

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-164731

(P2012-164731A)

(43) 公開日 平成24年8月30日 (2012. 8. 30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/14 B	3 K 1 0 7
C O 9 K 11/06 (2006.01)	C O 9 K 11/06 6 6 O	4 H O 4 9
C O 7 F 15/00 (2006.01)	C O 7 F 15/00 E	4 H O 5 0
C O 7 F 19/00 (2006.01)	C O 7 F 19/00	
C O 7 F 7/10 (2006.01)	C O 7 F 7/10 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 93 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-22398 (P2011-22398)
 (22) 出願日 平成23年2月4日 (2011. 2. 4)

(71) 出願人 000001270
 コニカミノルタホールディングス株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
 (72) 発明者 田中 達夫
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タテクノロジーセンター株式会社内
 (72) 発明者 近藤 麻衣子
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タテクノロジーセンター株式会社内
 Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 BB03 BB06
 BB07 BB08 CC04 CC06 CC09
 CC21 CC27 DD53 DD59 DD64
 DD67 DD69
 4H049 VN01 VP02 VP03 VQ64 VQ91
 VU29

最終頁に続く

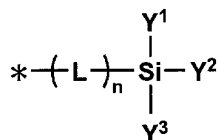
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス材料、有機エレクトロルミネッセンス素子、表示装置および照明装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 量子効率、発光寿命、且つダークスポットが改善された有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置および表示装置を提供。

【解決手段】 下記一般式 (G) で表される配位子を少なくとも1つ有し、中心金属が周期表8～10族の金属である金属錯体を含む有機エレクトロルミネッセンス素子。一般式 (G) A-B [式中、Aは該中心金属に結合している環を表し、Bは5員芳香族複素環を表し、一般式 (G) で表される配位子は、一般式 (1) で表される置換基を少なくとも1つ有する。]

一般式(1)



[式中、Yのうち少なくとも1つは分岐アルキル基]

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの発光層を含む有機ルミネッセンス素子であって、下記一般式 (G) で表される配位子を少なくとも 1 つ有し、中心金属が元素周期表における 8 ～ 10 族の金属である金属錯体を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

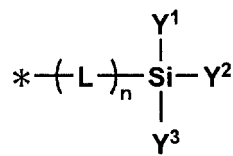
一般式 (G)

A - B

〔式中、A は炭素原子または窒素原子で前記中心金属に配位している環であって、6 員の芳香族炭化水素環または、5 または 6 員環の芳香族複素環を表し、B は炭素原子または窒素原子で前記中心金属に配位している 5 員の芳香族複素環を表し、一般式 (G) で表される配位子は、一般式 (1) で表される置換基を少なくとも 1 つ有する。〕

【化 1】

一般式(1)



〔式中、Y¹、Y² および Y³ は水素原子、または置換基を表し、Y¹、Y²、Y³ のうち少なくとも 1 つは分岐アルキル基を表す。L は連結基を表し、n は 0、1、2、または 3 を表す。〕

【請求項 2】

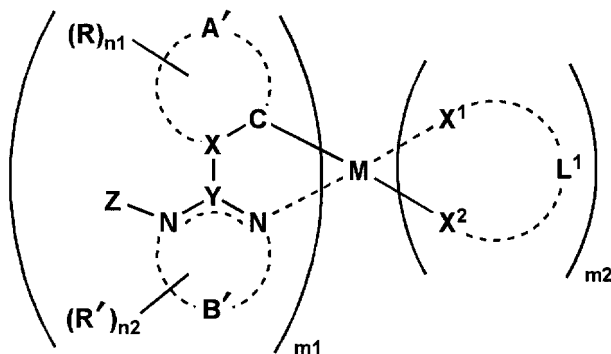
一般式 (1) の Y¹、Y² および Y³ の全てが、分岐アルキル基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】

前記金属錯体が下記一般式 (2) で表されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 2】

一般式(2)



〔式中、X 及び Y は炭素原子または窒素原子を表す。A' は X - C とともに 6 員の芳香族炭化水素環または、5 または 6 員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、B' は N - Y - N と共に 5 員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。R は水素原子あるいは置換基を表す。n1 は 1 から 4 の整数である。n1 が 2 以上の場合、R は

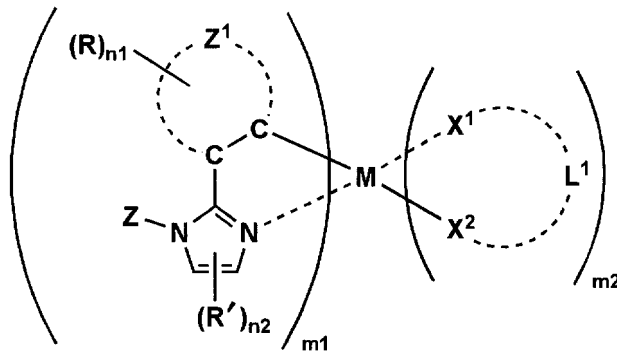
同一でも異なる置換基であっても良い。R' は水素原子または置換基を表し、n 2 は 1 または 2 である。n 2 が 2 以上の場合、R' は同一でも異なる置換基であっても良い。Z は水素原子あるいは置換基を表す。R、R' および Z の少なくとも 1 つは、一般式 (1) で表される置換基を表す。X¹、X² は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。L¹ は X¹、X² と共に 2 座の配位子を形成する原子群を表す。m 1 は 1、2 または 3 を表し、m 2 は 0、1 または 2 を表すが、m 1 + m 2 は 2 または 3 である。中心金属 M は元素周期表における 8 ～ 10 族の金属を表す。]

【請求項 4】

前記金属錯体が下記一般式 (3) で表されることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 3】

一般式(3)



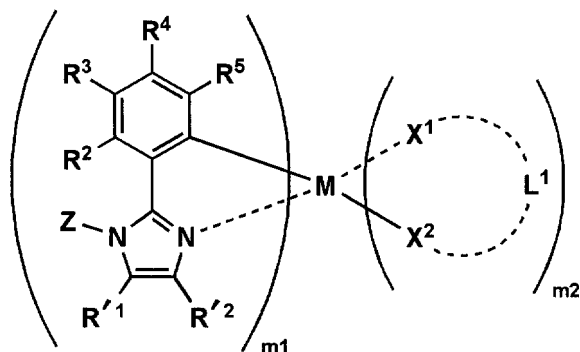
〔式中、Z¹ は C—C とともに 6 員の芳香族炭化水素環または、5 または 6 員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。R は水素原子あるいは置換基を表す。n 1 は 1 から 4 の整数である。n 1 が 2 以上の場合、R は同一でも異なる置換基であっても良い。R' は水素原子または置換基を表し、n 2 は 1 または 2 である。n 2 が 2 の場合、R' は同一でも異なる置換基であっても良い。Z は水素原子あるいは置換基を表す。R、R' および Z の少なくとも 1 つは、一般式 (1) で表される置換基である。X¹、X² は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。L¹ は X¹、X² と共に 2 座の配位子を形成する原子群を表す。m 1 は 1、2 または 3 を表し、m 2 は 0、1 または 2 を表すが、m 1 + m 2 は 2 または 3 である。中心金属 M は元素周期表における 8 ～ 10 族の金属を表す。〕

【請求項 5】

前記金属錯体が下記一般式 (4) で表されることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 4】

一般式(4)



10

〔式中、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R'^1 、 R'^2 、 Z は水素原子、または置換基を表す。 $R^2 \sim R^5$ 、 R'^1 、 R'^2 および Z の少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基である。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3の整数を表し、 m_2 は0、1または2の整数を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。中心金属 M は元素周期表における8～10族の金属を表す。〕

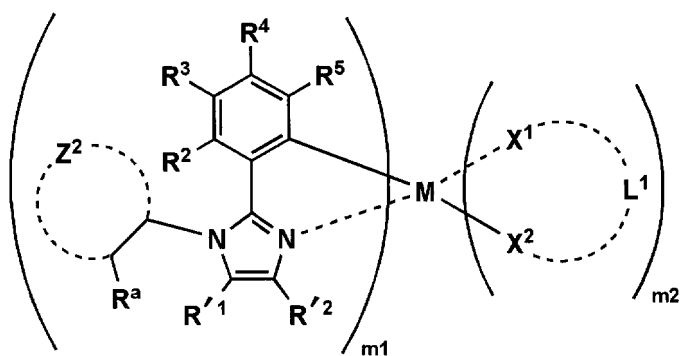
20

【請求項 6】

前記金属錯体が下記一般式(5)で表されることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 5】

一般式(5)



30

40

〔式中、 Z^2 は、6員の芳香族炭化水素環または、5員または6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。 R^a は置換基を表す。 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R'^1 および R'^2 は水素原子、または置換基を表し、そのうち少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3を表し、 m_2 は0、1または2を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。中心金属 M は元素周期表における8～10族の金属を表す。〕

【請求項 7】

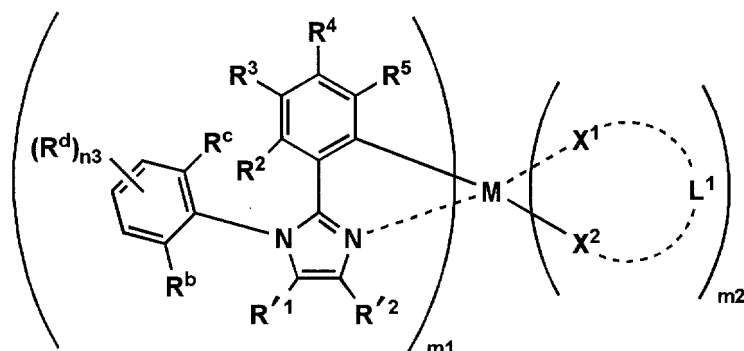
前記金属錯体が下記一般式(6)で表されることを特徴とする請求項1～4のいずれか

50

1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 6】

一般式(6)



10

〔式中、 R^b 、 R^c は置換基を表す。 R^d 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R'^1 および R'^2 は水素原子、または置換基を表す。 $R^2 \sim R^5$ 、 R'^1 、 R'^2 、 R^b 、 R^c および R^d のうち少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基である。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3を表し、 m_2 は0、1または2を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。 n_3 は1～3を表す。中心金属Mは元素周期表における8～10族の金属を表す。〕

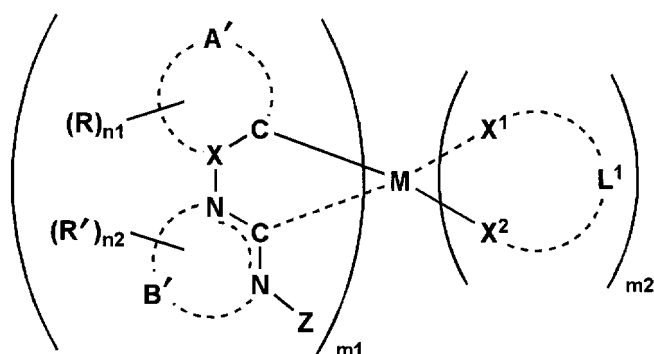
20

【請求項 8】

前記金属錯体が下記一般式(7)で表されることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 7】

一般式(7)



30

40

〔式中、Xは炭素原子または窒素原子を表す。 A' は $X-C$ とともに6員の芳香族炭化水素環または、5員または6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。Rは水素原子あるいは置換基を表す。 n_1 は1から4の整数である。 n_1 が2以上の場合、Rは同一でも異なる置換基であっても良い。 B' は $N-C-N$ と共に5員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。 R' は水素原子あるいは置換基を表す。 n_2 は0以上の整数である。 n_2 が2以上の場合、 R' は同一でも異なる置換基であっても良い。Zは水素原子あるいは置換基を表す。R、 R' およびZの少なくとも1つは、一般式(1)で表

50

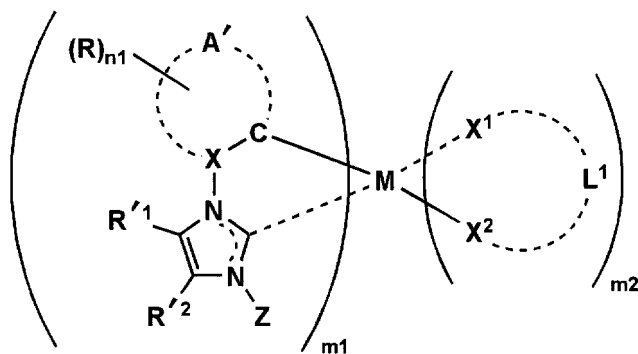
される置換基を表す。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3を表し、 m_2 は0、1または2を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。中心金属Mは元素周期表における8～10族の金属を表す。]

【請求項9】

前記金属錯体が下記一般式(8)で表されることを特徴とする請求項1、2及び8のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化8】

一般式(8)



[式中、Xは炭素原子または窒素原子を表す。A'はX-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5員または6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。R、R'1およびR'2は水素原子あるいは置換基を表す。n1は1から4の整数である。n1が2以上の場合、Rは同一でも異なる置換基であっても良い。Zは水素原子あるいは置換基を表す。R'1、R'2は水素原子または置換基を表し、互いに結合して環を形成してもよい。R、R'1、R'2およびZのうち少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3を表し、 m_2 は0、1または2を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。中心金属Mは元素周期表における8～10族の金属を表す。]

【請求項10】

前記金属錯体が下記一般式(9)で表されることを特徴とする請求項1、2、8および9のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

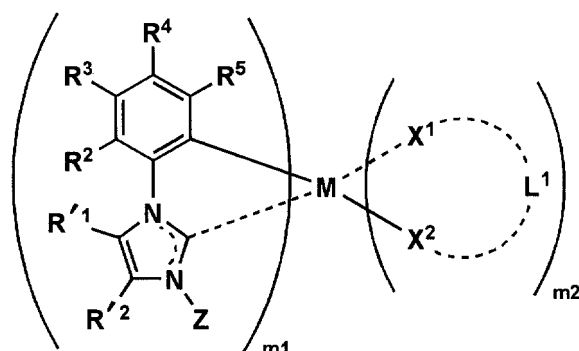
10

20

30

【化 9】

一般式(9)



10

〔式中、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 および Z は水素原子または置換基を表す。 R'^1 、 R'^2 は水素原子または置換基を表し、互いに結合して環を形成してもよい。 $R^2 \sim R^5$ 、 R'^1 、 R'^2 および Z の少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3を表し、 m_2 は0、1または2を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。中心金属 M は元素周期表における8～10族の金属を表す。〕

20

【請求項11】

請求項3に記載の一般式(2)、請求項4に記載の一般式(3)、請求項8に記載の一般式(7)及び請求項9に記載の一般式(8)のいずれかに記載の R 、または、請求項5に記載の一般式(4)、請求項6に記載の一般式(5)、請求項7に記載の一般式(6)及び請求項10に記載の一般式(9)のいずれかに記載の R^2 、 R^3 、 R^4 および R^5 の少なくとも1つが一般式(1)で表されることを特徴とする請求項3～10のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項12】

請求項5に記載の一般式(4)、請求項6に記載の一般式(5)、請求項7に記載の一般式(6)及び請求項10に記載の一般式(9)のいずれかの R^3 が一般式(1)で表される置換基を表すことを特徴とする請求項5～7及び10のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項13】

請求項5に記載の一般式(4)、請求項6に記載の一般式(5)、請求項7に記載の一般式(6)及び請求項10に記載の一般式(9)のいずれかの R^4 が一般式(1)で表される置換基を表すことを特徴とする請求項5～7及び10のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【請求項14】

請求項3に記載の一般式(2)、請求項4に記載の一般式(3)、請求項5に記載の一般式(4)、請求項6に記載の一般式(5)、請求項7に記載の一般式(6)、請求項8に記載の一般式(7)、請求項9に記載の一般式(8)、請求項10に記載の一般式(9)のいずれかの m_2 が0を表すことを特徴とする請求項3～10のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項15】

前記中心金属がイリジウムであることを特徴とする請求項1～14のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項16】

50

前記発光層の少なくとも1層が、前記金属錯体を含有することを特徴とする請求項1～15のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項17】

白色発光することを特徴とする1～16のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項18】

請求項1～17のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする表示装置。

【請求項19】

請求項1～17のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項20】

請求項1～15のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が含有する前記金属錯体からなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス材料。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機エレクトロルミネッセンス材料、およびこれを含有する有機エレクトロルミネッセンス素子及びこれを用いた表示装置、照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、発光型の電子ディスプレイデバイスとして、エレクトロルミネッセンスディスプレイ（以下、ELDという）がある。ELDの構成要素としては、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子という）が挙げられる。無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。有機EL素子は発光する化合物を含有する発光層を陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・リン光）を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の電圧で発光が可能であり、更に自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために省スペース、携帯性等の観点から注目されている。

【0003】

しかしながら、今後の実用化に向けた有機EL素子においては、更に低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機EL素子の開発が望まれている。

【0004】

特許第3093796号公報では、スチルベン誘導体、ジスチルルアリーレン誘導体またはトリススチルルアリーレン誘導体に微量の蛍光体をドーブし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成している。また、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の蛍光体をドーブした有機発光層を有する素子（例えば、特開昭63-264692号公報）、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これにキナクリドン系色素をドーブした有機発光層を有する素子（例えば、特開平3-255190号公報）等が知られている。

【0005】

以上のように、励起一重項からの発光を用いる場合、一重項励起子と三重項励起子の生成比が1：3であるため発光性励起種の生成確率が25%であり、光の取り出し効率が約20%であるため、外部取り出し量子効率（ η ）の限界は5%とされている。

【0006】

ところが、プリンストン大より励起三重項からのリン光発光を用いる有機EL素子の報告（M. A. Baldo et al., Nature、395巻、151～154頁（1998年））がされて以来、室温でリン光を示す材料の研究が活発になってきている。

10

20

30

40

50

【0007】

例えば、M. A. Baldo et al., Nature, 403巻、17号、750～753頁(2000年)、また米国特許第6,097,147号明細書等にも開示されている。

【0008】

励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が100%となるため励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が4倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られる可能性があることから照明用途としても注目されている。

【0009】

例えば、S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123巻、4304頁(2001年)等においては、多くの化合物がイリジウム錯体系等重金属錯体を中心に合成検討されている。

10

【0010】

また、前述のM. A. Baldo et al., Nature, 403巻、17号、750～753頁(2000年)においては、ドーパントとしてトリス(2-フェニルピリジン)イリジウムを用いた検討がされている。

【0011】

その他、M. E. Thompson等は、The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)において、ドーパントとして $L_2 Ir(acac)$ 、例えば、 $(ppy)_2 Ir(acac)$ を、またMoon-Jae Yoon、Tetsuo Tsutsui等は、やはりThe 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)において、ドーパントとしてトリス(2-(p-トリル)ピリジン)イリジウム($Ir(ppy)_3$)、トリス(ベンゾ[h]キノリン)イリジウム($Ir(bzq)_3$)等を用いた検討を行っている(なおこれらの金属錯体は一般にオルトメタル化イリジウム錯体と呼ばれている)。

20

【0012】

また、前記S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123巻、4304頁(2001年)等においても、各種イリジウム錯体を用いて素子化する試みがされている。

30

【0013】

また高い発光効率を得るために、The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00、浜松)では、Ikai等はホール輸送性の化合物をリン光性化合物のホストとして用いている。また、M. E. Thompson等は各種電子輸送性材料をリン光性化合物のホストとして、これらに新規なイリジウム錯体をドーピングして用いている。

【0014】

例えば、特開2002-332291号公報、同2002-332292号公報、同2002-338588号公報、同2002-226495号公報、同2002-234894号公報、Inorganic Chemistry, 第41巻、第12号、3055～3066頁(2002年)等には、中心金属をイリジウムの代わりに白金としたオルトメタル化錯体も注目されている。この種の錯体に関しては、配位子に特徴を持たせた例が多数知られている。

40

【0015】

いずれの場合も発光素子とした場合の発光輝度や発光効率は、その発光する光がリン光に由来することから従来の素子に比べ大幅に改良されるものであるが、素子の発光寿命については従来の素子よりも低いという問題点があった。このように、リン光性の高効率の

50

発光材料は、発光波長の短波化と素子の発光寿命の改善が難しく、実用に耐えうる性能を十分に達成できていないのが現状である。

【0016】

また、国際公開第02/15645号パンフレット、特開2003-123982号公報、同2002-117978号公報、同2003-146996号公報、国際公開第04/016711号パンフレット、*Inorganic Chemistry*, 第41巻、第12号、3055~3066頁(2002年)、*Applied Physics Letters*, 第79巻、2082頁(2001年)、*Applied Physics Letters*, 第83巻、3818頁(2003年)、*New Journal of Chemistry*, 第26巻、1171頁(2002年)には、波長の短波化に関しては、これまでフェニルピリジンにフッ素原子、トリフルオロメチル基、シアノ基等の電子吸引基を置換基として導入すること、配位子としてピコリン酸やピラザボールの配位子を導入することが知られているが、これらの配位子では発光材料の発光波長が短波化して青色を達成し、高効率の素子を達成できる一方、素子の発光寿命は大幅に劣化するため、そのトレードオフの改善が求められていた。

10

【0017】

以上の要望に対し、有機EL材料の寿命を改善する手段の一つとして、発光性ドーパントの構造に着目した開発が進められてきた結果、実用に耐えうる可能性のある構造が見つかりつつある。しかしながら、これまで、ドーパントの基本骨格に置換基を導入することで、波長のコントロールや寿命の改善を図るアプローチが行われてきたが、必ずしも成功しているとはいえなかった。ところがシリル基をドーパント化合物に導入すると、幾つかの構造で発光寿命が改善される傾向が見られた。

20

【0018】

特許文献1および特許文献2には、シリル基として直鎖アルキル基の置換したシリル基が置換したドーパント化合物の例の開示があり、発光寿命の改善効果はある程度あるが、未だ実用レベルには達していない。

【0019】

また、有機EL素子を長時間駆動させた場合に、その寿命を左右する大きな要因としてダークスポットの発生も知られており、特許文献1および特許文献2に記載のシリル基が置換したドーパントを用いても、ダークスポット(黒点ともいう)の発生は抑制されておらず、その改善が要望されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0020】

【特許文献1】国際公開第2005/007767号パンフレット

【特許文献2】特開2005-327526号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

本発明の目的は、新規有機エレクトロルミネッセンス材料を提供すること、および、該新規有機エレクトロルミネッセンス材料を含み、外部取り出し量子効率が高く、発光寿命が長く、且つダークスポットが改善された有機エレクトロルミネッセンス素子、照明装置および表示装置を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0022】

