

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6085985号
(P6085985)

(45) 発行日 平成29年3月1日(2017.3.1)

(24) 登録日 平成29年2月10日(2017.2.10)

(51) Int.Cl.	F I					
C07F 15/00 (2006.01)	C07F	15/00	C	S	P	E
H01L 51/50 (2006.01)	H05B	33/14				B
C09K 11/06 (2006.01)	C07F	15/00				F
	C09K	11/06				660

請求項の数 30 (全 99 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2013-24234 (P2013-24234)</p> <p>(22) 出願日 平成25年2月12日(2013.2.12)</p> <p>(65) 公開番号 特開2014-152151 (P2014-152151A)</p> <p>(43) 公開日 平成26年8月25日(2014.8.25)</p> <p>審査請求日 平成27年3月26日(2015.3.26)</p> <p>(出願人による申告)平成24年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発/有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」共同研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願</p>	<p>(73) 特許権者 000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号</p> <p>(74) 代理人 110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所</p> <p>(72) 発明者 大津 信也 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内</p> <p>(72) 発明者 杉野 元昭 東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機金属錯体、有機エレクトロルミネッセンス素子材料、有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置

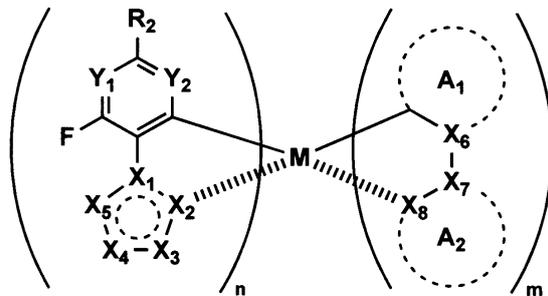
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

下記一般式(1)で表される構造を有することを特徴とする有機金属錯体。

【化1】

一般式(1)



(一般式(1)中、Y₁はC-R₁又はNを表し、Y₂はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiR_aを表し、更に置換基を有していても良い。R_aは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。X₁、X₂、X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。X₃、X₄及びX₅は、炭素原子、窒素原子、酸

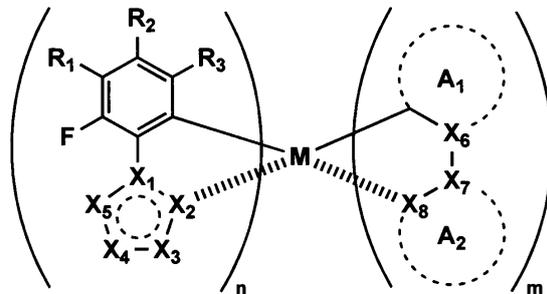
素原子又は硫黄原子を表す。X₁ ~ X₅ は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。ただし、X₁、X₂ 及びX₅ の全てが窒素原子を表す場合は除く。A₁ 及びA₂ は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。M は、イリジウム又は白金を表す。M がイリジウムを表す場合、n は1 ~ 3の整数を表し、m は0 ~ 2の整数を表し、m + n は3である。M が白金を表す場合、n は1又は2を表し、m は0又は1を表し、m + n は2である。)

【請求項2】

下記一般式(2)で表される構造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。

【化2】

一般式(2)



(一般式(2)中、R₁、R₂ 及びR₃ は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は -SiR_{a3} を表し、更に置換基を有していても良い。R_a は、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。X₁、X₂、X₆、X₇ 及びX₈ は、炭素原子又は窒素原子を表す。X₃、X₄ 及びX₅ は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。X₁ ~ X₅ は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。A₁ 及びA₂ は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。M は、イリジウム又は白金を表す。M がイリジウムを表す場合、n は1 ~ 3の整数を表し、m は0 ~ 2の整数を表し、m + n は3である。M が白金を表す場合、n は1又は2を表し、m は0又は1を表し、m + n は2である。)

【請求項3】

前記一般式(1)においてY₁ がNであ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4】

前記一般式(1)においてX₁ ~ X₅ が、イミダゾール環を形成することを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項5】

前記一般式(1)においてX₁ ~ X₅ が、ピラゾール環を形成することを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項6】

前記一般式(1)においてX₁ ~ X₅ が、トリアゾール環を形成することを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項7】

前記一般式(1)においてX₁ ~ X₅ が、テトラゾール環を形成することを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項8】

下記一般式(3)で表される構造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。

10

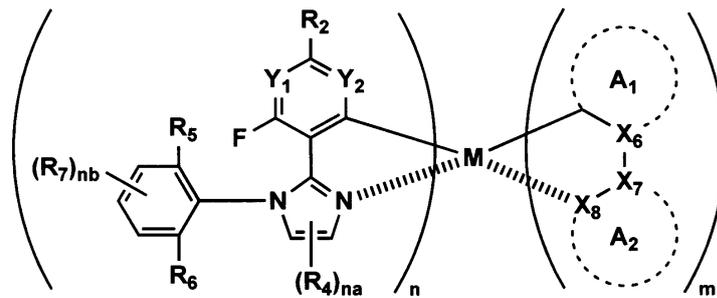
20

30

40

【化3】

一般式(3)



10

(一般式(3)中、 Y_1 はC-R₁又はNを表し、 Y_2 はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiR_{a3}を表し、更に置換基を有していても良い。R_aは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。R₅及びR₆は、それぞれ独立にアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。R₄及びR₇は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。n_aは、1又は2を表し、n_bは1~3の整数を表す。X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1~3の整数を表し、mは0~2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。)

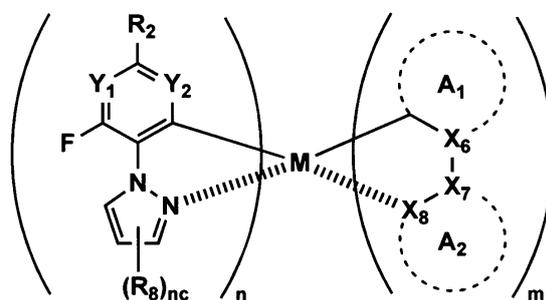
20

【請求項9】

下記一般式(4)で表される構造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。

【化4】

一般式(4)



30

(一般式(4)中、 Y_1 はC-R₁又はNを表し、 Y_2 はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiR_{a3}を表し、更に置換基を有していても良い。R_aは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。R₈は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。n_cは、1又は2を表す。X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、

40

50

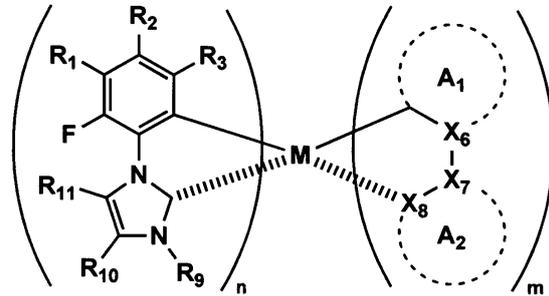
イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1～3の整数を表し、mは0～2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。)

【請求項10】

下記一般式(5)で表される構造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。

【化5】

一般式(5)



10

(一般式(5)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は $-SiRa_3$ を表し、更に置換基を有していても良い。 Ra は、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 R_9 はアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 R_{10} 及び R_{11} は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良く、 R_{10} と R_{11} が縮合して環を形成しても良い。 X_6 、 X_7 及び X_8 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 A_1 及び A_2 はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1～3の整数を表し、mは0～2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。)

20

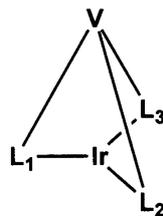
30

【請求項11】

下記一般式(6)で表される構造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。

【化6】

一般式(6)

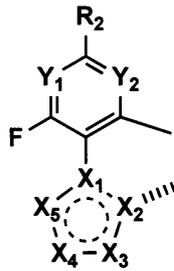


40

(式中、Vは3個の連結基を表し、 L_1 、 L_2 及び L_3 と共有結合で連結している。 L_1 ～ L_3 は、下記一般式(7)又は一般式(8)で表され、少なくとも一つは一般式(7)である。Vが表す3個の連結基としては、分岐アルキル基、置換基を有する芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基である。)

【化7】

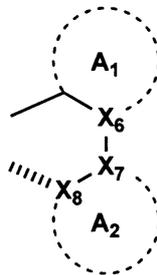
一般式(7)



(一般式(7)中、 Y_1 はC-R₁又はNを表し、 Y_2 はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiRa₃を表し、更に置換基を有していても良い。Raは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。X₁及びX₂は、炭素原子又は窒素原子を表す。X₃、X₄及びX₅は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。X₁~X₅は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。)

【化8】

一般式(8)



(一般式(8)中、X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。)

【請求項12】

前記R₁が、シアノ基を表すことを特徴とする請求項1から請求項11までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項13】

前記R₁が、-SiRa₃基を表すことを特徴とする請求項1から請求項11までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項14】

前記R₅及び前記R₆が、炭素数3以上の分岐アルキル基を表すことを特徴とする請求項8に記載の有機金属錯体。

【請求項15】

前記Mが、イリジウムを表すことを特徴とする請求項1から請求項14までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【請求項16】

請求項1に記載の一般式(1)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【請求項17】

請求項2に記載の一般式(2)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする請求項16に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【請求項18】

請求項8に記載の一般式(3)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有

10

20

30

40

50

することを特徴とする請求項 16 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【請求項 19】

請求項 9 に記載の一般式 (4) で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする請求項 16 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【請求項 20】

請求項 10 に記載の一般式 (5) で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする請求項 16 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【請求項 21】

請求項 11 に記載の一般式 (6) で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする請求項 16 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

10

【請求項 22】

陽極と陰極との間に、発光層を含む有機層が挟持された有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

前記有機層が、請求項 1 に記載の一般式 (1) で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 23】

前記有機層が、請求項 2 に記載の一般式 (2) で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする請求項 22 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 24】

前記有機層が、請求項 8 に記載の一般式 (3) で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする請求項 22 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【請求項 25】

前記有機層が、請求項 9 に記載の一般式 (4) で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする請求項 22 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 26】

前記有機層が、請求項 10 に記載の一般式 (5) で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする請求項 22 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 27】

前記有機層が、請求項 11 に記載の一般式 (6) で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする請求項 22 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 28】

発光色が白色であることを特徴とする請求項 22 から請求項 27 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 29】

請求項 22 から請求項 27 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が備えられていることを特徴とする照明装置。

【請求項 30】

請求項 22 から請求項 27 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が備えられていることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機金属錯体、有機エレクトロルミネッセンス素子材料、有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置及び表示装置に関する。より詳しくは、電子耐性を改良した有機金属錯体、当該有機金属錯体を用いる有機エレクトロルミネッセンス素子材料及び有機エレクトロルミネッセンス素子並びに当該素子を用いる照明装置及び表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子(以下、有機EL素子ともいう。)は、発光する化

50

合物を含有する発光層を、陰極と陽極とで挟んだ構成を有している。また、有機EL素子は、電界を印加することにより、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子を発光層内で再結合させることで励起子（エキシトン）を生成させる。有機EL素子は、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・リン光）を利用した発光素子である。また、有機EL素子は、電極と電極の間の厚さを僅かサブミクロン程度の有機材料の膜で構成する全固体素子であり、数V～数十V程度の電圧で発光が可能であることから、次世代の平面ディスプレイや照明への利用が期待されている。

【0003】

実用化に向けた有機EL素子の開発としては、プリンストン大より、励起三重項からのリン光発光を用いる有機EL素子の報告がされ、以来、室温でリン光を示す材料の研究が活発になってきている（例えば、特許文献1参照。）。

10

【0004】

更に、リン光発光を利用する有機EL素子は、以前の蛍光発光を利用する有機EL素子に比べ原理的に約4倍の発光効率が実現可能であることから、その材料開発を初めとし、発光素子の層構成や電極の研究開発が世界中で行われている。例えば、イリジウム錯体系等重金属錯体を中心に多くの化合物が合成検討なされている。

【0005】

代表的な青色リン光発光性化合物としてはF i r p i c (Bis[2-(4,6-difluorophenyl)pyridinato-C²,N](picolinato)iridium(III))が知られており、主配位子のフェニルピリジンにフッ素置換をすること及び副配位子としてピコリン酸を用いることにより短波化が

20

実現されている。F i r p i cだけでなく、フッ素置換した青色リン光ドーパントがよく知られている（例えば、特許文献2～4参照。）。フッ素置換の効果としては、発光の波長が短波化することであり、青色リン光ドーパントとして有用な置換基である。しかしながら、我々の研究の中で、これまでのフッ素置換ドーパントは、電子を受け取った際のアニオンラジカル状態の安定性を表すキャリア耐性、特に電子耐性が悪いために、駆動時の電圧上昇や素子寿命劣化を招いていることが分かっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許6097147号明細書

【特許文献2】国際公開第2007/097149号

【特許文献3】特開2005-68110号公報

【特許文献4】国際公開第2012/068736号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記問題・状況に鑑みてなされたものである。その解決課題は、電子耐性の優れたフッ素置換青色ドーパントとなる有機金属錯体を提供することである。また、発光効率が高く、発光寿命が長く、駆動時の電圧上昇を抑えた有機エレクトロルミネッセンス素子材料及び有機エレクトロルミネッセンス素子並びに当該素子を用いた照明装置及び表示装置を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者は、上記課題を解決すべく、上記問題の原因等について検討した結果、下記一般式(1)で表される構造を有する有機金属錯体が当該課題の解決に有用な特性を有することを見出し本発明に至った。

すなわち、本発明に係る上記課題は、以下の手段により解決される。

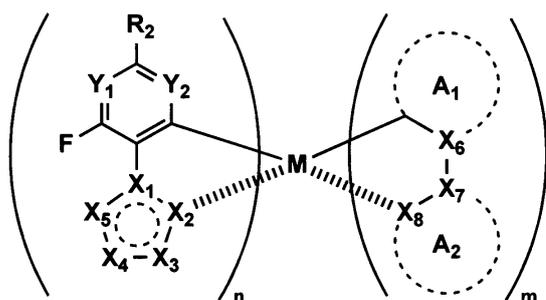
【0009】

1. 下記一般式(1)で表される構造を有することを特徴とする有機金属錯体。

50

【化1】

一般式(1)



10

(一般式(1)中、 Y_1 はC-R₁又はNを表し、 Y_2 はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiRa₃を表し、更に置換基を有していても良い。Raは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。X₁、X₂、X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。X₃、X₄及びX₅は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。X₁~X₅は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。ただし、X₁、X₂及びX₅の全てが窒素原子を表す場合は除く。A₁及びA₂は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1~3の整数を表し、mは0~2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。)

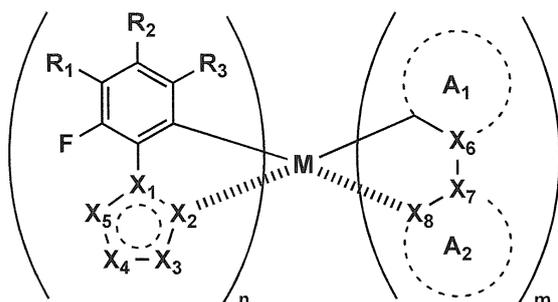
20

【0010】

2. 下記一般式(2)で表される構造を有することを特徴とする第1項に記載の有機金属錯体。

【化2】

一般式(2)



30

(一般式(2)中、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiRa₃を表し、更に置換基を有していても良い。Raは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。X₁、X₂、X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。X₃、X₄及びX₅は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。X₁~X₅は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。A₁及びA₂は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1~3の整数を表し、mは0~2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。)

40

【0011】

3. 前記一般式(1)において Y_1 がNであることを特徴とする第1項に記載の有機金

50

属錯体。

【0012】

4. 前記一般式(1)において $X_1 \sim X_5$ が、イミダゾール環を形成することを特徴とする第1項から第3項までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【0013】

5. 前記一般式(1)において $X_1 \sim X_5$ が、ピラゾール環を形成することを特徴とする第1項から第3項までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【0014】

6. 前記一般式(1)において $X_1 \sim X_5$ が、トリアゾール環を形成することを特徴とする第1項から第3項までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

10

【0015】

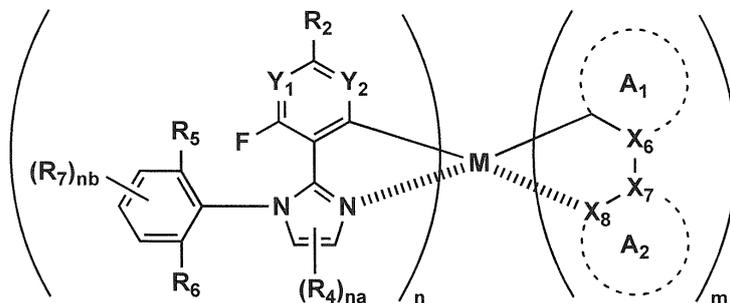
7. 前記一般式(1)において $X_1 \sim X_5$ が、テトラゾール環を形成することを特徴とする第1項から第3項までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【0016】

8. 下記一般式(3)で表される構造を有することを特徴とする第1項に記載の有機金属錯体。

【化3】

一般式(3)



20

(一般式(3)中、 Y_1 はC-R₁又はNを表し、 Y_2 はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiRa₃を表し、更に置換基を有していても良い。Raは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。R₅及びR₆は、それぞれ独立にアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。R₄及びR₇は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリアルキル基、アリアル基、ヘテロアリアル基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。naは、1又は2を表し、nbは1~3の整数を表す。X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1~3の整数を表し、mは0~2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。)

30

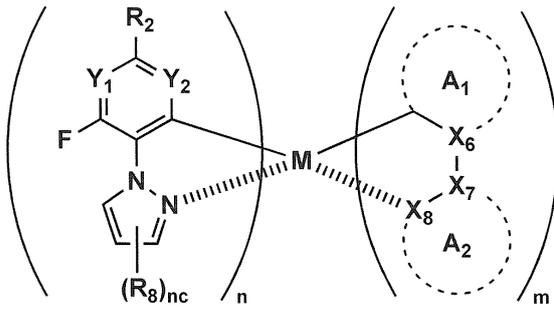
40

【0017】

9. 下記一般式(4)で表される構造を有することを特徴とする第1項に記載の有機金属錯体。

【化4】

一般式(4)



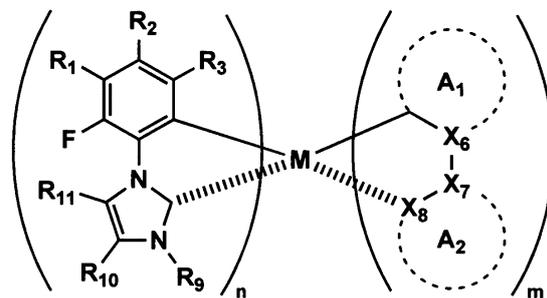
(一般式(4)中、 Y_1 はC-R₁又はNを表し、 Y_2 はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiR_{a3}を表し、更に置換基を有していても良い。R_aは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。R₈は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。ncは、1又は2を表す。X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1~3の整数を表し、mは0~2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。)

【0018】

10. 下記一般式(5)で表される構造を有することを特徴とする第1項に記載の有機金属錯体。

【化5】

一般式(5)



(一般式(5)中、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiR_{a3}を表し、更に置換基を有していても良い。R_aは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。R₉はアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。R₁₀及びR₁₁は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良く、R₁₀とR₁₁が縮合して環を形成しても良い。X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1~3の整数を表し、mは0

10

20

30

40

50

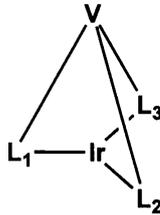
~ 2 の整数を表し、 $m + n$ は 3 である。M が白金を表す場合、 n は 1 又は 2 を表し、 m は 0 又は 1 を表し、 $m + n$ は 2 である。)

【 0 0 1 9 】

1 1 . 下記一般式 (6) で表される構造を有することを特徴とする第 1 項に記載の有機金属錯体。

【化 6】

一般式(6)

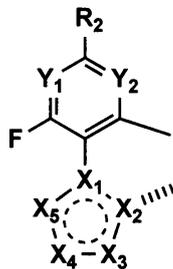


10

(式中、V は 3 個の連結基を表し、 L_1 、 L_2 及び L_3 と共有結合で連結している。 $L_1 \sim L_3$ は、下記一般式 (7) 又は一般式 (8) で表され、少なくとも一つは一般式 (7) である。V が表す 3 個の連結基としては、分岐アルキル基、置換基を有する芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基である。)

【化 7】

一般式(7)



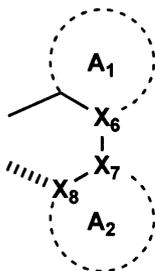
20

(一般式 (7) 中、 Y_1 は $C - R_1$ 又は N を表し、 Y_2 は $C - R_3$ 又は N を表し、 R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は $-SiRa_3$ を表し、更に置換基を有していても良い。 Ra は、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 X_1 及び X_2 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 X_3 、 X_4 及び X_5 は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。 $X_1 \sim X_5$ は、置換基を有してもよい 5 員の複素環基を形成する。)

30

【化 8】

一般式(8)



40

(一般式 (8) 中、 X_6 、 X_7 及び X_8 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 A_1 及び A_2 はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。)

【 0 0 2 0 】

1 2 . 前記 R_1 が、シアノ基を表すことを特徴とする第 1 項から第 1 1 項までのいずれ

50

か一項に記載の有機金属錯体。

【0021】

13. 前記 R₁ が、-SiRa₃ 基を表すことを特徴とする第1項から第11項までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

【0022】

14. 前記 R₅ 及び前記 R₆ が、炭素数3以上の分岐アルキル基を表すことを特徴とする第8項に記載の有機金属錯体。

【0023】

15. 前記 M が、イリジウムを表すことを特徴とする第1項から第14項までのいずれか一項に記載の有機金属錯体。

10

【0024】

16. 第1項に記載の一般式(1)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【0025】

17. 第2項に記載の一般式(2)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする第16項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【0026】

18. 第8項に記載の一般式(3)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする第16項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【0027】

19. 第9項に記載の一般式(4)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする第16項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

20

【0028】

20. 第10項に記載の一般式(5)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする第16項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【0029】

21. 第11項に記載の一般式(6)で表される構造を有する有機金属錯体を成分として含有することを特徴とする第16項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子材料。

【0030】

22. 陽極と陰極との間に、発光層を含む有機層が挟持された有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

30

前記有機層が、第1項に記載の一般式(1)で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0031】

23. 前記有機層が、第2項に記載の一般式(2)で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする第22項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0032】

24. 前記有機層が、第8項に記載の一般式(3)で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする第22項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0033】

25. 前記有機層が、第9項に記載の一般式(4)で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする第22項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【0034】

26. 前記有機層が、第10項に記載の一般式(5)で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする第22項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0035】

27. 前記有機層が、第11項に記載の一般式(6)で表される構造を有する有機金属錯体を含有することを特徴とする第22項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0036】

28. 発光色が白色であることを特徴とする第22項から第27項までのいずれか一項

50

に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0037】

29. 第22項から第27項までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が備えられていることを特徴とする照明装置。

【0038】

30. 第22項から第27項までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が備えられていることを特徴とする表示装置。

【発明の効果】

【0039】

本発明の上記手段により、電子耐性の優れたフッ素置換青色ドーパントとなる有機金属錯体を提供することができる。また、発光効率が高く、発光寿命が長く、駆動時の電圧上昇を抑えた有機エレクトロルミネッセンス素子材料及び有機エレクトロルミネッセンス素子並びに当該素子を用いた照明装置及び表示装置を提供することができる。

本発明の効果の発現機構及び作用機構については、明確になっていないが、以下のように推察している。

【0040】

従来の有機EL素子に用いられる有機金属錯体においては、前記一般式(1)の R_2 の位置にフッ素原子を有することが電子耐性の低下につながることを見出した。そこで、本発明においては、前記一般式(1)における特定の位置(5員環と結合した炭素からみて、オルトの位置)にフッ素原子を有し、 Y_1 はC-R₁又はNを表し、 Y_2 はC-R₃又はNを表し、 R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiRa₃を置換基とすることで、電子耐性を向上させることができるものと考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図

【図2】アクティブマトリクス方式による表示装置の模式図

【図3】画素の回路を示した概略図

【図4】パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図

【図5】照明装置の概略図

【図6】照明装置の模式図

【発明を実施するための形態】

【0042】

本発明の有機金属錯体は、前記一般式(1)で表される構造を有することを特徴とする。この特徴は、請求項1から請求項30までの請求項に係る発明に共通する技術的特徴である。

【0043】

本発明の実施態様としては、本発明の効果発現の観点から、前記一般式(1)において $X_1 \sim X_5$ が、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環又はテトラゾール環を形成することが、それぞれの置換基の構造によって、特に、発光色の微調整ができるので好ましい。

【0044】

また、本発明の前記一般式(1)で表される構造を有する有機金属錯体においては、前記一般式(2)、(3)、(4)、(5)又は(6)で表される構造を有することが、本発明の効果をよる顕著にするために好ましい。

【0045】

また、前記 R_1 が、シアノ基又は-SiRa₃基を表すことが、発光色の微調整ができるので好ましい。

【0046】

10

20

30

40

50

前記 R_5 及び前記 R_6 が、炭素数 3 以上の分岐アルキル基を表すことが、本発明の効果による顕著にするために好ましい。

【0047】

前記 M が、イリジウムを表すことが、発光効率と発光寿命の観点から好ましい。

【0048】

本発明の有機金属錯体は、有機エレクトロルミネッセンス素子材料として好適に使用することができる。なお、有機エレクトロルミネッセンス素子材料として用いる場合、本発明の有機金属錯体を単独で使用しても、複数の化合物を併用して含有する材料として使用してもよい。

また、当該有機エレクトロルミネッセンス素子材料を使用した有機エレクトロルミネッセンス素子は、照明装置や表示装置に好適に使用できる。

【0049】

以下、本発明とその構成要素及び本発明を実施するための形態・態様について詳細な説明をする。なお、本願において、「 \sim 」は、その前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む意味で使用する。

【0050】

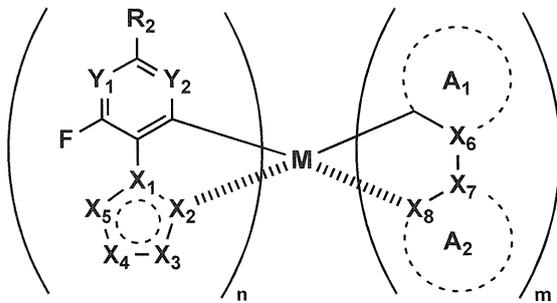
《有機金属錯体》

一般式(1)で表される構造を有する有機金属錯体

本発明の有機金属錯体は、下記一般式(1)で表される構造を有することを特徴とする

【化9】

一般式(1)



一般式(1)中、 Y_1 は $C-R_1$ 又は N を表し、 Y_2 は $C-R_3$ 又は N を表し、 R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は $-SiRa_3$ を表し、更に置換基を有していても良い。 Ra は、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 X_1 、 X_2 、 X_6 、 X_7 及び X_8 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 X_3 、 X_4 及び X_5 は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。 $X_1 \sim X_5$ は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。 A_1 及び A_2 は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。 M は、イリジウム又は白金を表す。 M がイリジウムを表す場合、 n は 1 ~ 3 の整数を表し、 m は 0 ~ 2 の整数を表し、 $m+n$ は 3 である。 M が白金を表す場合、 n は 1 又は 2 を表し、 m は 0 又は 1 を表し、 $m+n$ は 2 である。

【0051】

一般式(1)において、 R_1 、 R_2 及び R_3 で表されるアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、トリフルオロメチル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、 t -ブチル基、 n -ヘキシル基、2-メチルヘキシル基、ペンチル基、アダマンチル基、 n -デシル基及び n -ドデシル基等が挙げられる。

【0052】

R_1 、 R_2 及び R_3 で表される芳香族炭化水素環としては、例えば、ベンゼン環、ピフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、

クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、o-テルフェニル環、m-テルフェニル環、p-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環及びアンスラアントレン環等が挙げられる。

【0053】

一般式(1)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 で表される芳香族複素環としては、例えば、シロール環、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環、ベンズチアゾール環、ベンズオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、チエノチオフェン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環(カルバゾール環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わったものを表す)、ジベンゾシロール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、ベンゾチオフェン環、ジベンゾフラン環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わった環、ベンゾジフラン環、ベンゾジチオフェン環、アクリジン環、ベンゾキノリン環、フェナジン環、フェナントリジン環、フェナントロリン環、サイクラジン環、キンドリン環、テペニジン環、キニンドリン環、トリフェノジチアジン環、トリフェノジオキサジン環、フェナントラジン環、アントラジン環、ペリミジン環、ナフトフラン環、ナフトチオフェン環、ナフトジフラン環、ナフトジチオフェン環、アントラフラン環、アントラジフラン環、アントラチオフェン環、アントラジチオフェン環、チアントレン環、フェノキサチイン環、ジベンゾカルバゾール環、インドロカルバゾール環及びジチエノベンゼン環等が挙げられる。

【0054】

一般式(1)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 で表される非芳香族炭化水素環としては、例えば、シクロアルカン(例えば、シクロペンタン環又はシクロヘキサン環等)、シクロアルコキシ基(例えば、シクロペンチルオキシ基又はシクロヘキシルオキシ基等)、シクロアルキルチオ基(例えば、シクロペンチルチオ基又はシクロヘキシルチオ基等)、シクロヘキシルアミノスルホニル基、テトラヒドロナフタレン環、9,10-ジヒドロアントラセン環及びピフェニレン環等が挙げられる。

【0055】

一般式(1)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 で表される非芳香族複素環としては、例えば、エポキシ環、アジリジン環、チラン環、オキセタン環、アゼチジン環、チエタン環、テトラヒドロフラン環、ジオキサラン環、ピロリジン環、ピラゾリジン環、イミダゾリジン環、オキサゾリジン環、テトラヒドロチオフェン環、スルホラン環、チアゾリジン環、 β -カプロラクトン環、 β -カプロラクタム環、ピペリジン環、ヘキサヒドロピリダジン環、ヘキサヒドロピリミジン環、ピペラジン環、モルホリン環、テトラヒドロピラン環、1,3-ジオキサン環、1,4-ジオキサン環、トリオキサン環、テトラヒドロチオピラン環、チオモルホリン環、チオモルホリン-1,1-ジオキシド環、ピラノース環、ジアザピシクロ[2,2,2]-オクタン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、オキサントレン環、チオキサントレン環及びフェノキサチイン環等が挙げられる。

【0056】

また、一般式(1)中、 R_1 が、シアノ基又は-SiR₃基を表す場合、発光色の微調整ができるので好ましい。

【0057】

$X_1 \sim X_5$ は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。具体的には、 $X_1 \sim X_5$ は炭素原子、CR_b、窒素原子、NR_c、酸素原子又は硫黄原子を表し、少なくとも一つは窒素原子を表す態様であることが好ましい。

R_b及びR_cは水素原子又は置換基を表す。置換基としては、アルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基又はペンタデシル基等)、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル基又はシクロヘキシル基等)、アルケ

10

20

30

40

50

ニル基（例えば、ビニル基又はアリル基等）、アルキニル基（例えば、エチニル基又はプロパルギル基等）、芳香族炭化水素基（芳香族炭化水素環基、芳香族炭素環基又はアリー
 ル基等ともいい、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、
 キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニ
 ル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基又はピフェニル基等）、芳香族複
 素環基（例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基
 、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基又はトリアゾリル基（例えば、1
 , 2, 4-トリアゾール-1-イル基又は1, 2, 3-トリアゾール-1-イル基等）、
 オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチア
 ザリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基
 、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリ
 ニル基、ジアザカルバゾリル基（前記カルボリニル基のカルボリン環を構成する炭素原子の
 一つが窒素原子で置き換わったものを示す）、キノキサリニル基、ピリダジニル基、トリ
 アジニル基、キナゾリニル基又はフタラジニル基等）、複素環基（例えば、ピロリジル基
 、イミダゾリジル基、モルホリル基又はオキサゾリジル基等）、アルコキシ基（例えば、
 メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オ
 クチルオキシ基又はドデシルオキシ基等）、シクロアルコキシ基（例えば、シクロペンチ
 ルオキシ基又はシクロヘキシルオキシ基等）、アリールオキシ基（例えば、フェノキシ基
 、ナフチルオキシ基等）、アルキルチオ基（例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロ
 ピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基又はドデシルチオ基等）
 、シクロアルキルチオ基（例えば、シクロペンチルチオ基又はシクロヘキシルチオ基等）
 、アリールチオ基（例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等）、アルコキシカルボニ
 ル基（例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカル
 ボニル基、オクチルオキシカルボニル基又はドデシルオキシカルボニル基等）、アリー
 ルオキシカルボニル基（例えば、フェニルオキシカルボニル基又はナフチルオキシカルボ
 ニル基等）、スルファモイル基（例えば、アミノスルホニル基、メチルアミノスルホニル
 基、ジメチルアミノスルホニル基、ブチルアミノスルホニル基、ヘキシルアミノスルホニ
 ル基、シクロヘキシルアミノスルホニル基、オクチルアミノスルホニル基、ドデシルアミ
 ノスルホニル基、フェニルアミノスルホニル基、ナフチルアミノスルホニル基又は2-ピ
 リジルアミノスルホニル基等）、アシル基（例えば、アセチル基、エチルカルボニル基、
 プロピルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、シクロヘキシルカルボニル基、オクチル
 カルボニル基、2-エチルヘキシルカルボニル基、ドデシルカルボニル基、フェニルカル
 ボニル基、ナフチルカルボニル基又はピリジルカルボニル基等）、アシルオキシ基（例え
 ば、アセチルオキシ基、エチルカルボニルオキシ基、ブチルカルボニルオキシ基、オクチ
 ルカルボニルオキシ基、ドデシルカルボニルオキシ基又はフェニルカルボニルオキシ基等）
 、アミド基（例えば、メチルカルボニルアミノ基、エチルカルボニルアミノ基、ジメチ
 ルカルボニルアミノ基、プロピルカルボニルアミノ基、ペンチルカルボニルアミノ基、シ
 クロヘキシルカルボニルアミノ基、2-エチルヘキシルカルボニルアミノ基、オクチルカ
 ルボニルアミノ基、ドデシルカルボニルアミノ基、フェニルカルボニルアミノ基又はナフ
 チルカルボニルアミノ基等）、カルバモイル基（例えば、アミノカルボニル基、メチルア
 ミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチ
 ルアミノカルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル
 基、2-エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルア
 ミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基又は2-ピリジルアミノカルボニル基等）
 、ウレイド基（例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、
 シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレ
 イド基ナフチルウレイド基又は2-ピリジルアミノウレイド基等）、スルフィニル基（例え
 ば、メチルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキ
 シルスルフィニル基、2-エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フ
 エニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基又は2-ピリジルスルフィニル基等）、

10

20

30

40

50

アルキルスルホニル基（例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2 - エチルヘキシルスルホニル基又はドデシルスルホニル基等）、アリールスルホニル基又はヘテロアリールスルホニル基（例えば、フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基又は2 - ピリジルスルホニル基等）、アミノ基（例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2 - エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基又は2 - ピリジルアミノ基等）、ハロゲン原子（例えば、フッ素原子、塩素原子又は臭素原子等）、フッ化炭化水素基（例えば、フルオロメチル基、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基又はペンタフルオロフェニル基等）、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基、シリル基（例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基又はフェニルジエチルシリル基等）及びホスホノ基等が挙げられる。好ましくは、アルキル基、芳香族炭化水素基、芳香族複素環基、アルコキシ基、アミノ基及びシアノ基が挙げられる。

また、これらの置換基は、上記の置換基によってさらに置換されていてもよい。

また、これらの置換基は、複数が互いに結合して環を形成していてもよい。

$X_1 \sim X_5$ の五つの原子により芳香族含窒素複素環が形成される。芳香族含窒素複素環としては、例えば、ピロール環、ピラゾール環、イミダゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、オキサゾール環、イソオキサゾール環、チアゾール環、イソチアゾール環、オキサジアゾール環、カルベンを含む環及びチアジアゾール環等が挙げられる。これらのうちで好ましいものは、ピラゾール環、イミダゾール環、トリアゾール環、テトラゾール環、カルベンを含む環である。

