる有機電界発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

有機電界発光素子(本発明において、発光素子、有機EL素子、EL素子とも呼ぶ)は、低電圧駆動で高輝度の発光が得られることから、近年活発な研究開発が行われている。一般に有機EL素子は、発光層もしくは発光層を含む複数の有機層を挟んだ対向電極から構成されており、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔が発光層において再結合し、生成した励起子からの発光を利用するもの、もしくは前記励起子からエネルギー移動によって生成する他の分子の励起子からの発光を利用するものである。

【0003】

特許文献1には、発光層が周期表7ないし11族から選ばれる少なくとも一つの金属を含む有機金属錯体(りん光性有機金属錯体)と、特許文献1中において一般式(I)で表わされる有機金属錯体とを含有する、りん光発光性有機EL素子に関する発明が開示されている。さらに該特許文献中の実施例において、電子輸送材料としてトリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム錯体(Alq)を用い、発光層と電子輸送層(Alq層)との間に正孔阻止層としてアルミニウム錯体層(該特許文献中における化合物HB-12)を挟持している。そのため、発光効率、耐久性はいまだ充分ではなく、さらなる高い発光輝度、発光効率を示し、かつ耐久性に優れた素子の開発が切望されているのが現状である。

10

20

30

40

50

【特許文献1】特開2002-305083号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、発光層にりん光発光材料と、特定の化合物とを含有することにより、高い発光輝度及び発光効率を示し、かつ耐久性にも優れた発光素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

前記課題は下記により達成された。

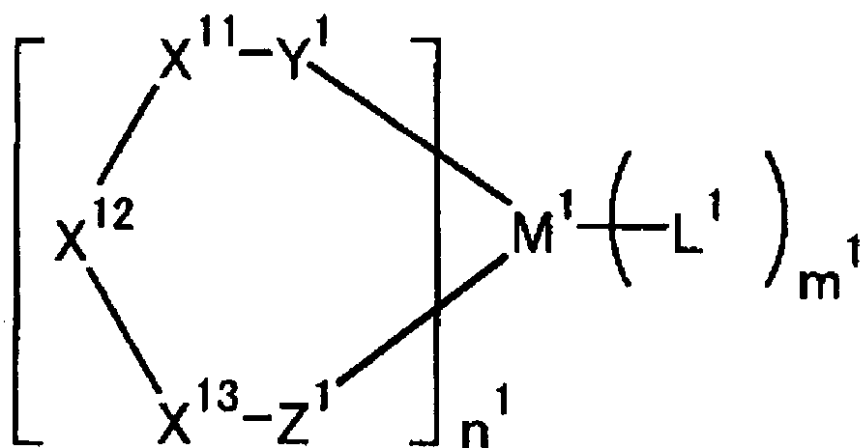
10

1. 一对の電極間に、発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層は、りん光発光材料と、下記一般式(I)で表される化合物とを各々少なくとも一つ含有する有機電界発光素子。

一般式(I)：

【0006】

【化4】



20

30

【0007】

式中、 X^{11} 、 X^{12} および X^{13} は炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表す。 Y^1 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Z^1 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、 (Y^1, Z^1) の組み合わせが (N, O) または (O, N) になることはない。 M^1 は金属イオンを表す。 n^1 は1以上の整数を表す。 L^1 は配位子を表し、 m^1 は0以上の整数を表す。各原子間の結合種は単結合、二重結合、三重結合、配位結合のいずれでもよい。

2. 発光層が、前記一般式(I)で表される化合物をホスト材料として含有する前記1に記載の有機電界発光素子。

3. 発光層が、前記一般式(I)で表される化合物を主成分として含有し、りん光発光材料が実質的に発光する前記1又は2に記載の有機電界発光素子。

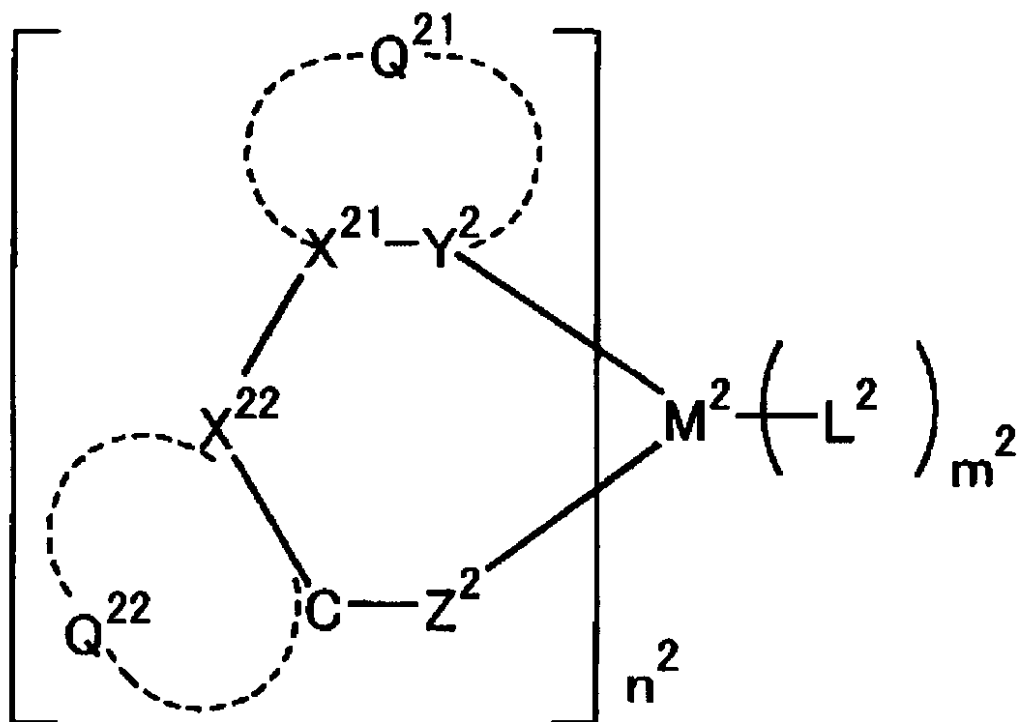
40

4. 前記一般式(I)で表される化合物が、下記一般式(II)で表される前記1に記載の有機電界発光素子。

一般式(II)：

【0008】

【化5】



10

20

【0009】

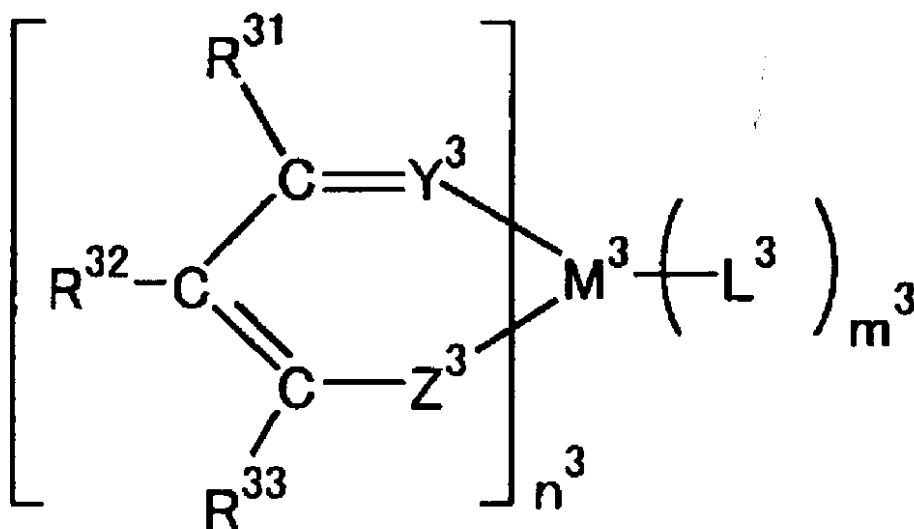
式中、 X^{21} および X^{22} は炭素原子または窒素原子を表す。 Y^2 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Z^2 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、 (Y^2, Z^2) の組み合わせが (N, O) または (O, N) になることはない。 Q^{21} は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。 Q^{22} は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。 M^2 は金属イオンを表す。 n^2 は1以上の整数を表す。 L^2 は配位子を表し、 m^2 は0以上の整数を表す。各原子間の結合種は単結合、二重結合、三重結合、配位結合のいずれでもよい。

5. 前記一般式(I)で表される化合物が、下記一般式(III)で表される前記1に記載の有機電界発光素子。 30

一般式(III):

【0010】

【化6】



40

【0011】

50

式中、 R^{31} 、 R^{32} および R^{33} は水素原子または置換基を表す。 Y^3 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Z^3 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、 (Y^3, Z^3) の組み合わせが (N, O) または (O, N) になることはない。 M^3 は金属イオンを表す。 n^3 は1以上の整数を表す。 L^3 は配位子を表し、 m^3 は0以上の整数を表す。 Y^3 と M^3 間、 Z^3 と M^3 間の結合種は共有結合でも配位結合でもよい。

