

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-72056

(P2024-72056A)

(43)公開日 令和6年5月27日(2024.5.27)

| (51)国際特許分類 |                 | F I     |       | テーマコード(参考) |               |
|------------|-----------------|---------|-------|------------|---------------|
| C 0 7 F    | 15/00 (2006.01) | C 0 7 F | 15/00 | E C S P    | 2 H 0 4 2     |
| H 1 0 K    | 50/10 (2023.01) | H 0 5 B | 33/14 | B          | 2 H 1 4 8     |
| H 1 0 K    | 59/10 (2023.01) | H 0 1 L | 27/32 |            | 3 K 1 0 7     |
| H 0 5 B    | 33/12 (2006.01) | H 0 5 B | 33/12 | E          | 4 H 0 0 6     |
| G 0 2 B    | 5/22 (2006.01)  | H 0 5 B | 33/12 | C          | 4 H 0 3 9     |
|            |                 | 審査請求    | 未請求   | 請求項の数      | 21            |
|            |                 |         |       | O L        | (全69頁) 最終頁に続く |

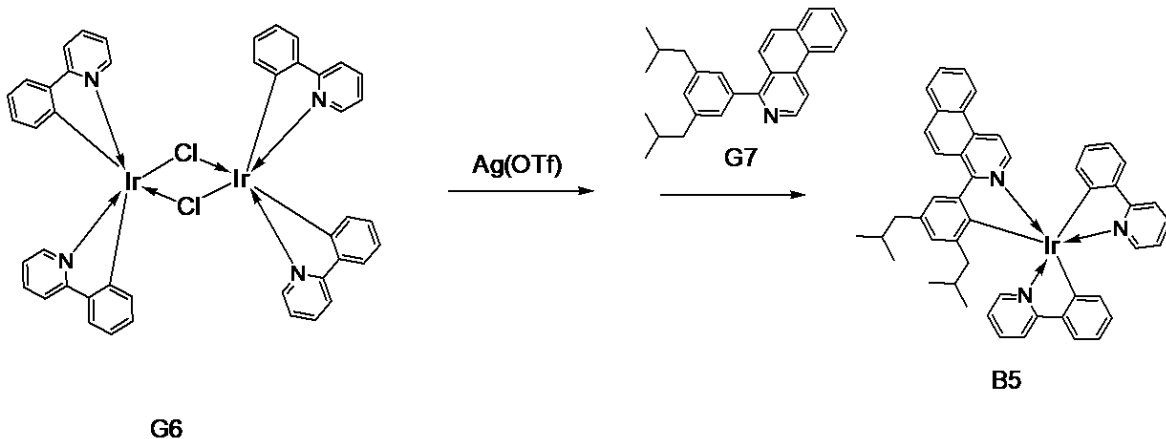
|          |                             |         |  |
|----------|-----------------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願2022-182649(P2022-182649) | (71)出願人 | 000001007<br>キヤノン株式会社<br>東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (22)出願日  | 令和4年11月15日(2022.11.15)      | (74)代理人 | 100110870<br>弁理士 山口 芳広                     |
|          |                             | (74)代理人 | 100096828<br>弁理士 渡辺 敬介                     |
|          |                             | (72)発明者 | 西出 洋祐<br>東京都大田区下丸子3丁目30番2号<br>キヤノン株式会社内    |
|          |                             | (72)発明者 | 大類 博揮<br>東京都大田区下丸子3丁目30番2号<br>キヤノン株式会社内    |
|          |                             | (72)発明者 | 岩脇 洋伸<br>東京都大田区下丸子3丁目30番2号<br>最終頁に続く       |

(54)【発明の名称】 有機金属錯体及び有機発光素子

(57)【要約】 (修正有)

【課題】色純度の高い赤色を発光する有機金属錯体を提供する。

【解決手段】具体的には、例えば以下の様に合成される有機金属錯体 B 5 が示される。



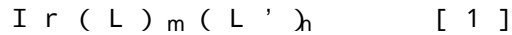
【選択図】

なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

下記一般式 [ 1 ] で表されることを特徴とする有機金属錯体。



式 [ 1 ] において、Ir はイリジウムである。

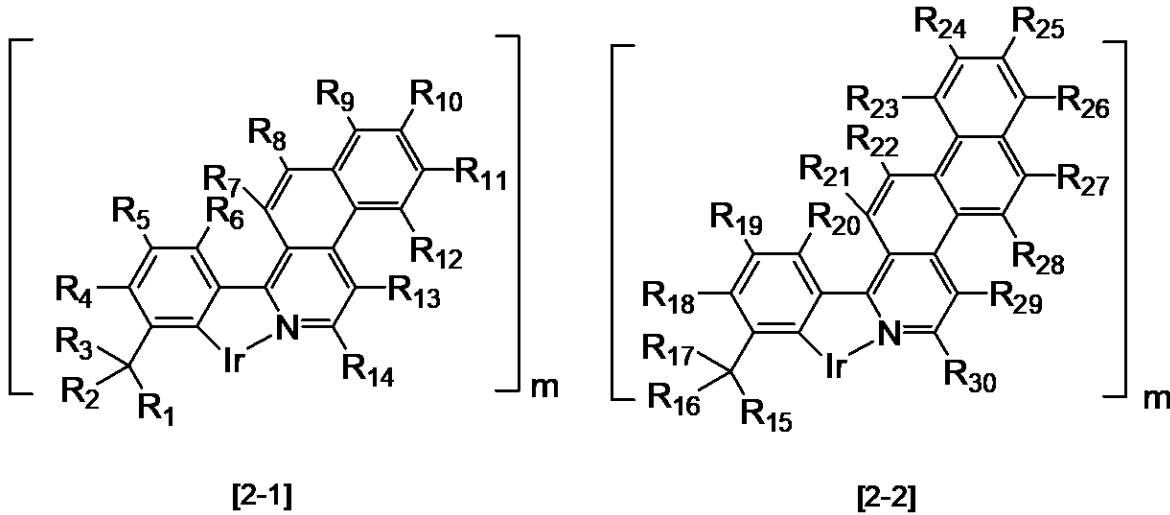
L 及び L' は、それぞれ異なる二座配位子を表す。

m は、1 または 2 であり、 $m + n = 3$  である。

部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  は、下記一般式 [ 2 - 1 ] または [ 2 - 2 ] で示される部分構造である。

## 【化 1】

10



20

式 [ 2 - 1 ] において、 $R_1$  乃至  $R_3$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうち少なくとも 1 つは、水素原子または重水素原子ではなく、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子である場合、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の 2 級以上のアルキル基である。隣り合う  $R_1$  乃至  $R_3$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

30

$R_4$  乃至  $R_{14}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる。隣り合う  $R_4$  乃至  $R_{14}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

式 [ 2 - 2 ] において、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち少なくとも 1 つは、水素原子または重水素原子ではなく、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子である場合、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の 2 級以上のアルキル基である。隣り合う  $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

40

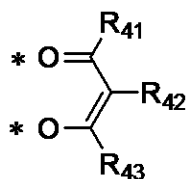
$R_{18}$  乃至  $R_{30}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる

50

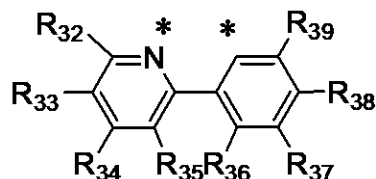
。隣り合う R<sub>18</sub>乃至 R<sub>30</sub>は、互いに結合して環を形成してもよい。

L' は下記一般式 [ 3 ] または [ 4 ] で示される二座配位子である。

【化 2】



[3]



[4]

式 [ 3 ] において、R<sub>41</sub>乃至 R<sub>43</sub>は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。隣り合う R<sub>41</sub>乃至 R<sub>43</sub>は、互いに結合して環を形成してもよい。

10

式 [ 4 ] において、R<sub>32</sub>乃至 R<sub>39</sub>は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。隣り合う R<sub>32</sub>乃至 R<sub>39</sub>は、互いに結合して環を形成してもよい。

20

【請求項 2】

前記部分構造 I r ( L )<sub>m</sub>は、前記一般式 [ 2 - 1 ] で示される部分構造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 3】

前記 R<sub>1</sub>乃至 R<sub>3</sub>のうち少なくとも2つは、水素原子または重水素原子ではないことを特徴とする請求項 2 に記載の有機金属錯体。

【請求項 4】

前記 R<sub>1</sub>乃至 R<sub>3</sub>のうち少なくとも2つは、置換あるいは無置換のアルキル基であることを特徴とする請求項 3 に記載の有機金属錯体。

【請求項 5】

前記部分構造 I r ( L )<sub>m</sub>は、前記一般式 [ 2 - 2 ] で示される部分構造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。

30

【請求項 6】

前記 R<sub>15</sub>乃至 R<sub>18</sub>のうち少なくとも2つは、水素原子または重水素原子ではないことを特徴とする請求項 5 に記載の有機金属錯体。

【請求項 7】

前記 R<sub>15</sub>乃至 R<sub>18</sub>のうち少なくとも2つは、置換あるいは無置換のアルキル基であることを特徴とする請求項 6 に記載の有機金属錯体。

【請求項 8】

前記 R<sub>5</sub>、前記 R<sub>19</sub>は、水素原子または重水素原子ではないことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の有機金属錯体。

40

【請求項 9】

第一電極と第二電極と、前記第一電極と前記第二電極との間に配置されている有機化合物層と、を有し、前記有機化合物層は、請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の有機金属錯体を含有する層を有することを特徴とする有機発光素子。

【請求項 10】

前記有機金属錯体を含有する層は発光層であることを特徴とする請求項 9 に記載の有機発光素子。

【請求項 11】

赤色発光することを特徴とする請求項 10 に記載の有機発光素子。

【請求項 12】

50

前記発光層と積層して配置される別の発光層を更に有し、前記別の発光層は、前記発光層が発する発光色とは異なる色を発光することを特徴とする請求項 10 に記載の有機発光素子。

【請求項 13】

白色発光することを特徴とする請求項 12 に記載の有機発光素子。

【請求項 14】

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、請求項 9 に記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続された能動素子と、を有することを特徴とする表示装置。

【請求項 15】

カラーフィルタを有することを特徴とする請求項 14 に記載の表示装置。 10

【請求項 16】

画像情報を入力するための入力部と、画像を出力するための表示部と、を有し、前記表示部が、請求項 14 に記載の表示装置を有することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 17】

複数のレンズを有する光学部と、前記光学部を通過した光を受光する撮像素子と、前記撮像素子が撮像した画像を表示する表示部と、を有し、

前記表示部は請求項 9 に記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

【請求項 18】

筐体と、外部と通信する通信部と、表示部とを有し、

前記表示部は請求項 9 に記載の有機発光素子であることを特徴とする電子機器。 20

【請求項 19】

請求項 9 に記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部または光学フィルタと、を有することを特徴とする照明装置。

【請求項 20】

機体と、前記機体に設けられている灯具を有し、

前記灯具は、請求項 9 に記載の有機発光素子を有することを特徴とする移動体。

【請求項 21】

感光体と、前記感光体に光を照射する露光光源と、を有し、

前記露光光源は、請求項 9 に記載の有機発光素子を有することを特徴とする画像形成装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機金属錯体及びこれを用いた有機発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子（有機エレクトロルミネッセンス素子（有機 EL 素子）とも呼ばれる。）は、一对の電極と、これら電極間に配置される有機化合物層とを有する電子素子である。これら一对の電極から電子及び正孔を注入することにより、有機化合物層中の発光性有機化合物の励起子を生成し、該励起子が基底状態に戻る際に、有機発光素子は光を放出する。 40

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

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

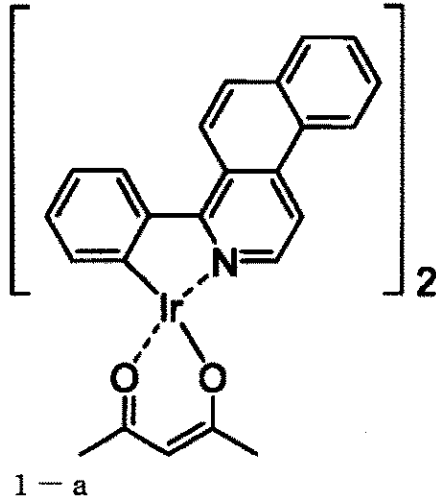
現在、有機 EL 素子の発光効率を向上させる試みとして、燐光発光を用いることが提案されている。燐光発光を用いた有機 EL 素子は、蛍光発光のものよりも理論上、約 4 倍の発光効率向上が期待される。したがって、現在までに燐光発光性の有機金属錯体の創出が盛んに行われている。高性能の有機発光素子を提供するにあたり、発光特性の優れた有機 50

金属錯体の創出が重要であるからである。

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

【 0 0 0 3 】

【 化 1 】



10

20

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 1 1 4 1 3 7 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 に記載の化合物を用いた有機発光素子は、良好な発光効率、色純度の発光が可能であるが、BT - 2 0 2 0 に求められる高色純度や、高効率化、高耐久化に関して、さらなる改善が求められる。

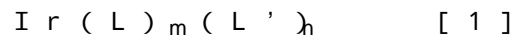
30

本発明は、上記課題に鑑みてなされるものであり、その目的は、色純度の高い赤色を発光する有機金属錯体を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

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



式 [ 1 ] において、Ir はイリジウムである。

40

L 及び L' は、それぞれ異なる二座配位子を表す。

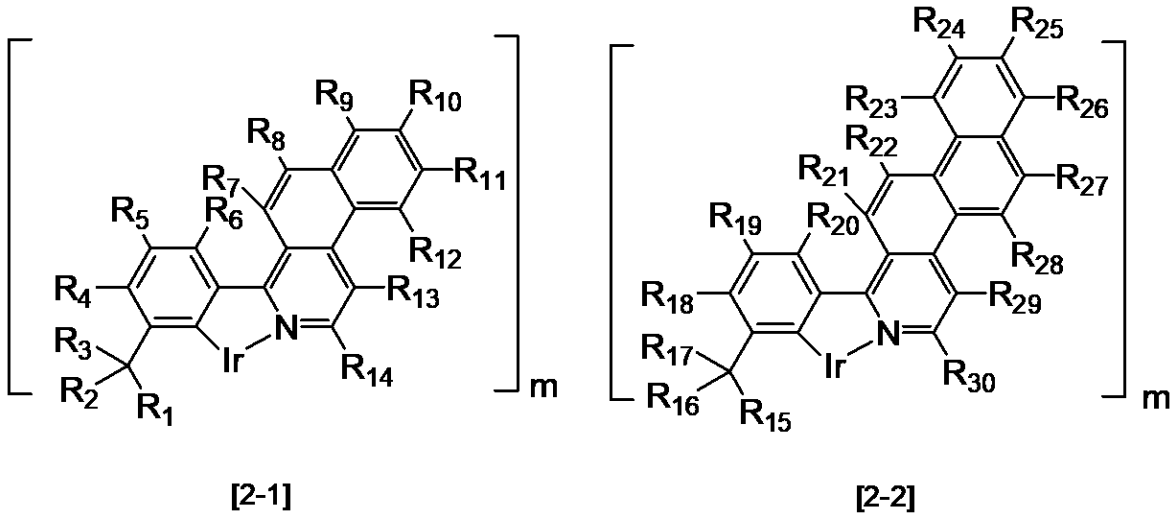
m は、1 または 2 であり、m + n = 3 である。

部分構造 Ir(L)<sub>m</sub> は、下記一般式 [ 2 - 1 ] または [ 2 - 2 ] で示される部分構造である。

【 0 0 0 7 】

50

## 【化 2】



10

20

30

40

式 [ 2 - 1 ] において、R<sub>1</sub>乃至R<sub>3</sub>は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、R<sub>1</sub>乃至R<sub>3</sub>のうち少なくとも1つは、水素原子または重水素原子ではなく、R<sub>1</sub>乃至R<sub>3</sub>のうち2つが水素原子または重水素原子である場合、R<sub>1</sub>乃至R<sub>3</sub>のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の2級以上のアルキル基である。隣り合うR<sub>1</sub>乃至R<sub>3</sub>は、互いに結合して環を形成してもよい。

R<sub>4</sub>乃至R<sub>14</sub>は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる。隣り合うR<sub>4</sub>乃至R<sub>14</sub>は、互いに結合して環を形成してもよい。

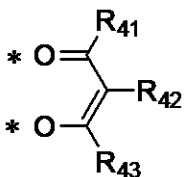
式 [ 2 - 2 ] において、R<sub>15</sub>乃至R<sub>17</sub>は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、R<sub>15</sub>乃至R<sub>17</sub>のうち少なくとも1つは、水素原子または重水素原子ではなく、R<sub>15</sub>乃至R<sub>17</sub>のうち2つが水素原子または重水素原子である場合、R<sub>15</sub>乃至R<sub>17</sub>のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の2級以上のアルキル基である。隣り合うR<sub>15</sub>乃至R<sub>17</sub>は、互いに結合して環を形成してもよい。

R<sub>18</sub>乃至R<sub>30</sub>は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる。隣り合うR<sub>18</sub>乃至R<sub>30</sub>は、互いに結合して環を形成してもよい。

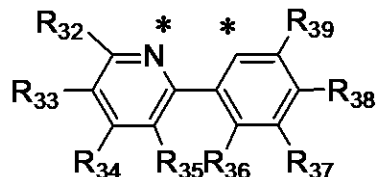
L' は下記一般式 [ 3 ] または [ 4 ] で示される二座配位子である。

【 0 0 0 8 】

## 【化 3】



[3]



[4]

50

式 [ 3 ] において、 $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。隣り合う  $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

式 [ 4 ] において、 $R_{32}$  乃至  $R_{39}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。隣り合う  $R_{32}$  乃至  $R_{39}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、高効率、高色純度の赤色発光が可能な有機金属錯体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】例示化合物と比較化合物の最適化構造と発光スペクトルの半値幅を示す図である。

【図2】例示化合物と比較化合物の最適化構造と発光スペクトルの半値幅を示す図である。

20

【図3】例示化合物と比較化合物の  $E \cdot Q \cdot E$  (外部量子効率) の比と、連続駆動による輝度劣化率の比を示す図である。

【図4】(a) 本発明の一実施形態に係る表示装置の画素の一例を表す概略断面図である。(b) 本発明の一実施形態に係る有機発光素子を用いた表示装置の一例の概略断面図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。

【図6】(a) 本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。

【図7】(a) 本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。(b) 折り曲げ可能な表示装置の一例を表す模式図である。

30

【図8】(a) 本発明の一実施形態に係る照明装置の一例を示す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係る車両用灯具を有する移動体の一例を示す模式図である。

【図9】(a) 本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例を示す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの他の例を示す模式図である。

【図10】(a) 本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例を表す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係る画像形成装置の露光光源の一例を表す模式図である。

【発明を実施するための形態】

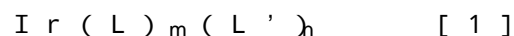
【0011】

有機金属錯体

40

本実施形態に係る有機金属錯体は、下記一般式 [ 1 ] で表される。

【0012】



【0013】

式 [ 1 ] において、 $Ir$  はイリジウムである。

$L$  及び  $L'$  は、それぞれ異なる二座配位子を表す。

$m$  は、1 または 2 であり、 $m + n = 3$  である。

$L$  または  $L'$  を複数有する場合、複数の  $L$  同士または  $L'$  同士は同一であっても、異なってもよい。また、他の実施形態に係る有機金属錯体は、イリジウム金属に配位する配位子が、それぞれ異なる配位子であってよい。例えば、一般式 [ 2 - 1 ] または [ 2 - 2 ] に

50

示す部分構造を有し、一般式 [ 3 ] に示す配位子および一般式 [ 4 ] に示す配位子を有する有機金属錯体であつてよい。

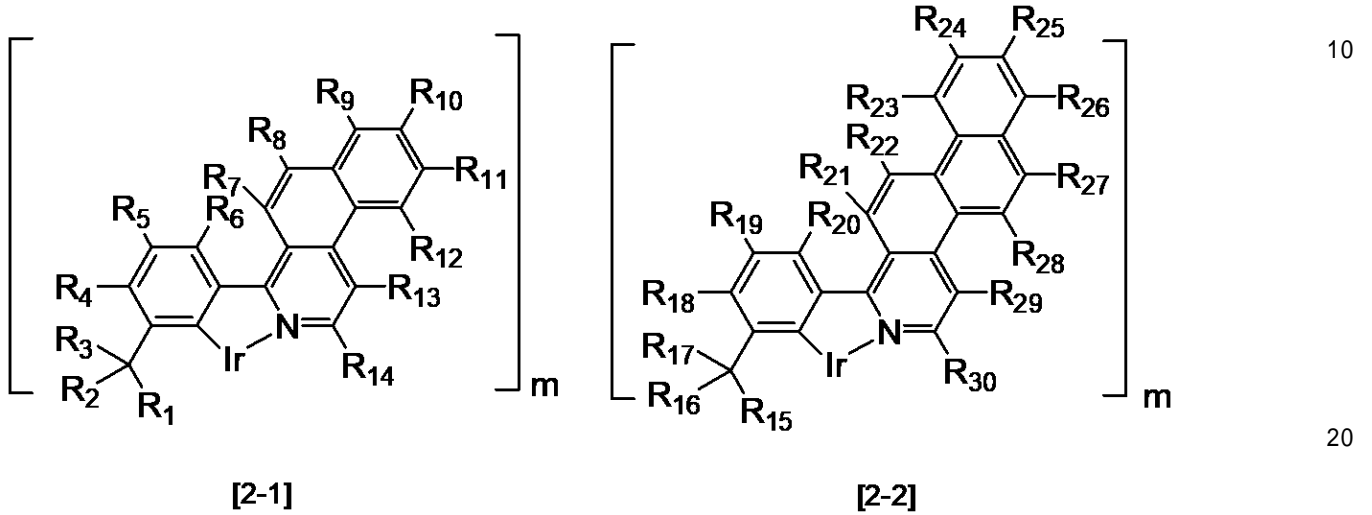
【 0 0 1 4 】

< 部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  >

部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  は、下記一般式 [ 2 - 1 ] または [ 2 - 2 ] で示される部分構造である。

【 0 0 1 5 】

【 化 4 】



10

20

【 0 0 1 6 】

[  $R_1$  乃至  $R_3$ 、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  ]

式 [ 2 - 1 ] において、 $R_1$  乃至  $R_3$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうち少なくとも1つは、水素原子または重水素原子ではなく、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうち2つが水素原子または重水素原子である場合、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の2級以上のアルキル基である。 $R_1$  乃至  $R_3$  のうち少なくとも2つは、水素原子または重水素原子ではないことが好ましく、置換あるいは無置換のアルキル基であることが好ましい。

30

【 0 0 1 7 】

式 [ 2 - 2 ] において、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち少なくとも1つは、水素原子または重水素原子ではなく、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち2つが水素原子または重水素原子である場合、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の2級以上のアルキル基である。 $R_{15}$  乃至  $R_{18}$  のうち少なくとも2つは、水素原子または重水素原子ではないことが好ましく、置換あるいは無置換のアルキル基であることが好ましい。

40

【 0 0 1 8 】

アルキル基としては、好ましくは炭素原子数1以上10以下のアルキル基であり、より好ましくは炭素原子数1以上6以下のアルキル基である。アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*i*-プロピル基、*n*-ブチル基、*i*-ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*i*-ペンチル基、*tert*-ペンチル基、ネオペンチル基、3-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、シクロヘキシル基等が具体的に挙げられる。このうち、メチル基、*i*-プロピル基、*tert*-ブチル基がより好ましい。

50

## 【 0 0 1 9 】

アルコキシ基としては、具体的には、メトキシ基、エトキシ基、*i*-プロポキシ基、*n*-ブトキシ基、*tert*-ブトキシ基等が挙げられるが、メトキシ基が好ましい。

## 【 0 0 2 0 】

シリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

## 【 0 0 2 1 】

アリール基として、具体的には、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、フルオレニル基、ピフェニレニル基、アセナフチレニル基、クリセニル基、プレニル基、トリフェニレニル基、ピセニル基、フルオランテニル基、ペリレニル基、ナフタセニル基、ピフェニル基、ターフェニル基等が挙げられる。中でも、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基もしくはピフェニル基が好ましく、フェニル基がより好ましい。

10

## 【 0 0 2 2 】

ヘテロアリール基として、具体的には、チエニル基、ピロリル基、ピラジニル基、ピリジル基、インドリル基、キノリル基、イソキノリル基、ナフチリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル等、カルバゾリル基、ベンゾ[*a*]カルバゾリル基、ベンゾ[*b*]カルバゾリル基、ベンゾ[*c*]カルバゾリル基、フェナジニル基、フェノキサジニル基、フェノチアジニル、ベンゾチオフェニル基、ジベンゾチオフェニル基、ベンゾフラニル基、ジベンゾフラニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基等が挙げられる。

## 【 0 0 2 3 】

アルキル基、アルコキシ基、シリル基、アリール基、ヘテロアリール基がさらに有してもよい置換基としては特に制限はないが、例えば、重水素原子、フッ素原子、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*i*-プロピル基、*n*-ブチル基、*i*-ブチル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*i*-ペンチル基、*tert*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基及びシクロヘキシル基等のアルキル基；メトキシ基、エトキシ基、*i*-プロポキシ基、*n*-ブトキシ基、*tert*-ブトキシ基等のアルコキシ基；*N*-メチルアミノ基、*N*-エチルアミノ基、*N,N*-ジメチルアミノ基、*N,N*-ジエチルアミノ基、*N*-メチル-*N*-エチルアミノ基、*N*-ベンジルアミノ基、*N*-メチル-*N*-ベンジルアミノ基、*N,N*-ジベンジルアミノ基、アニリノ基、*N,N*-ジフェニルアミノ基、*N,N*-ジナフチルアミノ基、*N,N*-ジフルオレニルアミノ基、*N*-フェニル-*N*-トリルアミノ基、*N,N*-ジトリルアミノ基、*N*-メチル-*N*-フェニルアミノ基、*N,N*-ジアニソリルアミノ基、*N*-メシチル-*N*-フェニルアミノ基、*N,N*-ジメシチルアミノ基、*N*-フェニル-*N*-(4-ターシャリブチルフェニル)アミノ基、*N*-フェニル-*N*-(4-トリフルオロメチルフェニル)アミノ基等のアミノ基；フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、フルオレニル基、ピフェニレニル基、アセナフチレニル基、クリセニル基、プレニル基、トリフェニレニル基、ピセニル基、フルオランテニル基、ペリレニル基、ナフタセニル基、ピフェニル基、ターフェニル基等のアリール基；チエニル基、ピロリル基、ピラジニル基、ピリジル基、インドリル基、キノリル基、イソキノリル基、ナフチリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル等、カルバゾリル基、ベンゾ[*a*]カルバゾリル基、ベンゾ[*b*]カルバゾリル基、ベンゾ[*c*]カルバゾリル基、フェナジニル基、フェノキサジニル基、フェノチアジニル基、ベンゾチオフェニル基、ジベンゾチオフェニル基、ベンゾフラニル基、ジベンゾフラニル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基等の複素環基；シアノ基、トリフルオロメチル基、チオール基等を挙げることができる。これらのさらに有してもよい置換基の水素原子は、重水素原子に置き換えても良い。