特に本発明に示すとおり、含窒素複素5員環を部分構造としてもつ配位子に分岐アルキル基が置換したシリル基は、特異的に寿命改善の効果が高いことが判明した。

【0023】

また、有機EL素子を長時間駆動させた場合に、発生するダークスポットについても、本発明の化合物を用いると効果的にその発生を抑制できることも判明した。

50

【0024】

本発明の化合物を使用することで、発光寿命の改善のみならず、ダークスポットの発生も抑制されるメカニズムは完全には解明されていない。しかしながら、シリル基は母核分子に対して電子吸引基として作用することは一般によく知られたことであるので、発光寿命改善に対してもその作用が有効に働いたと考えられる。

【0025】

一方、シリル基を導入してもダークスポットの改善が見られないのは、シリル基と分子内の他の部分構造との相互作用によるものと考えている。本発明で導入した分岐アルキル基の置換したシリル基は、分岐アルキル基の嵩だかさによって分子内の相互作用を抑制し、その結果として素子寿命の改善効果がより顕著に発揮されたものと推測できる。

10

【0026】

また、特許文献1および特許文献2の、直鎖アルキル基の置換したシリル基が置換したドーパント化合物による発光寿命の改善効果からは、含窒素複素5員環を部分構造としてもつ配位子に分岐アルキル基の置換したシリル基を導入したドーパント化合物の効果は、まったく予測できなかった。

【0027】

以下に上記課題を解決するための手段を記す。

【0028】

1. 少なくとも1つの発光層を含む有機ルミネッセンス素子であって、下記一般式(G)で表される配位子を少なくとも1つ有し、中心金属が元素周期表における8～10族の金属である金属錯体を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0029】

一般式(G)

A-B

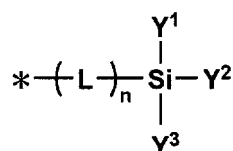
〔式中、Aは炭素原子または窒素原子で前記中心金属に配位している環であって、6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を表し、Bは炭素原子または窒素原子で前記中心金属に配位している5員の芳香族複素環を表し、一般式(G)で表される配位子は、一般式(1)で表される置換基を少なくとも1つ有する。〕

【0030】

【化1】

30

一般式(1)



【0031】

40

〔式中、Y¹、Y²およびY³は水素原子、または置換基を表し、Y¹、Y²、Y³のうち少なくとも1つは分岐アルキル基を表す。Lは連結基を表し、nは0、1、2、または3を表す。〕

2. 一般式(1)のY¹、Y²およびY³の全てが、分岐アルキル基であることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

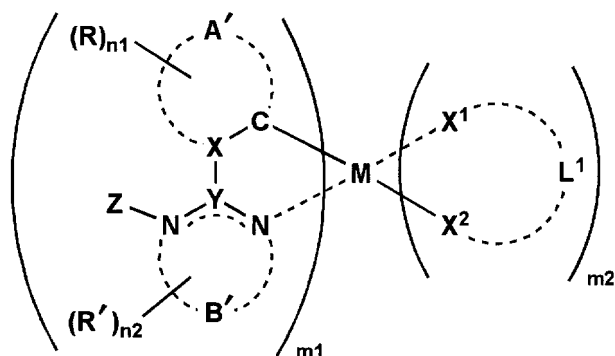
【0032】

3. 前記金属錯体が下記一般式(2)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0033】

【化 2】

一般式(2)



10

【0034】

〔式中、X及びYは炭素原子または窒素原子を表す。A'はX-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、B'はN-Y-Nと共に5員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。Rは水素原子あるいは置換基を表す。n1は1から4の整数である。n1が2以上の場合、Rは同一でも異なる置換基であっても良い。R'は水素原子または置換基を表し、n2は1または2である。n2が2以上の場合、R'は同一でも異なる置換基であっても良い。Zは水素原子あるいは置換基を表す。R、R'およびZの少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。X¹、X²は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。L¹はX¹、X²と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。m1は1、2または3を表し、m2は0、1または2を表すが、m1+m2は2または3である。中心金属Mは元素周期表における8～10族の金属を表す。〕

20

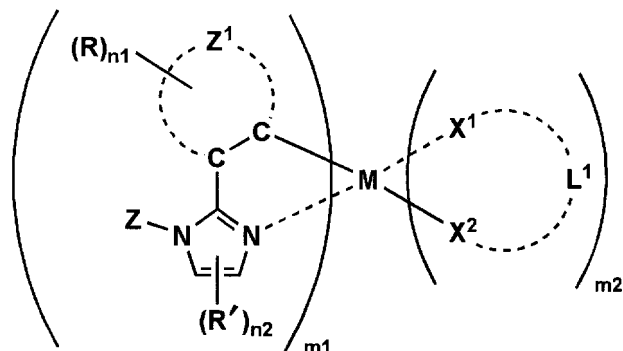
4. 前記金属錯体が下記一般式(3)で表されることを特徴とする前記1～3のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【0035】

【化 3】

一般式(3)



40

【0036】

〔式中、Z¹はC-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。Rは水素原子あるいは置換基を表す。n1は

50

1 から 4 の整数である。n 1 が 2 以上の場合、R は同一でも異なる置換基であっても良い。R ' は水素原子または置換基を表し、n 2 は 1 または 2 である。n 2 が 2 の場合、R ' は同一でも異なる置換基であっても良い。Z は水素原子あるいは置換基を表す。R、R ' および Z の少なくとも 1 つは、一般式 (1) で表される置換基である。X ¹、X ² は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。L ¹ は X ¹、X ² と共に 2 座の配位子を形成する原子群を表す。m 1 は 1、2 または 3 を表し、m 2 は 0、1 または 2 を表すが、m 1 + m 2 は 2 または 3 である。中心金属 M は元素周期表における 8 ~ 10 族の金属を表す。]

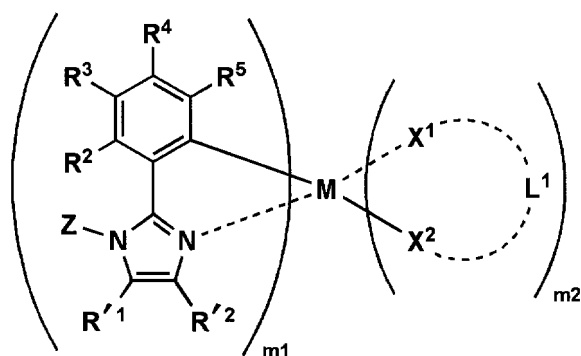
5. 前記金属錯体が下記一般式 (4) で表されることを特徴とする前記 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【0037】

【化4】

一般式(4)



20

【0038】

[式中、R ²、R ³、R ⁴、R ⁵、R ' ¹、R ' ²、Z は水素原子、または置換基を表す。R ² ~ R ⁵、R ' ¹、R ' ² および Z の少なくとも 1 つは、一般式 (1) で表される置換基である。X ¹、X ² は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。L ¹ は X ¹、X ² と共に 2 座の配位子を形成する原子群を表す。m 1 は 1、2 または 3 の整数を表し、m 2 は 0、1 または 2 の整数を表すが、m 1 + m 2 は 2 または 3 である。中心金属 M は元素周期表における 8 ~ 10 族の金属を表す。]

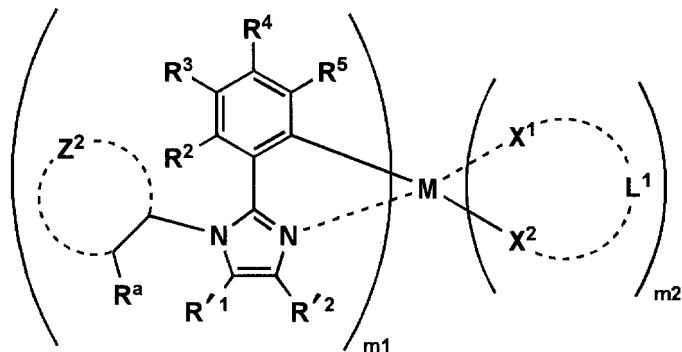
30

6. 前記金属錯体が下記一般式 (5) で表されることを特徴とする前記 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0039】

【化5】

一般式(5)



10

【0040】

〔式中、 Z^2 は、6員の芳香族炭化水素環または、5員または6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。 R^a は置換基を表す。 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R'^1 および R'^2 は水素原子、または置換基を表し、そのうち少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3を表し、 m_2 は0、1または2を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。中心金属Mは元素周期表における8～10族の金属を表す。〕

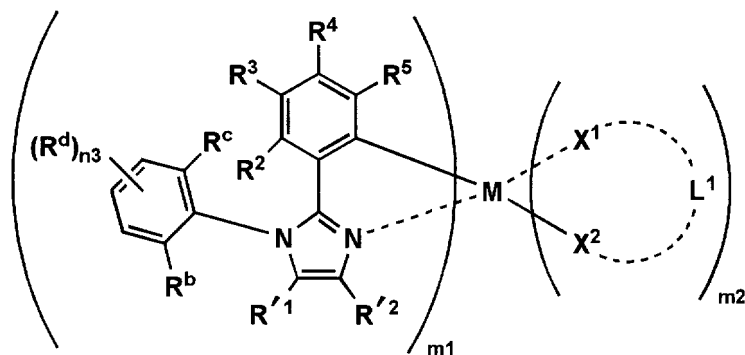
20

7. 前記金属錯体が下記一般式(6)で表されることを特徴とする前記1～4のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0041】

【化6】

一般式(6)



30

【0042】

〔式中、 R^b 、 R^c は置換基を表す。 R^d 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R'^1 および R'^2 は水素原子、または置換基を表す。 $R^2 \sim R^5$ 、 R'^1 、 R'^2 、 R^b 、 R^c および R^d のうち少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基である。 X^1 、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は1、2または3を表し、 m_2 は0、1または2を表すが、 $m_1 + m_2$ は2または3である。 n_3 は1～3を表す。中心金属Mは元素周期表における8

40

50

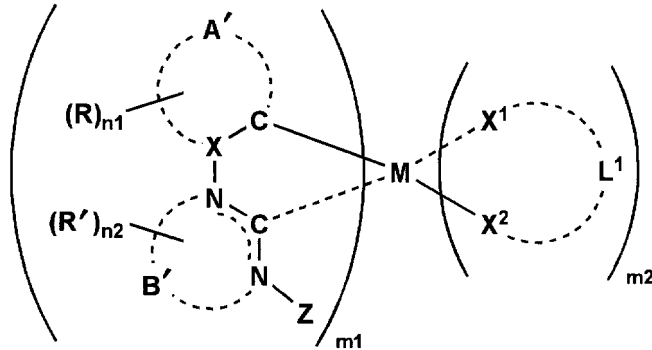
～10族の金属を表す。]

8. 前記金属錯体が下記一般式(7)で表されることを特徴とする前記1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0043】

【化7】

一般式(7)



10

20

【0044】

[式中、Xは炭素原子または窒素原子を表す。A'はX-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5員または6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。Rは水素原子あるいは置換基を表す。n1は1から4の整数である。n1が2以上の場合、Rは同一でも異なる置換基であっても良い。B'はN-C-Nと共に5員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。R'は水素原子あるいは置換基を表す。n2は0以上の整数である。n2が2以上の場合、R'は同一でも異なる置換基であっても良い。Zは水素原子あるいは置換基を表す。R、R'およびZの少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。X¹、X²は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。L¹はX¹、X²と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。m1は1、2または3を表し、m2は0、1または2を表すが、m1+m2は2または3である。中心金属Mは元素周期表における8～10族の金属を表す。]

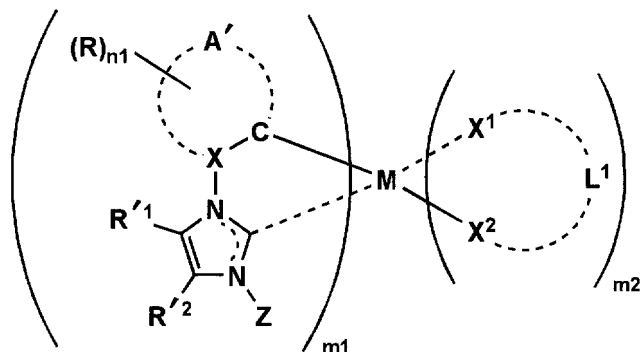
30

9. 前記金属錯体が下記一般式(8)で表されることを特徴とする前記1、2及び8のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0045】

【化 8】

一般式(8)



10

【0046】

〔式中、Xは炭素原子または窒素原子を表す。A'はX-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5員または6員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表す。R、R'1およびR'2は水素原子あるいは置換基を表す。n1は1から4の整数である。n1が2以上の場合、Rは同一でも異なる置換基であっても良い。Zは水素原子あるいは置換基を表す。R'1、R'2は水素原子または置換基を表し、互いに結合して環を形成してもよい。R、R'1、R'2およびZのうち少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。X1、X2は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。L1はX1、X2と共に2座の配位子を形成する原子群を表す。m1は1、2または3を表し、m2は0、1または2を表すが、m1+m2は2または3である。中心金属Mは元素周期表における8~10族の金属を表す。〕

20

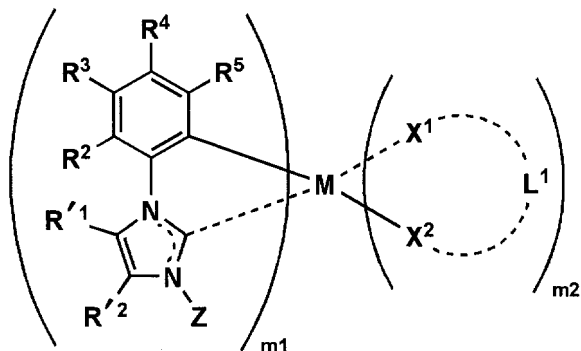
10. 前記金属錯体が下記一般式(9)で表されることを特徴とする前記1、2、8および9のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0047】

30

【化 9】

一般式(9)



40

【0048】

〔式中、R2、R3、R4、R5およびZは水素原子または置換基を表す。R'1、R'2は水素原子または置換基を表し、互いに結合して環を形成してもよい。R2~R5、R'1、R'2およびZの少なくとも1つは、一般式(1)で表される置換基を表す。X1

50

、 X^2 は各々独立に炭素原子、窒素原子または酸素原子を表す。 L^1 は X^1 、 X^2 と共に 2 座の配位子を形成する原子群を表す。 m_1 は 1、2 または 3 を表し、 m_2 は 0、1 または 2 を表すが、 $m_1 + m_2$ は 2 または 3 である。中心金属 M は元素周期表における 8 ～ 10 族の金属を表す。]

11. 前記 3 に記載の一般式 (2)、前記 4 に記載の一般式 (3)、前記 8 に記載の一般式 (7) 及び前記 9 に記載の一般式 (8) のいずれかに記載の R、または、前記 5 に記載の一般式 (4)、前記 6 に記載の一般式 (5)、前記 7 に記載の一般式 (6) 及び前記 10 に記載の一般式 (9) のいずれかに記載の R^2 、 R^3 、 R^4 および R^5 の少なくとも 1 つが一般式 (1) で表されることを特徴とする前記 3 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【0049】

12. 前記 5 に記載の一般式 (4)、前記 6 に記載の一般式 (5)、前記 7 に記載の一般式 (6) 及び前記 10 に記載の一般式 (9) のいずれかの R^3 が一般式 (1) で表される置換基を表すことを特徴とする前記 5 ～ 7 及び 10 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0050】

13. 前記 5 に記載の一般式 (4)、前記 6 に記載の一般式 (5)、前記 7 に記載の一般式 (6) 及び前記 10 に記載の一般式 (9) のいずれかの R^4 が一般式 (1) で表される置換基を表すことを特徴とする前記 5 ～ 7 及び 10 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【0051】

14. 前記 3 に記載の一般式 (2)、前記 4 に記載の一般式 (3)、前記 5 に記載の一般式 (4)、前記 6 に記載の一般式 (5)、前記 7 に記載の一般式 (6)、前記 8 に記載の一般式 (7)、前記 9 に記載の一般式 (8)、前記 10 に記載の一般式 (9) のいずれかの m_2 が 0 を表すことを特徴とする前記 3 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0052】

15. 前記中心金属がイリジウムであることを特徴とする前記 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0053】

16. 前記発光層の少なくとも 1 層が、前記金属錯体を含有することを特徴とする前記 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【0054】

17. 白色発光することを特徴とする 1 ～ 16 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0055】

18. 前記 1 ～ 17 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする表示装置。

【0056】

19. 前記 1 ～ 17 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置。

40

【0057】

20. 前記 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が含有する前記金属錯体からなることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス材料。

【発明の効果】

【0058】

新規有機エレクトロルミネッセンス材料を提供することができ、該新規有機エレクトロルミネッセンス材料を含み、外部取り出し量子効率が高く、発光寿命が長く、且つダークスポットが改善された有機 EL 素子、照明装置およびディスプレイ装置を提供することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図1】有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【図2】表示部の模式図である。

【図3】画素の模式図である。

【図4】パッシブマトリクス方式フルカラー表示装置の模式図である。

【図5】照明装置の外観図である。

【図6】照明装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0060】

以下、本発明に係る各構成要素の詳細について、順次説明する。

【0061】

《有機エレクトロルミネッセンス素子》

本発明の有機ルミネッセンス素子（有機EL素子ともいう）は、少なくとも1つの発光層を含み、前記1に記載のように、一般式（G）で表される配位子が元素周期表における8族～10族の遷移金属元素に配位している金属錯体を有する。

【0062】

本発明の有機EL素子に係る金属錯体は、本発明の有機EL素子の構成層のいずれの層に用いることができるが、本発明の効果（素子の発光効率（詳しくは、外部取り出し量子効率、単に効率ともいう）の向上、半減寿命の増大、ダークスポットの改善）を十分に得る観点からは、素子の発光層、更に、該発光層中において発光ドーパント（単にドーパントともいう）として用いることが好ましい。

【0063】

《一般式（G）で表される配位子》

本発明の一般式（G）で表される配位子について説明する。

【0064】

一般式（G）

A—B

一般式（G）において、Aは共有結合で中心金属に配位している6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環であり、Bは炭素原子または窒素原子で金属に配位している5員または6員の芳香族複素環である。一般式（G）で表される配位子は、一般式（1）で表される置換基を少なくとも1つ有する。一般式（G）のAおよびBは、一般式（1）の置換基の他に置換基を有しても良い。

【0065】

一般式（G）において、Aで表される5員または6員の芳香族複素環としては、例えば、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、イソオキサゾール環、チアゾール環、等が挙げられる。

【0066】

一般式（G）において、Aで表される6員の芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環が挙げられる。

【0067】

一般式（G）において、Bで表される5員または6員の芳香族複素環としては、例えば、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、イソオキサゾール環、チアゾール環、ピリジン環等が挙げられる。

【0068】

（一般式（1）で表される基）

前記一般式（1）において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 は水素原子、または置換基を表し、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 のうち少なくとも1つは分岐アルキル基である。分岐アルキル基としては、

10

20

30

40

50

イソプロピル基、tert-ブチル基、イソブチル基、イソペンチル基、sec-ブチル基、tert-ペンチル基、3-エチルペンチル基、2-エチルヘキシル基等が挙げられる。

【0069】

Y¹、Y²、Y³で表される分岐アルキル基以外の置換基としては、アルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等）、シクロアルキル基（例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等）、アルケニル基（例えば、ビニル基、アリル基等）、アルキニル基（例えば、エチニル基、プロパルギル基等）、芳香族炭化水素環基（芳香族炭化水素基、芳香族炭素環基、アリール基等ともいい、例えば、フェニル基、クロ
10
ロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、トリフェニレニル基、ビフェニリル基）、芳香族複素環基（例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、キナゾリニル基、フタラジニル基、カルバゾリル基、アザカルバゾリル基（前記カルバゾリル基のカルバゾール環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わったものを示す）、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、アザジベンゾフリル基（前記ジベンゾフリル基のジベンゾフラン環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わったものを示す）、ベンゾチエニル基、インドリル基、ジベンゾチエニル基、ベンゾイミダゾリル基、オキサゾリル基、ベン
20
ゾオキサゾリル基、キノキサリニル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾニル基、インドロカルバゾリル基、ヘキサアザトリフェニレニル基、ベンゾジフラニル基、ベンゾジチエニル基、ホスフォル基、シロリル基、ボリル基、ビピリジル基等）、複素環基（例えば、ピロリジル基、イミダゾリル基、モルホリル基、オキサゾリル基等）、アルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等）、シクロアルコキシ基（例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等）、アリールオキシ基（例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等）、アルキルチオ基（例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、ドデシルチオ基等）、シクロアルキルチオ基（例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基
30
等）、アリールチオ基（例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等）、アルコキシカルボニル基（例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、ドデシルオキシカルボニル基等）、アリールオキシカルボニル基（例えば、フェニルオキシカルボニル基、ナフチルオキシカルボニル基等）、スルファモイル基（例えば、アミノスルホニル基、メチルアミノスルホニル基、ジメチルアミノスルホニル基、ブチルアミノスルホニル基、ヘキシルアミノスルホニル基、シクロヘキシルアミノスルホニル基、オクチルアミノスルホニル基、ドデシルアミノスルホニル基、フェニルアミノスルホニル基、ナフチルアミノスルホニル基、2-ピリ
40
ジルアミノスルホニル基等）、アシル基（例えば、アセチル基、エチルカルボニル基、プロピルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、シクロヘキシルカルボニル基、オクチルカルボニル基、2-エチルヘキシルカルボニル基、ドデシルカルボニル基、フェニルカルボニル基、ナフチルカルボニル基、ピリジルカルボニル基等）、アシルオキシ基（例えば、アセチルオキシ基、エチルカルボニルオキシ基、ブチルカルボニルオキシ基、オクチルカルボニルオキシ基、ドデシルカルボニルオキシ基、フェニルカルボニルオキシ基等）、アミド基（例えば、メチルカルボニルアミノ基、エチルカルボニルアミノ基、ジメチルカルボニルアミノ基、プロピルカルボニルアミノ基、ペンチルカルボニルアミノ基、シクロヘキシルカルボニルアミノ基、2-エチルヘキシルカルボニルアミノ基、オクチルカルボニルアミノ基、ドデシルカルボニルアミノ基、フェニルカルボニルアミノ基、ナフチルカルボニルアミノ基等）、カルバモイル基（例えば、アミノカルボニル基、メチルアミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチルアミノ

10

20

30

40

50

カルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル基、2-エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルアミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基、2-ピリジルアミノカルボニル基等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレイド基ナフチルウレイド基、2-ピリジルアミノウレイド基等)、スルフィニル基(例えば、メチルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキシルスルフィニル基、2-エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、2-ピリジルスルフィニル基等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2-エチルヘキシルスルホニル基、ドデシルスルホニル基等)、アリールスルホニル基(フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、2-ピリジルスルホニル基等)、アミノ基(例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2-エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、フェニルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ナフチルアミノ基、2-ピリジルアミノ基等)、ハロゲン原子(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子等)、フッ化炭化水素基(例えば、フルオロメチル基、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、ペンタフルオロフェニル基等)、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基、ホスホノ基、ヒドロキシ基等が挙げられる。

10

【0070】

20

これらの置換基は、上記の置換基によって更に置換されていてもよい。また、これらの置換基は複数が互いに結合して環を形成していてもよい。

【0071】

一般式(1)において、Lは連結基を表し、 $-C(R^e)(R^f)-$ 、 $-O-$ 、 $-S-$ 、芳香族炭化水素環または芳香族複素環から導出される2価の連結基、またはこれらの組み合わせを表す。ここで、 R^e 、 R^f は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義である。

【0072】

nは0、1、2または3を表す。

【0073】

30

《中心金属》

前記金属錯体に用いられる前記中心金属は元素周期表における8属~10属の金属であり、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt等が挙げられるが、Rh、Ir、Ptが好ましく、中でもIrが好ましく用いられる。

【0074】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス材料に係る金属錯体の好ましい態様としては、上記に記載の、一般式(2)~(9)のいずれかに記載の金属錯体が挙げられる。

【0075】

以下、本発明に係る金属錯体の好ましい態様である、一般式(2)~(9)で表される金属錯体について順に説明する。

40

【0076】

《一般式(2)で表される金属錯体》

一般式(2)において、 A' は $X-C$ とともに6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、該6員の芳香族炭化水素および該5または6員環の芳香族複素環は、前記一般式(G)におけるAと同義である。

【0077】

一般式(2)において、 B' は $N-Y-N$ とともに5員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、該5員の芳香族複素環は、前記一般式(G)におけるBと同義である。

【0078】

50

一般式(2)において、 R 、 R' 、 Z で、各々表される置換基としては、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも1つは一般式(1)の置換基を表す。

【0079】

一般式(2)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子としては、例えば、フェニルピリジン、フェニルピラゾール、フェニルイミダゾール、フェニルトリアゾール、フェニルテトラゾール、ピラザボール、アセチルアセトン、ピコリン酸等が挙げられる。尚、これらの配位子は更に上記の置換基を有していてもよい。

【0080】

一般式(2)において、 M で表される元素周期表における8族～10族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

10

【0081】

《一般式(3)で表される金属錯体》

一般式(3)において、 Z^1 はC-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、該6員の芳香族炭化水素環および該5または6員環の芳香族複素環は、前記一般式(G)におけるAと同義である。

【0082】

一般式(3)において、 R 、 R' 、 Z で、各々表される置換基としては、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも1つは一般式(1)の置換基を表す。

20

【0083】

一般式(3)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子は、一般式(2)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子と同義である。

【0084】

一般式(3)において、 M で表される元素周期表における8族～10族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

【0085】

《一般式(4)で表される金属錯体》

一般式(4)において、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 Z 、 R'^1 、 R'^2 で、各々表される置換基は、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも1つは一般式(1)の置換基を表す。

30

【0086】

一般式(4)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子は、一般式(2)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子と同義である。

【0087】

一般式(4)において、 M で表される元素周期表における8族～10族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

【0088】

《一般式(5)で表される金属錯体》

一般式(5)において、 Z^2 はC-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、該6員の芳香族炭化水素環および該5または6員環の芳香族複素環は、前記一般式(G)におけるAと同義である。

40

【0089】

一般式(5)において、 R^a 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R'^1 、 R'^2 で、各々表される置換基は、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも1つは一般式(1)の置換基を表す。

【0090】

一般式(5)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子は、一般式(2)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子と同義である。

【0091】

50

一般式(5)において、Mで表される元素周期表における8族～10族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

【0092】

《一般式(6)で表される金属錯体》

一般式(6)において、 R^b 、 R^c 、 R^d 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R'^1 、 R'^2 で、各々表される置換基は、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも1つは一般式(1)の置換基を表す。

【0093】

一般式(6)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子は、一般式(2)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子と同義である。

10

【0094】

一般式(6)において、Mで表される元素周期表における8族～10族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

【0095】

《一般式(7)で表される金属錯体》

一般式(7)において、 A' はX-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、該6員の芳香族炭化水素環および該5または6員環の芳香族複素環は、前記一般式(G)におけるAと同義である。

【0096】

一般式(7)において、 B' はN-Y-Nとともに5員の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、該5員の芳香族複素環は、前記一般式(G)におけるBと同義である。

20

【0097】

一般式(7)において、R、 R' 、Zで、各々表される置換基は、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも1つは一般式(1)の置換基を表す。

【0098】

一般式(7)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子は、一般式(2)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子と同義である。

【0099】

一般式(7)において、Mで表される元素周期表における8族～10族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

30

【0100】

《一般式(8)で表される金属錯体》

一般式(8)において、 A' はX-Cとともに6員の芳香族炭化水素環または、5または6員環の芳香族複素環を形成するのに必要な原子群を表し、該6員の芳香族炭化水素環および該5または6員環の芳香族複素環は、前記一般式(G)におけるAと同義である。

【0101】

一般式(8)において、R、 R'^1 、 R'^2 、Zで、各々表される置換基としては、一般式(1)において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも1つは一般式(1)の置換基を表す。

40

【0102】

一般式(8)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子は、一般式(2)において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される2座の配位子と同義である。

【0103】

一般式(8)において、Mで表される元素周期表における8族～10族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

【0104】

《一般式(9)で表される金属錯体》

一般式(9)において、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、Z、 R'^1 、 R'^2 で、各々表され

50

る置換基は、一般式（１）において、 Y^1 、 Y^2 、 Y^3 で、各々表される置換基と同義であるが、そのうち少なくとも１つは一般式（１）の置換基を表す。

【０１０５】

一般式（９）において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される２座の配位子は、一般式（２）において、 $X^1-L^1-X^2$ で表される２座の配位子と同義である。

【０１０６】

一般式（９）において、 M で表される元素周期表における８族～１０族の金属元素は、前記中心金属と同義である。

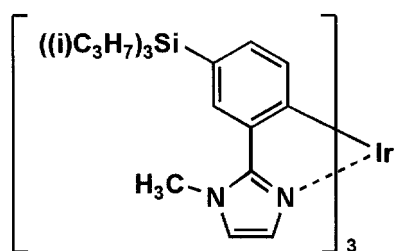
【０１０７】

以下、本発明に係る、一般式（ G ）で表される部分構造を含む化合物の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。 10