6. 発光層が、りん光発光材料を少なくとも一種と、ホスト材料を少なくとも二種含有することを特徴とする1~5に記載の有機電界発光素子。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、高い発光輝度、高い外部量子効率を示し、かつ耐久性に優れた発光素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明のEL素子について詳細に説明する。本発明のEL素子は、一对の電極間に、発光層を含む少なくとも一層の有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層は、りん光発光材料と、一般式(I)で表される化合物とを各々少なくとも一つ含有する有機電界発光素子であることを特徴とする。上記一对の電極間には発光層の他に、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、保護層等が配置されてもよく、これらの各層は各々他の機能を兼備しても良い。

【0014】

本発明のEL素子では、一般式(I)乃至(III)で表される化合物は、ホスト材料として機能することが好ましい。前記ホスト材料は、発光層を形成する材料のうち、発光材料(本発明ではりん光発光材料)以外の材料であり、以下の各種の機能(上記各種機能)：

発光材料(本発明ではりん光発光材料)を分散して層中に保持する機能、

陽極や正孔輸送層等から正孔を受け取る機能、陰極や電子輸送層等から電子を受け取る機能、

正孔及び/又は電子を輸送する機能、

正孔と電子の再結合の場を提供する機能、

再結合により生成した励起子のエネルギーを発光材料に移動させる機能、及び

正孔及び/又は電子を発光材料に輸送する機能、

のうち少なくとも一種の機能を有する材料を意味する。

【0015】

本発明におけるホスト材料は、上記各種機能のうち、正孔及び/又は電子を輸送する機能、及び再結合により生成した励起子のエネルギーを発光材料に移動させる機能の少なくとも一つの機能を有する材料であることが好ましく、少なくとも二つの機能を有する材料であることがより好ましい。

【0016】

一般式(I)乃至(III)で表される化合物は、発光層中において主成分であることが好ましい。発光層中における一般式(I)乃至(III)で表される化合物の含有率は、特に限定されないが、発光層中において主成分であることが好ましく、50%~99.9質量%であることがより好ましく、80%~99質量%であることがさらに好ましい。

【0017】

一般式(I)乃至(III)で表される化合物がホスト材料として機能するとき(本発明のホスト材料)、本発明のホスト材料は、上記の機能を果たす際に電気化学的に酸化もしくは還元されうるため、電気化学的酸化および還元に対して非常に安定であるものが好ましい。言い換えれば、酸化種(例えばラジカルカチオン種)および還元種(例えばラジカルアニオン種)が非常に安定であるものが好ましい。

また、本発明のホスト材料で再結合が行われる場合には、まずホスト材料の励起子が生

10

20

30

40

50

成することから、ホスト材料の励起状態は分解や熱失活を引き起こさず、安定であることが好ましい。このことはすなわち、光に対しても安定なホスト材料が好ましいことをも意味するものである。

さらにEL素子では駆動時の発熱による膜の破壊や材料の分解が劣化の大きな要因であることから、ホスト材料もまた熱による分解がなく、高温まで安定なアモルファス膜を保持できる材料であることが好ましい。

【0018】

以上のように本発明のホスト材料は、光、熱、電気化学的酸化還元に対して極めて安定であるものが好ましく、これらを満足するホスト材料を用いた場合、発光素子の耐久性は極めて向上することが期待できる。

10

【0019】

本発明者らは、高い発光輝度及び発光効率を示し、かつ耐久性にも優れた発光素子を得るべく鋭意検討を重ねた結果、ある特定構造の金属錯体を本発明のホスト材料（本発明の金属錯体）に用いたりん光発光性有機EL素子により、上記課題が達成されることを見出した。

【0020】

EL素子の耐久性を勘案した場合、本発明の金属錯体のガラス転移温度（ T_g ）は、130以上400以下であることが好ましく、より好ましくは135以上400以下であり、さらに好ましくは140以上400以下であり、特に好ましくは150以上400以下であり、最も好ましくは160以上400以下である。ここで、 T_g は、示差走査熱量測定（DSC）、示差熱分析（DTA）等の熱測定や、X線回折（XRD）、偏光顕微鏡観察等により確認することができる。

20

【0021】

本発明の金属錯体の金属種は特に限定されないが、第2～第4周期の金属が好ましく、より好ましくはLi、Be、Na、Mg、Al、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Geであり、さらに好ましくは、Li、Be、Na、Mg、Al、Ti、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Gaであり、さらに好ましくはBe、Mg、Al、Fe、Ni、Cu、Zn、Gaであり、さらに好ましくはBe、Mg、Al、Ga、Cu、Znであり、特に好ましくはAl、Zn、Gaである。

【0022】

本発明の金属錯体は、同一分子中に複数の金属イオンを有するいわゆる複核錯体であっても良い。また、複数種の金属からなる複核錯体であっても良い。また、複数種の配位子を有していても良い。本発明における金属錯体は、中性の金属錯体であることが好ましい。

30

【0023】

本発明においてホスト材料として用いる化合物のうち少なくとも一種は、一般式（I）で表される化合物であることが好ましい。式中、 X^{11} 、 X^{12} および X^{13} は炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表す。 Y^1 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Z^1 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、（ Y^1 、 Z^1 ）の組み合わせが（N、O）または（O、N）になることはない。 M^1 は金属イオンを表す。 n^1 は1以上の整数を表す。 L^1 は配位子を表し、 m^1 は0以上の整数を表す。各原子間の結合種は単結合、二重結合、三重結合、配位結合のいずれでもよい。

40

【0024】

一般式（I）で表される化合物の（ Y^1 、 Z^1 ）の組み合わせは、（N、N）、（N、S）、（S、N）、（O、O）、（S、S）が好ましく、（N、N）、（N、S）、（S、N）、（O、O）がより好ましく、（N、N）、（N、S）、（S、N）がさらに好ましい。

【0025】

一般式（I）で表される化合物の（ Y^1 、 Z^1 ）の組み合わせの中でも、最も好ましい組み合わせは以下の通りである。一般式（I）で表される化合物の（ Y^1 、 Z^1 ）の組み合わせは

50

、 M^1 との結合が(N, N)のときは、一方が配位結合(M^1 との結合が配位結合)で他方は共有結合(M^1 との結合が共有結合)であり、(N, S)、又は(S, N)のときは、Nが配位結合(M^1 との結合が配位結合)であり、Sが共有結合(M^1 との結合が共有結合)であることが好ましい。

【0026】

一般式(I)で表される化合物について詳細に説明する。 X^{11} 、 X^{12} 、 X^{13} はそれぞれ炭素原子、窒素原子、酸素原子または硫黄原子を表す。 X^{11} および X^{13} として好ましくは炭素原子または窒素原子であり、 X^{12} として好ましくは炭素原子、窒素原子または酸素原子である。 Y^1 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Y^1 として好ましくは窒素原子、酸素原子、硫黄原子である。 Z^1 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Z^1 として好ましくは窒素原子、酸素原子、硫黄原子である。但し、(Y^1 , Z^1)の組み合わせが、(N, O)または(O, N)になることはない。一般式(I)中で各原子間の結合は一本の実線で記されているが、これは結合が単結合であることを意味するものではなく、各原子間の結合の種類は単結合、二重結合、三重結合、配位結合のいずれでもよい。各原子は可能であれば置換基を有していてもよく、また各原子間の結合を縮合位置として他の環と縮合環を形成していても良い。

10

【0027】

一般式(I)中の各原子に置換する置換基として置換基群Aが挙げられる。

【0028】

(置換基群A)

アルキル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~12、特に好ましくは炭素数1~8であり、例えばメチル、エチル、iso-プロピル、tert-ブチル、n-オクチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシル等が挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~12、特に好ましくは炭素数2~8であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニル等が挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~12、特に好ましくは炭素数2~8であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニル等が挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル等が挙げられる。)、置換カルボニル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、メトキシカルボニル、フェニルオキシカルボニル、ジメチルアミノカルボニル、フェニルアミノカルボニル、等が挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばジメチルアミノ、メチルカルボニルアミノ、エチルスルフォニルアミノ、ジメチルアミノカルボニルアミノ基、フタルイミド基等が挙げられる。)

20

30

【0029】

スルホニル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメシル、トシル等が挙げられる。)、スルホ基、カルボキシ基、ヘテロ環基(脂肪族ヘテロ環基、芳香族ヘテロ環基がある。好ましくは、酸素原子、硫黄原子、窒素原子のいずれかを含み、好ましくは炭素数1~50、より好ましくは炭素数1~30、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばイミダゾリル、ピリジル、フリル、ピペリジル、モルホリノ、ベンゾオキサゾリル、トリアゾリル基等が挙げられる。)、ヒドロキシ基、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメトキシ基、ベンジルオキシ基等が挙げられる。)、アリーロキシ基(好ましくは炭素数6~20、より好ましくは炭素数6~16、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェノキシ基、ナフチルオキシ基等が挙げられる。)、ハロゲン原子(好ましくはフッ素原子、塩素原子、臭素原子、沃素原子)、チオール基、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメチルチオ基

40

50

等が挙げられる)、アリアルチオ基(好ましくは炭素数6~20、より好ましくは炭素数6~16、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルチオ基等が挙げられる)、シアノ基、シリル基(好ましくは炭素数0~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~18であり、例えばトリメチルシリル基、トリフェニルシリル基、t-ブチルジフェニルシリル基等が挙げられる)等が挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよい。

