

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7679185号

(P7679185)

(45)発行日 令和7年5月19日(2025.5.19)

(24)登録日 令和7年5月9日(2025.5.9)

(51)国際特許分類

F I

C 0 7 F 15/00 (2006.01)

C 0 7 F

15/00

E C S P

H 1 0 K 50/10 (2023.01)

H 0 5 B

33/14

B

H 0 5 B 33/12 (2006.01)

H 0 5 B

33/12

C

H 0 5 B 33/02 (2006.01)

H 0 5 B

33/12

E

C 0 9 K 11/06 (2006.01)

H 0 5 B

33/02

請求項の数 24 (全50頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-161442(P2020-161442)

(22)出願日 令和2年9月25日(2020.9.25)

(65)公開番号 特開2022-54322(P2022-54322A)

(43)公開日 令和4年4月6日(2022.4.6)

審査請求日 令和5年9月12日(2023.9.12)

(73)特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人 100126240

弁理士 阿部 琢磨

(74)代理人 100223941

弁理士 高橋 佳子

(74)代理人 100159695

弁理士 中辻 七朗

(74)代理人 100172476

弁理士 富田 一史

(74)代理人 100126974

弁理士 大朋 靖尚

(72)発明者 西出 洋祐

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ

最終頁に続く

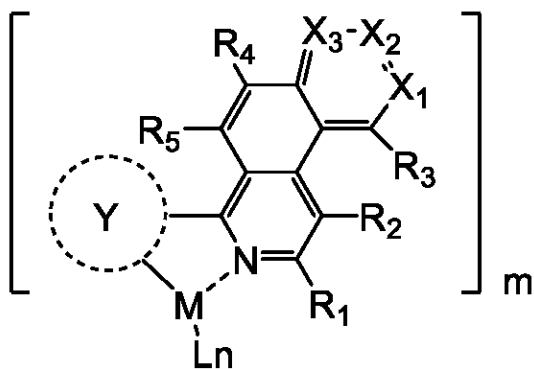
(54)【発明の名称】 有機化合物及び有機発光素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

下記一般式(1)で表されることを特徴とする有機金属錯体。

【化1】



式(1)において、X₁乃至X₃は、炭素原子または窒素原子からそれぞれ独立に選ばれ、少なくとも一つは窒素原子である。前記炭素原子は、水素原子または置換基を有し、前記置換基は、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換

あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基から選ばれる。

前記 X_1 乃至 X_3 で表される窒素原子に対してオルト位に前記置換基を有する。

Yは、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基であり、前記複素環基は、ピリジル基、ピラジル基、ピリミジル基、トリアジル基、イミダゾリル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、カルバゾリル基、アクリジニル基、フェナントロリル基、フラニル基、チオフェニル基、ジベンゾフラニル基、またはジベンゾチオフェニル基である。前記Yで表される前記アリール基及び前記複素環基は、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基から選ばれる置換基を有してよい。

10

Lは、二座配位子である。Mはイリジウムである。mは、1乃至3の整数を表し、nは、0乃至2の整数を表す。ただし、 $m+n$ は3である。

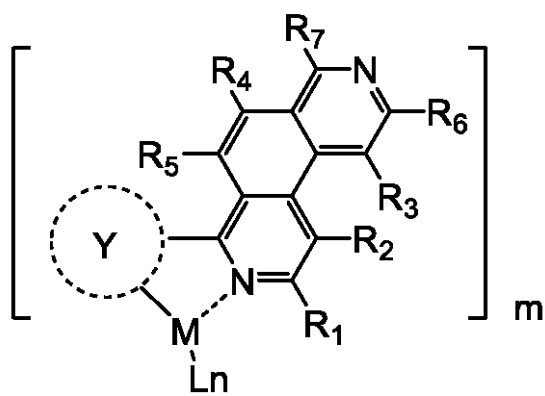
R_1 乃至 R_5 は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基からそれぞれ独立に選ばれる。

【請求項2】

下記一般式(2)で表されることを特徴とする請求項1に記載の有機金属錯体。

20

【化2】



30

R_1 乃至 R_7 は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基からそれぞれ独立に選ばれる。

【請求項3】

前記 R_6 および R_7 が置換あるいは無置換のアルキル基であることを特徴とする請求項2に記載の有機金属錯体。

40

【請求項4】

前記 R_6 および R_7 が炭素原子数1以上4以下のアルキル基であることを特徴とする請求項2に記載の有機金属錯体。

【請求項5】

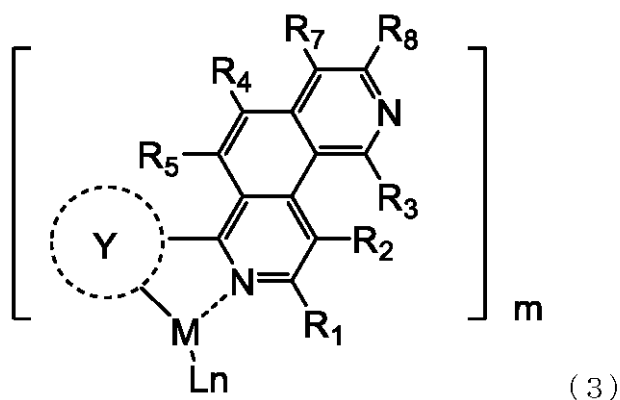
前記 R_6 および R_7 がメチル基であることを特徴とする請求項2に記載の有機金属錯体。

【請求項6】

下記一般式(3)で表されることを特徴とする請求項1に記載の有機金属錯体。

50

【化 3】



10

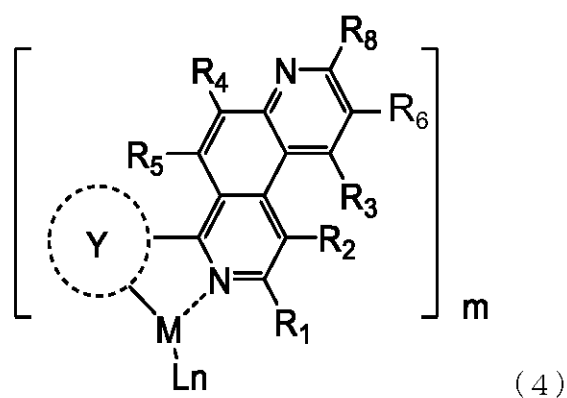
R_1 乃至 R_5 、 R_7 及び R_8 は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基からそれぞれ独立に選ばれる。

【請求項 7】

下記一般式 (4) で表されることを特徴とする請求項 1 に記載の有機金属錯体。

20

【化 4】



30

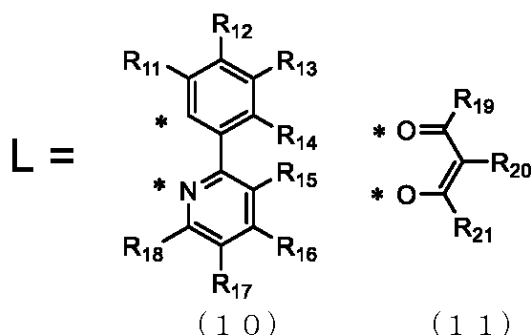
R_1 乃至 R_6 、及び R_8 は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基からそれぞれ独立に選ばれる。

【請求項 8】

m が 2 であり、 n が 1 であり、前記 L が、一般式 (10) または (11) で表される構造であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の有機金属錯体。

40

【化 5】



10

一般式(10)及び(11)において、*は金属との結合もしくは配位する位置を表す。
式(10)及び(11)において、 R_{11} 乃至 R_{21} は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、アルコキシ基、アラルキル基、置換アミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基からそれぞれ独立に選ばれる。

【請求項 9】

Yがベンゼン環であり、3位及び5位に置換基を有することを特徴とする、請求項1乃至8のいずれか一項に記載の有機金属錯体。

20

【請求項 10】

前記 X_1 乃至 X_3 で表される窒素原子に対してオルト位のすべてに置換基を有することを特徴とする請求項1に記載の有機金属錯体。

【請求項 11】

前記窒素原子に対してオルト位の前記置換基が、ハロゲン原子、アルキル基から選ばれることを特徴とする請求項10に記載の有機金属錯体。

【請求項 12】

前記有機金属錯体が、3つの異なる配位子を有することを特徴とする請求項1乃至11のいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項 13】

第一電極と第二電極と、前記第一電極と前記第二電極との間に配置されている有機化合物層と、を有し、前記有機化合物層は、請求項1乃至12のいずれか一項に記載の有機金属錯体を含有する層を有することを特徴とする有機発光素子。

30

【請求項 14】

前記有機金属錯体を含有する層は発光層であることを特徴とする請求項13に記載の有機発光素子。

【請求項 15】

赤色発光することを特徴とする請求項14に記載の有機発光素子。

【請求項 16】

前記発光層と積層して配置される別の発光層を更に有し、前記別の発光層は、前記発光層が発する発光色とは異なる色を発光することを特徴とする請求項14または15に記載の有機発光素子。

40

【請求項 17】

白色発光することを特徴とする請求項16に記載の有機発光素子。

【請求項 18】

複数の画素を有し、前記画素が、請求項13乃至17のいずれか一項に記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続された能動素子と、を有することを特徴とする表示装置。

【請求項 19】

画像情報を入力するための入力部と、画像を出力するための表示部と、を有し、前記表示部が、請求項18に記載の表示装置を有することを特徴とする画像表示装置。

50

【請求項 20】

複数のレンズを有する光学部と、前記光学部を通過した光を受光する撮像素子と、表示部と、を有し、

前記表示部は、前記撮像素子が撮像した情報を表示する表示部であり、前記表示部は請求項 18 に記載の表示装置を有することを特徴とする光電変換装置。

【請求項 21】

筐体と、外部と通信する通信部と、表示部とを有し、

前記表示部は請求項 18 に記載の表示装置であることを特徴とする電子機器。

【請求項 22】

光源と、光拡散部または光学フィルタと、を有する照明装置であって、

前記光源は、請求項 13 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする照明装置。

10

【請求項 23】

機体と、前記機体に設けられている灯具を有し、

前記灯具は、請求項 13 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする移動体。

【請求項 24】

感光体と、前記感光体に光を照射する露光光源と、を有し、

前記露光光源は、請求項 13 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする画像形成装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機化合物及びこれを用いた有機発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子（有機 EL 素子）とも呼ばれる。）は、一对の電極とこれら電極間に配置される有機化合物層とを有する電子素子である。これら一对の電極から電子及び正孔を注入することにより、有機化合物層中の発光性有機化合物の励起子を生成し、該励起子が基底状態に戻る際に、有機発光素子は光を放出する。

30

【0003】

有機発光素子の最近の進歩は著しく、低駆動電圧、多様な発光波長、高速応答性、発光デバイスの薄型化・軽量化が可能であることが挙げられる。

【0004】

また、ディスプレイに用いられる色再現範囲として、sRGB や Adobe RGB の規格が用いられ、それを再現する材料が求められてきたが最近ではさらに色再現範囲を広げる規格として BT - 2020 が挙げられている。

【0005】

現在、有機 EL 素子の発光効率を向上させる試みとして、燐光発光を用いることが提案されている。燐光発光を用いた有機 EL 素子は、蛍光発光のものよりも理論上約 4 倍の発光効率向上が期待される。したがって、現在までに燐光発光性の有機金属錯体の創出が盛んに行われている。高性能の有機発光素子を提供するにあたり、発光特性の優れた有機金属錯体の創出が重要であるからである。

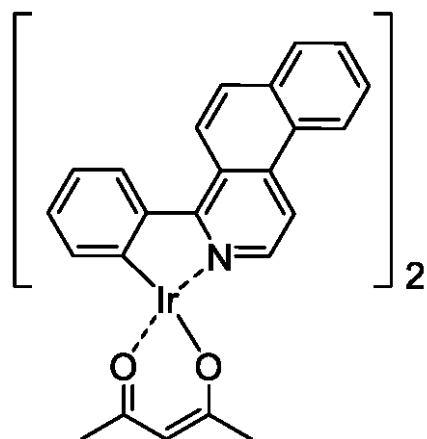
40

【0006】

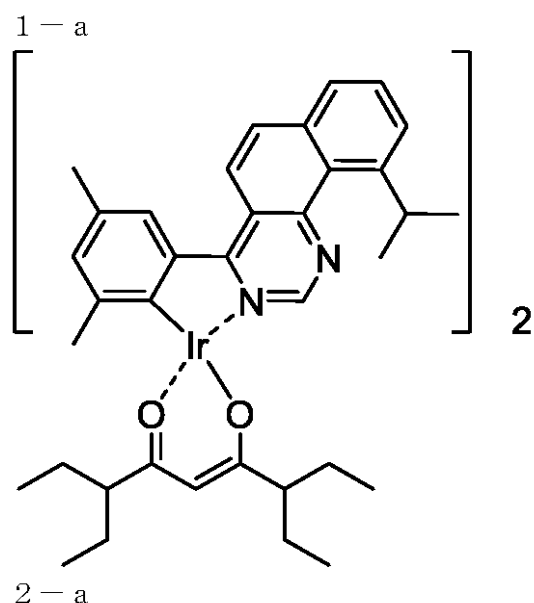
これまでに創出された有機金属錯体として、特許文献 1 に下記化合物 1 - a が、特許文献 2 に下記化合物 2 - a が記載されている。

【0007】

【化 1】



10



20

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】特開2009-114137号公報

【文献】国際公開第2019/221487号 パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1及び2に記載の化合物を用いた有機発光素子は、高発光効率、高色純度の発光が可能であるが、BT-2020に求められる赤の色度座標を発光するには、さらなる改善が求められる。

40

【0010】

本発明は、上記課題を解決するためになされるものであり、その目的は、色純度の高い赤色を発光する有機金属錯体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

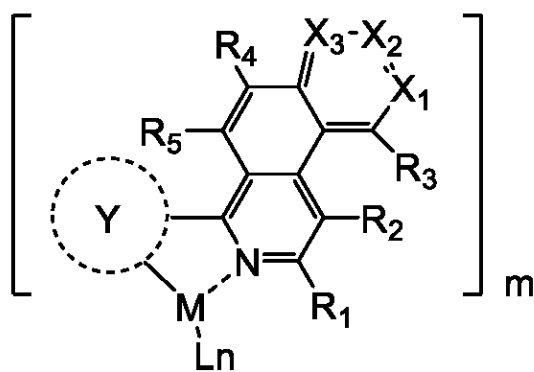
【0011】

本発明の一実施形態に係る有機金属錯体は、下記一般式(1)で表されることを特徴とする。

【0012】

50

【化 2】



10

【0013】

式(1)において、 X_1 乃至 X_3 は、炭素原子または窒素原子からそれぞれ独立に選ばれ、少なくとも一つは窒素原子である。前記炭素原子は、水素原子または置換基を有し、前記置換基は、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基から選ばれる。

20

【0014】

Yは、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基であり、前記複素環基は、ピリジル基、ピラジル基、ピリミジル基、トリアジル基、イミダゾリル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、カルバゾリル基、アクリジニル基、フェナントロリル基、フラニル基、チオフェニル基、ジベンゾフラニル基、またはジベンゾチオフェニル基である。前記Yで表される前記アリール基及び前記複素環基は、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基から選ばれる置換基を有してよい。

30

【0015】

Lは、二座配位子である。Mはイリジウムである。mは、1乃至3の整数を表し、nは、0乃至2の整数を表す。ただし、 $m+n$ は3である。

【0016】

R_1 乃至 R_5 は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基からそれぞれ独立に選ばれる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、基本骨格自体で色純度の高い赤色発光が可能である有機金属錯体を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】(a)本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を示す断面模式図である。(b)本発明の一実施形態に係る表示装置の他の例を示す断面模式図である。

【図2】(a)本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例である。(b)本発明の一実施形態に係る画像形成装置の感光体が有する発光素子の配列例である。(c)本発明の一実施形態に係る画像形成装置の感光体が有する発光素子の他の配列例である。

【図3】本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を示す平面図である。

50

【図 4】(a) 本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係る表示装置の他の例を表す模式図である。

【図 5】本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。

【図 6】本発明の一実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。

【図 7】本発明の一実施形態に係る照明装置の一例を示す模式図である。

【図 8】本発明の一実施形態に係る移動体の一例を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

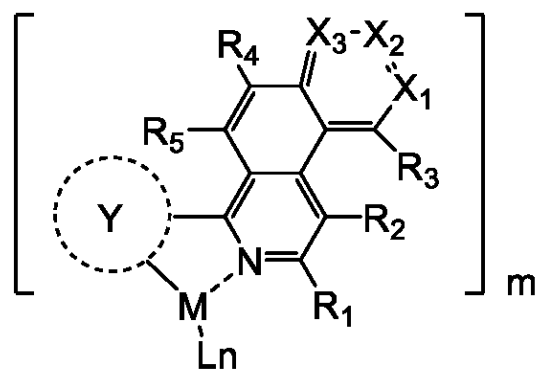
【0019】

<有機金属錯体>

本実施形態に係る有機金属錯体について説明する。本実施形態に係る有機金属錯体は、
下記一般式(1)で示される。

【0020】

【化 3】



(1)

【0021】

式(1)において、 X_1 乃至 X_3 は、炭素原子または窒素原子からそれぞれ独立に選ばれ、少なくとも一つは窒素原子である。前記炭素原子は、水素原子または置換基を有し、前記置換基は、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基から選ばれる。

【0022】

Yは、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基である。前記Yで表される前記アリール基及び前記複素環基は、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基から選ばれる置換基を有してよい。

【0023】

Lは、二座配位子である。Lが複数ある場合は、複数のLは同じであっても異なってもよい。MはIr, Pt, Rh, Os及びZnから選ばれる金属原子である。mは、1乃至3の整数を表し、nは、0乃至2の整数を表す。ただし、 $m+n$ は3である。

【0024】

R_1 乃至 R_5 は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換の複素環基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、シリル基及びシアノ基からそれぞれ独立に選ばれる。

【0025】

X_1 乃至 X_3 の炭素原子が有してもよい置換基及び R_1 乃至 R_5 で表されるハロゲン原子として、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