【0058】

本発明に係る有機金属錯体は、有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子ともいう。）の発光性ドーパント（リン光ドーパント（「リン光発光性ドーパント」、
「リン光発光性ドーパント基」ともいう。）や蛍光ドーパント等）等として用いることができる。

【0059】

次に、一般式（1）の構造を限定した一般式（2）から（6）で表される有機金属錯体を説明する。

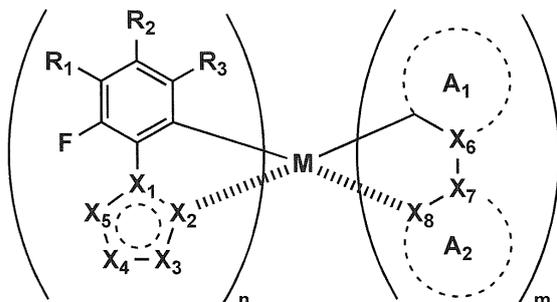
【0060】

一般式（2）で表される構造を有する有機金属錯体

本発明に係る有機金属錯体は、下記一般式（2）で表される構造を有することが好ましい。

【化10】

一般式(2)



一般式（2）中、 R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は $-SiR_a3$ を表し、更に置換基を有していても良い。 R_a は、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 X_1 、 X_2 、 X_6 、 X_7 及び X_8 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 X_3 、 X_4 及び X_5 は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。 $X_1 \sim X_5$ は、置換基を有しても

よい5員の複素環基を形成する。A₁及びA₂は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1～3の整数を表し、mは0～2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。

【0061】

一般式(2)中、R₁、R₂及びR₃が表す置換基については、一般式(1)中のR₁、R₂及びR₃が表す置換基を用いることができる。

【0062】

一般式(2)中、X₁～X₅が表す原子については、一般式(1)中のX₁～X₅が表す原子を用いることができる。

10

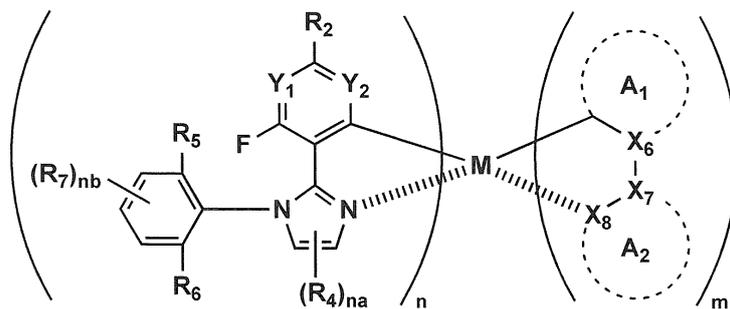
【0063】

一般式(3)で表される構造を有する有機金属錯体

本発明に係る有機金属錯体は、下記一般式(3)で表される構造を有することが好ましい。

【化11】

一般式(3)



20

一般式(3)中、Y₁はC-R₁又はNを表し、Y₂はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiR_{a3}を表し、更に置換基を有していても良い。R_aは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。R₅及びR₆は、それぞれ独立にアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。R₄及びR₇は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。naは、1又は2を表し、nbは1～3の整数を表す。X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂は、それぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。Mは、イリジウム又は白金を表す。Mがイリジウムを表す場合、nは1～3の整数を表し、mは0～2の整数を表し、m+nは3である。Mが白金を表す場合、nは1又は2を表し、mは0又は1を表し、m+nは2である。

30

40

【0064】

一般式(3)中、R₅及びR₆が表すアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基については、一般式(1)中のR₁、R₂及びR₃が表すアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基として具体例を挙げたものを用いることができる。

【0065】

一般式(3)中、R₄及びR₇が表すアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、トリフルオロメチル基、イソプロピル基、n-ブチル基、t-ブチル基、n-ヘキシル基、2-メチルヘキシル基、ペンチル基、アダマンチル基、n-デシル基及びn-ドデ

50

シル基等を挙げることができるが、これに限定するものではない。

【0066】

また、一般式(3)中、 R_5 及び R_6 は、炭素数3以上の分岐アルキル基である場合が好ましい。

【0067】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表すアルケニル基としては、例えば、ビニル基及びアリル基等を挙げることができる。 R_4 及び R_7 が表すアルキニル基としては、例えば、エチニル基及びプロパルギル基等を挙げることができる。

【0068】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表すアルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基及びドデシルオキシ基等を挙げることができる。

10

【0069】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表すアミノ基としては、例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2-エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基、2-ピリジルアミノ基、ピペリジル基(ピペリジニル基ともいう。)及び2,2,6,6-テトラメチルピペリジニル基等を挙げることができる。

【0070】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表すシリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基及びフェニルジエチルシリル基等を挙げることができる。

20

【0071】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表すアリーラルキル基としては、ベンジル基、ナフチルメチル基及びジフェニルメチル基等を挙げることができる。

【0072】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表す芳香族炭化水素環基としては、ベンゼン環、ピフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、o-テルフェニル環、m-テルフェニル環、p-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環及びアンスラアントレン環等から導出される基を挙げることができる。

30

【0073】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表す芳香族複素環基としては、シロール環、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環、ベンズチアゾール環、ベンズオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、チエノチオフェン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環(カルバゾール環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わったものを表す)、ジベンゾシロール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、ベンゾチオフェン環やジベンゾフラン環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わった環、ベンゾジフラン環、ベンゾジチオフェン環、アクリジン環、ベンゾキノリン環、フェナジン環、フェナントリジン環、フェナントロリン環、サイクラジン環、キンドリン環、テベニジン環、キニンドリン環、トリフェノジチアジン環、トリフェノジオキサジン環、フェナントラジン環、アントラジン環、ペリミジン環、ナフトフラン環、ナフトチオフェン環、ナフトジフラン環、ナフトジチオフェン環、アントラフラン環、アントラジフラン環、アントラチオフェン環、アントラジチオフェン環、チアントレン環、フェノキサチン環、ジベンゾカルバゾール環、インドロカルバゾール環、ジチエノベンゼン環及びインドロインドール環等から導出される基等が挙げられる。

40

50

【0074】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表す非芳香族炭化水素環基としては、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル基又はシクロヘキシル基等)、シクロアルコキシ基(例えば、シクロペンチルオキシ基又はシクロヘキシルオキシ基等)、シクロアルキルチオ基(例えば、シクロペンチルチオ基又はシクロヘキシルチオ基等)、シクロヘキシルアミノスルホニル基、若しくはテトラヒドロナフタレン環、9,10-ジヒドロアントラセン環及びビフェニレン環等から導出される基等が挙げられる。

【0075】

また、一般式(3)中、 R_4 及び R_7 が表す非芳香族複素環基としては、例えば、エボキシ環、アジリジン環、チイラン環、オキセタン環、アゼチジン環、チエタン環、テトラヒドロフラン環、ジオキサラン環、ピロリジン環、ピラゾリジン環、イミダゾリジン環、オキサゾリジン環、テトラヒドロチオフェン環、スルホラン環、チアゾリジン環、 γ -カプロラクトン環、 γ -カプロラクタム環、ピペリジン環、ヘキサヒドロピリダジン環、ヘキサヒドロピリミジン環、ピペラジン環、モルホリン環、テトラヒドロピラン環、1,3-ジオキササン環、1,4-ジオキササン環、トリオキササン環、テトラヒドロチオピラン環、チオモルホリン環、チオモルホリン-1,1-ジオキシド環、ピラノース環、ジアザビシクロ[2,2,2]-オクタン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、オキサントレン環、チオキサnten環及びフェノキサチン環等から導出される基等が挙げられる。

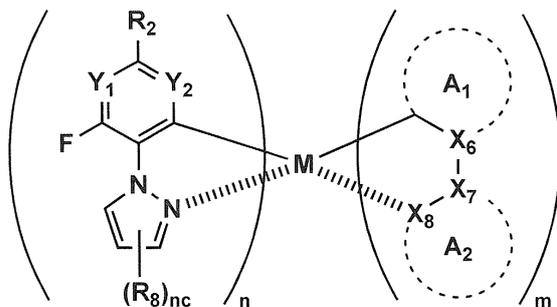
【0076】

一般式(4)で表される構造を有する有機金属錯体

本発明に係る有機金属錯体は、下記一般式(4)で表される構造を有することが好ましい。

【化12】

一般式(4)



一般式(4)中、 Y_1 はC- R_1 又はNを表し、 Y_2 はC- R_3 又はNを表し、 R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-Si R_a を表し、更に置換基を有していても良い。 R_a は、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 R_8 は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良い。 nc は、1又は2を表す。 X_6 、 X_7 及び X_8 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 A_1 及び A_2 はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。 M は、イリジウム又は白金を表す。 M がイリジウムを表す場合、 n は1~3の整数を表し、 m は0~2の整数を表し、 $m+n$ は3である。 M が白金を表す場合、 n は1又は2を表し、 m は0又は1を表し、 $m+n$ は2である。

【0077】

一般式(4)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 が表す置換基については、一般式(1)中の R_1 、 R_2 及び R_3 が表す置換基を用いることができる。

【0078】

10

20

30

40

50

一般式(4)中、 R_8 が表すハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基については、一般式(3)中の R_4 及び R_7 が表すハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基として具体例を挙げたものを用いることができる。

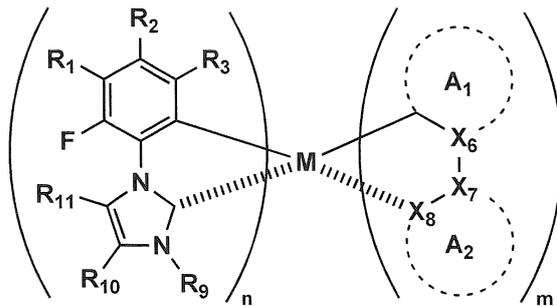
【0079】

一般式(5)で表される構造を有する有機金属錯体

本発明に係る有機金属錯体は、下記一般式(5)で表される構造を有することが好ましい。

【化13】

一般式(5)



一般式(5)中、 Y_1 はC- R_1 又はNを表し、 Y_2 はC- R_3 又はNを表し、 R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-Si R_a を表し、更に置換基を有していても良い。 R_a は、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 R_9 はアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。 R_{10} 及び R_{11} は、それぞれ独立に水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表し、更に置換基を有していても良く、 R_{10} と R_{11} が縮合して環を形成しても良い。 X_6 、 X_7 及び X_8 は、炭素原子又は窒素原子を表す。 A_1 及び A_2 はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。 M は、イリジウム又は白金を表す。 M がイリジウムを表す場合、 n は1~3の整数を表し、 m は0~2の整数を表し、 $m+n$ は3である。 M が白金を表す場合、 n は1又は2を表し、 m は0又は1を表し、 $m+n$ は2である。

【0080】

一般式(5)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 が表す置換基については、一般式(1)中の R_1 、 R_2 及び R_3 が表す置換基を用いることができる。

【0081】

一般式(5)中、 R_9 が表すアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基について、一般式(1)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 が表すアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基として具体例を挙げたものを用いることができる。

【0082】

一般式(5)中、 R_{10} 及び R_{11} が表すハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基としては、一般式(2)中の R_4 及び R_7 が表すハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基

10

20

30

40

50

、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基として具体例を挙げたものを用いることができる。

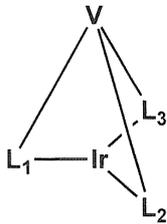
【0083】

一般式(6)で表される構造を有する有機金属錯体

本発明に係る有機金属錯体は、下記一般式(6)で表される構造を有することが好ましい。

【化14】

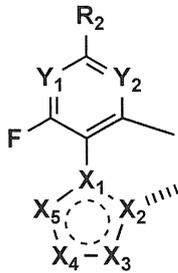
一般式(6)



式中、Vは3価の連結基を表し、L₁、L₂及びL₃と共有結合で連結している。L₁～L₃は、下記一般式(7)又は一般式(8)で表され、少なくとも一つは一般式(7)である。

【化15】

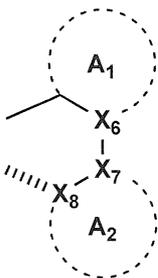
一般式(7)



一般式(7)中、Y₁はC-R₁又はNを表し、Y₂はC-R₃又はNを表し、R₁、R₂及びR₃は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は-SiRa₃を表し、更に置換基を有していても良い。Raは、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基又は非芳香族複素環基を表す。X₁及びX₂は、炭素原子又は窒素原子を表す。X₃、X₄及びX₅は、炭素原子、窒素原子、酸素原子又は硫黄原子を表す。X₁～X₅は、置換基を有してもよい5員の複素環基を形成する。

【化16】

一般式(8)



一般式(8)中、X₆、X₇及びX₈は、炭素原子又は窒素原子を表す。A₁及びA₂はそれぞれ、芳香族炭化水素環又は芳香族複素環を形成するのに必要な残基を表す。

【0084】

10

20

30

40

50

一般式(6)中、 R_1 、 R_2 及び R_3 が表す置換基については、一般式(1)中の R_1 、 R_2 及び R_3 が表す置換基を用いることができる。

【0085】

一般式(6)中、 V が表す3価の連結基としては、例えば、分岐アルキル基、置換基を有する芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基を用いることができる。