【0030】

M^1 は金属イオンを表す。金属イオンとしては特に限定されないが、好ましくは周期律表(長周期型)の第2周期~第4周期に含まれる金属のイオンであり、より好ましくは二価もしくは三価の金属イオンであり、さらに好ましくは、 Be^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 Ga^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} であり、特に好ましくは、 Al^{3+} 、 Ga^{3+} 、 Zn^{2+} である。

10

【0031】

L^1 は単座または多座の配位子を表す。配位子としては例えば、ハロゲンイオン(例えば Cl^- 、 Br^- 、 I^- 等が挙げられる)、パークロレートイオン、アルコキシイオン(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは1~10、さらに好ましくは1~5であり、例えばメトキシイオン、エトキシイオン、イソプロポキシイオン、アセチルアセトネートイオン等が挙げられる)、アリアルオキシイオン(好ましくは炭素数6~20、より好ましくは6~12、さらに好ましくは6~8であり、例えばフェノキシイオン、キノリノールイオン、2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾアゾールイオン等が挙げられる)、含窒素ヘテロ環(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは2~10、さらに好ましくは3~8であり、フェナンスレン、ピピリジル等が挙げられる)、アシルオキシイオン(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは2~10、さらに好ましくは3~8であり、アセトキシイオン等が挙げられる)、エーテル化合物(好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは3~10、さらに好ましくは3~8であり、テトラヒドロフラン等が挙げられる)、ヒドロキシイオン等が挙げられる。より好ましくはアルコキシイオン、アリアルオキシイオンであり、特に好ましくは、アリアルオキシイオンである。

20

【0032】

n^1 は1以上の整数を表し、 m^1 は0以上の整数を表す。 n^1 、 m^1 の好ましい範囲は金属イオンにより異なり特に限定されないが、 n^1 は1~4が好ましく、より好ましくは1~3であり、特に好ましくは、2、3である。 m^1 は0~2が好ましく、より好ましくは0、1であり、特に好ましくは0である。 n^1 、 m^1 の数の組み合わせは一般式(I)で表される化合物が中性錯体となる数の組み合わせが好ましい。

30

【0033】

一般式(I)で表される化合物のうち、好ましくは一般式(II)で表される化合物である。式中、 X^{21} および X^{22} は炭素原子または窒素原子を表す。 Y^2 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。 Z^2 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、(Y^2 、 Z^2)の組み合わせが(N,O)または(O,N)になることはない。 Q^{21} は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。 Q^{22} は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。 M^2 は金属イオンを表す。

40

n^2 は1以上の整数を表す。 L^2 は配位子を表し、 m^2 は0以上の整数を表す。各原子間の結合種は単結合、二重結合、三重結合、配位結合のいずれでもよい。

【0034】

一般式(II)で表される化合物について説明する。 X^{21} 、 X^{22} は炭素原子または窒素原子である。 Y^2 は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表し、好ましくは窒素原子、酸素原子、硫黄原子である。 Z^2 は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表し、好ましくは窒素原子、酸素原子、硫黄原子である。 Z^2 が窒素原子を表す時、窒素上に置換基を有していてもよく、窒素上の置換基としては、アルキル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~12、特に好ましくは炭素数1~8であり、例えばメチル、エチル、iso-プロピル、tert-ブチル、n-オクチル

50

、 n -デシル、 n -ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。) 、アルケニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~12、特に好ましくは炭素数2~8であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。) 、アルキニル基(好ましくは炭素数2~20、より好ましくは炭素数2~12、特に好ましくは炭素数2~8であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。) 、アリール基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニル、 p -メチルフェニル、ナフチルなどが挙げられる。) 、置換カルボニル基(好ましくは炭素数1~40、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、メトキシカルボニル、ジメチルアミノカルボニル、フェニルアミノカルボニル基などが挙げられる。) 、置換スルホニル基(好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。) 、ヘテロ環基(好ましくは、酸素原子、硫黄原子、窒素原子のいずれかを含み、好ましくは炭素数1~20、より好ましくは炭素数1~16、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばイミダゾリル、ピリジル、フリル、ピペリジルなどが挙げられる。) などが挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよい。窒素上の置換基としては、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基が好ましく、アルキル基、アリール基がさらに好ましい。

10

【0035】

一般式(II)中において、 (Y^2, Z^2) の組み合わせが (N, O) または (O, N) になることはない。一般式(II)中において、各原子間の結合は全て一本の実線により記されているが、これは該結合が単結合であることを意味するものではなく、各原子間の結合は単結合、二重結合、配位結合のいずれでもよい。

20

【0036】

一般式(II)中において、 Q^{21} は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。 Q^{21} で形成される環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、ピラジン環、キノリン環、キノキサリン環、イソキノリン環、シンノリン環、フタラジン環、キナゾリン環、トリアジン環、アクリジン環、フェナジン環、フェナントロリン環、ナフチリジン環、フェナントリジン環、ピロール環、インドール環、ピラゾール環、イミダゾール環、ベンゾイミダゾール環、オキサゾール環、ベンゾオキサゾール環、チアゾール環、ベンゾチアゾール環、セレナゾール環、ベンゾセレナゾール環、インダゾール環、イソチアゾール環、イソオキサゾール環、トリアゾール環、ベンゾトリアゾール環、テトラゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、チアトリアゾール環、アザインドール環、イミダゾピリジン環、プリン環、イミダゾリン環、アゼピン環、フラン環、ベンゾフラン環、チオフエン環、ベンゾチオフエン環や上記の芳香環類が全部または部分的に還元された環等が挙げられる。 Q^{21} で形成される環は芳香環であることが好ましく、好ましくはピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、キノリン環、キノキサリン環、イソキノリン環、フタラジン環、ピロール環、インドール環、イミダゾール環、ベンゾイミダゾール環、オキサゾール環、ベンゾオキサゾール環、チアゾール環、ベンゾチアゾール環、トリアゾール環、ベンゾトリアゾール環、イミダゾピリジン環であり、さらに好ましくは、イミダゾピリジン環である。

30

40

【0037】

Q^{22} は5員環、6員環または7員環の形成に必要な原子群を表す。 Q^{22} で形成される環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、ピラジン環、キノリン環、キノキサリン環、イソキノリン環、シンノリン環、フタラジン環、キナゾリン環、トリアジン環、アクリジン環、フェナジン環、フェナントロリン環、ナフチリジン環、フェナントリジン環、ピロール環、インドール環、ピラゾール環、イミダゾール環、ベンゾイミダゾール環、オキサゾール環、ベンゾオキサゾール環、チアゾール環、ベンゾチアゾール環、セレナゾール環、ベンゾセレナゾール環、インダゾール環、イソチアゾール環、イソオキサゾール環、トリアゾール環、ベンゾトリアゾール環、テトラゾ

50

ール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、チアトリアゾール環、アザインドール環、イミダゾピリジン環、プリン環、イミダゾリン環、アゼピン環、フラン環、ベンゾフラン環、チオフェン環、ベンゾチオフェン環、シクロヘキサン環、シクロヘキセン環、ピレン環、ペリレン環等が挙げられる。Q²²で形成される環は芳香環であることが好ましく、好ましくは、ベンゼン環、ナフタレン環、ピリジン環、チオフェン環、ピラジン環であり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環であり、さらに好ましくはベンゼン環である。Q²¹、Q²²で形成される環は、置換基を有していてもよく、置換基としては一般式(I)における各原子の置換基として挙げたものが適用できる。

【0038】

M²、L²、n²、m²は一般式(I)におけるM¹、L¹、n¹、m¹と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 10

【0039】

一般式(I)で表される化合物のうち、また好ましくは一般式(III)で表される化合物である。式中、R³¹、R³²およびR³³は水素原子または置換基を表す。Y³は炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。Z³は窒素原子、酸素原子、硫黄原子またはリン原子を表す。但し、(Y³、Z³)の組み合わせが(N、O)または(O、N)になることはない。M³は金属イオンを表す。n³は1以上の整数を表す。L³は配位子を表し、m³は0以上の整数を表す。Y³とM³間、Z³とM³間の結合種は共有結合でも配位結合でもよい。

【0040】

一般式(III)について説明する。式中、Y³は酸素原子、硫黄原子、窒素原子、リン原子を表し、好ましくは酸素原子、硫黄原子、窒素原子であり、より好ましくは酸素原子、窒素原子である。Y³が窒素原子を表す時、窒素原子上に置換基を有していてもよく、置換基としては一般式(II)中のZ²上の置換基として挙げたものが適用できる。Z³は酸素原子、硫黄原子、窒素原子、リン原子を表し、好ましくは酸素原子、硫黄原子、窒素原子である。Z³が窒素原子を表す時、窒素原子上には置換基を有していてもよく、置換基としては一般式(II)中のZ²上の置換基として挙げたものが適用できる。 20

【0041】

一般式(III)中で、(Y³、Z³)の組み合わせが(N、O)または(O、N)になることはない。一般式(III)中において、Y³とM³間、Z³とM³間の結合は全て一本の実線により記されているが、これは該結合が共有結合であることを意味するものではなく、各原子間の結合は共有結合、配位結合のいずれでもよい。 30