い。

【 0 0 2 6 】

X₁ 乃至 X₃ の炭素原子が有してもよい置換基及び R₁ 乃至 R₅ で表されるアルキル基として、炭素原子数 1 以上 10 以下のアルキル基があげられ、炭素原子数 1 以上 8 以下がより好ましく、炭素原子数 1 以上 4 以下であることがさらに好ましい。具体的には、メチル基、エチル基、ノルマルプロピル基、イソプロピル基、ノルマルブチル基、ターシャリーブチル基、セカンダリーブチル基、オクチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、1 - アダマンチル基、2 - アダマンチル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 2 7 】

X₁ 乃至 X₃ の炭素原子が有してもよい置換基及び R₁ 乃至 R₅ で表されるアルコキシ基として、炭素原子数 1 以上 10 以下のアルコキシ基があげられ、炭素原子数 1 以上 6 以下であることがより好ましく、炭素原子数 1 以上 4 以下であることがさらに好ましい。具体的には、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、2 - エチル - シキシルオキシ基、ベンジルオキシ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 2 8 】

X₁ 乃至 X₃ の炭素原子が有してもよい置換基及び R₁ 乃至 R₅ で表されるアミノ基として、アルキル基、アリール基、アミノ基のいずれかで置換されたアミノ基があげられる。アルキル基、アリール基、アミノ基は、ハロゲン原子を置換基として有してよい。アリール基、アミノ基はアルキル基を置換基として有してよい。アミノ基は置換したアルキル基が互いに結合して環を形成してよい。具体的には、N - メチルアミノ基、N - エチルアミノ基、N, N - ジメチルアミノ基、N, N - ジエチルアミノ基、N - メチル - N - エチルアミノ基、N - ベンジルアミノ基、N - メチル - N - ベンジルアミノ基、N, N - ジベンジルアミノ基、アニリノ基、N, N - ジフェニルアミノ基、N, N - ジナフチルアミノ基、N, N - ジフルオレニルアミノ基、N - フェニル - N - トリルアミノ基、N, N - ジトリルアミノ基、N - メチル - N - フェニルアミノ基、N, N - ジアニソリルアミノ基、N - メシチル - N - フェニルアミノ基、N, N - ジメシチルアミノ基、N - フェニル - N - (4 - ターシャリーブチルフェニル) アミノ基、N - フェニル - N - (4 - トリフルオロメチルフェニル) アミノ基、N - ピペリジル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 2 9 】

X₁ 乃至 X₃ の炭素原子が有してもよい置換基及び R₁ 乃至 R₅ で表されるアリール基として、炭素原子数 6 以上 18 以下のアリール基があげられる。具体的には、フェニル基、ナフチル基、インデニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、トリフェニレニル基等があげられる。

【 0 0 3 0 】

X₁ 乃至 X₃ の炭素原子が有してもよい置換基及び R₁ 乃至 R₅ で表される複素環基として、炭素原子数 3 以上 15 以下の複素環基があげられる。複素環基は、複素原子として、窒素、硫黄、酸素を有してよい。具体的には、ピリジル基、ピラジル基、ピリミジル基、トリアジル基、イミダゾリル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、カルバゾリル基、アクリジニル基、フェナントロリル基、フラニル基、チオフェニル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 3 1 】

X₁ 乃至 X₃ の炭素原子が有してもよい置換基及び R₁ 乃至 R₅ で表されるアリールオキシ基として、フェノキシ基、チエニルオキシ基等があげられるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 3 2 】

X₁ 乃至 X₃ の炭素原子が有してもよい置換基及び R₁ 乃至 R₅ で表されるシリル基として、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基等があげられるが、これらに限定される

10

20

30

40

50

ものではない。

【 0 0 3 3 】

上記アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、複素環基、アリールオキシ基は、ハロゲン原子を置換基として有してよい。ハロゲン原子は、フッ素、塩素、臭素、臭素があげられ、フッ素原子であってよい。

【 0 0 3 4 】

上記アミノ基、アリール基、複素環基、アリールオキシ基は、アルキル基を置換基として有してよい。アルキル基は、炭素原子数 1 以上 1 0 以下であってよい。より具体的には、メチル基、エチル基、ノルマルプロピル基、イソプロピル基、ノルマルブチル基、ターシャリーブチル基であってよい。

10

【 0 0 3 5 】

上記アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、複素環基、アリールオキシ基は、アリール基を置換基として有してよい。アリール基は炭素原子数 6 以上 1 2 以下であってよい。より具体的には、フェニル基、ピフェニル基、ナフチル基であってよい。

【 0 0 3 6 】

上記アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、複素環基、アリールオキシ基は、複素環基を置換基として有してよい。複素環基は、炭素原子数 3 以上 9 以下であってよい。複素環基は、複素原子として、窒素、硫黄、酸素を有してよい。より具体的には、ピリジル基、ピロリル基であってよい。

【 0 0 3 7 】

上記アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、複素環基、アリールオキシ基は、アミノ基を置換基として有してよい。アミノ基は、アルキル基、アリール基を有してよく、アルキル基は互いに結合して環を形成してよい。具体的には、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基であってよい。

20

【 0 0 3 8 】

上記アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、複素環基、アリールオキシ基は、ベンジル基等のアラルキル基、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基等のアルコキシ基、フェノキシ基等のアリールオキシ基、シアノ基等を置換基として有してよい。置換基はこれらに限定されるものではない。

30

【 0 0 3 9 】

以下に、式 (1) 中の L の具体的な構造について説明する。L を含む錯体の部分構造 M L は、一価の二座配位子 (L) を含む構造である。

【 0 0 4 0 】

ここで一価の二座配位子の具体例としては、アセチルアセトン、フェニルピリジン、ピコリン酸、オキサレート、サレン等を基本骨格とする配位子が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

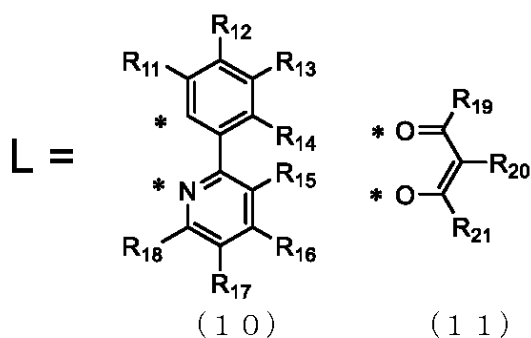
【 0 0 4 1 】

本発明の一実施形態に係る有機金属錯体は、好ましくは、式 (1) で示される有機金属錯体において、M が I r であり、部分構造 M L n が下記一般式 (1 0) 及び (1 1) のいずれかで表される構造である。

40

【 0 0 4 2 】

【化 4】



10

【0043】

一般式(10)及び(11)において、*は前記イリジウム、すなわち金属M、との結合もしくは配位する位置を表す。

【0044】

式(10)及び(11)において、 R_{11} 乃至 R_{21} は、水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、アルコキシ基、アラルキル基、置換アミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基からそれぞれ独立に選ばれる。

20

【0045】

本実施形態に係る有機化合物において、基本骨格に水素原子以外の基、すなわちハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、複素環基、アリールオキシ基、シリル基またはシアノ基を設けることで、濃度消光を低減することができる。また、これらの置換により、昇華時には昇華性の向上、塗布で使用する際は溶媒溶解性の向上した化合物を得ることができる。

【0046】

次に、本実施形態に係る有機金属錯体の合成方法を説明する。本実施形態に係る有機金属錯体は、例えば、下記に示す反応スキームに従って合成される。

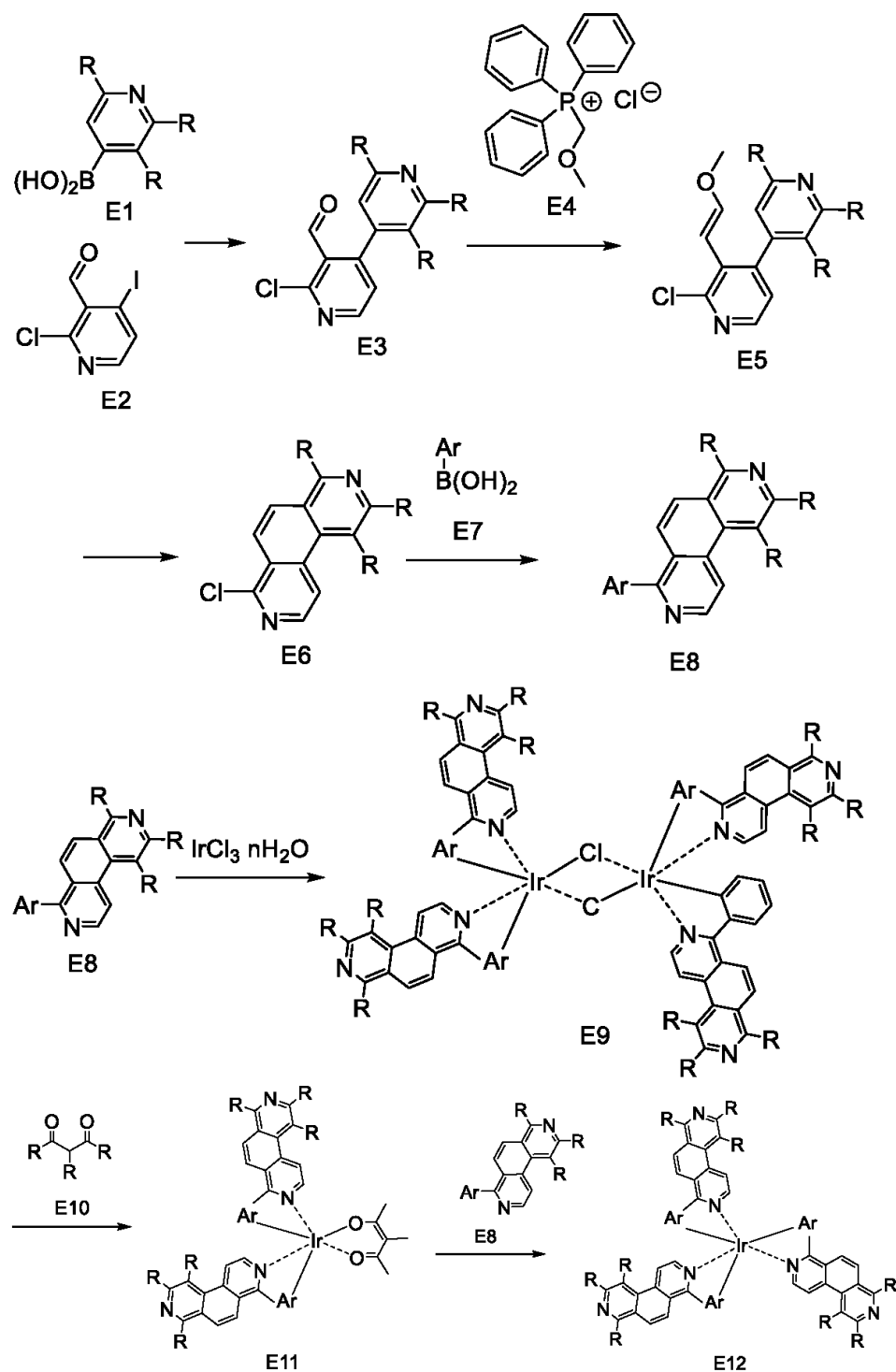
【0047】

30

40

50

【化 5】



【 0 0 4 8 】

上記合成スキームにおいては、本実施形に係る有機金属錯体は、下記 (a) から (h) に示される状態を経由して合成される。

- (a) ピリジン誘導体 (E1)
- (b) アルデヒド誘導体 (E3)
- (c) オレフィン誘導体 (E5)
- (d) クロロフェナントロリン誘導体 (E6)
- (e) 配位子誘導体 (E8)
- (f) ジクロロダイマー誘導体 (E9)

10

20

30

40

50

(g) アセチルアセトン誘導体 (E 1 1)

(h) トリス錯体 (E 1 2)

【0049】

また上記合成スキームにおいて、E 1、E 7、E 10をそれぞれ変えることで種々の例示化合物を合成することができる。

【0050】

本発明は、上記合成スキームに限定されることなく、種々の合成試薬を用いることができる。

【0051】

本実施形態に係る有機金属錯体は、一般式(1)において、 X_1 乃至 X_3 の位置に窒素原子を有するため、高効率で色純度の高い赤発光を呈する安定な化合物となる。以下では、 X_1 乃至 X_3 のいずれかに窒素原子を有する有機金属錯体を中心に説明するが、 X_1 乃至 X_3 の複数が窒素原子であってよい。複数が窒素原子である場合は、それぞれの特性をあわせ持つ性質を有する有機金属錯体になる。

10

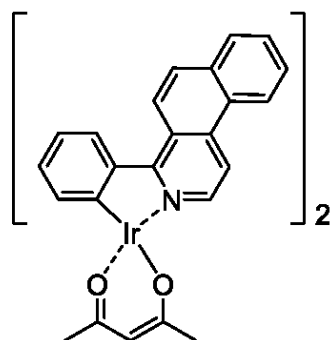
【0052】

以下、本発明に係る有機金属錯体に類似する構造を有する比較化合物を比較対照して挙げながら、本発明に係る有機金属錯体の基本骨格の性質を説明する。具体的には、比較化合物として下記に示される比較化合物1-a及び比較化合物2-aの基本形である2-bをあげる。ここで基本形とは、基本骨格に対する置換基をすべて水素原子とした構造を指す。

20

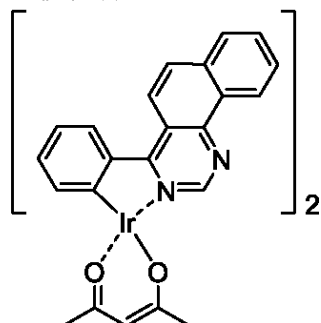
【0053】

【化6】



比較化合物 1-a

30



比較化合物 2-b

40

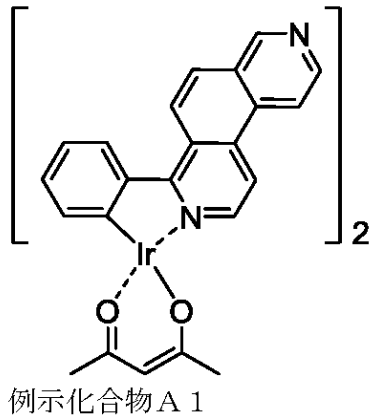
【0054】

例示化合物 A 1 は、一般式(1)で表される基本骨格を有し、 X_1 、 X_3 が炭素原子で置換基として水素原子を有し、 X_2 が窒素原子、Yが無置換のフェニル基であり、Lがアセチルアセトンであり、mが2、nが1である。

【0055】

50

【化 7】



10

【 0 0 5 6 】

[1] X₁ 乃至 X₃ の位置に窒素原子を有するため、発光波長が長い。

本発明者らは、式 (1) で表される有機金属錯体を発明するにあたり、有機金属錯体の配位子の基本骨格それ自体に注目した。具体的には、配位子が基本骨格のみの有機金属錯体の発光ピークが色純度の高い波長領域となる化合物を得ることを試みた。本実施形態において、色純度が高いとは、希薄溶液中において最大発光波長が 6 2 0 n m 以上の帯域にあることである。C I E 座標においては、X 座標が 0 . 6 8 以上かつ、Y 座標が 0 . 3 3 以下である。これら色純度の高い材料を用いることで、B T - 2 0 2 0 における赤発光の色純度を満たす発光素子とすることができる。

20

【 0 0 5 7 】

ここで発明者らは、比較化合物 1 - a 及び本発明の例示化合物 A 1 との実測の最大ピーク波長の比較を行った。結果を表 1 に示す。尚、発光波長の測定は、日立製 F - 4 5 0 0 を用い、室温下、励起波長 3 5 0 n m における希釈トルエン溶液のフォトルミネッセンス (P L) 測定により行った。

【 0 0 5 8 】

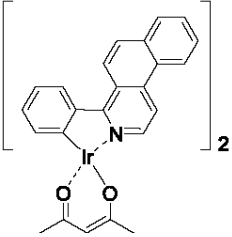
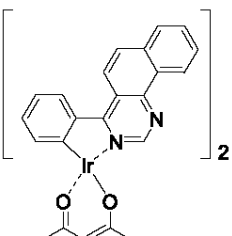
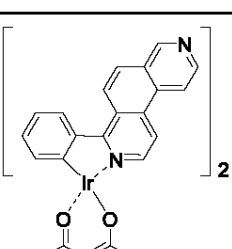
30

40

50

【表 1】

表 1

化合物名	分子構造	発光波長/nm (トルエン希薄溶液中)	発光量子収率 (比較化合物 1 - a を1.0とした場合の比)
比較化合物 1 - a		600 ×	1.0 ○
比較化合物 2 - b		621 ○	0.8 ×
例示化合物 A 1		627 ○	1.1 ○

【 0 0 5 9 】

表 1 より、比較化合物 1 - a の発光色は赤色ではあるが、620 nm 以上の帯域ではないので、本明細書における色純度が高い領域ではない。一方で、例示化合物 A 1 は、620 nm 以上の最大発光波長を有するため、BT - 2020 等のディスプレイの規格の赤色に適した長波長赤発光色を示す。

【 0 0 6 0 】

以下、詳細に説明する。本発明者らは、比較化合物 1 - a に対して、金属原子に配位しているベンゾイソキノリン骨格の炭素原子を窒素原子に置き換えることで、発光波長が長波長化することを見出した。すなわち、ベンゾイソキノリン骨格の炭素原子を窒素原子に置き換えることで、ベンゾイソキノリン骨格部分をフェナントロリン骨格に置き換えた。フェナントロリン骨格とすることで、窒素原子の電子吸引効果が得られる。この電子求引効果により、本発明に係るフェナントロリン骨格を有する有機金属錯体は、ベンゾイソキノリン配位子を有する、比較化合物 1 - a よりも、LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) が低くなる。その結果、有機金属錯体のバンドギャップが小さくなるので、発光波長が長波長化する。本発明に係る有機金属錯体は、一般式 (1) における窒素原子を設ける位置が、X₁ 乃至 X₃ のいずれであっても、同じ効果が得られるので、本発明に係る有機金属錯体は、比較化合物 1 - a よりも発光波長が長い化合物である。