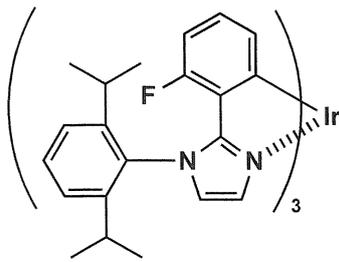
【0086】

一般式(1)～(6)で表される化合物の具体例としてBD-1～BD-120を以下に示す。

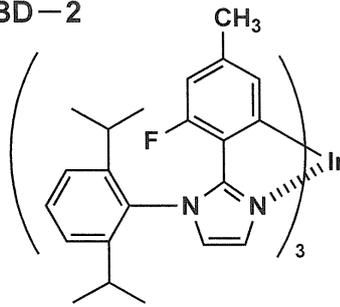
【0087】

【化17】

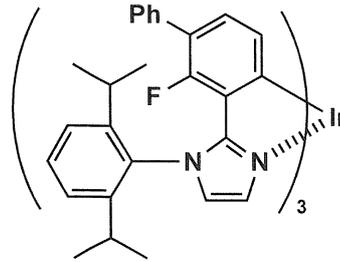
BD-1



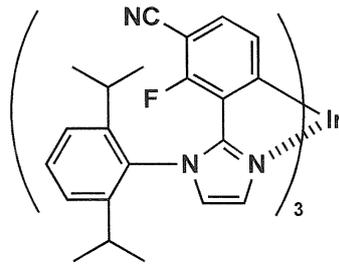
BD-2



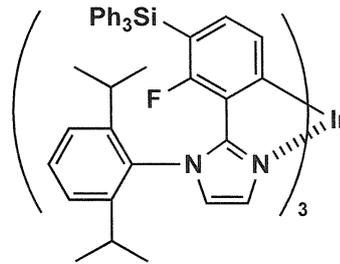
BD-3



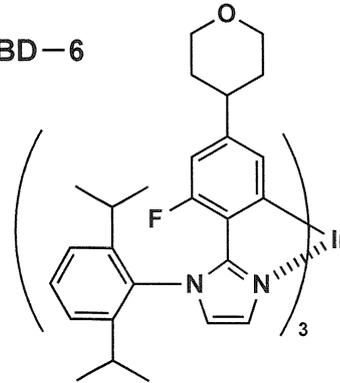
BD-4



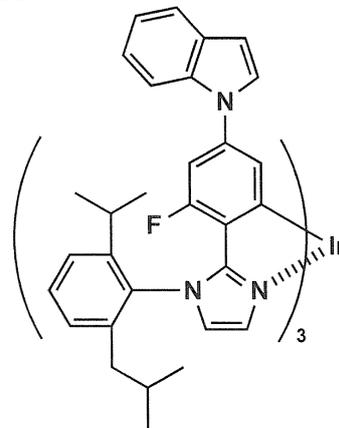
BD-5



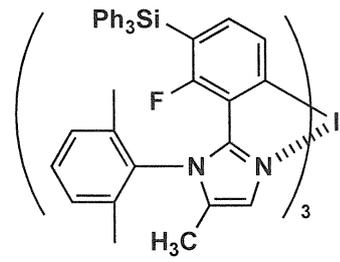
BD-6



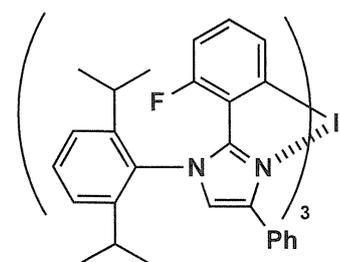
BD-7



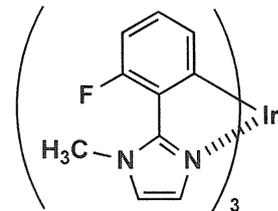
BD-8



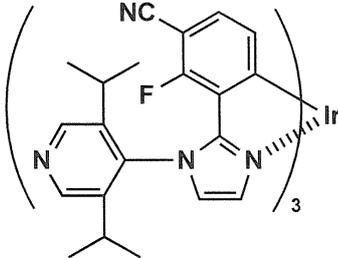
BD-9



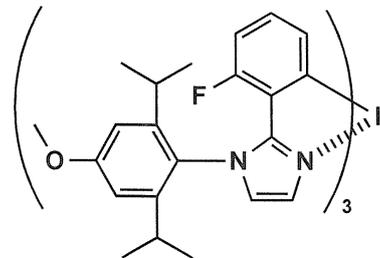
BD-10



BD-11



BD-12



【0088】

10

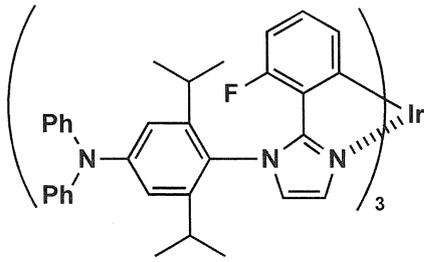
20

30

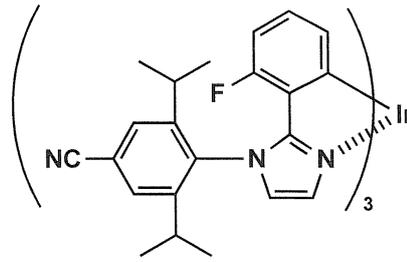
40

【化18】

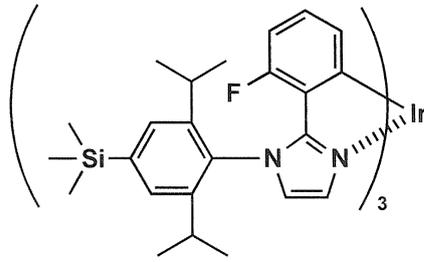
BD-13



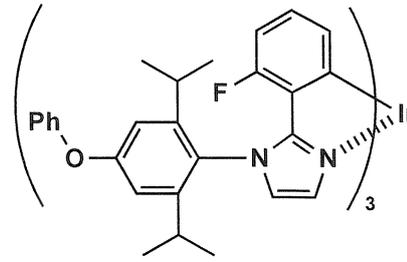
BD-14



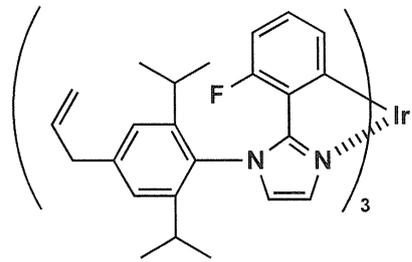
BD-15



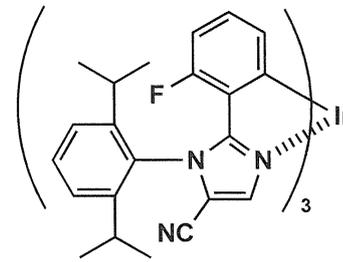
BD-16



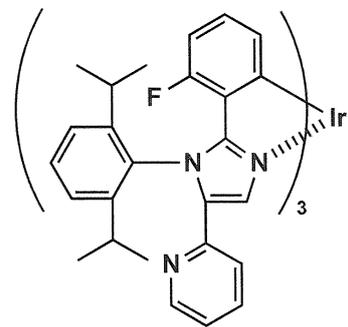
BD-17



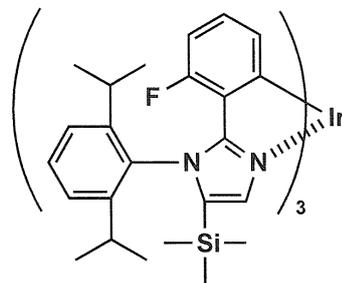
BD-18



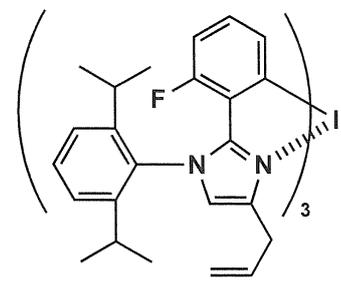
BD-19



BD-20



BD-21



【0089】

10

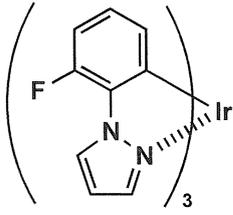
20

30

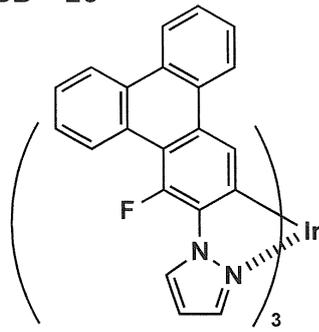
40

【化19】

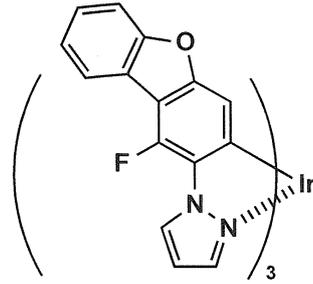
BD-22



BD-23

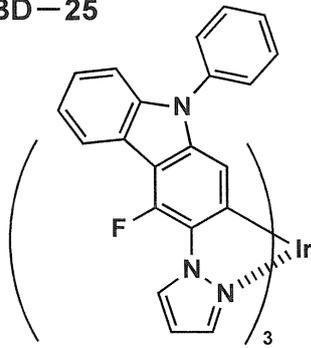


BD-24

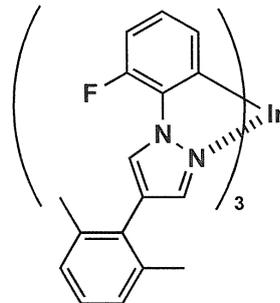


10

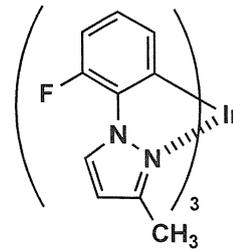
BD-25



BD-26

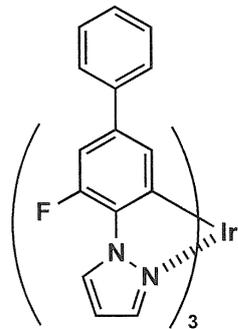


BD-27

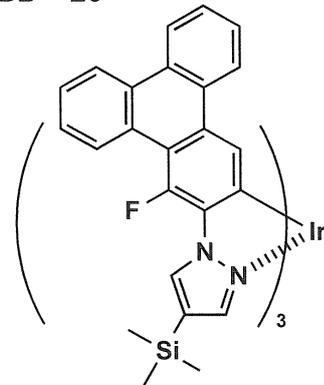


20

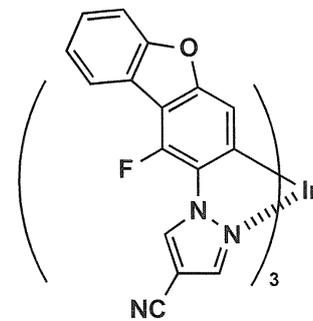
BD-28



BD-29

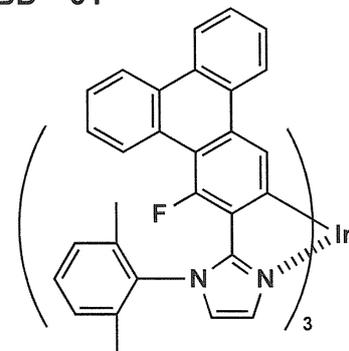


BD-30

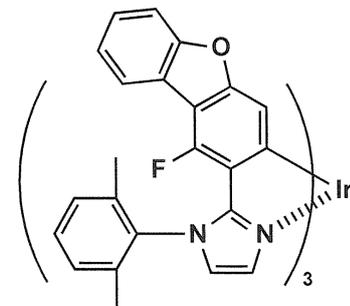


30

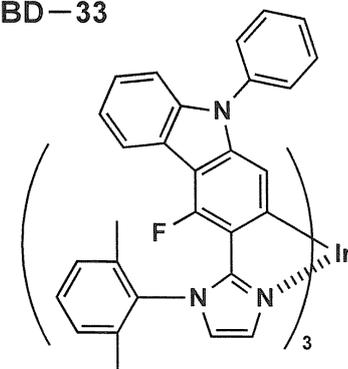
BD-31



BD-32



BD-33

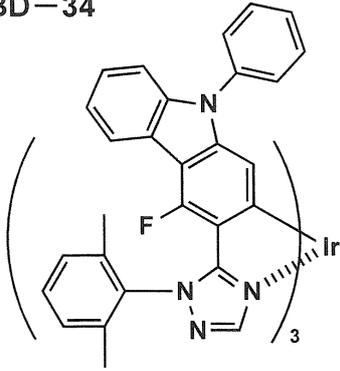


40

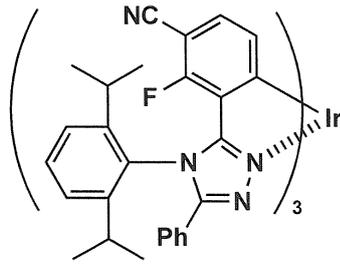
【0090】

【化 2 0】

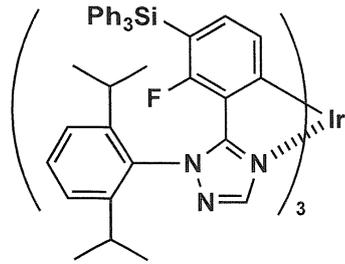
BD-34



BD-35

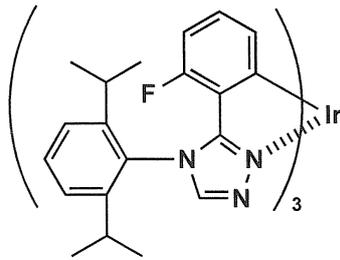


BD-36

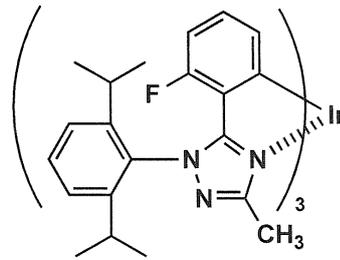


10

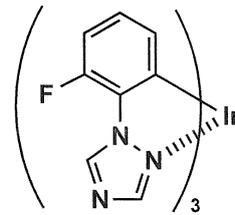
BD-37



BD-38

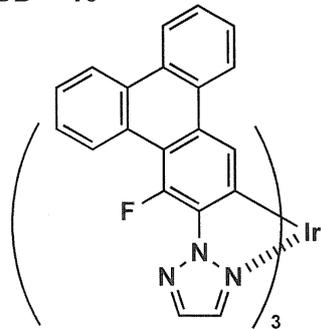


BD-39

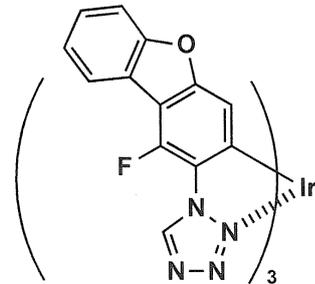


20

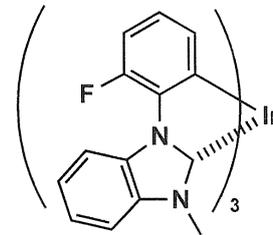
BD-40



BD-41

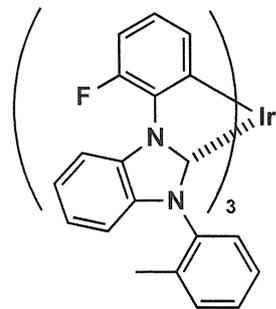


BD-42

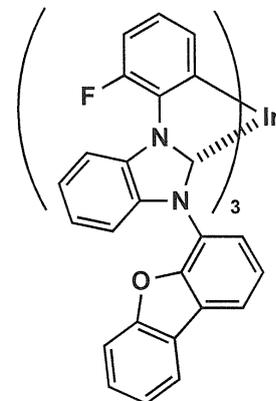


30

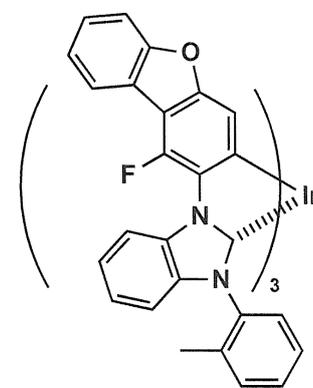
BD-43



BD-44



BD-45

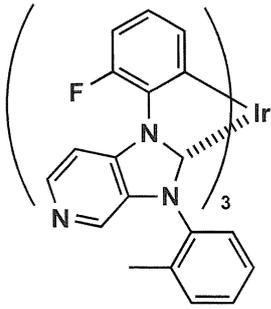


40

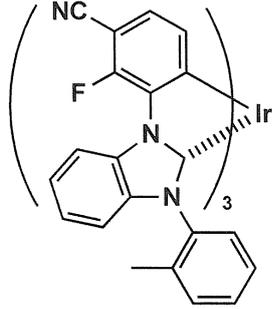
【 0 0 9 1】

【化 2 1】

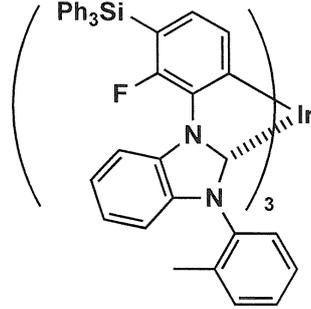
BD-46



BD-47

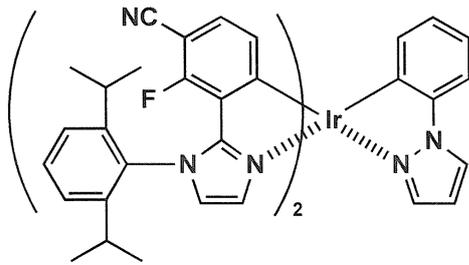


BD-48

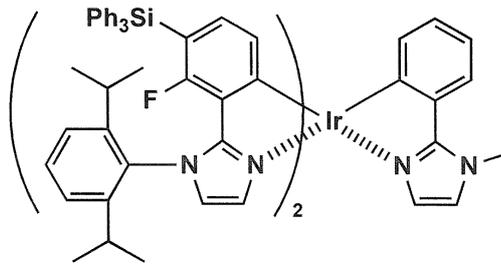


10

BD-49

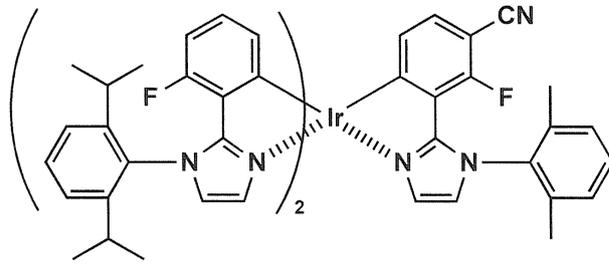


BD-50

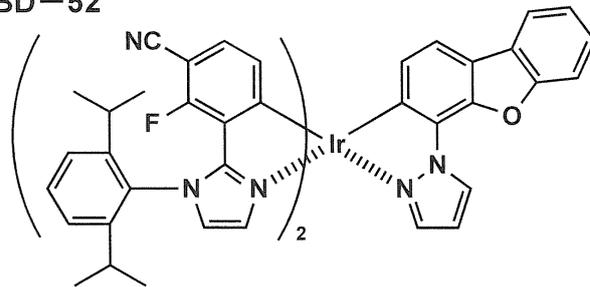


20

BD-51

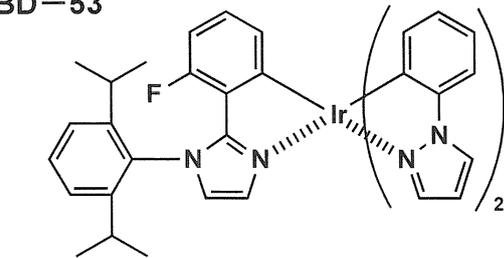


BD-52



30

BD-53

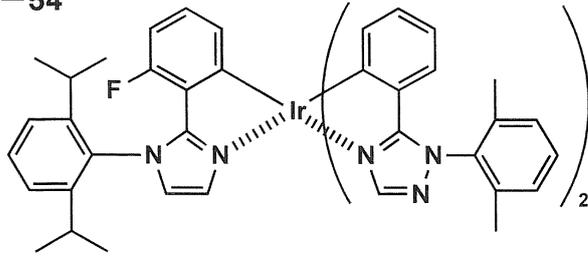


40

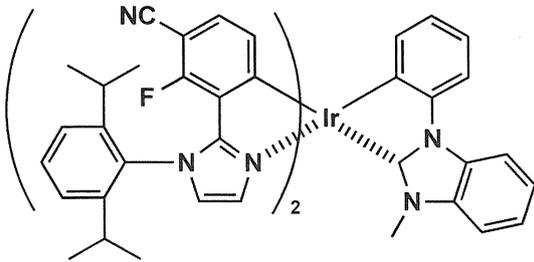
【 0 0 9 2 】

【化 2 2】

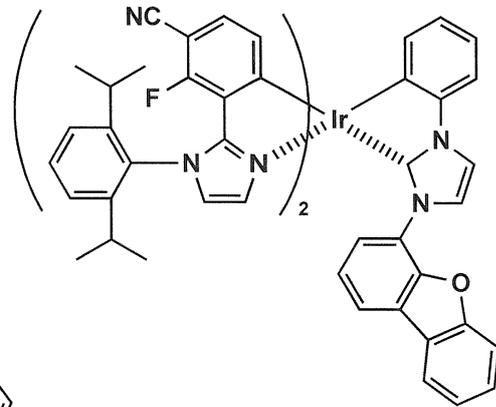
BD-54



BD-55

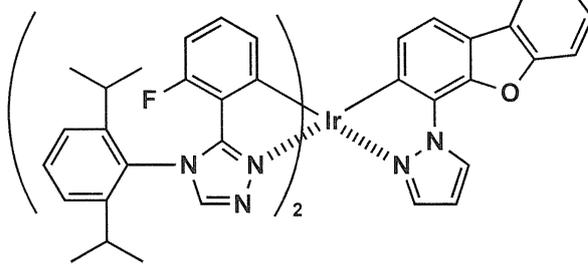


BD-56



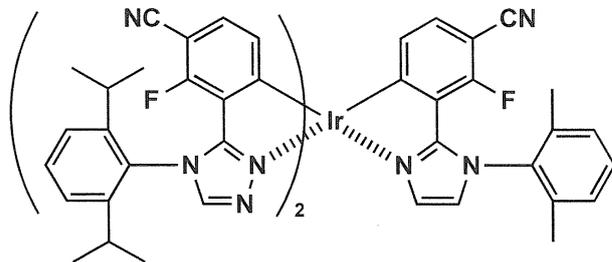
10

BD-57



20

BD-58

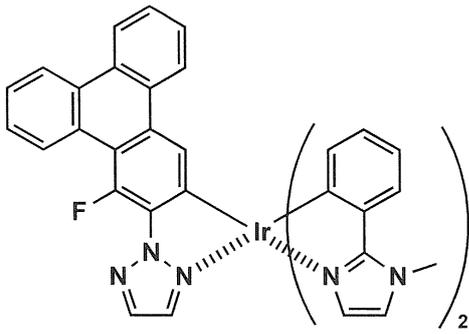


30

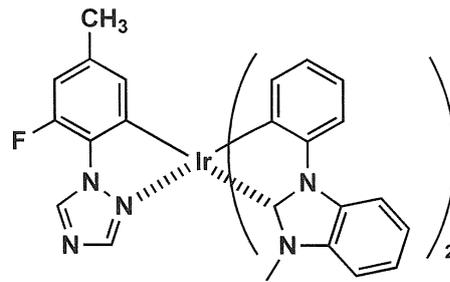
【 0 0 9 3 】

【化 2 3】

BD-59

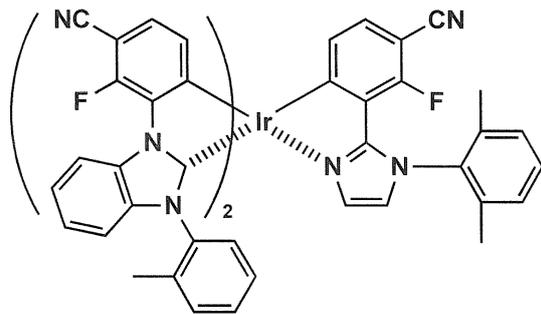


BD-60

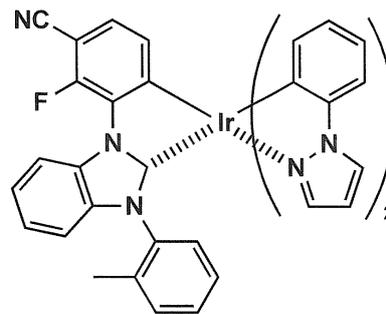


10

BD-61

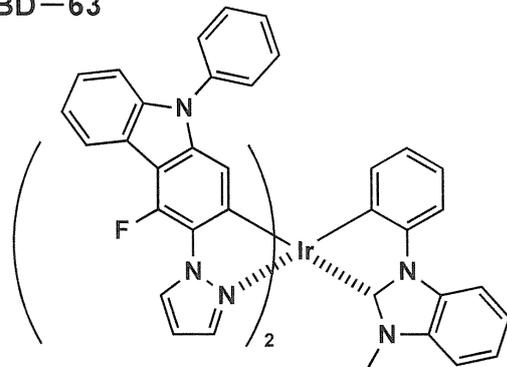


BD-62

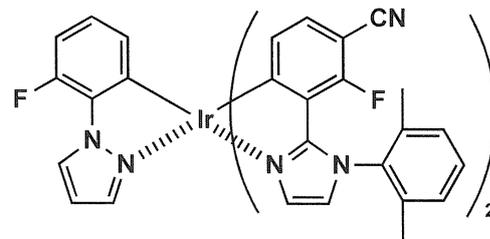


20

BD-63

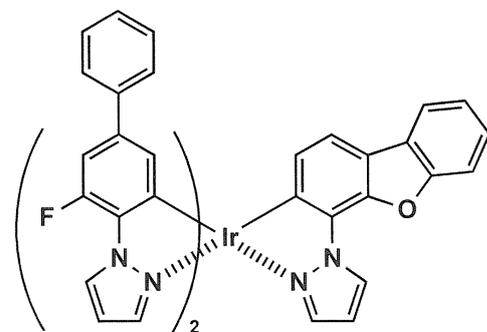


BD-64

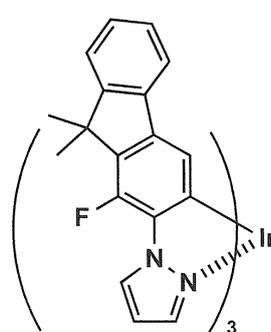


30

BD-65



BD-66

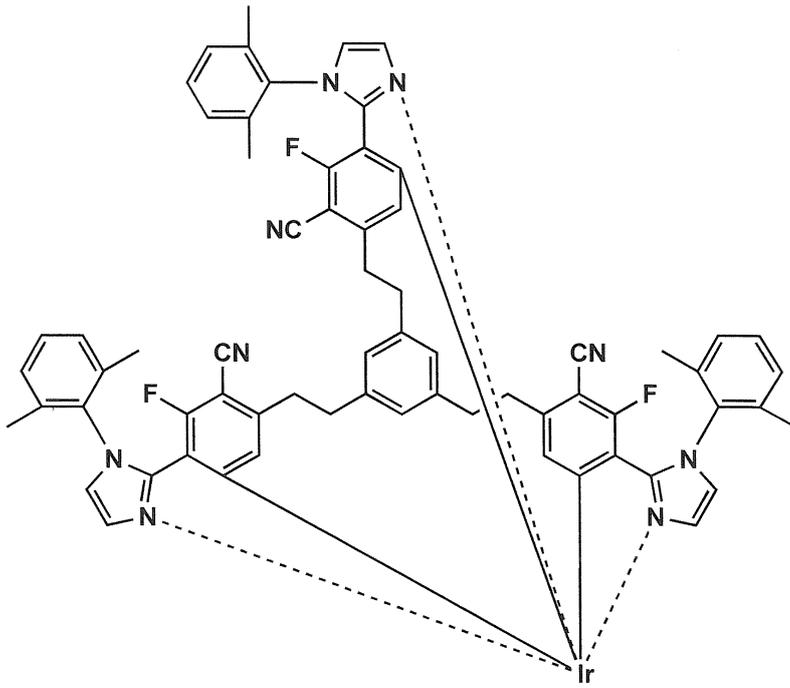


40

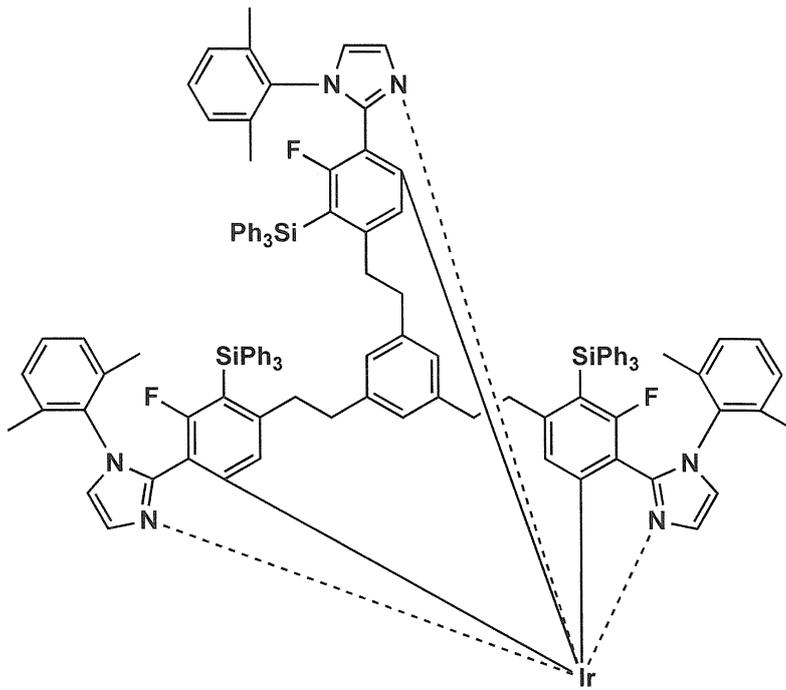
【 0 0 9 4 】

【化 2 4】

BD-67

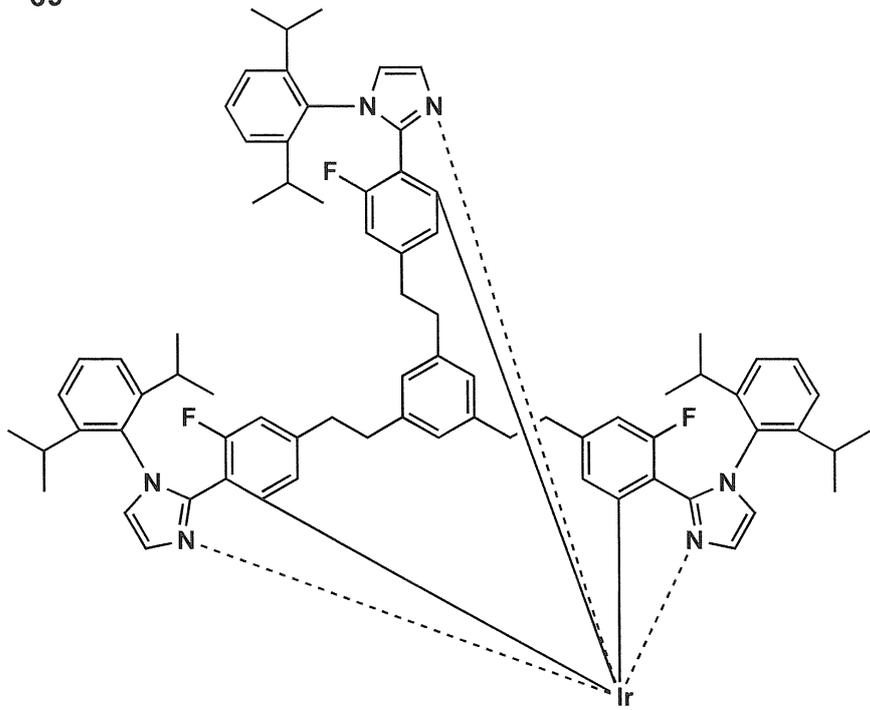


BD-68



【 0 0 9 5 】

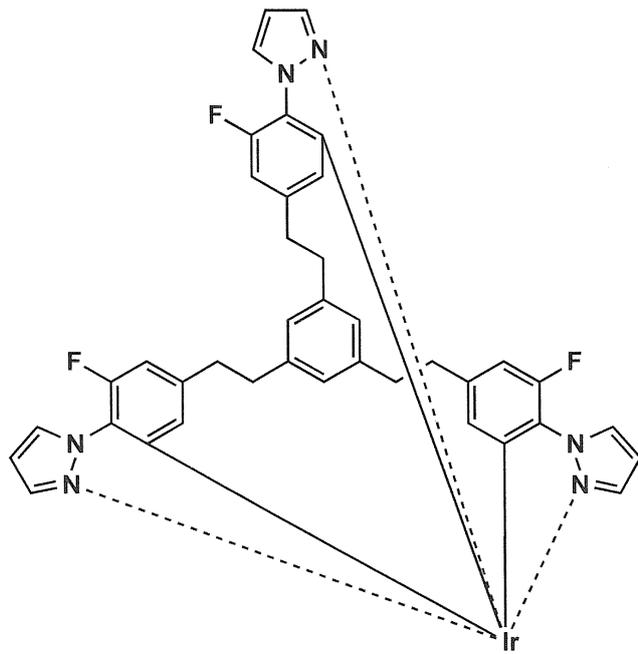
【化 2 5】
BD-69



10

20

BD-70

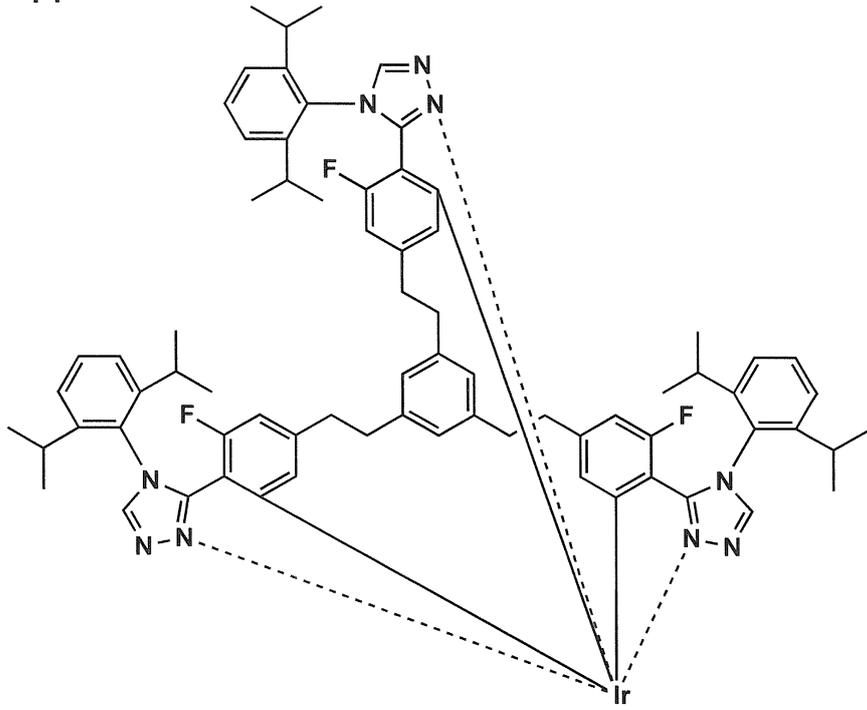


30

40

【 0 0 9 6 】

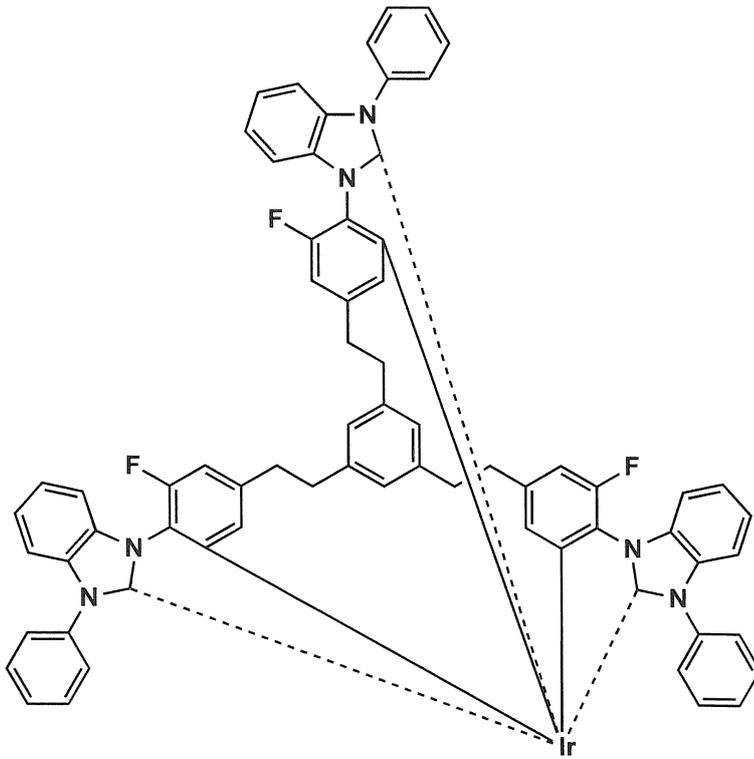
【化 2 6】
BD-71



10

20

BD-72

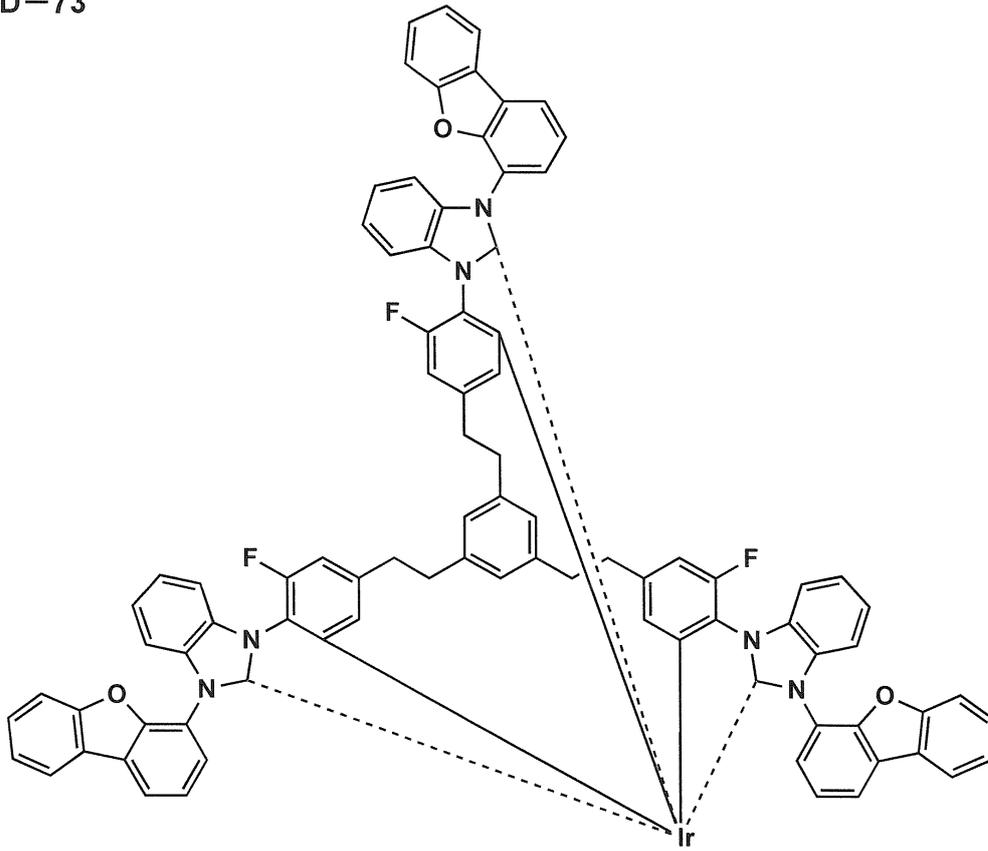


30

40

【 0 0 9 7 】

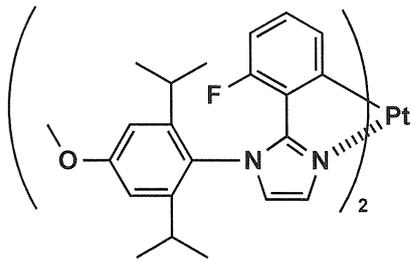
【化 27】
BD-73



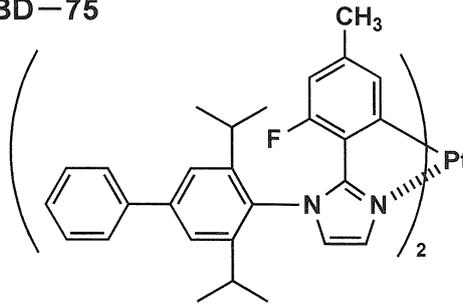
10

20

BD-74

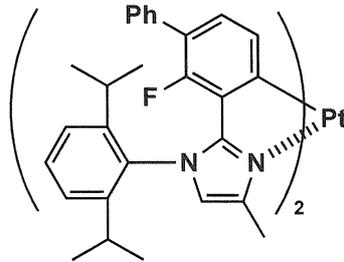


BD-75

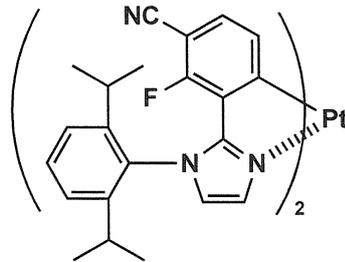


30

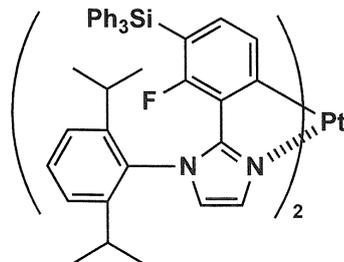
BD-76



BD-77



BD-78

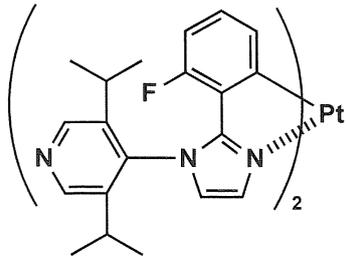


40

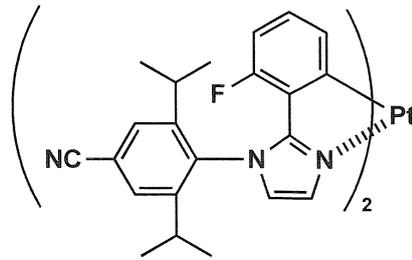
【 0 0 9 8 】

【化 2 8】

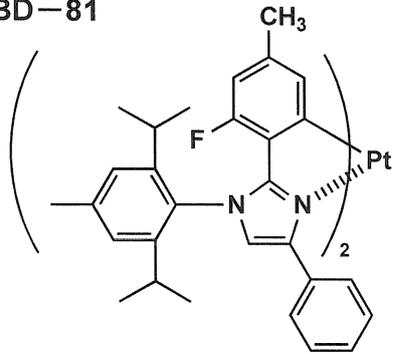
BD-79



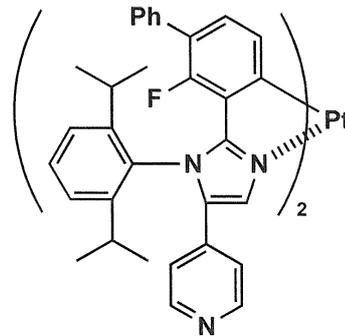
BD-80



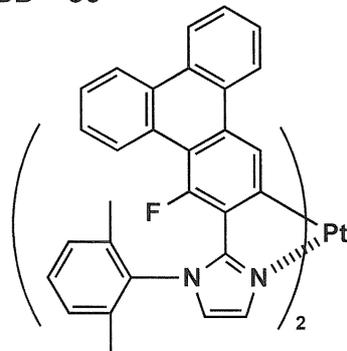
BD-81



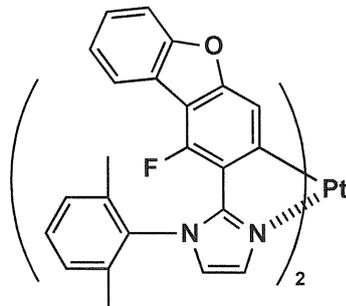
BD-82



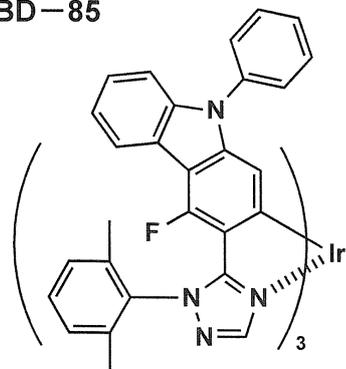
BD-83



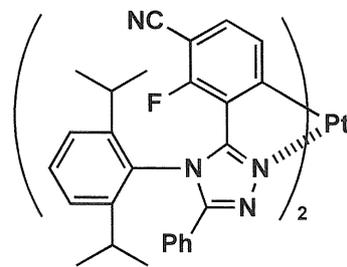
BD-84



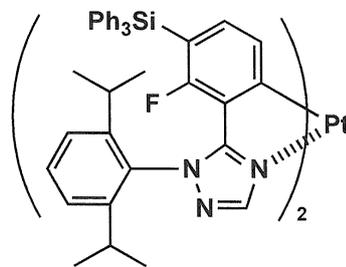
BD-85



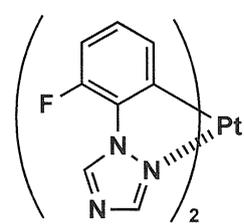
BD-86



BD-87



BD-88



【 0 0 9 9 】

10

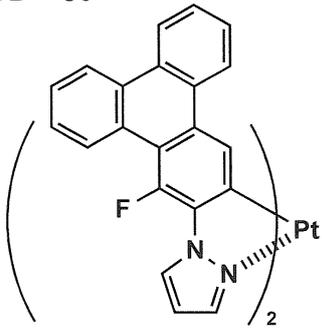
20

30

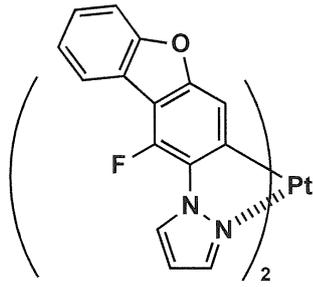
40

【化 29】

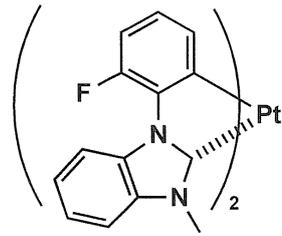
BD-89



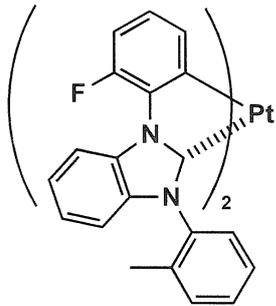
BD-90



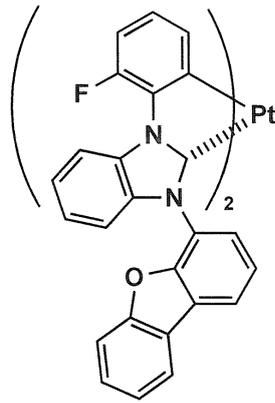
BD-91



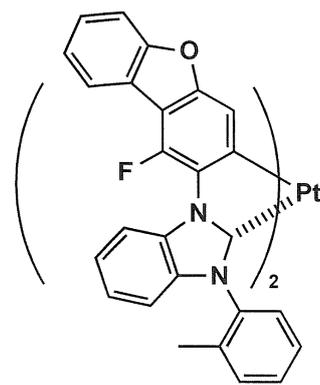
BD-92



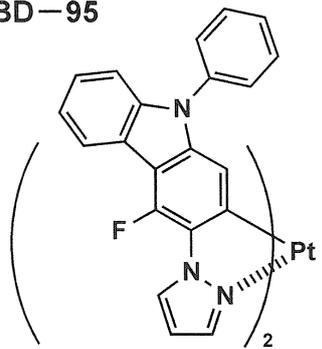
BD-93



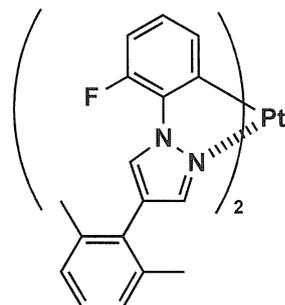
BD-94



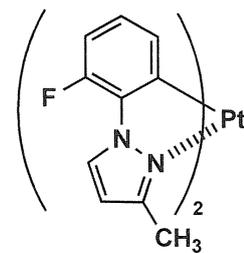
BD-95



BD-96



BD-97



【 0 1 0 0 】

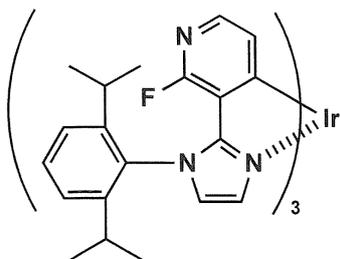
10

20

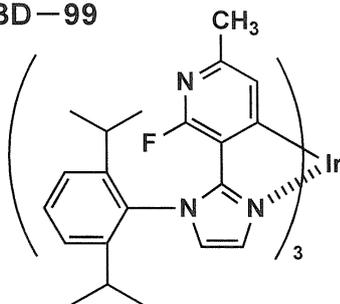
30

【化 3 0】

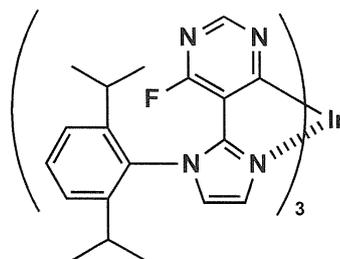
BD-98



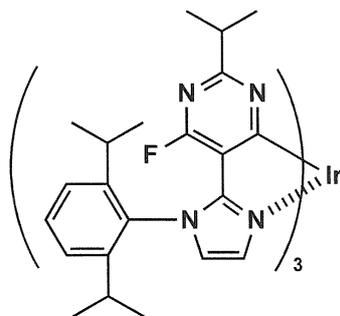
BD-99



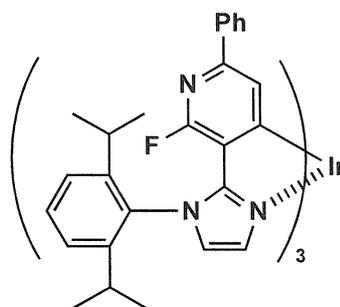
BD-100



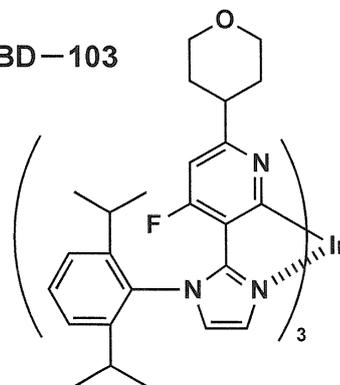
BD-101



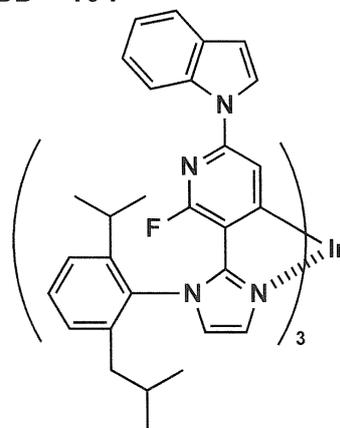
BD-102



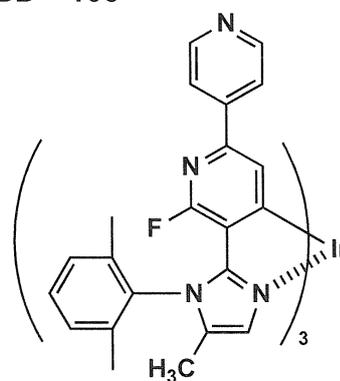
BD-103



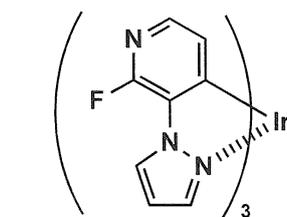
BD-104



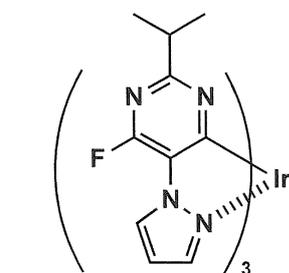
BD-105



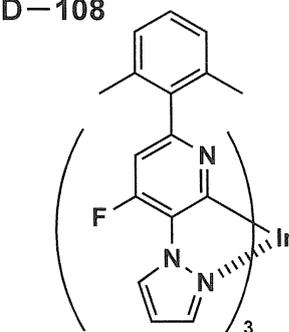
BD-106



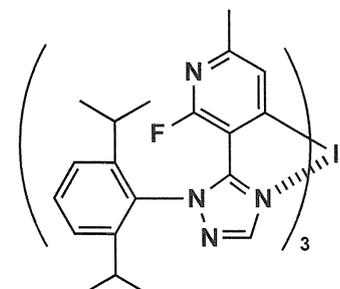
BD-107



BD-108



BD-109



【 0 1 0 1】

10

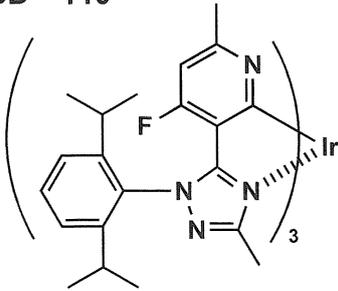
20

30

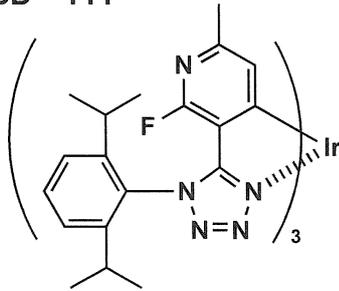
40

【化 3 1】

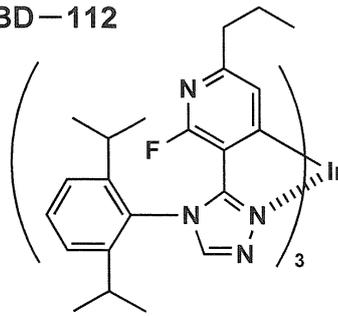
BD-110



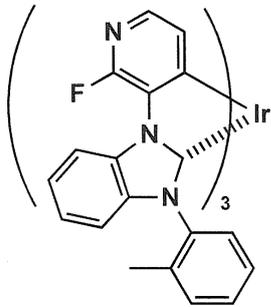
BD-111



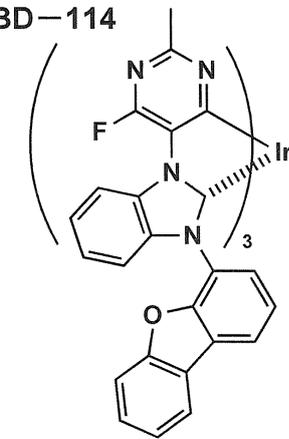
BD-112



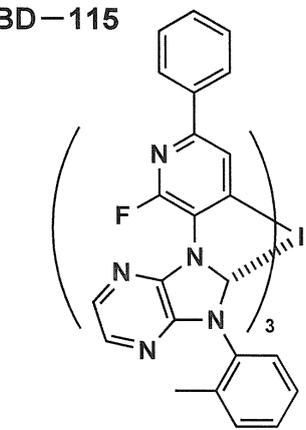
BD-113



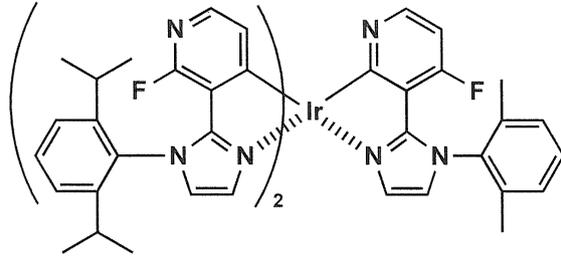
BD-114



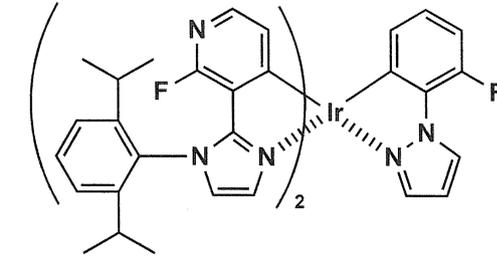
BD-115



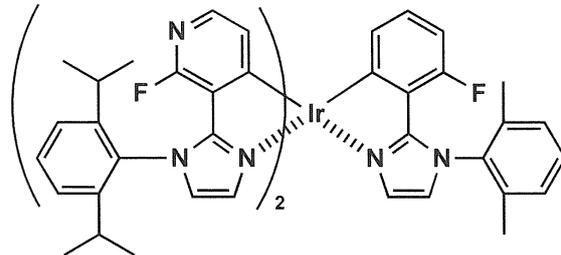
BD-116



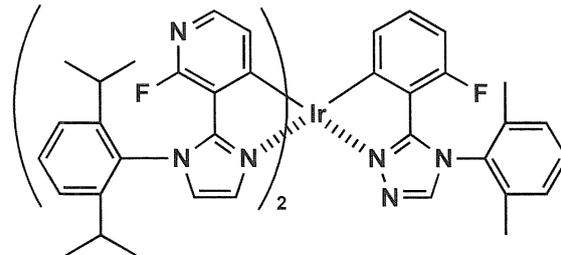
BD-117



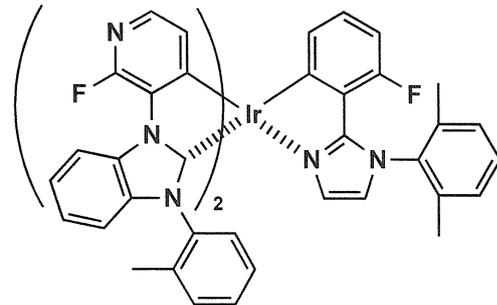
BD-118



BD-119



BD-120



【 0 1 0 2】

《有機金属錯体の合成方法》

以下に、一般式(1)~(6)で表される化合物の合成例を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。上記した具体例のうちBD-1、BD-4、BD5、BD-

10

20

30

40

50

27及びBD-69の合成方法を例にとって以下に説明する。

【0103】

[BD-1の合成方法]

BD-1は、以下の工程に従って合成できる。

【0104】

(工程1-1)

三口フラスコに、中間体Aを17.3g、中間体Bを30g、Pd(dba)₂(dba=dibenzylideneacetone)を3.2g、dppf(1,1'-Bis(diphenylphosphino)ferrocene)を3.2g、炭酸カリウム23.4g入れて、ジメトキシエタンを500ml、水を160ml入れ、窒素雰囲気下にて、14時間還流撹拌した。

10

反応終了後、室温まで冷却し、反応液を分液ロートに移して、酢酸エチルを1L投入後、水層を除去した。その後、飽和食塩水で有機層を3回洗浄し、更に有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した後、有機層をエバポレーターで除去した。この残渣をカラムクロマトグラフィー(ヘキサン/酢酸エチル=1/4)で精製し、中間体Cを13.5g得た。