【0042】

R³¹、R³²およびR³³は水素原子または置換基を表す。R³¹、R³²およびR³³で表される置換基としては、一般式(I)における各原子の置換基として挙げたものが適用できる。R³¹、R³²およびR³³はそれぞれ結合して環を形成しても良い。R³¹、R³²およびR³³として好ましくはアルキル基、アリール基、ヘテロ環基である。

【0043】

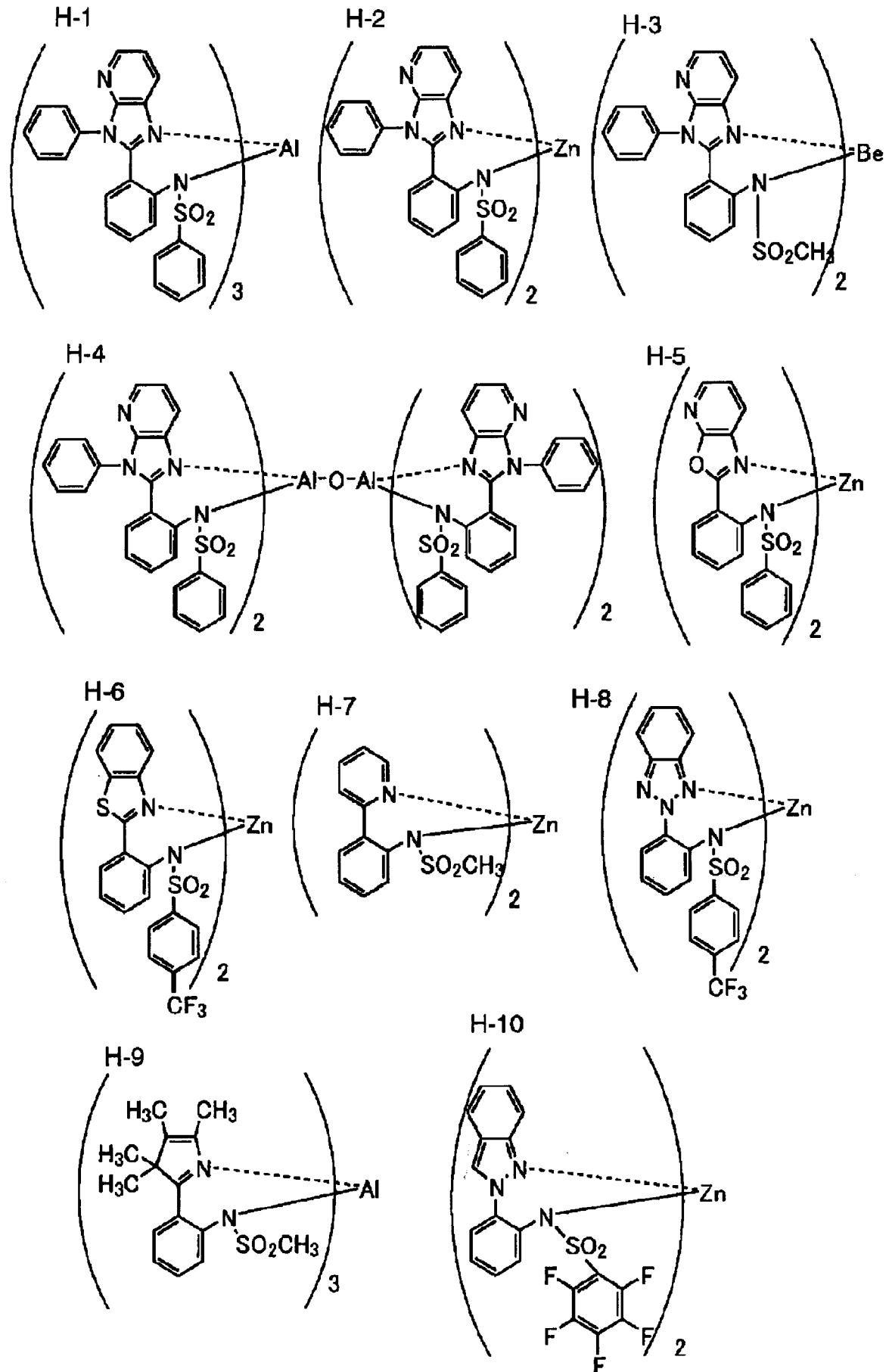
M³、L³、n³、m³は一般式(I)におけるM¹、L¹、n¹、m¹と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 40

【0044】

以下に一般式(I)で表される化合物の具体例を列挙するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0045】