20

30

40

## 【 0 0 2 4 】

アルキル基、アルコキシ基、シリル基、アリール基、ヘテロアリール基がさらに有してもよい置換基として、好ましくは、重水素原子、メチル基、*i*-プロピル基、*tert*-ブチル基、メトキシ基、*N,N*-ジメチルアミノ基、*N,N*-ジフェニルアミノ基、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基、ピフェニル基、ターフェニル基であり、特に、好

50

ましくは、重水素原子、メチル基、*i*-プロピル基、*tert*-ブチル基、フェニル基である。

【0025】

隣り合う $R_1$ 乃至 $R_3$ は、互いに結合して環を形成してもよく、隣り合う $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ は、互いに結合して環を形成してもよい。具体的には、例えば、隣り合う $R_1$ 乃至 $R_3$ または隣り合う $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ が互いに結合してシクロヘキシル基等のシクロアルキル基を形成する場合等が挙げられる。

【0026】

[ $R_4$ 乃至 $R_{14}$ 、 $R_{18}$ 乃至 $R_{30}$ ]

式[2-1]において、 $R_4$ 乃至 $R_{14}$ は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる。 $R_5$ は、水素原子または重水素原子ではないことが好ましく、 $-CR_1(R_2)(R_3)$ と同じ基であることが好ましい。

10

【0027】

式[2-2]において、 $R_{18}$ 乃至 $R_{30}$ は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる。 $R_{19}$ は、水素原子または重水素原子ではないことが好ましく、 $-CR_{15}(R_{16})(R_{17})$ と同じ基であることが好ましい。

20

【0028】

$R_4$ 乃至 $R_{14}$ 、 $R_{18}$ 乃至 $R_{30}$ で示されるアルキル基、アルコキシ基、シリル基、アリール基、ヘテロアリール基としては、 $R_1$ 乃至 $R_3$ 、 $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ で説明したものと同様のものが挙げられる。

【0029】

アミノ基として、具体的には、*N*-メチルアミノ基、*N*-エチルアミノ基、*N,N*-ジメチルアミノ基、*N,N*-ジエチルアミノ基、*N*-メチル-*N*-エチルアミノ基、*N*-ベンジルアミノ基、*N*-メチル-*N*-ベンジルアミノ基、*N,N*-ジベンジルアミノ基、アニリノ基、*N,N*-ジフェニルアミノ基、*N,N*-ジナフチルアミノ基、*N,N*-ジフルオレニルアミノ基、*N*-フェニル-*N*-トリルアミノ基、*N,N*-ジトリルアミノ基、*N*-メチル-*N*-フェニルアミノ基、*N,N*-ジアニソリルアミノ基、*N*-メシチル-*N*-フェニルアミノ基、*N,N*-ジメシチルアミノ基、*N*-フェニル-*N*-(4-ターシャリブチルフェニル)アミノ基、*N*-フェニル-*N*-(4-トリフルオロメチルフェニル)アミノ基等が挙げられる。中でも、*N,N*-ジメチルアミノ基もしくは*N,N*-ジフェニルアミノ基が好ましい。

30

【0030】

アリールオキシ基としては、例えば、フェノキシ基、ナフトキシ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

40

【0031】

ヘテロアリールオキシ基としては、例えば、フラニルオキシ基、チエニルオキシ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0032】

$R_4$ 乃至 $R_{14}$ 、 $R_{18}$ 乃至 $R_{30}$ で示されるアルキル基、アルコキシ基、シリル基、アミノ基、アリル基、アリール基、ヘテロアリール基、アリールオキシ基、ヘテロアリールオキシ基がさらに有してもよい置換基としては、 $R_1$ 乃至 $R_3$ 、 $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ で説明したものと同様のものが挙げられる。

50

## 【 0 0 3 3 】

隣り合う  $R_4$  乃至  $R_{14}$  は、互いに結合して環を形成してもよく、隣り合う  $R_{18}$  乃至  $R_{30}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。互いに結合して環を形成するとは、隣り合う  $R$  同士が結合して形成される環と、その隣り合う  $R$  が結合している環が縮合環を形成することを意味する。 $R$  同士が結合して形成される環は、芳香族環であってもよい。

## 【 0 0 3 4 】

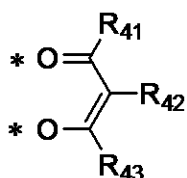
< L ' >

L ' は下記一般式 [ 3 ] または [ 4 ] で示される二座配位子である。

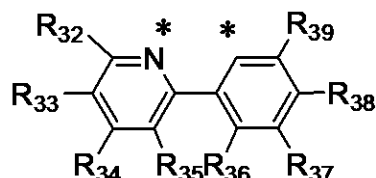
## 【 0 0 3 5 】

## 【 化 5 】

10



[3]



[4]

## 【 0 0 3 6 】

[  $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  ]

式 [ 3 ] において、 $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。 $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  は、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基であることが好ましい。隣り合う  $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

20

## 【 0 0 3 7 】

$R_{41}$  乃至  $R_{43}$  で示されるアルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、ヘテロアリール基としては、 $R_1$  乃至  $R_3$ 、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$ 、 $R_4$  乃至  $R_{14}$ 、 $R_{18}$  乃至  $R_{30}$  で説明したものと同様のものが挙げられる。また、アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、ヘテロアリール基がさらに有してもよい置換基としては、 $R_1$  乃至  $R_3$ 、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  で説明したものと同様のものが挙げられる。

30

## 【 0 0 3 8 】

[  $R_{32}$  乃至  $R_{39}$  ]

式 [ 4 ] において、 $R_{32}$  乃至  $R_{39}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。

## 【 0 0 3 9 】

$R_{32}$  乃至  $R_{39}$  で示されるアルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリール基、ヘテロアリール基としては、 $R_1$  乃至  $R_3$ 、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$ 、 $R_4$  乃至  $R_{14}$ 、 $R_{18}$  乃至  $R_{30}$  で説明したものと同様のものが挙げられる。また、アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリル基、アリール基、ヘテロアリール基がさらに有してもよい置換基としては、 $R_1$  乃至  $R_3$ 、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  で説明したものと同様のものが挙げられる。

40

## 【 0 0 4 0 】

隣り合う  $R_{32}$  乃至  $R_{39}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。互いに結合して環を形成するとは、 $R_4$  乃至  $R_{14}$ 、 $R_{18}$  乃至  $R_{30}$  について説明した通りである。

## 【 0 0 4 1 】

< 合成方法 >

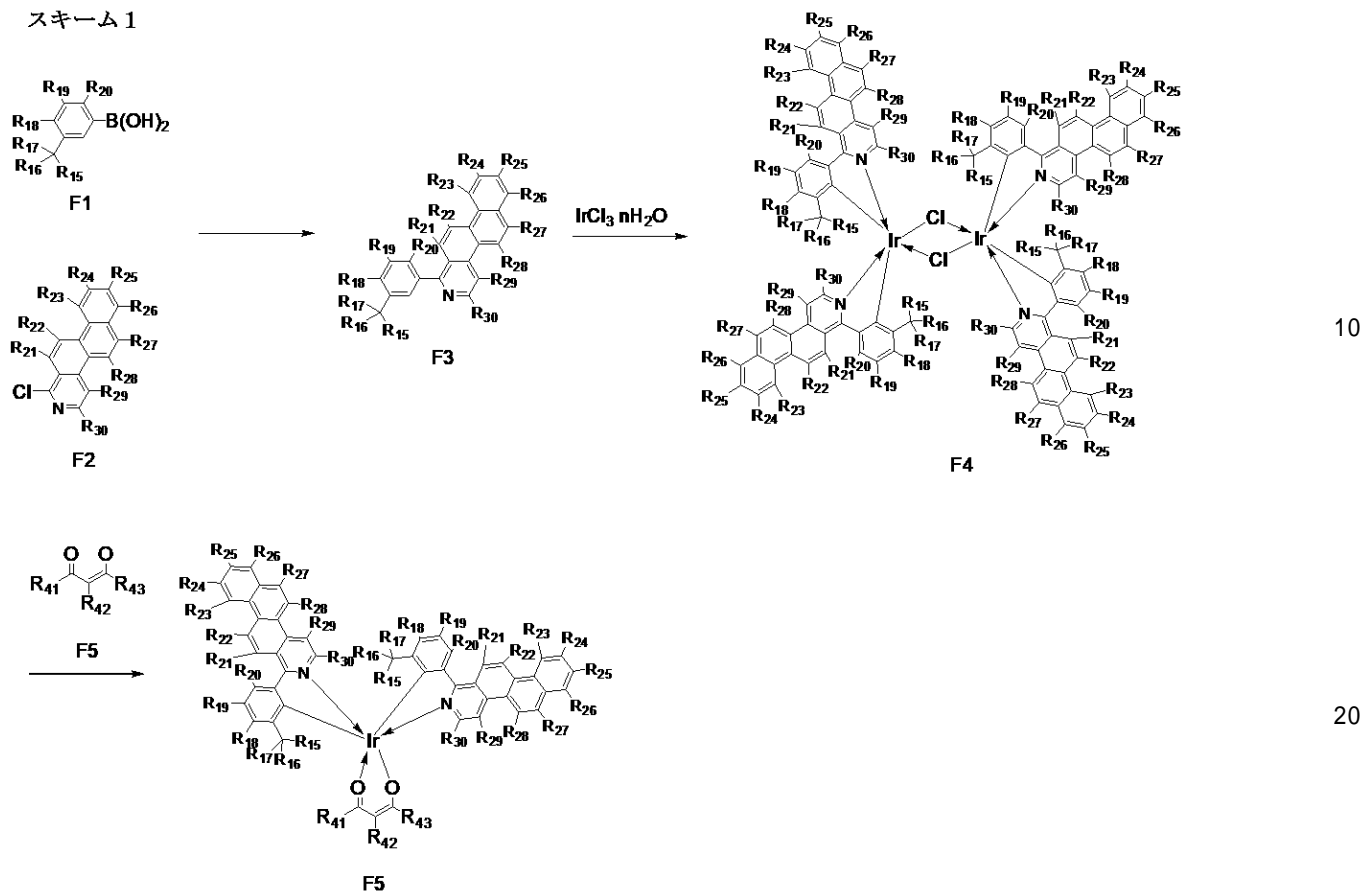
次に、本実施形態に係る有機金属錯体の合成方法を説明する。本実施形態に係る有機金属錯体は、例えば、下記に示す反応スキーム 1 または 2 に従って合成される。

## 【 0 0 4 2 】

50

## 【化 6】

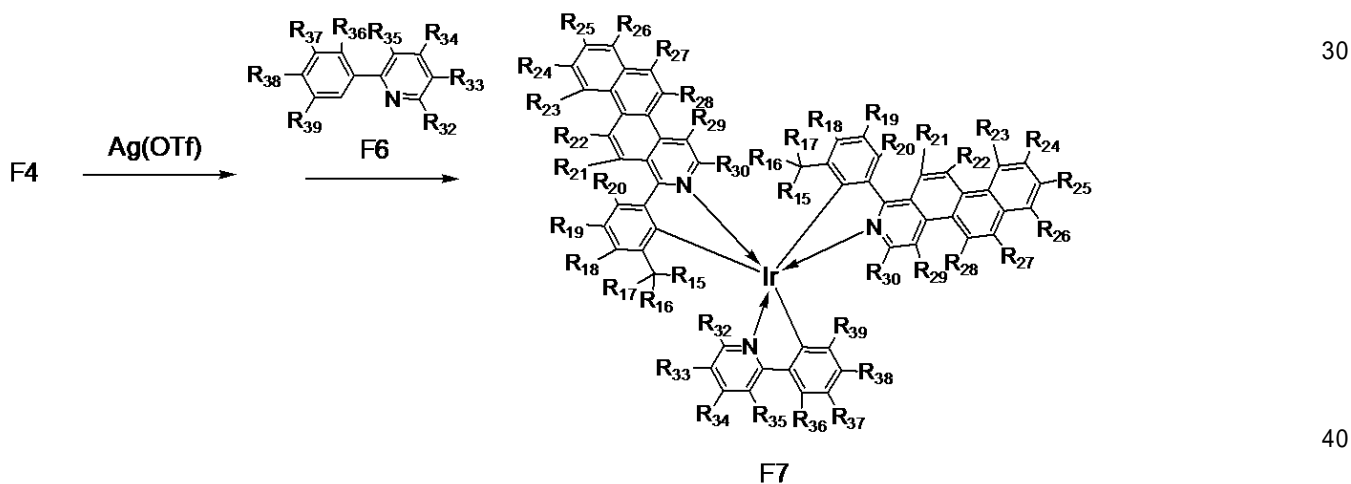
## スキーム 1



## 【 0 0 4 3】

## 【化 7】

## スキーム 2



## 【 0 0 4 4】

合成スキーム 1, 2 においては、本実施形に係る有機金属錯体は、下記 (a) から (b) に示される状態を経由して、(c) または (d) が合成される。

- (a) 配位子誘導体 (F 3)
- (b) ジクロロダイマー誘導体 (F 4)
- (c) アセチルアセトン誘導体配位子錯体 (F 5)
- (d) p p y 誘導体配位子錯体 (F 7)

また、合成スキーム 1, 2 において、F 1、F 2、F 5、F 6 をそれぞれ変えることで 50

種々の例示化合物を合成することができる。

【0045】

本実施形態に係る有機金属錯体の合成方法は、上記合成スキームに限定されることなく、種々の合成試薬を用いた公知の方法であってもよい。

【0046】

< 性質 >

本発明者らは、一般式 [ 1 ] で表される有機金属錯体を発明するにあたり、有機金属錯体の配位子の置換基の種類と位置に注目した。

【0047】

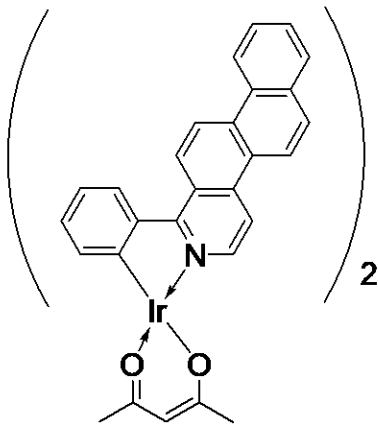
本実施形態に係る有機金属錯体は、主配位子 L のベンゼン環の Ir との結合位置のオルト位（以下、単に「主配位子 L のベンゼン環のオルト位」と称する場合がある。）に、かさ高い置換基を有するため、高効率で色純度の高い赤発光を呈する安定な化合物となる。

【0048】

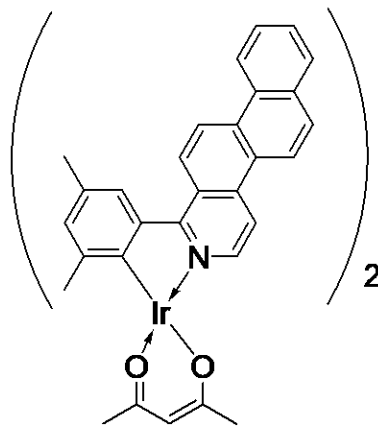
以下、本実施形態に係る有機金属錯体に類似する構造を有する比較化合物を比較対照として挙げながら、本実施形態に係る有機金属錯体の性質を説明する。具体的には、比較化合物として以下に示される比較化合物 1 - a 及び比較化合物 2 - a を挙げ、本発明の例示化合物 CC 1 の性質を説明する。

【0049】

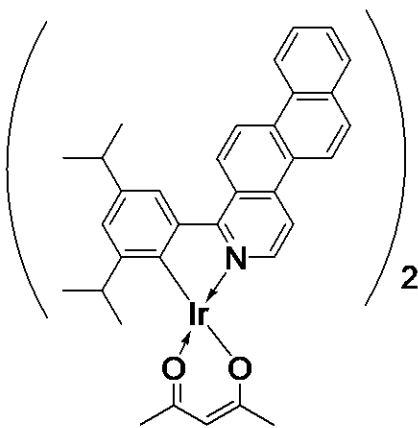
【化 8】



比較化合物 1 - a



比較化合物 2 - a



例示化合物 CC 1

【0050】

ここで、比較化合物 1 - a は、主配位子 L のベンゼン環のオルト位に置換基を有さない

化合物である。比較化合物 2 - a は、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にメチル基を有する、即ち、式 [ 2 - 2 ] における R<sub>15</sub>乃至 R<sub>17</sub>が全て水素原子である化合物である。これに対し、例示化合物 C C 1 は、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にイソプロピル基を有する、即ち、式 [ 2 - 2 ] における R<sub>15</sub>乃至 R<sub>17</sub>のうち 1 つが水素原子であり、他の 2 つがメチル基である化合物である。

**【 0 0 5 1 】**

( 1 ) 主配位子 L の振動が抑制され、発光スペクトルの半値幅が狭い。

本発明者らは、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有することにより、主配位子 L の振動が抑制され、発光スペクトルの半値幅が狭くなることを見出した。

**【 0 0 5 2 】**

発光スペクトルの最大ピーク波長が同じ波長であっても、半値幅が狭くなることにより、色純度が向上する。本実施形態において、色純度が高い半値幅とは、希薄溶液中において発光スペクトルの半値幅が 4 0 n m 未満であることを示す。

**【 0 0 5 3 】**

主配位子 L を構成するベンゾイソキノリン、ナフトイソキノリン等の骨格は、それ自体で良好な赤色発光を示す。しかしながら、それだけでは B T - 2 0 2 0 における赤発光の色純度を満たすことは困難である。そこで、この基本特性に加えて、発光スペクトルの半値幅を狭くすることにより、高色純度の赤色発光を得ることを試みた。好ましくは、C I E 座標においては、X 座標が 0 . 6 8 以上かつ、Y 座標が 0 . 3 3 以下である。これら色純度の高い材料を用いることで、B T - 2 0 2 0 における赤発光の色純度を満たす発光素子とすることができる。

**【 0 0 5 4 】**

ここで本発明者らは、比較化合物 1 - a 、比較化合物 2 - a 及び例示化合物 C C 1 の実測の発光スペクトルの半値幅の比較を行った。結果を図 1 に示す。尚、発光波長の測定は、日立製 F - 4 5 0 0 を用い、室温下、励起波長 3 5 0 n m における希釈トルエン溶液のフォトルミネッセンス ( P L ) 測定により行った。また、この現象を説明するために、C h e m 3 D の M M 2 による最適化構造計算結果の図も合わせて記載した。

**【 0 0 5 5 】**

図 1 より、比較化合物 1 - a の半値幅は 6 5 n m と広く、色純度は低い。主配位子 L のベンゼン環のオルト位にメチル基を有する比較化合物 2 - a の半値幅は 4 1 n m で、色純度が向上するが、所望の色純度には未達である。一方、主配位子 L のベンゼン環のオルト位に、さらにかさ高いイソプロピル基を有する例示化合物 C C 1 では 3 4 n m と、所望の高色純度領域の特性を有するため、B T - 2 0 2 0 等のディスプレイの規格の赤色に適した長波長赤発光色を示す。

**【 0 0 5 6 】**

以下、詳細に説明する。本発明者らは、比較化合物 1 - a に対して、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を導入することにより、発光スペクトルの半値幅が狭くなることを見出した。

**【 0 0 5 7 】**

図 1 の最適化構造の図に示すように、比較化合物 1 - a は、主配位子 L のベンゼン環のオルト位に置換基を有さないため、ナフトイソキノリン骨格を含む主配位子平面が自由に振動することができる。そのため、振動準位が多く生成し、発光スペクトルがブロード化する。

**【 0 0 5 8 】**

比較化合物 2 - a では、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にメチル基が導入されているため、その立体障害の効果によりナフトイソキノリン骨格を含む主配位子平面の振動が少し制限される。そのため、振動準位が減少し、発光スペクトルが狭幅化するが、まだ所望の色純度には未達である。

**【 0 0 5 9 】**

例示化合物 C C 1 では、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にイソプロピル基が導入さ

10

20

30

40

50

れているため、その立体障害の効果は絶大で、ナフトイソキノリン骨格を含む主配位子平面の振動がかなり制限される。そのため、振動準位が大幅に減少し、所望の狭幅化した発光スペクトルが得られることを見出した。

【0060】

本実施形態の有機金属錯体は、式[2-1]、[2-2]において、 $R_1$ 乃至 $R_3$ または $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち2つが水素原子または重水素原子である場合、 $R_1$ 乃至 $R_3$ または $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうちの一つは2級以上のアルキル基であり、 $R_1$ 乃至 $R_3$ または $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち少なくとも2つは、水素原子または重水素原子ではないことが好ましい。以下、これらの点について、図2を用いて説明する。

【0061】

図2には、主配位子Lのベンゼン環のオルト位に、エチル基を有する比較化合物3-a、イソブチル基を有する例示化合物C1、イソプロピル基を有する例示化合物CC1に関して、最適化構造と発光スペクトルの半値幅を示した。

10

【0062】

ここで、比較化合物3-aは、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にエチル基を有する、即ち、式[2-2]における $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち2つが水素原子であり、もう一つがメチル基である化合物である。これに対し、例示化合物C1は、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にイソブチル基を有する、即ち、式[2-2]における $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち2つが水素原子であり、もう一つがイソプロピル基である化合物である。尚、例示化合物CC1は、前述の通り、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にイソプロピル基を有する、即ち、式[2-2]における $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち1つが水素原子であり、他の2つがメチル基である化合物である。

20

【0063】

図2に示す様に、式[2-2]における $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち2つが水素原子であり、もう一つがメチル基である比較化合物3-aは、主配位子L平面の振動が十分に抑制できておらず、発光スペクトルの狭幅化も十分ではない。

【0064】

一方、式[2-2]における $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち2つが水素原子であり、もう一つがイソプロピル基である例示化合物C1は、主配位子Lのベンゼン環のオルト位の置換基が比較化合物3-aよりもかさ高い。そのため、例示化合物C1は、主配位子L平面の振動を抑制することができ、発光スペクトルが狭幅化する。

30

【0065】

さらに、式[2-2]における $R_{15}$ 乃至 $R_{17}$ のうち1つが水素原子であり、他の2つがメチル基である例示化合物CC1は、例示化合物C1よりも、主配位子Lのベンゼン環のオルト位に直接結合する炭素原子周辺がかさ高い。そのため、例示化合物CC1は、主配位子L平面の振動をさらに抑制することができ、発光スペクトルがさらに狭幅化する。

【0066】

以上より、本実施形態に係る有機金属錯体は色純度の高い赤色を発光することができる。

【0067】

(2) 中心金属原子であるIr原子が保護され、分子間距離拡大によりTTAが抑制され、素子効率と素子耐久特性が向上する。

本発明者らは、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有することで、中心金属原子であるIr原子が保護され、分子間距離拡大によりTTAが抑制され、素子効率と素子耐久特性が向上することを見出した。

40

【0068】

図3に、比較化合物1-a、比較化合物2-a及び例示化合物CC1において、後述する実施例に記載の赤色発光素子のE・Q・E（外部量子効率）の比と、連続駆動による輝度劣化率の比を記した。

【0069】

50

本発明者らは、以下に示す事項を見出した。即ち、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有することにより、Ir原子の近傍に置換基ユニットが存在する。これによりIr原子が保護され、薄膜化において、分子間距離が拡大し、TTA（三重項励起子 - 三重項励起子消滅）が抑制され、有機発光素子のE・Q・E及び、耐久特性が向上する。

#### 【0070】

有機発光素子において、本実施形態の有機金属錯体は発光材料として好適に用いることができ、通常、ホスト材料に数%程度ドーピングして用いる。この際、発光層を構成する薄膜中で、発光材料である有機金属錯体が均一に分散していることが好ましく、有機金属錯体同士の距離が離れていることが好ましい。これについて説明する。

10

#### 【0071】

有機発光素子は、発光層で正孔と電子が再結合して得られた励起子を発光材料から効率よく発光させることが好ましい。ここで、再結合した際に、一重項と三重項の励起子が1:3の割合で生成するが、三重項励起子は励起寿命が長いため、発光以外の過程に使用される前に効率よく発光させることが好ましい。発光以外の過程の一つとして、TTAがある。これは、三重項励起子と三重項励起子の衝突による一重項励起子生成や、高次の励起状態への遷移からの失活を招く。また、このTTAは分子間の距離に顕著に影響を受け、距離が近いほど指数関数的にその確率は大きくなる。

#### 【0072】

発光層において、発光材料である有機金属錯体が最も励起エネルギーが低いため、三重項励起子は有機金属錯体上に存在しやすい。つまり、有機金属錯体同士が近くに存在すればするほど、TTAによるエネルギー損失や劣化が起こりやすい。すなわち、効率の低下や耐久特性の悪化に繋がる。

20

#### 【0073】

本発明者らは、発光層膜中において、Ir錯体同士、特にIr原子間を大きくすることを目的に、かさ高い置換基の導入を試みた。

#### 【0074】

図3に示すように、比較化合物1-aは、主配位子Lのベンゼン環のオルト位に置換基を有さないため、Ir原子の近傍に空間がある。そのため、薄膜中で、分子間の距離が近くなりやすい。

30

#### 【0075】

比較化合物2-aでは、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にメチル基が導入されているため、その立体障害の効果によりIr原子の近傍が少し保護される。そのため、比較化合物1-aより、分子間の距離が離れる。

#### 【0076】

一方、例示化合物CC1では、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にイソプロピル基が導入されているため、その立体障害の効果は絶大で、Ir原子の近傍は置換基ユニットで保護されている。そのため、薄膜中で、分子間の距離が大きく離れ、TTAを軽減でき、高効率化、高耐久化の特性を得ることができた。

#### 【0077】

以上より、本実施形態の有機金属錯体は、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有することで分子間距離が離れる。これにより、有機発光素子の発光材料に用いた場合、TTAを抑制でき、優れた素子効率、駆動耐久を有することが可能である。

40

#### 【0078】

(3)昇華性が向上する。

本実施形態の有機金属錯体は、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有する化合物である。これにより、分子間の相互作用が低減される。分子間の相互作用が低減されれば、昇華性が高くなる。

#### 【0079】

昇華性の向上は、昇華精製による材料の高純度化や、蒸着による有機発光素子の作製を

50

可能にする。これにより、有機発光素子中に含まれる不純物を減少することができ、不純物による発光効率の低下、駆動耐久の低下を招くことを低減できる。また、濃度消光の低減は、有機発光素子の発光効率の向上の点から好ましい。

【0080】

(4) その他の性質

本実施形態に係る有機金属錯体において、基本骨格にハロゲン原子、重水素原子、アルキル基、アリル基、アリール基、シリル基を設けることで、濃度消光を低減することができる。また、これらの置換により、昇華時には昇華性の向上、塗布で使用する際は溶媒溶解性の向上した化合物を得ることができる。

【0081】

本実施形態に係る有機金属錯体において、基本骨格に含ヘテロ原子置換基、すなわちハロゲン原子、アルコキシ基、アミノ基、ヘテロアリール基、アリールオキシ基、ヘテロアリールオキシ基、シアノ基を設けることで、配位子及びIr原子への電子供与、電子吸引効果をより付与できる。これらの置換基により、発光波長を調整した化合物をより容易に得ることができる。