【 0 0 6 1 】

表 1 には、比較化合物 1 - a の発光効率を 1.0 とした場合のそれぞれの化合物の発光効率の比を記載した。

【 0 0 6 2 】

以上より、本発明に係る有機金属錯体は色純度の高い赤色を発光することができる。赤

の色度座標については実施例にて詳細に説明する。

【 0 0 6 3 】

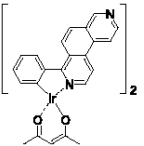
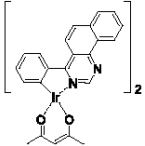
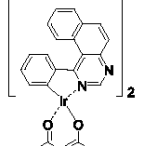
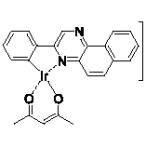
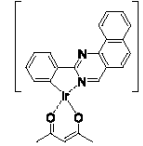
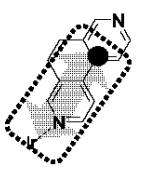

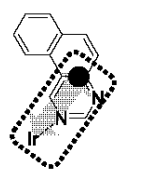
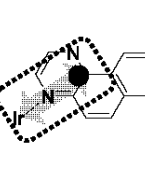
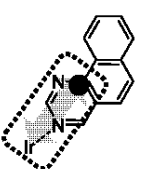
[2] X₁ 乃至 X₃ の位置に窒素原子を有するため、発光効率が低い。

表 2 には、例示化合物 A 1 と、比較化合物 2 - b、2 - c、2 - d、2 - e とを記載した。これらとの比較から、本発明に係る有機金属錯体の特性を説明する。表 2 には、振動子強度の分子軌道計算の結果を記した。また、分子軌道計算により、共役重心と遷移のイメージ図を記した。

【 0 0 6 4 】

【表 2】

表 2

化合物	例示化合物 A 1	比較化合物 2 - b	比較化合物 2 - c	比較化合物 2 - d	比較化合物 2 - e
分子構造					
部分構造の共役重心と遷移イメージ図					
振動子強度 (calc.)	1.0 ○	0.6 ×	0.6 ×	0.5 ×	0.5 ×

【 0 0 6 5 】

有機金属錯体の励起子の電子遷移が M L C T 性である場合は、励起された電子は金属原子側から二座配位子側へ遷移する。この際、配位子の共役面の重心を金属原子からより遠くになるように分子設計することにより、錯体の励起時の双極子モーメントが増大し、振動子強度を向上させることができる。つまり、発光量子収率が高くなり、発光効率を向上

【 0 0 6 6 】

本発明に係るフェナントロリン配位子は、金属原子から遠い位置、すなわち、X₁ 乃至 X₃ の位置、に窒素原子を設けている。表 2 に記載の共役重心と遷移イメージ図の通り、本発明に係るフェナントロリン配位子の共役重心は、比較化合物 2 - b 乃至 2 - e よりも金属原子からより遠くなる。このため、双極子モーメントが増大し、振動子強度を向上させることができ、発光量子収率が高くなる。

【 0 0 6 7 】

一方、比較化合物 2 - b 乃至 2 - e は、いずれも金属原子から比較的近い位置に窒素原子が設けられている。これにより、比較化合物 2 - b 乃至 2 - e の配位子の共役重心は、本発明に係る有機金属錯体よりも金属原子に近くなる。そのため、双極子モーメントが減少し、振動子強度が低下し、発光量子収率が低くなる。

【 0 0 6 8 】

[3] X₁ 乃至 X₃ の位置に窒素原子を有するため、励起子の安定性が高い

上述のように、本発明に係る有機金属錯体の励起子の電子遷移は、金属原子側からフェナントロリン側へ遷移する。窒素原子は炭素原子と比較して電子陰性度が高いため、ベンゾイソキノリン骨格の炭素原子を窒素原子に置き換えたフェナントロリン骨格は、ベンゾイソキノリン骨格に比べて分極が強まるので、電子雲に偏りができる。こうした電子の偏りは、励起子が安定に存在しにくくなる。つまり、窒素原子に起因する電子雲の偏りが、励起子と反応しないよう、離れて存在することが好ましい。より具体的には、表 2 に示

す遷移を表す矢印と、窒素原子と、が離れていることが好ましい。比較化合物 2 - b のように、遷移を表す矢印と窒素原子とが重なって配されている場合は、励起状態において励起エネルギーが、発光ではなく、分子間の反応等に使用される割合が増加する。つまり、発光効率が低下するので、同じ輝度を得ようとする場合に多くの電流が必要になり、その結果、発光素子の駆動耐久時間が低下する。

【0069】

表 1 及び表 2 に、実施例に示す例示化合物 A 1 の素子耐久を 1.0 とした場合の比較化合物 2 - b の素子耐久結果を示した。本発明に係る例示化合物 A 1 は、遷移双極子モーメント外に窒素原子を導入しているため、遷移において窒素原子の影響は受けにくい。一方、比較化合物 2 - b 乃至 2 - e は、遷移双極子モーメント内に窒素原子を導入しているため、遷移において窒素原子の影響を受けるやすい。したがって、遷移双極子モーメントの影響を受けない分、本発明に係る例示化合物 A 1 は、比較化合物 2 - b 乃至 2 - e よりも励起状態の安定性が高い。

【0070】

以上より、本発明の有機金属錯体は、励起状態の安定性が高い。これにより、有機発光素子の発光材料に用いた場合、優れた素子駆動耐久を有することが可能である。

【0071】

尚、表 2 に記載の分子構造の振動子強度の計算値は以下の分子軌道計算を用いた。

【0072】

分子軌道計算法の計算手法は、現在広く用いられている密度汎関数法 (Density Functional Theory, DFT) を用いた。汎関数は B3LYP、基底関数は 6-31G* を用いた。基底関数は、6-31G(d) を用いても同様の結果が得られる。尚、分子軌道計算法は、現在広く用いられている Gaussian09 (Gaussian09, Revision C.01, M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H. P. Hratchian, A. F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J. L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. A. Montgomery, Jr., J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J. J. Heyd, E. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J. M. Millam, M. Klene, J. E. Knox, J. B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R. E. Stratmann, O. Yazyev, A. J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, V. G. Zakrzewski, G. A. Voth, P. Salvador, J. J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, O. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski, and D. J. Fox, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2010.) により実施した。

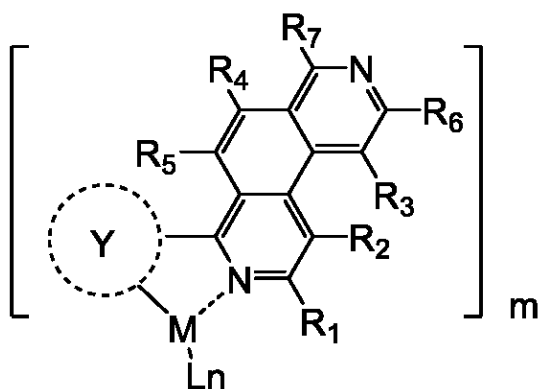
【0073】

[X₁ 乃至 X₃ のうち、X₂ が窒素原子である有機金属錯体の特徴]

一般式 (1) において X₂ の位置に窒素原子を有する有機金属錯体、つまり、一般式 (2) で示される有機金属錯体は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より長波長の発光を有し、より高効率であり、より励起状態安定性も高い化合物である。

【 0 0 7 4 】

【 化 8 】



10

【 0 0 7 5 】

本発明に係る有機金属錯体の中でも、より長波長の発光を有することを説明する。一般式(2)において、 R_1 乃至 R_7 は、 R_1 乃至 R_5 の選択肢と同じであってよい。

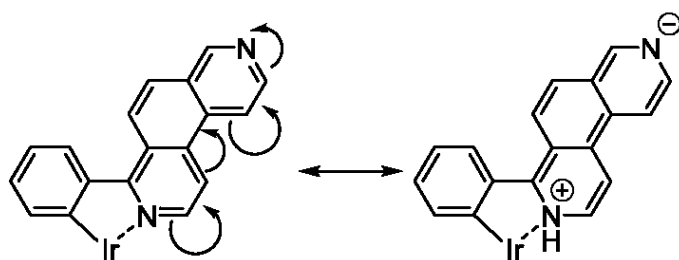
【 0 0 7 6 】

窒素原子を有する環構造において、窒素原子の電子吸引効果は、特にオルト、パラ位が大きい。下記の共鳴構造式からもわかる通りである。つまり、オルト、パラ位の電子密度が他に比べて低い。これにより、金属原子に配位する窒素原子の電子密度が低下し、有機金属錯体のLUMOが低くなる。その結果、バンドギャップが狭くなり、発光波長が長波長化する。したがって、 X_2 に窒素原子を有する有機金属錯体は、発光波長が長い。

20

【 0 0 7 7 】

【 化 9 】



30

【 0 0 7 8 】

また、表2に示すように、本発明に係る有機金属錯体の中でも、 X_2 に窒素原子を有する有機金属錯体は、配位子の共役面の重心がより遠くに存在するため、振動子強度が高く、量子収率が高い。量子収率が高い化合物は発光効率が高い。したがって、本発明に係る有機金属錯体のうち、 X_2 に窒素原子を有する有機金属錯体は、発光効率が高い。

40

【 0 0 7 9 】

また、本発明に係る有機金属錯体の中でも、 X_2 に窒素原子を有する有機金属錯体は、より励起状態安定性も高い。 X_2 に窒素原子を有する有機金属錯体は、上記に示すように、共鳴構造式を書くとキノイド構造をとることができるためである。これにより、共役系が安定化されるため、励起状態においても安定性が高い。その結果、有機発光素子に用いた場合に素子耐久寿命が長くなる。

【 0 0 8 0 】

したがって、 X_2 に窒素原子を有する有機金属錯体は、色純度が高く、高効率、長寿命な有機金属錯体である。

【 0 0 8 1 】

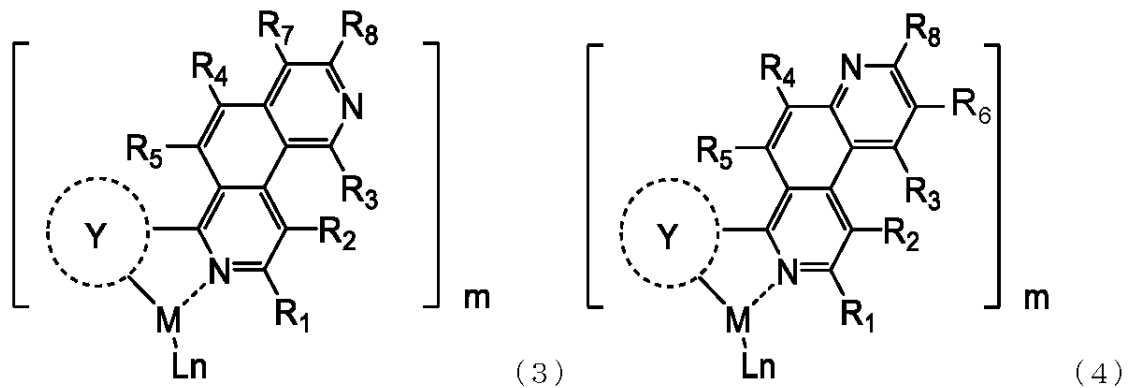
50

[X_1 乃至 X_3 のうち、 X_1 または X_3 が窒素原子である有機金属錯体の特徴]

一般式 (1) において X_1 または X_3 の位置に窒素原子を有する有機金属錯体、つまり、一般式 (3) 及び (4) で表される有機金属錯体は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、分子間相互作用を低減できる化合物である。

【 0 0 8 2 】

【 化 1 0 】



10

【 0 0 8 3 】

一般式 (3) において、 R_1 乃至 R_5 、 R_7 及び R_8 の選択枝は、 R_1 乃至 R_5 と同じであってよい。

【 0 0 8 4 】

一般式 (4) において、 R_1 乃至 R_6 、及び R_8 の選択枝は、 R_1 乃至 R_5 と同じであってよい。

【 0 0 8 5 】

一般式 (3) 及び (4) で示される有機金属錯体は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、配位子のフェナントロリン骨格における 2 つの窒素原子の位置関係が非対称である化合物である。これにより、分子間の相互作用が低減される。分子間の相互作用が低減されれば、昇華性が高くなる。

30

【 0 0 8 6 】

昇華性の向上は、昇華精製による材料の高純度化や、蒸着による有機発光素子の作製を可能にする。これにより、有機発光素子中に含まれる不純物を減少することができ、不純物による発光効率の低下、駆動耐久の低下を招くことを低減できる。また、濃度消光の低減は、有機発光素子の発光効率の向上の点から好ましい。

【 0 0 8 7 】

一般式 (1) における Y は、環構造を表す。環構造はアリール基であっても、複素環基であっても、脂環構造であってもよい。より具体的には、ベンゼン環、ナフチル環、フルオレン環、フェナンスレン環、ピリジン環、キノリン環、トリアジン環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、シクロヘキサン環等であってよい。好ましくは、3 位及び 5 位に置換基を有するベンゼン環が好ましい。3, 5 位はフェナントロリン骨格と結合している位置を 1 位としている。当該置換基は、アルキル基が好ましく、より好ましくは、メチル基である。すなわち、3, 5 - ジメチルベンゼンが好ましい。