【化7】



10

20

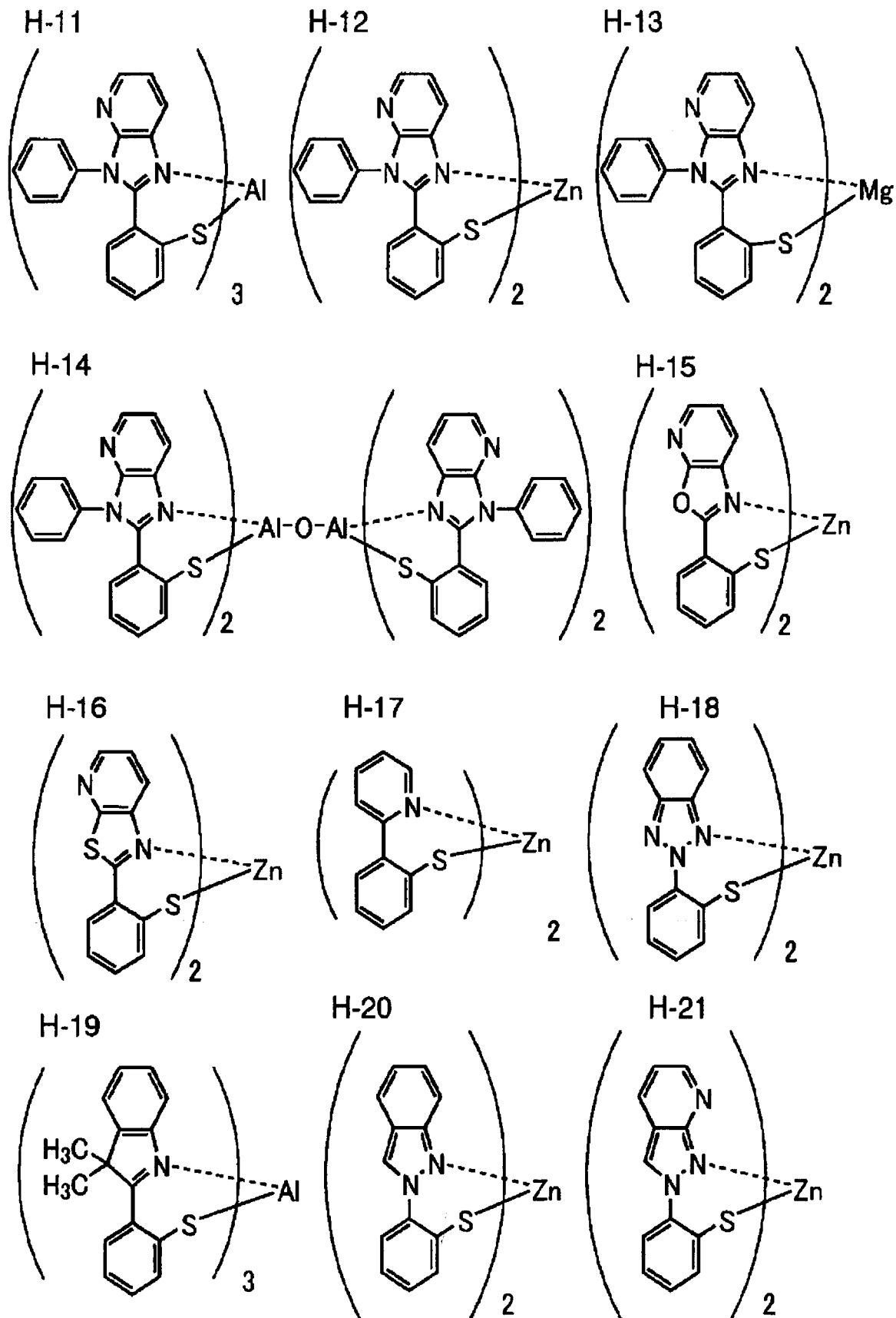
30

40

【0046】

50

【化 8】



10

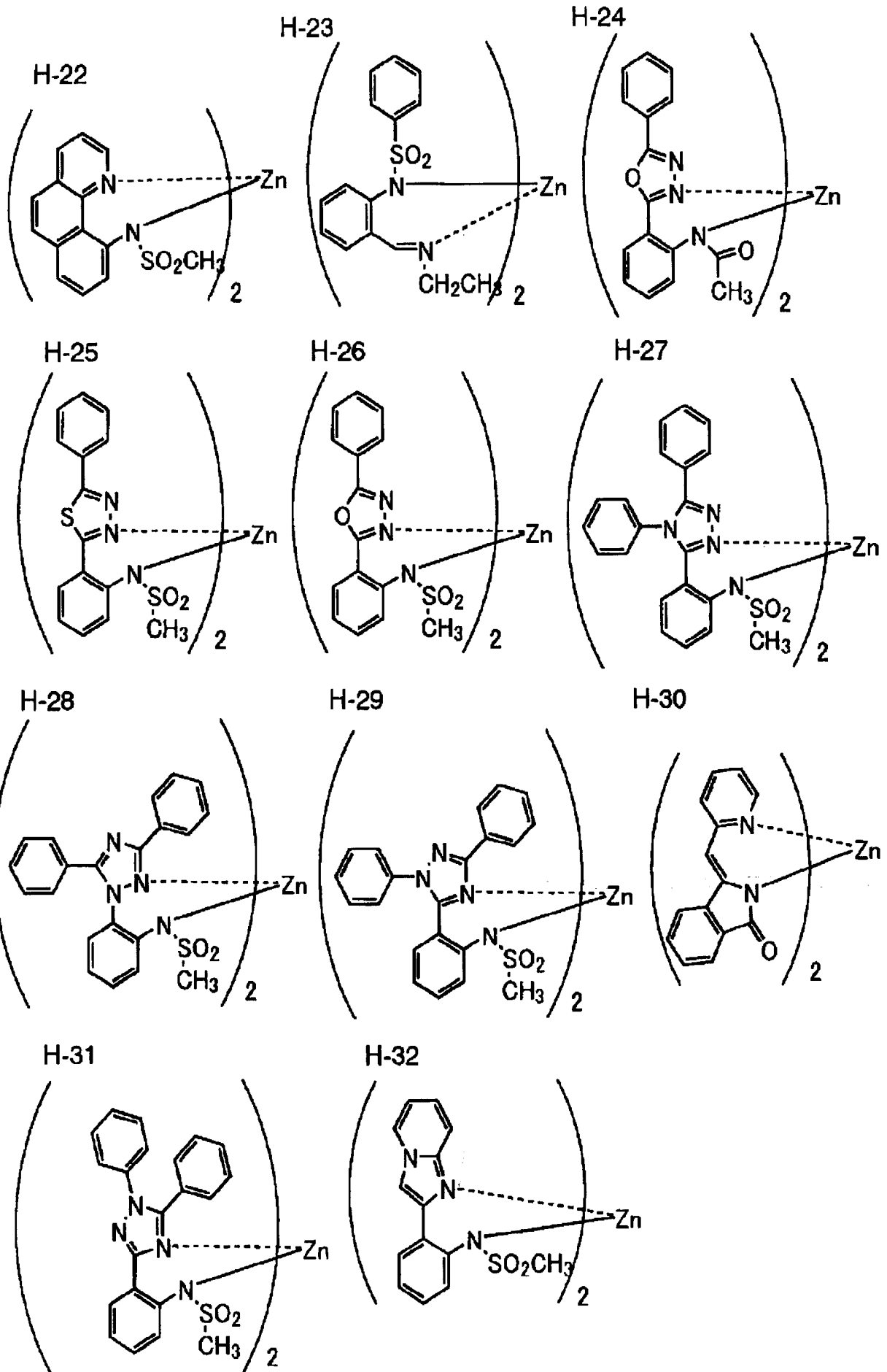
20

30

40

【 0 0 4 7 】

【化9】



10

20

30

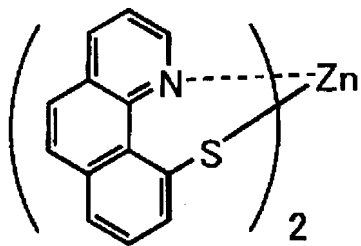
40

50

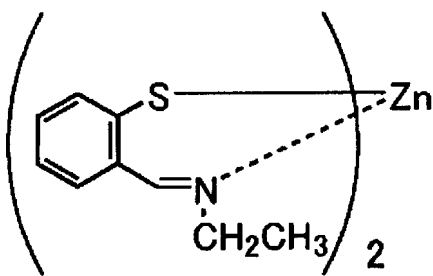
【 0 0 4 8 】

【化 10】

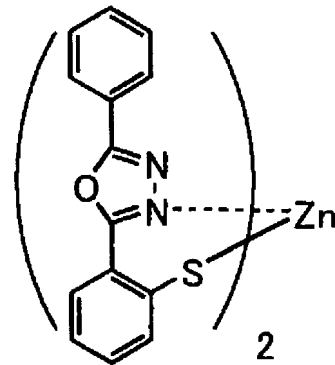
H-33



H-34

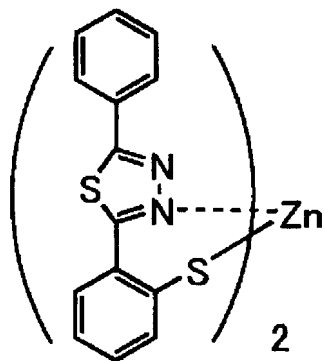


H-35

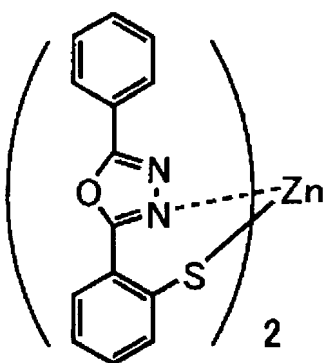


10

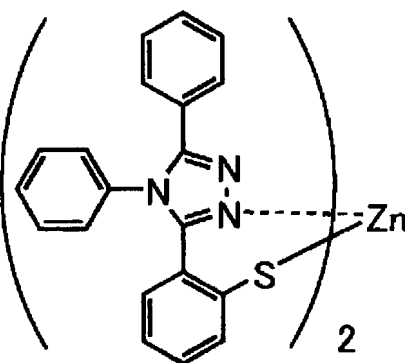
H-36



H-37

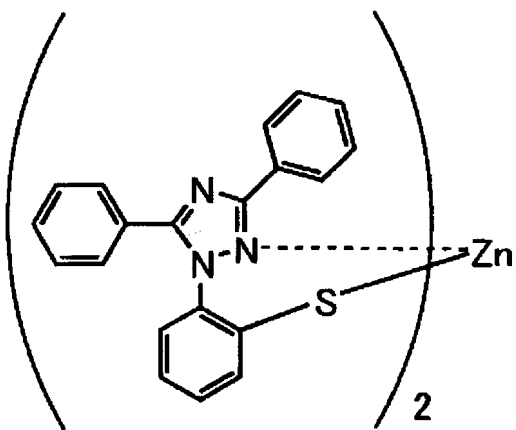


H-38

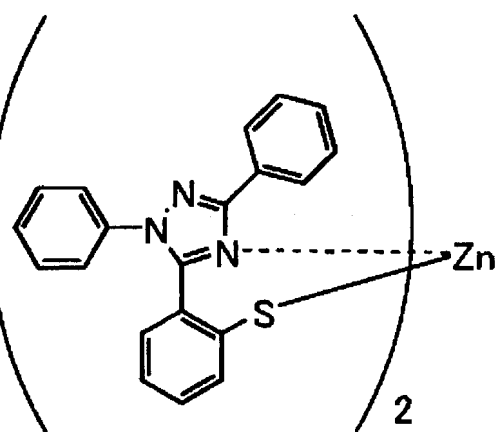


20

H-39

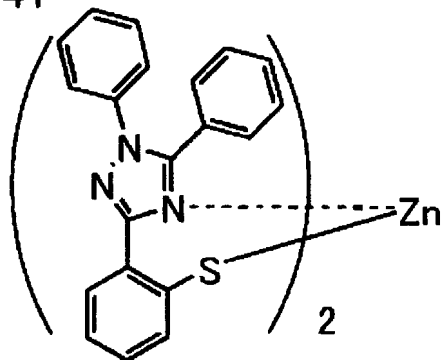


H-40

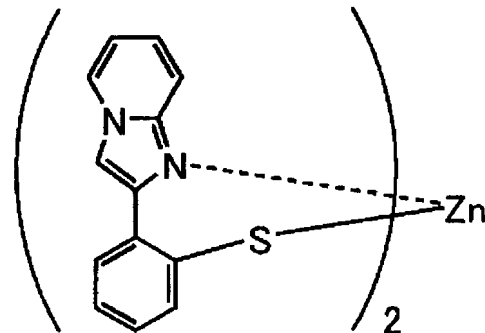


30

H-41



H-42



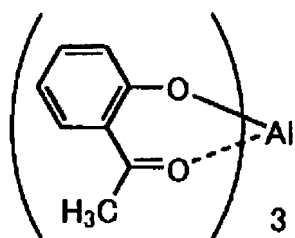
40

50

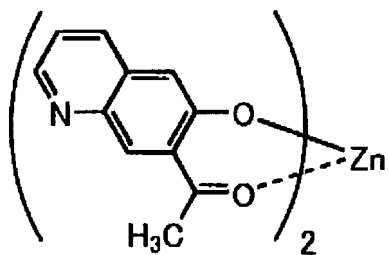
【 0 0 4 9 】

【 化 1 1 】

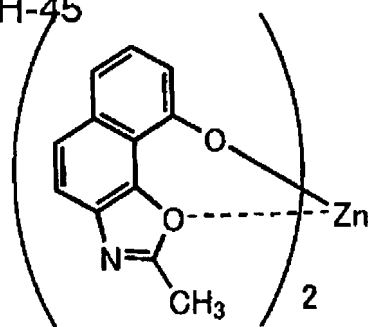
H-43



H-44

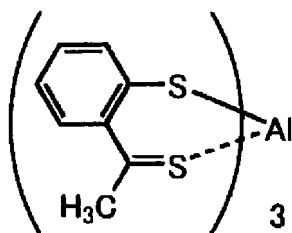


H-45

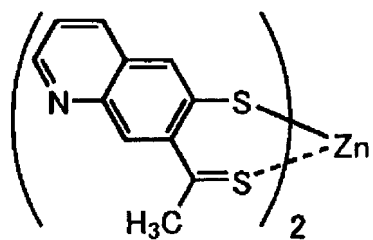


10

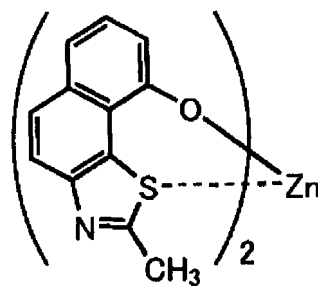
H-46



H-47



H-48

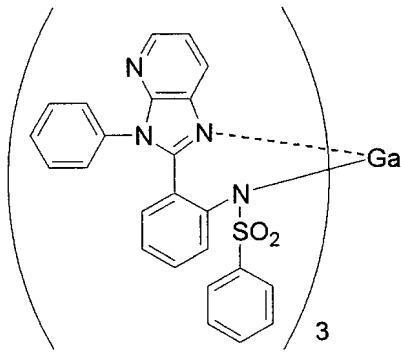


20

【 0 0 5 0 】

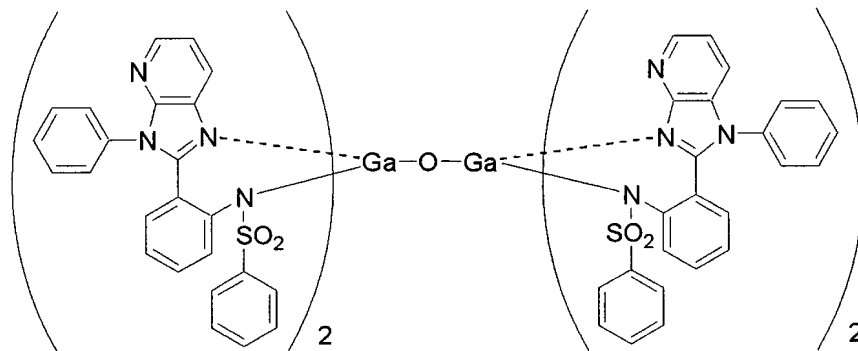
【化 1 2】

H-49



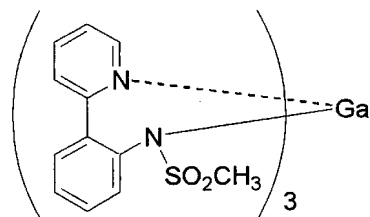
10

H-50



20

H-51



30

【0051】

本発明のEL素子は、りん光発光材料からの発光（励起三重項状態からの発光）を実質的に利用する。なお、励起三重項状態からの発光はりん光発光と同義である。「実質的に」とは、素子から得られる発光成分のうち、80%以上が励起三重項状態からの発光（りん光）であることを表わし、好ましくは90%以上がりん光成分である。以下、りん光を発する材料を「りん光発光材料」と称する。本発明のEL素子は、少なくとも一種のりん光発光材料を含有するが、その種類は特に限定されないが、遷移金属錯体が好ましい。

40

【0052】

上記遷移金属錯体の中心金属は特に限定されないが、好ましくはイリジウム、白金、レニウム、またはルテニウムであり、より好ましくはイリジウムまたは白金であり、特に好ましくはイリジウムである。遷移金属錯体の中でも、オルトメタル化錯体が非常に好ましい。オルトメタル化錯体（Orthometalated Complex）とは、山本明夫著「有機金属 基礎と応用」、150頁および232頁、裳華房社（1982年）やH. Yersin著「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compound」、71~77頁および135~146頁、Springer-Verlag社（1987年）等に記載されている化合物群

50

の総称である。

【0053】

本発明のEL素子には、りん光発光材料は一種単独で用いても二種以上を併用しても良く、一般式(I)乃至(III)で表される化合物もまた一種単独で用いても二種以上を併用しても良い。

本発明のEL素子において、発光層は、りん光発光材料、及び一般式(I)乃至(III)で表される化合物以外に、EL素子の発光性能を最適化するために適宜その他の成分(電荷注入及び/又は輸送能をもつ化合物など)を含有してもよいが、りん光発光材料及び一般式(I)乃至(III)で表される化合物のみから構成される形態が好ましい。

【0054】