【0105】

(工程1-2)

三口フラスコに、中間体Cを10g、塩化イリジウムを4.2g、エトキシエタノールを100ml、水を30ml入れ、窒素雰囲気下にて100℃で4時間加熱撹拌した。

析出した結晶をろ取り、ろ取した結晶をメタノールで洗浄して、中間体Dを7.6g得た。

20

【0106】

(工程1-3)

三口フラスコに、工程1-2で得られた中間体Dを4.0g、アセチルアセトンを2.5g、炭酸カリウムを7g、エトキシエタノールを100ml入れ、窒素雰囲気下にて80℃で5時間加熱撹拌した。

析出した結晶をろ取り、ろ取した結晶をメタノールで洗浄した後、水洗し、中間体Eを2.3g得た。

【0107】

(工程1-4)

三口フラスコに、工程1-3で得られた中間体Eを1.4g、中間体Cを0.7g、エチレングリコールを50ml入れ、窒素雰囲気下にて150℃で7時間加熱撹拌した。

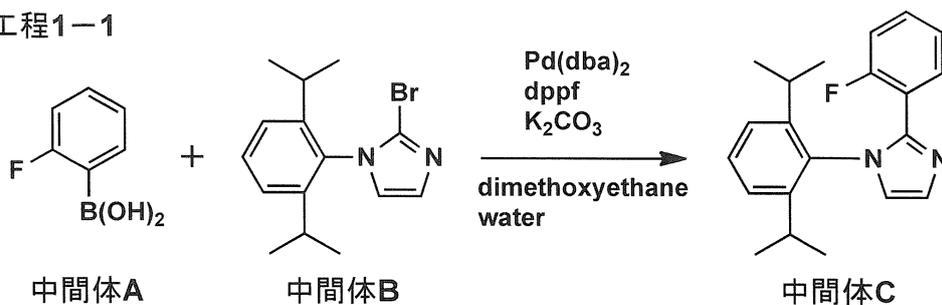
析出した結晶をろ取り、ろ取した結晶をメタノールで洗浄した後、シリカゲルクロマトグラフィーで分離精製しBD-1を0.7g得た。

30

【0108】

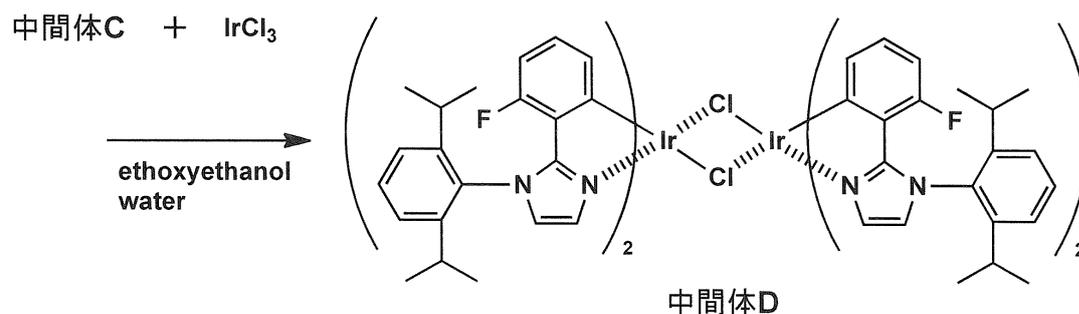
【化32】

工程1-1



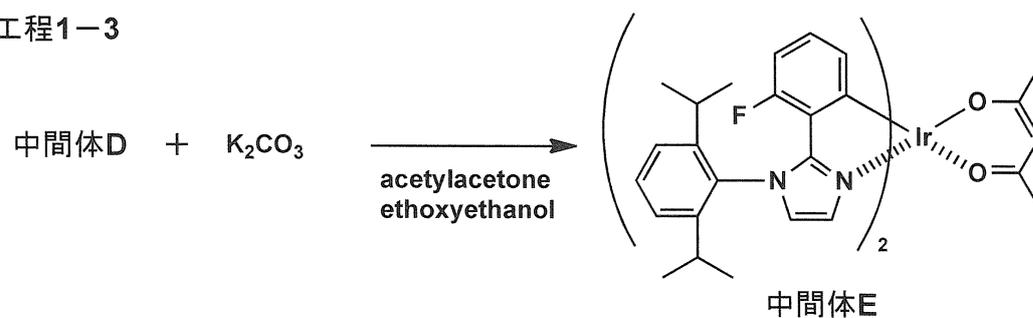
10

工程1-2



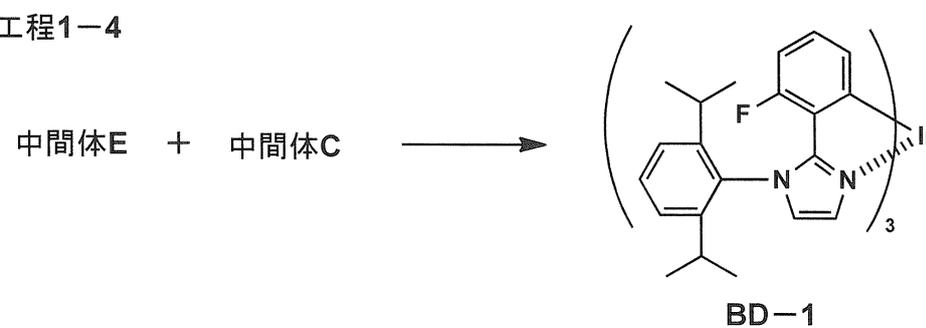
20

工程1-3



30

工程1-4



40

【0109】

[BD-4の合成方法]

BD-4は、以下の工程に従って合成できる。

【0110】

(工程4-1)

三口フラスコに、BD-1を3g入れ、DMF 20mlに溶解させた。室温で攪拌しながら、NBS (N-Bromosuccinimide) 1.5gを少しずつ加えていった。1時間攪拌後、

50

結晶が析出し、これを桐山ロートにてろ取し、更に結晶を MeOH で洗浄し、中間体 F を 2 g 得た。

【 0 1 1 1 】

(工程 4 - 2)

三口フラスコに、中間体 F を 1 g、 $Zn(CN)_2$ を 0.5 g、 $Pd(dba)_2$ を 0.03 g、Zn (亜鉛) を 0.02 g 入れ、その後 DMF 10 ml を加えた。更に窒素雰囲気下にて、 $P(t-Bu)_3$ (50 質量%トルエン溶液) を 0.5 ml 加え、130 にて 4 時間撹拌した。

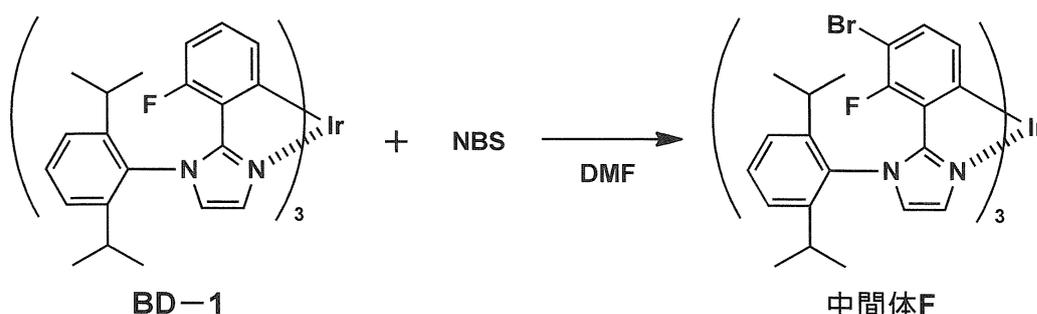
反応終了後、室温まで冷却し、反応液を分液ロートに移して、酢酸エチルを 1 L 投入後、水層を除去した。その後、飽和食塩水で有機層を 3 回洗浄し、更に有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した後、有機層をエバポレーターで除去した。この残渣をカラムクロマトグラフィー (ヘキサン / THF = 1 / 1) で精製し、BD-4 を 0.4 g 得た。

10

【 0 1 1 2 】

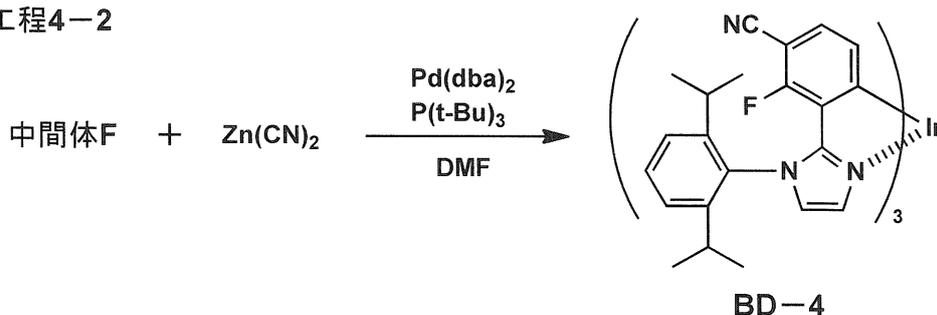
【 化 3 3 】

工程 4-1



20

工程 4-2



30

【 0 1 1 3 】

[BD - 5 の合成方法]

BD - 5 は、以下の工程に従って合成できる。

【 0 1 1 4 】

(工程 5)

三口フラスコに、中間体 F を 1 g、中間体 G を 0.8 g、 $Pd(dba)_2$ を 0.09 g 入れ、その後 NMP (N-methylpyrrolidone) 10 ml を加えた。更に窒素雰囲気下にて、 $P(t-Bu)_3$ (50 質量%トルエン溶液) を 1.0 ml 加えた。更に、リン酸カリウム 1.0 g を入れ、110 にて 5 時間撹拌した。

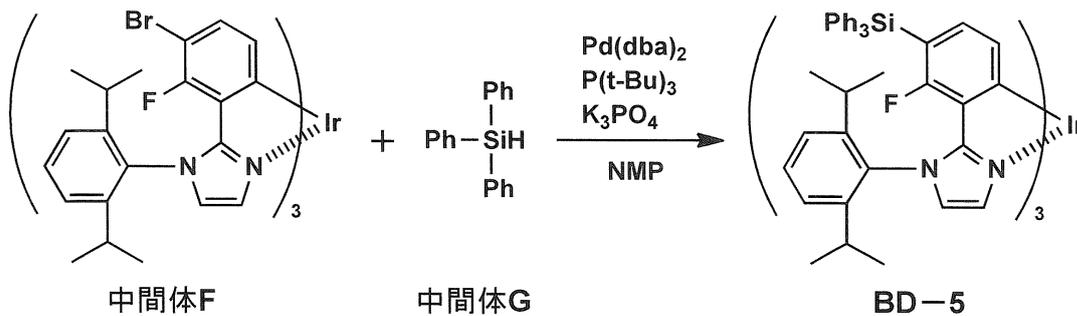
40

反応終了後、室温まで冷却し、反応液を分液ロートに移して、酢酸エチルを 1 L 投入後、水層を除去した。その後、飽和食塩水で有機層を 3 回洗浄し、更に有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した後、有機層をエバポレーターで除去した。この残渣をカラムクロマトグラフィー (ヘキサン / THF = 4 / 1) で精製し、BD - 5 を 0.55 g 得た。

【 0 1 1 5 】

【化34】

工程5



10

【0116】

[BD-27の合成方法]

BD-27は、以下の工程に従って合成できる。

【0117】

(工程27-1)

三口フラスコに、中間体Hを29g、中間体Iを15g、Cu(銅)を15g、炭酸カリウム35g入れて、DMFを500ml入れた後、窒素雰囲気下にて、160にて攪拌した。

反応終了後、室温まで冷却し、反応液を分液ロートに移して、酢酸エチル1L投入後、水層を除去した。その後、飽和食塩水で有機層を3回洗浄し、更に有機層を硫酸マグネシウム乾燥した後、有機層をエバポレーターで除去した。この残渣をカラムクロマトグラフィー(ヘキサン/酢酸エチル=1/4)で精製し、中間体Jを27.5g得た。

20

【0118】

(工程27-2)

三口フラスコに、中間体Jを10g、塩化イリジウムを4.8g、エトキシエタノールを100ml、水を30ml入れ、窒素雰囲気下にて100で4時間加熱攪拌した。

析出した結晶をろ取り、ろ取した結晶をメタノール洗浄して、中間体Kを8.5g得た。

【0119】

(工程27-3)

三口フラスコに、工程27-2で得られた中間体Kを4.0g、アセチルアセトンを2.8g、炭酸カリウムを8g、エトキシエタノールを100ml入れ、窒素雰囲気下にて80で5時間加熱攪拌した。

析出した結晶をろ取り、ろ取した結晶をメタノール洗浄した後、水洗し、中間体Lを2.7g得た。

30

【0120】

(工程27-4)

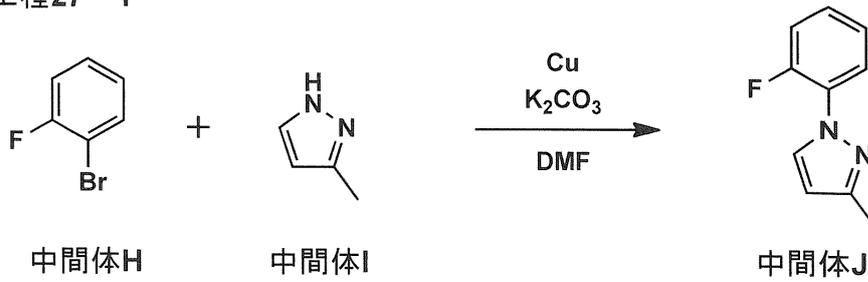
三口フラスコに、工程27-3で得られた中間体Lを1.4g、中間体Jを0.85g、エチレングリコールを50ml入れ、窒素雰囲気下にて150で7時間加熱攪拌した。

析出した結晶をろ取り、ろ取した結晶をメタノール洗浄した後、シリカゲルクロマトグラフィーで分離精製しBD-27を0.6g得た。

40

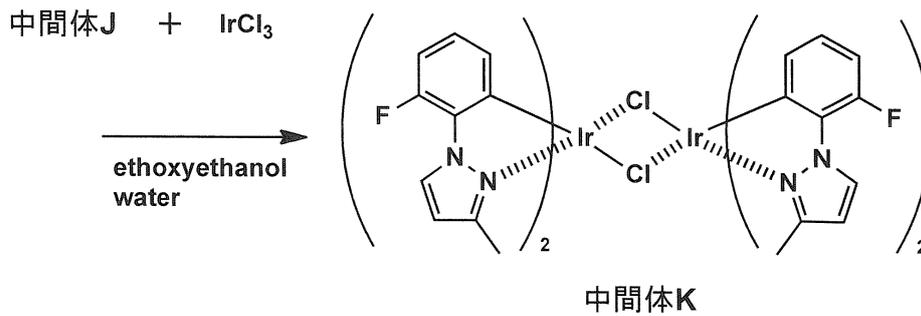
【0121】

【化35】
工程27-1



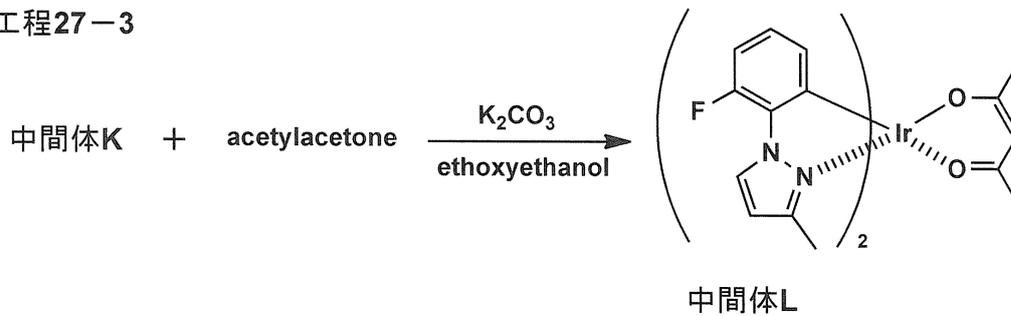
10

工程27-2



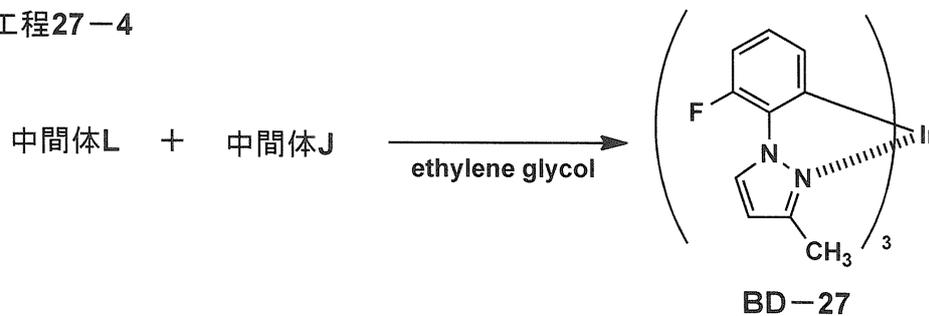
20

工程27-3



30

工程27-4



40

【0122】

[BD-69の合成方法]

BD-69は、以下の工程に従って合成できる。

【0123】

(工程69)

三口フラスコに、中間体Mを5g、Ir(acac)₃を2.6g、エチレングリコールを50ml入れ、窒素雰囲気下にて200℃で24時間加熱撹拌した。

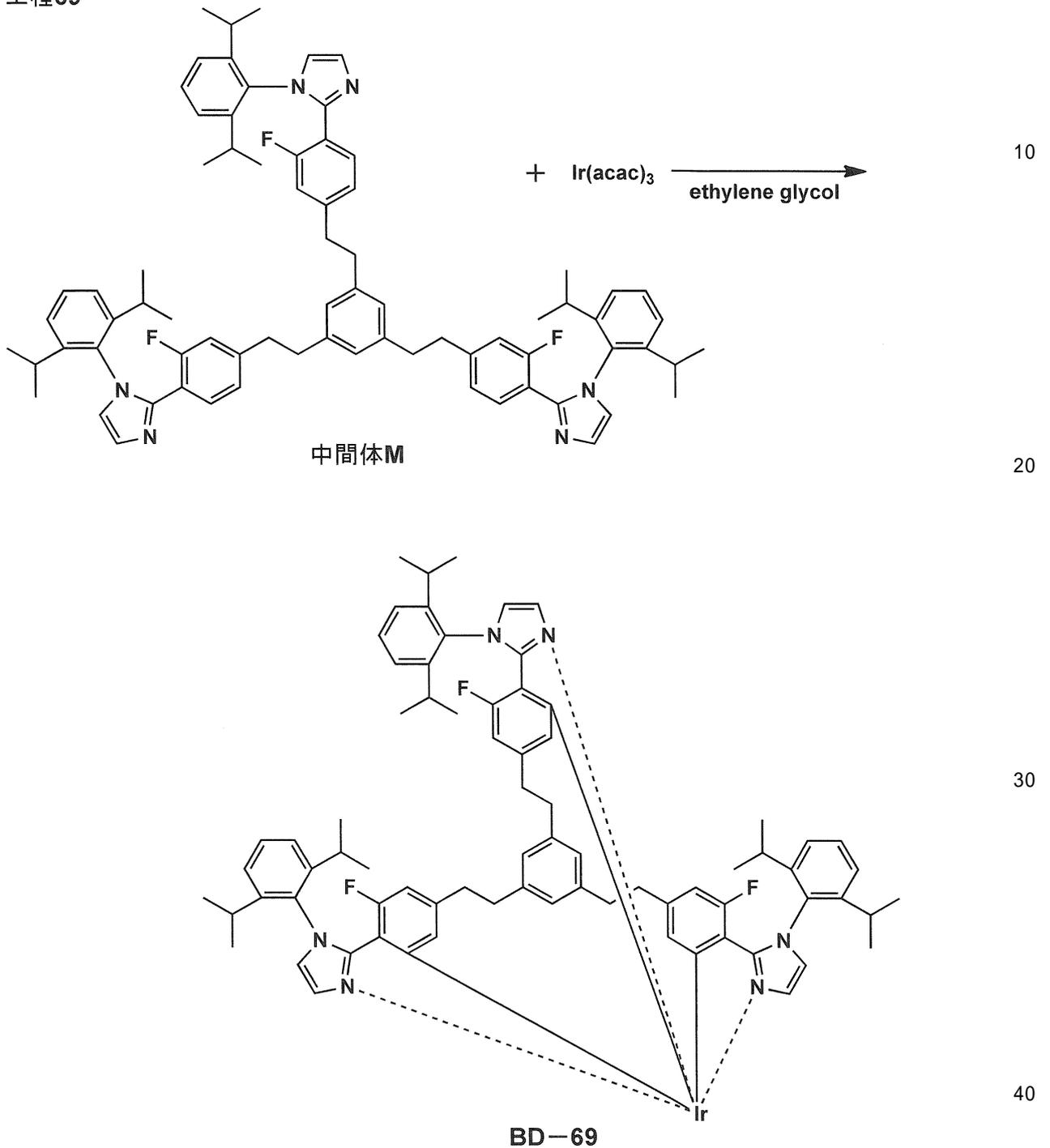
50

析出した結晶をろ取り、ろ取りした結晶をメタノール洗浄して、BD-69を1.2g得た。

【0124】

【化36】

工程69



【0125】

なお、一般式(5)で表されるBD-42~48、61、62、72、73、91~94等の合成方法については、国際公開第2011/051404号及び国際公開第2009/050281号等を参考に合成した。

【0126】

《有機EL素子の構成層》

本発明の有機EL素子において、陽極と陰極との間に挟持される各種有機層の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

【0127】

- (i) 陽極 / 発光層ユニット / 電子輸送層 / 陰極
- (ii) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層ユニット / 電子輸送層 / 陰極
- (iii) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層ユニット / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極
- (iv) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層ユニット / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極
- (v) 陽極 / 陽極バッファ層 / 正孔輸送層 / 発光層ユニット / 正孔阻止層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極

【0128】

更に、発光層ユニットは複数の発光層の間に非発光性の中間層を有していてもよく、該中間層が電荷発生層であるようなマルチフォトンユニット構成であってもよい。この場合、電荷発生層としては、ITO（インジウム・スズ酸化物）、IZO（インジウム・亜鉛酸化物）、 ZnO_2 、TiN、ZrN、HfN、 TiO_x 、 VO_x 、CuI、InN、GaN、 $CuAlO_2$ 、 $CuGaO_2$ 、 $SrCu_2O_2$ 、 LaB_6 、 RuO_2 等の導電性無機化合物層や、Au/Bi₂O₃等の二層膜や、 $SnO_2/Ag/SnO_2$ 、 $ZnO/Ag/ZnO$ 、 $Bi_2O_3/Au/Bi_2O_3$ 、 $TiO_2/TiN/TiO_2$ 及び $TiO_2/ZrN/TiO_2$ 等の多層膜並びにC₆₀等のフラレン類、オリゴチオフェン等の導電性有機物層、金属フタロシアニン類、無金属フタロシアニン類、金属ポルフィリン類及び無金属ポルフィリン類等の導電性有機化合物層等が挙げられる。

【0129】

本発明の有機EL素子における発光層としては白色発光層であることが好ましく、これらを用いた照明装置であることが好ましい。

【0130】

本発明の有機EL素子を構成する各層について以下説明する。

【0131】

《発光層》

本発明に係る発光層は、電極又は電子輸送層及び正孔輸送層から注入されてくる電子及び正孔が再結合して発光する層であり、発光する部分は発光層の層内であっても発光層と隣接層との界面であってもよい。

【0132】

発光層の膜厚の総和は特に制限はないが、膜の均質性や、発光時に不必要な高電圧を印加することを防止し、かつ、駆動電流に対する発光色の安定性向上の観点から、好ましくは2nm～5μmの範囲に調整され、更に好ましくは2～200nmの範囲に調整され、特に好ましくは5～100nmの範囲に調整される。

【0133】

発光層の作製には、後述する発光性ドーパントやホスト化合物を用いて、例えば、真空蒸着法又は湿式法（ウェットプロセスともいい、例えば、スピコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法及びLB法（ラングミュア・プロジェクト（Langmuir-Blodgett法））等を挙げることができる。）等により成膜して形成することができる。なお、本発明に係る6座配位型オルトメタルイリジウム錯体を発光層の材料として用いる場合、ウェットプロセスにて成膜することが好ましい。

【0134】

本発明の有機EL素子の発光層には、発光性ドーパント（リン光ドーパント（リン光発光性ドーパント、リン光発光性ドーパント基ともいう。）や蛍光ドーパント等）化合物と、発光性ホスト化合物とを含有することが好ましい。

【0135】

(1) 発光性ドーパント

発光性ドーパント（「発光ドーパント」、「ドーパント化合物」、単に「ドーパント」ともいう。）としては、蛍光ドーパント（蛍光性化合物ともいう。）、リン光ドーパント

10

20

30

40

50

(リン光発光体、リン光性化合物、リン光発光性化合物等ともいう。)を用いることができ、具体的には、前述の一般式(1)~(6)で表される有機金属錯体を用いることができる。

【0136】

(1.1)リン光ドーパント

本発明に係るリン光ドーパント(「リン光発光性ドーパント」、「リン光発光ドーパント」ともいう。)は、励起三重項からの発光が観測される化合物であり、具体的には室温(25)にてリン光発光する化合物であり、リン光量子収率が、25において0.01以上の化合物であると定義されるが、好ましいリン光量子収率は0.1以上である。

【0137】

上記リン光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398頁(1992年版、丸善)に記載の方法により測定できる。溶液中でのリン光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に係るリン光ドーパントは、任意の溶媒のいずれかにおいて上記リン光量子収率(0.01以上)が達成されればよい。

【0138】

リン光ドーパントの発光の原理は、二種類挙げられる。一つは、キャリアが輸送されるホスト化合物上でキャリアの再結合が起こって発光性ホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをリン光ドーパントに移動させることでリン光ドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型である。もう一つは、リン光ドーパントがキャリアトラップとなり、リン光ドーパント上でキャリアの再結合が起こり、リン光ドーパントからの発光が得られるというキャリアトラップ型である。いずれの場合においても、リン光ドーパントの励起状態のエネルギーは、発光性ホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

【0139】

(1.2)蛍光ドーパント

蛍光ドーパント(「蛍光性化合物」ともいう。)としては、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフエン系色素又は希土類錯体系蛍光体等や、レーザー色素に代表される蛍光量子収率が高い化合物が挙げられる。

【0140】

(1.3)従来公知のドーパントとの併用

また、本発明に係る発光性ドーパントは、複数種の化合物を併用して用いてもよく、構造の異なるリン光ドーパント同士の組み合わせや、リン光ドーパントと蛍光ドーパントを組み合わせ用いてもよい。

【0141】

ここで、発光性ドーパントとして、本発明に係る一般式(1)で表される有機金属錯体と併用して用いてもよい従来公知の発光性ドーパントの具体例としてD-1~D-47を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【0142】