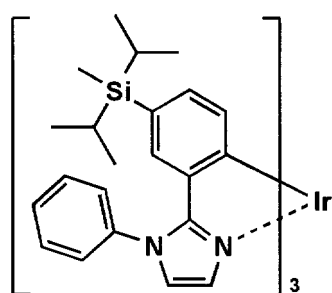
【０１０８】

【化 1 0】

D-1

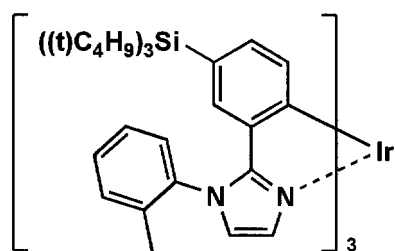


D-2

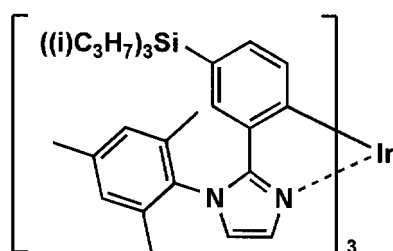


10

D-3

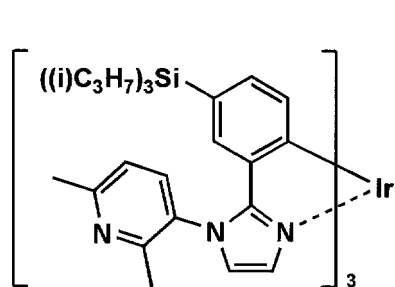


D-4

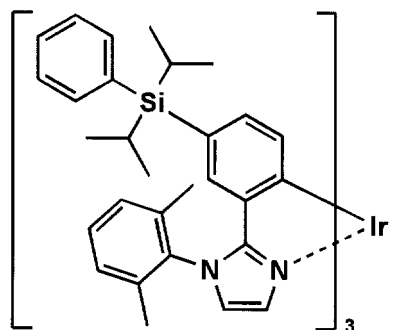


20

D-5

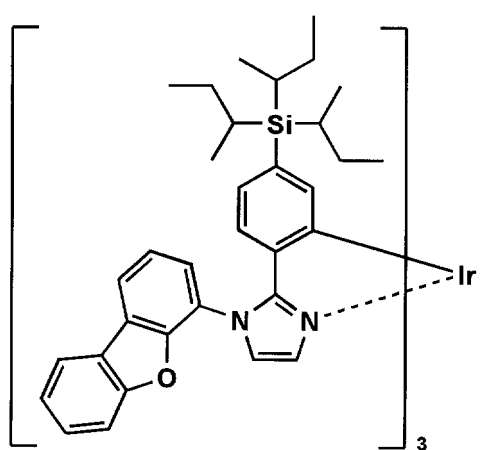


D-6

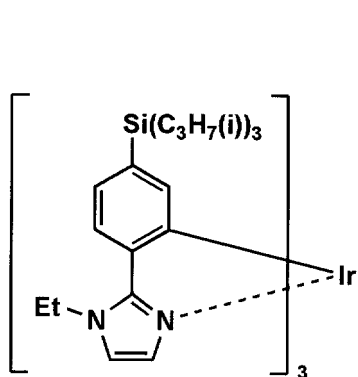


30

D-7



D-8

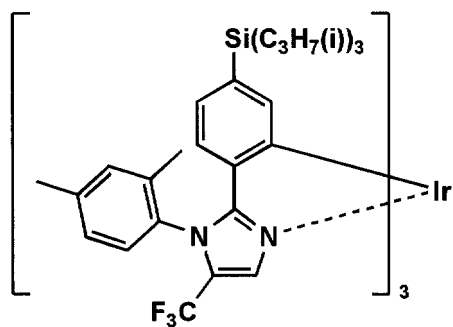


40

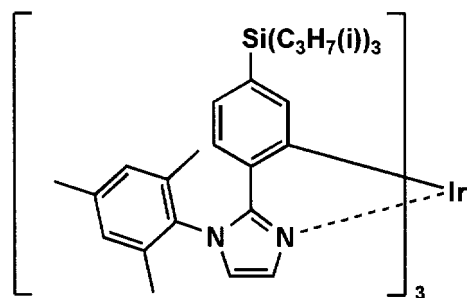
【0 1 0 9】

【化 1 1】

D-9

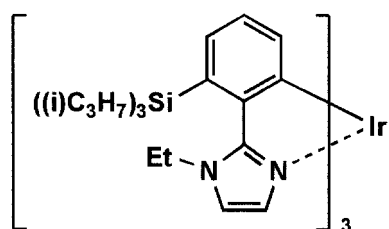


D-10

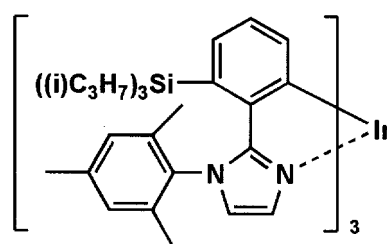


10

D-11

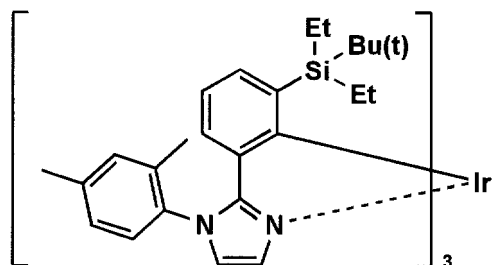


D-12

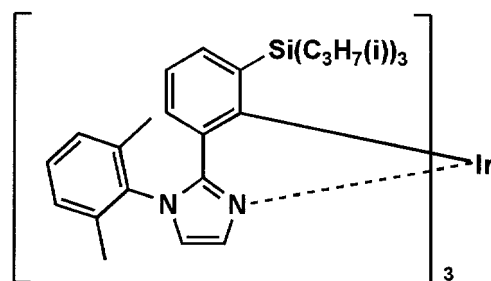


20

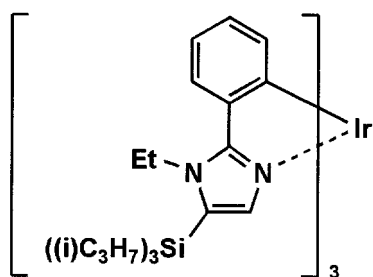
D-13



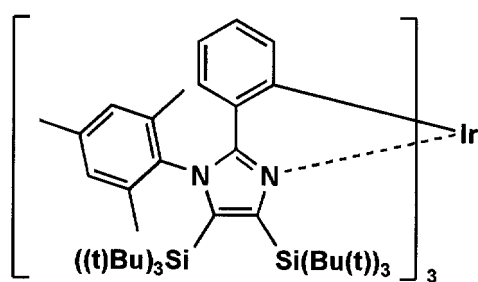
D-14



D-15

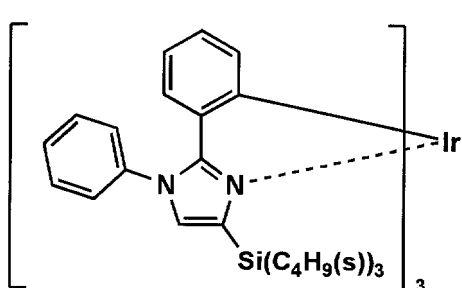


D-16

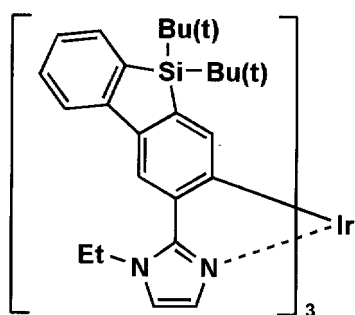


30

D-17



D-18

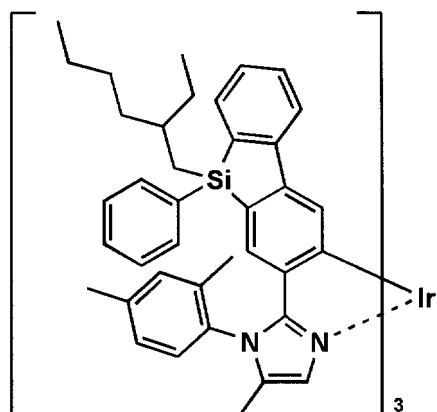


40

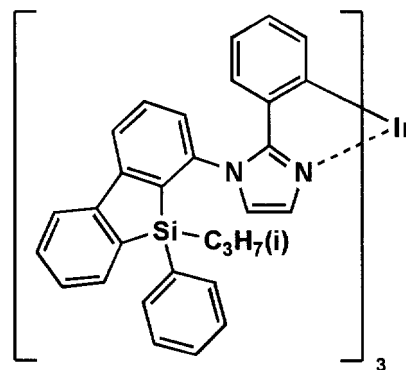
【0 1 1 0】

【化 1 2】

D-19

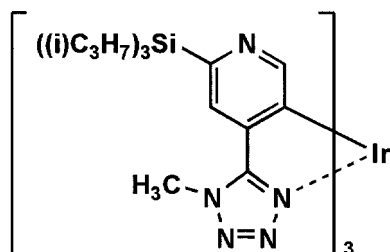


D-20

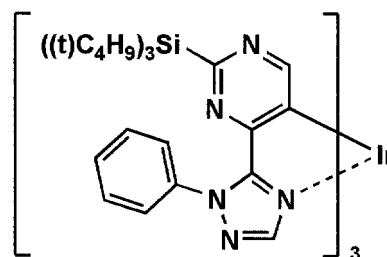


10

D-21

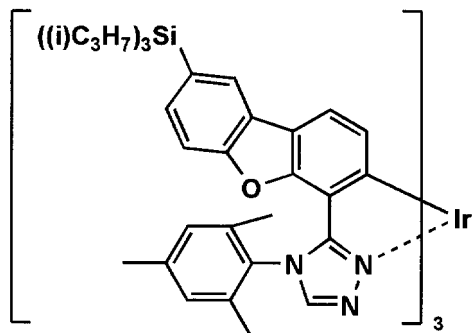


D-22

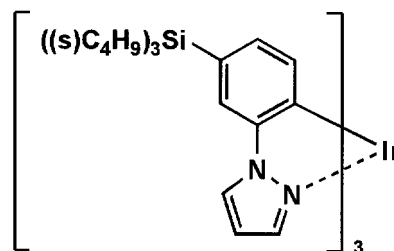


20

D-23

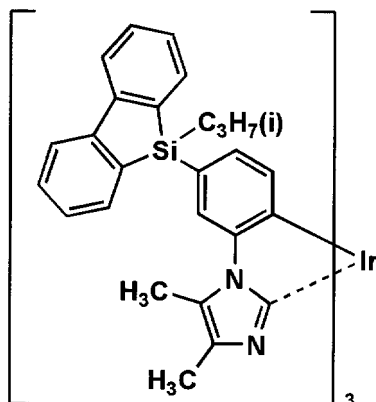


D-24

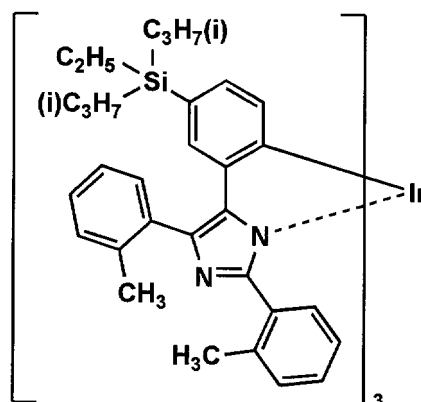


30

D-25



D-26

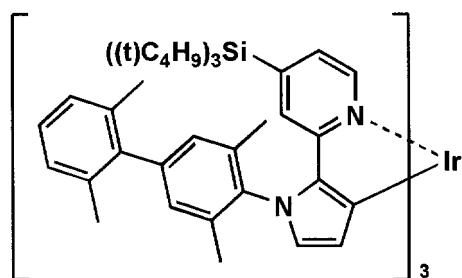


40

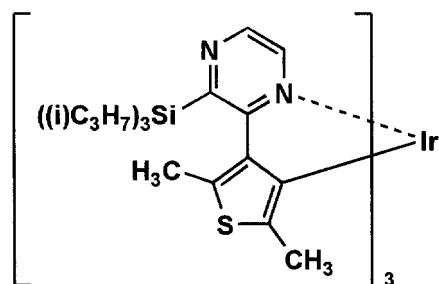
【0 1 1 1】

【化 1 3】

D-27

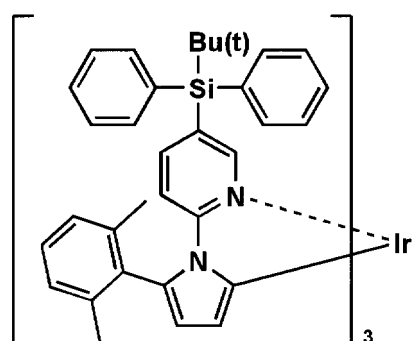


D-28

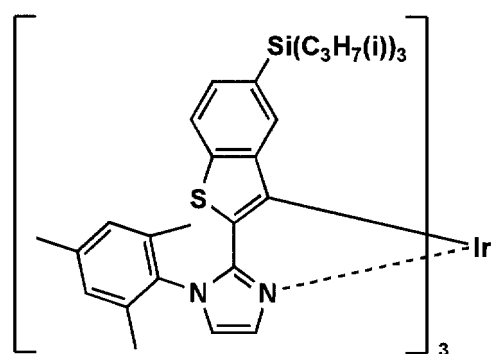


10

D-29

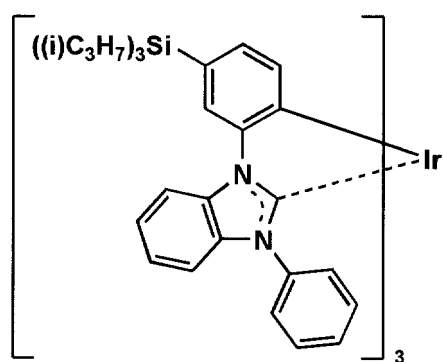


D-30

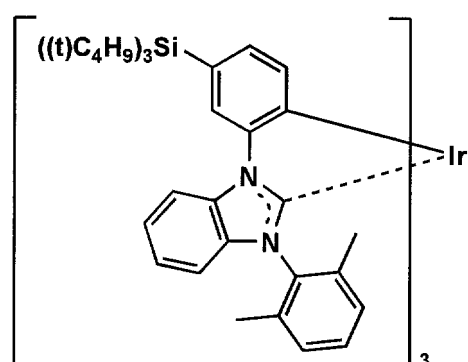


20

D-31

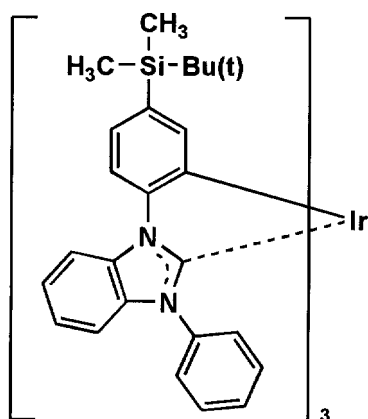


D-32

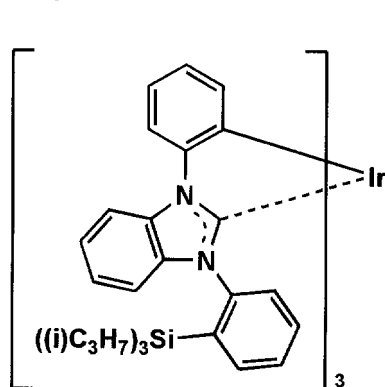


30

D-33



D-34

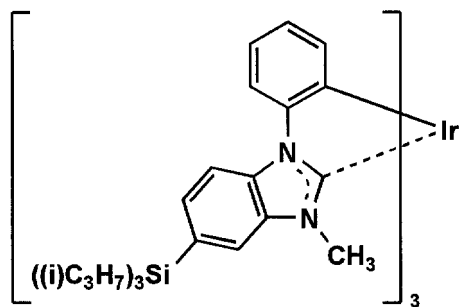


40

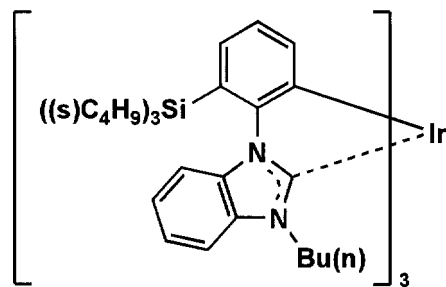
【 0 1 1 2】

【化 1 4】

D-35

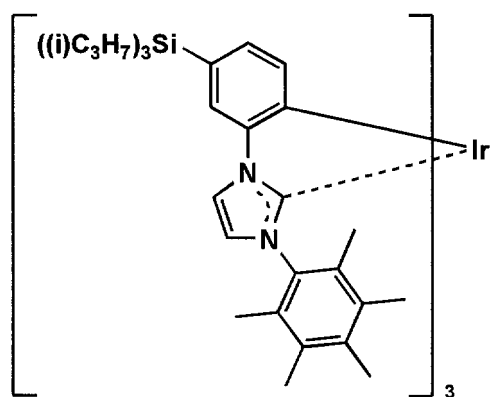


D-36

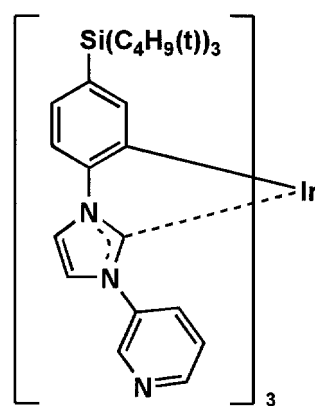


10

D-37

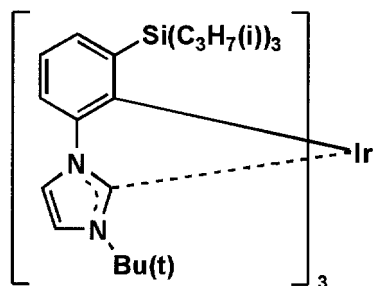


D-38

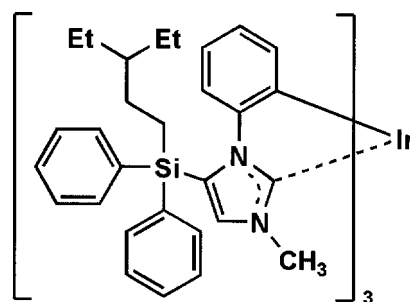


20

D-39

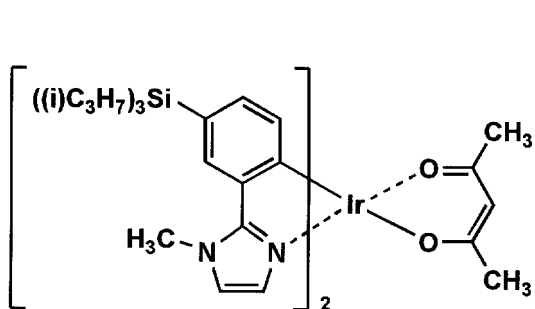


D-40

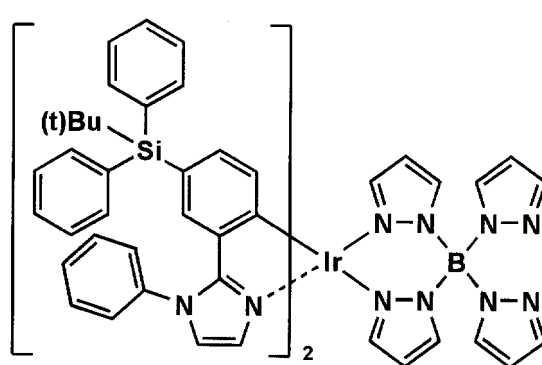


30

D-41



D-42

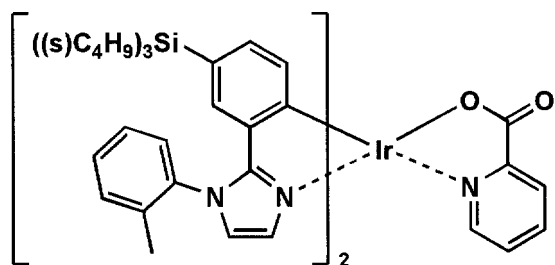


40

【0 1 1 3】

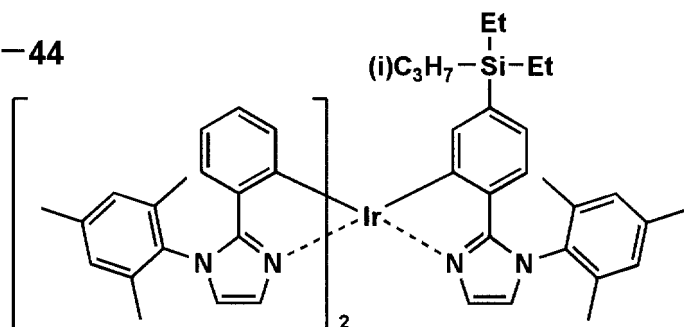
【化 1 5】

D-43



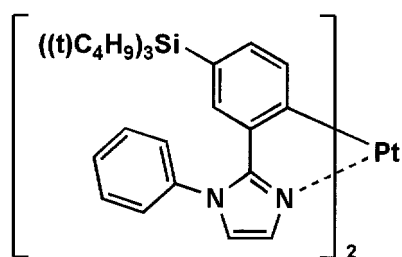
10

D-44

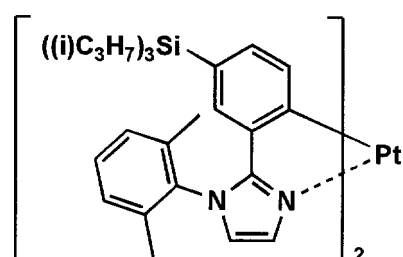


20

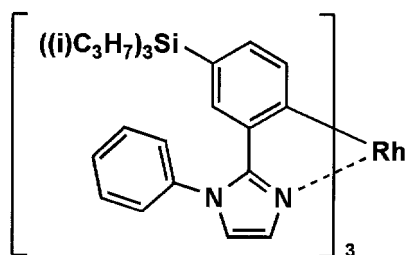
D-45



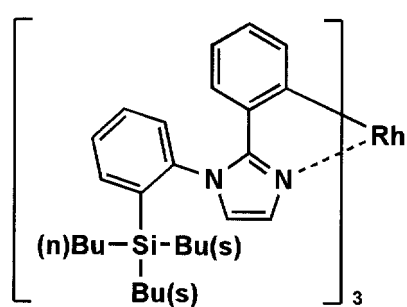
D-46



D-47

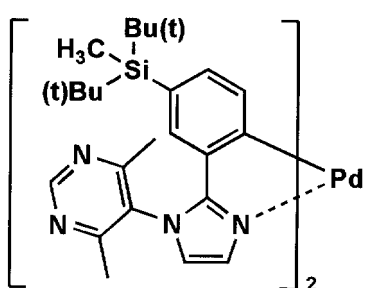


D-48

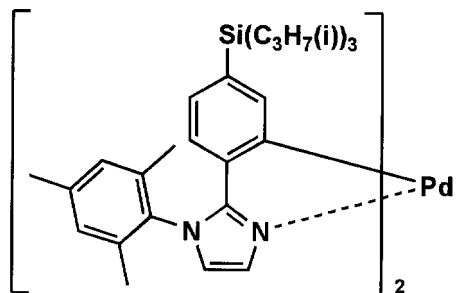


30

D-49



D-50



40

【 0 1 1 4】

50

これらの化合物は、公知の方法により合成可能であり、例えば、国際公開第 04 / 08 5450 号、特開 2005-53912 号公報、また、国際公開第 2006 / 12181 号、国際公開第 2006 / 046980 号等に記載の方法に準じる方法により製造することができる。

【0115】

以下に、上記化合物の合成例を示す。

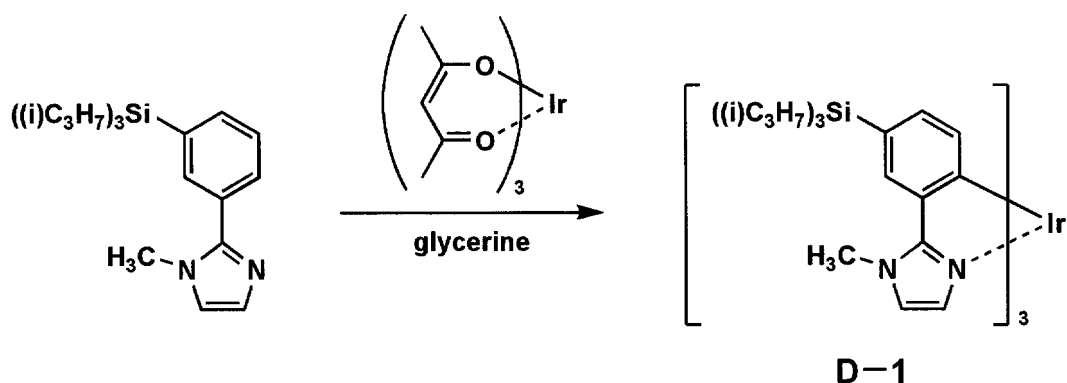
【0116】

(D-1 の合成)

本発明の化合物 D-1 は公知の方法により合成可能であり、例えば国際公開第 2006 / 12181 号の 75 ページ 1 行目から 17 行目に記載の方法を参考に、下記スキームにて得ることができた。得られた化合物は NMR スペクトル及び Mass スペクトルにて化合物 D-1 であることを確認した。

【0117】

【化 16】



【0118】

また本発明の他の化合物についても、類似の方法で得ることができた。

【0119】

《有機 EL 素子の構成層》

本発明の有機 EL 素子の構成層について説明する。本発明において、有機 EL 素子の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

【0120】

(i) 陽極／発光層ユニット／電子輸送層／陰極

(ii) 陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／電子輸送層／陰極

(iii) 陽極／正孔輸送層／発光層ユニット／正孔阻止層／電子輸送層／陰極

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

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

更に、発光層間には非発光性の中間層を有していてもよい。中間層は電荷発生層であってもよく、マルチフォトンユニット構成であってもよい。本発明の有機 EL 素子としては白色発光層であることが好ましく、これらを用いた照明装置であることが好ましい。

【0121】

本発明の有機 EL 素子を構成する各層について説明する。

【0122】

《発光層》

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

【0123】

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

【0124】

発光層の作製には、後述する発光ドーパントやホスト化合物を、例えば、真空蒸着法、湿式法（ウェットプロセスともいい、例えば、スピンコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法、LB法（ラングミュア・プロジェクト（Langmuir-Blodgett法））等を挙げることができる。）等により成膜して形成することができる。（本発明の化合物を発光層に用いる場合、ウェットプロセスで作製することが好ましい。）。

10

【0125】

本発明の有機EL素子の発光層には、発光ドーパントが用いられる。

【0126】

（発光性ドーパント化合物）

20

発光性ドーパントとしては、蛍光ドーパント（蛍光性化合物ともいう）、リン光ドーパント（リン光発光体、リン光性化合物、リン光発光性化合物等ともいう）があるが、本発明の有機エレクトロルミネッセンス材料にはリン光ドーパントが用いられる。

【0127】

（リン光ドーパント（リン光発光ドーパントともいう））

本発明に係るリン光ドーパントについて説明する。

【0128】

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

30

【0129】

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

【0130】

リン光ドーパントの発光は原理としては2種挙げられ、1つはキャリアが輸送されるホスト化合物上でキャリアの再結合が起こって発光性ホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをリン光ドーパントに移動させることでリン光ドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型、もう1つはリン光ドーパントがキャリアトラップとなり、リン光ドーパント上でキャリアの再結合が起こり、リン光ドーパント化合物からの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、いずれの場合においても、リン光ドーパントの励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

40

【0131】

本発明の有機EL素子は、発光層の少なくともひとつがリン光発光性の有機金属錯体（リン光発光ドーパント、リン光ドーパント等ともいう）を含有する。該リン光発光性の有機金属錯体は、一般式（G）で表される配位子を少なくとも1つ有し、該配位子が元素周期表における8族～10族の遷移金属元素に配位している金属錯体であり、一般式（2）

50

～（９）のいずれかで表される金属錯体であることが好ましい。

【０１３２】

また、本発明に係る発光層には、以下の特許公報に記載されている化合物等を併用してもよい。

【０１３３】

例えば、国際公開第００／７０６５５号パンフレット、特開２００２－２８０１７８号公報、特開２００１－１８１６１６号公報、特開２００２－２８０１７９号公報、特開２００１－１８１６１７号公報、特開２００２－２８０１８０号公報、特開２００１－２４７８５９号公報、特開２００２－２９９０６０号公報、特開２００１－３１３１７８号公報、特開２００２－３０２６７１号公報、特開２００１－３４５１８３号公報、特開２００２－３２４６７９号公報、国際公開第０２／１５６４５号パンフレット、特開２００２－３３２２９１号公報、特開２００２－５０４８４号公報、特開２００２－３３２２９２号公報、特開２００２－８３６８４号公報、特表２００２－５４０５７２号公報、特開２００２－１１７９７８号公報、特開２００２－３３８５８８号公報、特開２００２－１７０６８４号公報、特開２００２－３５２９６０号公報、国際公開第０１／９３６４２号パンフレット、特開２００２－５０４８３号公報、特開２００２－１００４７６号公報、特開２００２－１７３６７４号公報、特開２００２－３５９０８２号公報、特開２００２－１７５８８４号公報、特開２００２－３６３５５２号公報、特開２００２－１８４５８２号公報、特開２００３－７４６９号公報、特表２００２－５２５８０８号公報、特開２００３－７４７１号公報、特表２００２－５２５８３３号公報、特開２００３－３１３６６号公報、特開２００２－２２６４９５号公報、特開２００２－２３４８９４号公報、特開２００２－２３５０７６号公報、特開２００２－２４１７５１号公報、特開２００１－３１９７７９号公報、特開２００１－３１９７８０号公報、特開２００２－６２８２４号公報、特開２００２－１００４７４号公報、特開２００２－２０３６７９号公報、特開２００２－３４３５７２号公報、特開２００２－２０３６７８号公報等である。