40

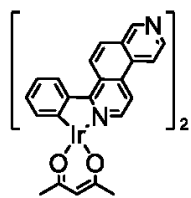
【 0 0 8 8 】

本発明に係る有機金属錯体の具体例を以下に示す。しかし、本発明はこれらに限られるものではない。

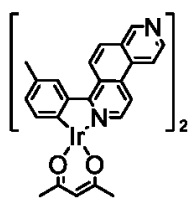
【 0 0 8 9 】

50

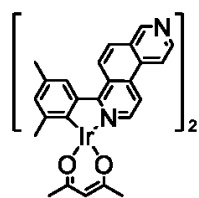
【化 1 1】



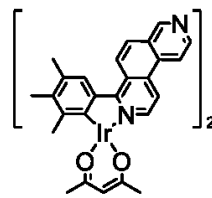
A1



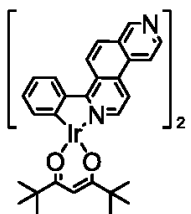
A2



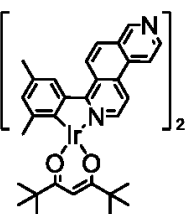
A3



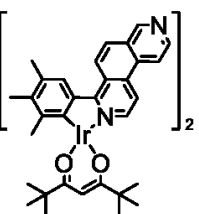
A4



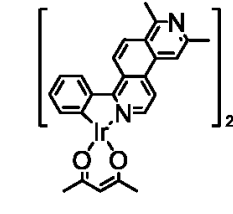
A5



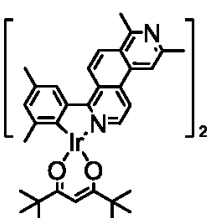
A6



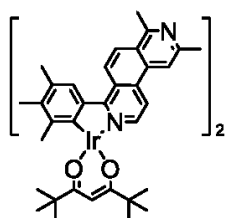
A7



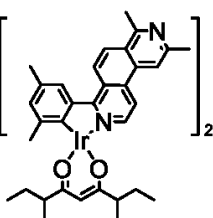
A8



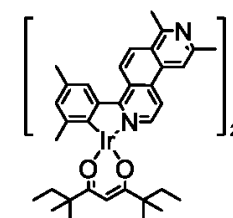
A9



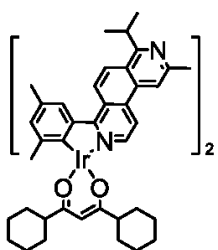
A10



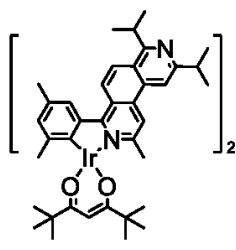
A11



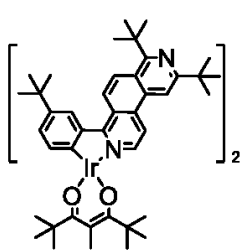
A12



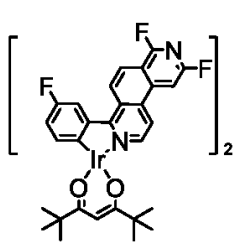
A13



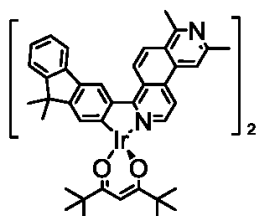
A14



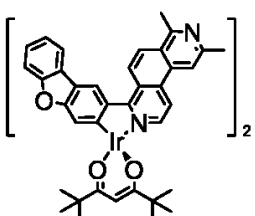
A15



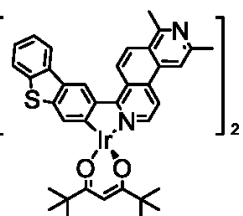
A16



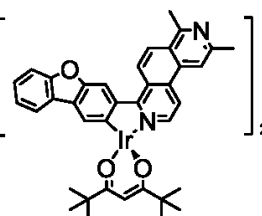
A17



A18



A19



A20

【 0 0 9 0 】

10

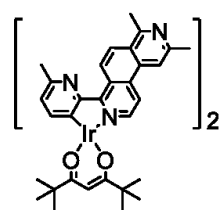
20

30

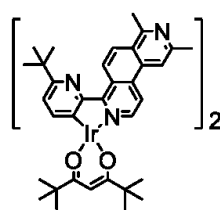
40

50

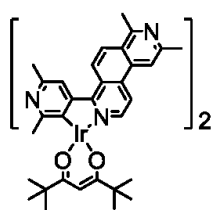
【化 1 2】



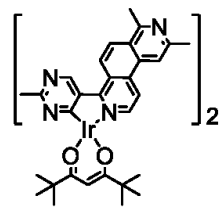
A21



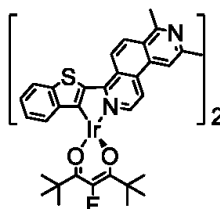
A22



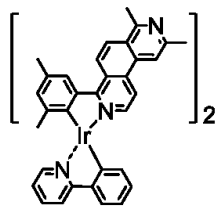
A23



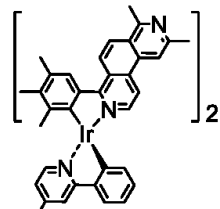
A24



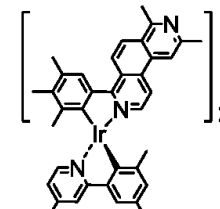
A25



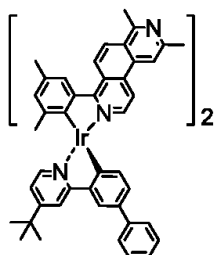
A26



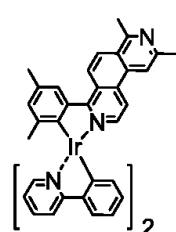
A27



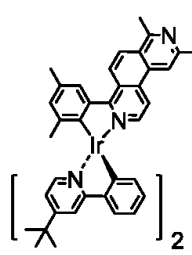
A28



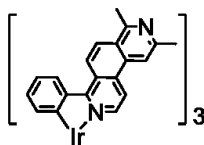
A29



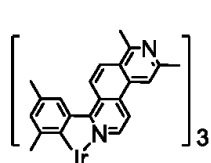
A30



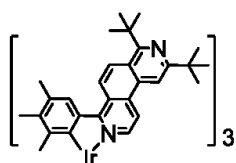
A31



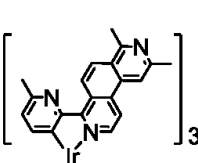
A32



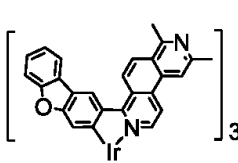
A33



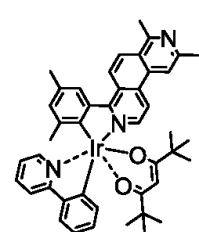
A34



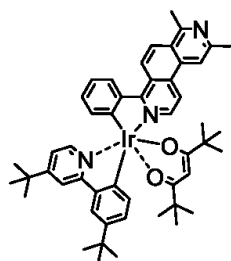
A35



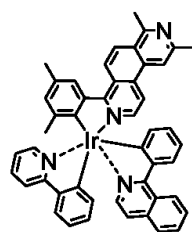
A36



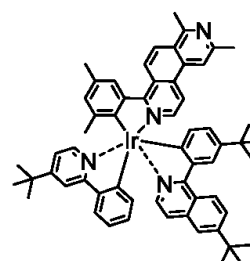
A37



A38



A39



A40

【 0 0 9 1】

10

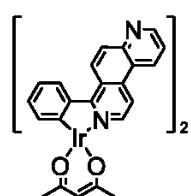
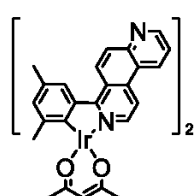
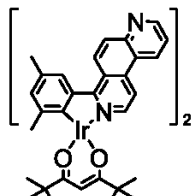
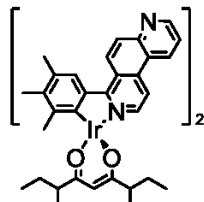
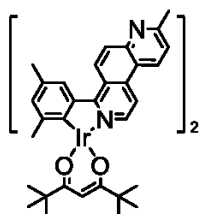
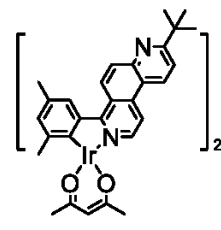
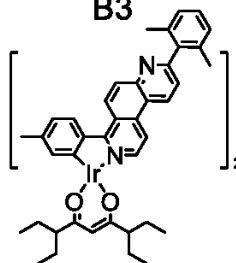
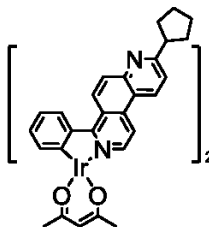
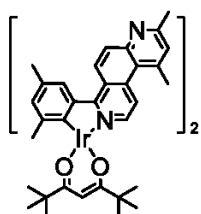
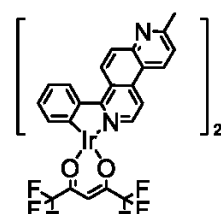
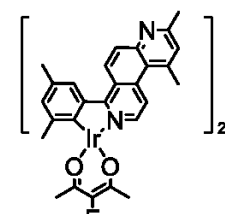
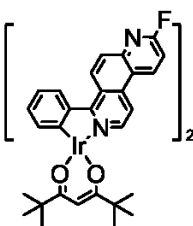
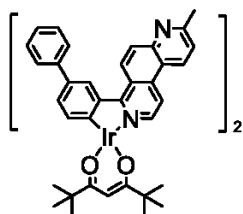
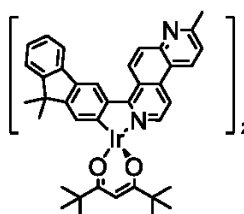
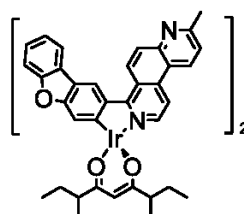
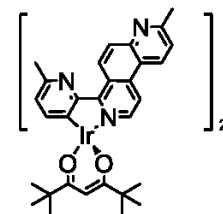
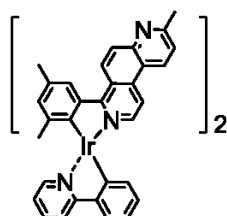
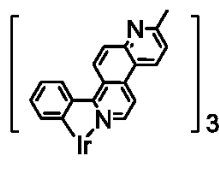
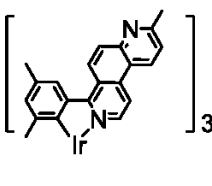
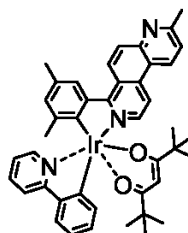
20

30

40

50

【化 1 3】

**B1****B2****B3****B4****B5****B6****B7****B8****B9****B10****B11****B12****B13****B14****B15****B16****B17****B18****B19****B20**

【 0 0 9 2】

10

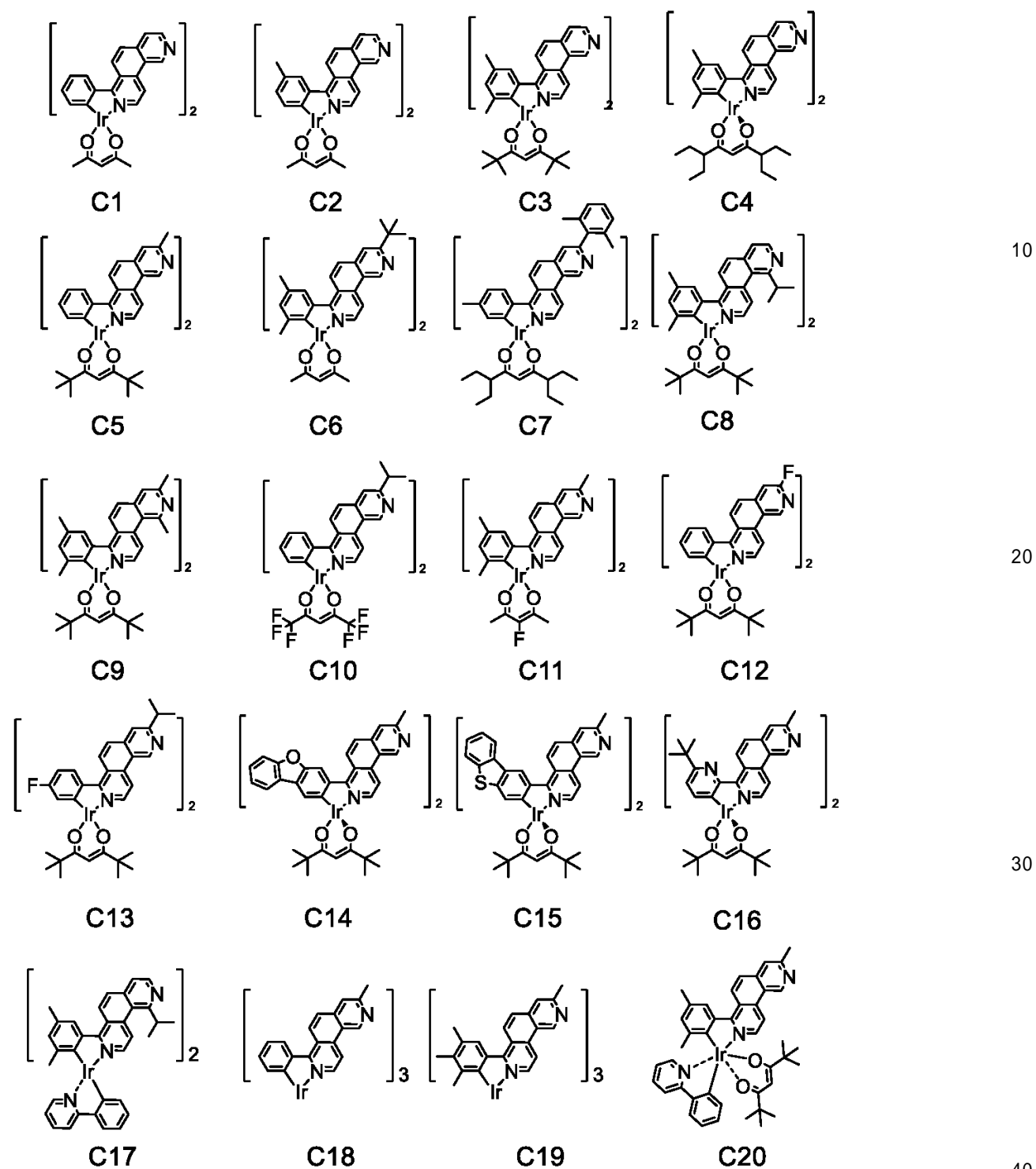
20

30

40

50

【化 1 4】



【 0 0 9 3】

上記例示化合物のうち、A 群の化合物は、一般式 (2) で示され、 X_2 が窒素原子である有機金属錯体である。A 群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より長波長の発光を有し、より高効率であり、より励起状態安定性も高い化合物である。

【 0 0 9 4】

A 群の中でも、A 8 乃至 A 40 は、金属に配位していない窒素原子のオルト位に置換基を有する化合物である。上述したように、窒素原子導入により配位子内の電子が分極し、導入した窒素原子上の電子密度が高くなる。そのため、分子間でのパッキングが起こりやすい。金属に配位していない窒素原子のオルト位に置換基を導入することにより、分子

間のパッキングが低減でき、昇華性が向上する。また、有機金属錯体の合成において、金属原子と配位子を配位させるときに、配位可能な窒素原子が複数あると目的の位置への配位の妨げとなる可能性がある。したがって、金属に配位していない窒素原子のオルト位に置換基を導入することにより、金属原子への配位を低減し、目的の位置への配位を促進することができる。以上より、A群の中でも、A 8乃至A 40は、分子間パッキングの低減、及び、目的の位置での金属配位の促進の点で、より好ましい。

【0095】

なお、窒素原子のオルト位に置換する置換基は、それぞれ、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、アルコキシ基、アラルキル基、置換アミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から選ばれる。窒素原子のオルト位に設けられる置換基は、ハロゲン原子、アルキル基であってよく、ハロゲン原子はフッ素原子であってよく、アルキル基は炭素原子数1以上4以下のアルキル基であってよい。

10

【0096】

また、A群の中でも、A 1乃至A 25、A 37及びA 38は、補助配位子として、一般式(11)で表される配位子を有する有機金属錯体である。これらの有機金属錯体は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、分子量が小さく、より低温で昇華することが可能であるため、好ましい。

【0097】

また、A群の中でも、A 26乃至A 31は、補助配位子として、一般式(10)で表される配位子を有する有機金属錯体である。これらの有機金属錯体は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、比較的分子量が小さく、かつ、熱安定性が高いため、好ましい。

20

【0098】

また、A群の中でも、A 35、A 36は、本発明に係るフェナントロリン配位子のみで構成される化合物である。これらの化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、熱安定性がさらに高いため、好ましい。

【0099】

上記例示化合物のうち、B群及びC群の化合物は、一般式(4)及び(3)で示され、X₁またはX₃が窒素原子である有機金属錯体である。B群及びC群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、分子間相互作用を抑制でき、昇華性が高い化合物である。

【0100】

B群及びC群の中でも、B 5乃至B 20及びC 5乃至C 20は、金属に配位していない窒素原子のオルト位に置換基を有する化合物である。上述したように、分子間パッキングの低減、及び、目的の位置での金属配位の促進の点で、より好ましい。

30

【0101】

なお、窒素原子のオルト位に置換する置換基は、それぞれ、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、アルコキシ基、アラルキル基、置換アミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から選ばれる。窒素原子のオルト位に設けられる置換基は、ハロゲン原子、アルキル基であってよく、ハロゲン原子はフッ素原子であってよく、アルキル基は炭素原子数1以上4以下のアルキル基であってよい。

【0102】

また、B群及びC群の中でも、B 1乃至B 16、B 20、C 1乃至C 16及びC 20は補助配位子として、一般式(11)で表される配位子を有する有機金属錯体である。これらの化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、分子量が小さく、より低温で昇華することが可能であるため、好ましい。

40

【0103】

また、B群及びC群の中でも、B 17及びC 17は、補助配位子として、一般式(10)で表される配位子を有する有機金属錯体である。これらの有機金属錯体は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、比較的分子量が小さく、かつ、熱安定性が高いため、好ましい。

【0104】

また、B群及びC群の中でも、B 18、B 19、C 18及びC 19は、本発明に係るフ

50

エナントロリン配位子のみで構成される有機金属錯体である。これらの有機金属錯体は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、熱安定性がさらに高いため、好ましい。

【0105】

本発明に係る有機金属錯体は、赤色発光に適した発光を呈する化合物である。このため本発明に係る有機金属錯体を有機発光素子の構成材料として用いることで、良好な発光特性と優れた耐久特性を有する有機発光素子を得ることができる。

【0106】

有機発光素子

次に、本実施形態の有機発光素子について説明する。本実施形態の有機発光素子は、第一電極と第二電極と、これら電極間に配置される有機化合物層と、を少なくとも有する。第一電極及び第二電極は、一方が陽極で他方が陰極である。本実施形態の有機発光素子において、有機化合物層は発光層を有していれば単層であってもよいし複数層からなる積層体であってもよい。ここで有機化合物層が複数層からなる積層体である場合、有機化合物層は、発光層の他に、ホール注入層、ホール輸送層、電子プロッキング層、ホール・エキシトンプロッキング層、電子輸送層、電子注入層等を有してもよい。また発光層は、単層であってもよいし、複数の層からなる積層体であってもよい。

【0107】

本実施形態の有機発光素子において、上記有機化合物層の少なくとも一層が本実施形態に係る有機金属錯体を含有する。具体的には、本実施形態に係る有機化合物は、上述した発光層、ホール注入層、ホール輸送層、電子プロッキング層、ホール・エキシトンプロッキング層、電子輸送層、電子注入層等のいずれかに含まれている。本実施形態に係る有機化合物は、好ましくは、発光層に含まれる。

【0108】

本実施形態の有機発光素子において、本実施形態に係る有機化合物が発光層に含まれる場合、発光層は、本実施形態に係る有機化合物のみからなる層であってもよいし、本実施形態に係る有機金属錯体と他の化合物とからなる層であってもよい。ここで、発光層が本実施形態に係る有機金属錯体と他の化合物とからなる層である場合、本実施形態に係る有機化合物は、発光層のホストとして使用してもよいし、ゲストとして使用してもよい。また発光層に含まれる得るアシスト材料として使用してもよい。ここでホストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比が最も大きい化合物である。またゲストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さい化合物であって、主たる発光を担う化合物である。またアシスト材料とは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さく、ゲストの発光を補助する化合物である。尚、アシスト材料は、第2のホストとも呼ばれている。ホスト材料を第一の化合物、アシスト材料を第二の化合物と呼ぶこともできる。

【0109】

本実施形態に係る有機化合物を発光層のゲストとして用いる場合、ゲストの濃度は、発光層全体に対して0.01質量%以上20質量%以下であることが好ましく、0.1質量%以上10質量%以下であることがより好ましい。

【0110】

本発明者らは種々の検討を行い、本実施形態に係る有機化合物を、発光層のホスト又はゲストとして、特に、発光層のゲストとして用いると、高効率で高輝度な光出力を呈し、かつ極めて耐久性が高い素子が得られることを見出した。この発光層は単層でも複層でも良いし、他の発光色を有する発光材料を含むことで本実施形態の発光色である赤の発光と混色させることも可能である。複層とは発光層と別の発光層とが積層している状態を意味する。この場合、有機発光素子の発光色は赤に限られない。より具体的には白色でもよいし、中間色でもよい。白色の場合、別の発光層が赤以外の色、すなわち青色や緑色を発光する。また、製膜方法も蒸着もしくは塗布製膜で製膜を行う。この詳細については、後述する実施例で詳しく説明する。

【0111】

本実施形態に係る有機金属錯体は、本実施形態の有機発光素子を構成する発光層以外の有機化合物層の構成材料として使用することができる。具体的には、電子輸送層、電子注入層、ホール輸送層、ホール注入層、ホールブロッキング層等の構成材料として用いてもよい。この場合、有機発光素子の発光色は赤に限られない。より具体的には白色発光でもよいし、中間色でもよい。

【0112】

ここで、本実施形態に係る有機化合物以外にも、必要に応じて従来公知の低分子系及び高分子系のホール注入性化合物あるいはホール輸送性化合物、ホストとなる化合物、発光性化合物、電子注入性化合物あるいは電子輸送性化合物等を一緒に使用することができる。以下にこれらの化合物例を挙げる。

10

【0113】

ホール注入輸送性材料としては、陽極からのホールの注入を容易にして、かつ注入されたホールを発光層へ輸送できるようにホール移動度が高い材料が好ましい。また有機発光素子中において結晶化等の膜質の劣化を抑制するために、ガラス転移点温度が高い材料が好ましい。ホール注入輸送性能を有する低分子及び高分子系材料としては、トリアリールアミン誘導体、アリールカルバゾール誘導体、フェニレンジアミン誘導体、スチルベン誘導体、フタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、ポリ(ビニルカルバゾール)、ポリ(チオフェン)、その他導電性高分子が挙げられる。さらに上記のホール注入輸送性材料は、電子ブロッキング層にも好適に使用される。以下に、ホール注入輸送性材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