10

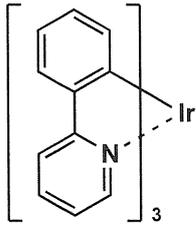
20

30

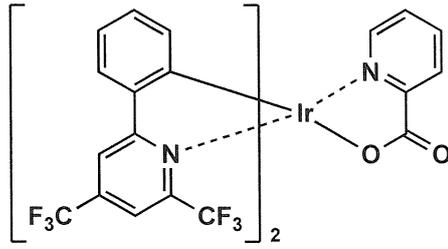
40

【化 3 7】

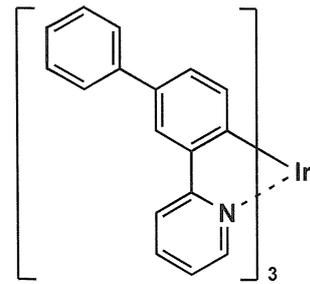
D-1



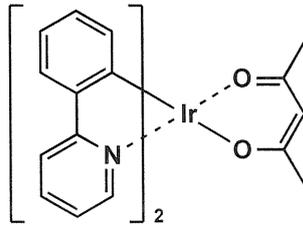
D-2



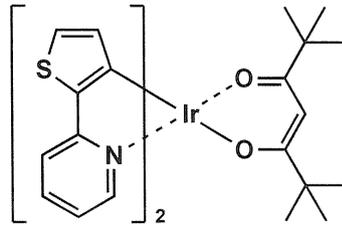
D-3



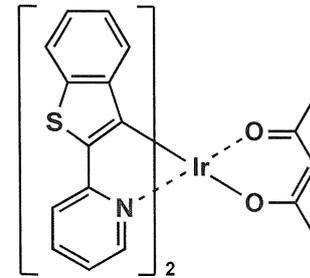
D-4



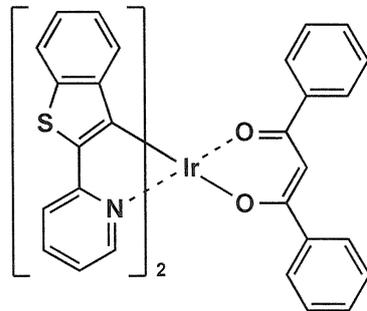
D-5



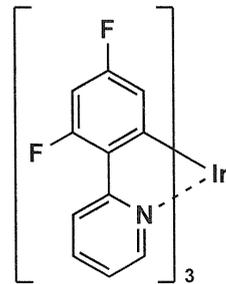
D-6



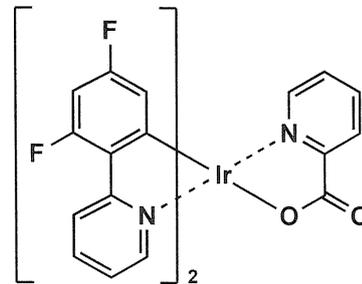
D-7



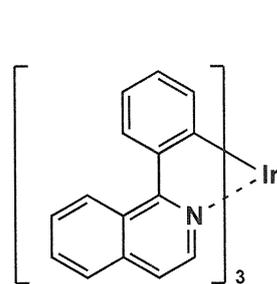
D-8



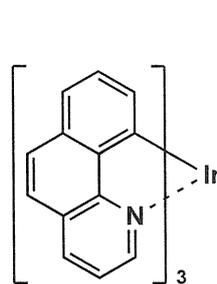
D-9



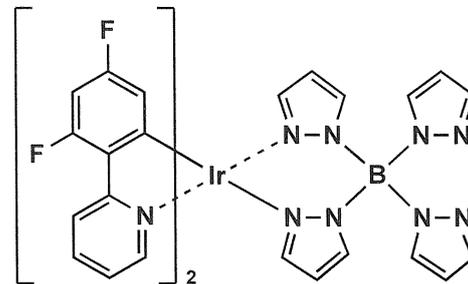
D-10



D-11



D-12



【 0 1 4 3】

10

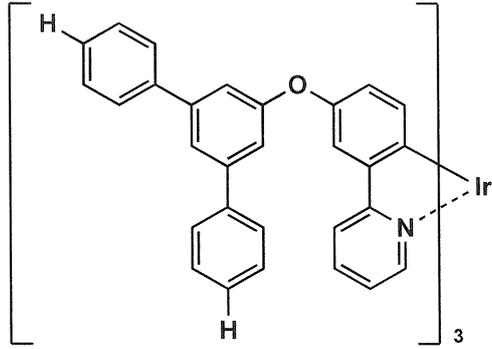
20

30

40

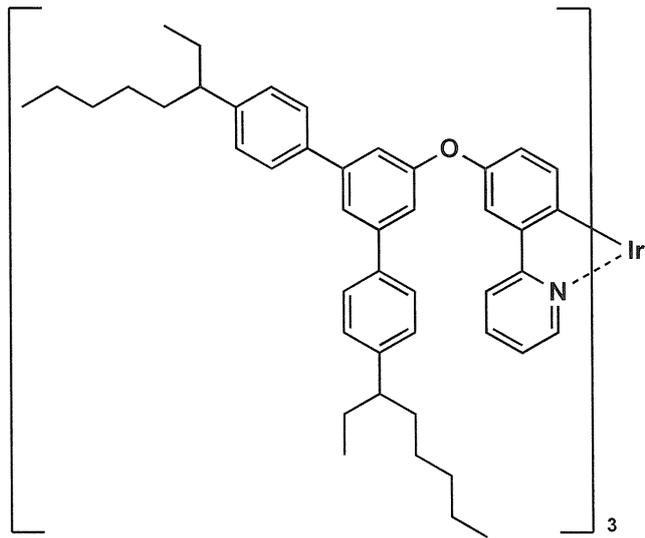
【化 3 8】

D-13



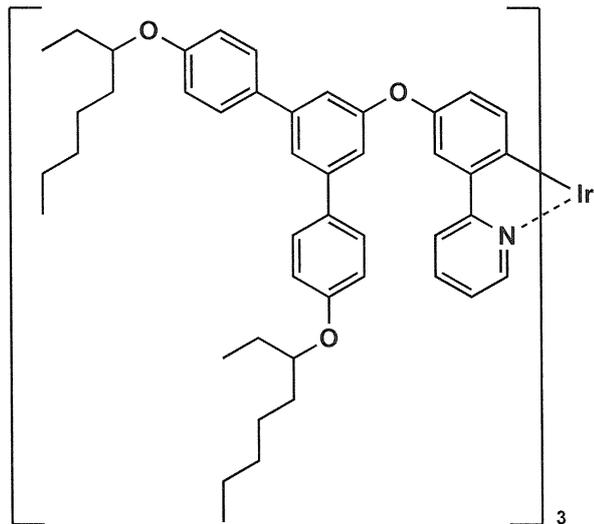
10

D-14



20

D-15



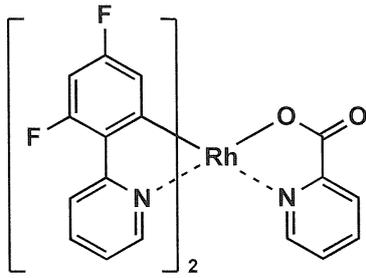
30

40

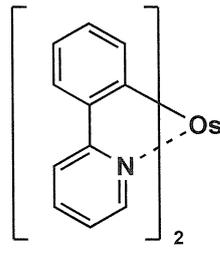
【 0 1 4 4】

【化40】

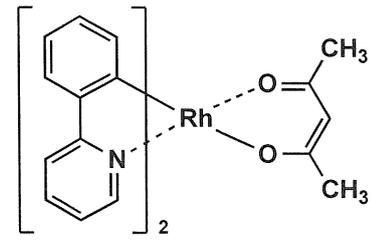
D-21



D-22

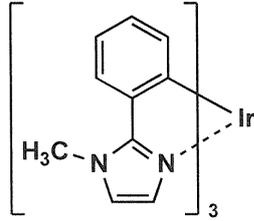


D-23

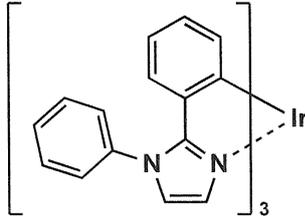


10

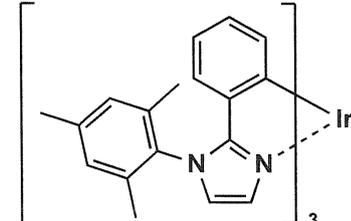
D-24



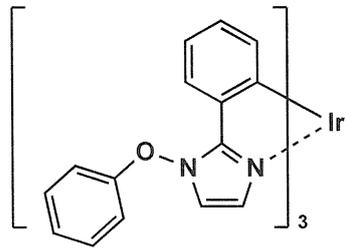
D-25



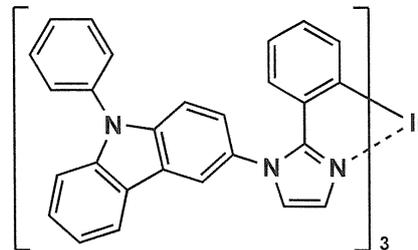
D-26



D-27

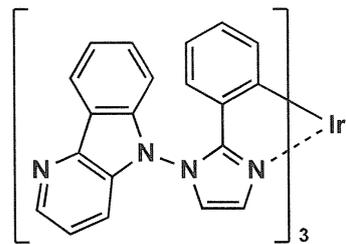


D-28

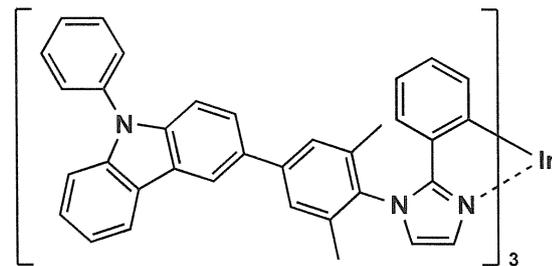


20

D-29

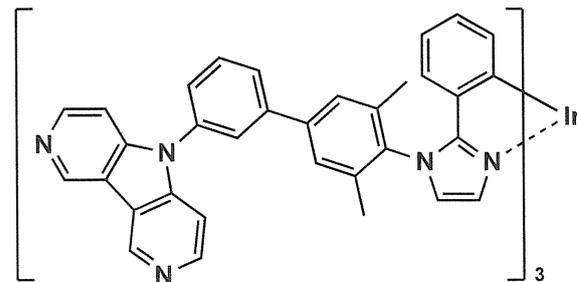


D-30



30

D-31

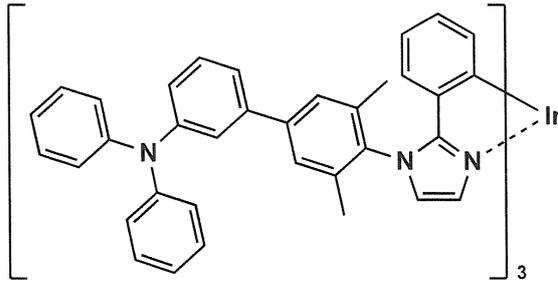


40

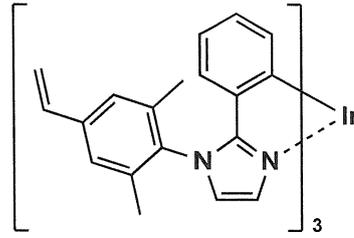
【0146】

【化 4 1】

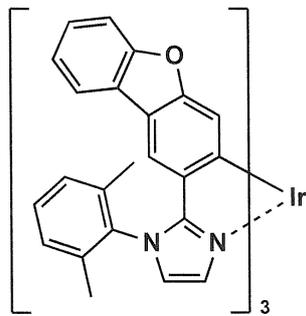
D-32



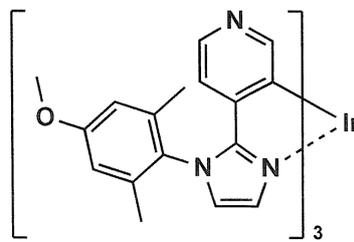
D-33



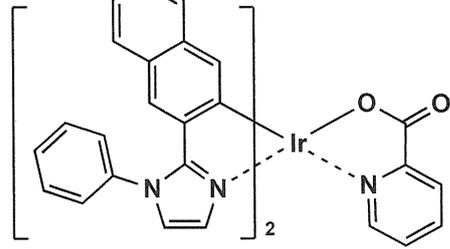
D-34



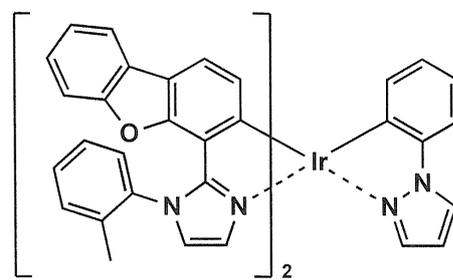
D-35



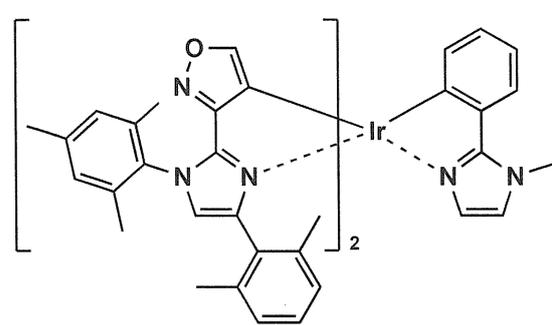
D-36



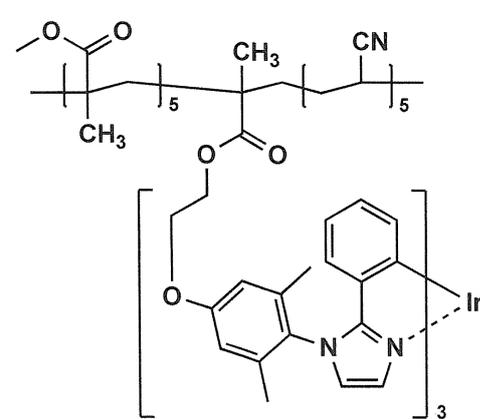
D-37



D-38



D-39



【 0 1 4 7 】

10

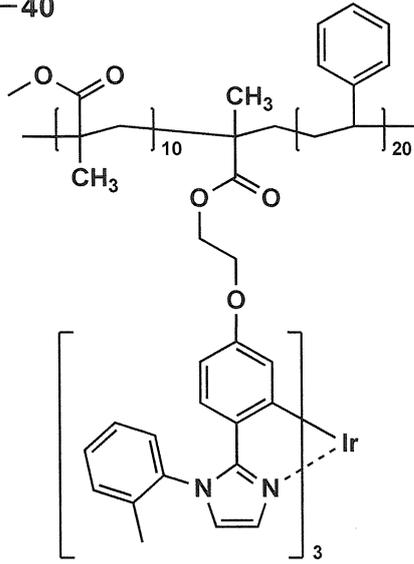
20

30

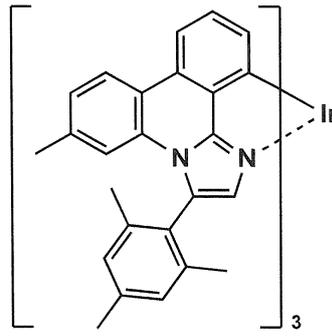
40

【化 4 2】

D-40

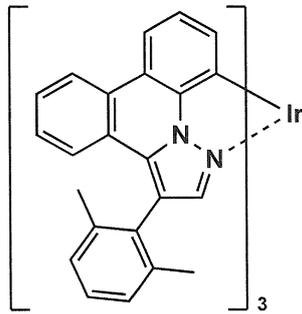


D-41

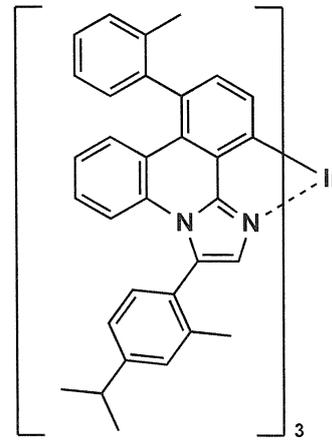


10

D-42



D-43



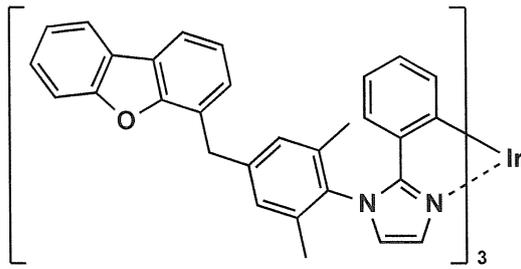
20

30

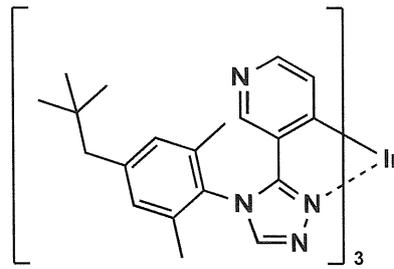
【 0 1 4 8 】

【化43】

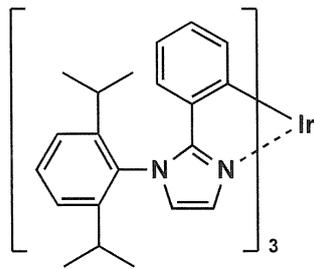
D-44



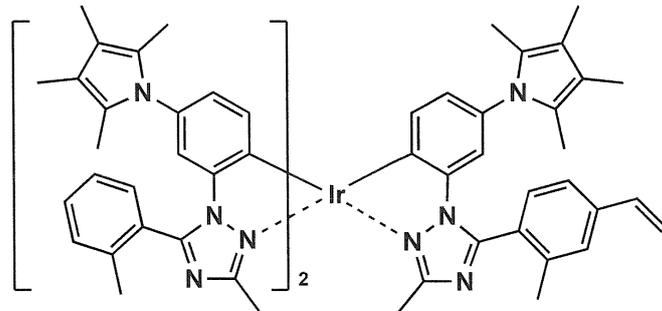
D-45



D-46



D-47



10

20

【0149】

(2) 発光性ホスト化合物

本発明において発光性ホスト化合物（「発光性ホスト」、「発光ホスト」、「ホスト化合物」ともいう。）は、発光層に含有される化合物の中で、その層中での質量比が20%以上であり、かつ、室温（25℃）においてリン光発光のリン光量子収率が、0.1未満の化合物と定義される。好ましくはリン光量子収率が0.01未満である。また、発光層に含有される化合物の中で、その層中での質量比が20%以上であることが好ましい。

【0150】

本発明に用いることができる発光性ホストとしては、特に制限はなく、従来有機EL素子で用いられる化合物を用いることができる。代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、カルボリン誘導体及びジアザカルバゾール誘導体（ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の少なくとも一つの炭素原子が窒素原子で置換されているものを表す。）等が挙げられる。

30

【0151】

本発明に用いることができる公知の発光性ホスト化合物としては正孔輸送能又は電子輸送能を有しつつ、かつ、発光の長波長化を防ぎ、なおかつ高T_g（ガラス転移温度）である化合物が好ましい。

40

【0152】

また、本発明においては、従来公知の発光性ホスト化合物を単独で用いてもよく、複数種併用して用いてもよい。発光性ホスト化合物を複数種用いることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することができる。また、前記リン光ドープメントとして用いられる本発明の有機金属錯体及び/又は従来公知の化合物を複数種用いることで、異なる発光色を混ぜることが可能となり、これにより任意の発光色を得ることができる。

【0153】

また、本発明に用いられる発光性ホスト化合物としては、低分子化合物でも、繰り返し単位をもつ高分子化合物でもよく、ビニル基やエポキシ基のような重合性基を有する低分

50

子化合物（重合性発光ホスト）でもよく、このような化合物を一種又は複数種用いても良い。

【0154】

公知の発光性ホスト化合物の具体例としては、以下の文献に記載の化合物が挙げられる。例えば、特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334787号公報、同2002-15871号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同2002-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報及び同2002-308837号公報等に記載されている化合物が挙げられる。

10

【0155】

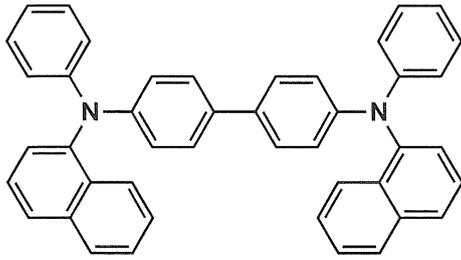
以下、本発明の有機EL素子の発光層の発光性ホスト化合物として用いられる具体例（OC-1～OC-32）を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

20

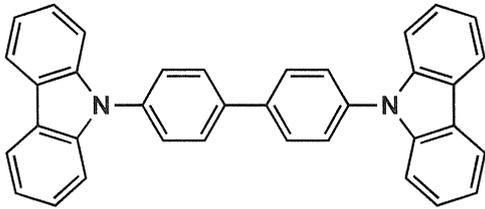
【0156】

【化 4 4】

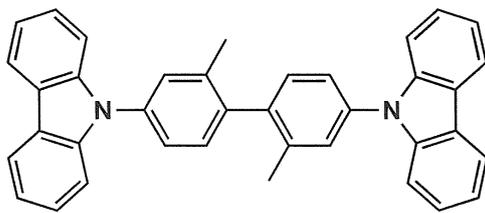
OC-1



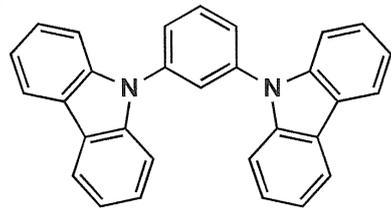
OC-3



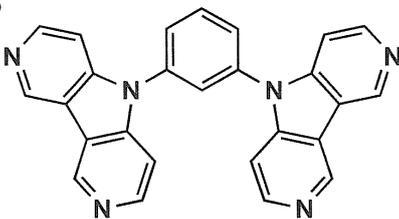
OC-4



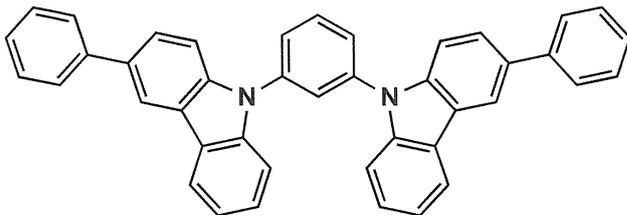
OC-6



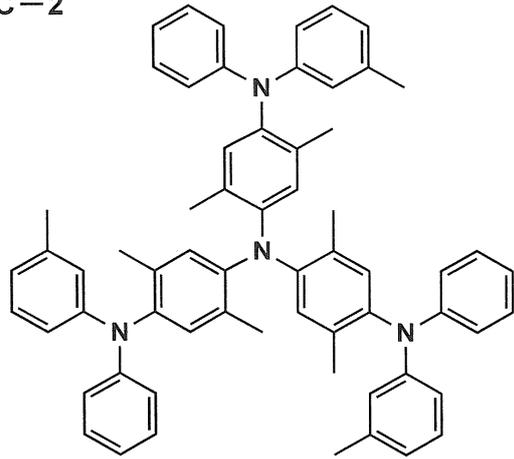
OC-8



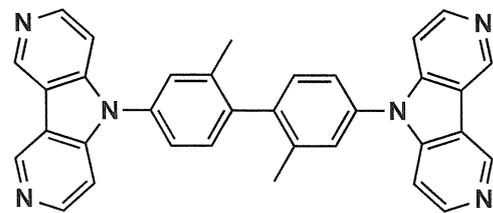
OC-10



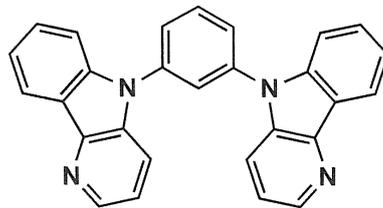
OC-2



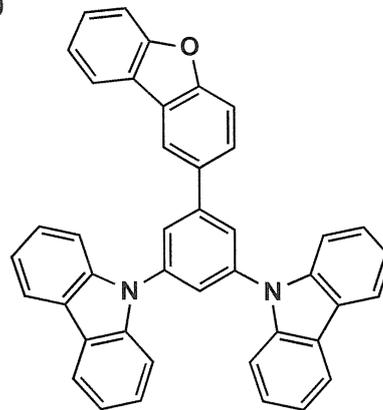
OC-5



OC-7



OC-9



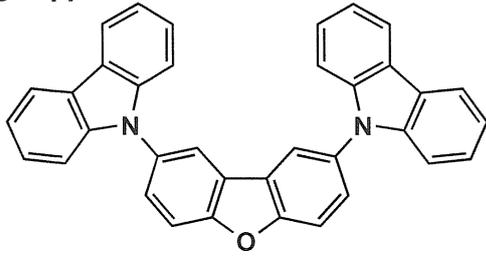
10

20

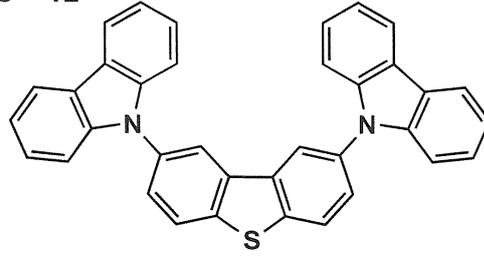
30

40

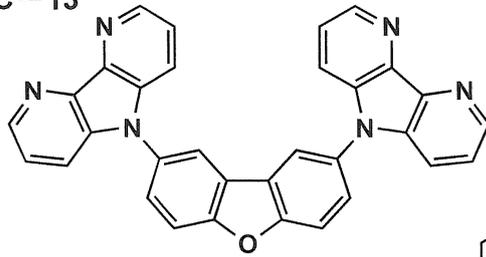
【化 4 5】
OC-11



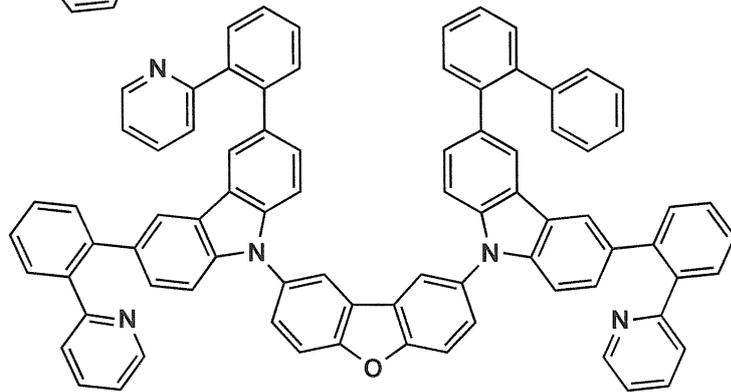
OC-12



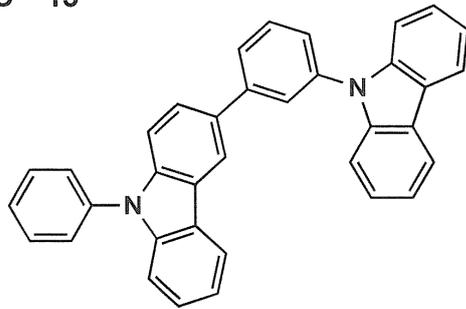
OC-13



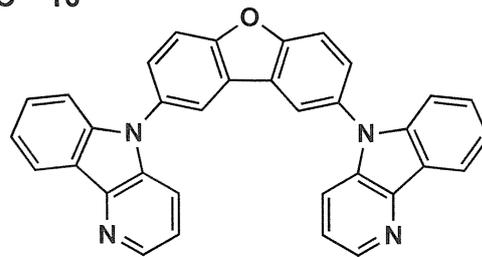
OC-14



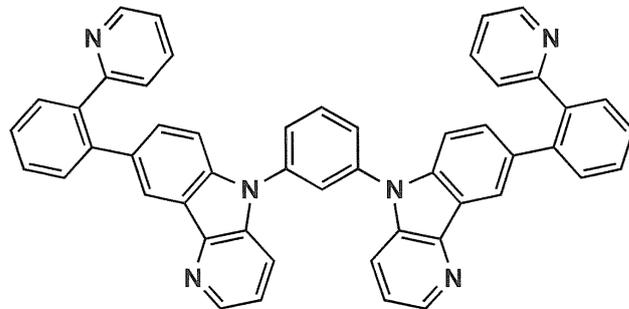
OC-15



OC-16



OC-17



【 0 1 5 8 】

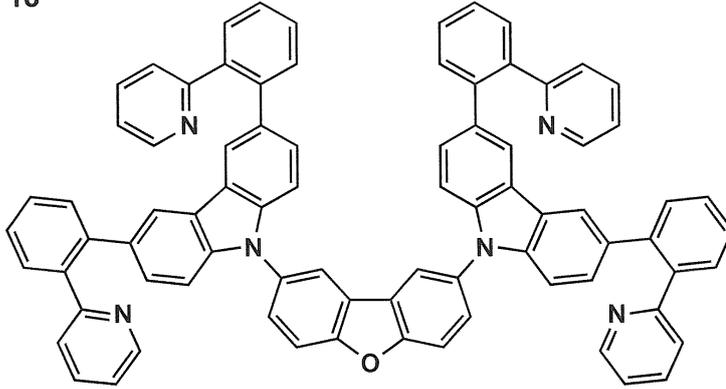
10

20

30

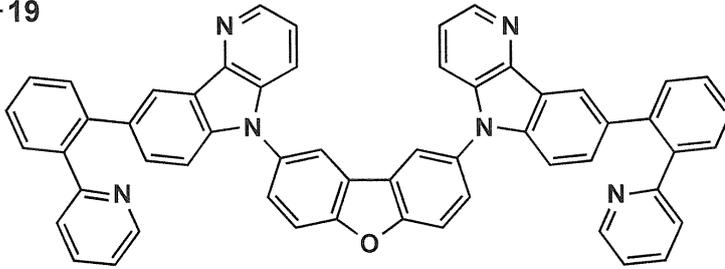
40

【化 4 6】
OC-18



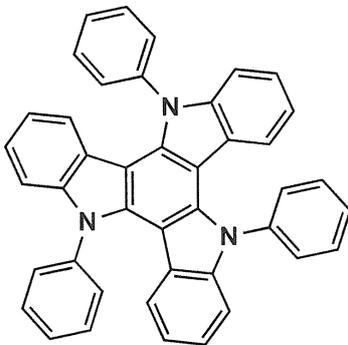
10

OC-19

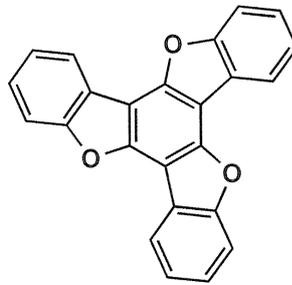


20

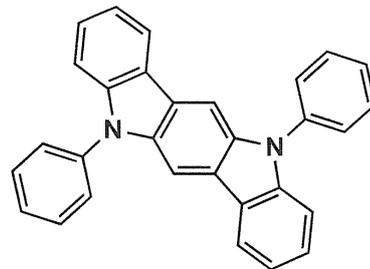
OC-20



OC-21

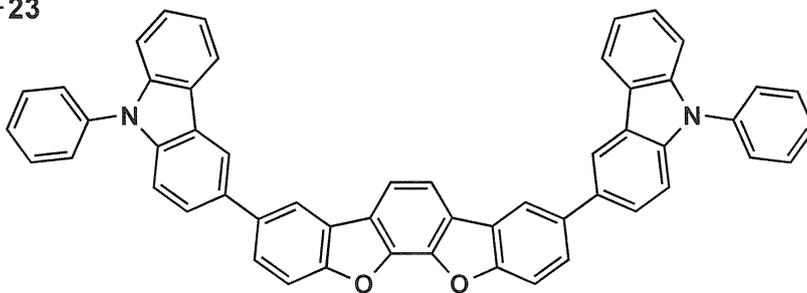


OC-22



30

OC-23

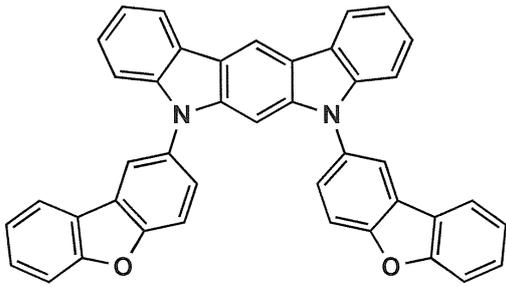


40

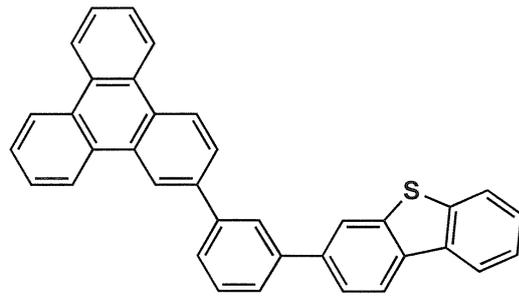
【 0 1 5 9 】

【化 4 7】

OC-24

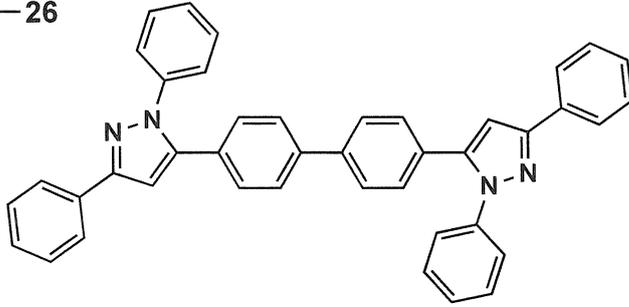


OC-25



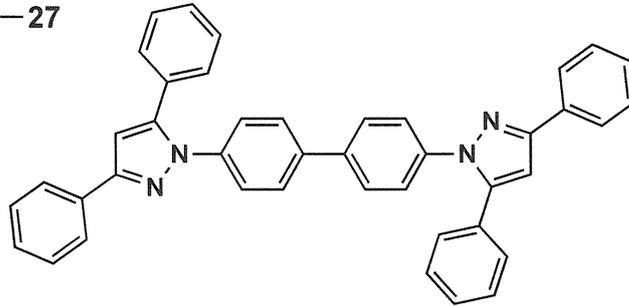
10

OC-26



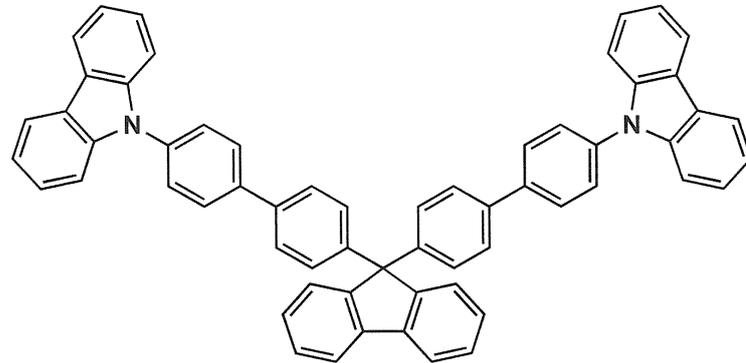
20

OC-27



30

OC-28

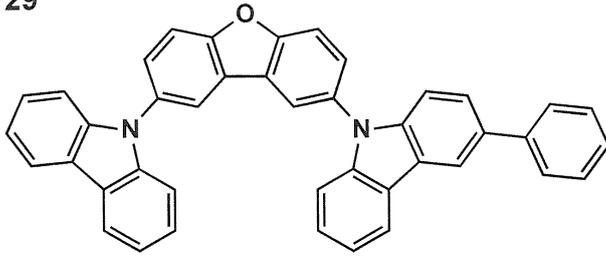


40

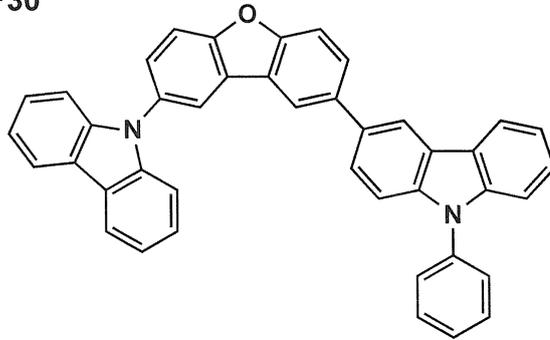
【 0 1 6 0 】

【化48】

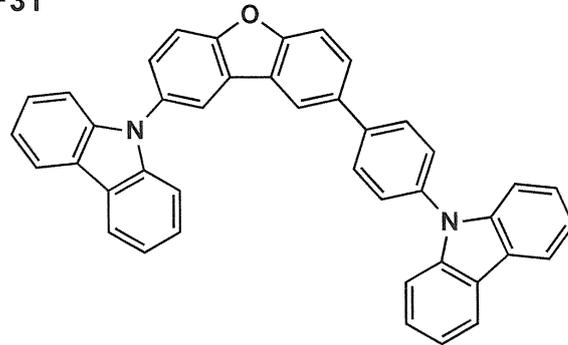
OC-29



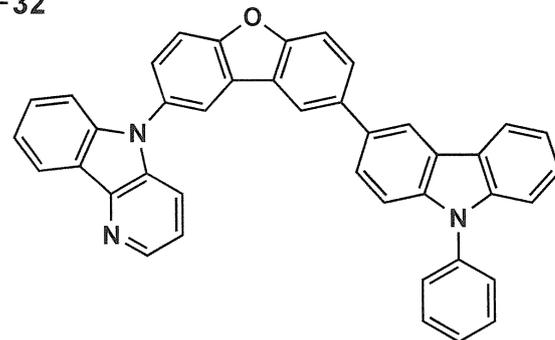
OC-30



OC-31



OC-32



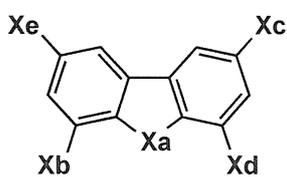
【0161】

更に、本発明の有機EL素子の発光層の発光性ホスト化合物として特に好ましいものは、下記一般式(A)又は一般式(B)で表される化合物である。

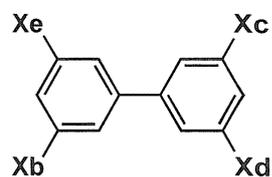
【0162】

【化49】

一般式(A)



一般式(B)



【0163】

10

20

30

40

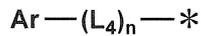
50

一般式(A)及び(B)中、X_aは、酸素原子又は硫黄原子を表す。X_b、X_c、X_d及びX_eは、各々水素原子、置換基又は下記一般式(C)で表される基を表す。X_b、X_c、X_d及びX_eのうち少なくとも一つは下記一般式(C)で表される基を表し、下記一般式(C)で表される基のうち少なくとも一つはA_rがカルbazolリル基を表す。

【0164】

【化50】

一般式(C)



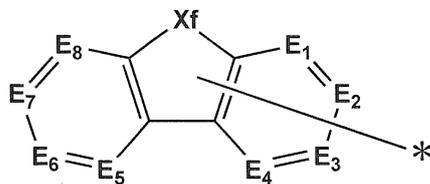
【0165】

一般式(C)中、L₄は芳香族炭化水素環又は芳香族複素環から導出される2価の連結基を表す。nは0~3の整数を表し、nが2以上の場合、複数のL₄は同じでも異なってもよい。*は一般式(A)又は(B)との連結部位を表す。一般式(A)で表される化合物においては、好ましくは、X_b、X_c、X_d及びX_eのうち少なくとも二つが一般式(C)で表され、より好ましくはX_cが一般式(C)で表され、且つ、一般式(C)のA_rが下記一般式(D)で表されるカルbazolリル基を表す。

【0166】

【化51】

一般式(D)



【0167】

一般式(D)中、X_fはN(R₁)、酸素原子又は硫黄原子を表し、E₁~E₈はC(R₁)又はNを表し、R₁及びR₁は水素原子、置換基又は一般式(C)におけるL₄との連結部位を表す。*は一般式(C)におけるL₄との連結部位を表す。

【0168】

以下に、本発明の有機EL素子の発光層のホスト化合物(発光ホストともいう。)として好ましく用いられる一般式(A)で表される化合物の具体例として、H-1~H-56を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【0169】