10

20

【０１３４】

また、本発明に係る発光層には、以下の蛍光ドーパントを併用してもよい。

【０１３５】

（蛍光ドーパント（蛍光性化合物ともいう））

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

30

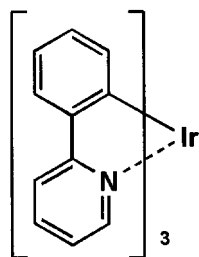
【０１３６】

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

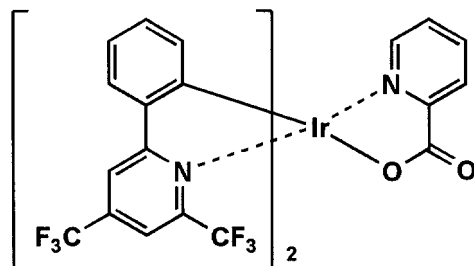
【０１３７】

【化 17】

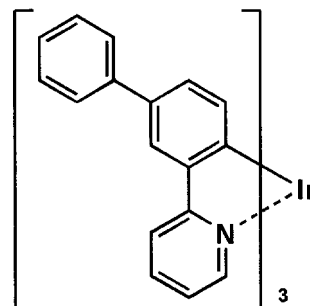
C-1



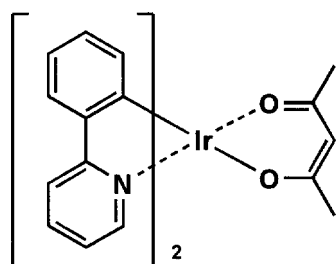
C-2



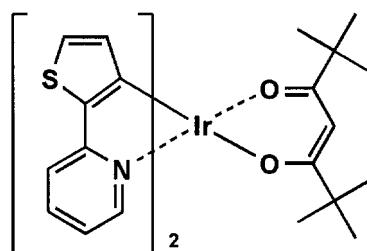
C-3



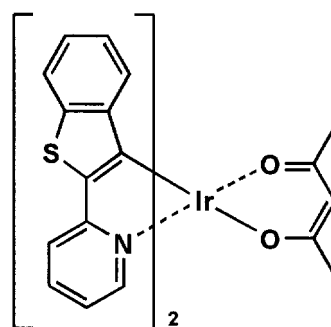
C-4



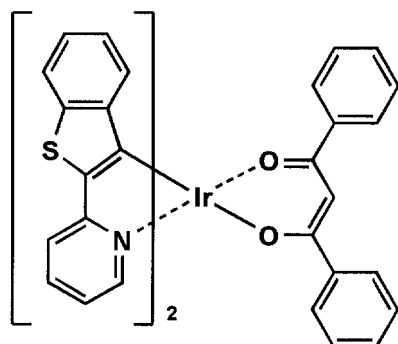
C-5



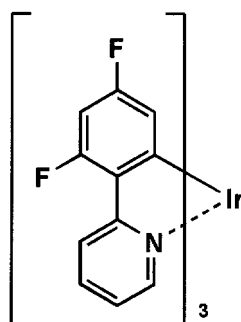
C-6



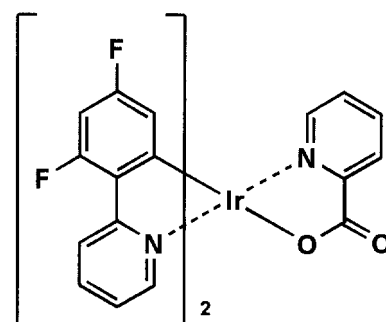
C-7



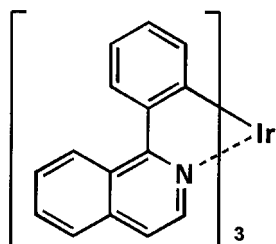
C-8



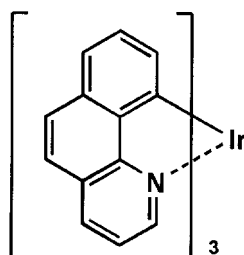
C-9



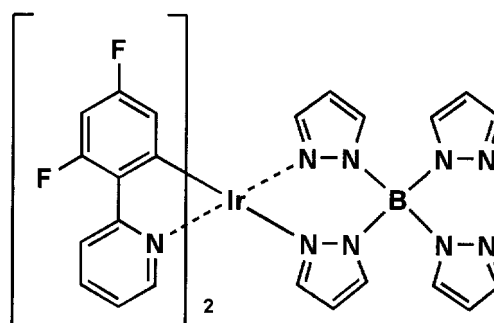
C-10



C-11



C-12



10

20

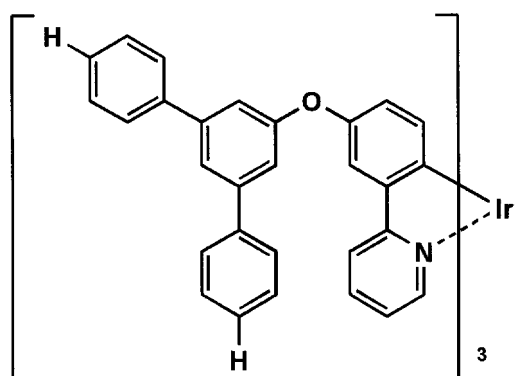
30

40

【 0 1 3 8 】

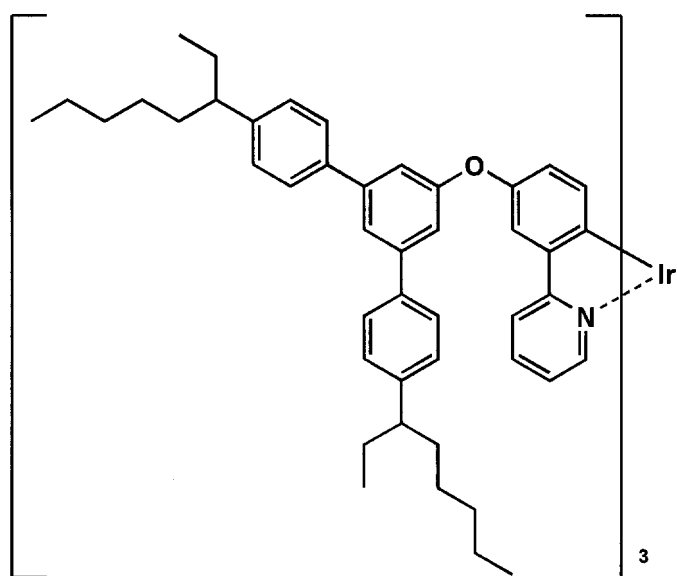
【化 1 8】

C-13



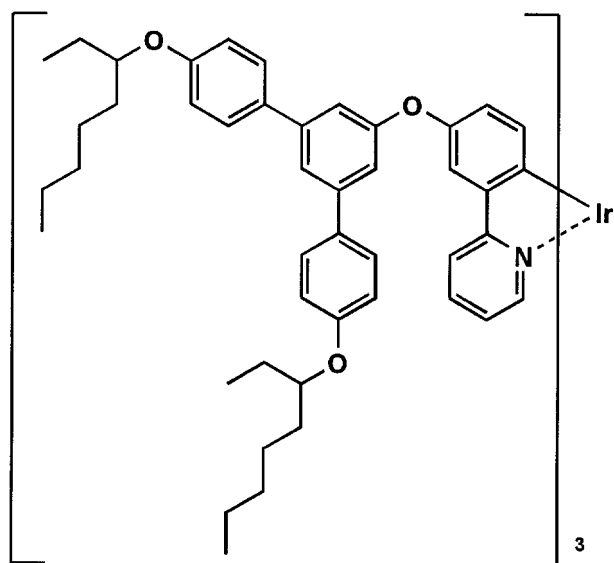
10

C-14



20

C-15



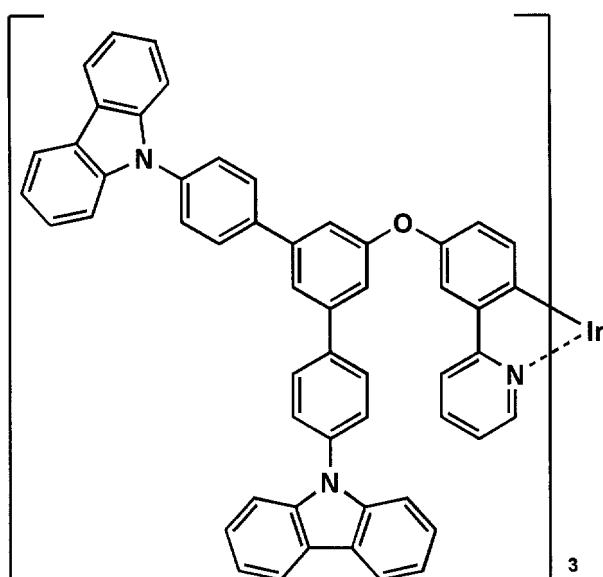
30

40

【 0 1 3 9】

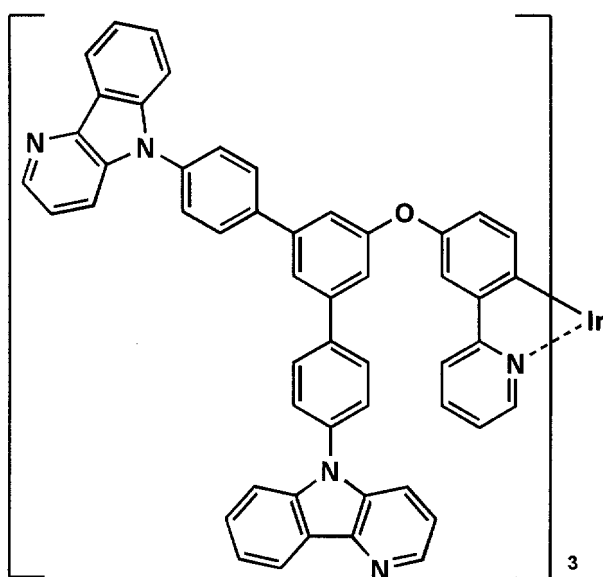
【化 19】

C-16



10

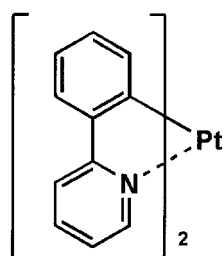
C-17



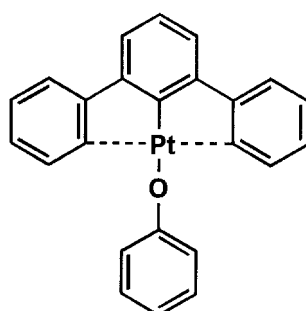
20

30

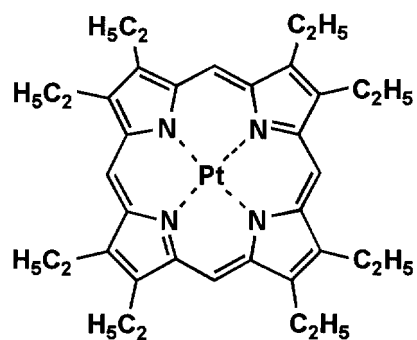
C-18



C-19



C-20

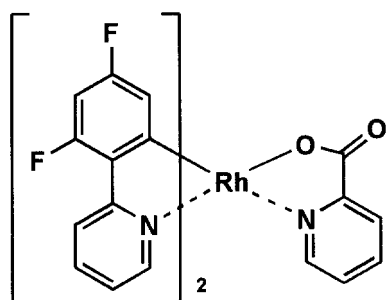


40

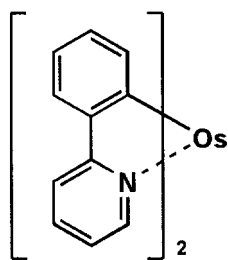
【 0 1 4 0 】

【化 20】

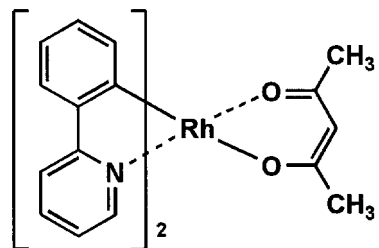
C-21



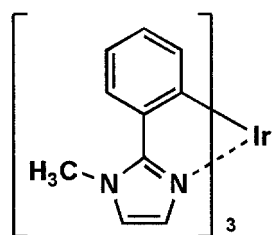
C-22



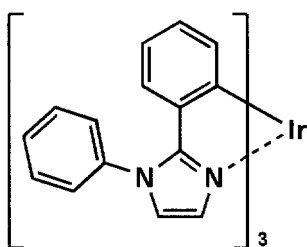
C-23



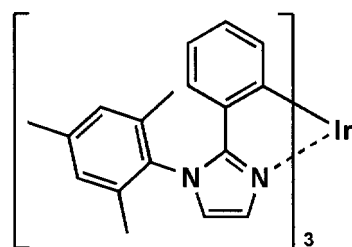
C-24



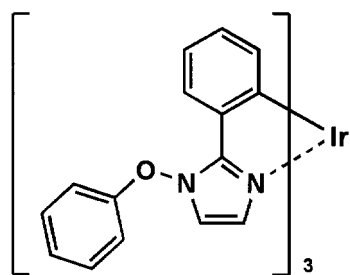
C-25



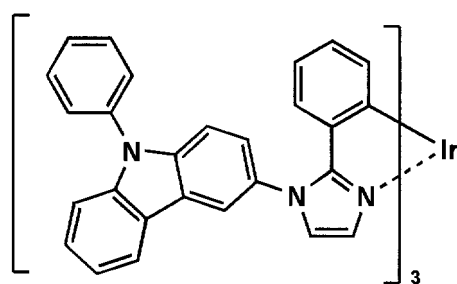
C-26



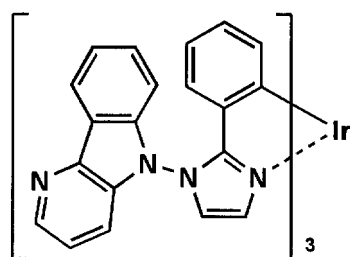
C-27



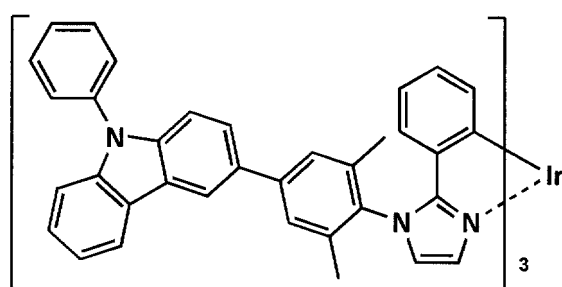
C-28



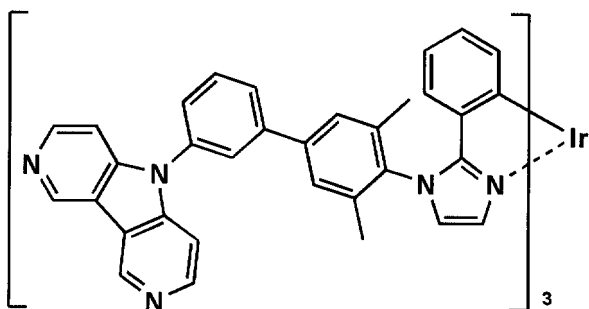
C-29



C-30



C-31



【0141】

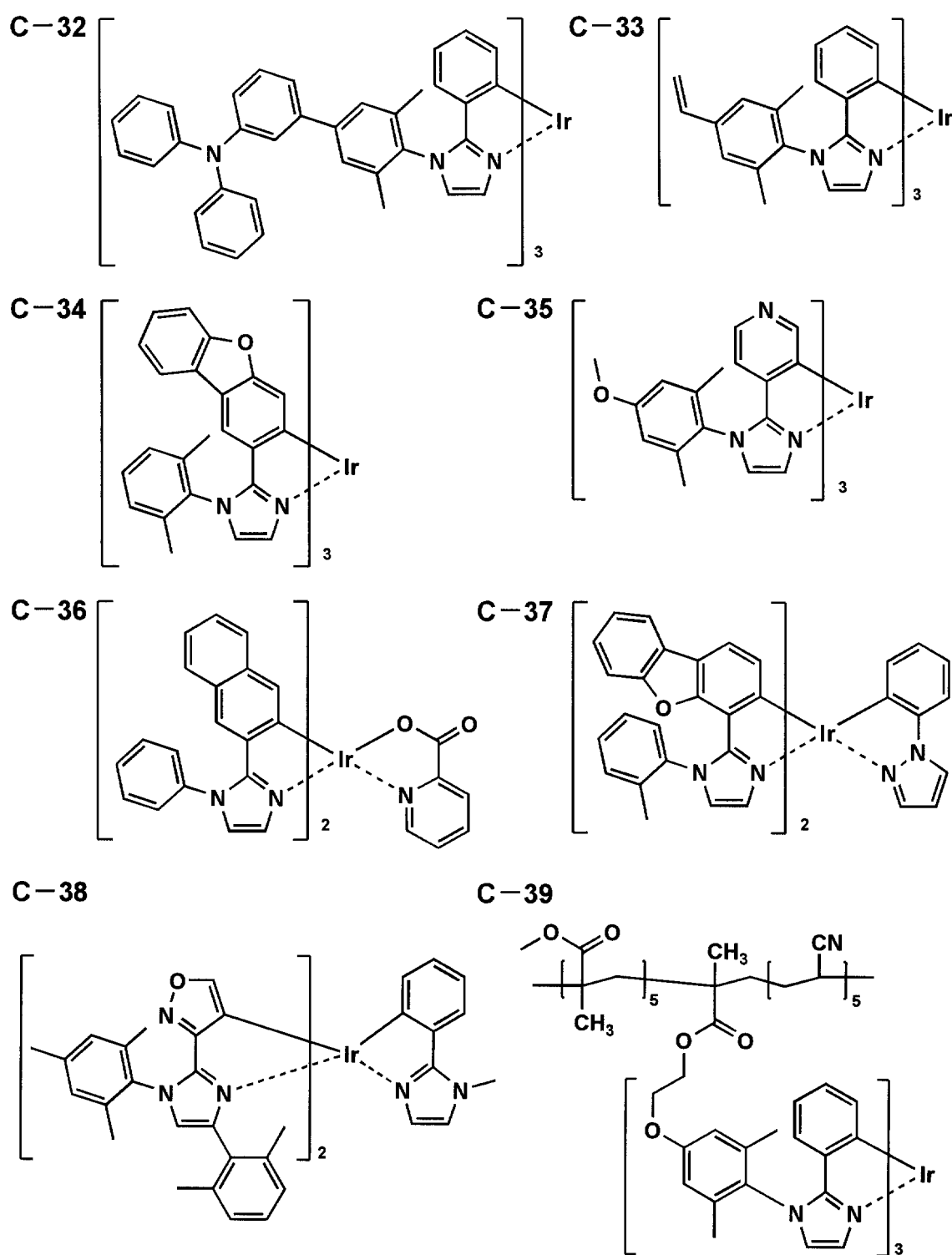
10

20

30

40

【化 2 1】



10

20

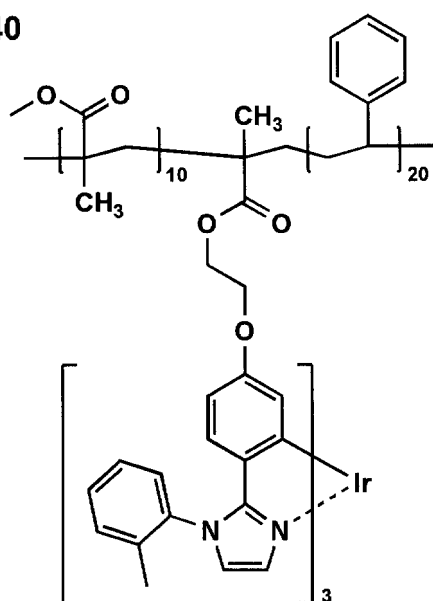
30

40

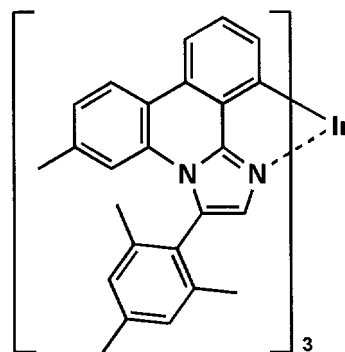
【0 1 4 2】

【化 2 2】

C-40

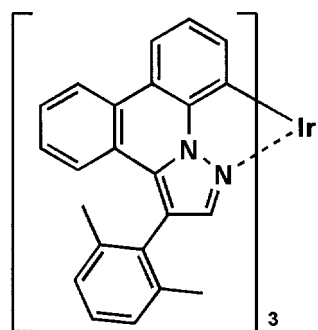


C-41



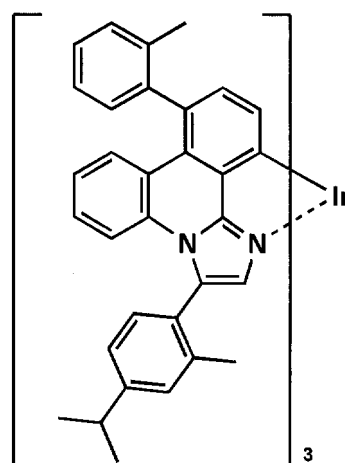
10

C-42



20

C-43

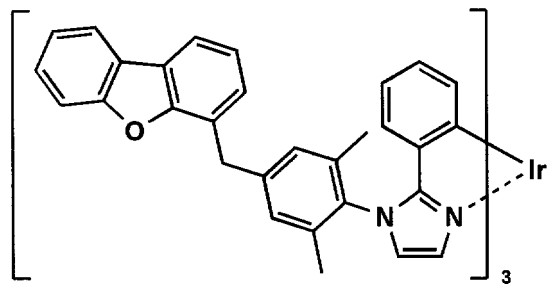


30

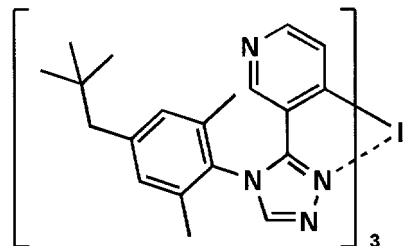
【0 1 4 3】

【化 2 3】

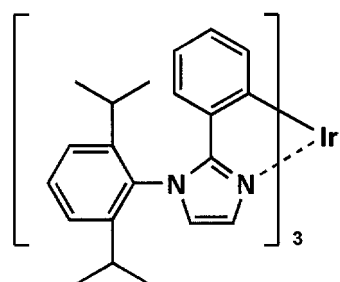
C-44



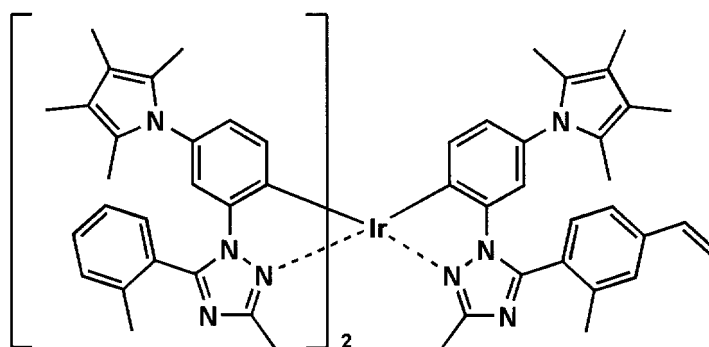
C-45



C-46



C-47



【0144】

(ホスト化合物(発光ホスト等ともいう))

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

【0145】

本発明に用いることができる発光ホストとしては、特に制限はなく、従来有機EL素子で用いられる化合物を用いることができる。代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族誘導体、含窒素複素環化合物、チオフエン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、または、カルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体(ここで、ジアザカルバゾール誘導体とは、カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の少なくとも1つの炭素原子が窒素原子で置換されているものを表す。)等が挙げられる。

【0146】

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

【0147】

ホスト化合物としては、上記のホスト化合物を単独で用いてもよく、または複数種併用して用いてもよい。ホスト化合物を複数種用いることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することができる。

【0148】

10

20

30

40

50

また、前記の一般式（G）で表される部分構造を含むドーパントを複数種用いるか、公知の発光ドーパントと一緒に複数種用いることで、異なる発光を混ぜることが可能となり、これにより任意の発光色を得ることができる。

【0149】

また、発光ホストとしては、低分子化合物でも、繰り返し単位をもつ高分子化合物でもよく、ビニル基やエポキシ基のような重合性基を有する低分子化合物（蒸着重合性発光ホスト）でも良い。

【0150】

公知のホスト化合物としては、正孔輸送能、電子輸送能を有しつつ、且つ発光の長波長化を防ぎ、なお且つ高T_g（ガラス転移温度）である化合物が好ましい。

10

【0151】

公知のホスト化合物の具体例としては、以下の文献に記載されている化合物が挙げられる。

【0152】

特開2001-257076号公報、同2002-308855号公報、同2001-313179号公報、同2002-319491号公報、同2001-357977号公報、同2002-334786号公報、同2002-8860号公報、同2002-334787号公報、同2002-15871号公報、同2002-334788号公報、同2002-43056号公報、同2002-334789号公報、同2002-75645号公報、同2002-338579号公報、同2002-105445号公報、同2002-343568号公報、同2002-141173号公報、同2002-352957号公報、同2002-203683号公報、同2002-363227号公報、同2002-231453号公報、同2003-3165号公報、同2002-234888号公報、同2003-27048号公報、同2002-255934号公報、同2002-260861号公報、同2002-280183号公報、同2002-299060号公報、同2002-302516号公報、同2002-305083号公報、同2002-305084号公報、同2002-308837号公報等。

20

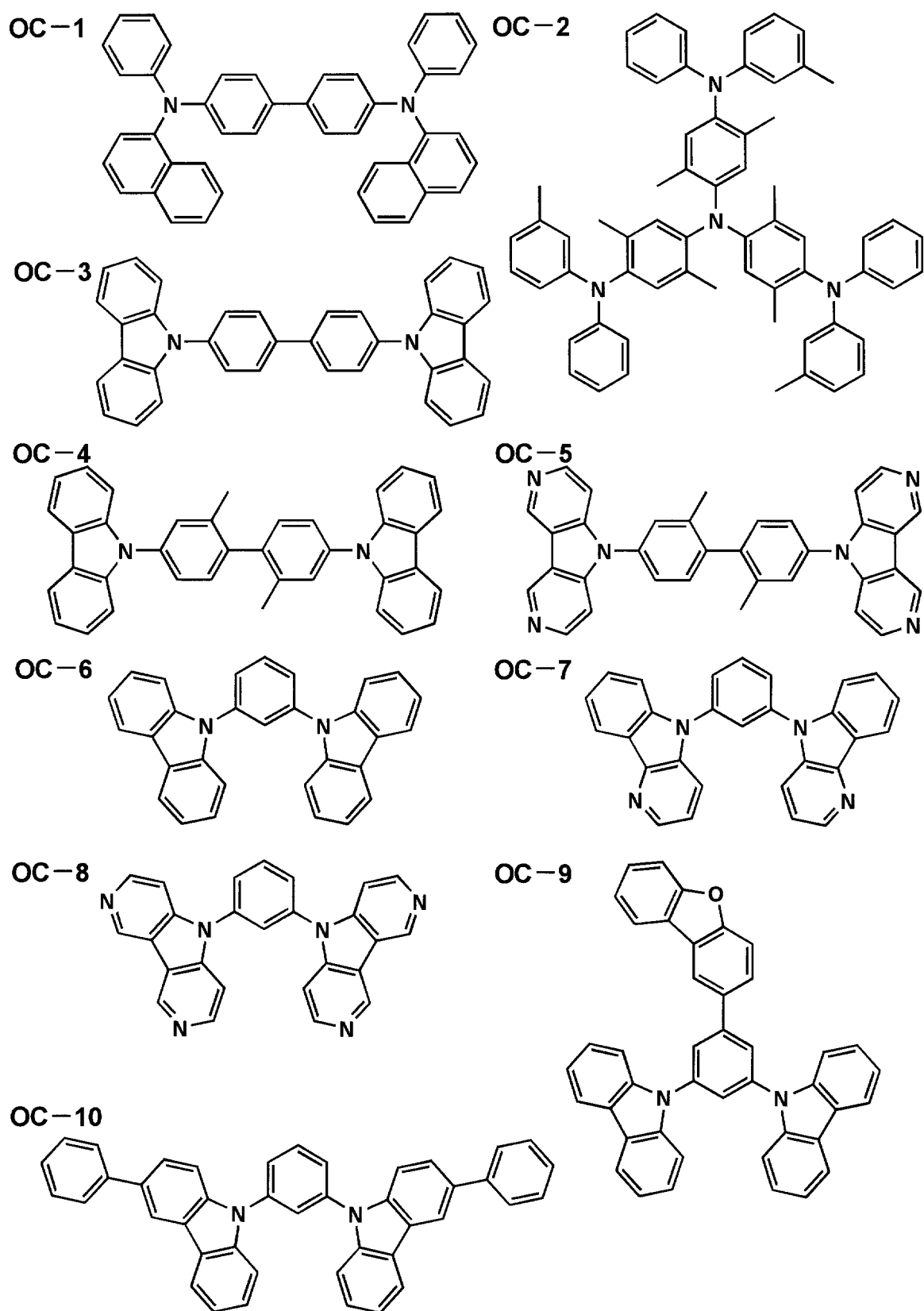
【0153】

以下、有機EL素子の発光層の発光ホストとして用いられる具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