20

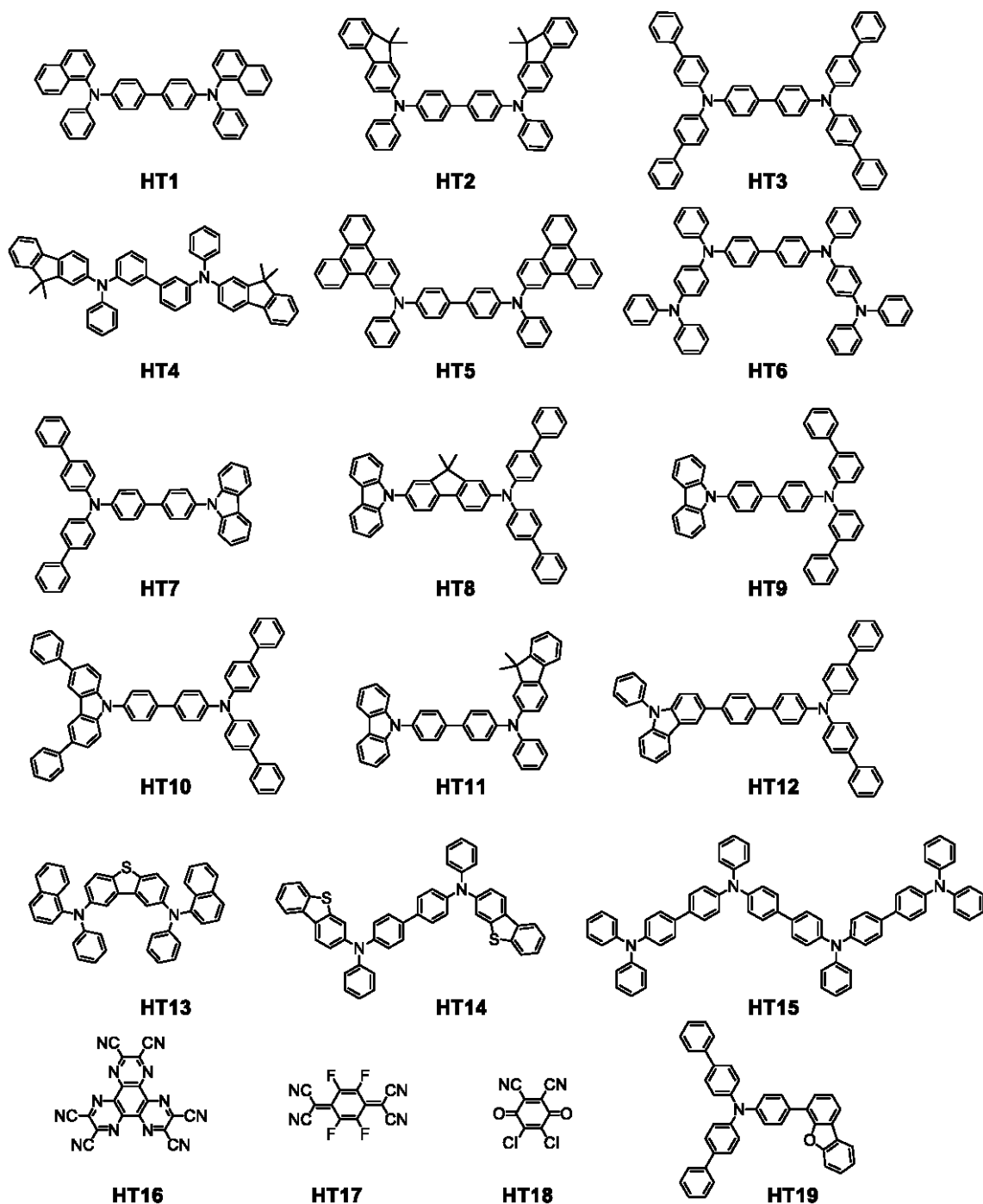
【0114】

30

40

50

【化 1 5】



【 0 1 1 5】

主に発光機能に関わる発光材料としては、一般式(1)で表される有機金属錯体の他に、縮環化合物(例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体、アントラセン誘導体、ルブレン等)、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、スチルベン誘導体、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、銅錯体、ユーロピウム錯体、ルテニウム錯体、及びポリ(フェニレンビニレン)誘導体、ポリ(フルオレン)誘導体、ポリ(フェニレン)誘導体等の高分子誘導体が挙げられる。

【 0 1 1 6】

以下に、発光材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

10

20

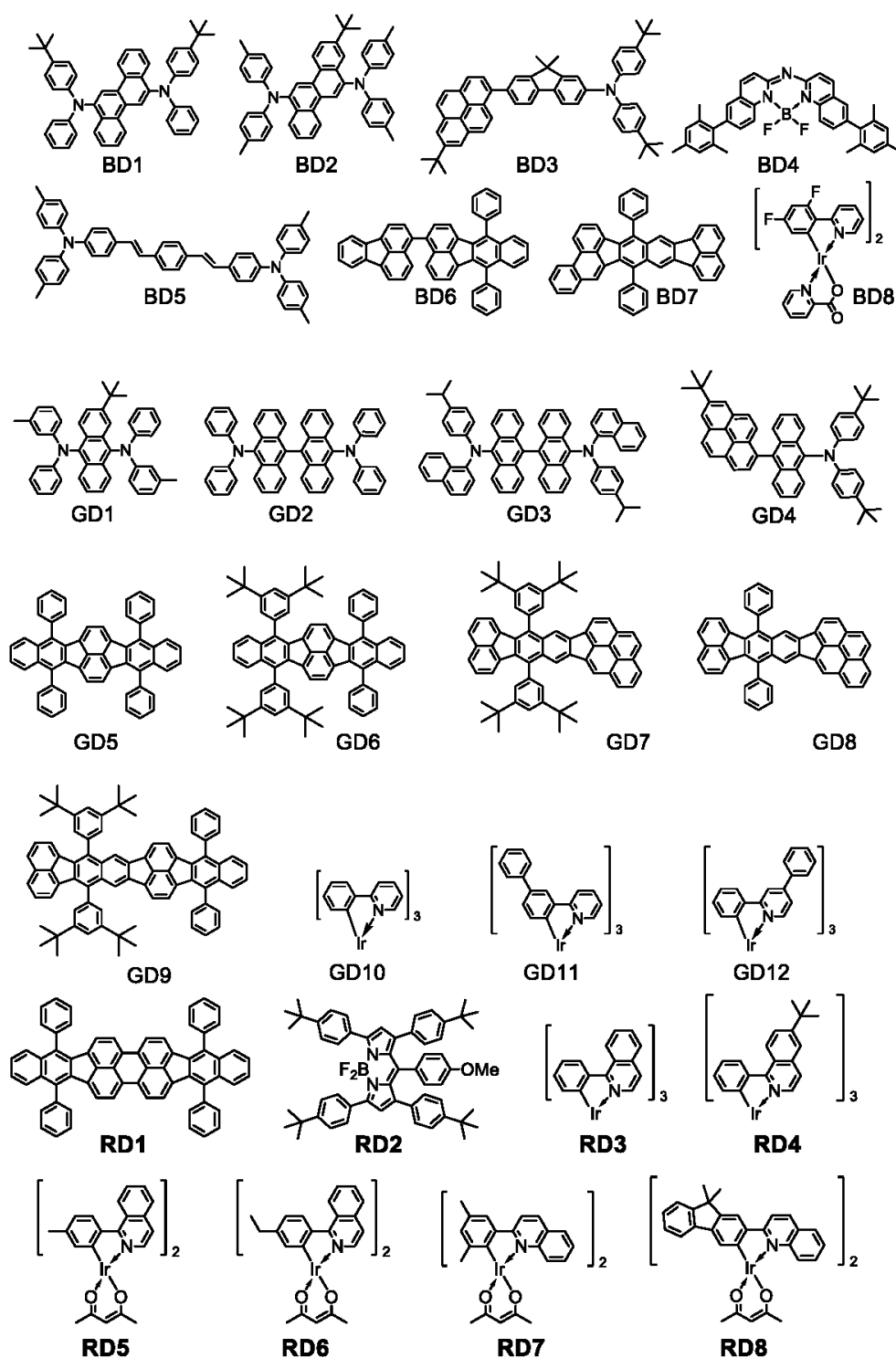
30

40

50

【 0 1 1 7 】

【 化 1 6 】



【 0 1 1 8 】

発光層に含まれる発光層ホストあるいは発光アシスト材料としては、芳香族炭化水素化合物もしくはその誘導体の他、カルバゾール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、有機ベリリウム錯体等が挙げられる。

【 0 1 1 9 】

以下に、発光層に含まれる発光層ホストあるいは発光アシスト材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

10

20

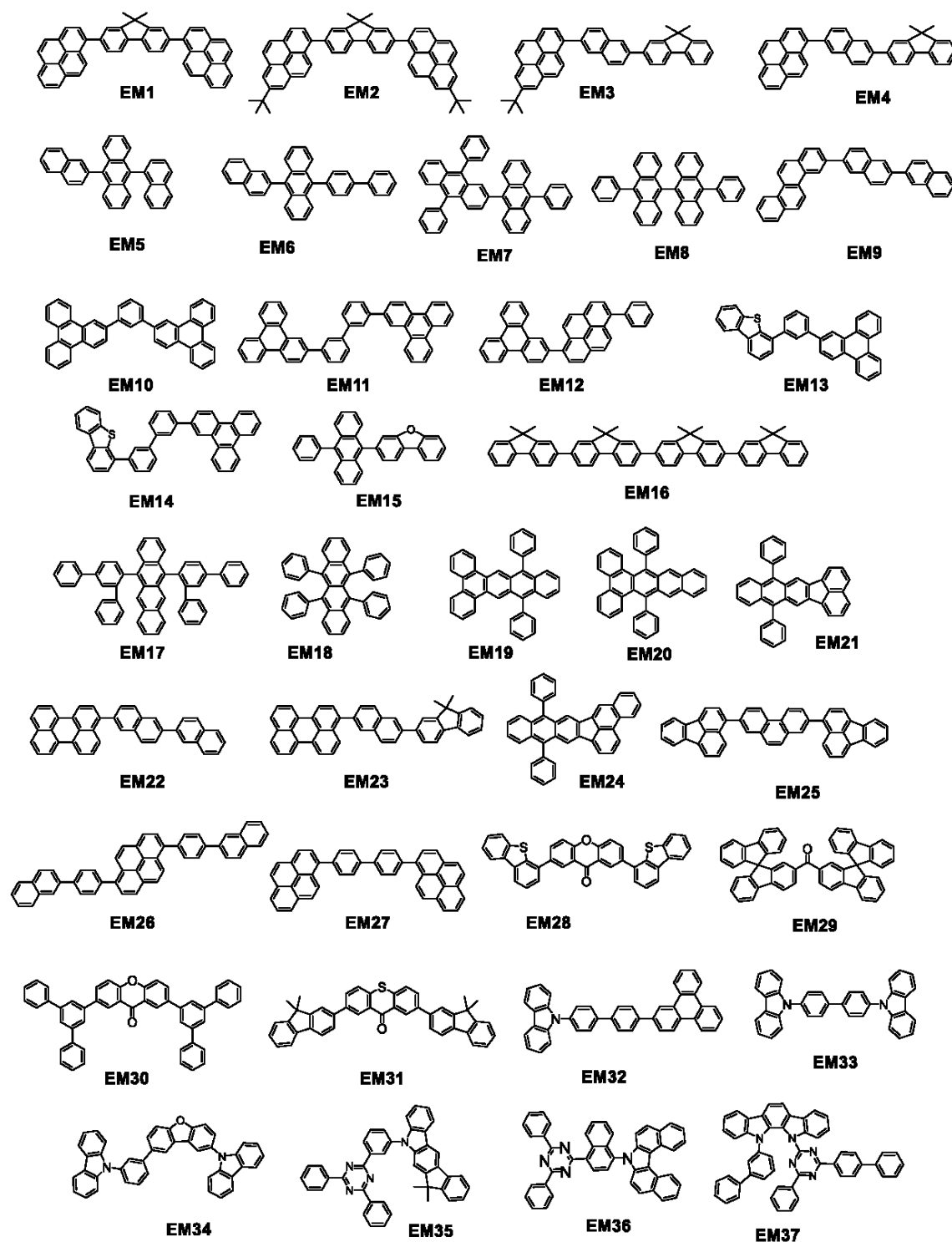
30

40

50

【 0 1 2 0 】

【 化 1 7 】



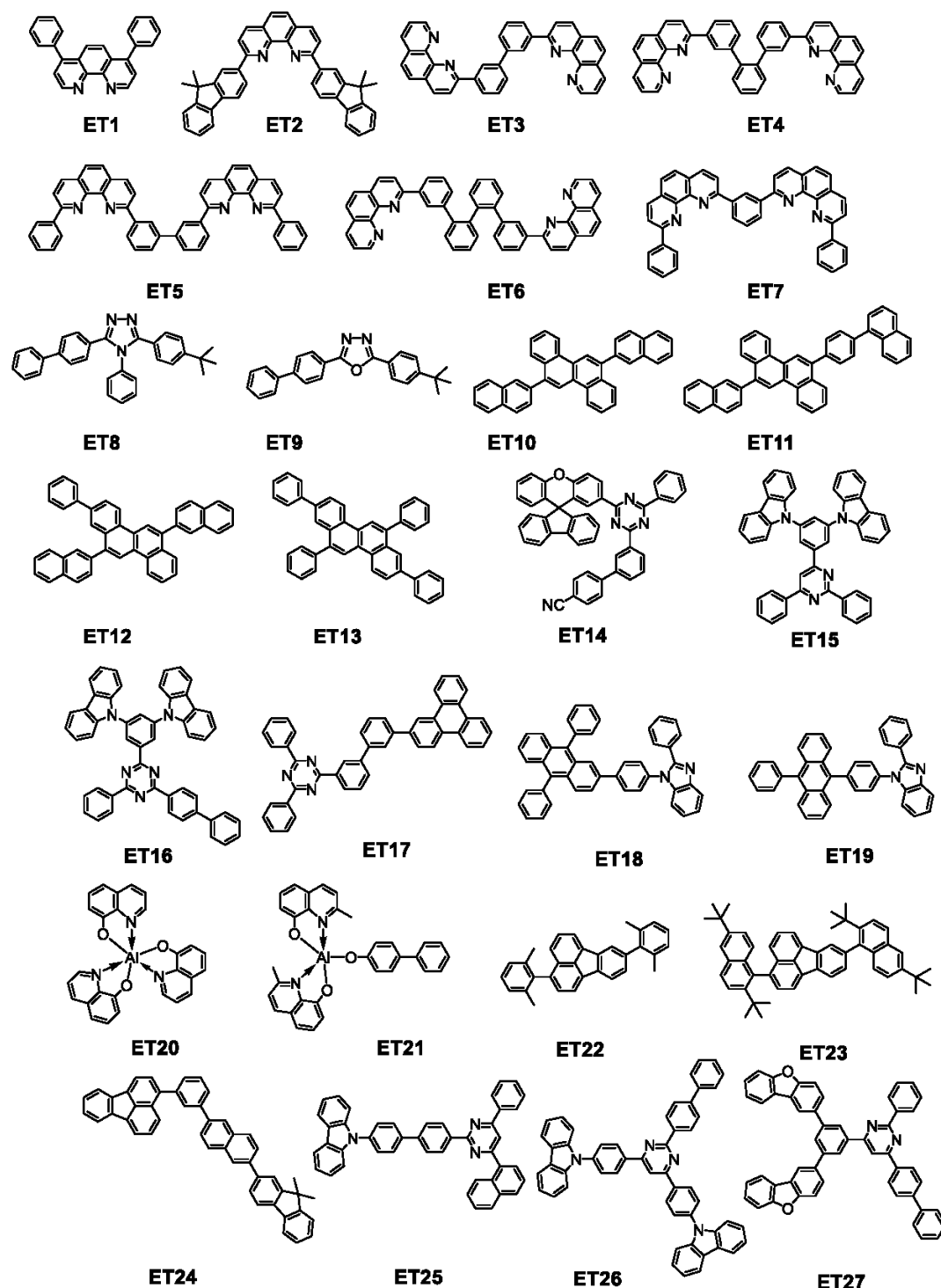
【 0 1 2 1 】

電子輸送性材料としては、陰極から注入された電子を発光層へ輸送することができるものから任意に選ぶことができ、ホール輸送性材料のホール移動度とのバランス等を考慮して選択される。電子輸送性能を有する材料としては、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、ピラジン誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、フェナントロリン誘導体、有機アルミニウム錯体、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、クリセン誘導体、アントラセン誘導体等）が挙げられる。さらに上記の電子輸送性材料は、ホールブロッキング層にも好適に使用さ

れる。以下に、電子輸送性材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【 0 1 2 2 】

【 化 1 8 】



【 0 1 2 3 】

以下、本実施形態の有機発光素子を構成する、有機化合物層以外の構成部材について説明する。有機発光素子は、基板の上に、第一電極、有機化合物層、第二電極を形成して設けてよい。第二電極の上には、保護層、カラーフィルタ等を設けてよい。カラーフィルタを設ける場合は、保護層との間に平坦化層を設けてよい。平坦化層はアクリル樹脂等で構成することができる。

【 0 1 2 4 】

基板としては、石英、ガラス、シリコン、樹脂、金属などを用いてよい。また、基板上には、トランジスタなどのスイッチング素子や配線を備え、その上に絶縁層を備えてもよい。絶縁層としては、陽極と配線の導通を確保するために、コンタクトホールを形成可能で、かつ未接続の配線との絶縁を確保できれば、材料は限定されない。例えば、ポリイミド等の樹脂、酸化シリコン、窒化シリコンなどを用いることができる。

【 0 1 2 5 】

陽極の構成材料としては仕事関数になるべく大きいものが良い。例えば、金、白金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、コバルト、セレン、バナジウム、タングステン、等の金属単体やこれらを含む混合物、あるいはこれらを組み合わせた合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化錫インジウム（ITO）、酸化亜鉛インジウム等の金属酸化物が使用できる。またポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン等の導電性ポリマーも使用できる。これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また、陽極は一層で構成されていてもよく、複数の層で構成されていてもよい。反射電極として用いる場合には、例えばクロム、アルミニウム、銀、チタン、タングステン、モリブデン、又はこれらの合金、積層したものなどを用いることができる。また、透明電極として用いる場合には、酸化インジウム錫（ITO）、酸化インジウム亜鉛などの酸化物透明導電層などを用いることができるが、これらに限定されるものではない。陽極の形成には、フォトリソグラフィ技術を用いることができる。