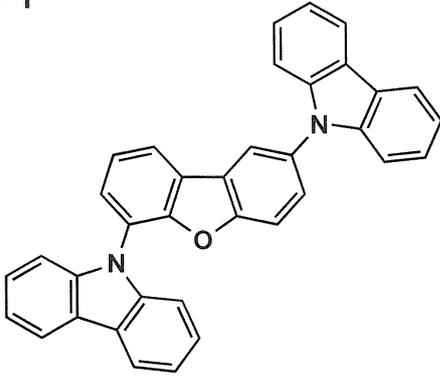
10

20

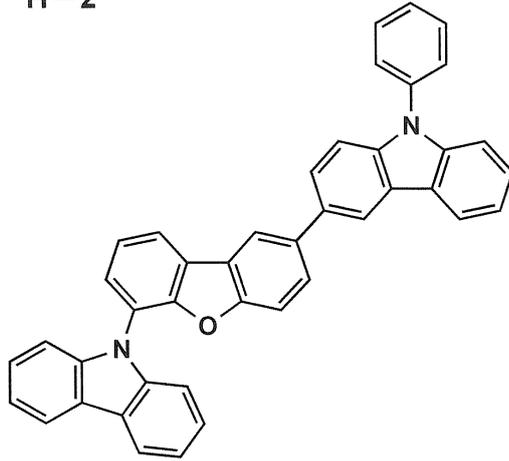
30

【化52】

H-1

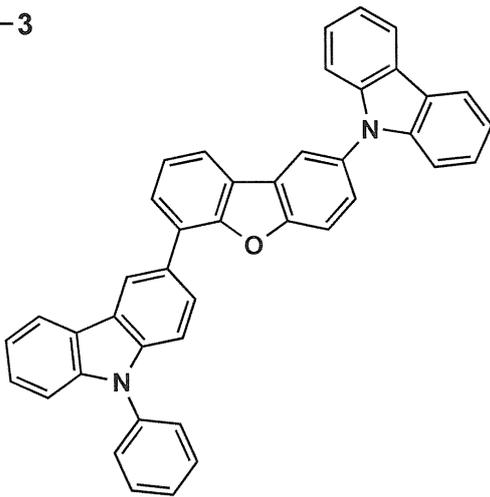


H-2

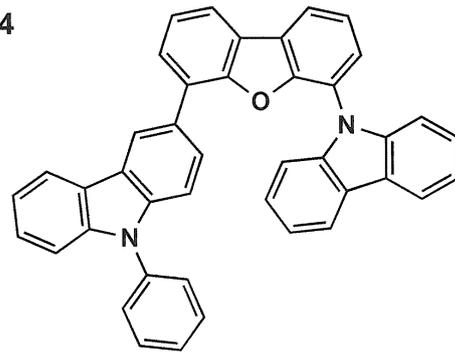


10

H-3

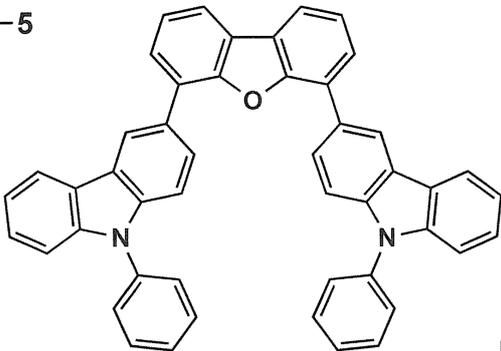


H-4

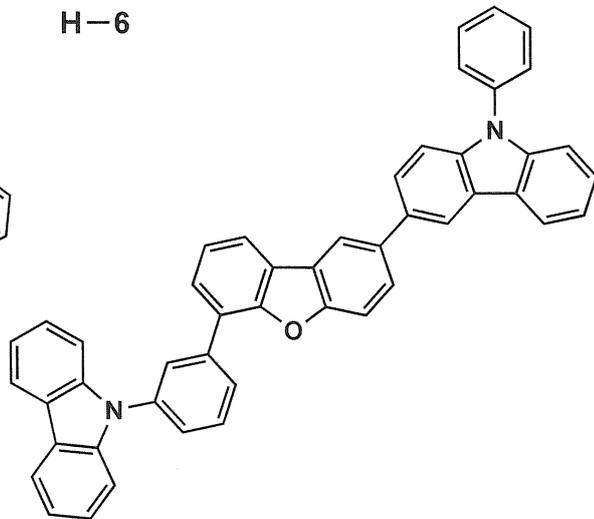


20

H-5



H-6

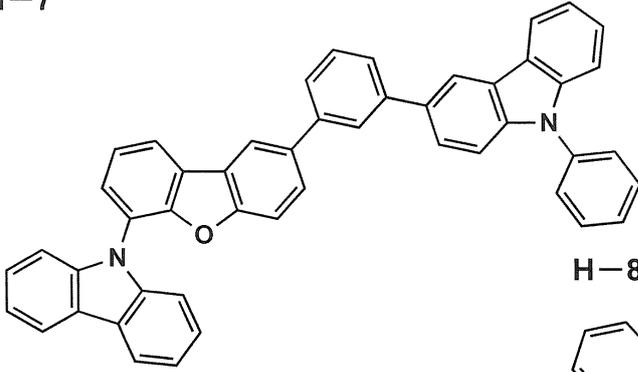


40

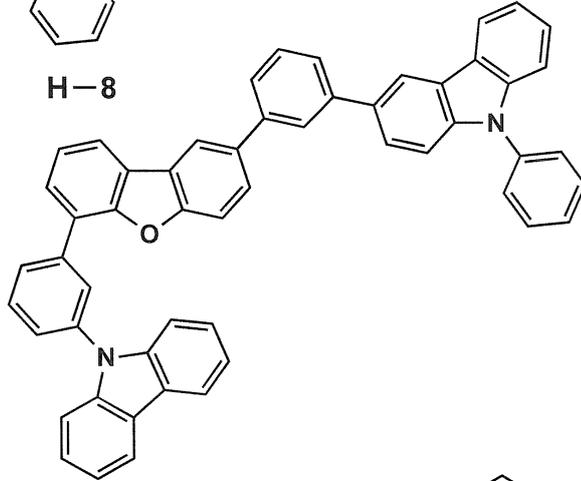
【0170】

【化 5 3】

H-7

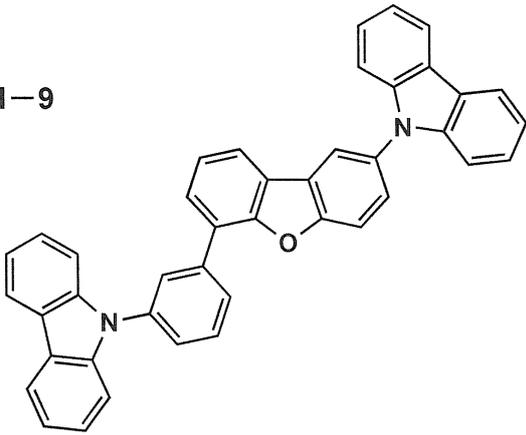


H-8

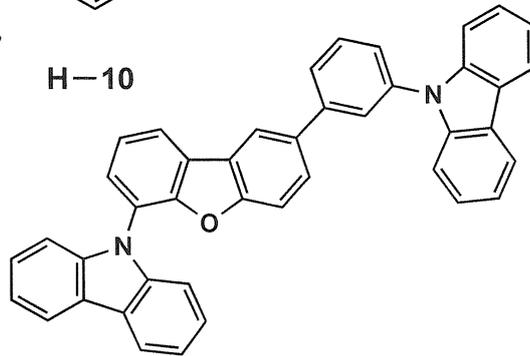


10

H-9

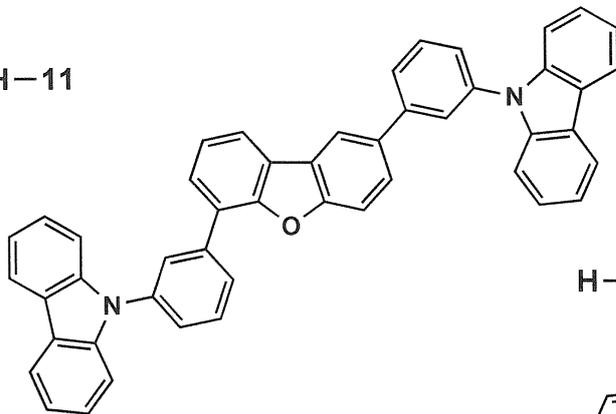


H-10

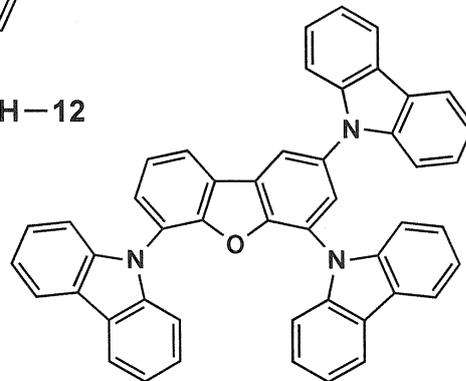


20

H-11



H-12



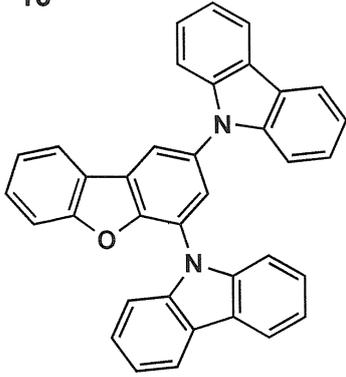
30

40

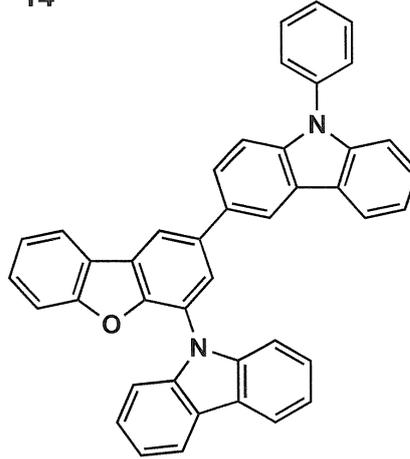
【 0 1 7 1 】

【化 5 4】

H-13

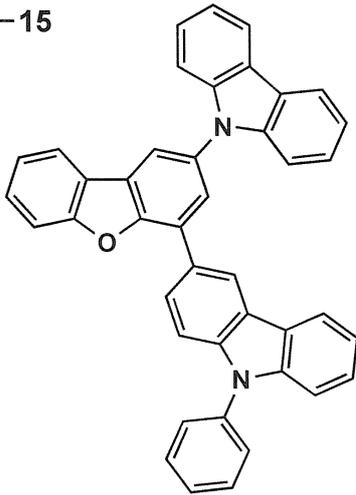


H-14

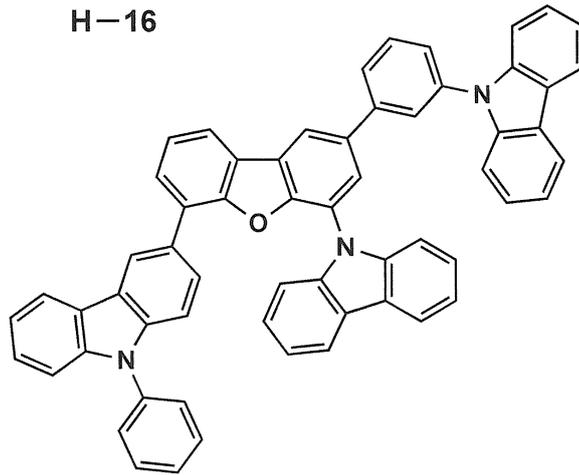


10

H-15

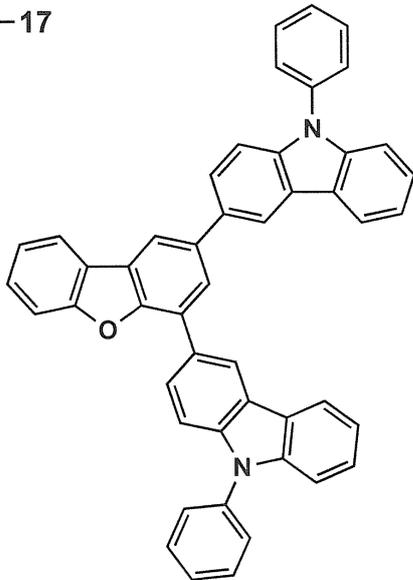


H-16

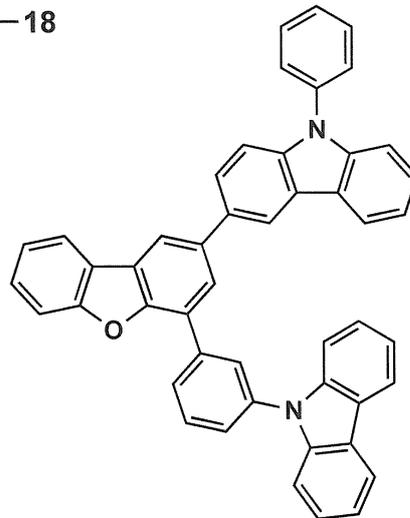


20

H-17



H-18



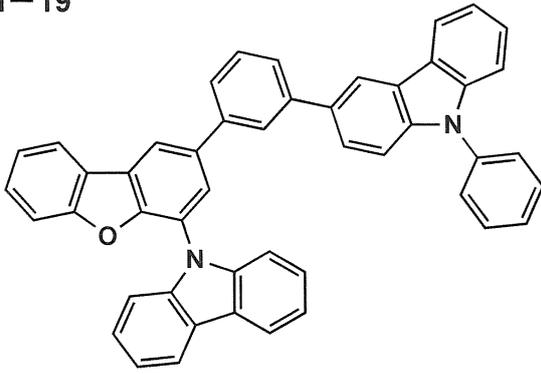
30

40

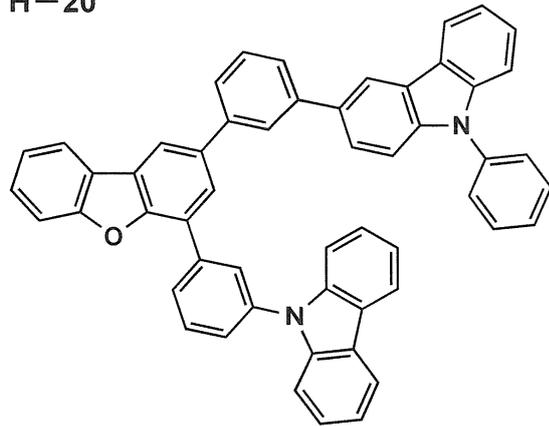
【 0 1 7 2 】

【化55】

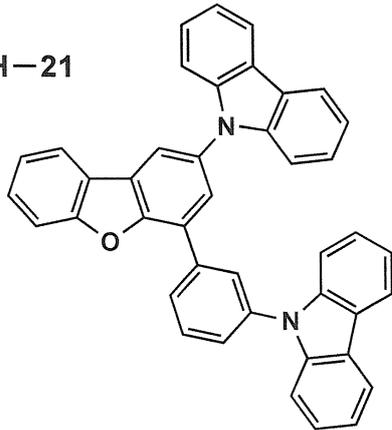
H-19



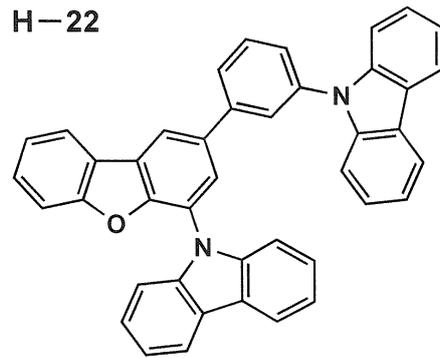
H-20



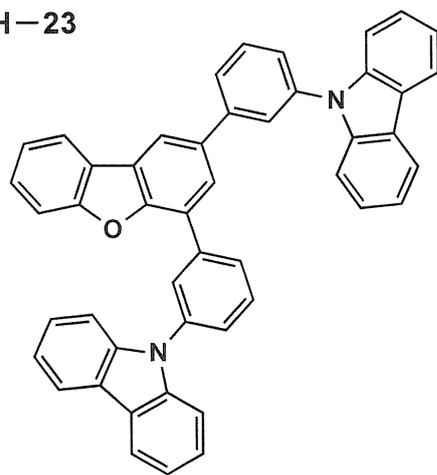
H-21



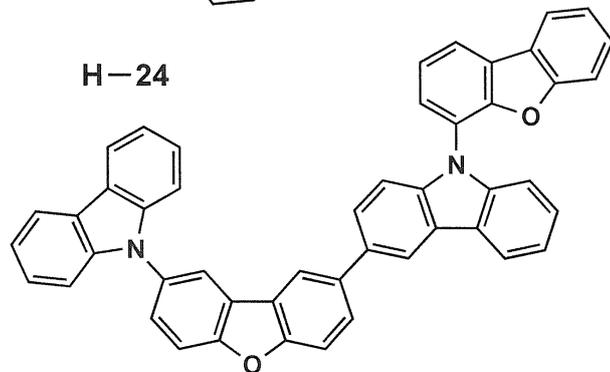
H-22



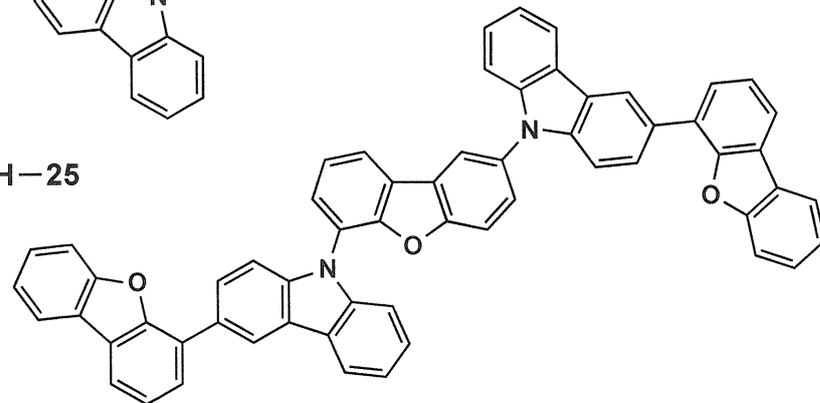
H-23



H-24



H-25



10

20

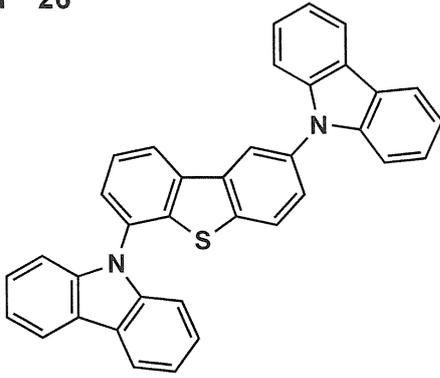
30

40

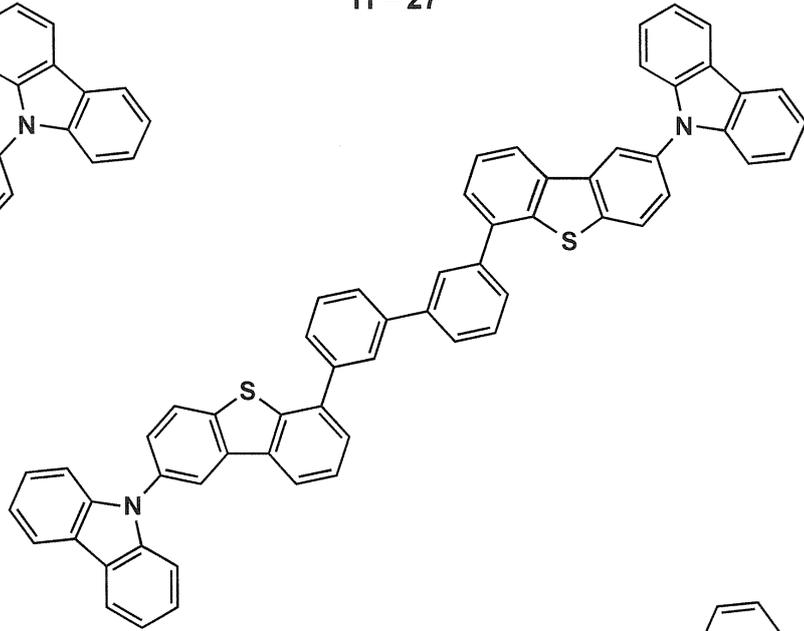
【0173】

【化 5 6】

H-26

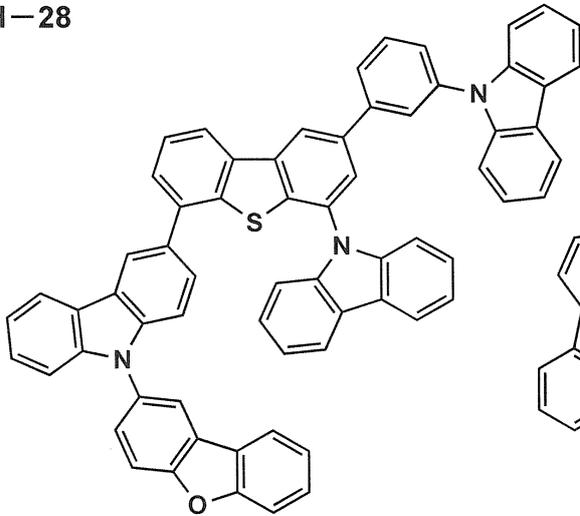


H-27

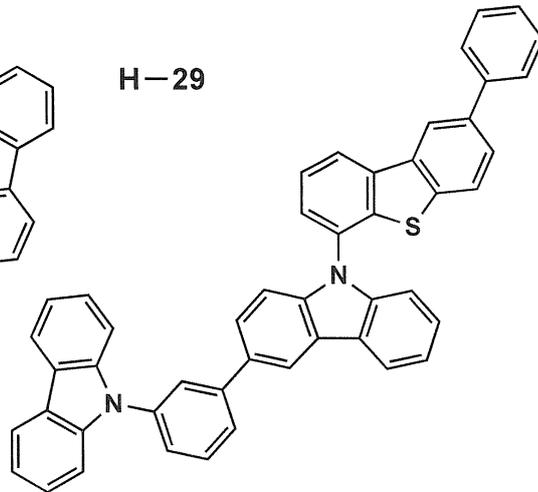


10

H-28



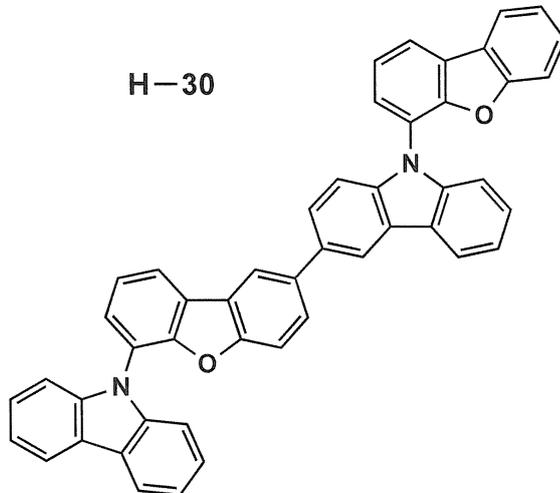
H-29



20

30

H-30

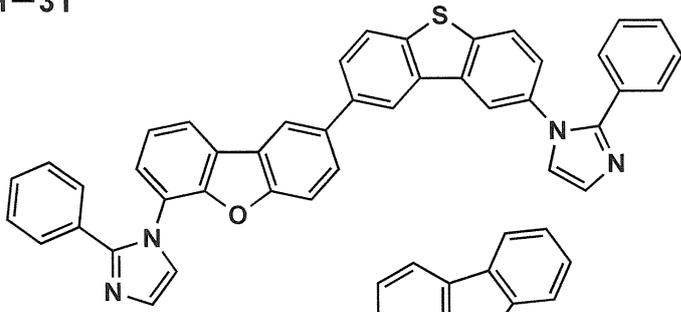


40

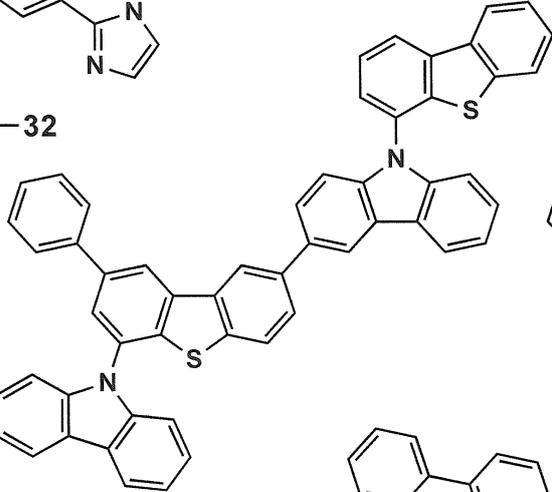
【 0 1 7 4 】

【化57】

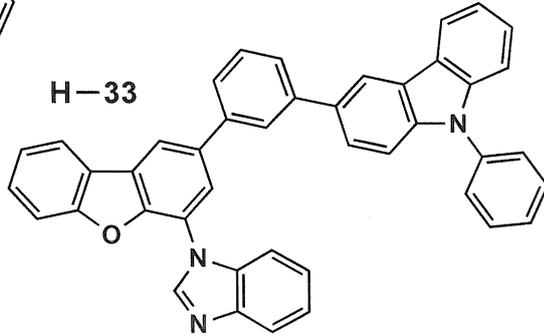
H-31



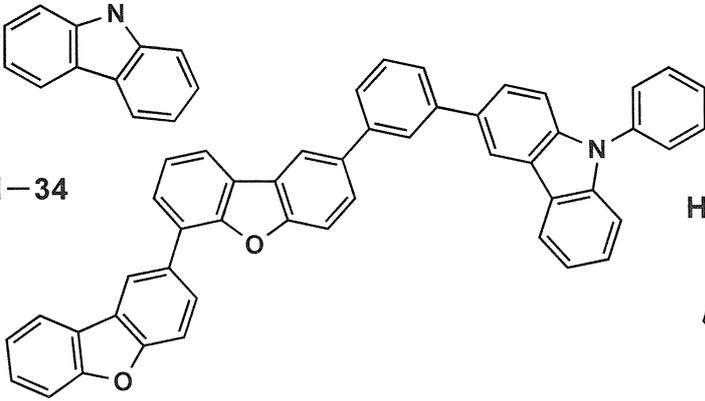
H-32



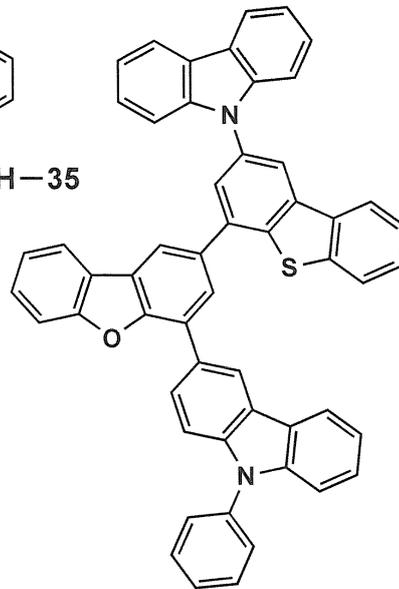
H-33



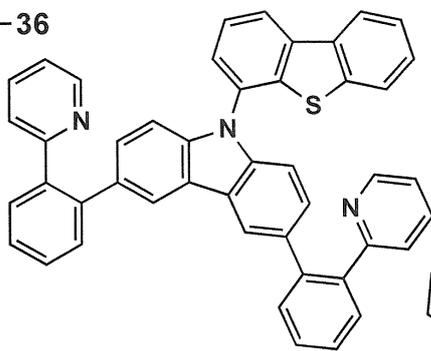
H-34



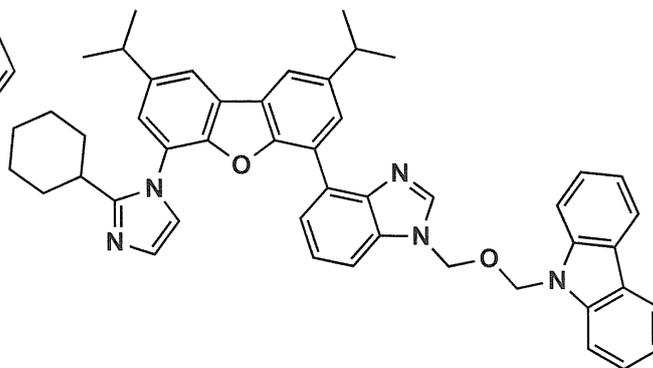
H-35



H-36



H-37



10

20

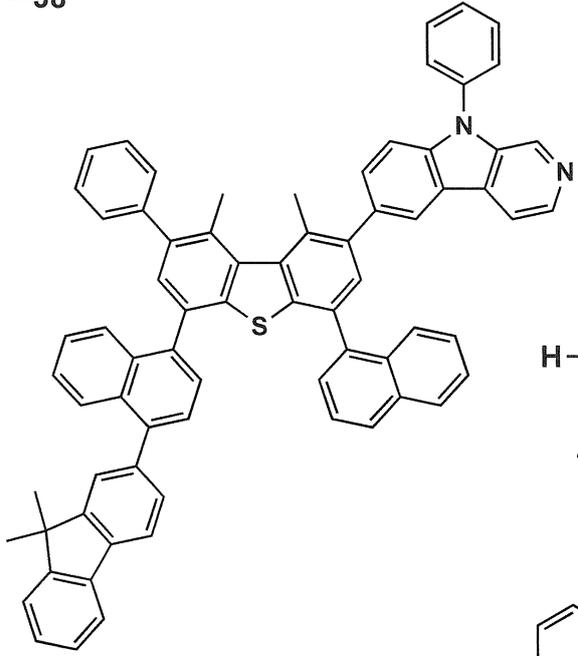
30

40

【0175】

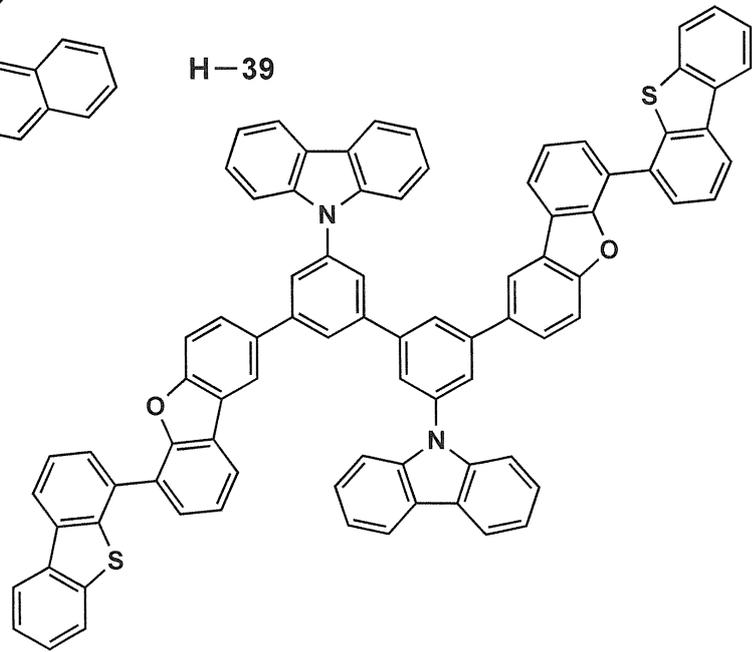
【化58】

H-38



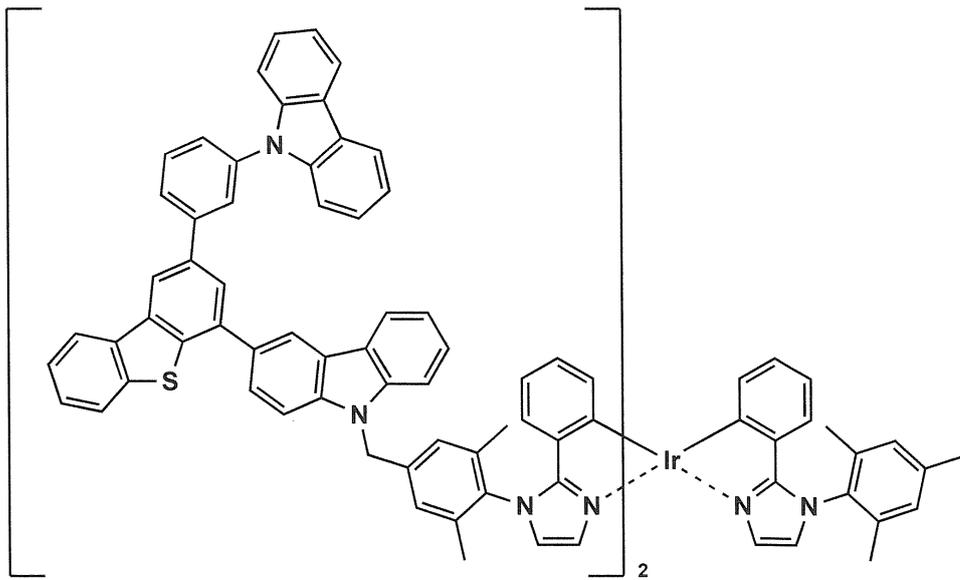
10

H-39



20

H-40



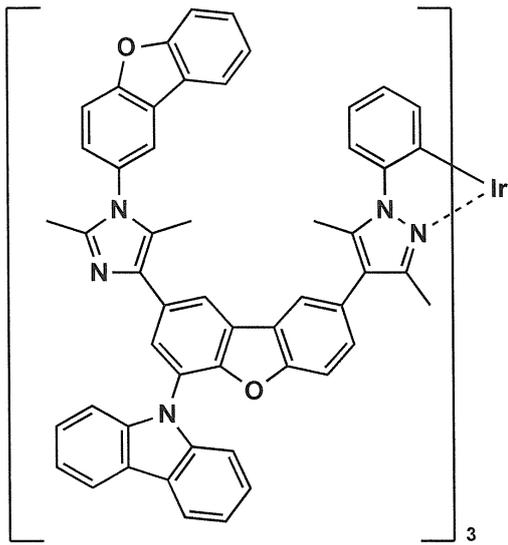
30

40

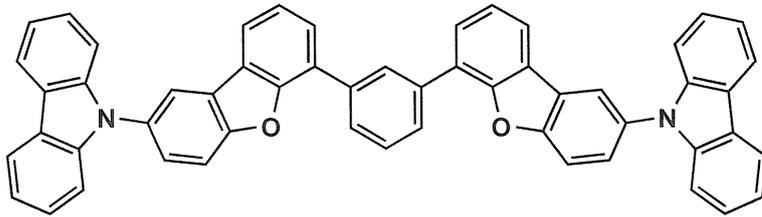
【0176】

【化59】

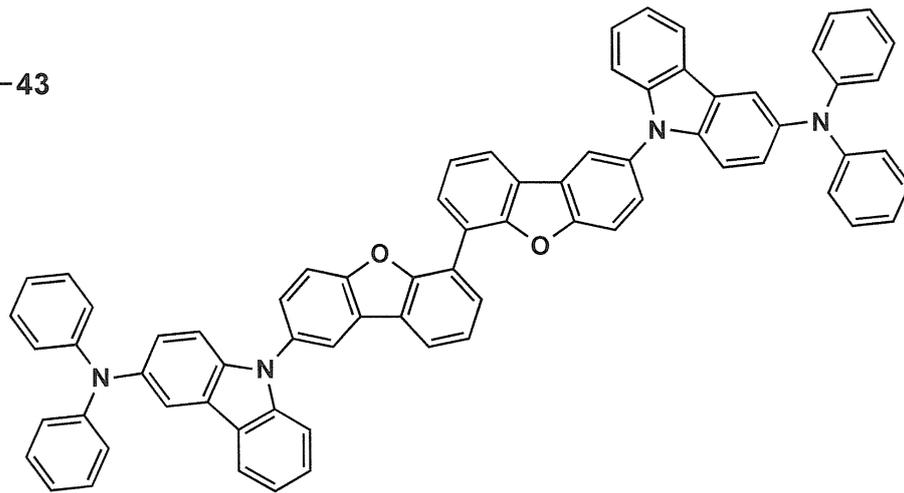
H-41



H-42



H-43

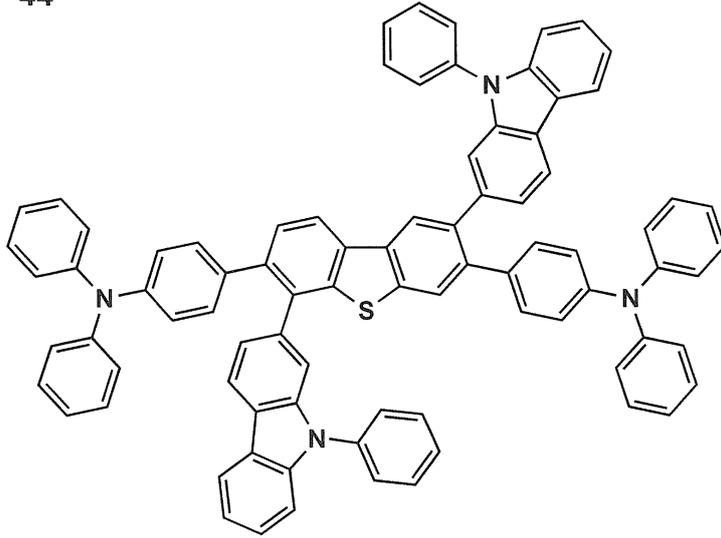


【0177】

40

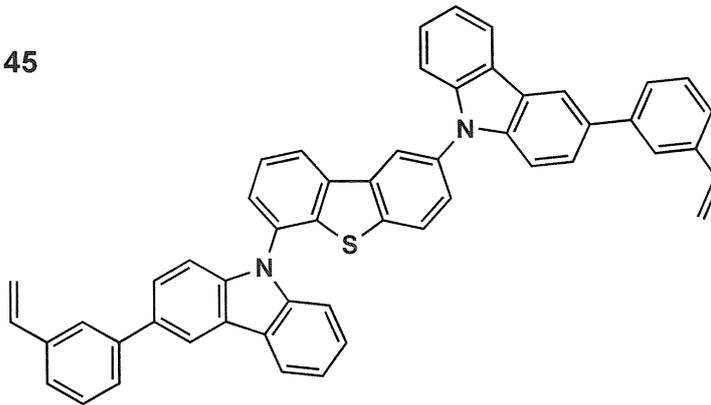
【化60】

H-44



10

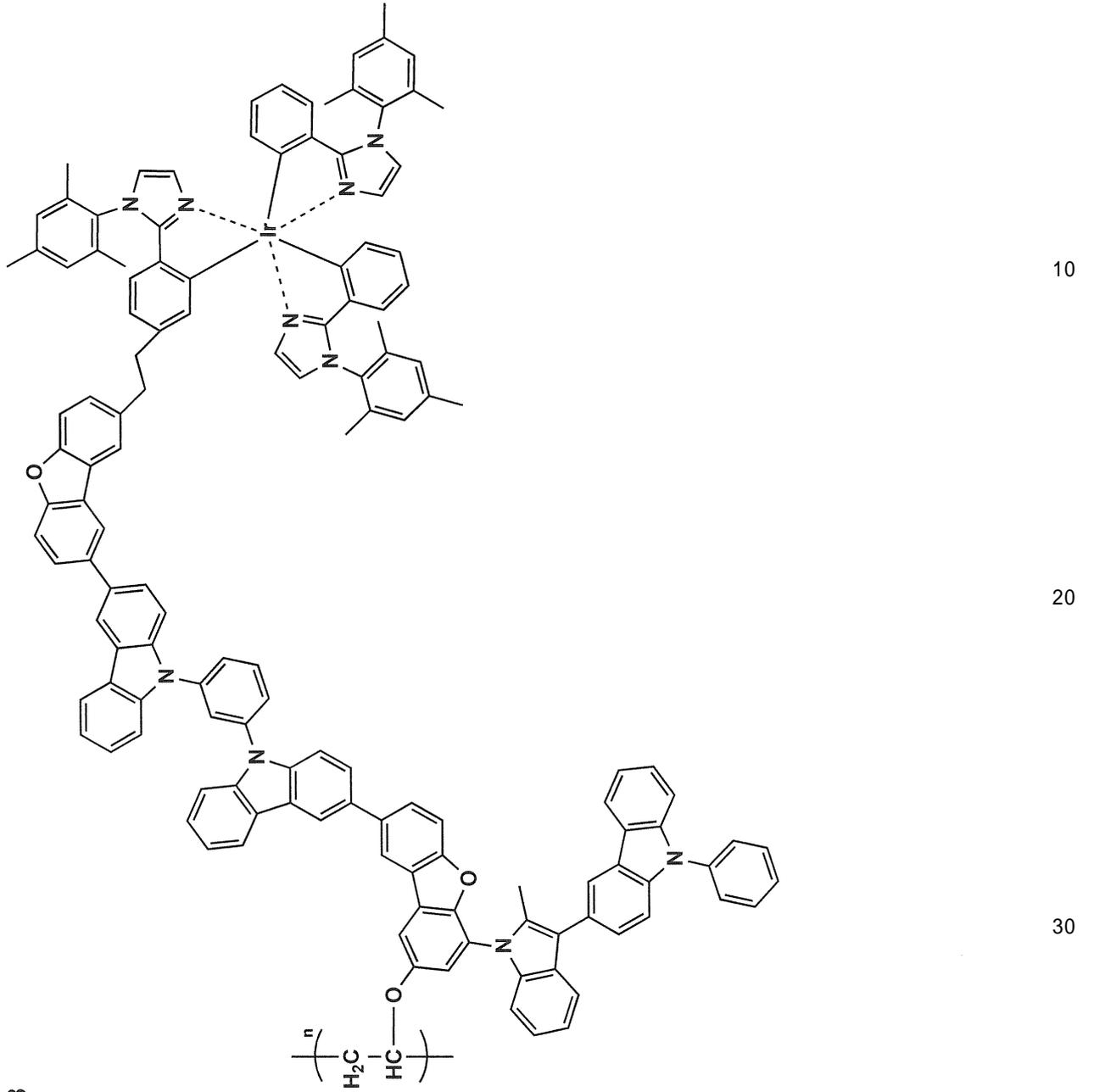
H-45



20

【0178】

【化 6 2】

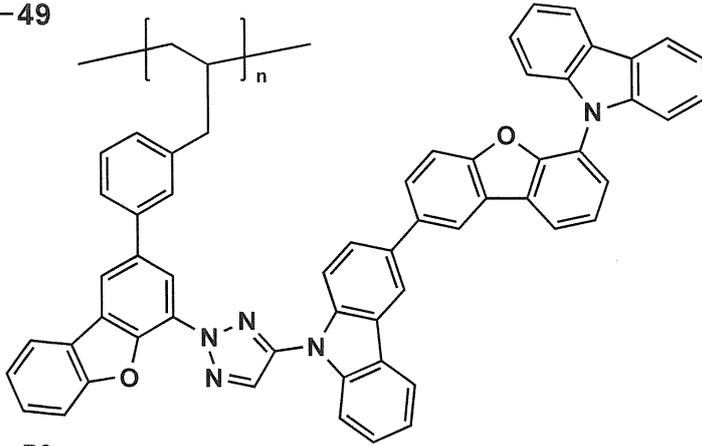


H-48

【 0 1 8 0 】

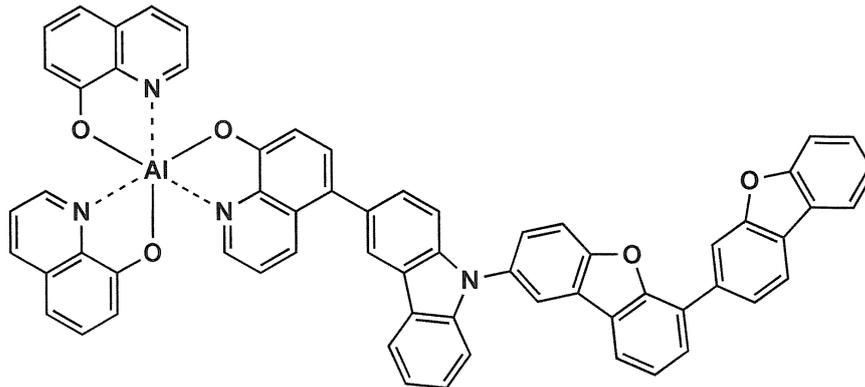
【化63】

H-49



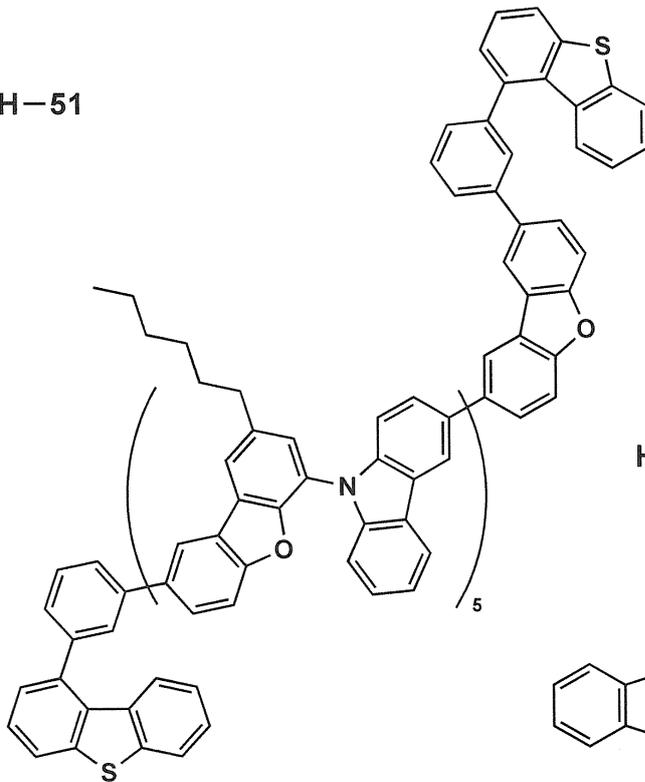
10

H-50



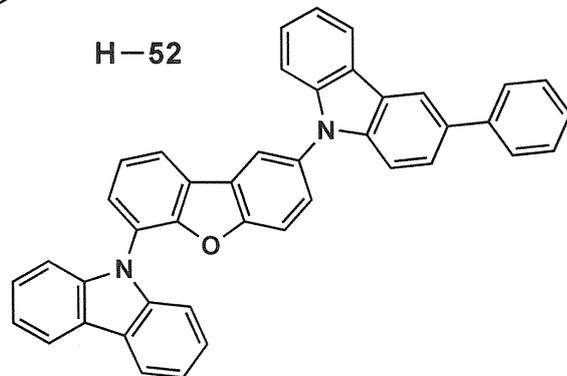
20

H-51



30

H-52

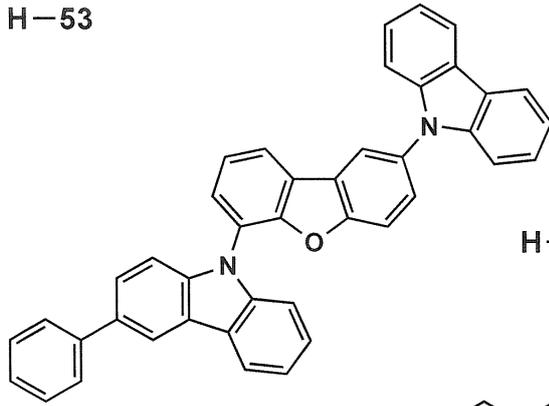


40

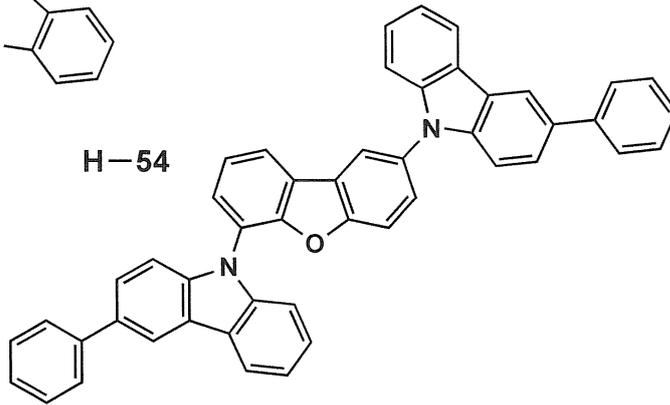
【0181】

【化64】

H-53

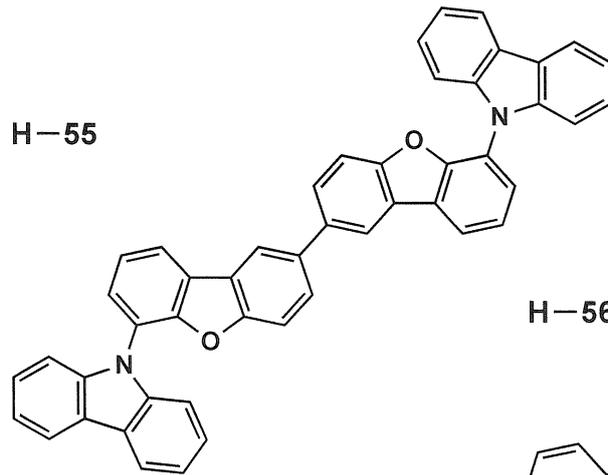


H-54

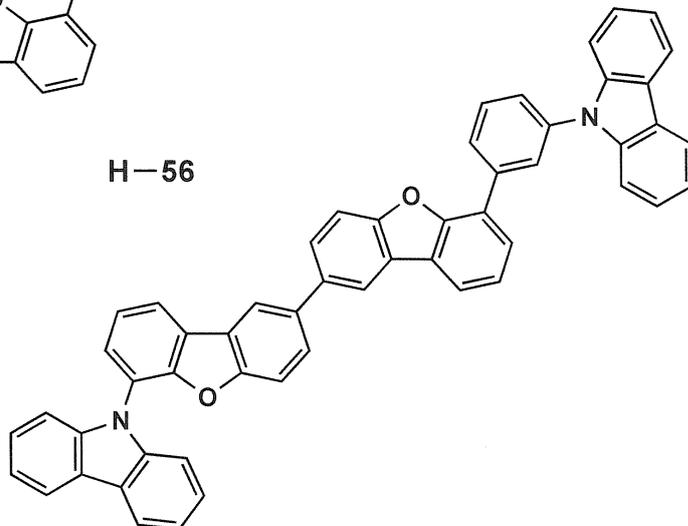


10

H-55



H-56



20

30

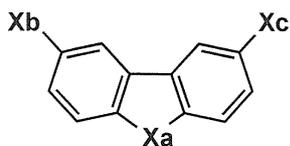
【0182】

また、本発明の有機EL素子の発光層の発光ホストとして、下記一般式(A)で表される化合物も、特に好ましく用いられる。

【0183】

【化65】

一般式(A')



40

【0184】

一般式(A)中、Xaは、酸素原子又は硫黄原子を表し、Xb及びXcは、各々置換基又は上記した一般式(C)で表される基を表す。

Xb及びXcのうち少なくとも一つは上記した一般式(C)で表される基を表し、該一般式(C)で表される基のうち少なくとも一つはArがカルbazリル基を表す。

【0185】

上記一般式(A)で表される化合物においては、好ましくは、一般式(C)のArが

50

置換基を有していてもよいカルバゾリル基を表し、より好ましくは、一般式(C)のArが置換基を有していてもよくかつN位で一般式(C)におけるL₄と連結したカルバゾリル基を表す。

【0186】

本発明の有機EL素子の発光層のホスト化合物(発光ホストともいう。)として好ましく用いられる一般式(A)で表される化合物は、具体的には、先に発光ホストとして用いられる具体例として挙げた、OC-9、OC-11、OC-12、OC-14、OC-18、OC-29、OC-30、OC-31及びOC-32が挙げられるが、本発明はこれらに限定されない。

【0187】

《電子輸送層》

電子輸送層とは、電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注入層及び正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。電子輸送層は、単層若しくは複数層を設けることができる。

【0188】

電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、電子輸送層の構成材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択し併用することも可能である。

【0189】

電子輸送層に用いられる従来公知の材料(以下、電子輸送材料という)の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノ誘導体、チオピランジオキsid誘導体、ナフタレンペリレン等の多環芳香族炭化水素、複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体、カルボリン誘導体、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の少なくとも一つが窒素原子で置換されている環構造を有する誘導体及びヘキサザトリフェニレン誘導体等が挙げられる。

更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引力基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も電子輸送材料として用いることができる。

これらの材料を高分子鎖に導入した高分子材料又はこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0190】

また、8-キノリノール誘導体の有機金属錯体、例えば、トリス(8-キノリノール)アルミニウム(A1q)、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジブromo-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム及びビス(8-キノリノール)亜鉛(Znq)等並びにこれらの有機金属錯体の中心金属がインジウム、マグネシウム、銅、カルシウム、スズ、ガリウム又は鉛に置き替わった有機金属錯体も電子輸送材料として用いることができる。

【0191】

その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、又はそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基等で置換されているものも電子輸送材料として用いることができる。

また、n型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

【0192】

電子輸送層は電子輸送材料を、例えば、真空蒸着法又は湿式法(ウェットプロセスともいい、例えば、スピコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法、LB法(ラングミュア・プロジェクト(Langmuir-Blodgett法)等)等を挙げることができる。)等により、薄膜化することにより形成することが好ましい。

10

20

30

40

50

【0193】

電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5～5000nm程度、好ましくは5～200nmである。電子輸送層は、上記材料の一種又は二種以上からなる一層構造であってもよい。

【0194】

また、電子輸送層には、有機金属錯体やハロゲン化金属等のn型ドーパントをドーブして用いてもよい。

【0195】

公知の電子輸送材料の具体例としては、以下の文献に記載の化合物が挙げられる。例えば、特開2012-169325号公報の[0096]から[0104]に記載のET-1～ET-39や特開2012-104536号公報の[0077]から[0082]に記載のE1-1～E5-6等の化合物が挙げられる。

10

【0196】

《陰極》

陰極としては、仕事関数の小さい(4eV以下)金属(電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al_2O_3)混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物及び希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えば、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al_2O_3)混合物、リチウム/アルミニウム混合物又はアルミニウム等が好適である。

20

【0197】

陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百Ω以下が好ましく、膜厚は通常10nm～5μm、好ましくは50～200nmの範囲で選ばれる。

【0198】

なお、発光した光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が透明又は半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

30

また、陰極に上記金属を1～20nmの膜厚で作製した後に、後述する陽極の説明で挙げる導電性透明材料をその上に作製することで、透明又は半透明の陰極を作製することができ、これを応用することで陽極と陰極の両方が透過性を有する素子を作製することができる。

【0199】

《注入層：電子注入層(陰極バッファ層)、正孔注入層》

注入層は必要に応じて設け、電子注入層と正孔注入層があり、上記のように陽極と発光層又は正孔輸送層の間、及び陰極と発光層又は電子輸送層との間に存在させてもよい。

40

【0200】

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線(1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行)」の第2編第2章「電極材料」(123頁～166頁)に詳細に記載されており、正孔注入層(陽極バッファ層)と電子注入層(陰極バッファ層)とがある。

【0201】

陽極バッファ層(正孔注入層)は、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、特表2003-519432号公報や特開2006-135145号公報等に記載されているようなヘキサアザトリ

50

フェニレン誘導体バッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層、トリス（2-フェニルピリジン）イリジウム錯体等に代表されるオルトメタル化錯体層等が挙げられる。

【0202】

陰極バッファ層（電子注入層）は、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウム、フッ化カリウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウム、フッ化セシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。上記バッファ層（注入層）はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるがその膜厚は0.1nm~5μmの範囲が好ましい。

10

【0203】

《阻止層：正孔阻止層、電子阻止層》

阻止層は、上記のように有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。例えば、特開平11-204258号公報、同11-204359号公報、及び「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス社発行）」の237頁等に記載されている正孔阻止（ホールブロック）層がある。

【0204】

正孔阻止層とは、広い意味では、電子輸送層の機能を有し、電子を輸送する機能を有しつつ正孔を輸送する能力が著しく小さい正孔阻止材料からなり、電子を輸送しつつ正孔を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

20

【0205】

また、前述する電子輸送層の構成を必要に応じて、本発明に係る正孔阻止層として用いることができる。

【0206】

本発明の有機EL素子の正孔阻止層は、発光層に隣接して設けられていることが好ましい。

【0207】

正孔阻止層には、前述の発光性ホスト化合物として挙げた、カルバゾール誘導体、カルボリン誘導体、ジアザカルバゾール誘導体（ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン環を構成する炭素原子のいずれか一つが窒素原子で置き換わったものを示す）を含有することが好ましい。

30

【0208】

また、本発明においては、複数の発光色の異なる複数の発光層を有する場合、その発光極大波長が最も短波にある発光層が、全発光層中、最も陽極に近いことが好ましいが、このような場合、該最短波層と該層の次に陽極に近い発光層との間に正孔阻止層を追加して設けることが好ましい。更には、該位置に設けられる正孔阻止層に含有される化合物の50質量%以上が、前記最短波発光層のホスト化合物に対しそのイオン化ポテンシャルが0.3eV以上大きいことが好ましい。

40

【0209】

イオン化ポテンシャルは、化合物のHOMO（最高占有軌道）レベルにある電子を真空準位に放出するのに必要なエネルギーで定義され、例えば下記に示すような方法により求めることができる。

（1）米国Gaussian社製の分子軌道計算用ソフトウェアであるGaussian98（Gaussian98、Revision A.11.4、M. J. Frisch, et al, Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, 2002.）を用い、波動関数のキーワード（計算方法及び基底関数）としてB3LYP/6-31G*を用いて構造最適化を行うことにより算出した値（eV単位換算値）として求めることができる。この計算値が有効な背景には、この手法で求めた計算値と実験値の相関が

50

高いためである。

(2) イオン化ポテンシャルは、光電子分光法で直接測定する方法により求めることもできる。例えば、理研計器社製の低エネルギー電子分光装置「Model AC-1」を用いて、あるいは紫外光電子分光として知られている方法を好適に用いることができる。

【0210】

一方、電子阻止層とは、広い意味では、正孔輸送層の機能を有し、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。

【0211】

また、後述する正孔輸送層の構成を必要に応じて電子阻止層として用いることができる。本発明に係る正孔阻止層、電子輸送層の膜厚としては、好ましくは3~100nmであり、更に好ましくは5~30nmである。

【0212】

《正孔輸送層》

正孔輸送層とは、正孔を輸送する機能を有する正孔輸送材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層又は複数層設けることができる。

【0213】

正孔輸送材料としては、正孔の注入又は輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体又は導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

また、特表2003-519432号公報や特開2006-135145号公報等に記載されているようなアザトリフェニレン誘導体も同様に正孔輸送材料として用いることができる。

【0214】

正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第3級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0215】

芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N,N,N,N-テトラフェニル-4,4-ジアミノフェニル；N,N-ジフェニル-N,N-ビス(3-メチルフェニル)-[1,1-ピフェニル]-4,4-ジアミン(TPD)；2,2-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)プロパン；1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン；N,N,N,N-テトラ-p-トリル-4,4-ジアミノピフェニル；1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン；ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン；ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)フェニルメタン；N,N-ジフェニル-N,N-ジ(4-メトキシフェニル)-4,4-ジアミノピフェニル；N,N,N,N-テトラフェニル-4,4-ジアミノジフェニルエーテル；4,4-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル；N,N,N-トリ(p-トリル)アミン；4-(ジ-p-トリルアミノ)-4-[4-(ジ-p-トリルアミノ)スチリル]スチルベン；4-N,N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン；3-メトキシ-4-N,N-ジフェニルアミノスチルベン；N-フェニルカルバゾール、更には米国特許第5061569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4,4-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(NPD)、特開平4-308688号公報に記載されているトリフェ

10

20

30

40

50

ニルアミンユニットが三つスターバースト型に連結された4, 4, 4 - トリス〔N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ〕トリフェニルアミン (MTDATA) 等が挙げられる。

【0216】

更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、又はこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

また、p型 - Si、p型 - SiC等の無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。

【0217】

また、特開平11 - 251067号公報、J. Huang et al. 著文献 (Applied Physics Letters 80 (2002), p. 139) に記載されているような、いわゆるp型正孔輸送材料を用いることもできる。本発明においては、より高効率の発光素子が得られることからこれらの材料を用いることが好ましい。

10

【0218】

正孔輸送層は上記正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。