【0082】

<具体例>

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

【0083】

10

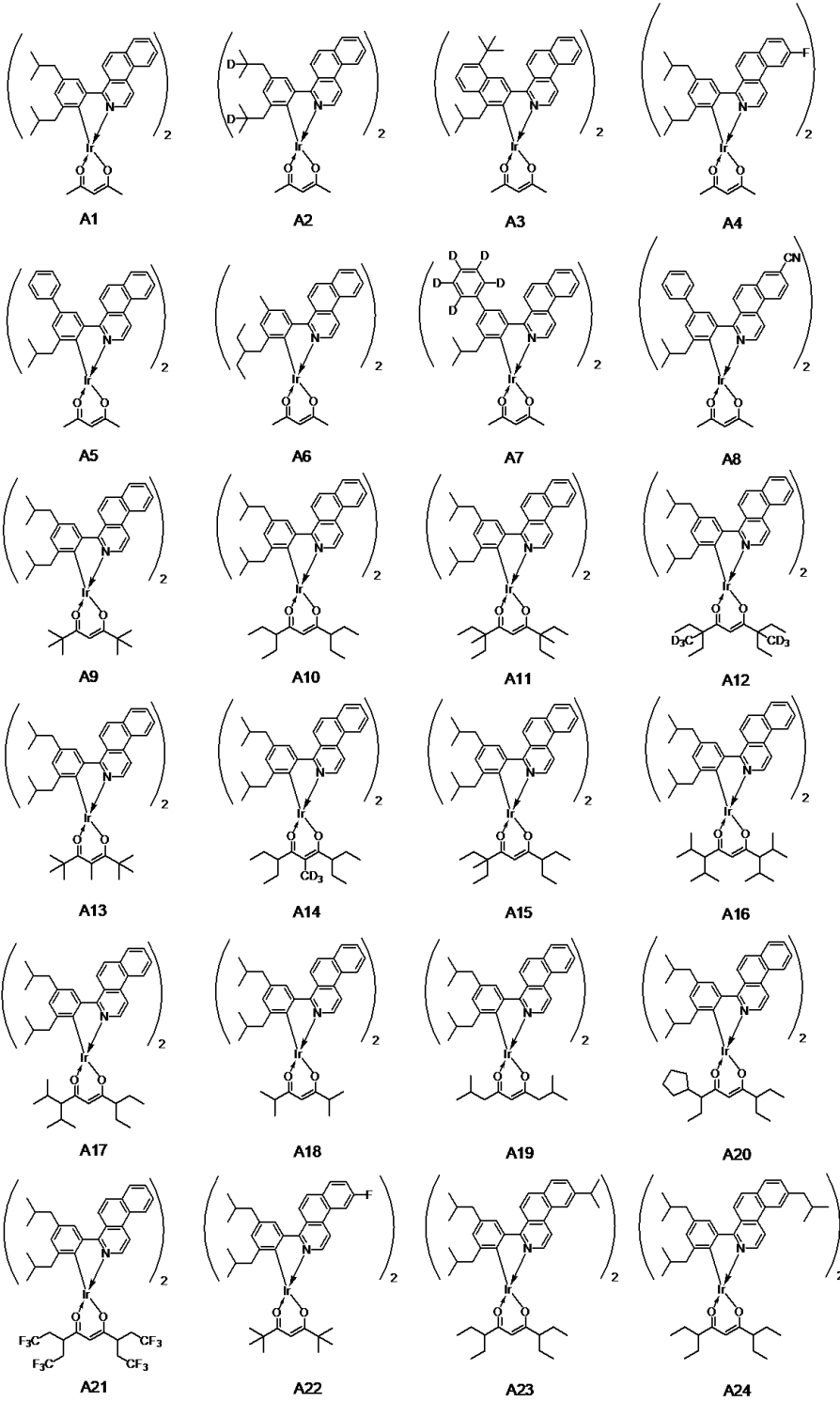
20

30

40

50

【化 9】



10

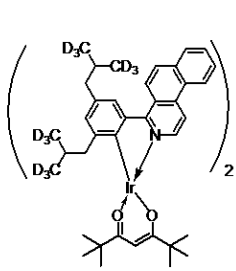
20

30

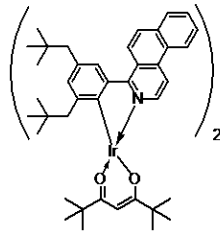
40

【 0 0 8 4 】

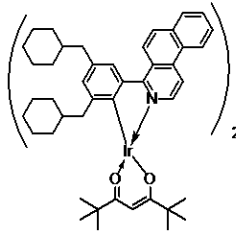
【化 1 0】



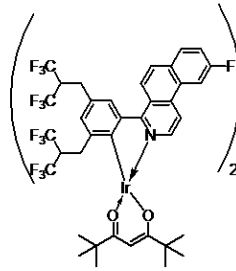
A25



A26

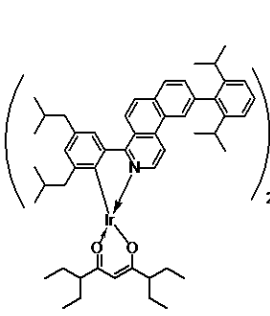


A27

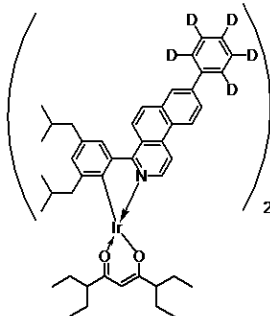


A28

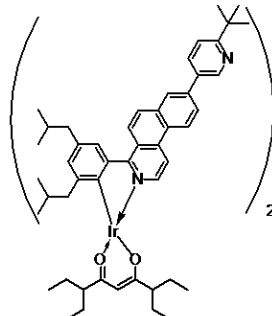
10



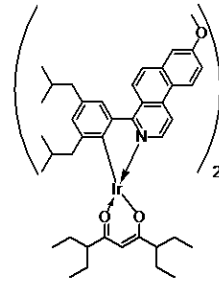
A29



A30

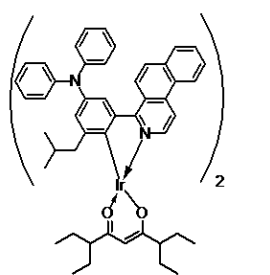


A31

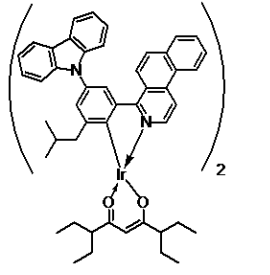


A32

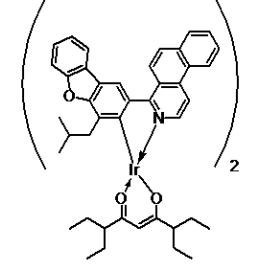
20



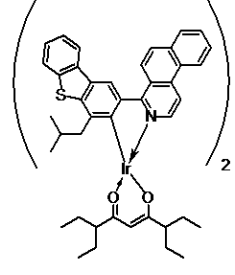
A33



A34

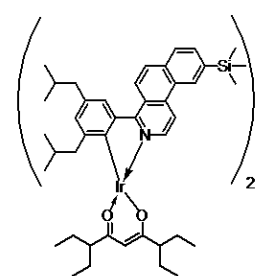


A35

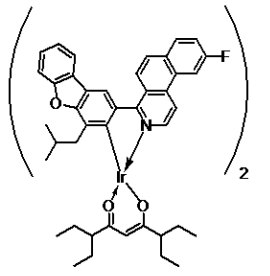


A36

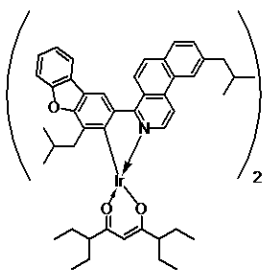
30



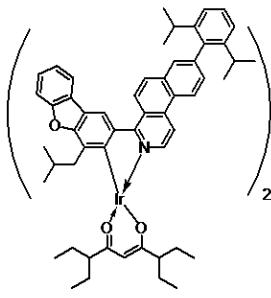
A37



A38



A39



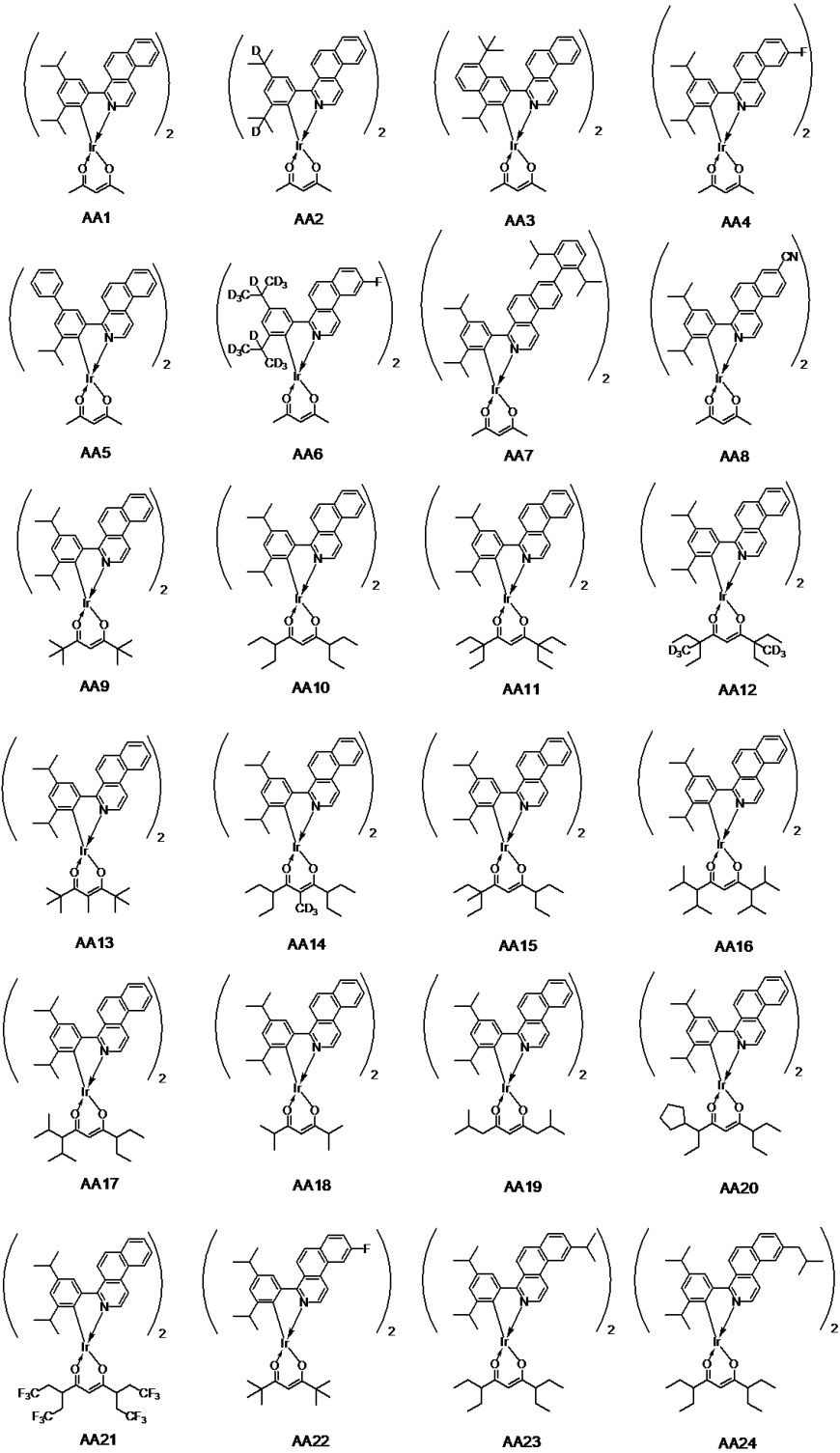
A40

40

【 0 0 8 5】

50

【化 1 1】



10

20

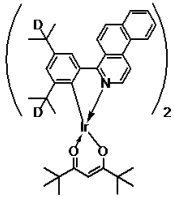
30

40

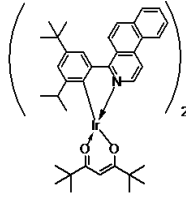
【 0 0 8 6 】

50

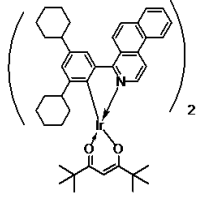
【化 1 2】



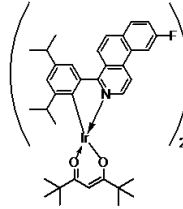
AA25



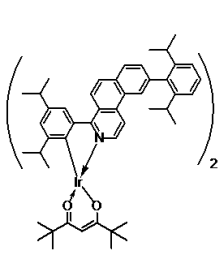
AA26



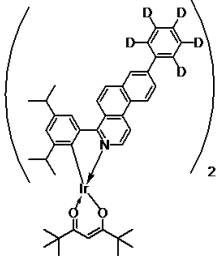
AA27



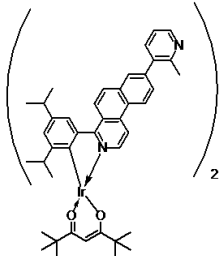
AA28



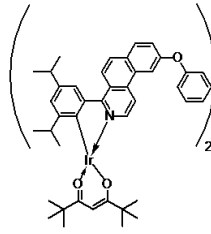
AA29



AA30

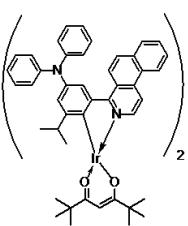


AA31

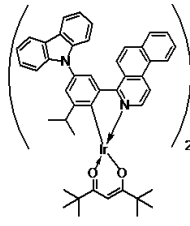


AA32

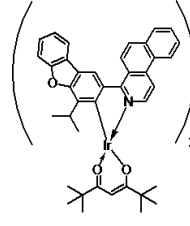
10



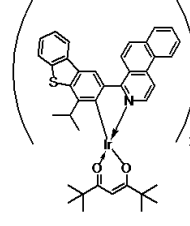
AA33



AA34

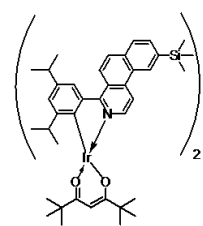


AA35

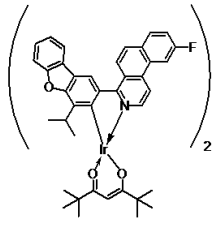


AA36

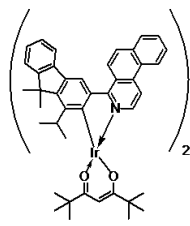
20



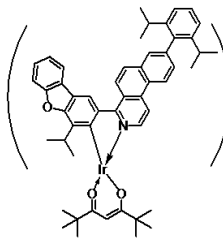
AA37



AA38

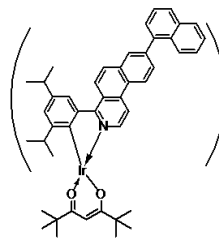


AA39

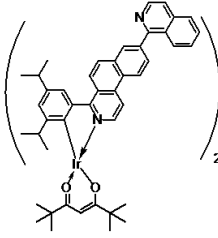


AA40

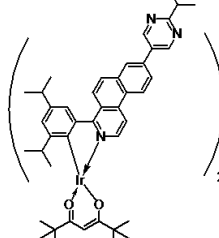
30



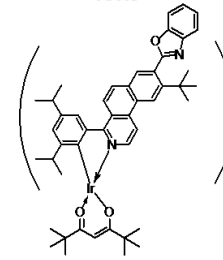
AA41



AA42



AA43

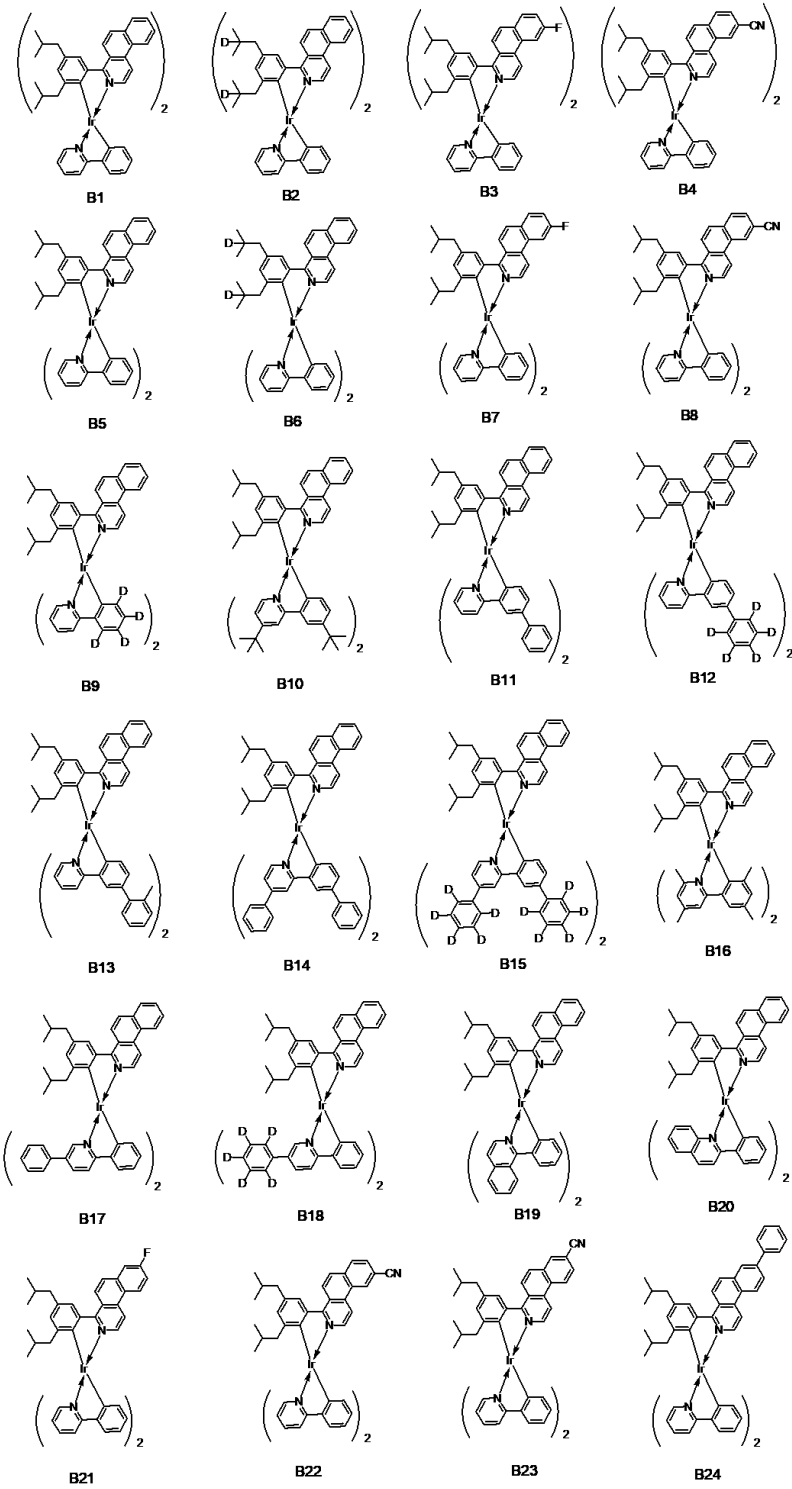


AA44

40

【 0 0 8 7 】

【化 1 3】



10

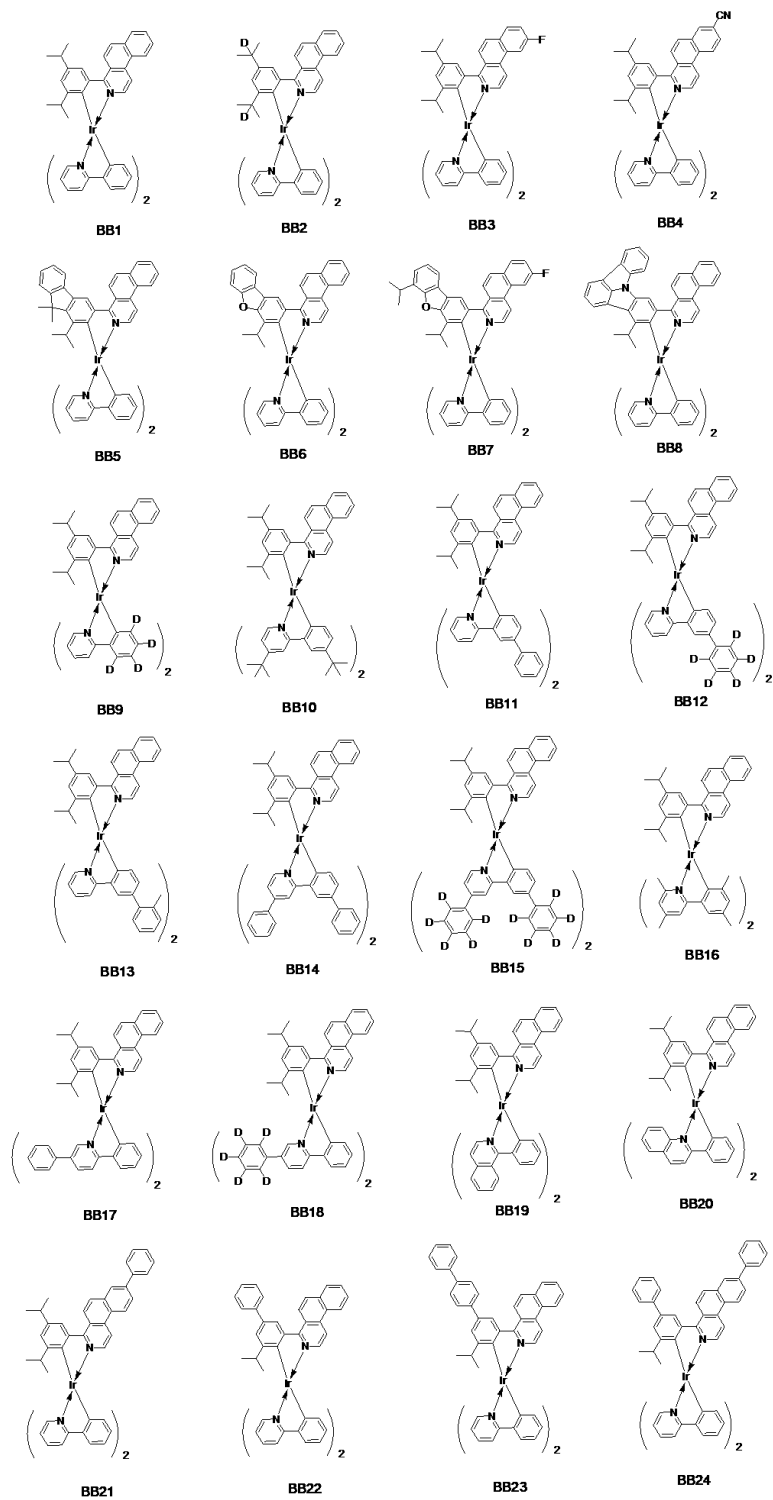
20

30

40

【 0 0 8 8 】

【化 1 4】



10

20

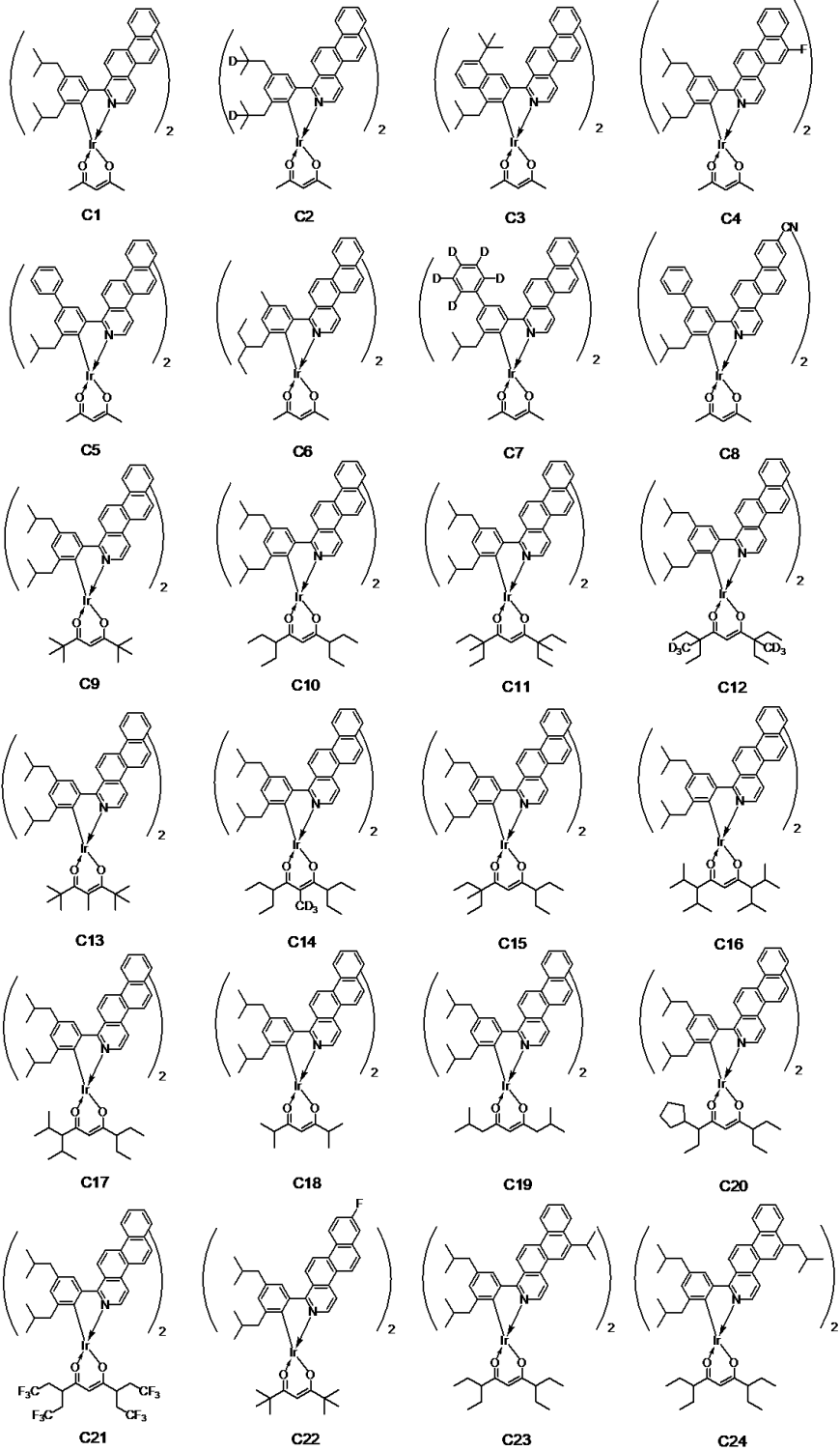
30

40

【 0 0 8 9】

50

【化 1 5】



10

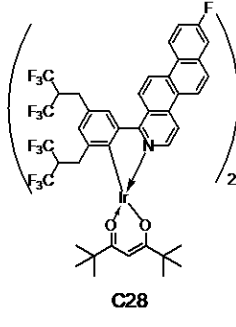
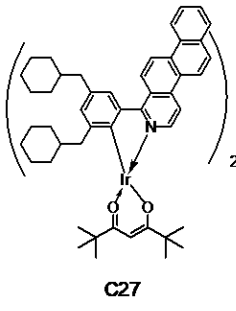
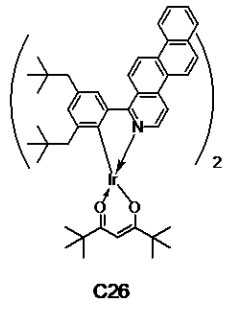
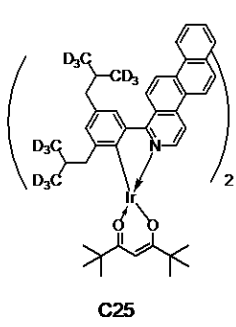
20