30

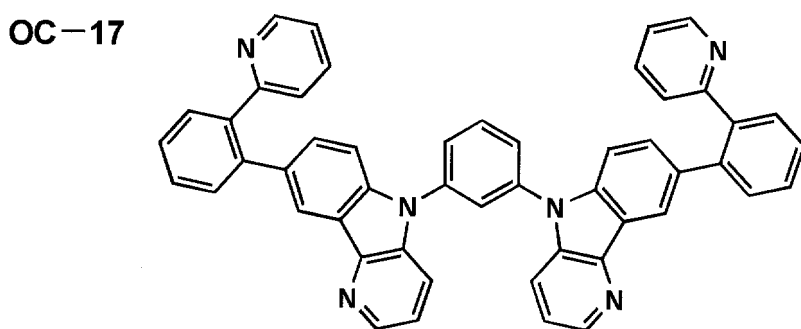
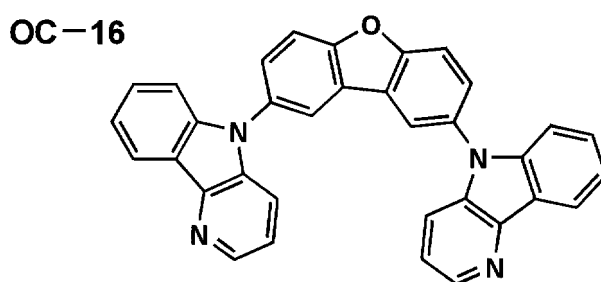
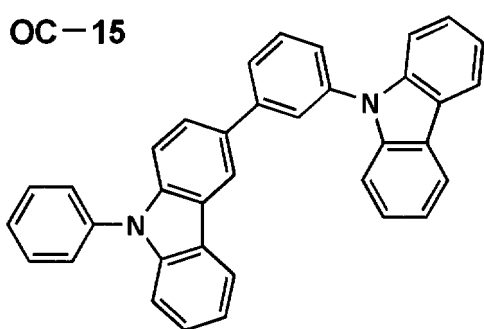
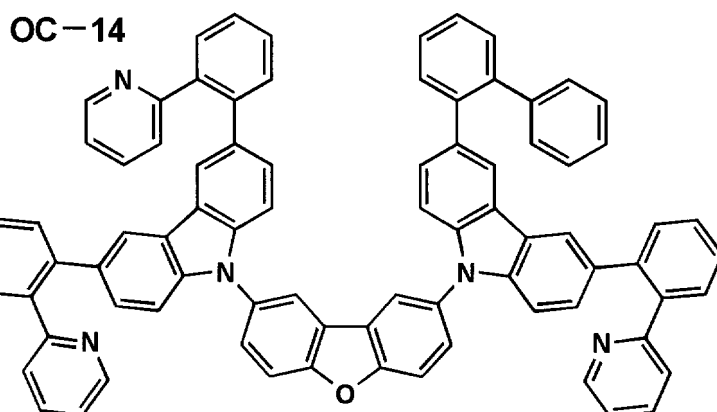
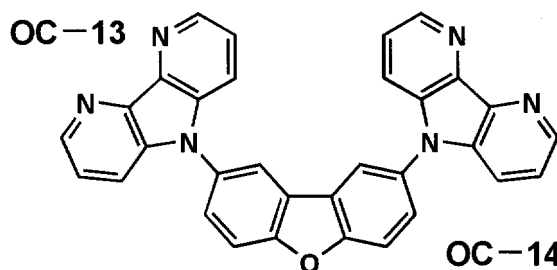
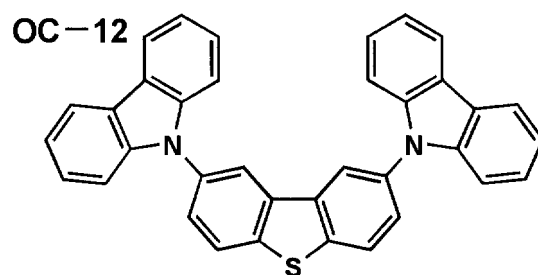
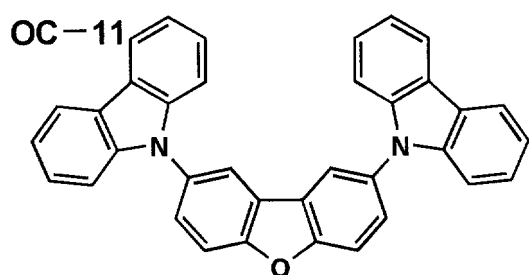
【0154】

【化 2 4】



【 0 1 5 5】

【化 2 5】



10

20

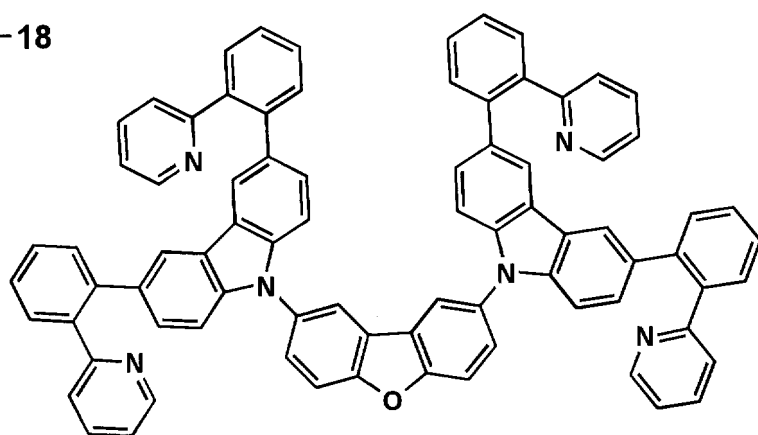
30

40

【0 1 5 6】

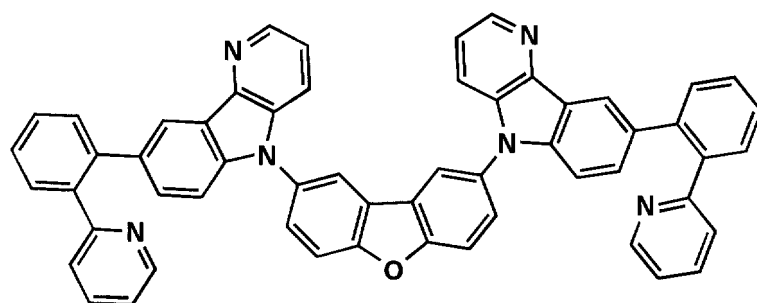
【化 2 6】

OC-18



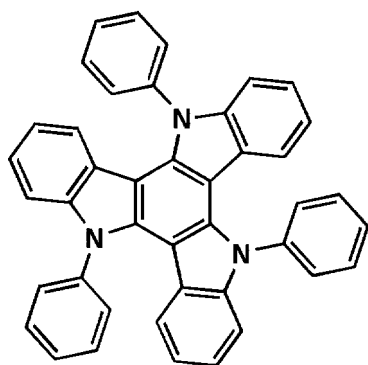
10

OC-19

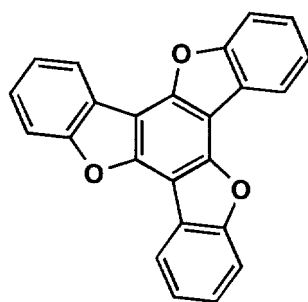


20

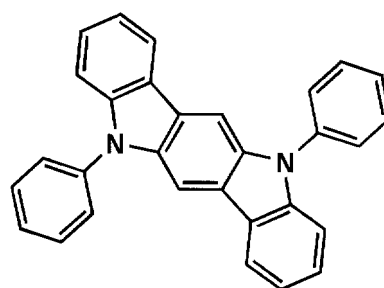
OC-20



OC-21

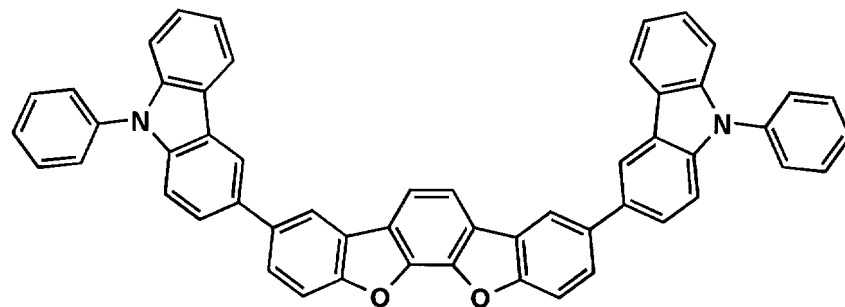


OC-22



30

OC-23

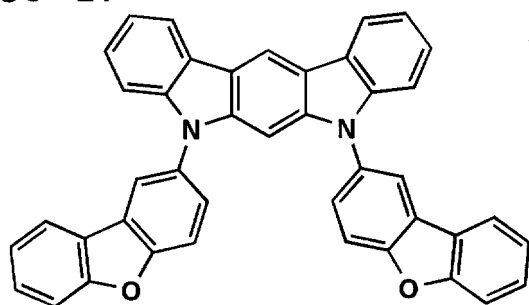


40

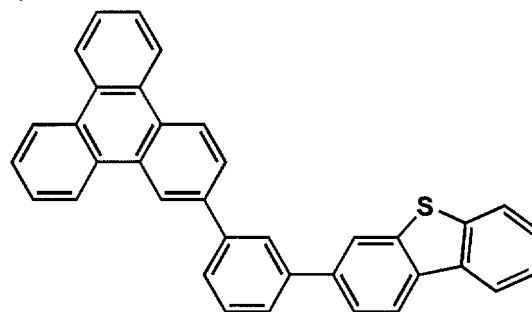
【 0 1 5 7 】

【化 2 7】

OC-24

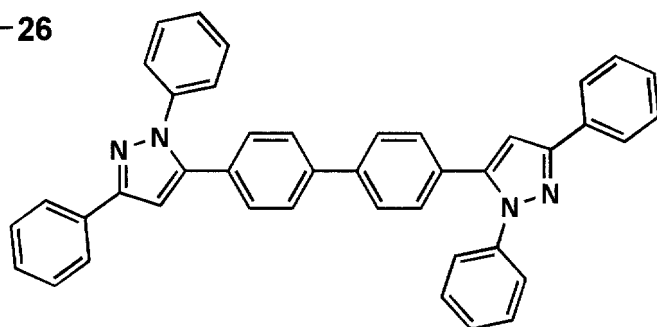


OC-25



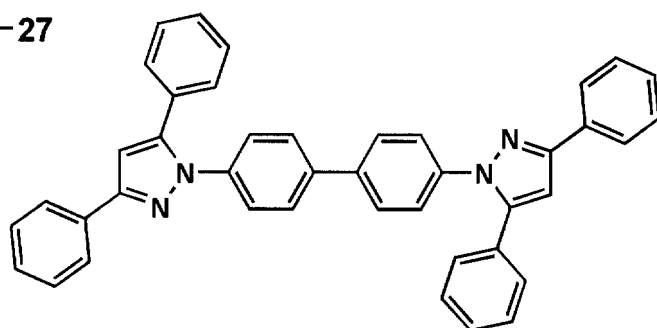
10

OC-26



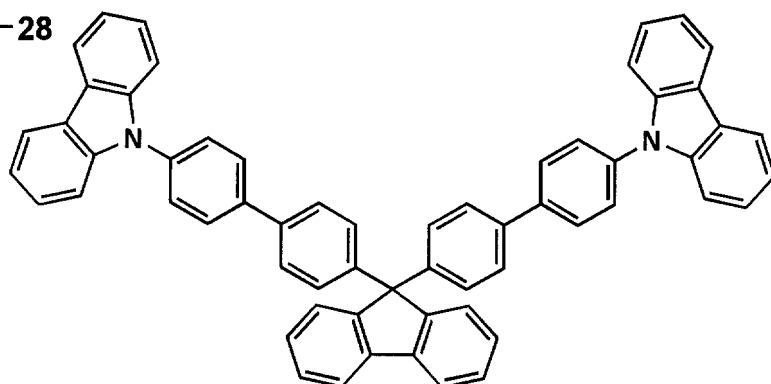
20

OC-27



30

OC-28

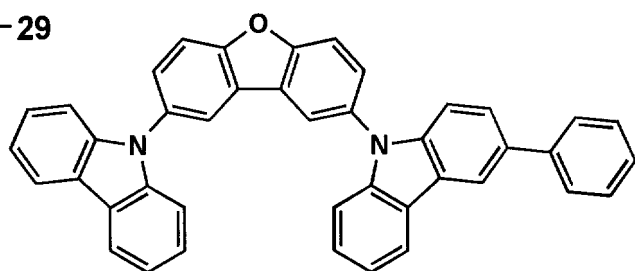


40

【 0 1 5 8 】

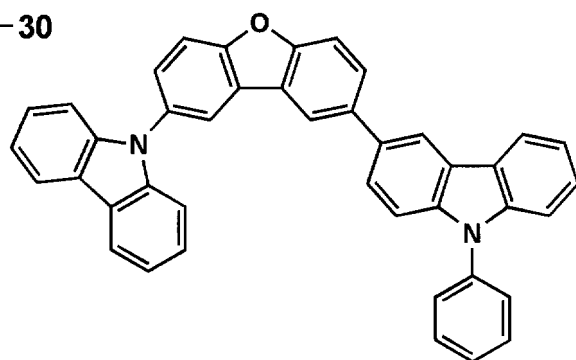
【化 2 8】

OC-29



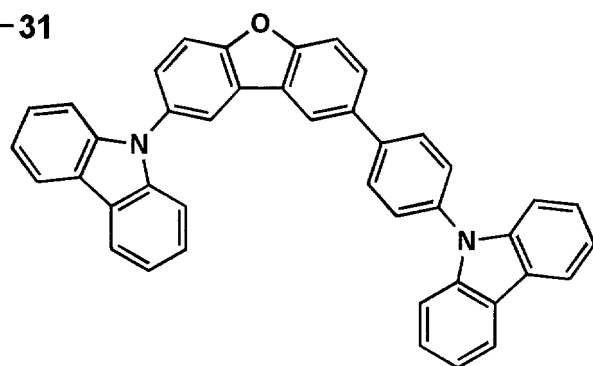
10

OC-30



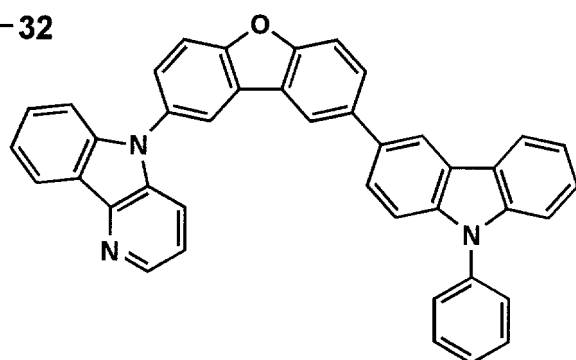
20

OC-31



30

OC-32



40

【0159】

更に、本発明の有機EL素子の発光層の発光ホストとして特に好ましいものは、下記一

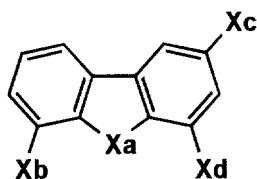
50

般式 (B) で表される化合物である。

【0160】

【化29】

一般式(B)

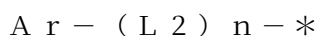


10

【0161】

〔式中、XaはOまたはSを表し、Xb、Xc、Xdは、各々水素原子、置換基または下記一般式 (C) で表される基を表し、Xb、Xc、Xdのうち少なくとも1つは下記一般式 (C) を表し、該一般式 (C) で表される基のうち少なくとも1つはArがカルbazリル基を表す。〕

一般式 (C)



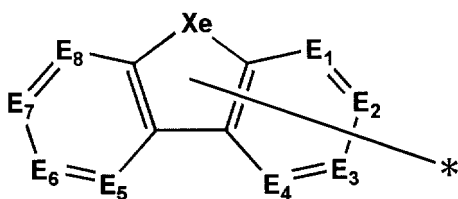
20

〔式中、L2は芳香族炭化水素環または芳香族複素環から導出される2価の連結基を表す。nは0または1～3の整数を表し、nが2以上の場合複数のL2は同じでも異なってもよい。*は一般式 (B) との連結部位を表す。Arは下記一般式 (D) で表される基を表す。〕

【0162】

【化30】

一般式(D)



30

【0163】

〔式中、XeはN(R)、OまたはSを表し、E1～E8はC(R1)またはNを表し、R及びR1は水素原子、置換基またはLとの連結部位を表す。*はLとの連結部位を表す。〕

40

上記一般式 (B) で表される化合物においては、好ましくは、Xb、Xc、Xdのうち少なくとも2つは前記一般式 (C) で表され、より好ましくはXbが前記一般式 (C) で表されかつ前記一般式 (C) のArが置換基を有していてもよいカルbazリル基を表し、更に好ましくはXbが前記一般式 (C) で表されかつ前記一般式 (C) のArが置換基を有していてもよいN位でLと連結したカルbazリル基を表す。