正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 nm ~ 5 μm程度、好ましくは5 ~ 200 nmである。この正孔輸送層は上記材料の一種又は二種以上からなる一層構造であってもよい。

20

【0219】

また、不純物をドーブしたp性の高い正孔輸送層を用いることもできる。その例としては、特開平4 - 297076号公報、特開2000 - 196140号公報、同2001 - 102175号公報の各公報、J. Appl. Phys., 95, 5773 (2004) 等に記載されたものが挙げられる。

本発明においては、このようなp性の高い正孔輸送層を用いることが、より低消費電力の素子を作製することができるため好ましい。

【0220】

《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4 eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Au等の金属、CuI、インジウムチンオキド(ITO)、SnO₂、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。

30

【0221】

また、IDIXO (In₂O₃ - ZnO) 等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度を余り必要としない場合は(100 μm以上程度)、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。

【0222】

あるいは、有機導電性化合物のように塗布可能な物質を用いる場合には、印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることもできる。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百 / 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10 ~ 1000 nm、好ましくは10 ~ 200 nmの範囲で選ばれる。

40

【0223】

《支持基板》

本発明の有機EL素子に用いることのできる支持基板(以下、基体、基板、基材、支持体等ともいう。)としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また透明であっても不透明であってもよい。支持基板側から光を取り出す場合には、支持基板は

50

透明であることが好ましい。好ましく用いられる透明な支持基板としては、ガラス、石英、透明樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい支持基板は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0224】

樹脂フィルムとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、セロファン、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートブチレート、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）、セルロースアセテートフタレート、セルロースナイトレート等のセルロースエステル類又はそれらの誘導体、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンビニルアルコール、シンジオタクティックポリスチレン、ポリカーボネート、ノルボルネン樹脂、ポリメチルペンテン、ポリエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン類、ポリエーテルイミド、ポリエーテルケトンイミド、ポリアミド、フッ素樹脂、ナイロン、ポリメチルメタクリレート、アクリルあるいはポリアリレート類、アトロン（商品名JSR社製）あるいはアペル（商品名三井化学社製）といったシクロオレフィン系樹脂等を挙げられる。

10

【0225】

樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜又はその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよく、JIS K 7129 - 1992に準拠した方法で測定された、水蒸気透過度（ 25 ± 0.5 、相対湿度（ 90 ± 2 ）%RH）が $1 \times 10^{-2} \text{ g/m}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下のバリアー性フィルムであることが好ましく、更には、JIS K 7126 - 1987に準拠した方法で測定された酸素透過度が、 $1 \times 10^{-3} \text{ ml/m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm}$ 以下、水蒸気透過度が、 $1 \times 10^{-5} \text{ g/m}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下の高バリアー性フィルムであることが好ましい。

20

【0226】

バリアー膜を形成する材料としては、水分や酸素等素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化ケイ素、二酸化ケイ素、窒化ケイ素等を用いることができる。更に該膜の脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることがより好ましい。無機層と有機層の積層順については特に制限はないが、両者を交互に複数回積層させることが好ましい。

30

【0227】

バリアー膜の形成方法については特に限定はなく、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、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、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法又はコーティング法等を用いることができるが、特開2004 - 68143号公報に記載されているような大気圧プラズマ重合法によるものが特に好ましい。

【0228】

不透明な支持基板としては、例えば、アルミ、ステンレス等の金属板、フィルムや不透明樹脂基板及びセラミック製の基板等が挙げられる。

40

【0229】

本発明の有機EL素子の発光の室温における外部取り出し効率は、1%以上であることが好ましく、5%以上であるとより好ましい。

【0230】

ここで、外部取り出し量子効率（%）= 有機EL素子外部に発光した光子数 / 有機EL素子に流した電子数 $\times 100$ である。

【0231】

また、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用しても、有機EL素子からの発光色を、蛍光体を用いて多色へ変換する色変換フィルターを併用してもよい。色変換フィルターを用いる場合においては、有機EL素子の発光のmaxは480nm以下が好

50

ましい。

【0232】

《有機EL素子の作製方法》

有機EL素子の作製方法の一例として、陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/正孔阻止層/電子輸送層/陰極バッファ層(電子注入層)/陰極からなる素子の作製方法について説明する。

【0233】

まず、適当な基体上に所望の電極物質、例えば、陽極用物質からなる薄膜を1 μm以下、好ましくは10~200 nmの膜厚になるように形成させ、陽極を作製する。

【0234】

次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層及び陰極バッファ層等の有機化合物を含有する薄膜を形成させる。

【0235】

薄膜の形成方法としては、例えば、真空蒸着法、湿式法(ウェットプロセスともいう。)等により成膜して形成することができる。

湿式法としては、スピコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法及びLB法等があるが、精密な薄膜が形成可能で、且つ高生産性の点から、ダイコート法、ロールコート法、インクジェット法又はスプレーコート法などのロール・ツー・ロール方式適性の高い方法が好ましい。また、層ごとに異なる成膜法を適用してもよい。

【0236】

本発明に係る有機EL材料を溶解又は分散する液媒体としては、例えば、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、酢酸エチル等の脂肪酸エステル類、ジクロロベンゼン等のハロゲン化炭化水素類、トルエン、キシレン、メシチレン、シクロヘキシルベンゼン等の芳香族炭化水素類、シクロヘキサン、デカリン、ドデカン等の脂肪族炭化水素類又はDMF(N,N dimethylformamide)、DMSO(Dimethyl sulfoxide)等の有機溶媒を用いることができる。

また、分散方法としては、超音波、高剪断力分散やメディア分散等の分散方法により分散することができる。

【0237】

これらの層の形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を1 μm以下、好ましくは50~200 nmの範囲の膜厚になるように形成させ、陰極を設けることにより所望の有機EL素子が得られる。

【0238】

また、順序を逆にして、陰極、陰極バッファ層、電子輸送層、正孔阻止層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。

【0239】

本発明の有機EL素子の作製は、1回の真空引きで一貫して正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、途中で取り出して異なる成膜法を施しても構わない。その際、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行うことが好ましい。

【0240】

《封止》

本発明に用いられる封止手段としては、例えば、封止部材と電極及び封止部材と支持基板とを接着剤で接着する方法を挙げることができる。

【0241】

封止部材としては、有機EL素子の表示領域を覆うように配置されていればよく、凹板状でも平板状でもよい。また透明性、電気絶縁性は特に問わない。

【0242】

具体的には、ガラス板、ポリマー板・フィルム及び金属板・フィルム等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガ

10

20

30

40

50

ラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス及び石英等を挙げることができる。

また、ポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド及びポリサルフォン等から形成されたものを挙げることができる。

金属板としては、ステンレス、鉄、銅、アルミニウム、マグネシウム、ニッケル、亜鉛、クロム、チタン、モリブデン、シリコン、ゲルマニウム及びタンタルからなる群から選ばれる一種以上の金属又は合金からなるものが挙げられる。

【0243】

本発明においては、素子を薄膜化できるということからポリマーフィルム又は金属フィルムを好ましく使用することができる。

更には、ポリマーフィルムは、JIS K 7126 - 1987に準拠した方法で測定された酸素透過度が $1 \times 10^{-3} \text{ ml/m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm}$ 以下、JIS K 7129 - 1992に準拠した方法で測定された、水蒸気透過度(25 ± 0.5 、相対湿度(90 ± 2)%RH)が、 $1 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2 \cdot 24 \text{ h}$ 以下のものであることが好ましい。

【0244】

封止部材を凹状に加工するのは、サンドブラスト加工、化学エッチング加工等が使われる。

【0245】

接着剤として具体的には、アクリル酸系オリゴマー、メタクリル酸系オリゴマーの反応性ビニル基を有する光硬化及び熱硬化型接着剤、2-シアノアクリル酸エステル等の湿気硬化型等の接着剤を挙げることができる。また、エポキシ系等の熱及び化学硬化型(二液混合)を挙げることができる。また、ホットメルト型のポリアミド、ポリエステル、ポリオレフィンを挙げることができる。また、カチオン硬化タイプの紫外線硬化型エポキシ樹脂接着剤を挙げることができる。

【0246】

なお、有機EL素子が熱処理により劣化する場合があるので、室温から80℃までに接着硬化できるものが好ましい。また、前記接着剤中に乾燥剤を分散させておいてもよい。封止部分への接着剤の塗布は市販のディスペンサーを使ってもよいし、スクリーン印刷のように印刷してもよい。

【0247】

また、有機層を挟み支持基板と対向する側の電極の外側に該電極と有機層を被覆し、支持基板と接する形で無機物、有機物の層を形成し封止膜とすることも好適にできる。この場合、該膜を形成する材料としては、水分や酸素等素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化ケイ素、二酸化ケイ素又は窒化ケイ素等を用いることができる。

更に、該膜の脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることが好ましい。これらの膜の形成方法については、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、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、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法又はコーティング法等を用いることができる。

【0248】

封止部材と有機EL素子の表示領域との間隙には、気相及び液相では、窒素又はアルゴン等の不活性気体やフッ化炭化水素、シリコンオイルのような不活性液体を注入することが好ましい。また真空とすることも可能である。また、内部に吸湿性化合物を封入することもできる。

【0249】

吸湿性化合物としては、例えば、金属酸化物(例えば、酸化ナトリウム、酸化カリウム

10

20

30

40

50

、酸化カルシウム、酸化バリウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム等）、硫酸塩（例えば、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム、硫酸コバルト等）、金属ハロゲン化物（例えば、塩化カルシウム、塩化マグネシウム、フッ化セシウム、フッ化タンタル、臭化セリウム、臭化マグネシウム、ヨウ化バリウム及びヨウ化マグネシウム等）及び過塩素酸類（例えば、過塩素酸バリウム及び過塩素酸マグネシウム等）等が挙げられ、硫酸塩、金属ハロゲン化物及び過塩素酸類においては無水塩が好適に用いられる。

【0250】

《保護膜、保護板》

有機層を挟み支持基板と対向する側の前記封止膜、あるいは前記封止用フィルムの外側に、素子の機械的強度を高めるために保護膜、あるいは保護板を設けてもよい。特に封止が前記封止膜により行われている場合には、その機械的強度は必ずしも高くないため、このような保護膜、保護板を設けることが好ましい。これに使用することができる材料としては、前記封止に用いたのと同様なガラス板、ポリマー板・フィルム及び金属板・フィルム等を用いることができるが、軽量かつ薄膜化ということからポリマーフィルムを用いることが好ましい。

10

【0251】

《光取り出し》

有機EL素子は空気よりも屈折率の高い（屈折率が1.7～2.1程度）層の内部で発光し、発光層で発生した光のうち15%から20%程度の光しか取り出せないことが一般的に言われている。これは、臨界角以上の角度で界面（透明基板と空気との界面）に入射する光は、全反射を起こし素子外部に取り出すことができないうことや、透明電極ないし発光層と透明基板との間で光が全反射を起こし、光が透明電極ないし発光層を導波し、結果として光が素子側面方向に逃げるためである。

20

【0252】

この光の取り出しの効率を向上させる手法としては、例えば、透明基板表面に凹凸を形成し、透明基板と空気界面での全反射を防ぐ方法（米国特許第4774435号明細書）、基板に集光性を持たせることにより効率を向上させる方法（特開昭63-314795号公報）、素子の側面等に反射面を形成する方法（特開平1-220394号公報）、基板と発光体の間に中間の屈折率を持つ平坦層を導入し、反射防止膜を形成する方法（特開昭62-172691号公報）、基板と発光体の間に基板よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法（特開2001-202827号公報）、基板、透明電極層や発光層のいずれかの層間（含む、基板と外界間）に回折格子を形成する方法（特開平11-283751号公報）等がある。

30

【0253】

本発明においては、これらの方法を本発明の有機EL素子と組み合わせて用いることができるが、基板と発光体の間に基板よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法、あるいは基板、透明電極層や発光層のいずれかの層間（含む、基板と外界間）に回折格子を形成する方法を好適に用いることができる。

【0254】

本発明はこれらの手段を組み合わせることにより、更に高輝度あるいは耐久性に優れた素子を得ることができる。

40

【0255】

透明電極と透明基板の間に低屈折率の媒質を光の波長よりも長い厚さで形成すると、透明電極から出てきた光は、媒質の屈折率が低いほど外部への取り出し効率が高くなる。

【0256】

低屈折率層としては、例えば、エアロゲル、多孔質シリカ、フッ化マグネシウム及びフッ素系ポリマー等が挙げられる。透明基板の屈折率は一般に1.5～1.7程度であるので、低屈折率層は屈折率がおよそ1.5以下であることが好ましい。また、更に1.35以下であることが好ましい。

【0257】

50

また、低屈折率媒質の厚さは媒質中の波長の2倍以上となるのが望ましい。これは低屈折率媒質の厚さが、光の波長程度になってエバネッセントで染み出した電磁波が基板内に入り込む膜厚になると、低屈折率層の効果が薄れるからである。

【0258】

全反射を起こす界面若しくはいずれかの媒質中に回折格子を導入する方法は、光取り出し効率の向上効果が高いという特徴がある。この方法は回折格子が1次の回折や2次の回折といったいわゆるブラッグ回折により、光の向きを屈折とは異なる特定の向きに変えることができる性質を利用して、発光層から発生した光のうち層間での全反射等により外に出ることができない光を、いずれかの層間若しくは、媒質中（透明基板内や透明電極内）に回折格子を導入することで光を回折させ、光を外に取り出そうとするものである。

10

【0259】

導入する回折格子は、二次元的な周期屈折率を持っていることが望ましい。これは発光層で発光する光はあらゆる方向にランダムに発生するので、ある方向にのみ周期的な屈折率分布を持っている一般的な1次元回折格子では、特定の方向に進む光しか回折されず、光の取り出し効率がさほど上がらない。

【0260】

しかしながら、屈折率分布を二次元的な分布にすることにより、あらゆる方向に進む光が回折され、光の取り出し効率が上がる。

【0261】

回折格子を導入する位置としては前述のとおり、いずれかの層間若しくは媒質中（透明基板内や透明電極内）でもよいが、光が発生する場所である有機発光層の近傍が望ましい。

20

【0262】

このとき、回折格子の周期は媒質中の光の波長の約 $1/2 \sim 3$ 倍程度が好ましい。

【0263】

回折格子の配列は正方形のラチス状、三角形のラチス状又はハニカムラチス状等、二次元的に配列が繰り返されることが好ましい。

【0264】

《集光シート》

本発明の有機EL素子は基板の光取り出し側に、例えば、マイクロレンズアレイ状の構造を設けるように加工したり、あるいはいわゆる集光シートと組み合わせることにより、特定方向、例えば、素子発光面に対し正面方向に集光することにより、特定方向上の輝度を高めることができる。

30

【0265】

マイクロレンズアレイの例としては、基板の光取り出し側に一辺が $30 \mu\text{m}$ でその頂角が 90 度となるような四角錐を二次元に配列する。一辺は $10 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。これより小さくなると回折の効果が発生して色付く、大きすぎると厚さが厚くなり好ましくない。

【0266】

集光シートとしては、例えば、液晶表示装置のLEDバックライトで実用化されているものを用いることが可能である。このようなシートとして、例えば、住友スリーエム社製輝度上昇フィルム（BEF）等を用いることができる。

40

プリズムシートの形状としては、例えば、基材に頂角 90 度、ピッチ $50 \mu\text{m}$ の状のストライプが形成されたものであってもよいし、頂角が丸みを帯びた形状、ピッチをランダムに変化させた形状、その他の形状であってもよい。

【0267】

また、発光素子からの光放射角を制御するために、光拡散板・フィルムを集光シートと併用してもよい。例えば、（株）きもと製拡散フィルム（ライトアップ）等を用いることができる。

【0268】

50

《用途》

本発明の有機EL素子は、表示デバイス、ディスプレイ及び各種発光光源として用いることができる。発光光源として、例えば、照明装置（家庭用照明、車内照明）、時計や液晶用バックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源及び光センサーの光源等が挙げられる。これらに限定するものではないが、特に液晶表示装置のバックライト及び照明用光源としての用途に有効に用いることができる。

【0269】

本発明の有機EL素子においては、必要に応じ成膜時にメタルマスクやインクジェットプリンティング法等でパターンングを施してもよい。パターンングする場合は、電極のみをパターンングしてもよいし、電極と発光層をパターンングしてもよいし、素子全層をパターンングしてもよく、素子の作製においては、従来公知の方法を用いることができる。

10

【0270】

本発明の有機EL素子や本発明に係る化合物の発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」（日本色彩学会編、東京大学出版会、1985）の108頁の図4.16において、分光放射輝度計CS-1000（コニカミノルタオプティクス（株）製）で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

【0271】

また、本発明の有機EL素子が白色素子の場合には、白色とは、2度視野角正面輝度を上記方法により測定した際に、 1000 cd/m^2 でのCIE1931表色系における色度が $X = 0.33 \pm 0.07$ 、 $Y = 0.33 \pm 0.1$ の領域内にあることをいう。

20

【0272】

《表示装置》

本発明の表示装置について説明する。本発明の表示装置は、本発明の有機EL素子を具備したものである。本発明の表示装置は単色でも多色でもよいが、ここでは多色表示装置について説明する。