【 0 1 2 6 】

一方、陰極の構成材料としては仕事関数の小さなものがよい。例えばリチウム等のアルカリ金属、カルシウム等のアルカリ土類金属、アルミニウム、チタニウム、マンガン、銀、鉛、クロム等の金属単体またはこれらを含む混合物が挙げられる。あるいはこれら金属単体を組み合わせた合金も使用することができる。例えばマグネシウム - 銀、アルミニウム - リチウム、アルミニウム - マグネシウム、銀 - 銅、亜鉛 - 銀等が使用できる。酸化錫インジウム（ITO）等の金属酸化物の利用も可能である。これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また陰極は一層構成でもよく、多層構成でもよい。中でも銀を用いることが好ましく、銀の凝集を抑制するため、銀合金とすることがさらに好ましい。銀の凝集が抑制できれば、合金の比率は問わない。例えば、1 : 1 であってよい。

【 0 1 2 7 】

陰極は、ITOなどの酸化物導電層を使用してトップエミッション素子としてもよいし、アルミニウム（Al）などの反射電極を使用してボトムエミッション素子としてもよいし、特に限定されない。陰極の形成方法としては、特に限定されないが、直流及び交流スパッタリング法などを用いると、膜のカバレッジがよく、抵抗を下げやすいためより好ましい。

【 0 1 2 8 】

陰極形成後に、保護層を設けてもよい。例えば、陰極上に吸湿剤を設けたガラスを接着することで、有機化合物層に対する水等の浸入を抑え、表示不良の発生を抑えることができる。また、別の実施形態としては、陰極上に窒化ケイ素等のパッシベーション膜を設け、有機化合物層に対する水等の浸入を抑えてもよい。例えば、陰極形成後に真空を破らずに別のチャンバーに搬送し、CVD法で厚さ2 μmの窒化ケイ素膜を形成することで、保護層としてもよい。CVD法の成膜の後で原子堆積法（ALD法）を用いた保護層を設けてもよい。

【 0 1 2 9 】

また、各画素にカラーフィルタを設けてもよい。例えば、画素のサイズに合わせたカラーフィルタを別の基板上に設け、それを有機発光素子に設けた基板と貼り合わせてもよいし、酸化ケイ素等の保護層上にフォトリソグラフィ技術を用いて、カラーフィルタをパターンニングしてもよい。

【 0 1 3 0 】

本実施形態に係る有機発光素子を構成する有機化合物層（正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロッキング層、発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層、電子注入層等）は、以下に示す方法により形成される。即ち、有機化合物層の形成には、真空蒸着法、イオン化蒸着法、スパッタリング、プラズマ等のドライプロセスを用いることができる。またドライプロセスに代えて、適当な溶媒に溶解させて公知の塗布法（例えば、スピンコーティング、ディッピング、キャスト法、LB法、インクジェット法等）により層を形成するウェットプロセスを用いることもできる。ここで真空蒸着法や溶液塗布法等によって層を形成すると、結晶化等が起こりにくく経時安定性に優れる。また塗布法で成膜する場合は、適当なバインダー樹脂と組み合わせて膜を形成することもできる。バインダー樹脂としては、ポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、尿素樹脂等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、バインダー樹脂は、ホモポリマー又は共重合体として一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を混合して使用してもよい。さらに必要に応じて、公知の可塑剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤等の添加剤を併用してもよい。

10

【0131】

<有機発光素子を用いた装置>

本実施形態に係る有機発光素子は、表示装置や照明装置の構成部材として用いることができる。他にも、電子写真方式の画像形成装置の露光光源や液晶表示装置のバックライト、白色光源にカラーフィルタを有する発光装置等の用途がある。

20

【0132】

表示装置は、エリアCCD、リニアCCD、メモリーカード等からの画像情報を入力する画像入力部を有し、入力された情報を処理する情報処理部を有し、入力された画像を表示部に表示する画像情報処理装置でもよい。また、撮像装置やインクジェットプリンタが有する表示部は、タッチパネル機能を有していてもよい。このタッチパネル機能の駆動方式は、赤外線方式でも、静電容量方式でも、抵抗膜方式であっても、電磁誘導方式であってもよく、特に限定されない。また表示装置はマルチファンクションプリンタの表示部に用いられてもよい。

【0133】

本実施形態に係る有機発光素子を用いた装置を用いることにより、良好な画質で、長時間表示にも安定な表示が可能になる。

30

【0134】

<表示装置>

本実施形態に係る表示装置は、複数の画素を有し、これら画素のうちの少なくとも一つは本実施形態の有機発光素子を有する。そしてこの画素は、本実施形態に係る有機発光素子と、能動素子を有する。表示装置は、画像情報を入力するための入力部と、画像を出力するための表示部とを有する画像表示装置の表示部として用いられてもよい。

【0135】

図1は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す断面模式図である。

【0136】

図1(a)は、本実施形態に係る表示装置を構成する画素の一例の断面模式図である。画素は、副画素10を有している。副画素はその発光により、10R、10G、10Bに分けられている。発光色は、発光層から発光される波長で区別されても、副画素から出射する光がカラーフィルタ等により、選択的透過または色変換が行われてもよい。それぞれの副画素は、層間絶縁層1の上に第一電極である反射電極2、反射電極2の端を覆う絶縁層3、第一電極と絶縁層とを覆う有機化合物層4、透明電極5、保護層6、カラーフィルタ7を有している。

40

【0137】

層間絶縁層1は、その下層または内部にトランジスタ、容量素子を配されていてよい。トランジスタと第一電極は不図示のコンタクトホール等を介して電氣的に接続されていて

50

よい。

【 0 1 3 8 】

絶縁層 3 は、バンク、画素分離膜とも呼ばれる。第一電極の端を覆っており、第一電極を囲って配されている。絶縁層の配されていない部分が、有機化合物層 4 と接し、発光領域となる。

【 0 1 3 9 】

有機化合物層 4 は、正孔注入層 4 1、正孔輸送層 4 2、第一発光層 4 3、第二発光層 4 4、電子輸送層 4 5 を有する。

【 0 1 4 0 】

第二電極 5 は、透明電極であっても、反射電極であっても、半透過電極であってもよい。

10

【 0 1 4 1 】

保護層 6 は、有機化合物層に水分が浸透することを低減する。保護層は、一層のように図示されているが、複数層であってもよい。層ごとに無機化合物層、有機化合物層があってもよい。

【 0 1 4 2 】

カラーフィルタ 7 は、その色により 7 R、7 G、7 B に分けられる。カラーフィルタは、不図示の平坦化膜上に形成されてよい。また、カラーフィルタ上に不図示の樹脂保護層を有してよい。また、カラーフィルタは、保護層 6 上に形成されてよい。またはガラス基板等の対向基板上に設けられた後に、貼り合わせられよい。

【 0 1 4 3 】

20

図 1 (b) は、有機発光素子とこの有機発光素子に接続されるトランジスタとを有する表示装置の例を示す断面模式図である。有機発光素子 2 6 は、陽極 2 1、有機化合物層 2 2、陰極 2 3 を有する。トランジスタは、能動素子の一例である。トランジスタは薄膜トランジスタ (T F T) であってもよい。

【 0 1 4 4 】

図 1 (b) の表示装置 1 0 0 は、ガラス、シリコン等の基板 1 1 とその上部に絶縁層 1 2 が設けられている。絶縁層の上には、T F T 等の能動素子 1 8 が配されており、能動素子のゲート電極 1 3、ゲート絶縁膜 1 4、半導体層 1 5 が配置されている。T F T 1 8 は、他にも半導体層 1 5 とドレイン電極 1 6 とソース電極 1 7 とで構成されている。T F T 1 8 の上部には絶縁膜 1 9 が設けられている。絶縁膜に設けられたコンタクトホール 2 0 を介して有機発光素子を構成する陽極 2 1 とソース電極 1 7 とが接続されている。

30

【 0 1 4 5 】

尚、有機発光素子 2 6 に含まれる電極 (陽極、陰極) と T F T に含まれる電極 (ソース電極、ドレイン電極) との電気接続の方式は、図 1 (b) に示される態様に限られるものではない。つまり陽極又は陰極のうちいずれか一方と T F T ソース電極またはドレイン電極のいずれか一方とが電気接続されていればよい。T F T は、薄膜トランジスタを指す。

【 0 1 4 6 】

図 1 (b) の表示装置 1 0 0 では有機化合物層を 1 つの層の如く図示をしているが、有機化合物層 2 2 は、複数層であってもよい。陰極 2 3 の上には有機発光素子の劣化を低減するための第一の保護層 2 4 や第二の保護層 2 5 が設けられている。

40

【 0 1 4 7 】

図 1 (b) の表示装置 1 0 0 ではスイッチング素子としてトランジスタを使用しているが、これに代えて他のスイッチング素子として用いてもよい。

【 0 1 4 8 】

また図 1 (b) の表示装置 1 0 0 に使用されるトランジスタは、単結晶シリコンウエハを用いたトランジスタに限らず、基板の絶縁性表面上に活性層を有する薄膜トランジスタでもよい。活性層として、単結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコンなどの非単結晶シリコン、インジウム亜鉛酸化物、インジウムガリウム亜鉛酸化物等の非単結晶酸化物半導体が挙げられる。なお、薄膜トランジスタは T F T 素子とも呼ばれる。

【 0 1 4 9 】

50

図 1 (b) の表示装置 1 0 0 に含まれるトランジスタは、S i 基板等の基板内に形成されていてもよい。ここで基板内に形成されるとは、S i 基板等の基板自体を加工してトランジスタを作製することを意味する。つまり、基板内にトランジスタを有することは、基板とトランジスタとが一体に形成されていると見ることもできる。

【 0 1 5 0 】

本実施形態に係る有機発光素子はスイッチング素子の一例である T F T により発光輝度が制御され、有機発光素子を複数面内に設けることでそれぞれの発光輝度により画像を表示することができる。なお、本実施形態に係るスイッチング素子は、T F T に限られず、低温ポリシリコンで形成されているトランジスタ、S i 基板等の基板上に形成されたアクティブマトリクスドライバーであってもよい。基板上とは、その基板内ということもできる。基板内にトランジスタを設けるか、T F T を用いるかは、表示部の大きさによって選択され、例えば 0 . 5 インチ程度の大きさであれば、S i 基板上に有機発光素子を設けることが好ましい。

10

【 0 1 5 1 】

表示装置は複数の発光素子を有してよい。発光素子は駆動回路を有してよい。駆動回路は、第一の発光素子、第二の発光素子をそれぞれ独立に発光制御するアクティブマトリックス型であってもよい。アクティブマトリックス型の回路は電圧プログラミングであっても、電流プログラミングであってもよい。駆動回路は、画素毎に画素回路を有する。画素回路は、発光素子、発光素子の発光輝度を制御するトランジスタ、発光タイミングを制御するトランジスタ、発光輝度を制御するトランジスタのゲート電圧を保持する容量、発光素子を介さずに G N D に接続するためのトランジスタを有してよい。

20

【 0 1 5 2 】

発光装置を構成する発光素子は、それぞれの素子間が 1 0 μ m であってもよく、7 μ m であってもよく、5 μ m 以下であってもよい。

【 0 1 5 3 】

図 2 (a) は、本発明の一実施形態に係る画像形成装置 3 6 の模式図である。画像形成装置は感光体、露光光源、現像部、帯電部、転写器、搬送ローラー、定着器を有する。

【 0 1 5 4 】

露光光源 2 8 から光 2 9 が照射され、感光体 2 7 の表面に静電潜像が形成される。この露光光源が本発明に係る有機発光素子を有する。現像部 3 1 はトナー等を有する。帯電部 3 0 は感光体を帯電させる。転写器 3 2 は現像された画像を記録媒体 3 4 に転写する。搬送部 3 3 は記録媒体 3 4 を搬送する。記録媒体 3 4 は例えば紙である。定着部 3 5 は記録媒体に形成された画像を定着させる。

30

【 0 1 5 5 】

図 2 (b) および図 2 (c) には、露光光源 2 8 に発光部 3 8 が長尺状の基板に複数配置されている様子を示す模式図である。3 7 は、感光体の軸に平行な方向であり、有機発光素子が配列されている列方向を表わす。この列方向は、感光体 2 7 が回転する軸の方向と同じである。この方向は感光体の長軸方向と呼ぶこともできる。

【 0 1 5 6 】

図 2 (b) は発光部を感光体の長軸方向に沿って配置した形態である。図 2 (c) は、(b) とは異なる形態であり、第一の列と第二の列のそれぞれにおいて発光部が列方向に交互に配置されている形態である。第一の列と第二の列は行方向に異なる位置に配置されている。

40

【 0 1 5 7 】

第一の列は、複数の発光部が間隔をあけて配置されている。第二の列は、第一の列の発光部同士の間隔に対応する位置に発光部を有する。すなわち、行方向にも、複数の発光部が間隔をあけて配置されている。

【 0 1 5 8 】

図 2 (c) の配置は、たとえば格子状に配置されている状態、千鳥格子に配置されている状態、あるいは市松模様と言い換えることもできる。

50

【 0 1 5 9 】

図 3 は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。表示装置 1 0 0 0 は、上部カバー 1 0 0 1 と下部カバー 1 0 0 9 との間に、タッチパネル 1 0 0 3、表示パネル 1 0 0 5、フレーム 1 0 0 6、回路基板 1 0 0 7、バッテリー 1 0 0 8 を有してよい。タッチパネル 1 0 0 3 および表示パネル 1 0 0 5 は、フレキシブルプリント回路 F P C 1 0 0 2、1 0 0 4 が接続されている。表示パネル 1 0 0 5 には、本実施形態に係る有機発光素子が用いられてよい。回路基板 1 0 0 7 には、トランジスタがプリントされている。バッテリー 1 0 0 8 は、表示装置が携帯機器でなければ、設けなくてよいし、携帯機器であっても、この位置に設ける必要はない。

【 0 1 6 0 】

図 4 は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。図 4 (a) は、テレビモニタや P C モニタ等の表示装置である。表示装置 1 3 0 0 は、額縁 1 3 0 1 を有し表示部 1 3 0 2 を有する。表示部 1 3 0 2 には、本実施形態に係る有機発光素子が用いられてよい。また、表示装置 1 3 0 0 は、額縁 1 3 0 1 と表示部 1 3 0 2 を支える土台 1 3 0 3 を有している。土台 1 3 0 3 は、図 4 (a) の形態に限られない。額縁 1 3 0 1 の下辺が土台を兼ねてもよい。また、額縁 1 3 0 1 および表示部 1 3 0 2 は、曲がっていてもよい。その曲率半径は、5 0 0 0 m m 以上 6 0 0 0 m m 以下であってよい。図 4 (b) の表示装置 1 3 1 0 は、折り曲げ可能に構成されており、いわゆるフォルダブルな表示装置である。表示装置 1 3 1 0 は、第一表示部 1 3 1 1、第二表示部 1 3 1 2、筐体 1 3 1 3、屈曲点 1 3 1 4 を有する。第一表示部 1 3 1 1 と第二表示部 1 3 1 2 とは、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。第一表示部 1 3 1 1 と第二表示部 1 3 1 2 とは、つなぎ目のない 1 枚の表示装置であってよい。第一表示部 1 3 1 1 と第二表示部 1 3 1 2 とは、屈曲点で分けることができる。第一表示部 1 3 1 1、第二表示部 1 3 1 2 は、それぞれ異なる画像を表示してもよいし、第一および第二表示部とで一つの画像を表示してもよい。

【 0 1 6 1 】

< 光電変換装置 >

本実施形態に係る表示装置は、複数のレンズを有する光学部と、当該光学部を通過した光を受光する撮像素子とを有する撮像装置等の光電変換装置の表示部に用いられてよい。光電変換装置は、撮像素子が取得した情報を表示する表示部を有してよい。また、表示部は、光電変換装置の外部に露出した表示部であっても、ファインダ内に配置された表示部であってもよい。光電変換装置は、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラであってよい。

【 0 1 6 2 】

図 5 は、本実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。撮像装置 1 1 0 0 は、ビューファインダ 1 1 0 1、背面ディスプレイ 1 1 0 2、操作部 1 1 0 3、筐体 1 1 0 4 を有してよい。ビューファインダ 1 1 0 1 は、本実施形態に係る表示装置を有してよい。その場合、表示装置は、撮像する画像のみならず、環境情報、撮像指示等を表示してよい。環境情報には、外光の強度、外光の向き、被写体の動く速度、被写体が遮蔽物に遮蔽される可能性等であってよい。撮像に好適なタイミングはわずかな時間なので、少しでも早く情報を表示した方がよい。したがって、本発明の有機発光素子を用いた表示装置を用いるのが好ましい。有機発光素子は応答速度が速いからである。有機発光素子を用いた表示装置は、表示速度が求められる装置において、液晶表示装置よりも好適に用いることができる。撮像装置 1 1 0 0 は、不図示の光学部を有する。光学部は複数のレンズを有し、筐体 1 1 0 4 内に収容されている撮像素子に結像する。複数のレンズは、その相対位置を調整することで、焦点を調整することができる。この操作を自動で行うこともできる。

【 0 1 6 3 】

< 電子機器 >

本実施形態に係る表示装置は、携帯端末等の電子機器の表示部に用いられてもよい。その際には、表示機能と操作機能との双方を有してもよい。携帯端末としては、スマートフォン等の携帯電話、タブレット、ヘッドマウントディスプレイ等が挙げられる。

【 0 1 6 4 】

図 6 は、本実施形態に係る携帯機器の一例を表す模式図である。携帯機器 1 2 0 0 は、表示部 1 2 0 1 と、操作部 1 2 0 2 と、筐体 1 2 0 3 を有する。筐体 1 2 0 3 には、回路、当該回路を有するプリント基板、バッテリー、通信部、を有してよい。操作部 1 2 0 2 は、ボタンであってもよいし、タッチパネル方式の反応部であってもよい。操作部は、指紋を認識してロックの解除等を行う、生体認識部であってもよい。通信部を有する携帯機器は通信機器ということもできる。