【0164】

また、Xcが一般式 (C) で表されることが好ましく、更にXdが水素原子であることが好ましい。

【0165】

以下に、本発明の有機EL素子の発光層のホスト化合物 (発光ホストともいう) として

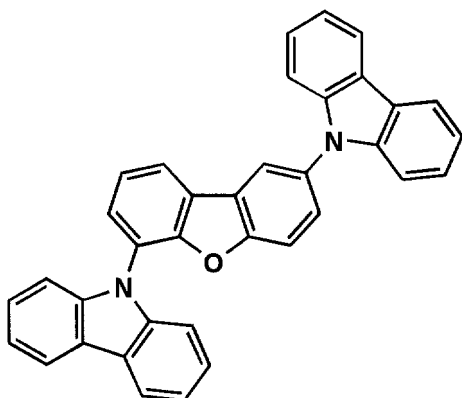
50

好ましく用いられる一般式（B）で表される化合物の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

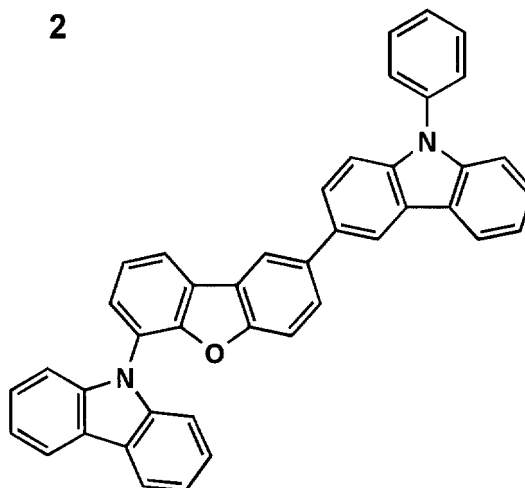
【0166】

【化31】

1

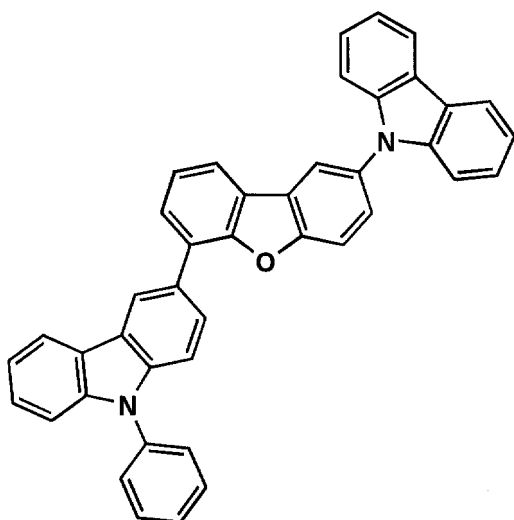


2

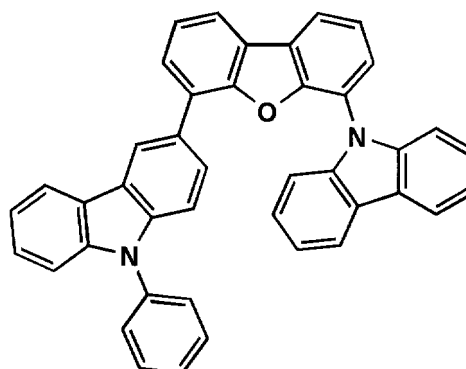


10

3



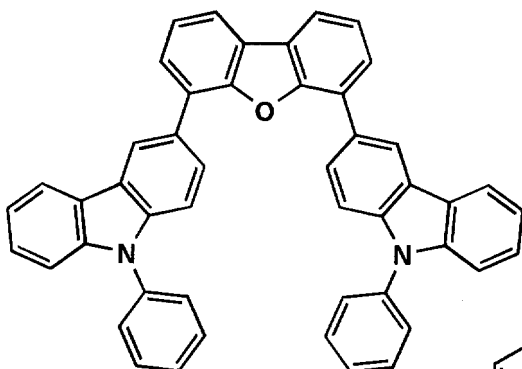
4



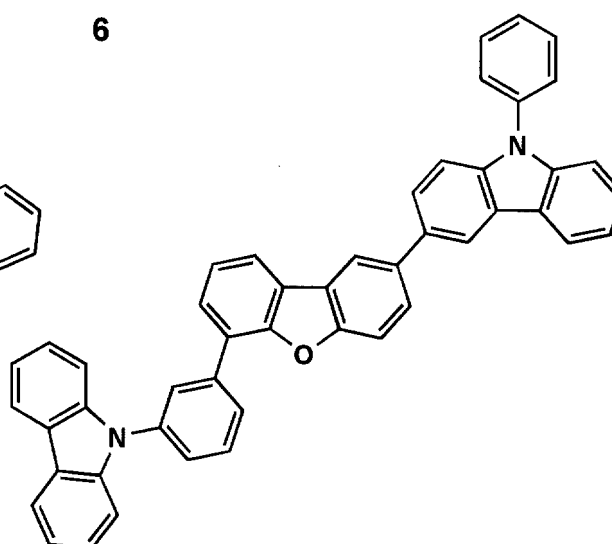
20

30

5



6



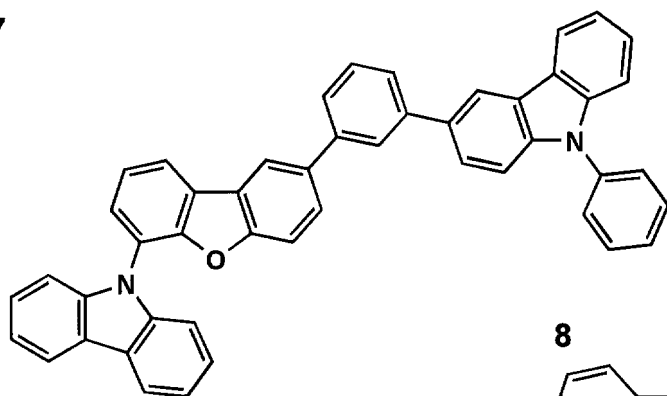
40

50

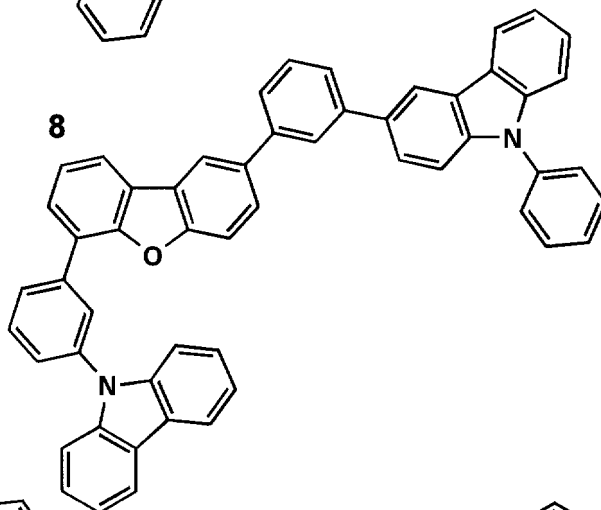
【 0 1 6 7 】

【 化 3 2 】

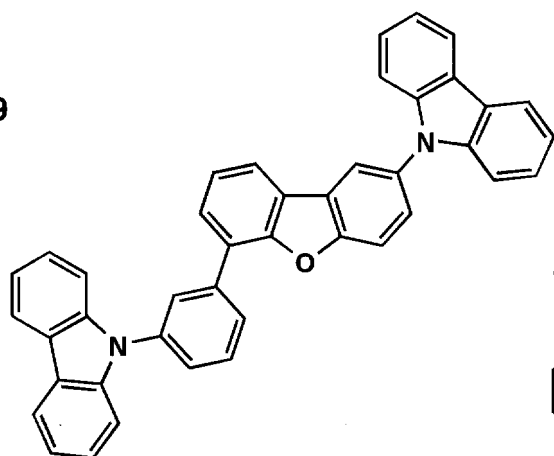
7



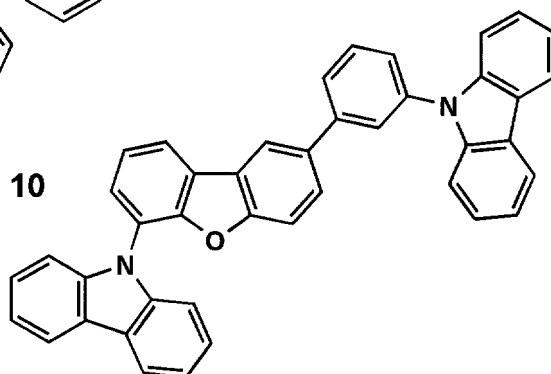
8



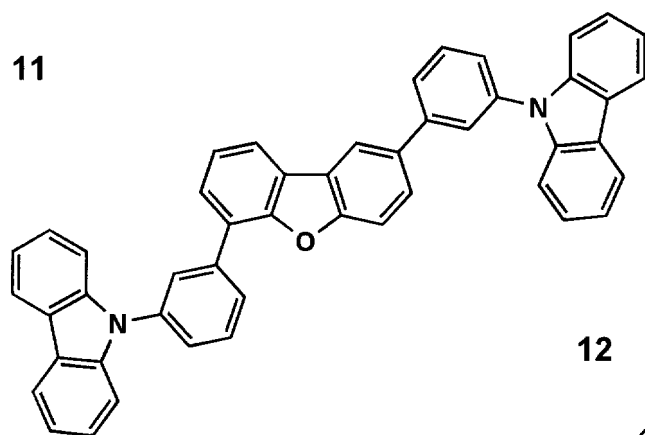
9



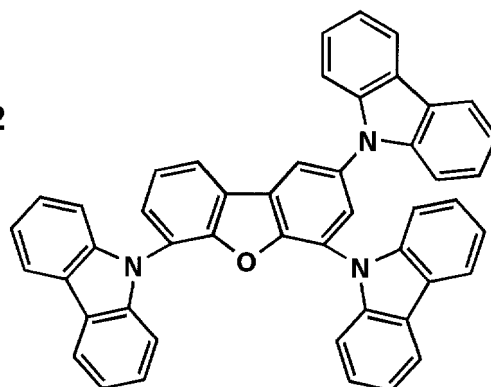
10



11



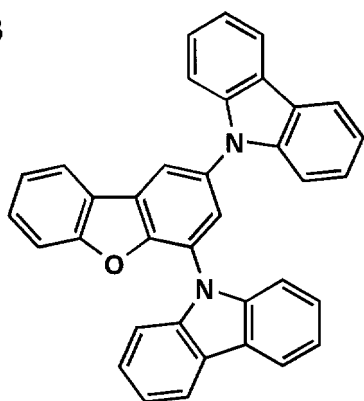
12



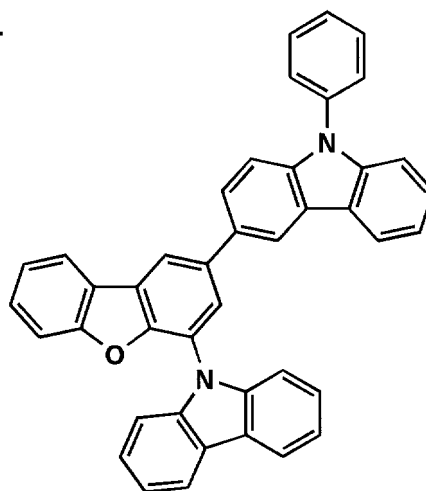
【 0 1 6 8 】

【化 3 3】

13

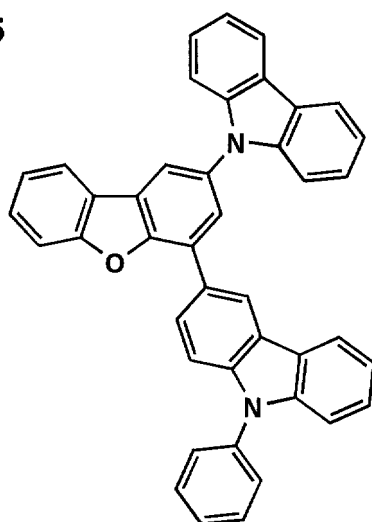


14

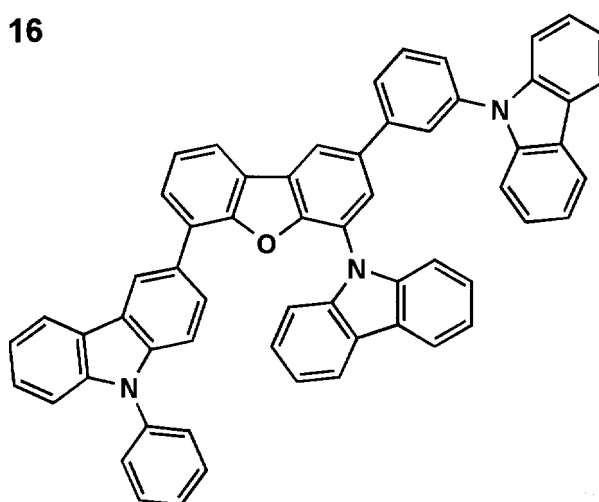


10

15

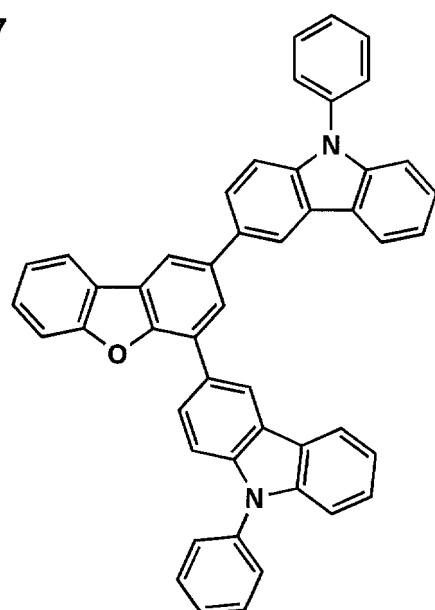


16

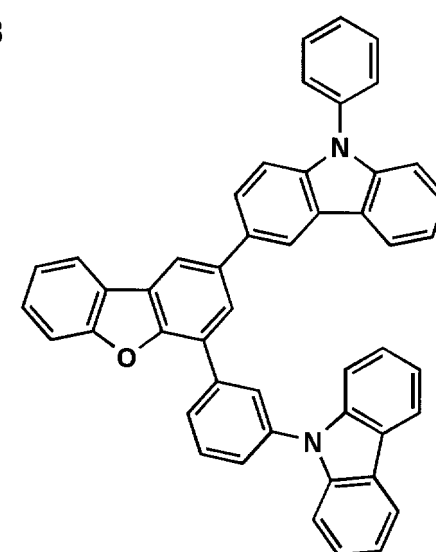


20

17



18



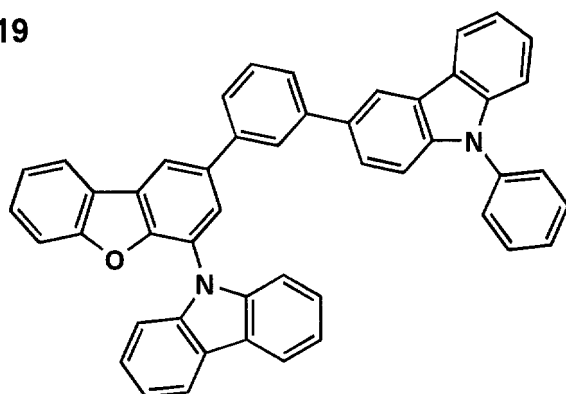
30

40

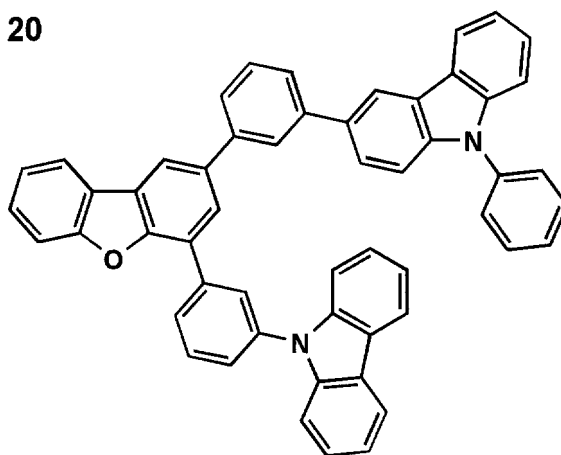
【0169】

【化 3 4】

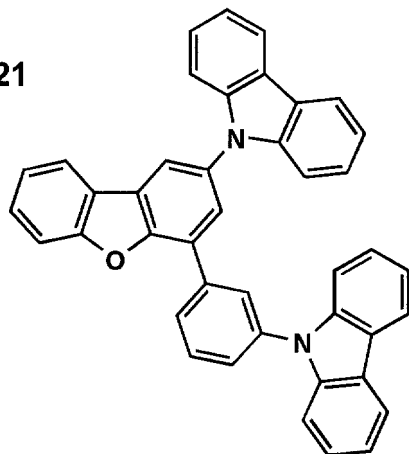
19



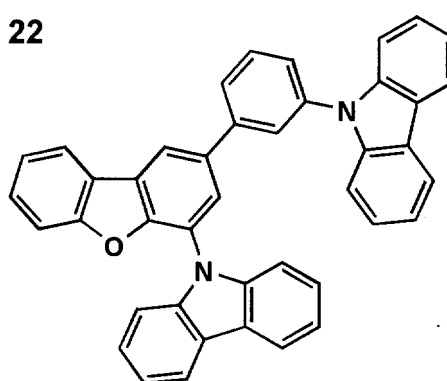
20



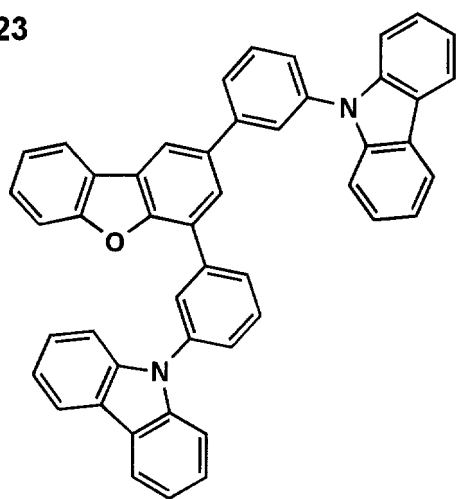
21



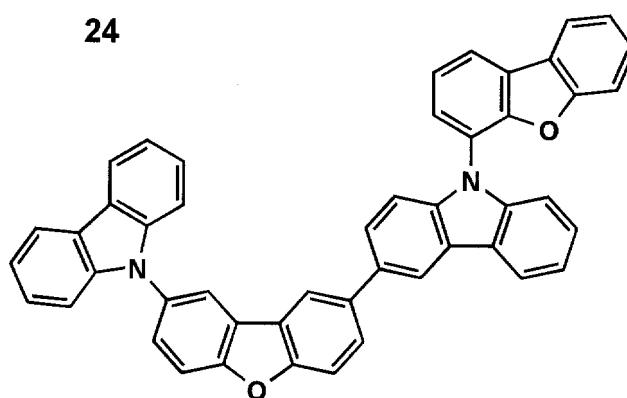
22



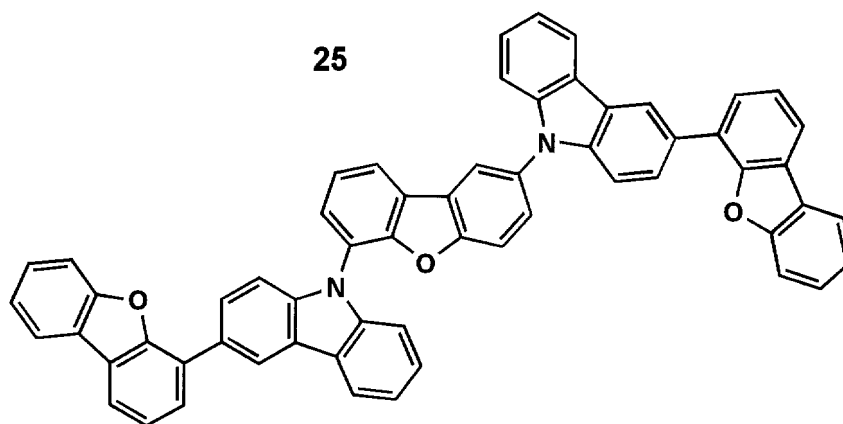
23



24

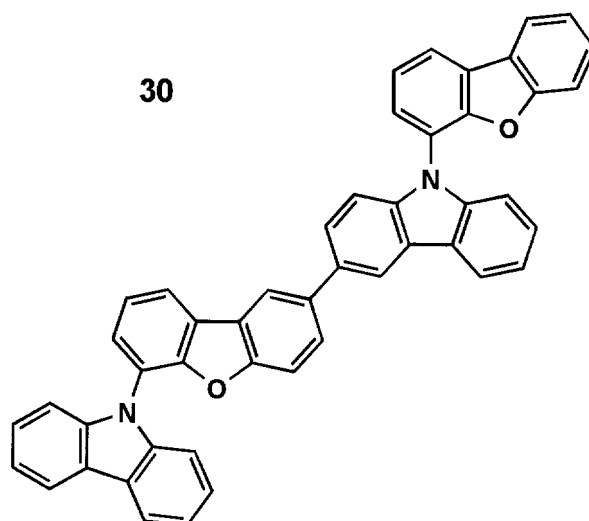
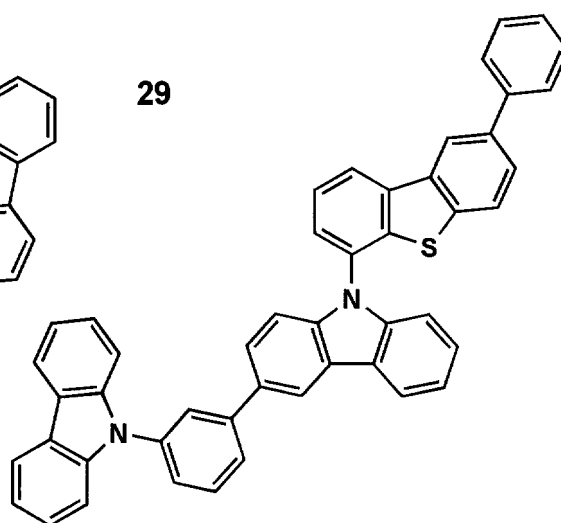
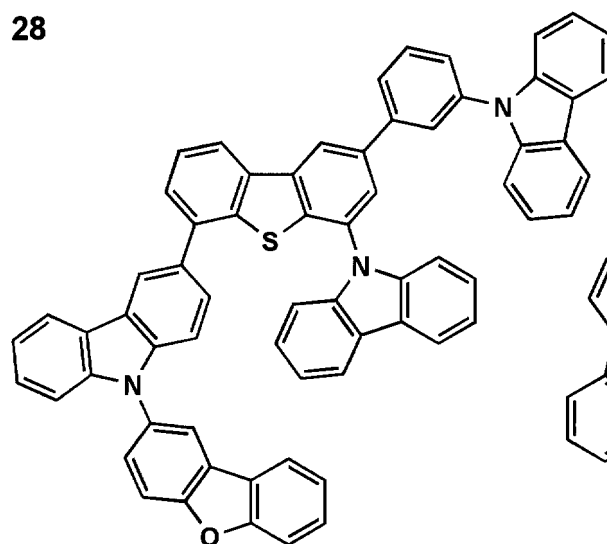
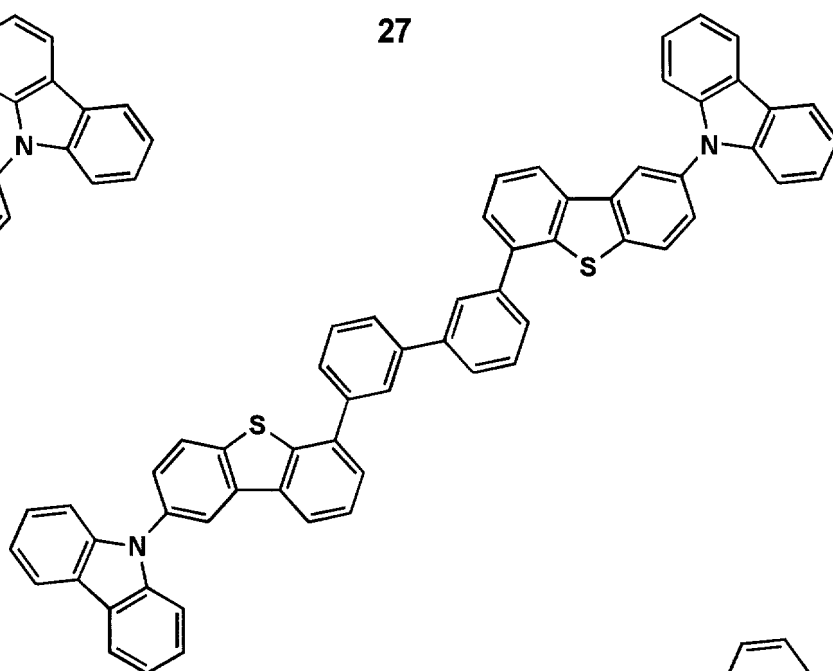
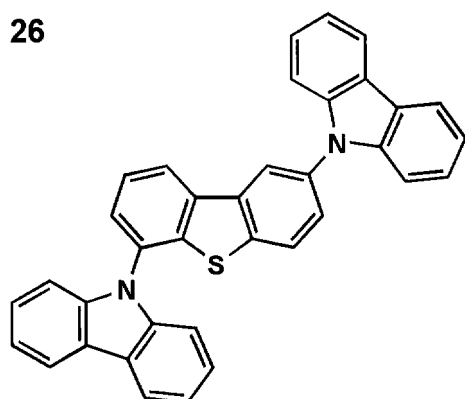