30

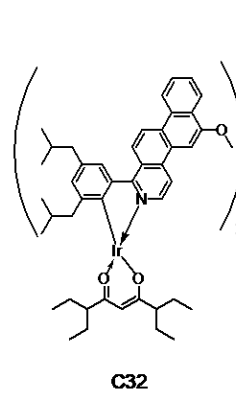
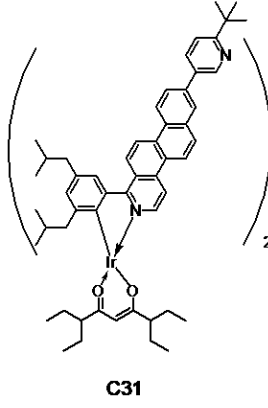
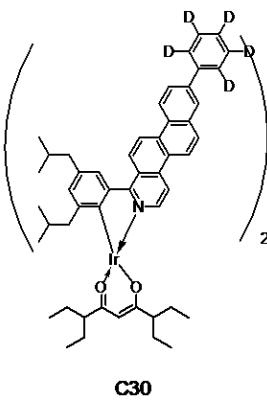
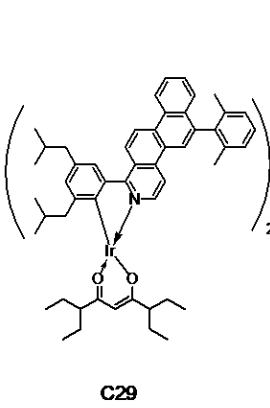
40

【 0 0 9 0 】

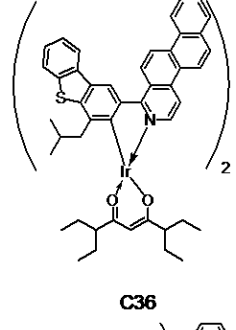
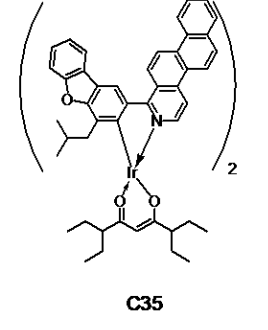
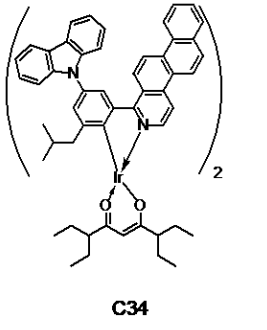
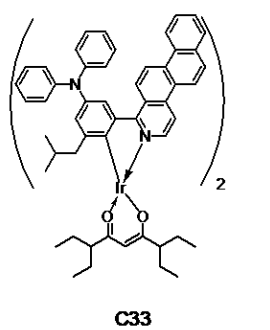
【化 1 6】



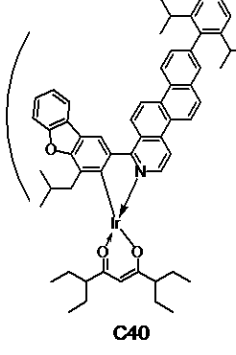
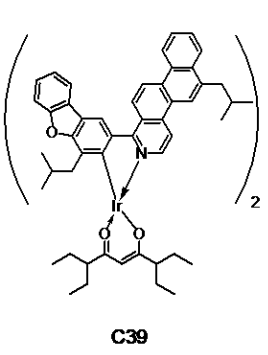
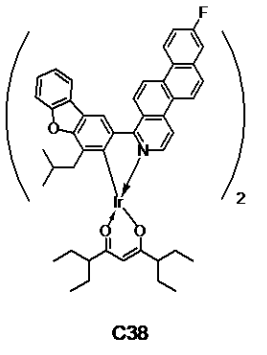
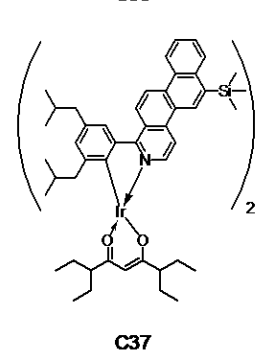
10



20



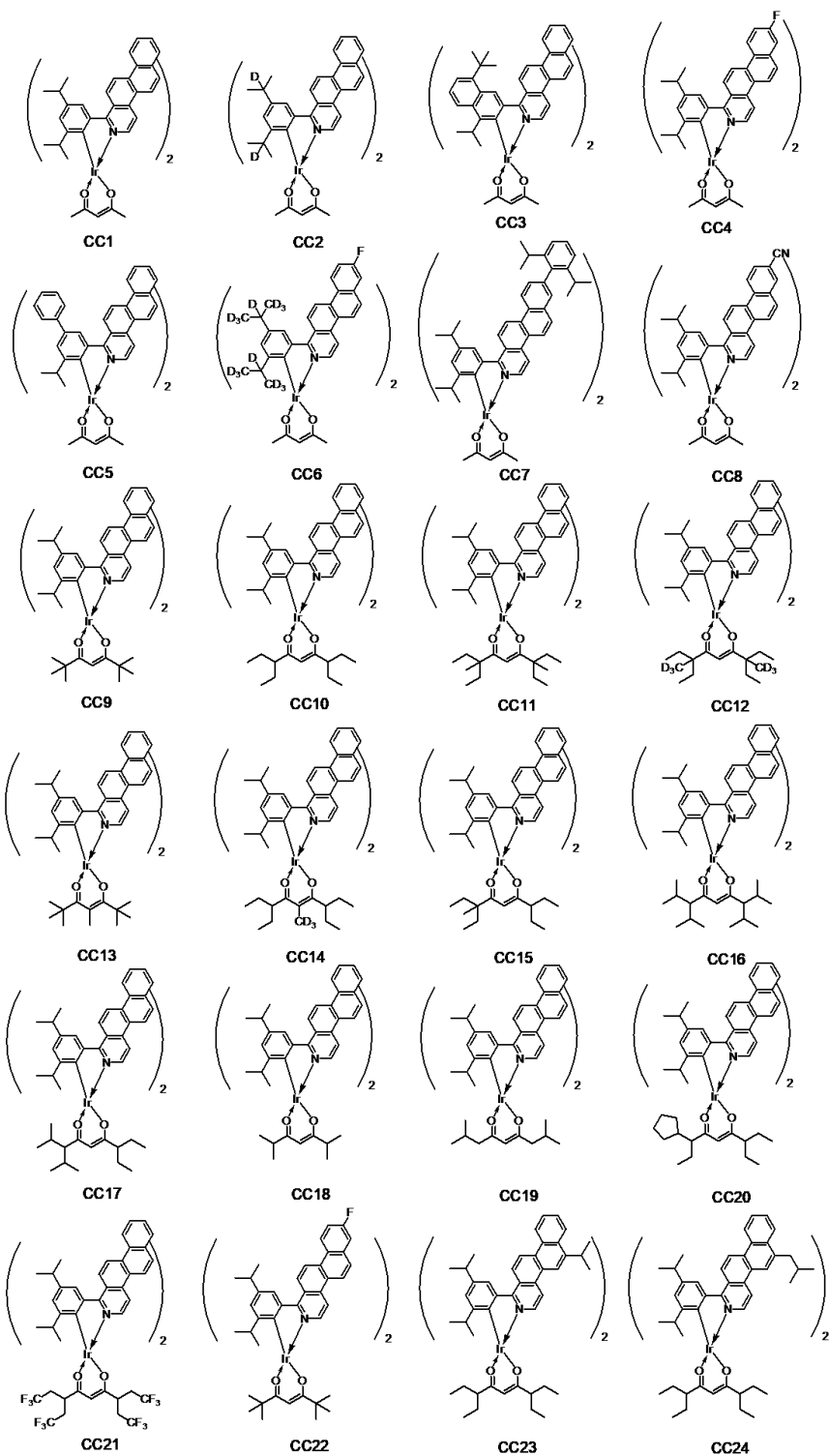
30



【 0 0 9 1】

40

【化 1 7】



10

20

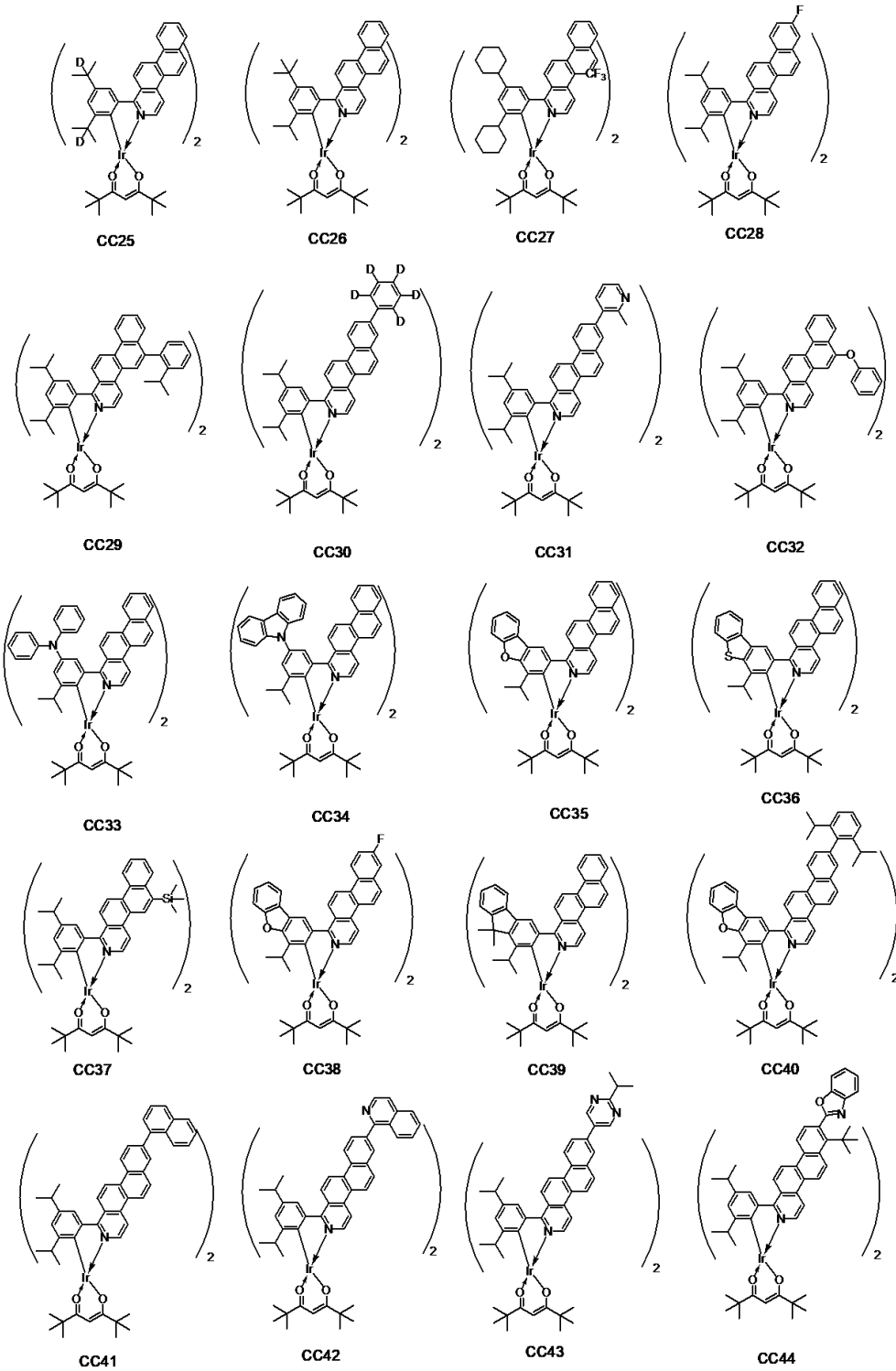
30

40

【 0 0 9 2 】

50

【化 1 8】



10

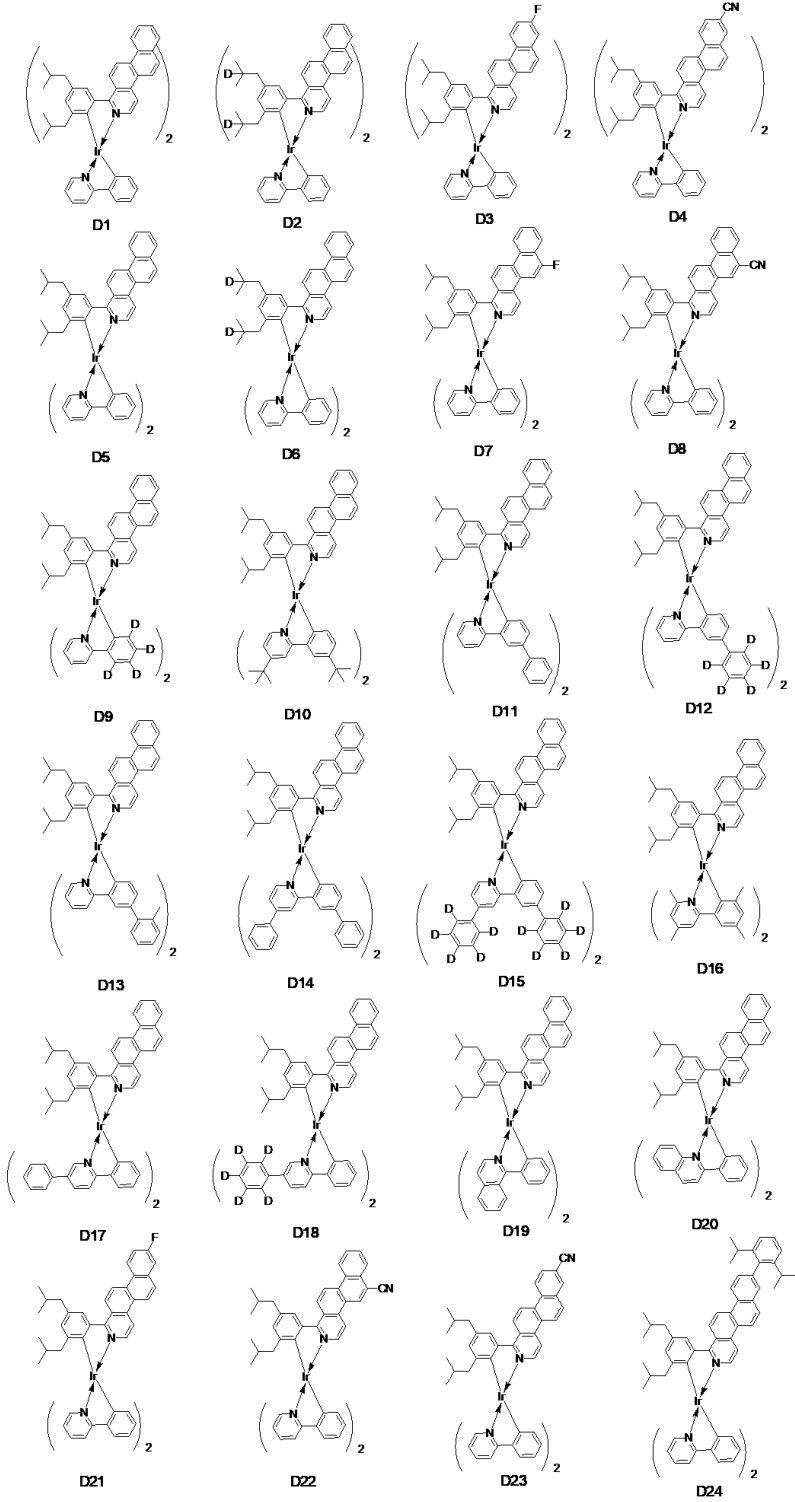
20

30

40

【 0 0 9 3】

【化 1 9】



10

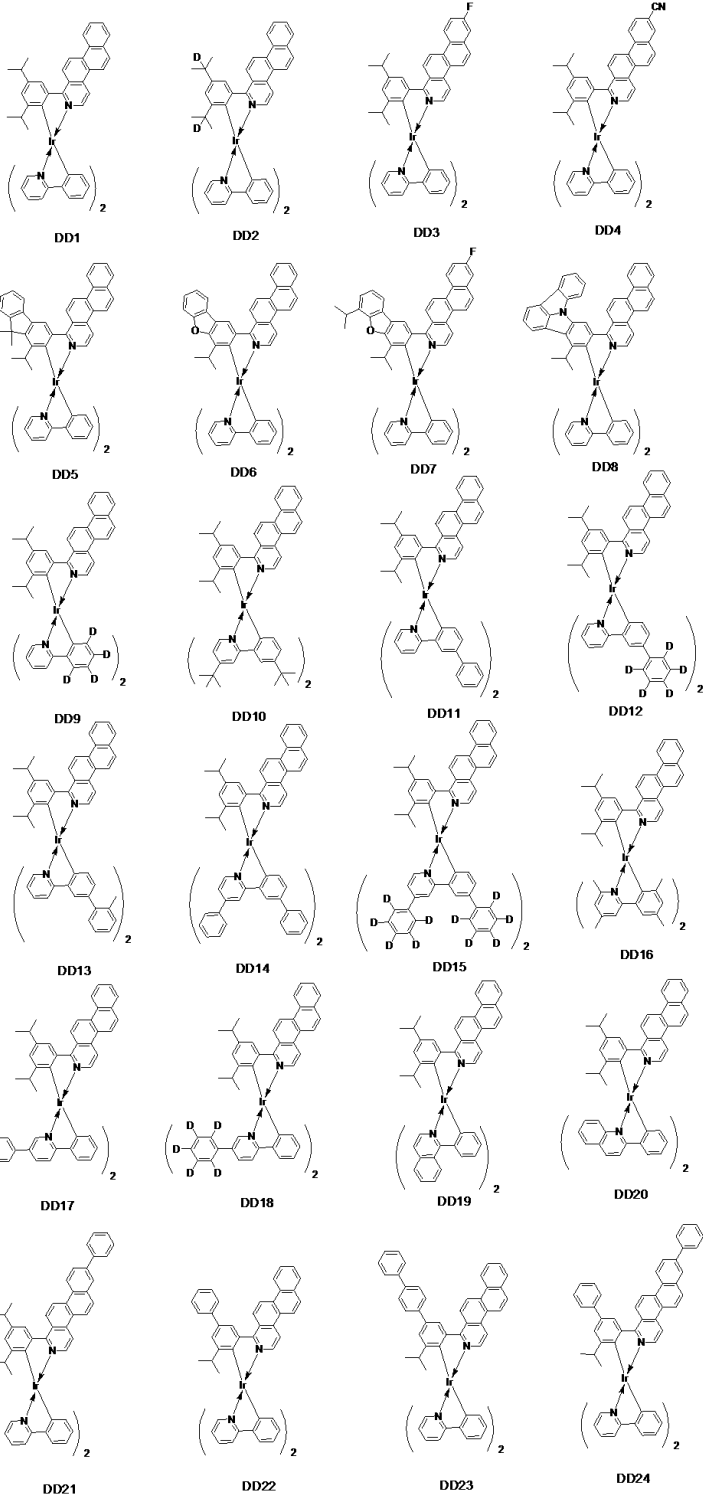
20

30

40

【 0 0 9 4】

【化 2 0】



10

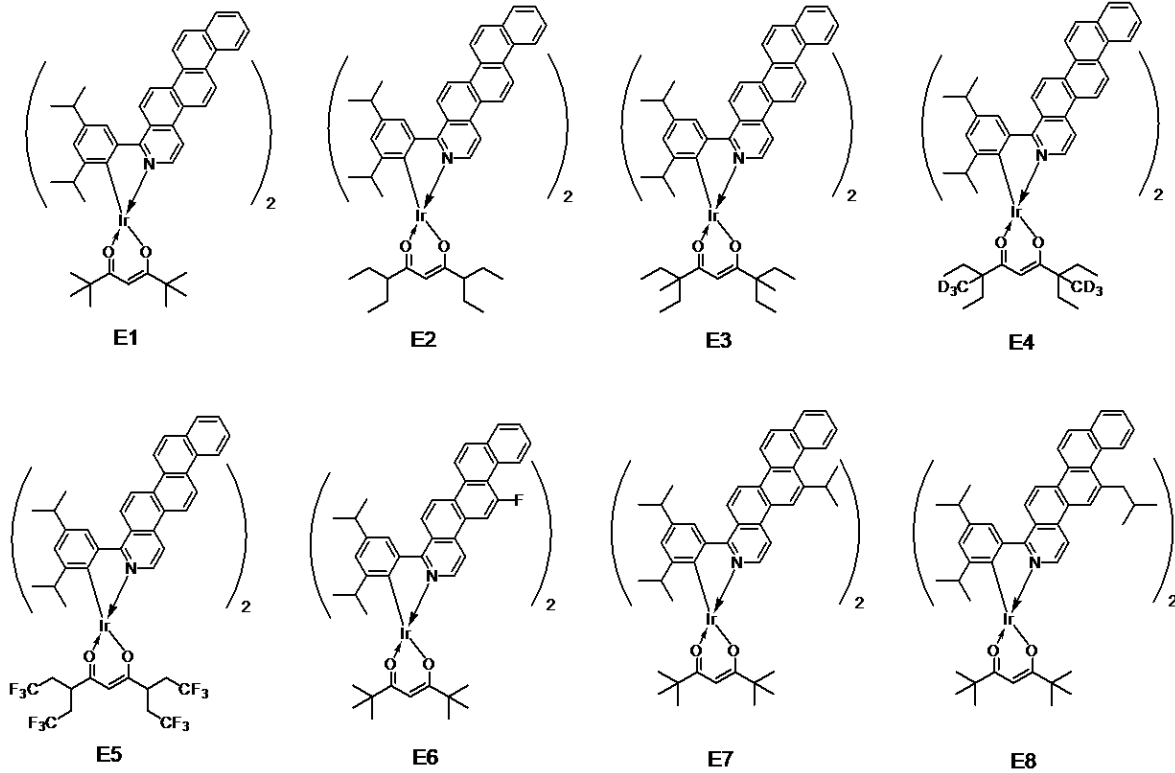
20

30

40

【 0 0 9 5】

## 【化 2 1】



10

20

## 【0096】

A 群の化合物は、部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  が式 [ 2 - 1 ] で示され、 $\text{R}_1$  乃至  $\text{R}_3$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子であり、もう一つは 2 級以上のアルキル基であり、 $\text{L}'$  が式 [ 3 ] で示される有機金属錯体である。A 群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より溶解性、昇華性が高い化合物である。

## 【0097】

AA 群の化合物は、部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  が式 [ 2 - 1 ] で示され、 $\text{R}_1$  乃至  $\text{R}_3$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子ではなく、 $\text{L}'$  が式 [ 3 ] で示される有機金属錯体である。AA 群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より半値幅が狭く、昇華性が高い化合物である。

30

## 【0098】

B 群の化合物は、部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  が式 [ 2 - 1 ] で示され、 $\text{R}_1$  乃至  $\text{R}_3$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子であり、もう一つは 2 級以上のアルキル基であり、 $\text{L}'$  が式 [ 4 ] で示される有機金属錯体である。B 群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、安定性の高い化合物である。

## 【0099】

BB 群の化合物は、部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  が式 [ 2 - 1 ] で示され、 $\text{R}_1$  乃至  $\text{R}_3$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子ではなく、 $\text{L}'$  が式 [ 4 ] で示される有機金属錯体である。BB 群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、安定性の高い化合物である。

40

## 【0100】

C 群の化合物は、部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  が式 [ 2 - 2 ] で示され、 $\text{R}_{15}$  乃至  $\text{R}_{17}$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子であり、もう一つは 2 級以上のアルキル基であり、 $\text{L}'$  が式 [ 3 ] で示される有機金属錯体である。C 群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より長波長発光を有し、溶解性が高い化合物である。

## 【0101】

CC 群の化合物は、部分構造  $\text{Ir}(\text{L})_m$  が式 [ 2 - 2 ] で示され、 $\text{R}_{15}$  乃至  $\text{R}_{17}$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子ではなく、 $\text{L}'$  が式 [ 3 ] で示される有機金属錯体

50

である。C C群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より長波長発光を有し、半値幅が狭く、高色純度の化合物である。

【0102】

D群の化合物は、部分構造  $Ir(L)_m$  が式 [ 2 - 2 ] で示され、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち2つが水素原子または重水素原子であり、もう一つは2級以上のアルキル基であり、 $L'$  が式 [ 4 ] で示される有機金属錯体である。D群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より長波長発光を有し、安定性の高い化合物である。

【0103】

DD群の化合物は、部分構造  $Ir(L)_m$  が式 [ 2 - 2 ] で示され、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち2つが水素原子または重水素原子ではなく、 $L'$  が式 [ 4 ] で示される有機金属錯体である。DD群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、より長波長発光を有し、安定性の高い化合物である。

10

【0104】

E群の化合物は、部分構造  $Ir(L)_m$  が式 [ 2 - 2 ] で示され、 $R_{25}$  と  $R_{26}$  でベンゼン環を形成し、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち2つが水素原子または重水素原子ではなく、 $L'$  が式 [ 3 ] で示される有機金属錯体である。E群の化合物は、部分構造  $Ir(L)_m$  が式 [ 2 - 1 ] で示され、 $R_9$  と  $R_{10}$  でナフタレン環を形成している有機金属錯体でもある。E群の化合物は、本発明に係る有機金属錯体の中でも、振動子強度が高くより効率が高い化合物である。

【0105】

本発明の有機金属錯体の中でも、AA群、CC群が、より半値幅が狭い化合物群であるため好ましい。さらに、本発明の有機金属錯体の中でも、CC群が、より半値幅が狭く、長波長発光を有する化合物であり、より高色純度の赤色発光を有する化合物である。

20

【0106】

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

【0107】

有機発光素子

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

30

【0108】

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

40

【0109】

本実施形態の有機発光素子において、本実施形態に係る有機金属錯体が発光層に含まれる場合、発光層は、本実施形態に係る有機金属錯体のみからなる層であってもよいし、本実施形態に係る有機金属錯体と他の化合物とからなる層であってもよい。ここで、発光層が本実施形態に係る有機金属錯体と他の化合物とからなる層である場合、本実施形態に係る有機金属錯体は、発光層のホストとして使用してもよいし、ゲストとして使用してもよい。また発光層に含まれ得るアシスト材料として使用してもよい。ここでホストとは、発