本発明のEL素子の発光層での、一般式(I)乃至(III)で表される化合物とりん光発光材料との含有量比(質量比)は、一般式(I)乃至(III)で表される化合物が主成分であることが好ましく、50:50~99.99:0.01がより好ましく、70:30~99.9:0.1がさらに好ましく、80:20~99:1が特に好ましい。りん光発光材料、及び一般式(I)乃至(III)で表される化合物以外の化合物を発光層に含有する時、一般式(I)乃至(III)で表わされる化合物の含有率を減らすことで調整できる。

【0055】

上記りん光発光材料は、20以上のりん光量子収率が70%以上であるのが好ましく、より好ましくは80%以上であり、さらに好ましくは85%以上であるりん光発光材料である。

【0056】

本発明のりん光発光化合物のりん光寿命(室温)は特に限定されないが、1ms以下であることが好ましく、100 μ s以下であることがより好ましく、10 μ sであることがさらに好ましい。

【0057】

上記りん光発光材料としては、例えばUS 6303231 B1、US 6097147、WO 00/57676、WO 00/70655、WO 01/08230、WO 01/39234 A2、WO 01/41512 A1、WO 02/02714 A2、WO 02/15645 A1、特開2001-247859、特願2000-33561、特願2001-189539、特願2001-248165、特願2001-33684、特願2001-239281、特願2001-219909、EP 1211257、特開2002-226495、特開2002-234894、特開2001-247859、特開2001-298470、特開2002-173674、特開2002-203678、特開2002-203679等の特許文献や、Nature、395巻、151頁(1998年)、Applied Physics Letters、75巻、4頁(1999年)、Polymer Preprints、41巻、770頁(2000年)、Journal of American Chemical Society、123巻、4304頁(2001年)、Applied Physics Letters、79巻、2082頁(1999年)等の非特許文献に記載されているものが好適に利用できる。

【0058】

本発明の発光素子のシステム、駆動方法、画素の形成方法、利用形態等は特に限定されない。

【0059】

本発明の発光素子の構成要素に関してさらに詳細に説明する。本発明の発光素子は、一对の電極(陽極と陰極)の間に、発光層を含む少なくとも一層の有機層(有機化合物層)を有する。

【0060】

本発明の発光素子における発光層を含む有機化合物層の形成方法は特に限定されず、抵

10

20

30

40

50

抗加熱蒸着法、電子写真法、電子ビーム法、スパッタリング法、分子積層法、塗布法（スプレーコート法、ディップコート法、含浸法、ロールコート法、グラビアコート法、リバースコート法、ロールブラッシュ法、エアナイフコート法、カーテンコート法、スピニングコート法、フローコート法、バーコート法、マイクログラビアコート法、エアドクターコート法、キャストコート法、エクストルージョンコート法、ワイヤーバーコート法、スクリーンコート法等）、インクジェット法、印刷法、転写法等の方法が可能である。中でも素子の特性、製造の容易さ、コスト等を勘案すると、抵抗加熱蒸着法、塗布法、転写法が好ましい。発光素子が2層以上の有機層を積層構造を有する場合、上記方法を組み合わせることも可能である。

10

【0061】

上記有機化合物層の形成方法の塗布方法の場合、樹脂成分と共に溶解または分散することができ、樹脂成分としては例えば、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリブタジエン、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセルロース、酢酸ビニル、ABS樹脂、ポリウレタン、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等が挙げられる。

【0062】

上記発光層の形成方法の塗布方法に用いられる溶媒は、りん光発光材料と、下記一般式(I)乃至(III)で表される化合物とを溶解もしくは均一に分散できる溶媒が好ましい。本発明の発光層は、りん光発光材料と、下記一般式(I)乃至(III)で表される化合物とが均一分散した状態が好ましい。

20

【0063】

本発明の発光素子は、少なくとも発光層を含むが、この他に有機層として正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、保護層等を有していてもよく、またこれらの各層はそれぞれ他の機能を備えたものであっても良い。以下、各層の詳細について説明する。