【0273】

多色表示装置の場合は発光層形成時のみシャドーマスクを設け、一面に蒸着法、キャスト法、スピンコート法、インクジェット法又は印刷法等で膜を形成できる。

発光層のみパターンングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、インクジェット法、スピンコート法及び印刷法である。

30

【0274】

表示装置に具備される有機EL素子の構成は、必要に応じて上記の有機EL素子の構成例の中から選択される。

【0275】

また、有機EL素子の製造方法は、上記の本発明の有機EL素子の製造の一態様に示したとおりである。

【0276】

このようにして得られた多色表示装置に直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧2~40V程度を印加すると発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。更に交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

40

【0277】

多色表示装置は、表示デバイス、ディスプレイ又は各種発光光源として用いることができる。表示デバイス又はディスプレイにおいて、青、赤及び緑発光の三種の有機EL素子を用いることによりフルカラーの表示が可能となる。

【0278】

表示デバイス又はディスプレイとしては、テレビ、パソコン、モバイル機器、AV機器、文字放送表示及び自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生す

50

る表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリクス（パッシブマトリクス）方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。

【0279】

発光光源としては家庭用照明、車内照明、時計や液晶用のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、本発明はこれらに限定されない。

【0280】

以下、本発明の有機EL素子を有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

図1は有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機EL素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。

10

【0281】

ディスプレイ1は複数の画素を有する表示部A、画像情報に基づいて表示部Aの画像走査を行う制御部B、表示部Aと制御部Bとを電気的に接続する配線部C等を有する。

制御部Bは表示部Aと配線部Cを介して電気的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線ごとの画素が画像データ信号に応じて順次発光して画像走査を行って画像情報を表示部Aに表示する。

【0282】

20

図2はアクティブマトリクス方式による表示装置の模式図である。

表示部Aは基板上に、複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部Cと複数の画素3等とを有する。表示部Aの主要な部材の説明を以下に行う。

図2においては、画素3の発光した光が白矢印方向（下方向）へ取り出される場合を示している。

【0283】

配線部の走査線5及び複数のデータ線6はそれぞれ導電材料からなり、走査線5とデータ線6は格子状に直交して、直交する位置で画素3に接続している（詳細は図示していない）。

画素3は走査線5から走査信号が印加されると、データ線6から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。

30

発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素を適宜同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【0284】

次に、画素の発光プロセスを説明する。図3は画素の回路を示した概略図である。

画素は、有機EL素子10、スイッチングトランジスタ11、駆動トランジスタ12、コンデンサー13等を備えている。複数の画素に有機EL素子10として、赤色、緑色及び青色発光の有機EL素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。

【0285】

40

図3において、制御部Bからデータ線6を介してスイッチングトランジスタ11のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部Bから走査線5を介してスイッチングトランジスタ11のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ11の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサー13と駆動トランジスタ12のゲートに伝達される。

【0286】

画像データ信号の伝達により、コンデンサー13が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ12の駆動がオンする。駆動トランジスタ12は、ドレインが電源ライン7に接続され、ソースが有機EL素子10の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン7から有機EL素子10に

50

電流が供給される。

【0287】

制御部Bの順次走査により走査信号が次の走査線5に移ると、スイッチングトランジスタ11の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ11の駆動がオフしてもコンデンサー13は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ12の駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機EL素子10の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスタ12が駆動して有機EL素子10が発光する。

即ち、有機EL素子10の発光は、複数の画素それぞれの有機EL素子10に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ11と駆動トランジスタ12を設けて、複数の画素3それぞれの有機EL素子10の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

10

【0288】

ここで、有機EL素子10の発光は複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。また、コンデンサー13の電位の保持は次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

本発明においては、上述したアクティブマトリクス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機EL素子が発光させるパッシブマトリクス方式の発光駆動でもよい。

20

【0289】

図4は、パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図4において、複数の走査線5と複数の画像データ線6が画素3を挟んで対向して格子状に設けられている。

順次走査により走査線5の走査信号が印加されたとき、印加された走査線5に接続している画素3が画像データ信号に応じて発光する。

パッシブマトリクス方式では画素3にアクティブ素子が無く、製造コストの低減が計れる。

【0290】

《照明装置》

本発明の照明装置について説明する。本発明の照明装置は上記有機EL素子を有する。

本発明の有機EL素子は、共振器構造を持たせた有機EL素子として用いてもよい。このような共振器構造を有した有機EL素子の使用目的としては、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。また、レーザー発振をさせることにより上記用途に使用してもよい。

また、本発明の有機EL素子は、照明用や露光光源のような一種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置（ディスプレイ）として使用してもよい。

30

動画再生用の表示装置として使用する場合の駆動方式は、パッシブマトリクス方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。又は、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を二種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

40

【0291】

また、本発明の有機EL材料は、照明装置として、実質的に白色の発光を生じる有機EL素子に適用できる。複数の発光材料により複数の発光色を同時に発光させて、混色することで白色発光を得る。複数の発光色の組み合わせとしては、赤色、緑色及び青色の3原色の三つの発光極大波長を含有させたものでもよいし、青色と黄色、青緑と橙色等の補色の関係を利用した二つの発光極大波長を含有したものでもよい。

また複数の発光色を得るための発光材料の組み合わせは、複数のリン光又は蛍光で発光する材料を複数組み合わせたもの、蛍光又はリン光で発光する発光材料と、発光材料から

50

の光を励起光として発光する色素材料との組み合わせたもののいずれでもよいが、本発明に係る白色有機EL素子においては、発光性ドーパントを複数組み合わせるだけでよい。

【0292】

また、本発明の有機EL素子材料の形成方法は、発光層、正孔輸送層あるいは電子輸送層等の形成時のみマスクを設け、マスクにより塗り分ける等単純に配置するだけでよい。他層は共通であるのでマスク等のパターンニングは不要であり、一面に蒸着法、キャスト法、スピコート法、インクジェット法及び印刷法等で、例えば、電極膜を形成でき、生産性も向上する。

この方法によれば、複数色の発光素子をアレー状に並列配置した白色有機EL装置と異なり、素子自体が発光白色である。

発光層に用いる発光材料としては特に制限はなく、例えば、液晶表示素子におけるバックライトであれば、CF(カラーフィルター)特性に対応した波長範囲に適合するように、本発明に係る有機金属錯体又は公知の発光材料の中から任意のものを選択して組み合わせることで白色化すればよい。

【0293】

《本発明の照明装置の一態様》

本発明の有機EL素子を具備した、本発明の照明装置の一態様について説明する。

本発明の有機EL素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚さ300 μ mのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材として、エポキシ系光硬化型接着剤(東亜合成社製ラックストラックLC0629B)を適用した。これを陰極上に重ねて透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して、硬化させて、封止することで、図5及び図6に示すような照明装置を形成することができる。

【0294】

図5は、照明装置の概略図を示す。本発明の有機EL素子101は、ガラスカバー102で覆われている(なお、ガラスカバーでの封止作業は、有機EL素子101を大気に接触させることなく窒素雰囲気下のグローブボックス(純度99.999%以上の高純度窒素ガスの雰囲気下)で行った。)

【0295】

図6は、照明装置の断面図を示す。図6において、105は陰極、106は有機EL層、107は透明電極付きガラス基板を示す。なお、ガラスカバー102内には窒素ガス108が充填され、捕水剤109が設けられている。

【実施例】

【0296】

以下、実施例により本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。実施例1では、電子のみが流れる電子の単電荷デバイス(以下、「エレクトロンオンリー素子」ともいう。)を作製した。実施例2~5では、有機EL素子を作製した。

また、以下に説明する実施例で用いられる化合物の構造を以下に示す。

【0297】

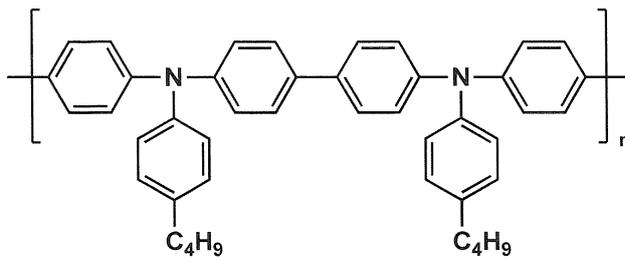
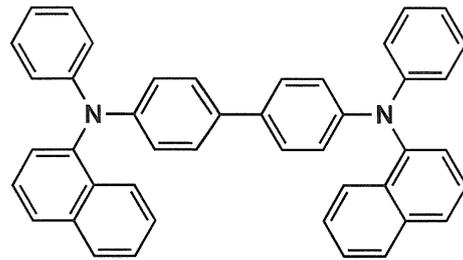
10

20

30

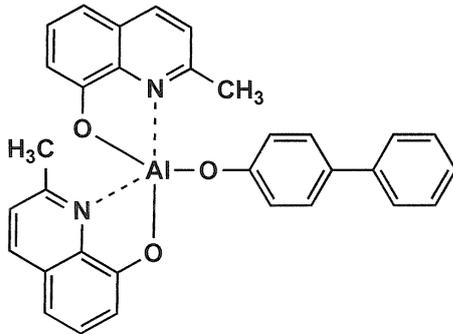
【化66】

ADS-254

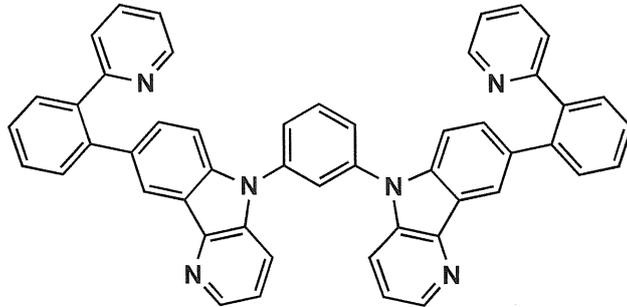
 α -NPD

10

ET-1

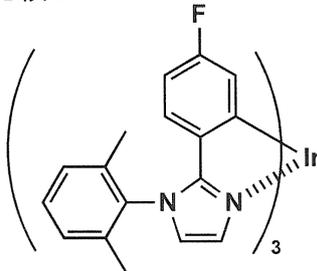


ET-2

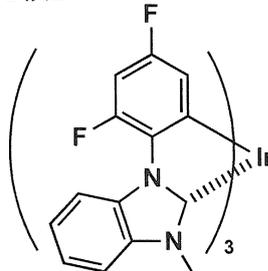


20

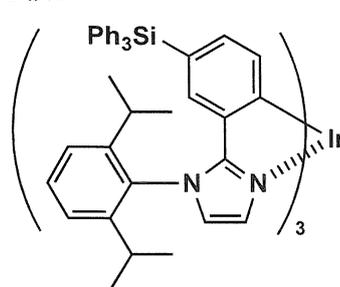
比較1



比較2



比較3



30

【0298】

〔実施例1〕

《エレクトロンオンリー素子1-1の作製》

100mm×100mm×1.1mmのガラス基板上に、陽極としてITO（インジウムチンオキド）を100nm成膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

【0299】

この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートにCa（カルシウム）を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにドーパント化合物として比較1を100mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光性ホスト化合物としてOC-11を200mg入れ、真空蒸着装置に取り付けた。

40

【0300】

次いで真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、Ca（カルシウム）の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で透明支持基板上に蒸着し、膜厚10nmの正孔阻止層を設けた。

【0301】

更に、発光性ドーパントとして比較1と発光性ホスト化合物としてOC-11の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.006nm/秒、0.1nm/秒で前記正孔阻止層上に共蒸着して膜厚80nmの発光層を設けた。

50

【0302】

Caの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で発光層上に蒸着した。

なお、蒸着時の基板温度は室温(25)であった。

【0303】

引き続き、アルミニウムを蒸着して膜厚110nmの陰極を形成し、エレクトロンオンリー素子1-1を作製した。

【0304】

《エレクトロンオンリー素子1-2~1-28の作製》

エレクトロンオンリー素子1-1の作製において、発光層におけるドーパント化合物を表1に記載の化合物に変更して、それ以外は同様にして、エレクトロンオンリー素子1-2~1-28を各々作製した。

10

【0305】

《エレクトロンオンリー素子1-1~1-28の評価》

得られたエレクトロンオンリー素子1-1~1-28を評価するに際しては、作製後の各エレクトロンオンリー素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚さ300μmのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材としてエポキシ系光硬化型接着剤(東亜合成社製ラックストラックLC0629B)を適用し、これを上記陰極上に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して硬化させて封止し、図5及び図6に示すような照明装置を作製して評価した。

20

このようにして作製した各サンプルについて下記の評価を行った。評価結果を表1に示す。

【0306】

(1) 駆動時の電圧上昇

有機EL素子を室温(25)、2.5mA/cm²の定電流条件下、100時間通電させ、駆動した時の電圧を各々測定し、測定結果を下記に示した計算式により計算し、得られた結果を表1に示した。

エレクトロンオンリー素子1-1を100とする相対値で表した。

駆動時の電圧上昇(相対値) = 輝度半減時の駆動電圧 - 初期駆動電圧

なお、値が小さい方が比較に対して駆動時の電圧上昇が小さいことを示す。

30

【0307】

【表 1】

素子番号	発光性ドーパント	電圧上昇	備考
1-1	比較 1	100	比較例
1-2	BD-1	25	本発明
1-3	BD-4	28	本発明
1-4	BD-5	30	本発明
1-5	BD-8	29	本発明
1-6	BD-10	38	本発明
1-7	BD-19	40	本発明
1-8	BD-23	38	本発明
1-9	BD-24	38	本発明
1-10	BD-26	41	本発明
1-11	BD-34	40	本発明
1-12	BD-35	39	本発明
1-13	BD-41	36	本発明
1-14	BD-43	29	本発明
1-15	BD-44	33	本発明
1-16	BD-49	35	本発明
1-17	BD-55	38	本発明
1-18	BD-58	40	本発明
1-19	BD-60	37	本発明
1-20	BD-68	37	本発明
1-21	BD-70	38	本発明
1-22	BD-85	41	本発明
1-23	BD-89	42	本発明
1-24	BD-94	39	本発明
1-25	BD-98	33	本発明
1-26	BD-107	38	本発明
1-27	BD-112	40	本発明
1-28	BD-115	37	本発明

10

20

30

【0308】

(2) まとめ

エレクトロンオンリー素子駆動による電子通電時の耐久試験を行い、表1のように、本発明の化合物は、比較化合物に対して、駆動時の電圧上昇が少なく、電子通電時の安定性（電子耐性）が向上していることが分かった。また、中心金属がイリジウムであるBD-23を用いた有機EL素子1-8と、中心金属が白金であってBD-8と同じ配位子を含むBD-89を用いた有機EL素子1-23を比較すると、中心金属がイリジウムであるBD-23を用いた有機EL素子1-8の方が電子通電時の安定性（電子耐性）が優れていることが分かった。

40

【0309】

[実施例2]

《有機EL素子2-1の作製》

100mm×100mm×1.1mmのガラス基板の上に、陽極としてITO（インジウムチンオキシド）を100nm成膜した基板（NHテクノグラス社製NA45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

50

【0310】

この透明支持基板の上に、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリスチレンスルホネート(PEDOT/PSS、H.C. スタルク社製、CLEVIO P V P A I 4083)を純水で70質量%に希釈した溶液を用い、3000rpm、30秒の条件でスピコート法により薄膜を形成した後、200℃にて1時間乾燥し、膜厚20nmの第1正孔輸送層を設けた。

【0311】

この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートに正孔輸送材料として-NPDを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光性ドーパントとして比較1を100mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光性ホスト化合物としてOC-30を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに電子輸送材料としてET-1を200mg入れ、真空蒸着装置に取り付けた。

10

【0312】

次いで真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、-NPDの入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で透明支持基板の上に蒸着し、膜厚20nmの第2正孔輸送層を設けた。

【0313】

更に、発光性ドーパントとして比較1と発光性ホスト化合物としてOC-30の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.006nm/秒、0.1nm/秒で前記第2正孔輸送層上に共蒸着して膜厚40nmの発光層を設けた。

20

【0314】

更にET-1の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で前記発光層上に蒸着して膜厚30nmの電子輸送層を設けた。

なお、蒸着時の基板温度は室温(25℃)であった。

【0315】

引き続き、フッ化リチウムを蒸着して膜厚0.5nmの陰極バッファ層を形成し、更にアルミニウムを蒸着して膜厚110nmの陰極を形成し、有機EL素子2-1を作製した。

【0316】

《有機EL素子2-2~2-26の作製》

有機EL素子2-1の作製において、発光層における発光性ドーパント及び発光性ホスト化合物を表2に記載の化合物に変更した。

それ以外は同様にして、有機EL素子2-2~2-26を各々作製した。

30

【0317】

《有機EL素子2-1~2-26の評価》

得られた有機EL素子2-1~2-26を評価するに際しては、作製後の各有機EL素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚さ300μmのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材としてエポキシ系光硬化型接着剤(東亜合成社製ラックストラックLC0629B)を適用し、これを上記陰極上に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して硬化させて封止し、図5及び図6に示すような照明装置を作製して評価した。

40

このようにして作製した各サンプルについて下記の評価を行った。評価結果を表2に示す。

【0318】

(1)外部取り出し量子効率(単に、効率ともいう。)

有機EL素子を室温(25℃)、 2.5 mA/cm^2 の定電流条件下による点灯を行い、点灯開始直後の発光輝度(L)[cd/m^2]を測定することにより、外部取り出し量子効率()を算出した。

ここで、発光輝度の測定はCS-1000(コニカミノルタオプティクス(株)製)を

50

用いて行い、外部取り出し量子効率是有機EL素子2-1を100とする相対値で表した。

【0319】

(2) 半減寿命

下記に示す測定法に従って、半減寿命の評価を行った。

各有機EL素子を初期輝度 1000 cd/m^2 を与える電流で定電流駆動して、初期輝度の $1/2$ (500 cd/m^2)になる時間を求め、これを半減寿命の尺度とした。

なお、半減寿命是有機EL素子2-1を100とする相対値で表した。

【0320】

(3) 駆動時の電圧上昇

有機EL素子を室温(25)、 2.5 mA/cm^2 の定電流条件下により駆動した時の電圧を各々測定し、測定結果を下記に示した計算式により計算し、得られた結果を表2に示した。

有機EL素子2-1を100とする相対値で表した。

駆動時の電圧上昇(相対値) = 輝度半減時の駆動電圧 - 初期駆動電圧

なお、値が小さい方が比較に対して駆動時の電圧上昇が小さいことを示す。

【0321】

【表2】

素子番号	発光性 ドーパント	発光性 ホスト化合物	電圧上昇	効率	半減寿命	備考
2-1	比較1	OC-30	100	100	100	比較例
2-2	比較2	OC-30	88	74	150	比較例
2-3	BD-1	OC-30	25	107	330	本発明
2-4	BD-2	OC-11	30	105	303	本発明
2-5	BD-4	OC-29	28	103	347	本発明
2-6	BD-5	OC-29	27	110	333	本発明
2-7	BD-6	OC-15	30	103	290	本発明
2-8	BD-7	OC-30	31	109	288	本発明
2-9	BD-25	H-10	36	103	288	本発明
2-10	BD-27	H-38	29	102	345	本発明
2-11	BD-33	OC-29	35	101	250	本発明
2-12	BD-37	H-1	29	103	290	本発明
2-13	BD-41	H-53	34	105	277	本発明
2-14	BD-44	H-1	35	95	267	本発明
2-15	BD-45	H-42	40	98	255	本発明
2-16	BD-52	H-42	31	104	313	本発明
2-17	BD-56	H-1	32	105	278	本発明
2-18	BD-61	OC-30	34	105	333	本発明
2-19	BD-69	H-42	27	101	341	本発明
2-20	BD-75	OC-30	35	105	360	本発明
2-21	BD-80	OC-30	38	105	266	本発明
2-22	BD-94	OC-30	33	104	260	本発明
2-23	BD-99	OC-29	34	108	283	本発明
2-24	BD-108	H-1	36	105	295	本発明
2-25	BD-111	H-53	32	103	310	本発明
2-26	BD-113	OC-30	35	104	299	本発明

10

20

30

40

50

【0322】

(4)まとめ

表2から、本発明の有機EL素子2-3~2-26は、比較例の有機EL素子2-1及び2-2に対して、各々高い発光効率及び長寿命を示し、駆動時の電圧上昇も抑える等、素子としての特性が向上していることが分かった。

【0323】

[実施例3]

《有機EL素子3-1の作製》

100mm×100mm×1.1mmのガラス基板の上に、陽極としてITO(インジウムチンオキシド)を100nm成膜した基板(NHテクノグラス社製NA45)にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

10

【0324】

この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートに正孔輸送材料として-NPDを200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光性ドーパントとして比較1を100mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光性ホスト化合物としてOC-11を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに電子輸送材料としてET-2を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに発光性ドーパントとしてD-10を100mg入れ、真空蒸着装置に取り付けた。

20

【0325】

次いで真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、-NPDの入った前記加熱ポートをそれぞれ別々に通電して、蒸着速度0.1nm/秒で透明支持基板に蒸着し膜厚20nmの第1正孔輸送層を設けた。

【0326】

更に、発光性ドーパントとして比較1及びD-10、発光性ホスト化合物としてOC-11の入った前記加熱ポートに通電して、OC-11、比較1、D-10の蒸着速度が100:5:0.6になるように調節し、膜厚30nmの厚さになるように蒸着して発光層を設けた。

【0327】

更にET-2の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で前記発光層上に蒸着して膜厚30nmの電子輸送層を設けた。

30

なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

【0328】

引き続き、フッ化リチウムを蒸着して膜厚0.5nmの陰極バッファ層を形成し、更にアルミニウムを蒸着して膜厚110nmの陰極を形成して、有機EL素子3-1を作製した。

【0329】

作製した有機EL素子3-1に通電したところほぼ白色の光が得られ、照明装置として使用できることが分かった。なお、例示の他の化合物に置き換えても同様に白色の発光が得られることが分かった。

40

【0330】

《有機EL素子3-2~3-14の作製》

有機EL素子3-1の作製において、発光層における発光性ドーパント及び発光性ホスト化合物を表3に示す化合物に変更した。

それ以外は同様にして、有機EL素子3-2~3-14を各々作製した。

【0331】

《有機EL素子3-1~3-14の評価》

得られた有機EL素子3-1~3-14を評価するに際しては、当該有機EL素子を実施例2の有機EL素子2-1~2-26と同様に封止し、図5及び図6に示すような照明

50

装置を作製して評価した。

このようにして作製した各サンプルに対し、実施例 2 と同様に、外部取り出し量子効率、半減寿命、駆動時の電圧上昇及び熱安定性について評価を行った。評価結果を表 3 に示す。なお、表 3 における外部取り出し量子効率、発光寿命及び駆動時の電圧上昇の測定結果は、有機 EL 素子 3 - 1 の測定値を 100 とする相対値で表した。

【0332】

【表 3】

素子番号	発光性 ドーパント	発光性 ホスト化合物	電圧上昇	効率	半減寿命	備考
3-1	比較 1	OC-11	100	100	100	比較例
3-2	比較 2	OC-11	71	88	160	比較例
3-3	BD-1	OC-11	33	107	431	本発明
3-4	BD-10	OC-11	35	105	303	本発明
3-5	BD-19	OC-30	44	107	354	本発明
3-6	BD-30	H-37	48	102	285	本発明
3-7	BD-31	OC-15	38	109	298	本発明
3-8	BD-40	H-1	41	103	255	参考例
3-9	BD-42	OC-30	34	106	370	本発明
3-10	BD-46	H-53	39	107	330	本発明
3-11	BD-68	OC-30	29	108	440	本発明
3-12	BD-94	H-53	46	107	230	本発明
3-13	BD-102	H-37	40	101	330	本発明
3-14	BD-117	OC-30	42	103	296	本発明

【0333】

表 3 から、本発明の有機 EL 素子 3 - 3 ~ 3 - 14 は、比較例の有機 EL 素子 3 - 1、3 - 2 に対して、高い発光効率及び長寿命を示し、駆動時の電圧上昇も抑える等、素子としての特性が向上していることが分かった。

【0334】

[実施例 4]

《有機 EL 素子 4 - 1 の作製》

100mm×100mm×1.1mm のガラス基板上に、陽極として ITO (インジウムチンオキド) を 100nm 成膜した基板 (Avanstrate 株式会社製、NA-45) にパターニングを行った。その後、この ITO 透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥して、UV オゾン洗浄を 5 分間行った。

【0335】

この透明支持基板上に、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリスチレンスルホネート (PEDOT/PSS、Bayer 株式会社製、Baytron P A14083) を純水で 70 質量% に希釈した溶液を用い、スピンコート法により薄膜を形成した後、200℃にて 1 時間乾燥し、膜厚 30nm の第 1 正孔輸送層を設けた。

【0336】

この第 1 正孔輸送層上に、正孔輸送材料 Poly(N,N'-ビス(4-ブチルフェニル)-N,N'-ビス(フェニル))ベンジジン (American Dye Source 株式会社製、ADS-254) のクロロベンゼン溶液を用い、スピンコート法により薄膜を形成した。150℃で 1 時間加熱乾燥し、膜厚 40nm の第 2 正孔輸送層を設けた。

【0337】

この第2正孔輸送層上に、ドーパント化合物としての比較1及びホスト化合物としてのOC-11の酢酸ブチル溶液を用い、スピンコート法により薄膜を形成し、120で1時間加熱乾燥し、膜厚30nmの発光層を設けた。

【0338】

この発光層上に、電子輸送材料としてのET-2の1-ブタノール溶液を用い、スピンコート法により薄膜を形成し、膜厚20nmの電子輸送層を設けた。

【0339】

この基板を、真空蒸着装置に取付け、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した。次いで、フッ化リチウムを蒸着して膜厚1.0nmの電子注入層を形成し、アルミニウムを蒸着して膜厚110nmの陰極を形成し、有機EL素子4-1を作製した。

【0340】

《有機EL素子4-2～4-14の作製》

有機EL素子2-1の作製において、発光層における発光性ドーパント及び発光性ホスト化合物を表2に示す化合物に変更した。

それ以外は同様にして、有機EL素子4-2～4-14を各々作製した。

【0341】

《有機EL素子4-1～4-14の評価》

得られた有機EL素子4-1～4-14を評価するに際しては、当該有機EL素子を実施例2の有機EL素子2-1～2-26と同様に封止し、図5及び図6に示すような照明装置を作製して評価した。

このようにして作製した各サンプルに対し、実施例2と同様に、外部取り出し量子効率、半減寿命及び駆動時の電圧上昇について評価を行った。評価結果を表4に示す。なお、表4における外部取り出し量子効率、半減寿命及び駆動時の電圧上昇の測定結果は、有機EL素子4-1の測定値を100とする相対値で表した。

【0342】

【表4】

素子番号	発光性ドーパント	発光性ホスト化合物	電圧上昇	効率	半減寿命	備考
4-1	比較1	OC-11	100	100	100	比較例
4-2	比較2	OC-11	88	78	133	比較例
4-3	BD-4	OC-11	34	105	350	本発明
4-4	BD-12	OC-11	37	105	303	本発明
4-5	BD-16	OC-30	40	107	330	本発明
4-6	BD-22	H-42	38	105	298	本発明
4-7	BD-29	H-3	41	105	313	本発明
4-8	BD-39	H-42	42	103	299	本発明
4-9	BD-47	H-53	39	108	303	本発明
4-10	BD-73	H-53	44	107	310	本発明
4-11	BD-86	H-5	48	107	322	本発明
4-12	BD-103	OC-11	43	105	302	本発明
4-13	BD-114	H-5	47	103	298	本発明
4-14	BD-119	H-3	40	104	310	本発明

【0343】

表4から、本発明の有機EL素子4-3～4-14は、比較例の有機EL素子4-1、4-2に対して、高い発光効率及び長寿命を示し、駆動時の電圧上昇を抑える等、素子としての特性が向上していることが分かった。

【0344】

[実施例 5]

実施例 2 の素子 2 - 1 と同様に、5 - 1 及び 5 - 2 を作製した。

(1) 熱安定性評価

有機 E L 素子 5 - 1 及び 5 - 2 について、同じ蒸着ポート（モリブデン製抵抗加熱ポート）を用いて、同じ構成の素子を 5 素子ずつ作製した（例えば、有機 E L 素子 5 - 1 a、5 - 1 b、5 - 1 c、5 - 1 d 及び 5 - 1 e 並びに有機 E L 素子 5 - 2 a、5 - 2 b、5 - 2 c、5 - 2 d 及び 5 - 2 e）。

具体的には、蒸着ポートに所定量 100 mg の有機金属錯体を入れて、ホスト化合物として 200 mg の OC - 11 を入れて、各基板に対して、それぞれ蒸着速度 0.006 nm / 秒、0.1 nm / 秒で、膜厚 40 nm の蒸着を 5 回ずつ行うことにより同じ構成の素子を 5 素子ずつ作製した。

それぞれ 1 回目に作製した素子（例えば、有機 E L 素子 5 - 1 a）、3 回目に作製した素子（例えば、有機 E L 素子 5 - 1 c）、5 回目に作製した素子（例えば、有機 E L 素子 5 - 1 e）のそれぞれについて上記と同様の方法で半減寿命を測定した。各素子の半減寿命は、1 回目に作製した有機 E L 素子 5 - 1 a を 100 とする相対値で表した。これにより、蒸着ポートで加熱された有機金属錯体の熱安定性を評価することができる。

【 0 3 4 5 】

【表 5】

素子番号	発光性ドーパント	発光性ホスト化合物	電圧上昇	効率	半減寿命			備考
					1回目	3回目	5回目	
5 - 1	比較 3	OC - 11	100	100	100	80	65	比較例
5 - 2	BD - 5	OC - 11	27	109	333	335	333	本発明

【 0 3 4 6 】

比較例の有機 E L 素子 5 - 1 は、1 回目に作製された素子 5 - 1 a、3 回目に作製された素子 5 - 1 c、5 回目に作製された素子 5 - 1 e と半減寿命が徐々に低下していくのに対して、本発明の有機 E L 素子 5 - 2 は 1 回目に作製された素子 5 - 2 a、3 回目に作製された素子 5 - 2 c、5 回目に作製された素子 5 - 2 e と半減寿命がほとんど低下していない。これにより、有機 E L 素子 5 - 1 に用いた発光性ドーパントである比較 3 の化合物よりも、有機 E L 素子 5 - 2 に用いた発光性ドーパントである BD - 5 の化合物の方が熱安定性に優れていることが分かった。

【 0 3 4 7 】

以上より、本発明者らは、上記本発明の目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、有機 E L 素子の有機層に、前記一般式 (1) で表される有機金属錯体を発光性ドーパントとして含有させることで、有機 E L 素子の電子耐性を向上させることができた。我々は、R₂ の位置にフッ素原子を有すると電子耐性を劣化させることを見出し、それを改良させた。即ち、一般式 (1) における特定の位置（5 員環と結合した炭素からみて、オルトの位置）に F を有し、Y₁ は C - R₁ 又は N を表し、Y₂ は C - R₃ 又は N を表し、R₁、R₂ 及び R₃ を水素原子、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、非芳香族炭化水素環基、非芳香族複素環基、シアノ基又は - Si R a₃ を置換基とすることで、電子耐性が向上することを見出した。

また、一般式 (1) における特定の位置（5 員環と結合した炭素からみて、オルトの位置）にフッ素を有することで、有機金属錯体間の相互作用を緩和して昇華性を改良し、更には有機金属錯体の熱安定性の向上に至った。これにより、当該有機金属錯体を発光性ドーパントとして蒸着により成膜して有機層を形成する際に、連続繰り返し蒸着が可能となった。

【 0 3 4 8 】

よって、本発明の有機 E L 素子は、有機層の少なくとも一層に、前記一般式 (1) で表

される有機金属錯体が有機EL素子材料として含有されて構成されているものである。また、好ましくは、本発明の有機EL素子は、有機層のうち発光層に、前記一般式(1)で表される有機金属錯体が有機EL素子材料として含有されて構成されているものである。

【符号の説明】

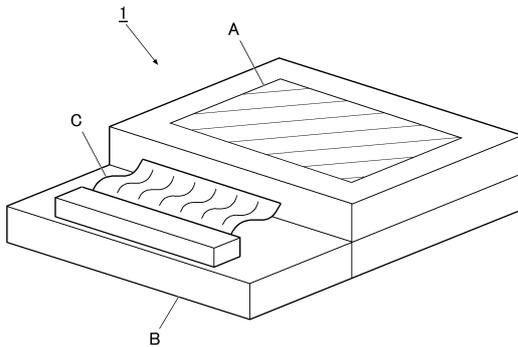
【0349】

- 1 ディスプレイ
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線
- 7 電源ライン
- 10 有機EL素子
- 11 スwitchングトランジスタ
- 12 駆動トランジスタ
- 13 コンデンサー
- 101 有機EL素子
- 102 ガラスカバー
- 105 陰極
- 106 有機EL層
- 107 透明電極付きガラス基板
- 108 窒素ガス
- 109 捕水剤
- A 表示部
- B 制御部
- C 配線部

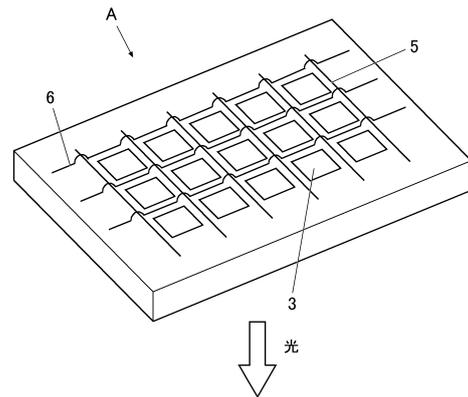
10

20

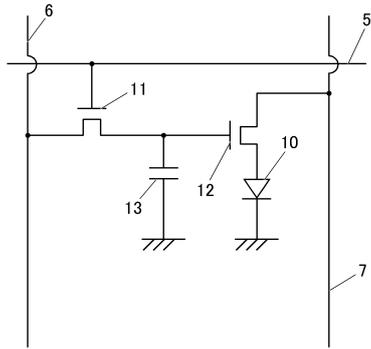
【図1】



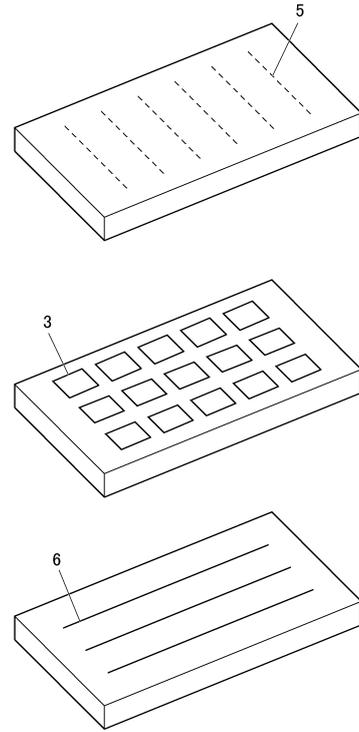
【図2】



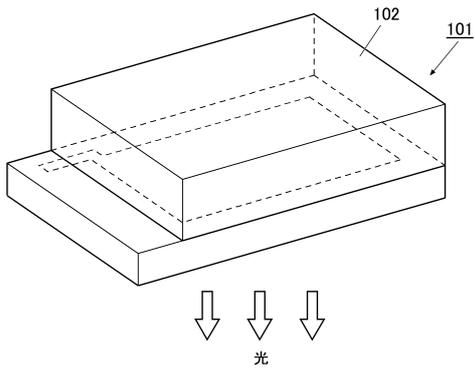
【 図 3 】



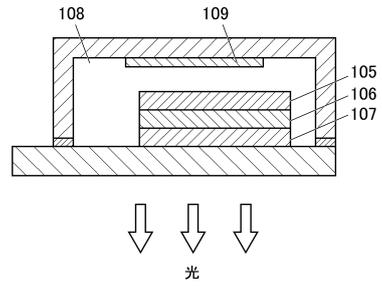
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 川辺 里美

東京都八王子市石川町2970番地 コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社内

審査官 土橋 敬介

(56)参考文献 特表2008-504342(JP,A)

国際公開第2007/097149(WO,A1)

国際公開第2012/068736(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C07F 15/00

C09K 11/06

H01L 51/50

CAplus/REGISTRY(STN)