50

光層を構成する化合物の中で質量比が最も大きい化合物である。またゲストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さい化合物であって、主たる発光を担う化合物である。またアシスト材料とは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さく、ゲストの発光を補助する化合物である。尚、アシスト材料は、第2のホストとも呼ばれている。

#### 【0110】

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

#### 【0111】

本発明者らは種々の検討を行い、本実施形態に係る有機金属錯体を、発光層のホスト又はゲストとして、特に、発光層のゲストとして用いると、高効率で高輝度な光出力を呈し、かつ極めて耐久性が高い素子が得られることを見出した。この発光層は単層でも複層でも良いし、他の発光色を有する発光材料を含むことで本実施形態の発光色である赤の発光と混色させることも可能である。複層とは発光層と別の発光層とが積層している状態を意味する。この場合、有機発光素子の発光色は赤に限られない。より具体的には白色でもよいし、中間色でもよい。白色の場合、別の発光層が赤以外の色、すなわち青色や緑色を発光する。さらに、本実施形態における発光層もしくは積層発光層と、第一もしくは第二電極との間に、青色に発光する第三の発光層と電荷発生層を具備してもよい。電荷発生層はタンデム素子としての機能を発現させ、電荷発生層から発生した電子と第一電極から注入したホールが電荷再結合して励起子を生成、電荷発生層から発生したホールと第二電極から注入された電子が電荷再結合して励起子を形成する。このため、内部量子効率は2倍になる。例えば、本実施形態における発光層からなる赤色発光層と緑色発光層を積層した黄色発光層と、青色発光層を有するタンデム素子構成することにより、白色発光素子を提供することができる。

10

20

#### 【0112】

また、有機化合物層を製膜する方法は特に限定されず、例えば、蒸着、塗布製膜等で製膜することができる。この詳細については、後述する実施例で詳しく説明する。

#### 【0113】

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

30

#### 【0114】

<他の化合物>

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

40

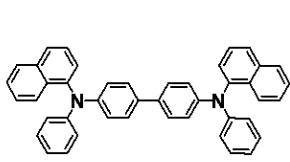
#### 【0115】

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

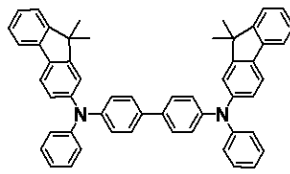
50

【 0 1 1 6 】

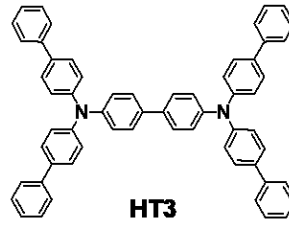
【 化 2 2 】



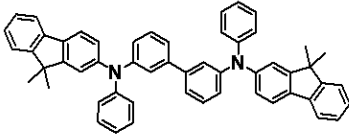
HT1



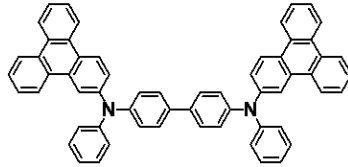
HT2



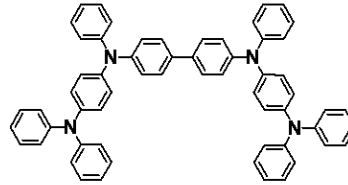
HT3



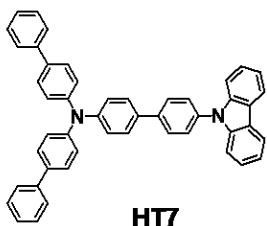
HT4



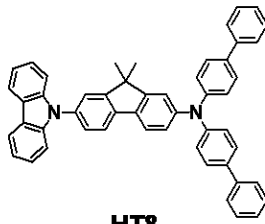
HT5



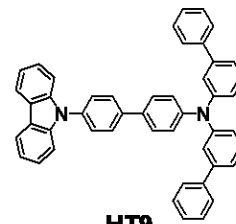
HT6



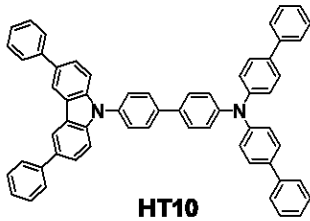
HT7



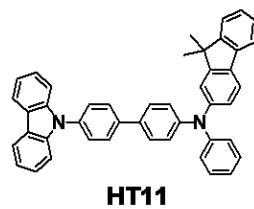
HT8



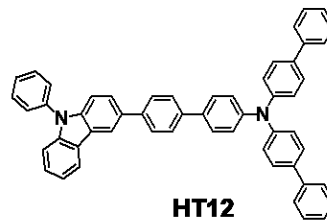
HT9



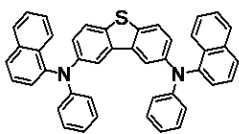
HT10



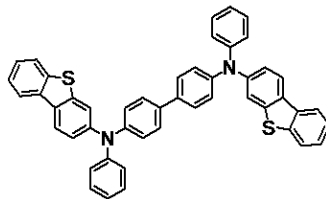
HT11



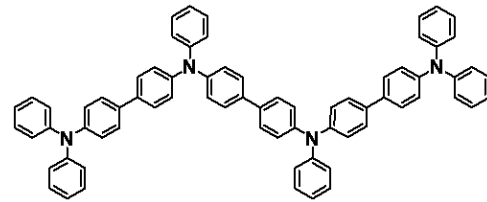
HT12



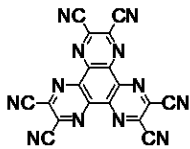
HT13



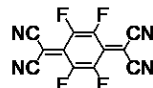
HT14



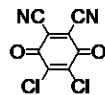
HT15



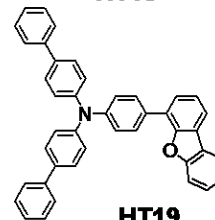
HT16



HT17



HT18



HT19

【 0 1 1 7 】

主に発光機能に関わる発光材料としては、本実施形態の有機金属錯体の他に、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体、アントラセン誘導体、ルブレン等）、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、スチルベン誘導体、トリス（8-キノリノラート）アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、銅錯体、ユーロピウム錯体、ルテニウム錯体、及びポリ（フェニレンビニレン）誘導体、ポリ（フルオレン）誘導体、ポリ（フェニレン）誘導体等の高分子誘導体が挙げられる。以下に、発光材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【 0 1 1 8 】

10

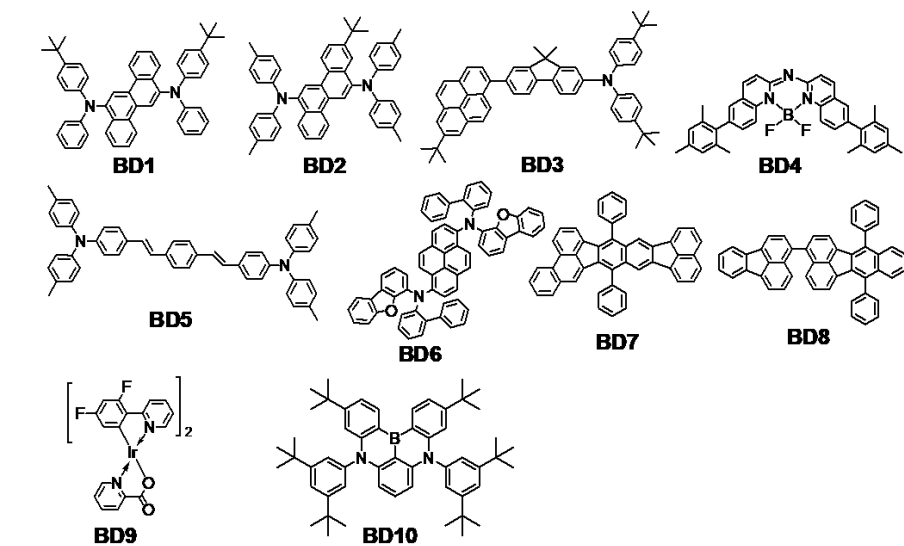
20

30

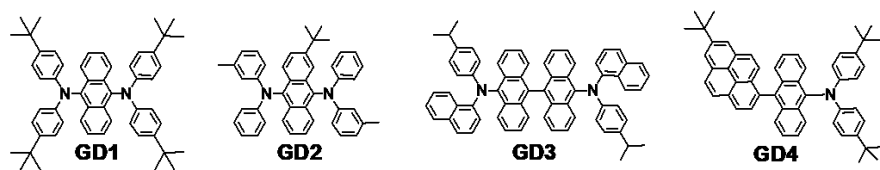
40

50

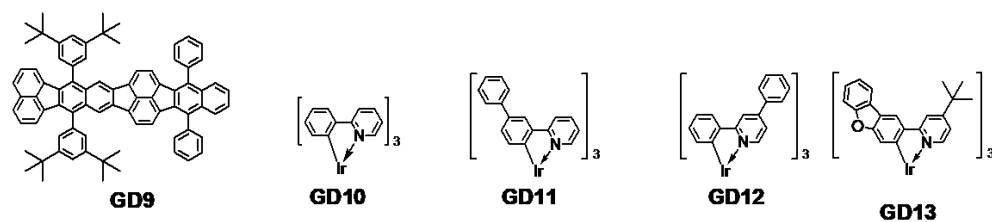
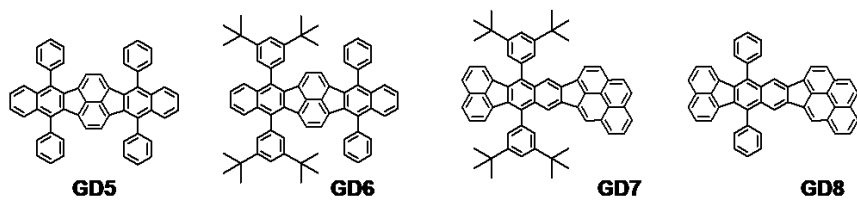
## 【化 2 3】



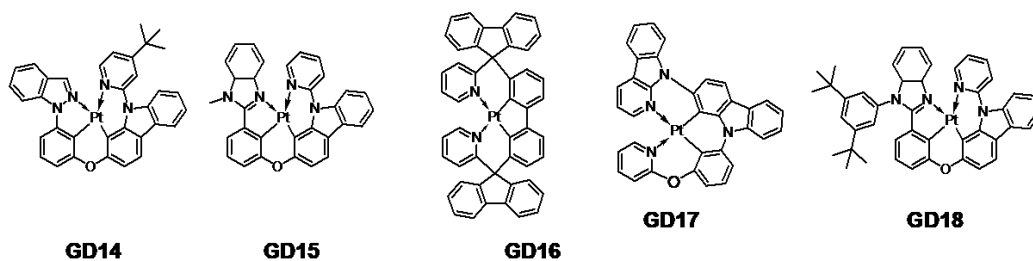
10



20



30

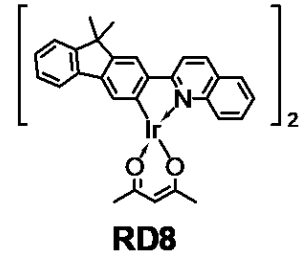
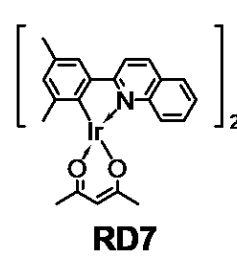
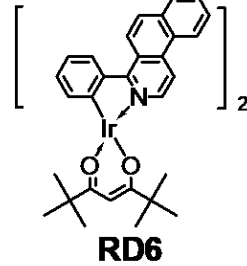
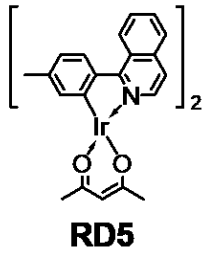
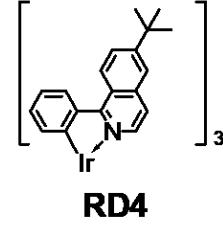
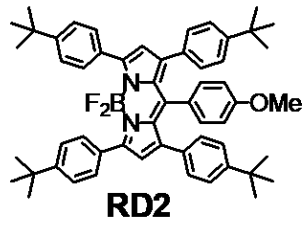
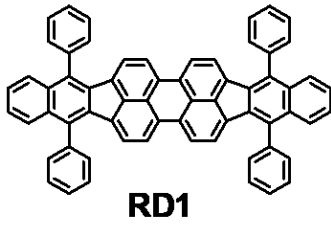


40

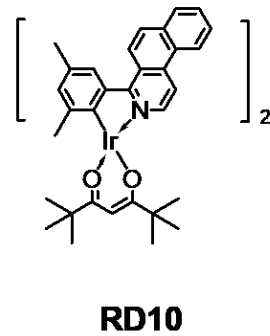
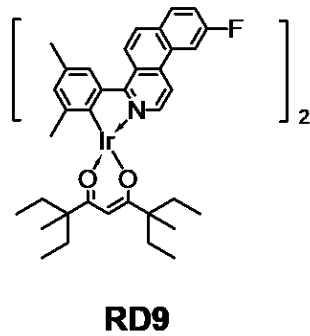
## 【 0 1 1 9】

50

## 【化 2 4】



10



20

## 【0120】

発光層に含まれるホストあるいは発光アシスト材料としては、例えば、芳香族炭化水素化合物もしくはその誘導体、カルバゾール誘導体、アジン誘導体、キサントン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、トリス(8-キノリノレート)アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、有機ベリリウム錯体等が挙げられる。以下に、ホストあるいは発光アシスト材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限定されるものではない。

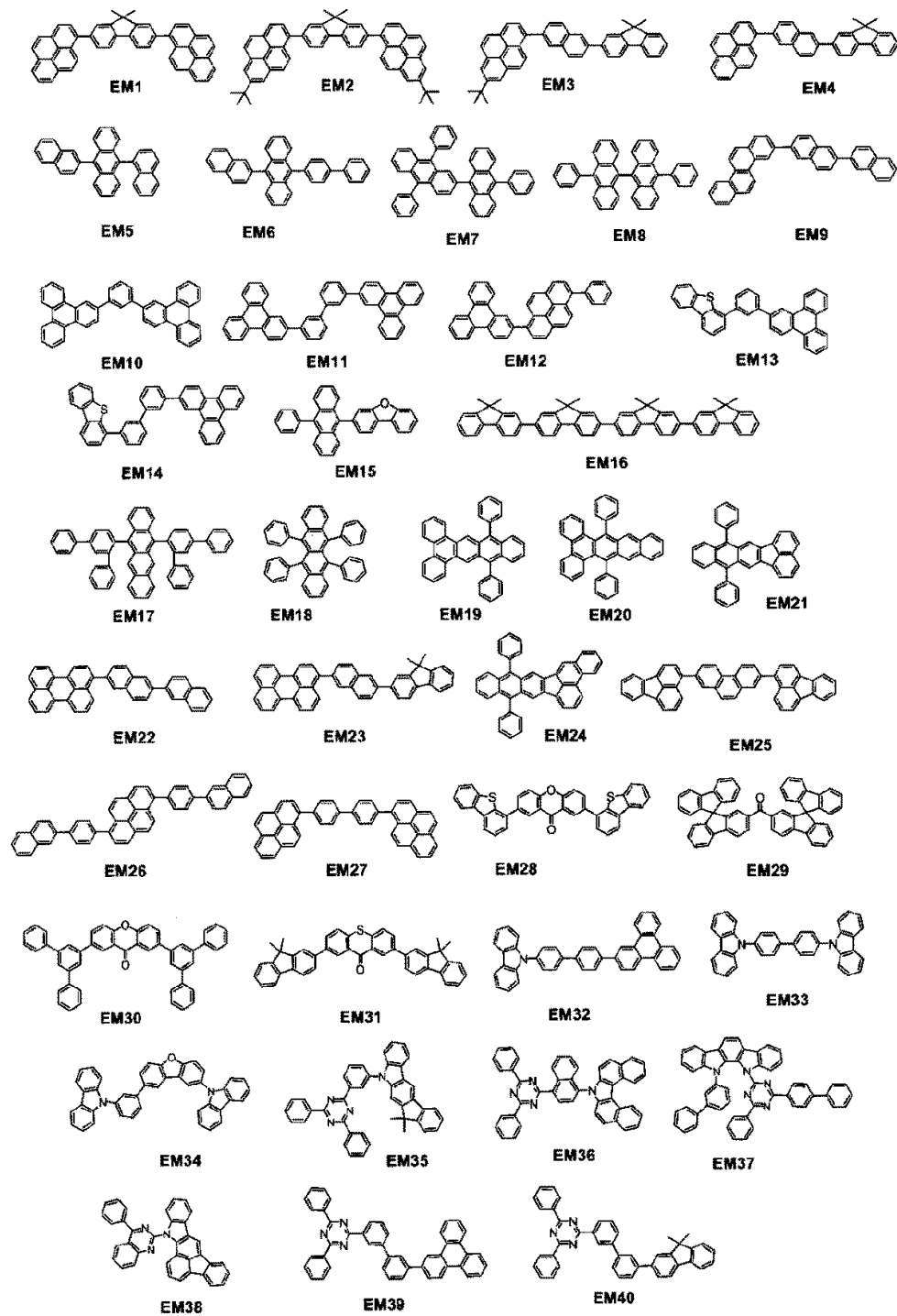
30

## 【0121】

40

50

## 【化 2 5】



10

20

30

40

## 【0 1 2 2】

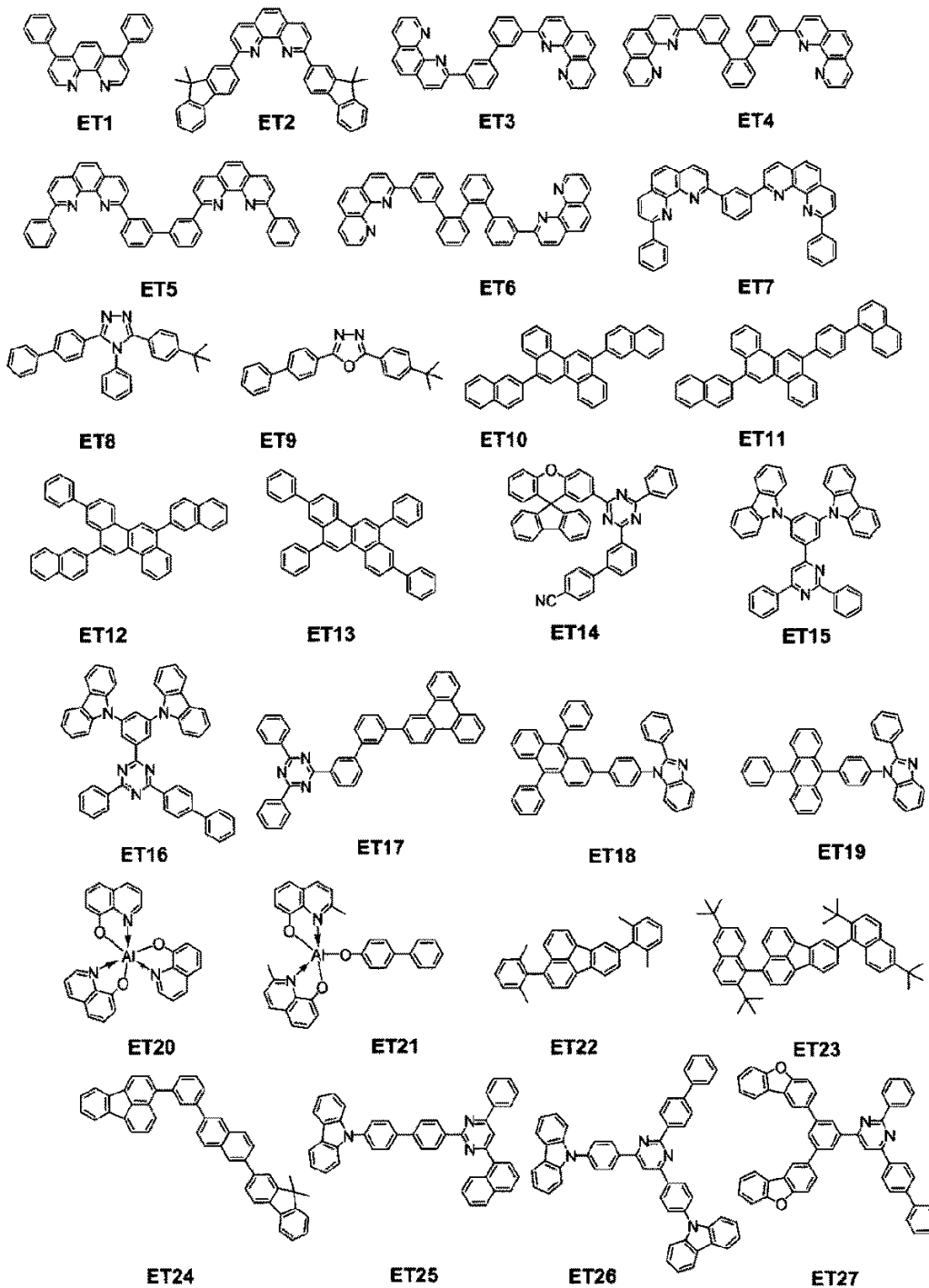
電子輸送性材料としては、陰極から注入された電子を発光層へ輸送することができるものから任意に選ぶことができ、ホール輸送性材料のホール移動度とのバランス等を考慮して選択される。電子輸送性能を有する材料としては、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、ピラジン誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、フェナントロリン誘導体、有機アルミニウム錯体、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、クリセン誘導体、アントラセン誘導体等）が挙げられる。さらに上記の電子輸送性材料は、ホールブロッキング層にも好適に使用される。以下に、電子輸送性材料として用いられ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

50

らに限定されるものではない。

【 0 1 2 3 】

【 化 2 6 】



10

20

30

40

【 0 1 2 4 】

電子注入性材料としては、陰極からの電子注入が容易に可能なものから任意に選ぶことができ、正孔注入性とのバランス等を考慮して選択される。有機化合物としてn型ドーパント及び還元性ドーパントも含まれる。例えば、フッ化リチウム等のアルカリ金属を含む化合物、リチウムキノリノール等のリチウム錯体、ベンゾイミダゾリデン誘導体、イミダゾリデン誘導体、フルバレン誘導体、アクリジン誘導体があげられる。また上記の電子輸送材料と合わせて用いることもできる。

50

## 【 0 1 2 5 】

## &lt; 有機発光素子の構成 &gt;

有機発光素子は、基板の上に、絶縁層、第一電極、有機化合物層、第二電極を形成して設けられる。第二電極の上には、保護層、カラーフィルタ、マイクロレンズ等を設けてよい。カラーフィルタを設ける場合は、保護層との間に平坦化層を設けてよい。平坦化層はアクリル樹脂等で構成することができる。カラーフィルタとマイクロレンズとの間において、平坦化層を設ける場合も同様である。

## 【 0 1 2 6 】

## 〔 基板 〕

基板は、石英、ガラス、シリコンウエハ、樹脂、金属等が挙げられる。また、基板の上には、トランジスタなどのスイッチング素子や配線を備え、その上に絶縁層を備えてもよい。絶縁層としては、第一電極との間に配線が形成可能なように、コンタクトホールを形成可能で、かつ接続しない配線との絶縁を確保できれば、材料は問わない。例えば、ポリイミド等の樹脂、酸化シリコン、窒化シリコンなどを用いることができる。

10

## 【 0 1 2 7 】

## 〔 電極 〕

電極は、一对の電極を用いることができる。一对の電極は、陽極と陰極であってよい。有機発光素子が発光する方向に電界を印加する場合に、電位が高い電極が陽極であり、他方が陰極である。また、発光層にホールを供給する電極が陽極であり、電子を供給する電極が陰極であるということもできる。

20

## 【 0 1 2 8 】

陽極の構成材料としては仕事関数になるべく大きいものが良い。例えば、金、白金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、コバルト、セレン、バナジウム、タングステン、等の金属単体やこれらを含む混合物、あるいはこれらを組み合わせた合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化錫インジウム (ITO)、酸化亜鉛インジウム等の金属酸化物が使用できる。またポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン等の導電性ポリマーも使用できる。

## 【 0 1 2 9 】

これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また、陽極は一層で構成されていてもよく、複数の層で構成されていてもよい。

30

## 【 0 1 3 0 】

反射電極として用いる場合には、例えばクロム、アルミニウム、銀、チタン、タングステン、モリブデン、又はこれらの合金、積層したものなどを用いることができる。上記の材料にて、電極としての役割を有さない、反射膜として機能することも可能である。また、透明電極として用いる場合には、酸化インジウム錫 (ITO)、酸化インジウム亜鉛などの酸化物透明導電層などを用いることができるが、これらに限定されるものではない。電極の形成には、フォトリソグラフィ技術を用いることができる。

## 【 0 1 3 1 】

一方、陰極の構成材料としては仕事関数の小さなものがよい。例えばリチウム等のアルカリ金属、カルシウム等のアルカリ土類金属、アルミニウム、チタニウム、マンガン、銀、鉛、クロム等の金属単体またはこれらを含む混合物が挙げられる。あるいはこれら金属単体を組み合わせた合金も使用することができる。例えばマグネシウム - 銀、アルミニウム - リチウム、アルミニウム - マグネシウム、銀 - 銅、亜鉛 - 銀等が使用できる。酸化錫インジウム (ITO) 等の金属酸化物の利用も可能である。これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また陰極は一層構成でもよく、多層構成でもよい。中でも銀を用いることが好ましく、銀の凝集を低減するため、銀合金とすることがさらに好ましい。銀の凝集が低減できれば、合金の比率は問わない。例えば、銀：他の金属が、1：1、3：1等であってよい。

40

## 【 0 1 3 2 】

陰極は、ITOなどの酸化物導電層を使用してトップエミッション素子としてもよいし

50

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

#### 【0133】

##### [有機化合物層]

有機化合物層は、単層で形成されても、複数層で形成されてもよい。複数層を有する場合には、その機能によって、ホール注入層、ホール輸送層、電子ブロッキング層、発光層、ホールブロッキング層、電子輸送層、電子注入層と呼ばれてよい。有機化合物層は、主に有機化合物で構成されるが、無機原子、無機化合物を含んでいてもよい。例えば、銅、リチウム、マグネシウム、アルミニウム、イリジウム、白金、モリブデン、亜鉛等を有してよい。有機化合物層は、第一電極と第二電極との間に配置されてよく、第一電極及び第二電極に接して配されてよい。

10

#### 【0134】

本発明の一実施形態に係る有機発光素子を構成する有機化合物層（正孔注入層、正孔輸送層、電子阻止層、発光層、正孔阻止層、電子輸送層、電子注入層等）は、以下に示す方法により形成される。

#### 【0135】

本発明の一実施形態に係る有機発光素子を構成する有機化合物層は、真空蒸着法、イオン化蒸着法、スパッタリング、プラズマ等のドライプロセスを用いることができる。またドライプロセスに代えて、適当な溶媒に溶解させて公知の塗布法（例えば、スピンコーティング、ディッピング、キャスト法、LB法、インクジェット法等）により層を形成するウェットプロセスを用いることもできる。