【0064】

正孔注入層、正孔輸送層の材料は、陽極から正孔を注入する機能、正孔を輸送する機能、陰極から注入された電子を障壁する機能のいずれかを有しているものであれば良く、具体例としてはカルバゾール、イミダゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ポリアリアルカン、ピラゾリン、ピラゾロン、フェニレンジアミン、アリアルアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン、芳香族ジメチリデン化合物、ポルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、アニリン系共重合体、ポリチオフェン等の導電性オリゴマー又は高分子、有機金属錯体、遷移金属錯体、または上記化合物の誘導体等が挙げられる。

30

【0065】

正孔注入層、正孔輸送層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常1nm~5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5nm~1μmであり、更に好ましくは10nm~500nmである。正孔輸送層は上述した材料の一種または二種以上からなる単層構造であっても良いし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であっても良い。

40

【0066】

電子注入層、電子輸送層の材料は、陰極から電子を注入する機能、電子を輸送する機能、陽極から注入され得た正孔を障壁する機能のいずれかを有しているものであれば良い。その具体例としては、例えばトリアゾール、トリアジン、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、アントラキノジメタン、アントロン、ジフェニルキノン、チオピランジオキシド、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン、ジスチリルピラジン、シロール、ナフタレンペリレン等の芳香環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン、8-キノリ

50

ノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体、または上記化合物の誘導体等が挙げられる。

【0067】

電子注入層、電子輸送層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常1 nm ~ 5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5 nm ~ 1 μmであり、更に好ましくは10 nm ~ 500 nmである。電子注入層、電子輸送層は上述した材料の一種または二種以上からなる単層構造であっても良いし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であっても良い。

【0068】

本発明における発光層は、少なくとも一種のりん光発光材料と、少なくとも一種の一般式(I) ~ (III)で表される金属錯体を含有するが、他に複数の材料を併用していても良い。発光層に用いられる材料としては、例えばベンゾオキサゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾチアゾール、スチリルベンゼン、ポリフェニル、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、ナフタルイミド、クマリン、ペリレン、ペリノン、オキサジアゾール、アルダジン、ピラリジン、シクロペンタジエン、ピススチリルアントラセン、キナクリドン、ピロロピリジン、チアジアゾロピリジン、スチリルアミン、芳香族ジメチリジン化合物、ポリチオフエン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン等のポリマー化合物、または上記化合物の誘導体等が挙げられる。

発光層は、りん光発光材料と一般式(I) ~ (III)で表される金属錯体のみから構成されるのがより好ましい。

【0069】

発光層は一層であっても、二層以上の多層であってもよい。発光層が複数の場合、それぞれの層が異なる発光色を発してもよい。発光層が複数の場合でも、それぞれの発光層はりん光発光材料と一般式(I) ~ (III)で表される金属錯体のみから構成されるのが好ましい。発光層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常1 nm ~ 5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5 nm ~ 1 μmであり、更に好ましくは10 nm ~ 500 nmである。

【0070】

本発明の有機電界発光素子の発光層は複数のドメイン構造を有していても良い。発光層中に他のドメイン構造を有していても良い。各ドメインの径は、0.2 nm以上10 nm以下が好ましく、0.3 nm以上5 nm以下がより好ましく、0.5 nm以上3 nm以下がさらに好ましく、0.7 nm以上2 nm以下が特に好ましい。

【0071】

保護層の材料としては水分や酸素等の素子劣化を促進するものが素子内に入る事を抑止する機能を有しているものであれば良い。その具体例としては、In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni等の金属、MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃、TiO₂等の金属酸化物、MgF₂、LiF、AlF₃、CaF₂等の金属フッ化物、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリウレア、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリジクロロジフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンとジクロロジフルオロエチレンの共重合体、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のモノマーを含むモノマー混合物を共重合させて得られる共重合体、共重合主鎖に環状構造を有する含フッ素共重合体、吸水率1%以上の吸水性物質、吸水率0.1%以下の防湿性物質等が挙げられる。

【0072】

保護層の形成方法についても特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE(分子線エピタキシー)法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法(高周波励起イオンプレーティング法)、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、ガスソースCVD法、コーティング法

10

20

30

40

50

、インクジェット法、印刷法、転写法、電子写真法を適用できる。

【0073】

陽極は正孔注入層、正孔輸送層、発光層等に正孔を供給するものであり、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物等を用いることができ、好ましくは仕事関数が4 eV以上の材料である。具体例としては酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ（ITO）等の導電性金属酸化物、あるいは金、銀、クロム、ニッケル等の金属、さらにこれらの金属と導電性金属酸化物との混合物、または積層物、ヨウ化銅、硫化銅等の無機導電性物質、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール等の有機導電性材料、およびこれらとITOとの混合物・積層物等が挙げられ、好ましくは、導電性金属酸化物であり、特に、生産性、高伝導性、透明性等の観点からITOが好ましい。陽極の膜厚は材料により適宜選択可能であるが、通常10 nm～5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは50 nm～1 μmであり、更に好ましくは100 nm～500 nmである。

10

【0074】

陽極は通常、ソーダライムガラス、無アルカリガラス、透明樹脂基板等の上に層形成したものが用いられる。ガラスを用いる場合、その材質については、ガラスからの溶出イオンを少なくするため、無アルカリガラスを用いることが好ましい。また、ソーダライムガラスを用いる場合、シリカ等のバリアコートを施したものを使用することが好ましい。基板の厚みは機械的強度を保つのに十分な厚みであれば特に制限はないが、ガラスを用いる場合には、通常0.2 mm以上、好ましくは0.7 mm以上のものを用いる。

20

【0075】

陽極の作製には材料によって種々の方法が用いられるが、例えばITOの場合、電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、イオンプレーティング法、化学反応法（ゾル-ゲル法等）、スプレー法、ディップ法、熱CVD法、プラズマCVD法、ITO分散物の塗布等の方法で膜形成される。

陽極は洗浄その他の処理により、素子の駆動電圧を下げ、発光効率を高めることも可能である。例えばITOの場合、UV-オゾン処理、プラズマ処理等が効果的である。

【0076】

陰極は電子注入層、電子輸送層、発光層等に電子を供給するものであり、電子注入層、電子輸送層、発光層等の陰極と隣接する層との密着性やイオン化ポテンシャル、安定性等を考慮して選ばれる。陰極の材料としては金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物を用いることができ、具体例としてはアルカリ金属（例えばLi、Na、K、Cs等）またはそのフッ化物、アルカリ土類金属（例えばMg、Ca等）またはそのフッ化物、金、銀、鉛、アルミニウム、ナトリウム-カリウム合金、またはそれらの混合金属、リチウム-アルミニウム合金、またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金、またはそれらの混合金属、インジウム、イッテルビウム等の希土類金属が挙げられ、好ましくは仕事関数が4 eV以下の材料であり、より好ましくはアルミニウム、リチウム-アルミニウム合金、またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金、またはそれらの混合金属等である。陰極の膜厚は材料により適宜選択可能であるが、通常10 nm～5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは50 nm～1 μmであり、更に好ましくは100 nm～1 μmである。

30

40

【0077】

陰極の作製には電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、コーティング法等の方法が用いられ、金属を単体で蒸着することも、二成分以上を同時に蒸着することもできる。さらに、複数の金属を同時に蒸着して合金電極を形成することも可能であり、またあらかじめ調製した合金を蒸着させても良い。陽極および陰極のシート抵抗は低い方が好ましく、数百 / 以下が好ましい。

【0078】

本発明の発光素子の有機層は、ホール輸送層、発光層、電子輸送層の三層構造もしくは、さらにホールブロック層を備えた四層構造であることが好ましい。

50

【0079】

本発明の発光素子は、種々の公知の工夫により、光取り出し効率を向上させることができる。例えば、基板表面形状を加工する（例えば微細な凹凸パターンを形成する）、基板・ITO層・有機層の屈折率を制御する、基板・ITO層・有機層の膜厚を制御すること等により、光の取り出し効率を向上させ、外部量子効率を向上させることが可能である。

【0080】

本発明の発光素子で用いられる基板は、特に限定されないが、ジルコニア安定化イットリウム、ガラス等の無機材料、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等のポリエステルや、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、アリルジグリコールカーボネート、ポリイミド、ポリシクロオレフィン、ノルボルネン樹脂、ポリ（クロロトリフルオロエチレン）、テフロン、ポリテトラフルオロエチレン - ポリエチレン共重合体等の高分子量材料であっても良い。