【 0 1 6 5 】

< 照明装置 >

図 7 は、本実施形態に係る照明装置の一例を表す模式図である。照明装置 1 4 0 0 は、筐体 1 4 0 1 と、光源 1 4 0 2 と、回路基板 1 4 0 3 と、光学フィルタ 1 4 0 4 と、光拡散部 1 4 0 5 と、を有してよい。光源 1 4 0 2 は、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。光学フィルタ 1 4 0 4 は光源 1 4 0 2 の演色性を向上させるフィルタであってもよい。光拡散部 1 4 0 5 は、ライトアップ等、光源 1 4 0 2 の光を効果的に拡散し、広い範囲に光を届けることができる。必要に応じて、最外部にカバーを設けてもよい。

【 0 1 6 6 】

照明装置は例えば室内を照明する装置である。照明装置は白色、昼白色、その他青から赤のいずれの色を発光するものであってよい。それらを調光する調光回路を有してよい。照明装置は本発明の有機発光素子とそれに接続される電源回路を有してよい。電源回路は、交流電圧を直流電圧に変換する回路である。照明装置はインバータ回路を有してもよい。また、白とは色温度が 4 2 0 0 K で昼白色とは色温度が 5 0 0 0 K である。照明装置はカラーフィルタを有してもよい。また、本実施形態に係る照明装置は、放熱部を有していてもよい。放熱部は装置内の熱を装置外へ放出するものであり、比熱の高い金属、液体シリコン等が挙げられる。

【 0 1 6 7 】

< 移動体 >

本実施形態に係る移動体は、自動車、船舶、航空機、ドローン等であってもよい。移動体は、機体と当該機体に設けられた灯具を有してよい。灯具は、機体の位置を知らせるための発光をしてよい。灯具は本実施形態に係る有機発光素子を有する。

【 0 1 6 8 】

図 8 は、本実施形態に係る移動体の一例を表す模式図であり、車両用灯具の一例であるテールランプを有する自動車を示す図である。機体としての自動車 1 5 0 0 は、テールランプ 1 5 0 1 を有し、ブレーキ操作等を行った際に、テールランプ 1 5 0 1 を点灯する形態であってもよい。テールランプ 1 5 0 1 は、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。テールランプ 1 5 0 1 は、有機発光素子を保護する保護部材を有してよい。保護部材はある程度高い強度を有し、透明であれば材料は問わないが、ポリカーボネート等で構成されることが好ましい。ポリカーボネートにフランジカルボン酸誘導体、アクリロニトリル誘導体等を混ぜてよい。自動車 1 5 0 0 は、車体 1 5 0 3、それに取り付けられている窓 1 5 0 2 を有してよい。窓 1 5 0 2 は、自動車 1 5 0 0 の前後を確認するための窓でなければ、透明なディスプレイであってもよい。当該透明なディスプレイは、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。この場合、有機発光素子が有する電極等の構成材料は透明な部材で構成される。

【 実施例 】

【 0 1 6 9 】

以下、実施例により本発明を説明する。ただし本発明はこれらに限定されるものではない。

【 0 1 7 0 】

[実施例 1 (例示化合物 A 2 の合成)]

【 0 1 7 1 】

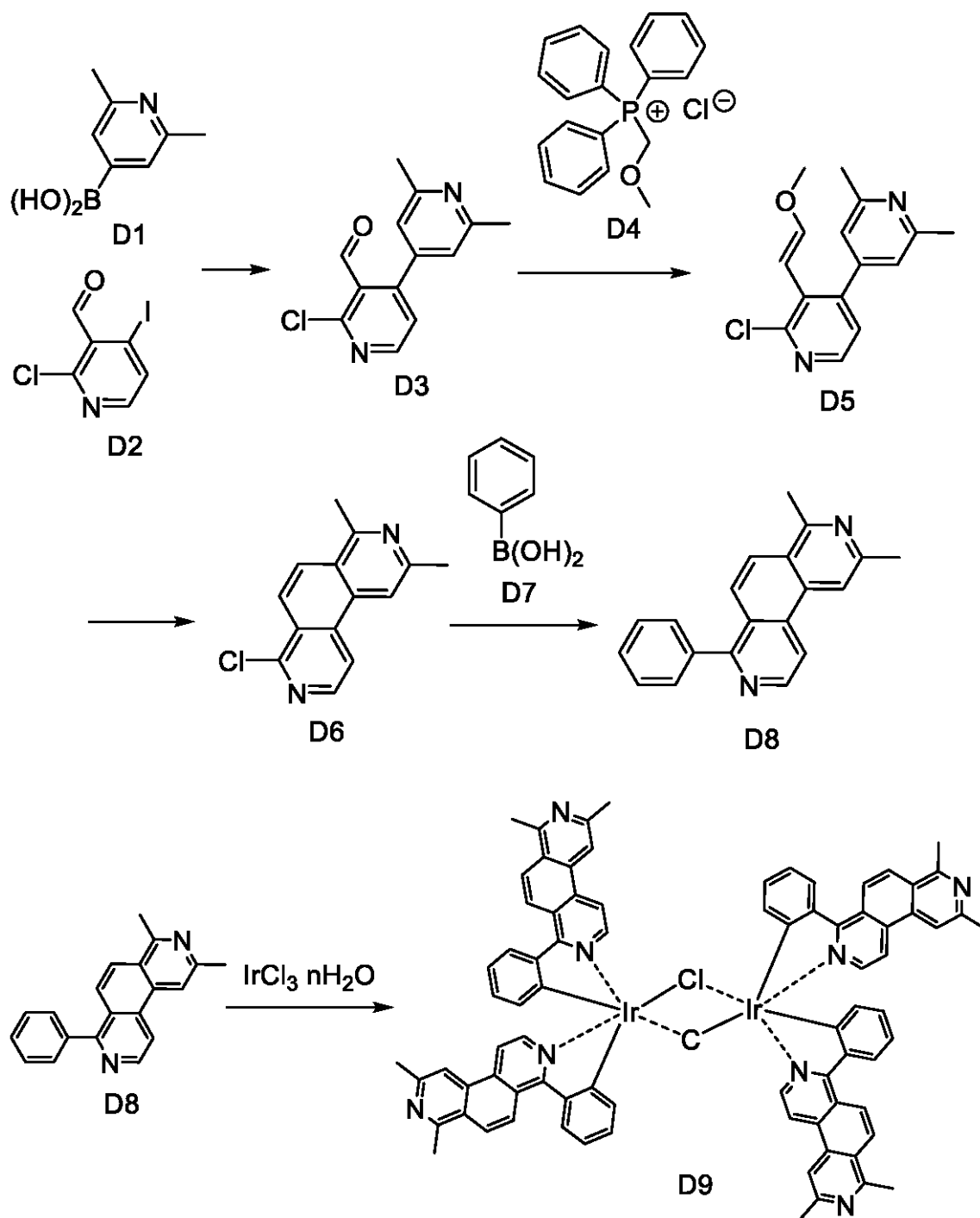
10

20

30

40

【化 19】



【0172】

2-エトキシエタノール(4ml)溶媒を脱気した後、塩化イリジウム(III)0.16g(0.45mmol)水和物を加え、室温で30分撹拌した。その後、D8 0.26g(0.94mmol)を加え、120度に加熱して6時間撹拌を行った。冷却後、水を加え、ろ過し水で洗浄した。これを乾燥することで、赤色の個体D9 0.27g(収率90%)を得た。

【0173】

10

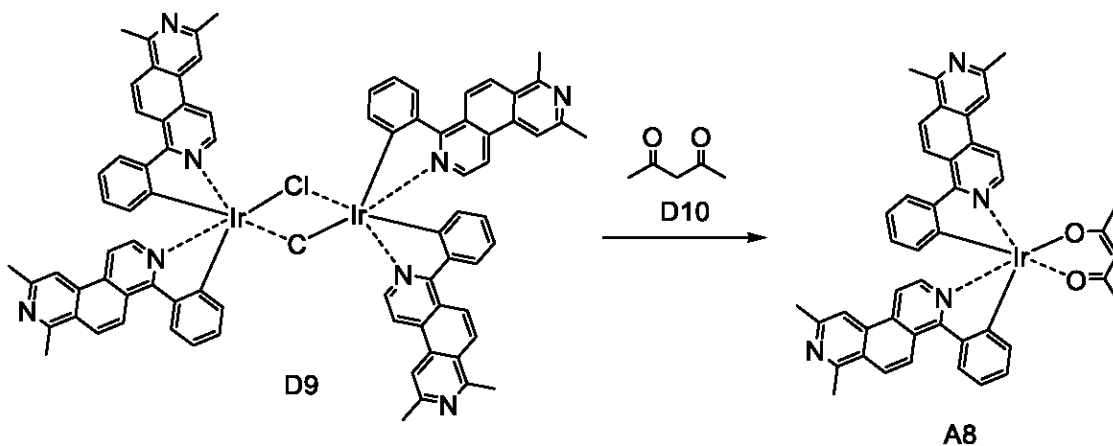
20

30

40

50

【化 20】



10

【0174】

2-エトキシエタノール(5 mL)溶媒を脱気した後、D9 0.20 g (0.13 mmol)、アセチルアセトン52 mg (0.52 mmol)を加え、室温で30分撹拌した。その後、炭酸ナトリウム0.14 g (1.3 mmol)を加え、100度に加熱して6時間撹拌を行った。冷却後、メタノールを加え、ろ過しメタノールで洗浄した。これを乾燥することで、濃い赤色の個体A8 0.16 g (収率72%)を得た。

20

【0175】

例示化合物A8の 1×10^{-5} mol/Lにおけるトルエン溶液の発光スペクトルは、日立製F-4500を用いて、350 nmの励起波長においてフォトルミネッセンスの測定を行った結果、615 nmに最大強度を有するスペクトルを得た。

【0176】

尚、例示化合物A2は、MALDI-TOF-MS (Bruker社製AutoFlex LRF)を用いて質量分析を行った。

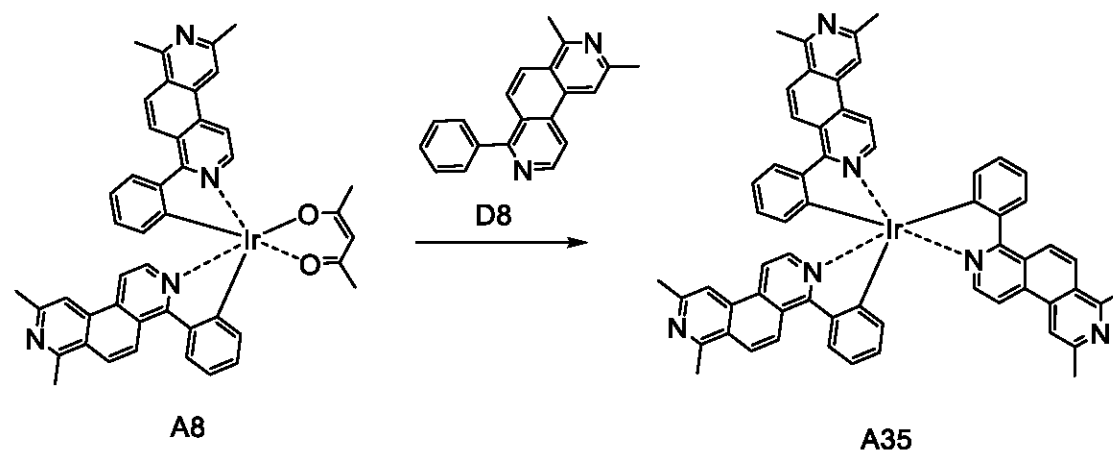
[MALDI-TOF-MS]

実測値： $m/z = 858$ 計算値： $C_{52}H_{26} = 858$

30

【0177】

【化 21】



40

【0178】

A8 100 mg (0.117 mmol)、D8 333 mg (1.17 mmol)を230度に加熱して3時間撹拌を行った。100℃まで冷却後、トルエン2 mLを加え、室温になるまで撹拌した。その後ヘプタンを加えろ過を行った。ろ過物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー(移動相；酢酸エチル)で精製し、濃い赤色固体A35 13.0 mg

50

g (収率 11%) を得た。

【0179】

例示化合物 A35 の $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ におけるトルエン溶液の発光スペクトルは、日立製 F-4500 を用いて、350 nm の励起波長においてフォトルミネッセンスの測定を行った結果、610 nm に最大強度を有するスペクトルを得た。

【0180】

尚、例示化合物 A35 は、MALDI-TOF-MS (Bruker 社製 AutoFlex LRF) を用いて質量分析を行った。

[MALDI-TOF-MS]

実測値: $m/z = 1042$ 計算値: $C_{52}H_{26} = 1042$

10

【0181】

[実施例 2 ~ 20 (例示化合物の合成)]

表 3 に、実施例 2 乃至 20 に示す例示化合物について、実施例 1 の原料 D1、D7、D10 を原料 1、原料 2、原料 3 に変えた他は実施例 1 と同様にして例示化合物を合成した。また、実施例 1 と同様にして測定した質量分析結果の実測値: m/z を示す。

【0182】

20

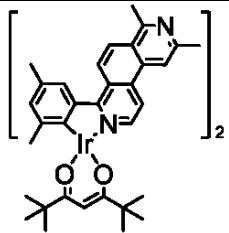
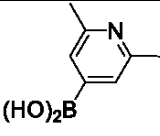
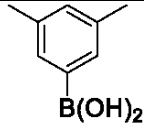
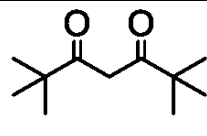
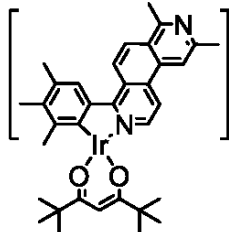
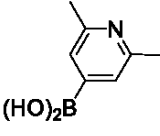
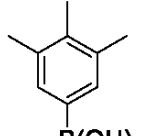
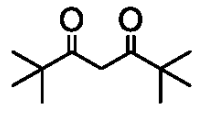
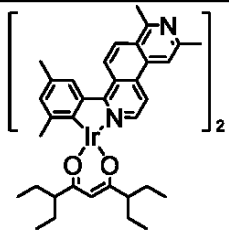
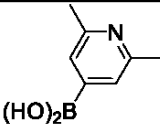
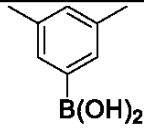
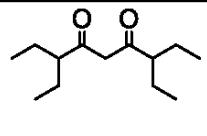
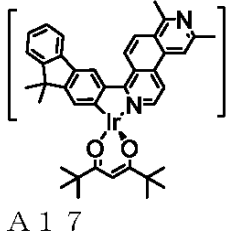
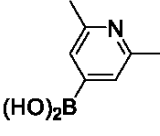
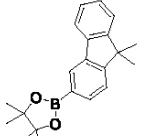
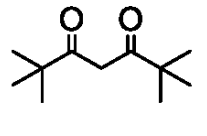
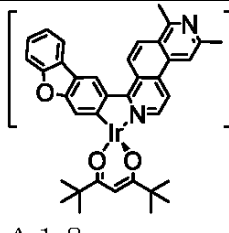
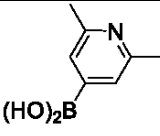
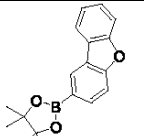
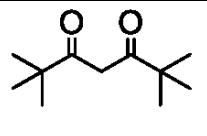
30

40

50

【表 3 - 1】

表 3 - 1

実施例	例示化合物	原料 1	原料 2	原料 3	m / z
2	<div> A 9</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	9 9 8
3	<div> A 1 0</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 0 2 6
4	<div> A 1 1</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 0 2 6
5	<div> A 1 7</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 1 7 5
6	<div> A 1 8</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 1 2 2

【 0 1 8 3 】

10

20

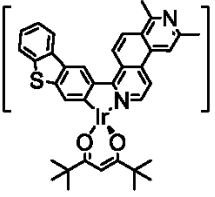
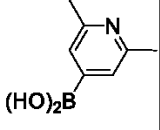
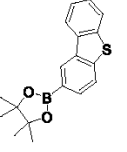
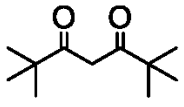
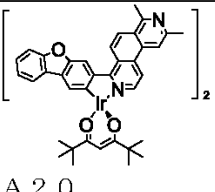
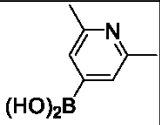
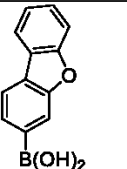
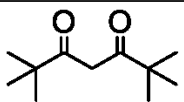
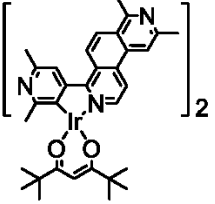
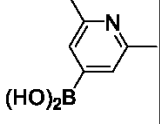
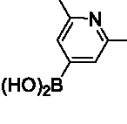
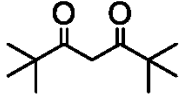
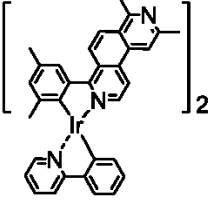
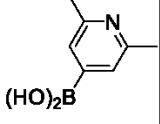
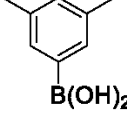
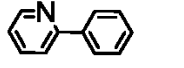
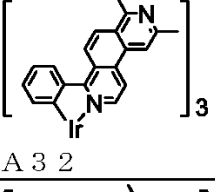
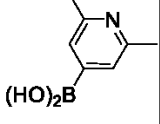
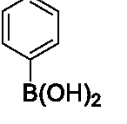
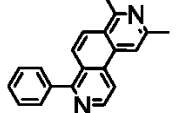
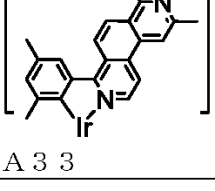
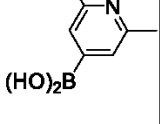
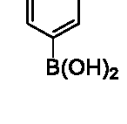
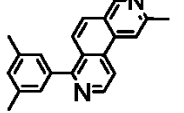
30