20

#### 【0136】

ここで真空蒸着法や溶液塗布法等によって層を形成すると、結晶化等が起こりにくく経時安定性に優れる。また塗布法で成膜する場合は、適当なバインダー樹脂と組み合わせて膜を形成することもできる。

#### 【0137】

上記バインダー樹脂としては、ポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、尿素樹脂等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

30

#### 【0138】

また、これらバインダー樹脂は、ホモポリマー又は共重合体として一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を混合して使用してもよい。さらに必要に応じて、公知の可塑剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤等の添加剤を併用してもよい。

#### 【0139】

##### [保護層]

第二電極の上に、保護層を設けてもよい。例えば、第二電極上に吸湿剤を設けたガラスを接着することで、有機化合物層に対する水等の浸入を低減し、表示不良の発生を低減することができる。また、別の実施形態としては、第二電極上に窒化ケイ素等のパッシベーション膜を設け、有機化合物層に対する水等の浸入を低減してもよい。例えば、第二電極を形成後に真空を破らずに別のチャンパーに搬送し、CVD法で厚さ2 $\mu$ mの窒化ケイ素膜を形成することで、保護層としてもよい。CVD法の成膜の後で原子堆積法（ALD法）を用いた保護層を設けてもよい。ALD法による膜の材料は限定されないが、窒化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム等であってよい。ALD法で形成した膜の上に、さらにCVD法で窒化ケイ素を形成してよい。ALD法による膜は、CVD法で形成した膜よりも小さい膜厚であってよい。具体的には、50%以下、さらには、10%以下であってよい。

40

#### 【0140】

50

## 〔カラーフィルタ〕

保護層の上にカラーフィルタを設けてもよい。例えば、有機発光素子のサイズを考慮したカラーフィルタを別の基板上に設け、それと有機発光素子を設けた基板と貼り合わせてもよいし、上記で示した保護層上にフォトリソグラフィ技術を用いて、カラーフィルタをパターンニングしてもよい。カラーフィルタは、高分子で構成されてよい。

## 【0141】

## 〔平坦化層〕

カラーフィルタと保護層との間に平坦化層を有してもよい。平坦化層は、下の層の凹凸を低減する目的で設けられる。目的を制限せずに、材質樹脂層と呼ばれる場合もある。平坦化層は有機化合物で構成されてよく、低分子であっても、高分子であってもよいが、高分子であることが好ましい。

10

## 【0142】

平坦化層は、カラーフィルタの上下に設けられてもよく、その構成材料は同じであっても異なってもよい。具体的には、ポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、尿素樹脂等があげられる。

## 【0143】

## 〔マイクロレンズ〕

有機発光素子または有機発光装置は、その光出射側にマイクロレンズ等の光学部材を有してよい。マイクロレンズは、アクリル樹脂、エポキシ樹脂等で構成されうる。マイクロレンズは、有機発光素子または有機発光装置から取り出す光量の増加、取り出す光の方向の制御を目的としてよい。マイクロレンズは、半球の形状を有してよい。半球の形状を有する場合、当該半球に接する接線のうち、絶縁層と平行になる接線があり、その接線と半球との接点がマイクロレンズの頂点である。マイクロレンズの頂点は、任意の断面図においても同様に決定することができる。つまり、断面図におけるマイクロレンズの半円に接する接線のうち、絶縁層と平行になる接線があり、その接線と半円との接点がマイクロレンズの頂点である。

20

## 【0144】

また、マイクロレンズの midpoint を定義することもできる。マイクロレンズの断面において、円弧の形状が終了する点から別の円弧の形状が終了する点までの線分を仮想し、当該線分の midpoint がマイクロレンズの midpoint と呼ぶことができる。頂点、midpoint を判別する断面は、絶縁層に垂直な断面であってよい。

30

## 【0145】

## 〔対向基板〕

平坦化層の上には、対向基板を有してよい。対向基板は、前述の基板と対応する位置に設けられるため、対向基板と呼ばれる。対向基板の構成材料は、前述の基板と同じであってよい。対向基板は、前述の基板を第一基板とした場合、第二基板であってよい。

## 【0146】

## 〔画素回路〕

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

40

## 【0147】

発光装置は、表示領域と、表示領域の周囲に配されている周辺領域とを有する。表示領域には画素回路を有し、周辺領域には表示制御回路を有する。画素回路を構成するトランジスタの移動度は、表示制御回路を構成するトランジスタの移動度よりも小さくてよい。

50

画素回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きは、表示制御回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きよりも小さくてよい。電流電圧特性の傾きは、いわゆる  $V_g - I_g$  特性により測定できる。画素回路を構成するトランジスタは、第一の発光素子など、発光素子に接続されているトランジスタである。

【0148】

[画素]

有機発光素子を有する有機発光装置は、複数の画素を有してよい。画素は互いに他と異なる色を発光する副画素を有する。副画素は、例えば、それぞれ RGB の発光色を有してよい。

【0149】

画素は、画素開口とも呼ばれる領域が発光する。この領域は第一領域と同じである。画素開口は  $15 \mu\text{m}$  以下であってよく、 $5 \mu\text{m}$  以上であってよい。より具体的には、 $11 \mu\text{m}$ 、 $9.5 \mu\text{m}$ 、 $7.4 \mu\text{m}$ 、 $6.4 \mu\text{m}$  等であってよい。副画素間は、 $10 \mu\text{m}$  以下であってよく、具体的には、 $8 \mu\text{m}$ 、 $7.4 \mu\text{m}$ 、 $6.4 \mu\text{m}$  であってよい。

【0150】

画素は、平面図において、公知の配置形態をとりうる。例えば、ストライプ配置、デルタ配置、ペントイル配置、ベイヤー配置であってよい。副画素の平面図における形状は、公知のいずれの形状をとってもよい。例えば、長方形、ひし形等の四角形、六角形、等である。もちろん、正確な図形ではなく、長方形に近い形をしていれば、長方形に含まれる。副画素の形状と、画素配列と、を組み合わせる用いることができる。

【0151】

<有機発光素子の用途>

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

【0152】

表示装置は、エリア CCD、リニア CCD、メモリーカード等からの画像情報を入力する画像入力部を有し、入力された情報を処理する情報処理部を有し、入力された画像を表示部に表示する画像情報処理装置でもよい。表示装置は、複数の画素を有し、複数の画素の少なくとも一つが、本実施形態の有機発光素子と、有機発光素子に接続されたトランジスタ等の能動素子と、を有してよい。このとき、基板はシリコンなどの半導体基板であり、トランジスタは基板に形成された MOSFET であってよい。画像表示装置は、画像情報を入力するための入力部と、画像を出力するための表示部と、を有し、表示部が、本実施形態の表示装置を有する。

【0153】

また、撮像装置やインクジェットプリンタが有する表示部は、タッチパネル機能を有していてもよい。このタッチパネル機能の駆動方式は、赤外線方式でも、静電容量方式でも、抵抗膜方式であってよく、電磁誘導方式であってよく、特に限定されない。また表示装置はマルチファンクションプリンタの表示部に用いられてもよい。

【0154】

次に、図面を参照しながら本実施形態に係る表示装置について説明する。図 4 は、有機発光素子とこの有機発光素子に接続されるトランジスタとを有する表示装置の例を示す断面模式図である。トランジスタは、能動素子の一例である。トランジスタは薄膜トランジスタ (TFT) であってよい。

【0155】

図 4 (a) は、本実施形態に係る表示装置の構成要素である画素の一例である。画素は、副画素 10 を有している。副画素はその発光により、10R、10G、10B に分けられている。発光色は、発光層から発光される波長で区別されても、副画素から出射する光がカラーフィルタ等により、選択的に透過または色変換が行われてもよい。それぞれの副画素 10 は、層間絶縁層 1 の上に第一電極 2 である反射電極、第一電極 2 の端を覆う絶縁

10

20

30

40

50

層 3、第一電極 2 と絶縁層 3 とを覆う有機化合物層 4、第二電極 5 である透明電極、保護層 6、カラーフィルタ 7 を有している。

【0156】

層間絶縁層 1 は、その下層または内部にトランジスタ、容量素子が配されていてよい。トランジスタと第一電極 2 は不図示のコンタクトホール等を介して電氣的に接続されていてよい。

【0157】

絶縁層 3 は、バンク、画素分離膜とも呼ばれる。第一電極 2 の端を覆っており、第一電極 2 を囲って配されている。絶縁層 3 の配されていない部分が、有機化合物層 4 と接し、発光領域となる。

【0158】

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

【0159】

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

【0160】

保護層 6 は、有機化合物層 4 に水分が浸透することを低減する。保護層 6 は、一層のように図示されているが、複数層であってもよい。層ごとに無機化合物層、有機化合物層があってもよい。

【0161】

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

【0162】

図 4 (b) の表示装置 100 は、有機発光素子 26 と、トランジスタの一例である TFT 18 と、を有する。ガラス、シリコン等の基板 11 とその上部に絶縁層 12 が設けられている。絶縁層 12 の上には、TFT 18 等の能動素子が配されており、能動素子のゲート電極 13 と、ゲート絶縁膜 14 と、半導体層 15 と、が設けられている。TFT 18 は、ドレイン電極 16 とソース電極 17 とを有している。TFT 18 の上部には絶縁膜 19 が設けられている。絶縁膜 19 に設けられたコンタクトホール 20 を介して有機発光素子 26 を構成する陽極 21 とソース電極 17 とが接続されている。

【0163】

なお、有機発光素子 26 に含まれる電極（陽極 21、陰極 23）と TFT 18 に含まれる電極（ソース電極 17、ドレイン電極 16）との電気接続の方式は、図 4 (b) に示される態様に限られるものではない。つまり陽極 21 又は陰極 23 のうちいずれか一方と TFT 18 のソース電極 17 またはドレイン電極 16 のいずれか一方とが電気接続されていればよい。

【0164】

図 4 (b) の表示装置 100 では有機化合物層 22 を 1 つの層の如く図示をしているが、有機化合物層 22 は、複数層であってもよい。陰極 23 の上には有機発光素子 26 の劣化を低減するための第一の保護層 24 や第二の保護層 25 が設けられている。

【0165】

図 4 (b) の表示装置 100 ではスイッチング素子としてトランジスタを使用しているが、これに代えて MIM 素子等の他のスイッチング素子を用いてもよい。

【0166】

また図 4 (b) の表示装置 100 に使用されるトランジスタは、基板の絶縁性表面上に活性層を有する薄膜トランジスタに限らず、単結晶シリコンウエハを用いたトランジスタでもよい。活性層として、単結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコンなど

10

20

30

40

50

の非単結晶シリコン、インジウム亜鉛酸化物、インジウムガリウム亜鉛酸化物等の非単結晶酸化物半導体が挙げられる。なお、薄膜トランジスタはTFT素子とも呼ばれる。

【0167】

図4(b)の表示装置100に含まれるトランジスタは、Si基板等の基板内に形成されていてもよい。ここで基板内に形成されるとは、Si基板等の基板自体を加工してトランジスタを作製することを意味する。つまり、基板内にトランジスタを有することは、基板とトランジスタとが一体に形成されていると見ることでもできる。

【0168】

本実施形態に係る有機発光素子はスイッチング素子の一例であるTFTにより発光輝度が制御され、有機発光素子を複数面内に設けることでそれぞれの発光輝度により画像を表示することができる。なお、本実施形態に係るスイッチング素子は、TFTに限られず、低温ポリシリコンで形成されているトランジスタ、Si基板等の基板上に形成されたアクティブマトリクスドライバーであってもよい。基板上とは、その基板内ということもできる。基板内にトランジスタを設けるか、TFTを用いるかは、表示部の大きさによって選択され、例えば0.5インチ程度の大きさであれば、Si基板上に有機発光素子を設けることが好ましい。

10

【0169】

図5は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。表示装置1000は、上部カバー1001と、下部カバー1009と、の間に、タッチパネル1003、表示パネル1005、フレーム1006、回路基板1007、バッテリー1008、を有してよい。タッチパネル1003および表示パネル1005は、フレキシブルプリント回路FPC1002、1004が接続されている。回路基板1007には、トランジスタがプリントされている。バッテリー1008は、表示装置が携帯機器でなければ、設けなくてもよいし、携帯機器であっても、別の位置に設けてもよい。

20

【0170】

本実施形態に係る表示装置は、赤色、緑色、青色を有するカラーフィルタを有してよい。カラーフィルタは、当該赤色、緑色、青色がデルタ配列で配置されてよい。

【0171】

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

30

【0172】

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

【0173】

図6(a)は、本実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。撮像装置1100は、ビューファインダ1101、背面ディスプレイ1102、操作部1103、筐体1104を有してよい。ビューファインダ1101は、本実施形態に係る表示装置を有してよい。その場合、表示装置は、撮像する画像のみならず、環境情報、撮像指示等を表示してよい。環境情報には、外光の強度、外光の向き、被写体の動く速度、被写体が遮蔽物に遮蔽される可能性等であってよい。

40

【0174】

撮像に好適なタイミングはわずかな時間なので、少しでも早く情報を表示した方がよい。したがって、本実施形態の有機発光素子を用いた表示装置を用いるのが好ましい。有機発光素子は応答速度が速いからである。有機発光素子を用いた表示装置は、表示速度が求められる、これらの装置、液晶表示装置よりも好適に用いることができる。

【0175】

50

撮像装置 1100 は、不図示の光学部を有する。光学部は複数のレンズを有し、筐体 1104 内に收容されている撮像素子に結像する。複数のレンズは、その相対位置を調整することで、焦点を調整することができる。この操作を自動で行うこともできる。撮像装置は光電変換装置と呼ばれてもよい。光電変換装置は逐次撮像するのではなく、前画像からの差分を検出する方法、常に記録されている画像から切り出す方法等を撮像の方法として含むことができる。

【0176】

図 6 (b) は、本実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。電子機器 1200 は、表示部 1201 と、操作部 1202 と、筐体 1203 を有する。筐体 1203 には、回路、当該回路を有するプリント基板、バッテリー、通信部、を有してよい。操作部 1202 は、ボタンであってもよいし、タッチパネル方式の反応部であってもよい。操作部 1202 は、指紋を認識してロックの解除等を行う、生体認識部であってもよい。通信部を有する電子機器は通信機器ということもできる。電子機器 1200 は、レンズと、撮像素子とを備えることでカメラ機能をさらに有してよい。カメラ機能により撮像された画像が表示部 1201 に映される。電子機器 1200 としては、スマートフォン、ノートパソコン等があげられる。

【0177】

図 7 は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。図 7 (a) は、テレビモニタや PC モニタ等の表示装置である。表示装置 1300 は、額縁 1301 を有し表示部 1302 を有する。表示部 1302 には、本実施形態に係る発光素子が用いられてよい。表示装置 1300 は、額縁 1301 と、表示部 1302 を支える土台 1303 を有している。土台 1303 は、図 7 (a) の形態に限られない。額縁 1301 の下辺が土台を兼ねてもよい。また、額縁 1301 および表示部 1302 は、曲がっていてもよい。その曲率半径は、5000 mm 以上 6000 mm 以下であってもよい。

【0178】

図 7 (b) は本実施形態に係る表示装置の他の例を表す模式図である。図 7 (b) の表示装置 1310 は、折り曲げ可能に構成されており、いわゆるフォルダブルな表示装置である。表示装置 1310 は、第一表示部 1311、第二表示部 1312、筐体 1313、屈曲点 1314 を有する。第一表示部 1311 と第二表示部 1312 とは、本実施形態に係る発光素子を有してよい。第一表示部 1311 と第二表示部 1312 とは、つなぎ目のない 1 枚の表示装置であってもよい。第一表示部 1311 と第二表示部 1312 とは、屈曲点で分けることができる。第一表示部 1311、第二表示部 1312 は、それぞれ異なる画像を表示してもよいし、第一および第二表示部とで一つの画像を表示してもよい。

【0179】

図 8 (a) は、本実施形態に係る照明装置の一例を表す模式図である。照明装置 1400 は、筐体 1401 と、光源 1402 と、回路基板 1403 と、光源 1402 が発する光を透過する光学フィルタ 1404 と光拡散部 1405 と、を有してよい。光源 1402 は、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。光学フィルタ 1404 は光源の演色性を向上させるフィルタであってもよい。光拡散部 1405 は、ライトアップ等、光源の光を効果的に拡散し、広い範囲に光を届けることができる。光学フィルタ 1404、光拡散部 1405 は、照明の光出射側に設けられてよい。必要に応じて、最外部にカバーを設けてもよい。

【0180】

照明装置は例えば室内を照明する装置である。照明装置は白色、昼白色、その他青から赤のいずれの色を発光するものであってよい。それらを調光する調光回路や発光色を調色する調色回路を有してよい。照明装置は本実施形態の有機発光素子とそれに接続される電源回路を有してよい。電源回路は、交流電圧を直流電圧に変換する回路である。また、白とは色温度が 4200 K で昼白色とは色温度が 5000 K である。照明装置はカラーフィルタを有してもよい。

【0181】

10

20

30

40

50

また、本実施形態に係る照明装置は、放熱部を有していてもよい。放熱部は装置内の熱を装置外へ放出するものであり、比熱の高い金属、液体シリコン等が挙げられる。

【0182】

図8(b)は、本実施形態に係る移動体の一例である自動車の模式図である。当該自動車は灯具の一例であるテールランプを有する。自動車1500は、テールランプ1501を有し、ブレーキ操作等を行った際に、テールランプを点灯する形態であってよい。

【0183】

テールランプ1501は、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。テールランプ1501は、有機発光素子を保護する保護部材を有してよい。保護部材はある程度高い強度を有し、透明であれば材料は問わないが、ポリカーボネート等で構成されることが好ましい。ポリカーボネートにフランジカルボン酸誘導体、アクリロニトリル誘導体等を混ぜてよい。

10

【0184】

自動車1500は、車体1503、それに取り付けられている窓1502を有してよい。窓1502は、自動車の前後を確認するための窓でなければ、透明なディスプレイであってもよい。当該透明なディスプレイは、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。この場合、有機発光素子が有する電極等の構成材料は透明な部材で構成される。

【0185】

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

20

【0186】

図9を参照して、上述の各実施形態の表示装置の適用例について説明する。表示装置は、例えばスマートグラス、HMD、スマートコンタクトのようなウェアラブルデバイスとして装着可能なシステムに適用できる。このような適用例に使用される撮像表示装置は、可視光を光電変換可能な撮像装置と、可視光を発光可能な表示装置とを有する。

【0187】

図9(a)は、本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例を示す模式図である。図9(a)を用いて、1つの適用例に係る眼鏡1600(スマートグラス)を説明する。眼鏡1600のレンズ1601の表面側に、CMOSセンサやSPADのような撮像装置1602が設けられている。また、レンズ1601の裏面側には、上述した各実施形態の表示装置が設けられている。

30

【0188】

眼鏡1600は、制御装置1603をさらに備える。制御装置1603は、撮像装置1602と表示装置に電力を供給する電源として機能する。また、制御装置1603は、撮像装置1602と表示装置の動作を制御する。レンズ1601には、撮像装置1602に光を集光するための光学系が形成されている。

【0189】

図9(b)は、本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの他の例を示す模式図である。図9(b)を用いて、1つの適用例に係る眼鏡1610(スマートグラス)を説明する。眼鏡1610は、制御装置1612を有しており、制御装置1612に、図9(a)の撮像装置1602に相当する撮像装置と、表示装置が搭載される。レンズ1611には、制御装置1612内の撮像装置と、表示装置からの発光を投影するための光学系が形成されており、レンズ1611には画像が投影される。制御装置1612は、撮像装置および表示装置に電力を供給する電源として機能するとともに、撮像装置および表示装置の動作を制御する。

40

【0190】

制御装置1612は、装着者の視線を検知する視線検知部を有してもよい。視線の検知は赤外線を用いてよい。赤外発光部は、表示画像を注視しているユーザーの眼球に対して、赤外光を発する。発せられた赤外光の眼球からの反射光を、受光素子を有する撮像部が

50

検出することで眼球の撮像画像が得られる。平面視における赤外発光部から表示部への光を低減する低減手段を有することで、画像品位の低下を低減する。赤外光の撮像により得られた眼球の撮像画像から表示画像に対するユーザーの視線を検出する。眼球の撮像画像を用いた視線検出には任意の公知の手法が適用できる。一例として、角膜での照射光の反射によるブルキニエ像に基づく視線検出方法を用いることができる。より具体的には、瞳孔角膜反射法に基づく視線検出処理が行われる。瞳孔角膜反射法を用いて、眼球の撮像画像に含まれる瞳孔の像とブルキニエ像とに基づいて、眼球の向き（回転角度）を表す視線ベクトルが算出されることにより、ユーザーの視線が検出される。

#### 【0191】

本発明の一実施形態に係る表示装置は、受光素子を有する撮像装置を有し、撮像装置からのユーザーの視線情報に基づいて表示装置の表示画像を制御してよい。具体的には、表示装置は、視線情報に基づいて、ユーザーが注視する第一の視界領域と、第一の視界領域以外の第二の視界領域とを決定する。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。表示装置の表示領域において、第一の視界領域の表示解像度を第二の視界領域の表示解像度よりも高く制御してよい。つまり、第二の視界領域の解像度を第一の視界領域よりも低くしてよい。

10

#### 【0192】

また、表示領域は、第一の表示領域、第一の表示領域とは異なる第二の表示領域とを有し、視線情報に基づいて、第一の表示領域および第二の表示領域から優先度が高い領域が決定される。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。優先度の高い領域の解像度を、優先度が高い領域以外の領域の解像度よりも高く制御してよい。つまり優先度が相対的に低い領域の解像度を低くしてよい。

20

#### 【0193】

なお、第一の視界領域や優先度が高い領域の決定には、AIを用いてもよい。AIは、眼球の画像と当該画像の眼球が実際に視ていた方向とを教師データとして、眼球の画像から視線の角度、視線の先の目的物までの距離を推定するよう構成されたモデルであってよい。AIプログラムは、表示装置が有しても、撮像装置が有しても、外部装置が有してもよい。外部装置が有する場合は、通信を介して、表示装置に伝えられる。

30

#### 【0194】

視認検知に基づいて表示制御する場合、外部を撮像する撮像装置を更に有するスマートグラスに好ましく適用できる。スマートグラスは、撮像した外部情報をリアルタイムで表示することができる。

#### 【0195】

図10(a)は、本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例を示す模式図である。画像形成装置40は電子写真方式の画像形成装置であり、感光体27、露光光源28、帯電部30、現像部31、転写器32、搬送ローラー33、定着器35を有する。露光光源28から光29が照射され、感光体27の表面に静電潜像が形成される。この露光光源28が本実施形態に係る有機発光素子を有する。現像部31はトナー等を有する。帯電部30は感光体27を帯電させる。転写器32は現像された画像を記録媒体34に転写する。搬送ローラー33は記録媒体34を搬送する。記録媒体34は例えば紙である。定着器35は記録媒体34に形成された画像を定着させる。

40

#### 【0196】

図10(b)および図10(c)は、露光光源28を示す図であり、発光部36が長尺状の基板に複数配置されている様子を示す模式図である。矢印37は、感光体の軸に平行な方向であり、有機発光素子が配列されている列方向を表す。この列方向は、感光体27が回転する軸の方向と同じである。この方向は感光体27の長軸方向と呼ぶこともできる。図10(b)は発光部36を感光体27の長軸方向に沿って配置した形態である。図10(c)は、図10(b)とは異なる形態であり、第一の列と第二の列のそれぞれにおい

50

て発光部 36 が列方向に交互に配置されている形態である。第一の列と第二の列は行方向に異なる位置に配置されている。第一の列は、複数の発光部 36 が間隔をあけて配置されている。第二の列は、第一の列の発光部 36 同士の間隔に対応する位置に発光部 36 を有する。すなわち、行方向にも、複数の発光部 36 が間隔をあけて配置されている。図 10 (c) の配置は、たとえば格子状に配置されている状態、千鳥格子に配置されている状態、あるいは市松模様と言い換えることもできる。

【0197】

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

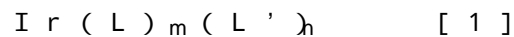
【0198】

含まれる構成

本実施形態の開示は、以下の構成を含む。

(構成 1)

下記一般式 [1] で表されることを特徴とする有機金属錯体。



式 [1] において、Ir はイリジウムである。

L 及び L' は、それぞれ異なる二座配位子を表す。

m は、1 または 2 であり、 $m + n = 3$  である。

部分構造  $Ir(L)_m$  は、一般式 [2-1] または [2-2] で示される部分構造である。

式 [2-1] において、 $R_1$  乃至  $R_3$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうち少なくとも 1 つは、水素原子または重水素原子ではなく、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子である場合、 $R_1$  乃至  $R_3$  のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の 2 級以上のアルキル基である。隣り合う  $R_1$  乃至  $R_3$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

$R_4$  乃至  $R_{14}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる。隣り合う  $R_4$  乃至  $R_{14}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

式 [2-2] において、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。但し、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち少なくとも 1 つは、水素原子または重水素原子ではなく、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうち 2 つが水素原子または重水素原子である場合、 $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  のうちのもう一つは、置換あるいは無置換の 2 級以上のアルキル基である。隣り合う  $R_{15}$  乃至  $R_{17}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

$R_{18}$  乃至  $R_{30}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のシリル基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基、置換あるいは無置換のアリールオキシ基、置換あるいは無置換のヘテロアリールオキシ基、シアノ基から独立に選ばれる。隣り合う  $R_{18}$  乃至  $R_{30}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

L' は一般式 [3] または [4] で示される二座配位子である。

式 [3] において、 $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリ

10

20

30

40

50

ール基から独立に選ばれる。隣り合う  $R_{41}$  乃至  $R_{43}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

式 [ 4 ] において、 $R_{32}$  乃至  $R_{39}$  は、それぞれ、水素原子、重水素原子、フッ素原子、置換あるいは無置換のアルキル基、置換あるいは無置換のアルコキシ基、置換あるいは無置換のアミノ基、置換あるいは無置換のアリル基、置換あるいは無置換のアリール基、置換あるいは無置換のヘテロアリール基から独立に選ばれる。隣り合う  $R_{32}$  乃至  $R_{39}$  は、互いに結合して環を形成してもよい。

【 0 1 9 9 】

( 構成 2 )

前記部分構造  $I r ( L )_m$  は、前記一般式 [ 2 - 1 ] で示される部分構造であることを特徴とする構成 1 に記載の有機金属錯体。

10

( 構成 3 )

前記  $R_1$  乃至  $R_3$  のうち少なくとも 2 つは、水素原子または重水素原子ではないことを特徴とする構成 2 に記載の有機金属錯体。

( 構成 4 )

前記  $R_1$  乃至  $R_3$  のうち少なくとも 2 つは、置換あるいは無置換のアルキル基であることを特徴とする構成 3 に記載の有機金属錯体。

( 構成 5 )

前記部分構造  $I r ( L )_m$  は、前記一般式 [ 2 - 2 ] で示される部分構造であることを特徴とする構成 1 に記載の有機金属錯体。

20

( 構成 6 )