10

【0081】

本発明の発光素子は、陽極側から発光を取り出す、いわゆる、トップエミッション方式であっても良い。

【0082】

本発明の発光素子は、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、光通信等に好適に利用できる。

20

【実施例】

【0083】

本発明をさらに実施例により具体的に説明するが、本発明の範囲は以下の実施例に限定されるものではない。

【0084】

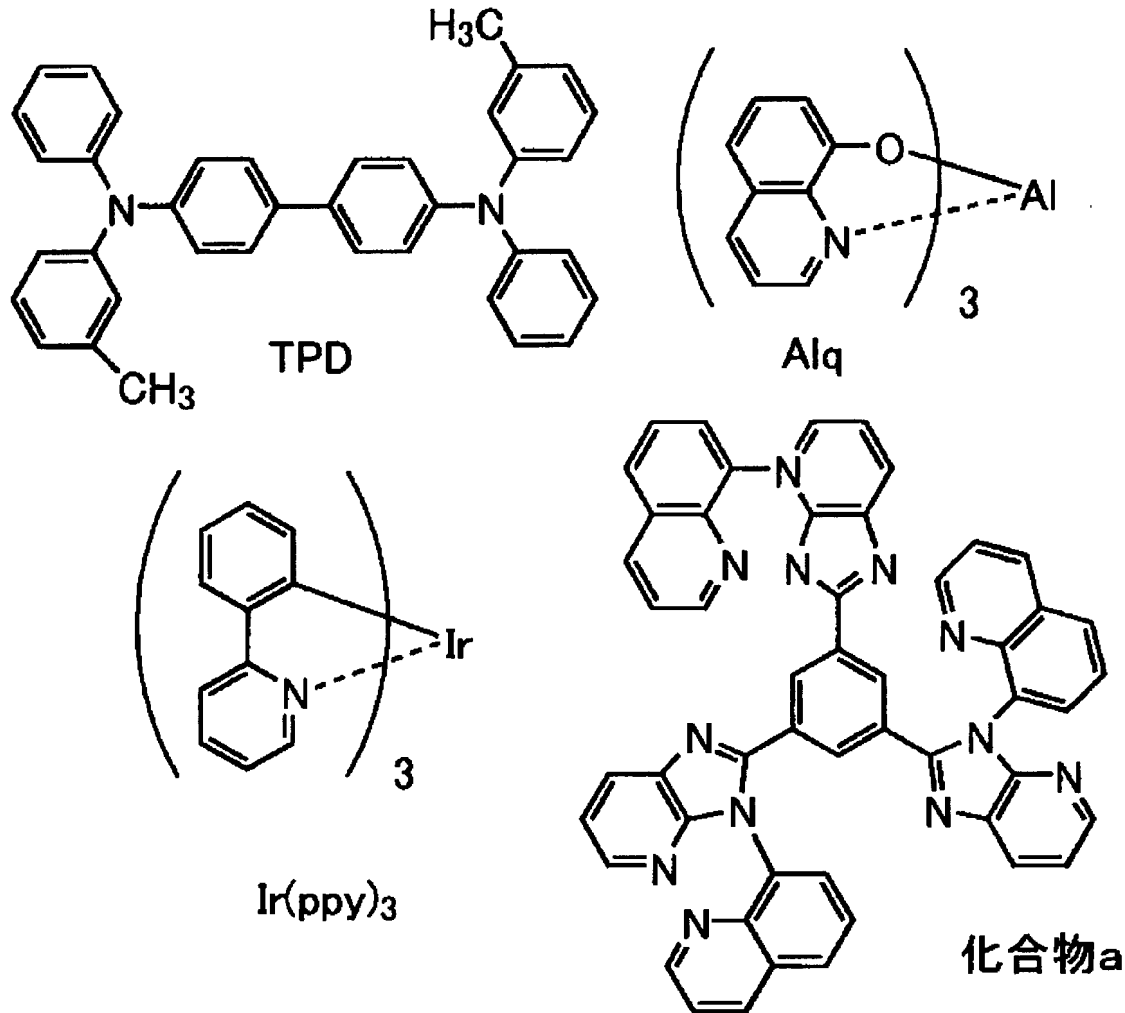
(比較例1)

洗浄したITO基板を蒸着装置に入れ、TPD(N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(m-トリル)ベンジジン)を50nm蒸着し、この上にAlq及びIr(ppy)₃を17:1の質量比で36nm蒸着し、さらにこの上に化合物aを36nm蒸着した。得られた有機薄膜上にパターンニングしたマスク(発光面積が4mm×5mmとなる)を設置し、フッ化リチウムを3nm蒸着した後アルミニウムを60nm蒸着して比較例1の有機EL素子を作製した。

30

【0085】

【化 1 3】



10

20

【0086】

得られた有機EL素子に、東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400を用いて、直流定電圧を印加し、発光させ、その輝度をトプコン社の輝度計BM-8、発光波長とCIE色度座標を浜松ホトニクス社製スペクトルアナライザーPMA-11を用いて測定した。その結果、CIE色度が $(x, y) = (0.324, 0.557)$ 、発光ピーク波長が530nmの緑色発光が得られ、最高輝度は 1300 cd/m^2 、外部量子効率は0.22%であった。

30

【0087】

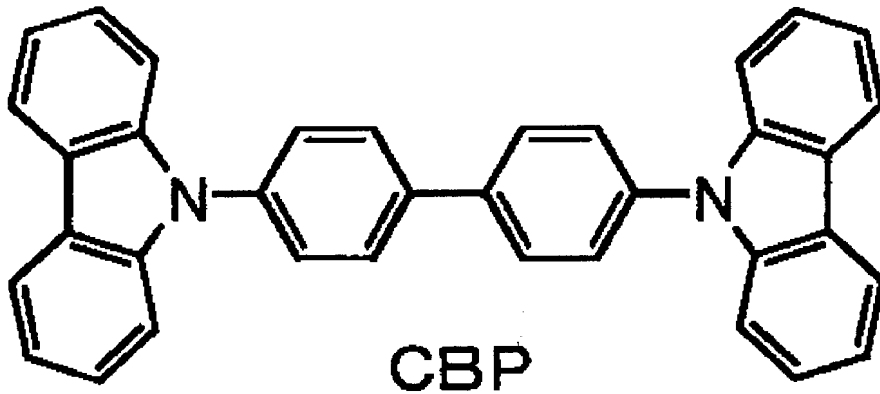
(比較例2)

Alqに代えて下記化合物CBPを用いたこと以外は上記比較例1と同様にして、比較例2の有機EL素子を作製した。比較例1と同様にして、比較例2の有機EL素子を評価した結果、CIE色度が $(x, y) = (0.276, 0.630)$ 、発光ピーク波長が516nmの緑色発光が得られ、最高輝度は 27000 cd/m^2 、外部量子効率は12.7%であった。

40

【0088】

【化14】



10

【0089】

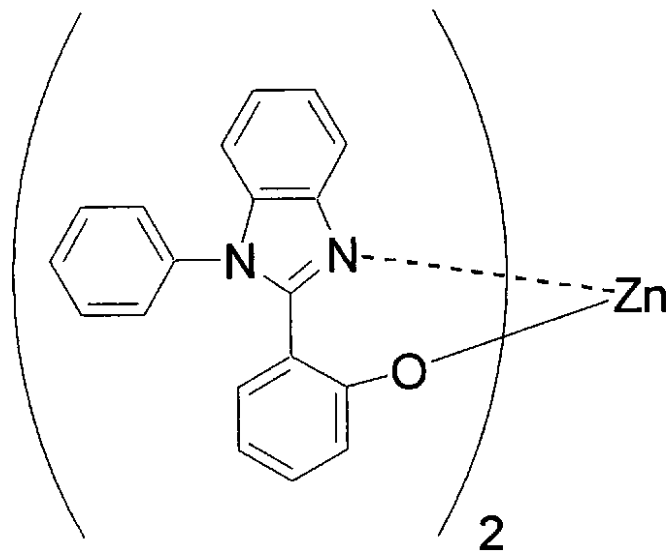
(比較例3)

A1qに代えて下記化合物b(特開2002-305083号公報の段落番号[0034]に記載の化合物(H-4))を用いたこと以外は、上記比較例1と同様にして、比較例3の有機EL素子を作製した。比較例1と同様にして、比較例3の有機EL素子を評価した結果、CIE色度が $(x, y) = (0.286, 0.624)$ 、発光ピーク波長が522nmの緑色発光が得られ、最高輝度は 21000 cd/m^2 、外部量子効率 11.4% であった。

20

【0090】

【化15】



30

化合物b

40

【0091】

(実施例1)

A1qに代えて本発明の例示化合物H-2を用いたこと以外は上記比較例1と同様にして、実施例1の有機EL素子を作製した。比較例1と同様にして、実施例1の有機EL素子を評価した結果、CIE色度が $(x, y) = (0.320, 0.610)$ 、発光ピーク波長が520nmの緑色発光が得られ、最高輝度は 73000 cd/m^2 、外部量子効率 17.4% であった。

【0092】

上記実施例1及び比較例1乃至3の結果から、りん光発光性有機EL素子において、本

50

発明の金属錯体をホスト材料として用いると、従来の有機EL素子より優れた輝度、効率を有する有機EL素子が得られることがわかる。

【0093】

(実施例2)

上記実施例1及び比較例2の有機EL素子において、初期輝度を合わせた輝度半減時間を測定したところ、比較例2の有機EL素子が8時間であったのに対し、実施例1の有機EL素子は45時間であった。

【0094】

上記実施例2の結果から、りん光発光性有機EL素子において、本発明の金属錯体材料を用いると、駆動耐久性にも非常に優れた有機EL素子が得られることがわかる。

フロントページの続き

(72)発明者 伊勢 俊大

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士写真フイルム株式会社内

(72)発明者 五十嵐 達也

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地 富士写真フイルム株式会社内

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB03 AB11 DB03 FA01