40

50

【表 3 - 2】

表 3 - 2

実施例	例示化合物	原料 1	原料 2	原料 3	m / z
7	<div> A 1 9</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div></div>	<div></div>	1 1 5 4
8	<div> A 2 0</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 1 2 2
9	<div> A 2 3</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div></div>	1 0 0 0
1 0	<div> A 2 6</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	9 6 9
1 1	<div> A 3 2</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 0 4 2
1 2	<div> A 3 3</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 1 2 6

【 0 1 8 4 】

10

20

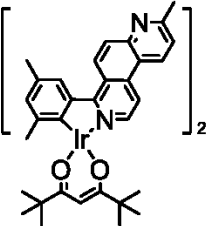
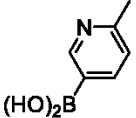
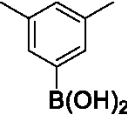
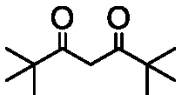
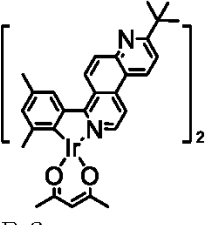
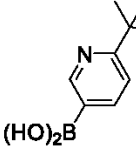
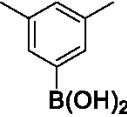
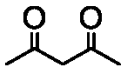
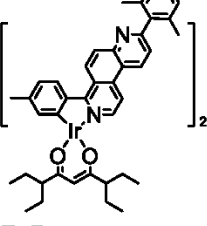
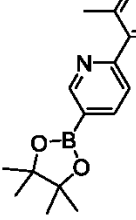
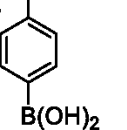
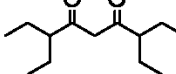
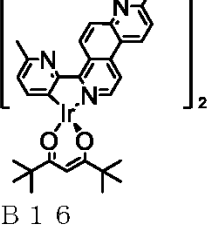
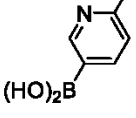
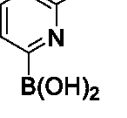
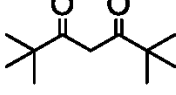
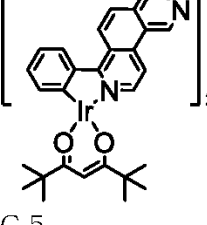
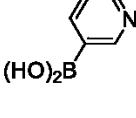
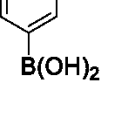
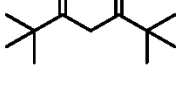
30

40

50

【表 3 - 3】

表 3 - 3

実施例	例示化合物	原料 1	原料 2	原料 3	m/ z
1 3	<div> B 5</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	9 7 0
1 4	<div> B 6</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	9 7 0
1 5	<div> B 7</div>	<div> (O)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	1 1 5 1
1 6	<div> B 1 6</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	9 4 4
1 7	<div> C 5</div>	<div> (HO)₂B</div>	<div> B(OH)₂</div>	<div></div>	9 1 4

【 0 1 8 5 】

10

20

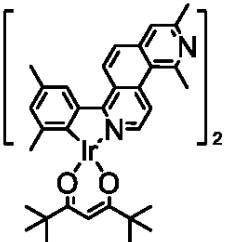
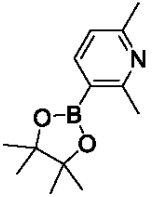
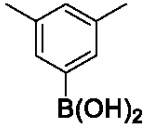
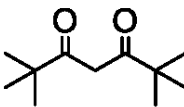
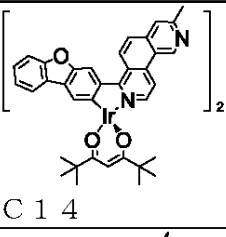
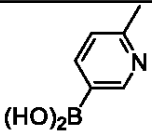
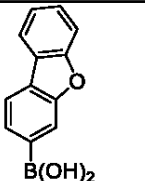
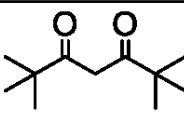
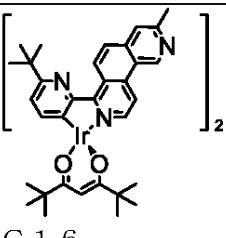
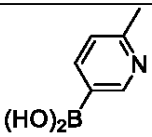
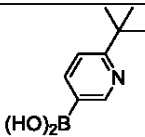
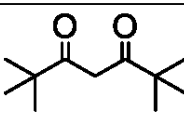
30

40

50

【表 3 - 4】

表 3 - 4

実施例	例示化合物	原料 1	原料 2	原料 3	m/ z
1 8	<div> C 9</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	9 9 8
1 9	<div> C 1 4</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	1 0 9 4
2 0	<div> C 1 6</div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	1 0 2 8

【 0 1 8 6 】

[実施例 2 1]

基板上に、陽極、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロッキング層、発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層、電子注入層、陰極が順次形成されたボトムエミッション型構造の有機発光素子を作製した。

【 0 1 8 7 】

まずガラス基板上にITOを成膜し、所望のパターニング加工を施すことによりITO電極（陽極）を形成した。この時、ITO電極の膜厚を100nmとした。このようにITO電極が形成された基板をITO基板として、以下の工程で使用した。次に、 1.33×10^{-4} Paの真空チャンバー内における抵抗加熱による真空蒸着を行って、上記ITO基板上に、表4に示す有機化合物層及び電極層を連続成膜した。尚、この時、対向する電極（金属電極層、陰極）の電極面積が 3 mm^2 となるようにした。

【 0 1 8 8 】

10

20

30

40

50

【表 4】

表 4

	材料			膜厚 (nm)
陰極	Al			100
電子注入層 (EIL)	LiF			1
電子注入層 (ETL)	ET2			20
正孔ブロッキング層 (HBL)	ET11			20
発光層 (EML)	ホスト	EM16	質量比 EM16:A8 =96:4	20
	ゲスト	A8		
電子ブロッキング層 (EBL)	HT19			15
正孔輸送層 (HTL)	HT3			30
正孔注入層 (HIL)	HT16			5

【0189】

得られた素子について、素子の特性を測定・評価した。発光素子の最大発光波長は617nmであり、最大外部量子効率(EQE)は22%、色度は(X,Y)=(0.69,0.32)の赤色発光を得られた。さらに、電流密度100mA/cm²での連続駆動試験を行い、輝度劣化率が5%に達した時の時間を測定した。比較例1の輝度劣化率が5%に達した時の時間を1.0としたときに、本実施例の輝度劣化率比は1.0であった。

【0190】

本実施例において、測定装置は、具体的には電流電圧特性をヒューレッドパカード社製・微小電流計4140Bで測定し、発光輝度は、トプコン社製BM7で測定した。

【0191】

[実施例22～31、比較例1]

実施例22～31において、表5に示される化合物に適宜変更する以外は、実施例21と同様の方法により有機発光素子を作製した。得られた素子について実施例21と同様に素子の特性を測定・評価した。測定の結果を表6に示す。

【0192】

10

20

30

40

50

【表 5】

表 5

	HIL	HTL	EBL	EML		HBL	ETL	E. Q. E [%]	赤 色度 座標 (x, y)	輝度 劣化率 比
				ホスト	ゲスト					
実施例 22	HT16	HT3	HT19	EM9	A9	ET12	ET15	23	(0.70, 0.31)	1.1
実施例 23	HT16	HT2	HT15	EM16	A10	ET12	ET2	23	(0.70, 0.31)	1.0
実施例 24	HT16	HT2	HT15	EM16	A11	ET11	ET2	23	(0.70, 0.31)	1.0
実施例 25	HT16	HT3	HT19	EM16	A17	ET12	ET15	23	(0.70, 0.31)	1.0
実施例 26	HT16	HT3	HT19	EM16	A20	ET12	ET15	23	(0.70, 0.30)	1.0
実施例 27	HT16	HT3	HT19	EM9	A23	ET11	ET15	22	(0.70, 0.31)	1.0
実施例 28	HT16	HT3	HT19	EM16	A26	ET12	ET2	22	(0.70, 0.31)	1.1
実施例 29	HT16	HT2	HT15	EM16	A33	ET12	ET15	23	(0.70, 0.31)	1.2
実施例 30	HT16	HT3	HT19	EM9	B5	ET12	ET15	21	(0.69, 0.32)	0.9
実施例 31	HT16	HT2	HT15	EM16	C9	ET11	ET2	21	(0.69, 0.32)	0.9
比較例 1	HT16	HT2	HT15	EM16	比較 化合物 1-a	ET12	ET2	20	(0.65, 0.34)	1.0
比較例 2	HT16	HT2	HT15	EM16	比較 化合物 2-b	ET12	ET2	15	(0.68, 0.33)	0.6

【 0 1 9 3 】

以上の通り、比較例 1 の色度座標は (0 . 6 5 、 0 . 3 4) であり、本発明に係る赤発光素子の方が B T 2 0 2 0 の色再現範囲に近い色度を示した。本発明に係る有機金属錯体がより長波長で赤発光することに起因する。

【 0 1 9 4 】

また、比較例 2 の最大外部量子効率 (E . Q . E .) は 1 5 % であり、本発明に係る赤発光素子の方が高発光効率であった。本発明に係る有機金属錯体がより振動子強度が高いことに起因する。さらに、比較例 2 の輝度劣化率比が 0 . 6 であり、本発明に係る赤発光素子の方が長寿命であった。本発明に係る有機金属錯体が窒素原子の導入位置が金属原子

から遠いことにより、励起子の安定性が高いことに起因する。

【符号の説明】

【 0 1 9 5 】

1	層間絶縁層	
2	反射電極	
3	絶縁層	
4	有機化合物層	
5	透明電極	
6	保護層	
7	カラーフィルタ	10
1 0	副画素	
1 1	基板	
1 2	絶縁層	
1 3	ゲート電極	
1 4	ゲート絶縁膜	
1 5	半導体層	
1 6	ドレイン電極	
1 7	ソース電極	
1 8	薄膜トランジスタ	
1 9	絶縁膜	20
2 0	コンタクトホール	
2 1	下部電極	
2 2	有機化合物層	
2 3	上部電極	
2 4	第二保護層	
2 5	第一保護層	
2 6	有機発光素子	
2 7	感光体	
2 8	露光光源	
2 9	光	30
3 0	帯電部	
3 1	現像部	
3 2	転写部	
3 3	搬送部	
3 4	記録媒体	
3 5	定着部	
3 6	画像形成装置	
3 7	感光体の軸に平行な第一の方向	
3 8	発光部	
1 0 0	表示装置	40
1 0 0 0	表示装置	
1 0 0 1	上部カバー	
1 0 0 2	フレキシブルプリント回路	
1 0 0 3	タッチパネル	
1 0 0 4	フレキシブルプリント回路	
1 0 0 5	表示パネル	
1 0 0 6	フレーム	
1 0 0 7	回路基板	
1 0 0 8	バッテリー	
1 0 0 9	下部カバー	50

1 1 0 0	撮像装置	
1 1 0 1	ビューファインダ	
1 1 0 2	背面ディスプレイ	
1 1 0 3	操作部	
1 1 0 4	筐体	
1 2 0 0	電子機器	
1 2 0 1	表示部	
1 2 0 2	操作部	
1 2 0 3	筐体	
1 3 0 0	表示装置	10
1 3 0 1	額縁	
1 3 0 2	表示部	
1 3 0 3	土台	
1 3 1 0	表示装置	
1 3 1 1	第一表示部	
1 3 1 2	第二表示部	
1 3 1 3	筐体	
1 3 1 4	屈曲点	
1 4 0 0	照明装置	
1 4 0 1	筐体	20
1 4 0 2	光源	
1 4 0 3	回路基板	
1 4 0 4	光学フィルム	
1 4 0 5	光拡散部	
1 5 0 0	自動車	
1 5 0 1	テールランプ	
1 5 0 2	窓	
1 5 0 3	車体	

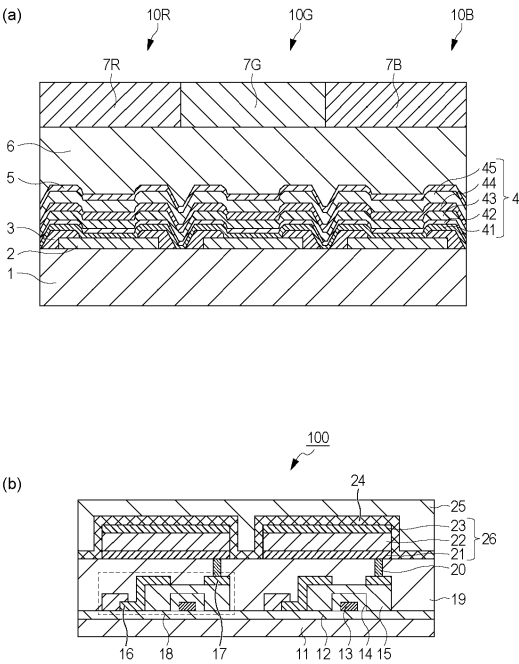
30

40

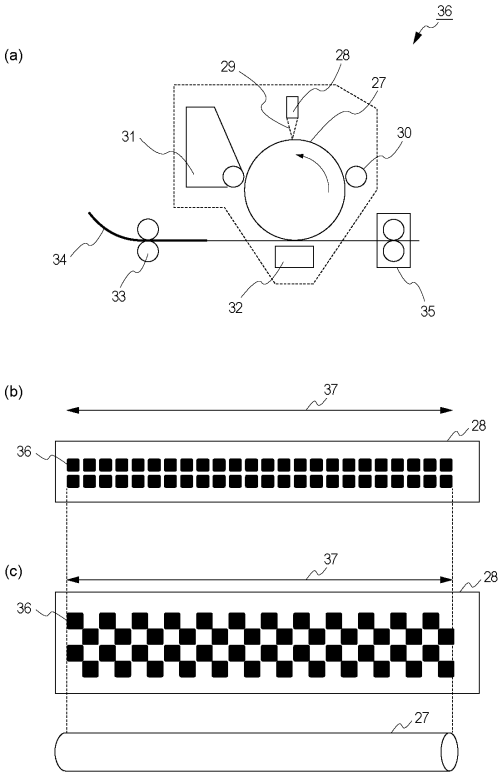
50

【図面】

【図 1】



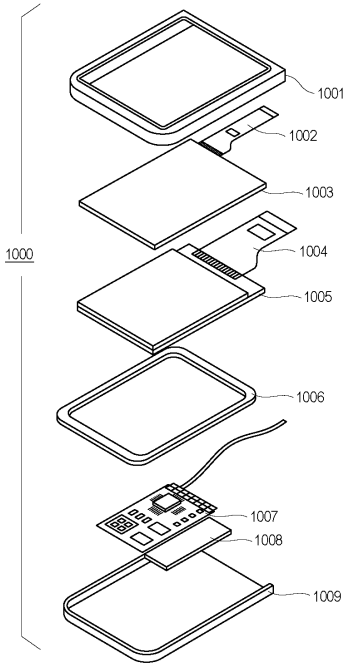
【図 2】



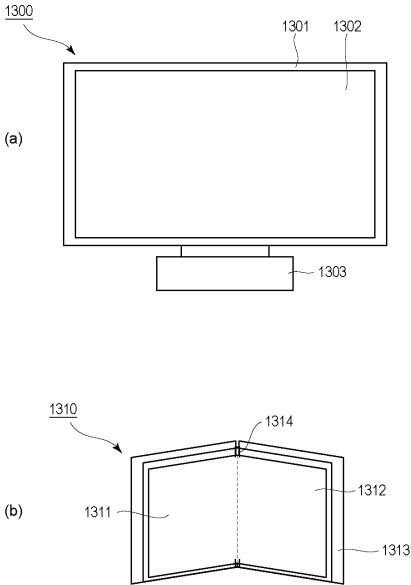
10

20

【図 3】



【図 4】

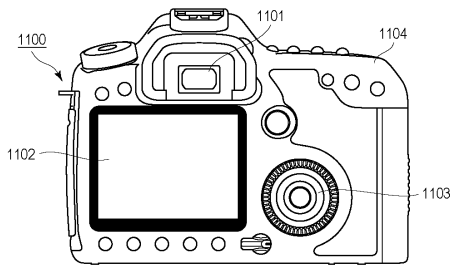


30

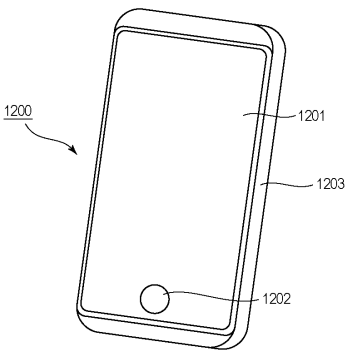
40

50

【図 5】



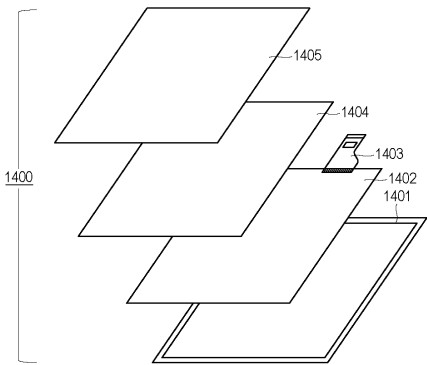
【図 6】



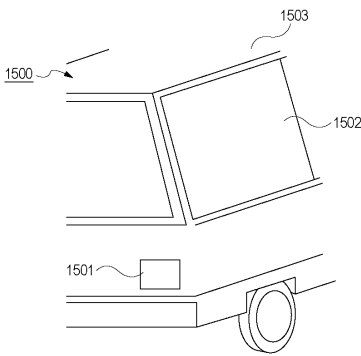
10

20

【図 7】



【図 8】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
G 0 9 F 9/30 (2006.01)	C 0 9 K	11/06	6 6 0
F 2 1 S 2/00 (2016.01)	G 0 9 F	9/30	3 6 5
F 2 1 S 43/145 (2018.01)	G 0 9 F	9/30	3 4 9 A
F 2 1 V 9/30 (2018.01)	F 2 1 S	2/00	4 8 2
	F 2 1 S	43/145	
	F 2 1 V	9/30	

ヤノン株式会社内

(72)発明者 岩脇 洋伸
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 鎌谷 淳
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

審査官 石田 傑

(56)参考文献 特開2009-114137(JP,A)
国際公開第2019/221487(WO,A1)
中国特許出願公開第111690015(CN,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C 0 7 F
C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)