前記  $R_{15}$  乃至  $R_{18}$  のうち少なくとも 2 つは、水素原子または重水素原子ではないことを特徴とする構成 5 に記載の有機金属錯体。

( 構成 7 )

前記  $R_{15}$  乃至  $R_{18}$  のうち少なくとも 2 つは、置換あるいは無置換のアルキル基であることを特徴とする構成 6 に記載の有機金属錯体。

( 構成 8 )

前記  $R_5$ 、前記  $R_{19}$  は、水素原子または重水素原子ではないことを特徴とする構成 1 乃至 7 のいずれかに記載の有機金属錯体。

【 0 2 0 0 】

30

( 構成 9 )

第一電極と第二電極と、前記第一電極と前記第二電極との間に配置されている有機化合物層と、を有し、前記有機化合物層は、構成 1 乃至 8 のいずれかに記載の有機金属錯体を含有する層を有することを特徴とする有機発光素子。

( 構成 1 0 )

前記有機金属錯体を含有する層は発光層であることを特徴とする構成 9 に記載の有機発光素子。

( 構成 1 1 )

赤色発光することを特徴とする請求項 1 0 に記載の有機発光素子。

( 構成 1 2 )

前記発光層と積層して配置される別の発光層を更に有し、前記別の発光層は、前記発光層が発する発光色とは異なる色を発光することを特徴とする請求項 1 0 または 1 1 に記載の有機発光素子。

40

( 構成 1 3 )

白色発光することを特徴とする請求項 1 2 に記載の有機発光素子。

【 0 2 0 1 】

( 構成 1 4 )

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、構成 9 乃至 1 3 のいずれかに記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続された能動素子と、を有することを特徴とする表示装置。

50

(構成 15)

カラーフィルタを有することを特徴とする構成 14 に記載の表示装置。

(構成 16)

画像情報を入力するための入力部と、画像を出力するための表示部と、を有し、前記表示部が、構成 14 または 15 に記載の表示装置を有することを特徴とする画像表示装置。

(構成 17)

複数のレンズを有する光学部と、前記光学部を通過した光を受光する撮像素子と、前記撮像素子が撮像した画像を表示する表示部と、を有し、

前記表示部は構成 9 乃至 13 のいずれかに記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

10

(構成 18)

筐体と、外部と通信する通信部と、表示部とを有し、

前記表示部は構成 9 乃至 13 のいずれかに記載の有機発光素子であることを特徴とする電子機器。

(構成 19)

構成 9 乃至 13 のいずれかに記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部または光学フィルタと、を有することを特徴とする照明装置。

(構成 20)

機体と、前記機体に設けられている灯具を有し、

前記灯具は、構成 9 乃至 13 のいずれかに記載の有機発光素子を有することを特徴とする移動体。

20

(構成 21)

感光体と、前記感光体に光を照射する露光光源と、を有し、

前記露光光源は、構成 9 乃至 13 のいずれかに記載の有機発光素子を有することを特徴とする画像形成装置。

【実施例】

【0202】

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

30

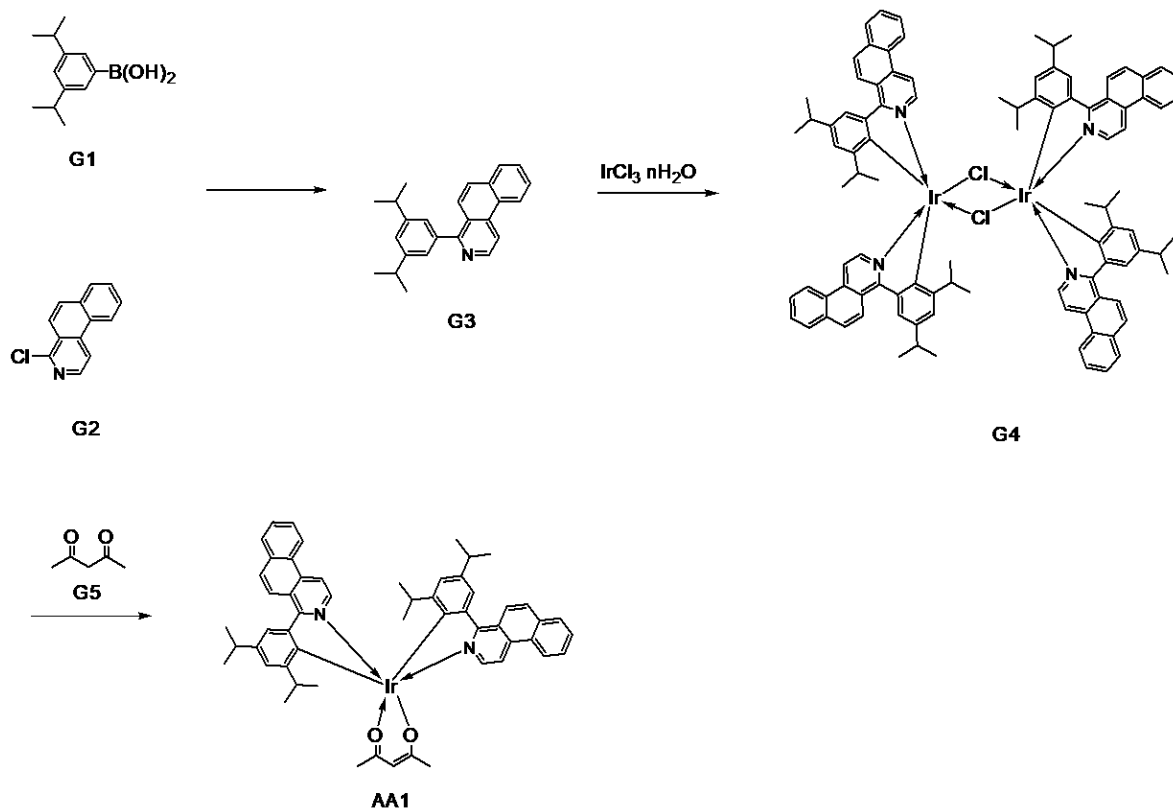
【0203】

[ 実施例 1 ( 例示化合物 A A 1 の合成 ) ]

40

50

## 【化 2 7】



10

20

## 【0204】

## (1) 化合物 G 3 の合成

500 ml のナスフラスコに、以下に示す試薬、溶媒を仕込んだ。

化合物 G 1 : 1.1 g (5.15 mmol)

化合物 G 2 : 1.0 g (4.68 mmol)

$\text{Pd}(\text{Ph}_3)_4$  : 162 mg (0.14 mmol)

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  水溶液 (10%) : 1.0 g / 水 10 ml

トルエン : 20 ml

エタノール : 10 ml

次に、反応溶液を、窒素気流下で 90 に加熱し、この温度 (90 ) で 5 時間攪拌を行った。反応終了後、トルエンと水で抽出を行った後、濃縮し、これをシリカゲルカラムクロマトグラフィー (トルエン) にて精製後、化合物 G 3 を 1.1 g (収率 : 70%) 得た。

30

## 【0205】

## (2) 化合物 G 4 の合成

2 - エトキシエタノール (40 ml) と水 (10 ml) 混合溶媒を脱気した後、塩化イリジウム (III) 226 mg (0.64 mmol) 水和物を加え、室温で 30 分攪拌した。その後、G 3 を 0.44 g (1.28 mmol) 加え、120 度に加熱して 10 時間攪拌を行った。冷却後、水を加え、ろ過し、水とメタノールで洗浄した。これを乾燥することで、赤色の固体 G 4 を 0.51 g (収率 90%) 得た。

40

## 【0206】

## (3) 例示化合物 AA 1 の合成

2 - エトキシエタノール (10 ml) 溶媒を脱気した後、G 4 を 0.18 g (0.10 mmol)、G 5 を 50 mg (0.50 mmol) 加え、室温で 30 分攪拌した。その後、炭酸ナトリウム 69 mg (0.65 mmol) を加え、120 度に加熱して 7 時間攪拌を行った。冷却後、水を加え、ろ過し、水とメタノールで洗浄した。これをシリカゲルカラムクロマトグラフィー (ジクロロメタン) にて精製後、例示化合物 AA 1 を 40 mg (

50

収率：37%) 得た。

【0207】

また、MALDI-TOF-MS (Bruker社製Autoflex LRF) を用いて、例示化合物A A 1の質量分析を行った。

[MALDI-TOF-MS]

実測値：m/z = 968 計算値：C<sub>55</sub>H<sub>55</sub>IrN<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 968

【0208】

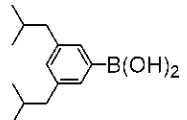
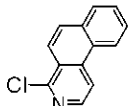

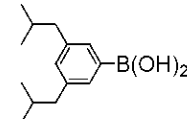
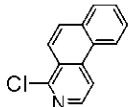
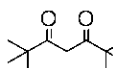
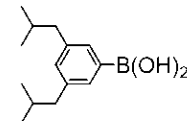
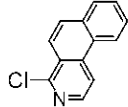
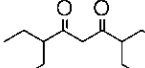
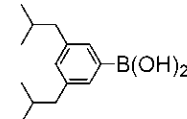
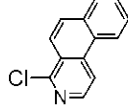
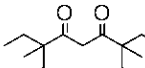
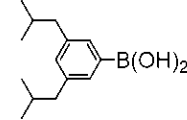
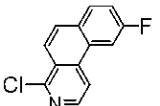
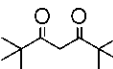
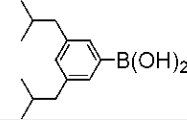
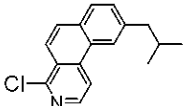
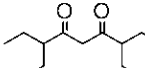
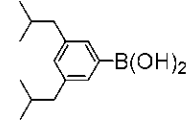
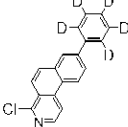
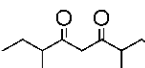
[実施例2乃至51 (例示化合物の合成)]

実施例1の原料G1、G2、G5を、それぞれ、表1乃至8に示す原料1、原料2、原料3に変えた他は実施例1と同様にして例示化合物を合成した。また、実施例1と同様にして測定した質量分析結果の実測値：m/zを示す。

10

【0209】

【表1】

| 実施例 | 例示化合物 | 原料1   | 原料2   | 原料3  | MALDI分子量 |
|-----|-------|---|---|--|----------|
| 2   | A 1   |    |    |    | 1024     |
| 3   | A 9   |   |   |    | 1109     |
| 4   | A 10  |  |  |  | 1137     |
| 5   | A 11  |  |  |  | 1165     |
| 6   | A 22  |  |  |  | 1145     |
| 7   | A 24  |  |  |  | 1249     |
| 8   | A 30  |  |  |  | 1299     |

20

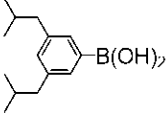
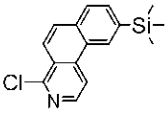
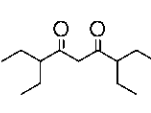
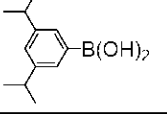
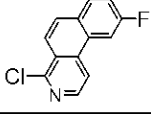

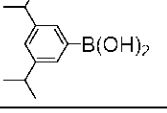
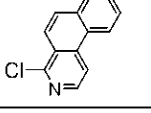
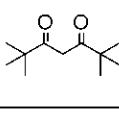
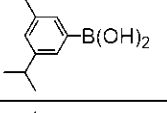
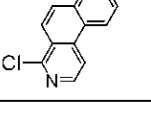
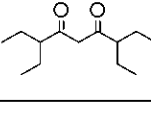
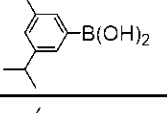
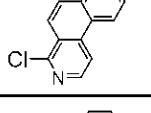
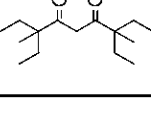
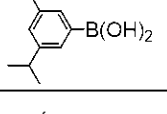
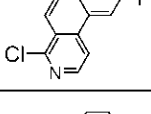
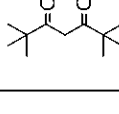
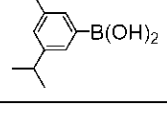
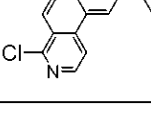
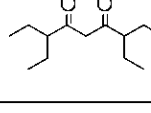
30

40

【0210】

50

【表 2】

| 実施例 | 例示化合物   | 原料 1  | 原料 2  | 原料 3   | MALDI 分子量 |
|-----|---------|---|---|--|-----------|
| 9   | A 3 7   |    |    |    | 1 2 8 1   |
| 1 0 | A A 4   |    |    |    | 1 0 0 4   |
| 1 1 | A A 9   |    |    |    | 1 0 5 2   |
| 1 2 | A A 1 0 |    |    |    | 1 0 8 0   |
| 1 3 | A A 1 1 |    |    |    | 1 1 0 9   |
| 1 4 | A A 2 2 |   |   |   | 1 0 8 8   |
| 1 5 | A A 2 3 |  |  |  | 1 1 6 5   |

10

20

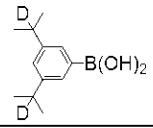
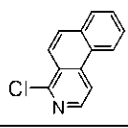
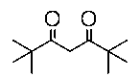
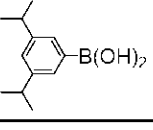
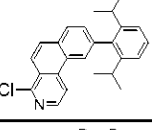
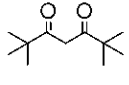
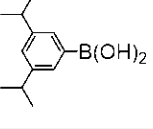
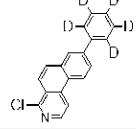
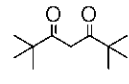
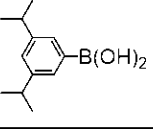
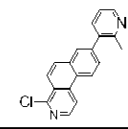
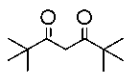
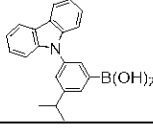
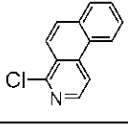
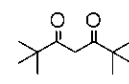
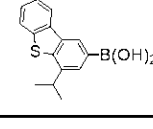
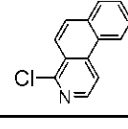
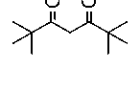
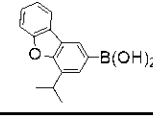
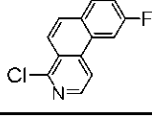
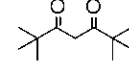
【 0 2 1 1 】

30

40

50

【表 3】

| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1  | 原料 2  | 原料 3   | MALDI 分子量 |
|-----|-------|---|---|--|-----------|
| 16  | AA25  |    |    |    | 1056      |
| 17  | AA29  |    |    |    | 1373      |
| 18  | AA30  |    |    |    | 1215      |
| 19  | AA31  |    |    |    | 1235      |
| 20  | AA34  |    |    |    | 1299      |
| 21  | AA36  |   |   |  | 1181      |
| 22  | AA38  |  |  |  | 1184      |

10

20

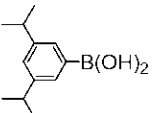
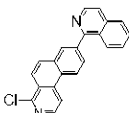
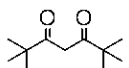
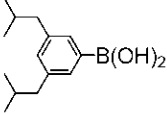
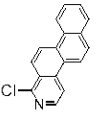

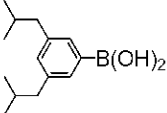
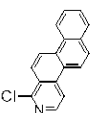
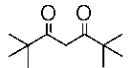
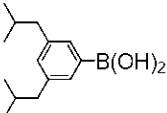
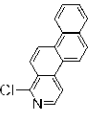
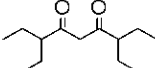
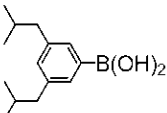
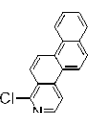
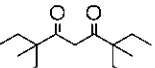
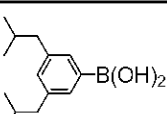
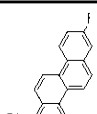
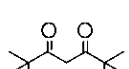
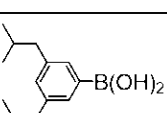
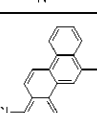
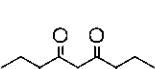
30

40

50

【0212】

【表 4】

| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1  | 原料 2  | 原料 3   | MALDI 分子量 |
|-----|-------|---|---|--|-----------|
| 23  | AA42  |    |    |    | 1307      |
| 24  | C1    |    |    |    | 1125      |
| 25  | C9    |    |    |    | 1209      |
| 26  | C10   |    |    |    | 1237      |
| 27  | C11   |    |    |    | 1265      |
| 28  | C22   |   |   |  | 1245      |
| 29  | C23   |  |  |  | 1321      |

10

20

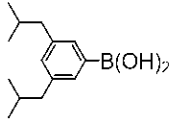
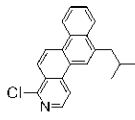
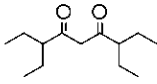
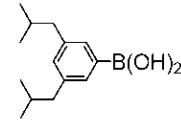
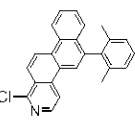
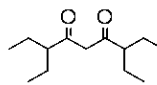
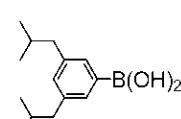
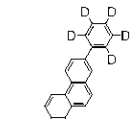
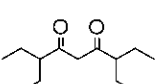
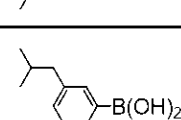
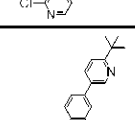
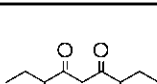
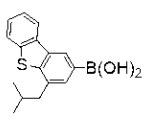
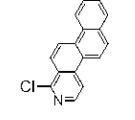
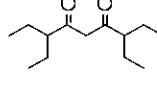
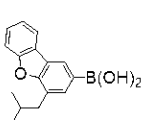
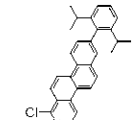
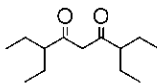
30

【0213】

40

50

【表 5】

| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1  | 原料 2  | 原料 3   | MALDI 分子量 |
|-----|-------|---|---|--|-----------|
| 30  | C 24  |    |    |    | 1349      |
| 31  | C 29  |    |    |    | 1449      |
| 32  | C 30  |    |    |    | 1399      |
| 33  | C 31  |    |    |    | 1503      |
| 34  | C 36  |   |   |   | 1337      |
| 35  | C 40  |  |  |  | 1625      |

【0214】

10

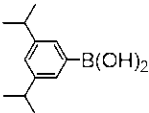
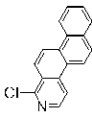

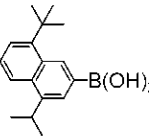
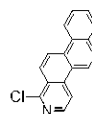

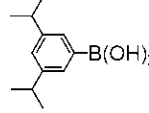
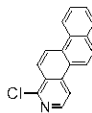
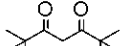
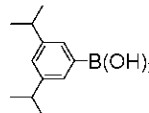
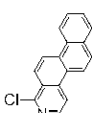
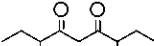
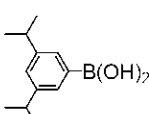
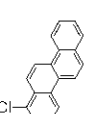
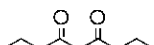
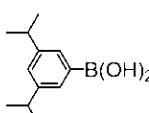
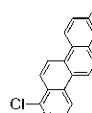
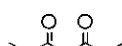
20

30

40

50

【表 6】

| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1  | 原料 2  | 原料 3   | MALDI 分子量 |
|-----|-------|---|---|--|-----------|
| 36  | CC1   |    |    |    | 1180      |
| 37  | CC3   |    |    |    | 1197      |
| 38  | CC9   |    |    |    | 1153      |
| 39  | CC10  |    |    |    | 1181      |
| 40  | CC11  |   |   |    | 1209      |
| 41  | C22   |  |  |  | 1159      |

10

20

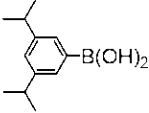
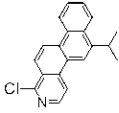
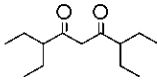
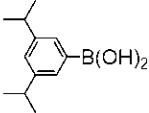
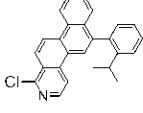
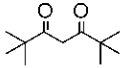
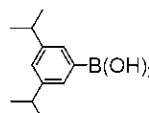
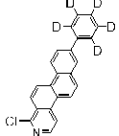
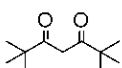
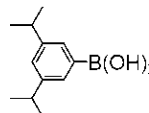
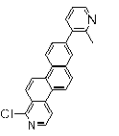
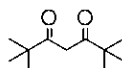
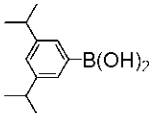
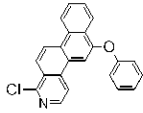
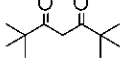
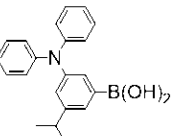
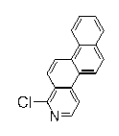
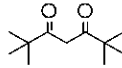
【0215】

30

40

50

【表 7】

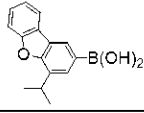
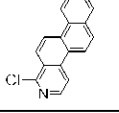
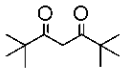
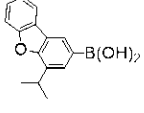
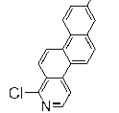
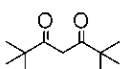
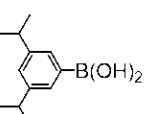
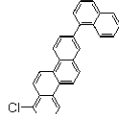
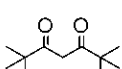
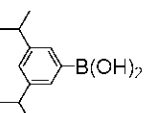
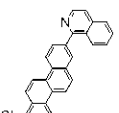
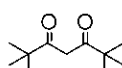
| 実施例 | 例示化合物  | 原料 1  | 原料 2  | 原料 3   | MALDI 分子量 |
|-----|--------|---|---|--|-----------|
| 4 2 | CC 2 3 |    |    |    | 1 2 6 5   |
| 4 3 | CC 2 9 |    |    |    | 1 3 8 9   |
| 4 4 | CC 3 0 |    |    |    | 1 3 1 5   |
| 4 5 | CC 3 1 |    |    |    | 1 3 3 5   |
| 4 6 | CC 3 2 |   |   |    | 1 3 3 7   |
| 4 7 | CC 3 3 |  |  |  | 1 4 0 3   |

10

20

【 0 2 1 6 】

【表 8】

| 実施例 | 例示化合物  | 原料 1  | 原料 2  | 原料 3   | MALDI 分子量 |
|-----|--------|---|---|--|-----------|
| 4 8 | CC 3 5 |  |  |  | 1 2 4 9   |
| 4 9 | CC 3 8 |  |  |  | 1 2 8 5   |
| 5 0 | CC 4 1 |  |  |  | 1 4 0 5   |
| 5 1 | CC 4 2 |  |  |  | 1 4 0 7   |

30

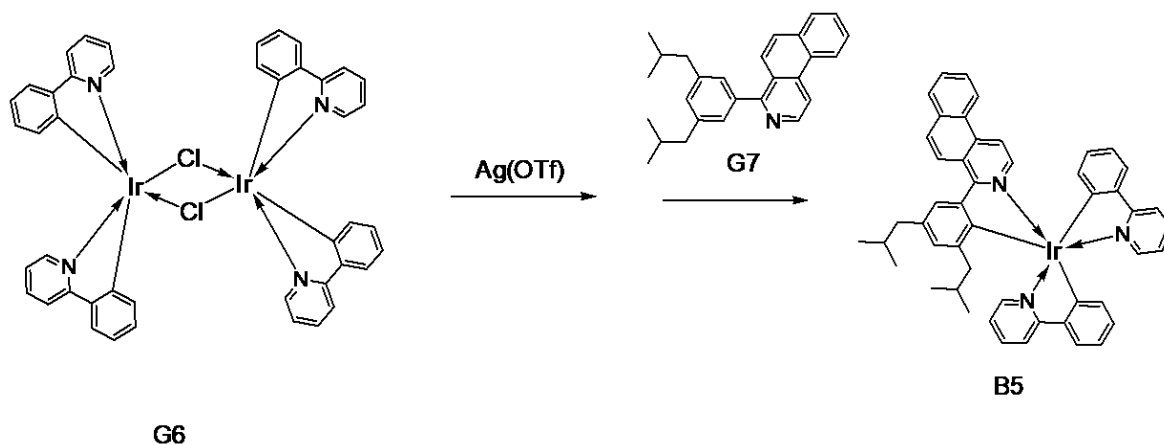
40

【 0 2 1 7 】

50

[ 実施例 5 2 ( 例示化合物 B 5 の合成 ) ]

【化 2 8】



10

【0218】

G 6 の 1 . 0 g ( 0 . 9 3 m m o l ) にジクロロメタン 1 0 0 m l を加え、窒素脱気を行った後、メタノール 1 0 m l に溶解させたトリフルオロメタンスルホン酸銀 5 0 3 m g ( 1 . 9 6 m m o l ) を滴下して室温で 8 時間攪拌した。その後、ろ過 ( セライト ) を行い、ジクロロメタンで洗浄して濃縮することにより、黄色固体を得た。

20

【0219】

次に、得られた黄色固体と、G 7 の 1 7 0 m g ( 0 . 4 7 m m o l ) にジエチレングリコールジメチルエーテル 1 0 m l を加え、1 7 0 で 7 時間加熱攪拌した。冷却後、水を加え、ろ過し、水とメタノールで洗浄した。これをシリカゲルカラムクロマトグラフィー ( ジクロロメタン ) にて精製後、例示化合物 B 5 を 3 2 m g ( 収率 : 8 % ) 得た。

【0220】

実施例 1 と同様にして、例示化合物 B 5 の質量分析を行った。

[ M A L D I - T O F - M S ]

実測値 :  $m / z = 1 0 7 9$  計算値 :  $C_{49}H_{44}IrN_3 = 8 6 7$

【0221】

[ 実施例 5 3 乃至 6 9 ( 例示化合物の合成 ) ]

( 1 ) 実施例 5 3 , 6 2

実施例 1 の原料 G 1、G 2 を、それぞれ、表 9 , 1 1 に示す原料 1、原料 2 に変えた他は実施例 1 と同様にしてジクロロダイマー誘導体 ( G 4 に相当する化合物 ) を合成した。さらに、実施例 5 2 の原料 G 6 を得られたジクロロダイマー誘導体に変え、原料 G 7 を表 9 , 1 1 に示す原料 5 に変えた他は実施例 5 2 と同様にして例示化合物を合成した。また、実施例 5 2 と同様にして測定した質量分析結果の実測値 :  $m / z$  を示す。

30

【0222】

( 2 ) 実施例 5 4 乃至 6 1 , 6 3 乃至 6 9

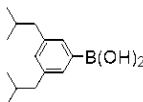
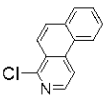

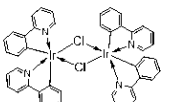
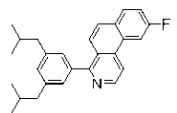
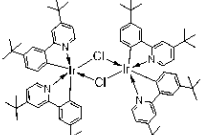
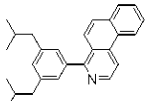
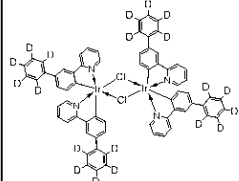
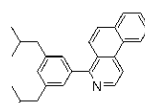
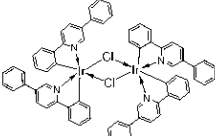
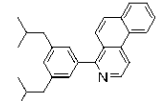
実施例 5 2 の原料 G 6、G 7 を、それぞれ、表 9 乃至 1 2 に示す原料 4、原料 5 に変えた他は実施例 5 2 と同様にして例示化合物を合成した。また、実施例 5 2 と同様にして測定した質量分析結果の実測値 :  $m / z$  を示す。

40

【0223】

50

【表 9】

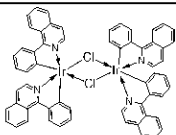
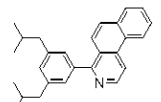
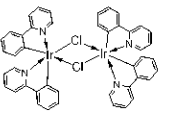
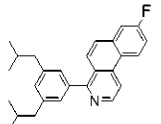
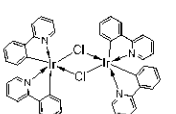
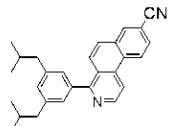
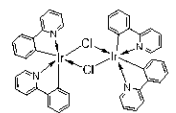
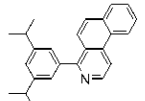
| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1  | 原料 2  | 原料 4   | 原料 5  | MALDI 分子量 |
|-----|-------|---|---|--|---|-----------|
| 5 3 | B 1   |  |  | -  |  | 1 0 7 9   |
| 5 4 | B 7   | -   | -   |   |   | 8 8 5     |
| 5 5 | B 1 0 | -   | -   |   |   | 1 0 9 2   |
| 5 6 | B 1 2 | -   | -   |   |   | 1 0 2 9   |
| 5 7 | B 1 7 | -   | -   |  |   | 1 0 1 9   |

10

20

【 0 2 2 4 】

【表 1 0】

| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1 | 原料 2 | 原料 4  | 原料 5  | MALDI 分子量 |
|-----|-------|------|------|---|---|-----------|
| 5 8 | B 1 9 | -    | -    |  |   | 9 6 7     |
| 5 9 | B 2 1 | -    | -    |  |   | 8 8 5     |
| 6 0 | B 2 3 | -    | -    |  |   | 8 9 2     |
| 6 1 | B B 1 | -    | -    |  |  | 8 3 9     |

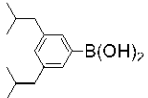


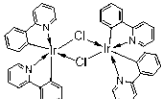
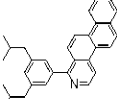
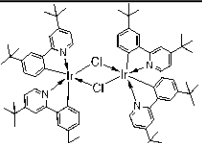
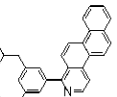
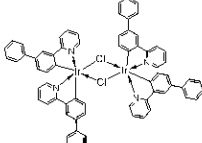
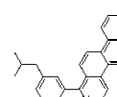
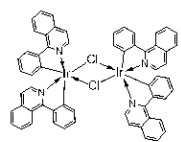
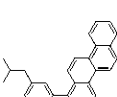
30

40

【 0 2 2 5 】

50

【表 1 1】

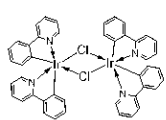
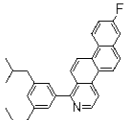
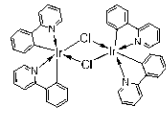
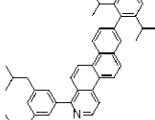
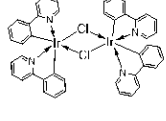
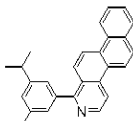
| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1  | 原料 2  | 原料 4   | 原料 5  | MALDI 分子量 |
|-----|-------|---|---|--|---|-----------|
| 6 2 | D 1   |  |  | -  |  | 1 1 8 0   |
| 6 3 | D 5   | -   | -   |   |  | 9 1 7     |
| 6 4 | D 1 0 | -   | -   |   |  | 1 1 4 2   |
| 6 5 | D 1 1 | -   | -   |   |  | 1 0 6 9   |
| 6 6 | D 1 9 | -   | -   |  |  | 1 0 1 7   |

10

20

【 0 2 2 6 】

【表 1 2】

| 実施例 | 例示化合物 | 原料 1 | 原料 2 | 原料 4  | 原料 5  | MALDI 分子量 |
|-----|-------|------|------|---|---|-----------|
| 6 7 | D 2 1 | -    | -    |  |   | 9 3 5     |
| 6 8 | D 2 4 | -    | -    |  |   | 1 0 7 7   |
| 6 9 | DD 1  | -    | -    |  |  | 8 8 9     |

30

40

【 0 2 2 7 】

[ 実施例 7 0 乃至 7 1、比較例 1 乃至 4 ( 発光スペクトル ) ]

例示化合物 A A 1、C C 1 及び比較化合物 1 - b、2 - b、1 - a、2 - a の  $1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  におけるトルエン溶液の発光スペクトルを測定した。測定は、日立製 F - 4 5 0 0 を用いて、3 5 0 nm の励起波長におけるフォトルミネッセンスの発光ピーク波長と半値幅の測定を行った。また、半値幅に関して、以下の基準で評価した。結果を表 1 3 に示す。尚、比較化合物 1 - b は、特許文献 1 に記載された化合物 1 - a である。

A A ランク : 3 5 nm 以下

50

Aランク：35nmを超えて40nm未満

Bランク：40nm以上60nm未満

Cランク：60nm以上

【0228】

【表13】

| No.   | 例示化合物        | 分子構造  | 発光波長<br>(トルエン溶液)<br>最大ピーク/nm | 半値幅/nm  |
|-------|--------------|---|------------------------------|---------|
| 実施例70 | AA1          |    | 605                          | 36 (A)  |
| 比較例1  | 比較化合物<br>1-b |    | 607                          | 63 (C)  |
| 比較例2  | 比較化合物<br>2-b |    | 607                          | 43 (B)  |
| 実施例71 | CC1          |   | 615                          | 34 (AA) |
| 比較例3  | 比較化合物<br>1-a |  | 613                          | 63 (C)  |
| 比較例4  | 比較化合物<br>2-a |  | 620                          | 41 (B)  |

10

20

30

【0229】

表13に示す様に、発光波長に関して、部分構造Ir(L)<sub>m</sub>が一般式[2-1]で示される例示化合物AA1よりも、部分構造Ir(L)<sub>m</sub>が一般式[2-2]で示される例示化合物CC1の方が長波長発光を示すため、より色純度が高く好ましい。

【0230】

半値幅に関して、主配位子Lのベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有さない比較化合物はBランク、Cランクであるのに対して、同位置にかさ高い置換基を有する例示化合物は、Aランク以上であり、色純度が高い。

【0231】

[実施例72]

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

【0232】

まずガラス基板上にITOを成膜し、所望のパターニング加工を施すことによりITO電極(陽極)を形成した。この時、ITO電極の膜厚を100nmとした。このようにITO電極が形成された基板をITO基板として、以下の工程で使用した。次に、 $1.33 \times 10^{-4}$  Paの真空チャンバー内における抵抗加熱による真空蒸着を行って、ITO基板上に、表14に示す有機化合物層及び電極層を連続成膜した。尚、この時、対向する電

40

50

極（金属電極層、陰極）の電極面積が  $3 \text{ mm}^2$  となるようにした。

【0233】

【表14】

| 素子構成            | 材料                   |                     | 膜厚 (nm) |
|-----------------|----------------------|---------------------|---------|
| 陰極              | Al                   |                     | 100     |
| 電子注入層 (EIL)     | LiF                  |                     | 1       |
| 電子輸送層 (ETL)     | ET2                  |                     | 20      |
| 正孔ブロッキング層 (HBL) | ET11                 |                     | 20      |
| 発光層             | ホスト<br>EM16<br>96wt% | ドーパント<br>Al<br>4wt% | 20      |
| 電子ブロッキング層 (EBL) | HT12                 |                     | 15      |
| 正孔輸送層 (HTL)     | HT3                  |                     | 30      |
| 正孔注入層 (HIL)     | HT16                 |                     | 5       |

10

【0234】

得られた素子について、素子の特性を測定・評価した。表15に、発光素子の発光スペクトルの半値幅、最大外部量子効率 (E・Q・E)、電流密度  $100 \text{ mA/cm}^2$  での連続駆動試験を行い輝度劣化率が5%に達した時の時間に関して、測定した結果を示す。

20

【0235】

半値幅に関しては、比較例5の半値幅を1とした時の比を、以下の基準で評価した。

AAランク：0.5以下

Aランク：0.5を超えて0.7以下

Bランク：0.7を超えて1.0以下

Cランク：1.0を超える

【0236】

また、最大外部量子効率 (E・Q・E)、輝度劣化率が5%に達した時の時間に関しては、比較例5の測定値を1.0としたときの測定値比率を示す。

30

【0237】

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

【0238】

[実施例73乃至105、比較例5乃至6]

表15乃至17に示される化合物に適宜変更する以外は、実施例72と同様の方法により有機発光素子を作製した。得られた素子について実施例72と同様に素子の特性を測定・評価した。結果を表15乃至17に示す。

【0239】

40

50

【表 1 5】

|       | HIL  | HTL | EBL  | EML  |      | HBL  | ETL | 半値幅 | E. Q. E. 比 | 輝度劣化率比 |
|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|-----|------------|--------|
|       |      |     |      | ホト   | ドーナツ |      |     |     |            |        |
| 実施例72 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | A1   | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例73 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | A9   | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例74 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | A10  | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例75 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | A22  | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例76 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | A30  | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例77 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA1  | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例78 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA9  | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例79 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA10 | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例80 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA11 | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例81 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA22 | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例82 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA30 | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例83 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA31 | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例84 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | AA42 | ET11 | ET2 | AA  | 1.1        | 1.1    |

10

20

30

40

50

【 0 2 4 0】

【表 16】

|       | HIL  | HTL | EBL  | EML  |        | HBL  | ETL | 半値幅 | E. Q. E. 比 | 輝度劣化率比 |
|-------|------|-----|------|------|--------|------|-----|-----|------------|--------|
|       |      |     |      | ホスト  | トランプント |      |     |     |            |        |
| 実施例85 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | C1     | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例86 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | C9     | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例87 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | C10    | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例88 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | C11    | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例89 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | C24    | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例90 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | C29    | ET11 | ET2 | A   | 1.1        | 1.1    |
| 実施例91 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC1    | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.2    |
| 実施例92 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC9    | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.2    |
| 実施例93 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC10   | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.2    |
| 実施例94 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC11   | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.2    |
| 実施例95 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC22   | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.2    |
| 実施例96 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC23   | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.3    |
| 実施例97 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC30   | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.3    |
| 実施例98 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC31   | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.2    |
| 実施例99 | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | CC42   | ET11 | ET2 | AA  | 1.2        | 1.2    |

10

20

【0241】

30

40

50

【表 17】

|         | HIL  | HTL | EBL  | EML  |           | HBL  | ETL | 半値幅 | E. Q. E. 比 | 輝度劣化率比 |
|---------|------|-----|------|------|-----------|------|-----|-----|------------|--------|
|         |      |     |      | ホスト  | ドープメント    |      |     |     |            |        |
| 実施例 100 | HT16 | HT3 | HT10 | EM9  | AA9       | ET12 | ET3 | AA  | 1.1        | 1.2    |
| 実施例 101 | HT16 | HT3 | HT19 | EM14 | AA9       | ET16 | ET3 | AA  | 1.1        | 1.1    |
| 実施例 102 | HT16 | HT3 | HT10 | EM14 | AA9       | ET11 | ET3 | AA  | 1.1        | 1.2    |
| 実施例 103 | HT16 | HT3 | HT10 | EM9  | AA9       | ET12 | ET3 | AA  | 1.2        | 1.3    |
| 実施例 104 | HT16 | HT3 | HT19 | EM14 | AA9       | ET16 | ET3 | AA  | 1.2        | 1.2    |
| 実施例 105 | HT16 | HT3 | HT10 | EM14 | AA9       | ET11 | ET3 | AA  | 1.2        | 1.3    |
| 比較例5    | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | 比較化合物 1-a | ET11 | ET2 | C   | 1.0        | 1.0    |
| 比較例6    | HT16 | HT3 | HT12 | EM16 | 比較化合物 2-a | ET11 | ET2 | B   | 1.1        | 1.1    |

10

20

## 【0242】

30

表 15 乃至 17 に示す通り、比較例 5、比較例 6 の半値幅は、それぞれ C ランク、B ランクであった。一方、実施例の半値幅は狭く A A ランクまたは A ランクであり、高色純度の赤色発光を示した。本実施形態に係る有機金属錯体が、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有することより、主配位子 L の分子振動が抑制されることに起因する。また、本実施形態に係る有機金属錯体は、主配位子 L のベンゼン環のオルト位にかさ高い置換基を有するため、分子間の距離が大きくなることで、TTA が抑制され、比較化合物を用いた比較例の有機発光素子よりも輝度劣化率が向上した。

## 【0243】

40

本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、本発明の範囲を公にするために以下の請求項を添付する。

## 【符号の説明】

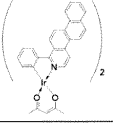
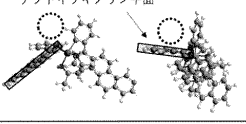
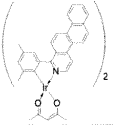
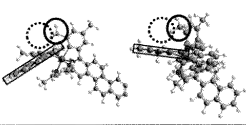
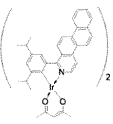
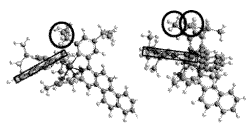
## 【0244】

1 : 層間絶縁層、2 : 第一電極、3 : 絶縁層、4 : 有機化合物層、5 : 第二電極、6 : 保護層、7 : カラーフィルタ、10 : 副画素、11 : 基板、12 : 絶縁層、13 : ゲート電極、14 : ゲート絶縁膜、15 : 半導体層、16 : ドレイン電極、17 : ソース電極、18 : TFT、19 : 絶縁膜、20 : コンタクトホール、21 : 陽極、22 : 有機化合物層、23 : 陰極、24 : 第一の保護層、25 : 第二の保護層、26 : 有機発光素子、100 : 表示装置

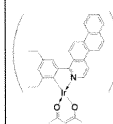
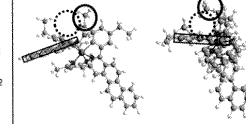
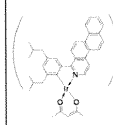
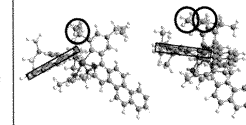
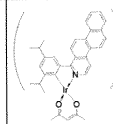
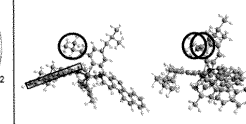
50

【 図 面 】

【 図 1 】

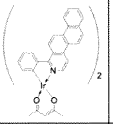
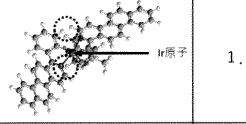
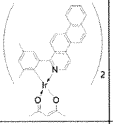
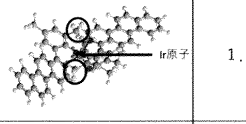
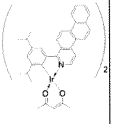
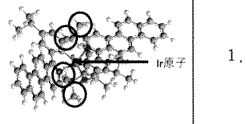
|             | 分子構造  | 最適化構造(SIM, MM2)  | 発光スペクトルの半値幅 |
|-------------|---|--|-------------|
| 比較化合物 1-a   |  | ナフトイソキノリン平面<br> | 65          |
| 比較化合物 2-a   |  |                 | 41          |
| 例示化合物 C C 1 |  |                 | 34          |

【 図 2 】

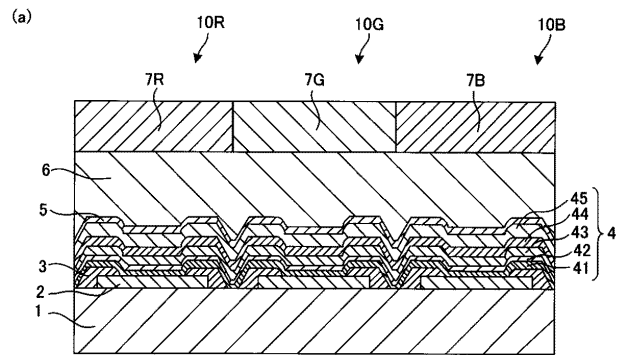
|             | 分子構造   | 最適化構造(SIM, MM2)   | 発光スペクトルの半値幅 |
|-------------|--|---|-------------|
| 比較化合物 3-a   |  |  | 41          |
| 例示化合物 C 1   |  |  | 36          |
| 例示化合物 C C 1 |  |  | 34          |

10

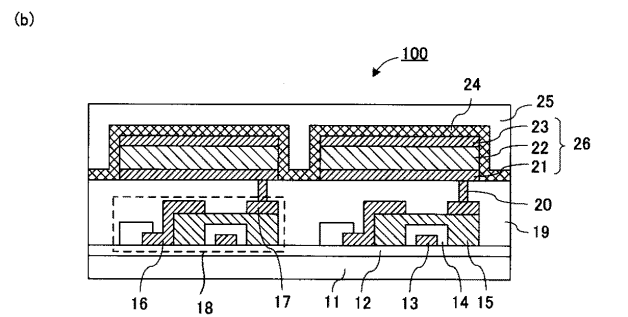
【 図 3 】

|             | 分子構造  | 最適化構造(SIM, MM2)   | 発光素子の E. Q. E. | 発光素子の輝度劣化比 |
|-------------|---|---|----------------|------------|
| 比較化合物 1-a   |   |   | 1.0            | 1.0        |
| 比較化合物 2-a   |  |  | 1.1            | 1.1        |
| 例示化合物 C C 1 |  |  | 1.2            | 1.2        |

【 図 4 】



20

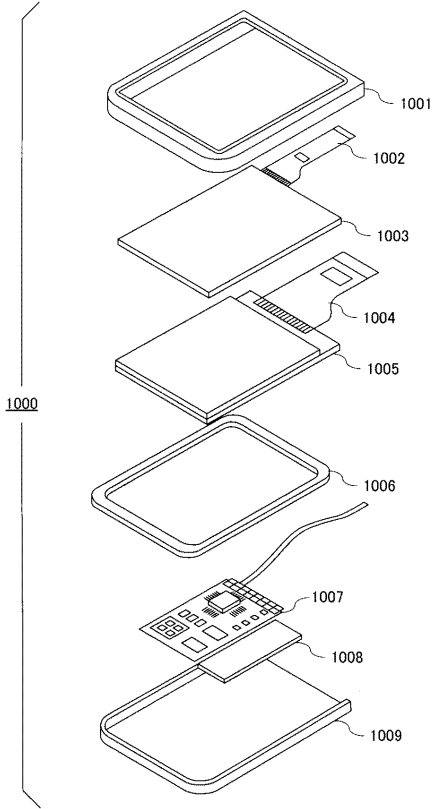


30

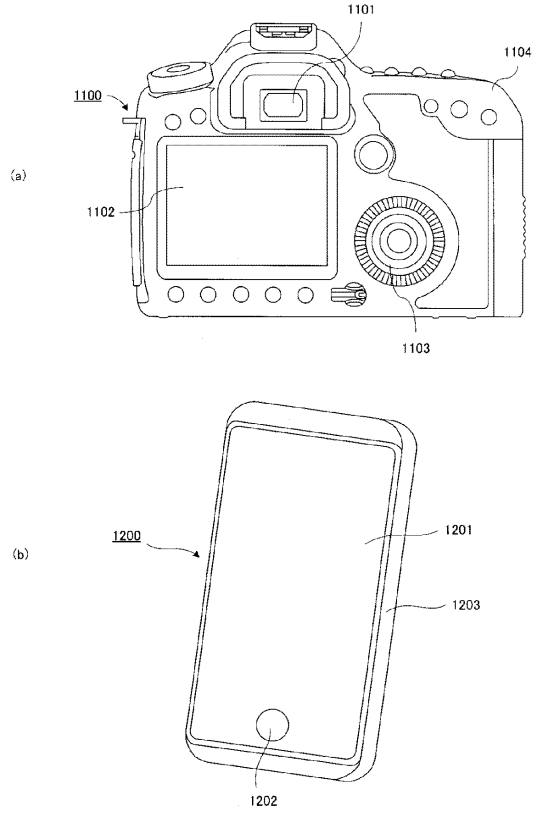
40

50

【 図 5 】



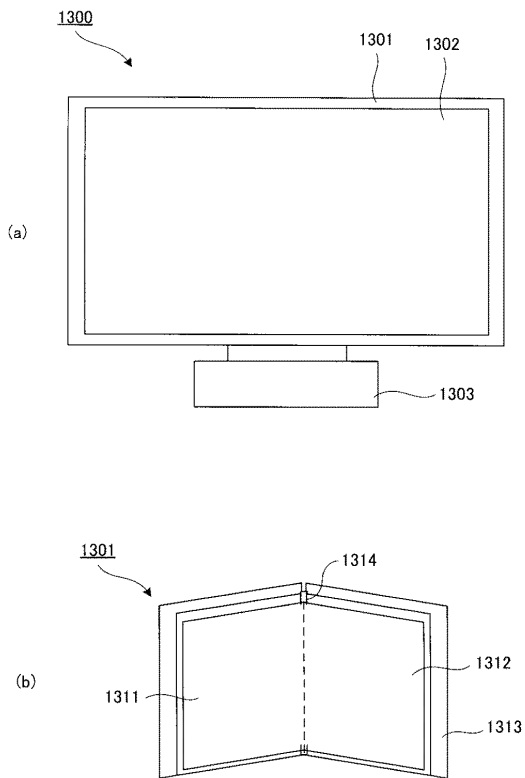
【 図 6 】



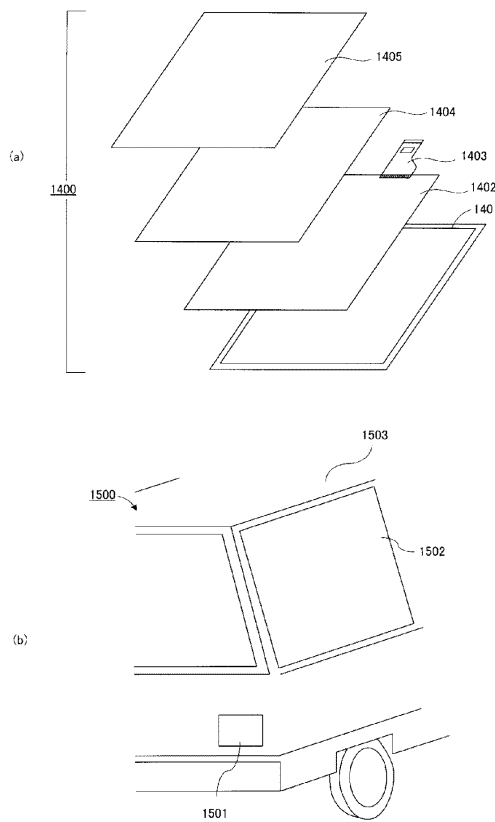
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

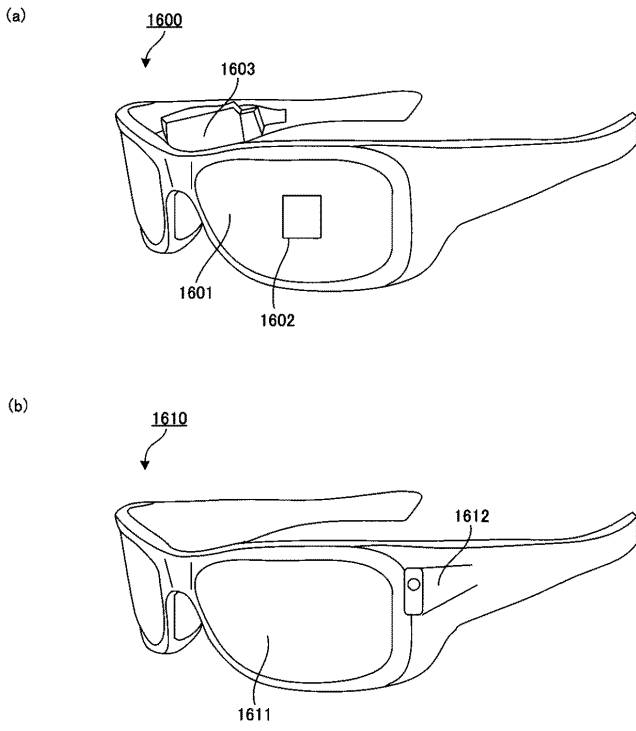


30

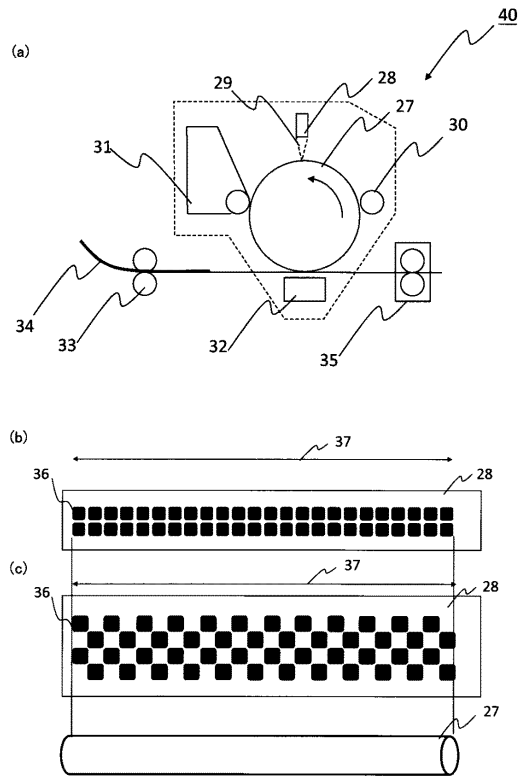
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

| (51)国際特許分類                     | F I                 | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------------|-------------|
| <i>G 0 2 B</i> 5/02 (2006.01)  | G 0 2 B 5/22        | 4 H 0 5 0   |
| <i>G 0 9 F</i> 9/30 (2006.01)  | G 0 2 B 5/02 A      | 5 C 0 9 4   |
| <i>C 0 7 C</i> 49/92 (2006.01) | G 0 9 F 9/30 3 6 5  |             |
| <i>C 0 9 K</i> 11/06 (2006.01) | C 0 7 C 49/92       |             |
| <i>C 0 7 B</i> 61/00 (2006.01) | C 0 9 K 11/06 6 6 0 |             |
|                                | C 0 7 B 61/00 3 0 0 |             |

キヤノン株式会社内

- (72)発明者 堀内 貴行  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 宮下 広和  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 山田 直樹  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム (参考) 2H042 BA03 BA12 BA18  
2H148 CA01 CA14 CA19 CA24  
3K107 AA01 BB01 BB02 BB04 BB08 CC07 CC09 DD51 DD59 DD64  
EE22 EE28 EE61 EE65 EE68 FF13  
4H006 AA01 AA03 AB92  
4H039 CA41 CA42 CD20 CD90  
4H050 AA01 AA03 AB92  
5C094 AA08 AA10 AA37 BA03 BA27 CA19 CA24 FB01 HA04 HA05  
HA08