25



【 0 1 7 0 】

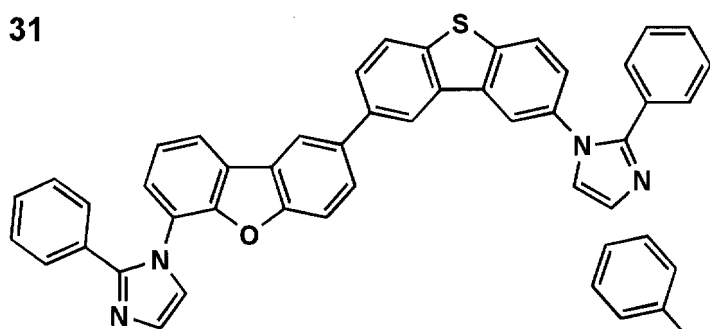
【化 3 5】



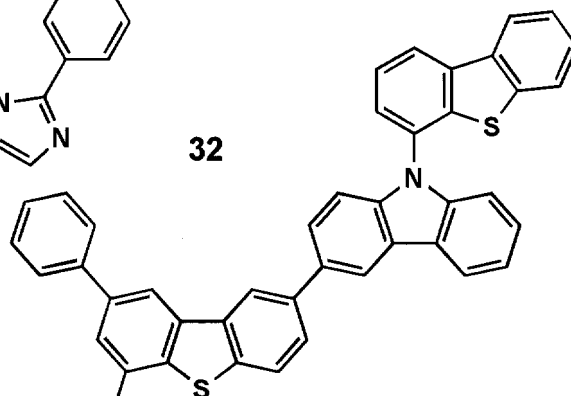
【0171】

【化 3 6】

31

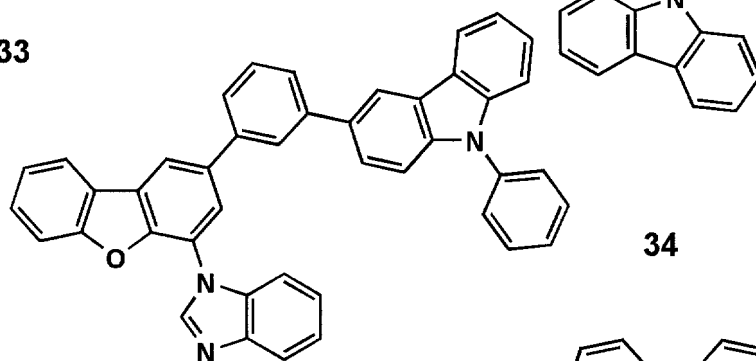


32



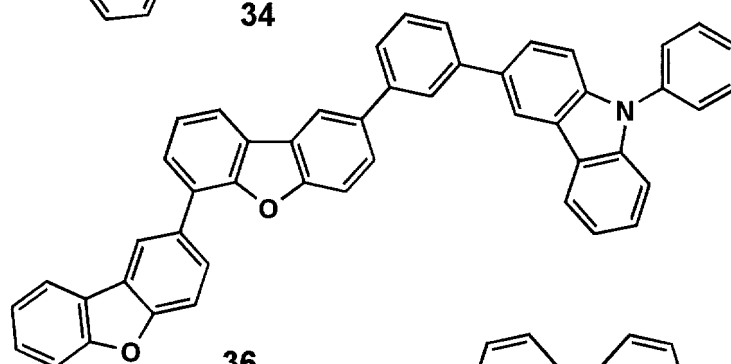
10

33

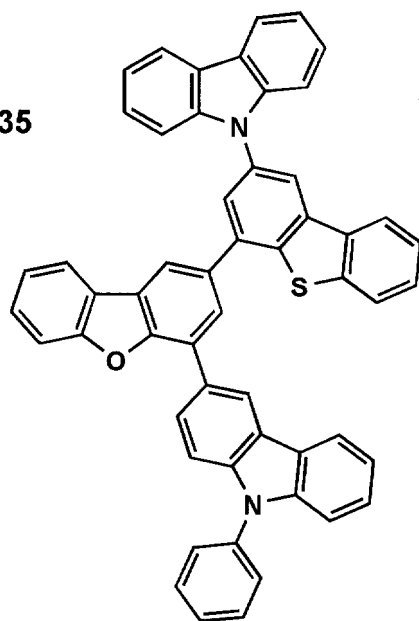


20

34

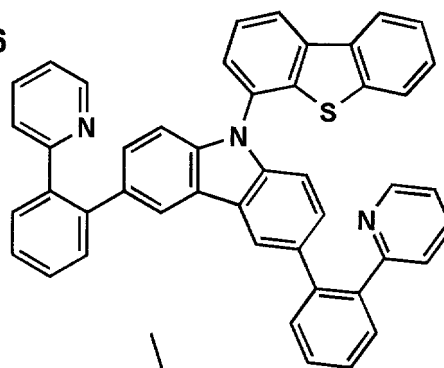


35

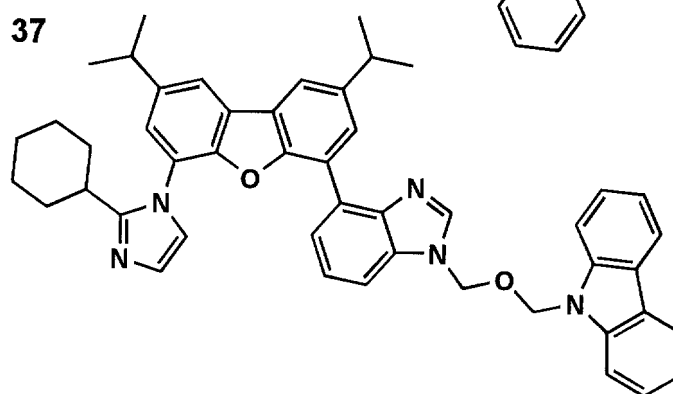


30

36



37

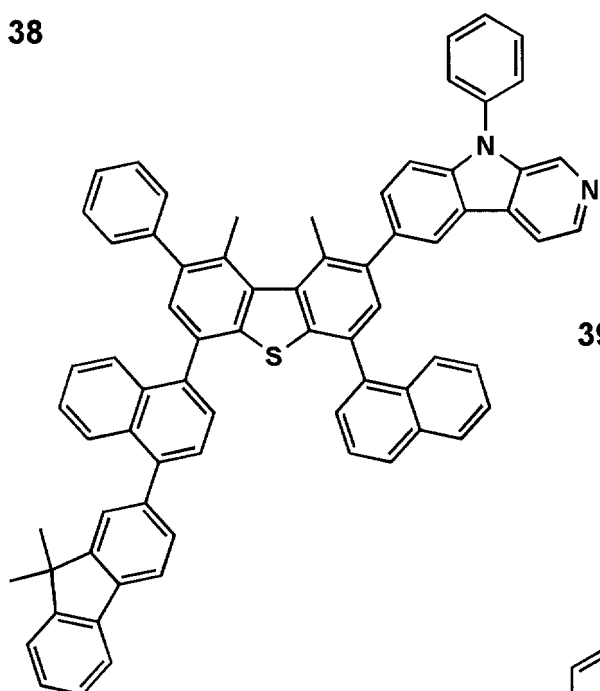


40

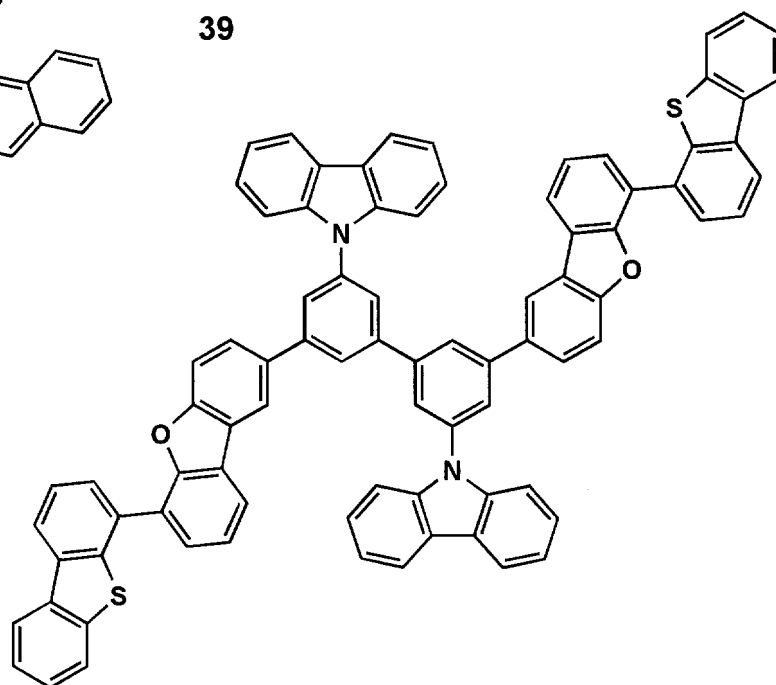
【 0 1 7 2 】

【化 3 7】

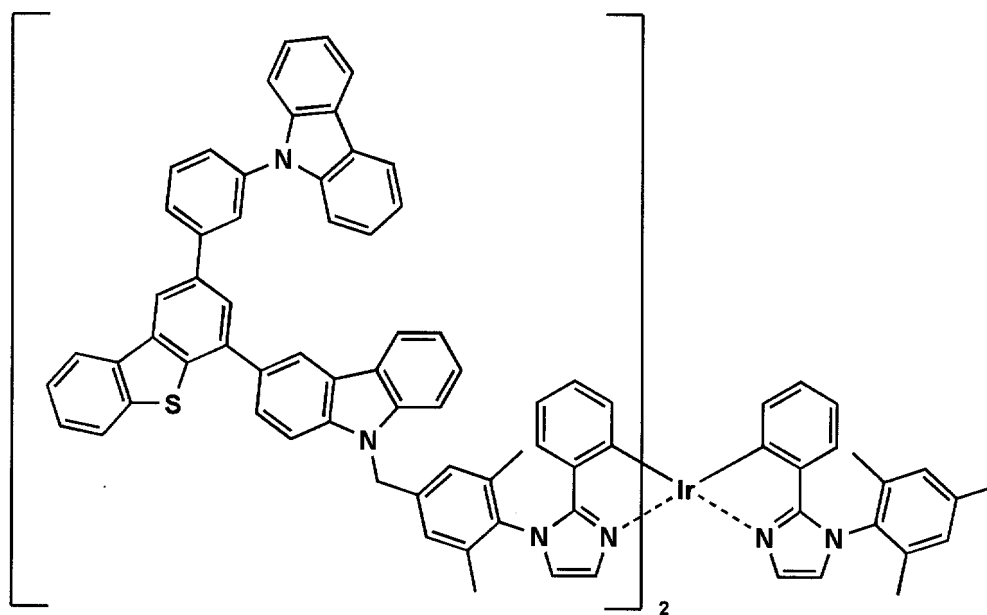
38



39

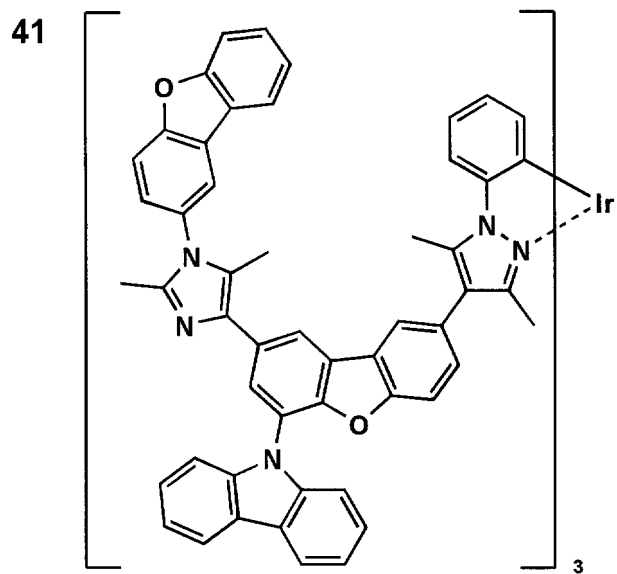


40

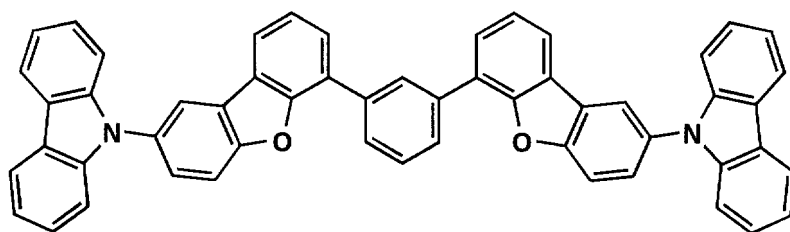


【 0 1 7 3】

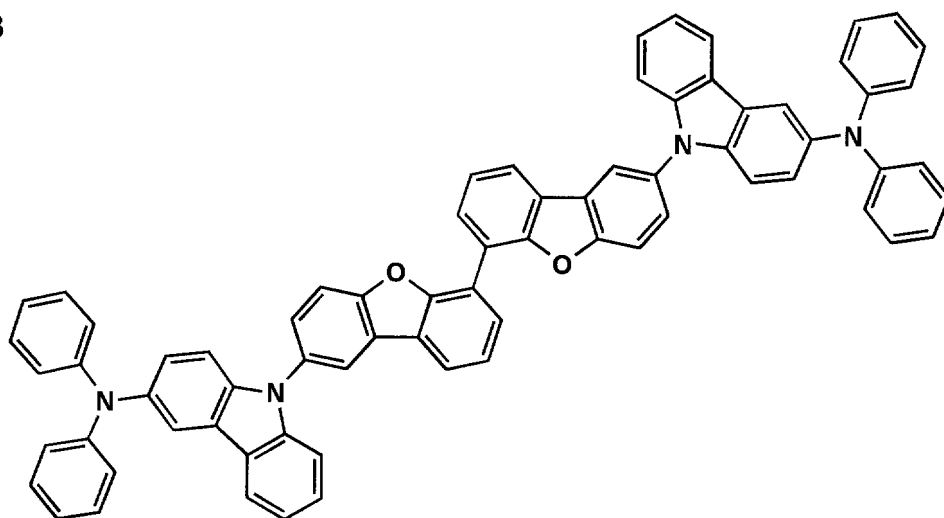
【化 3 8】



42



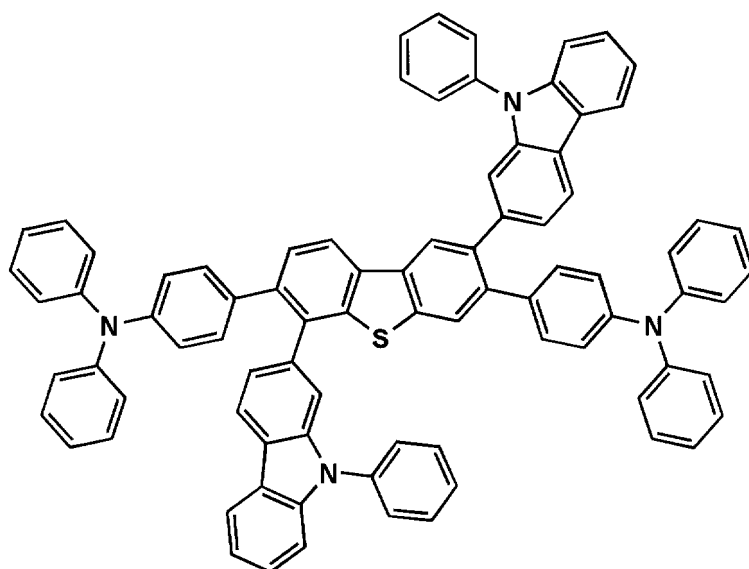
43



【 0 1 7 4】

【化 3 9】

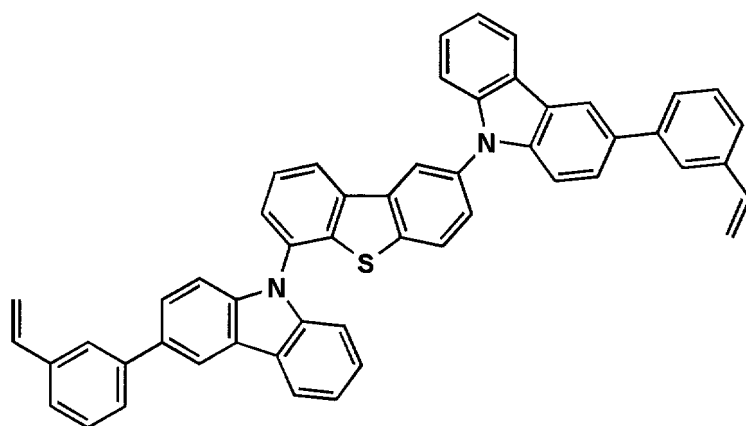
44



10

20

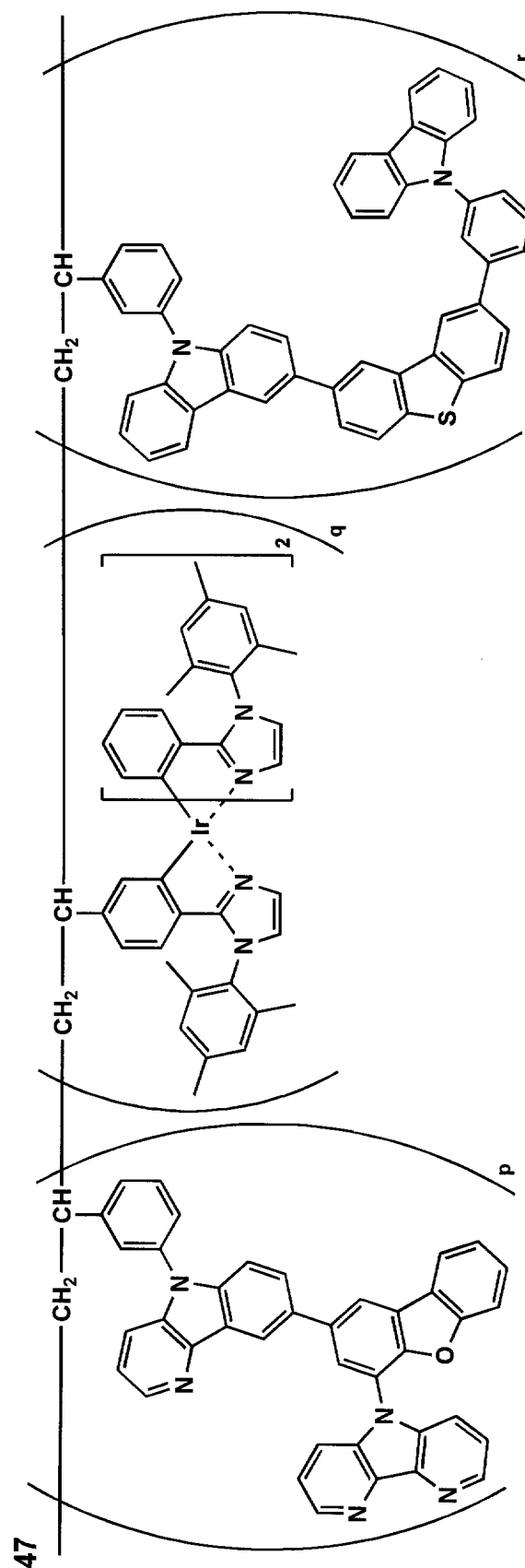
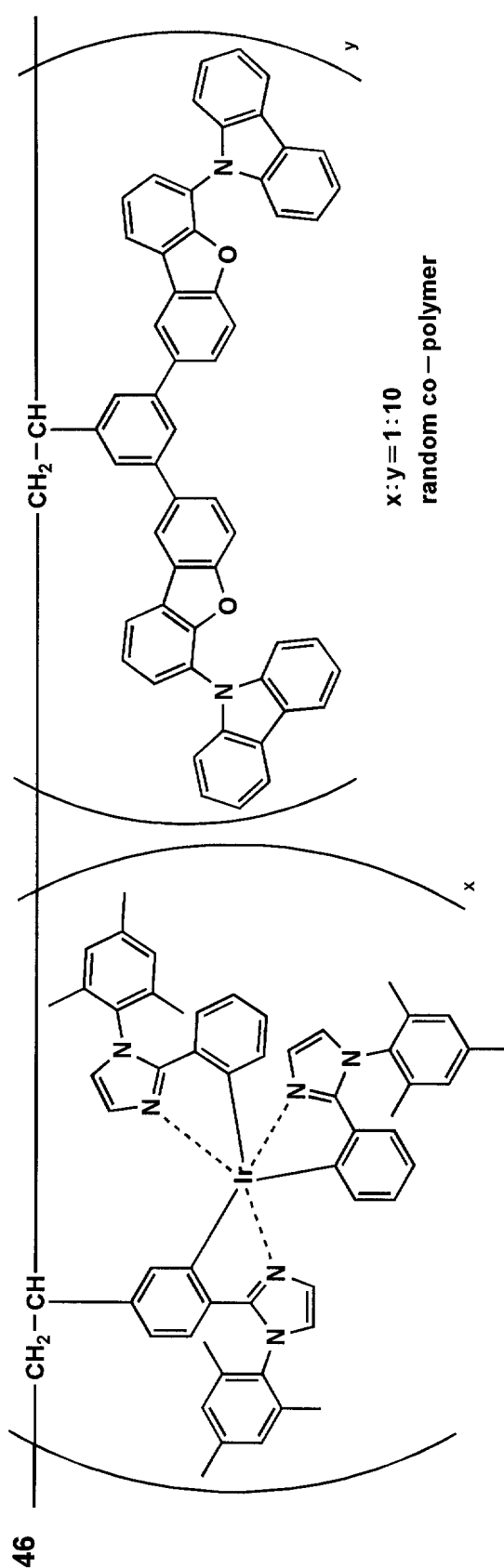
45



30

【 0 1 7 5】

【化 4 0】



【0 1 7 6】

10



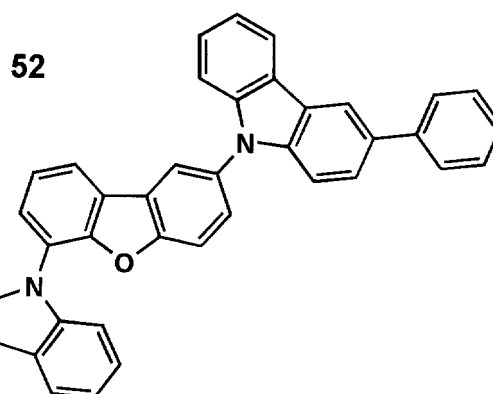
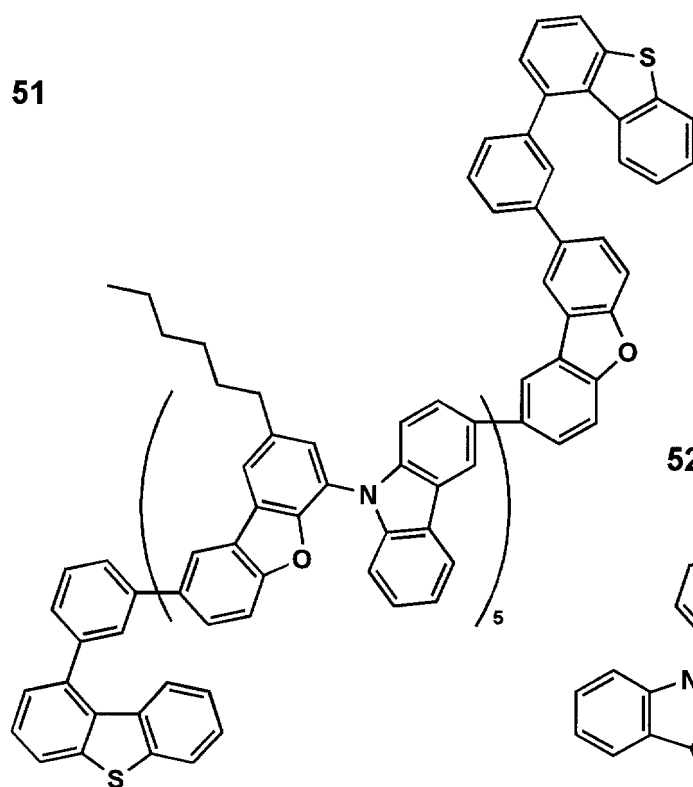
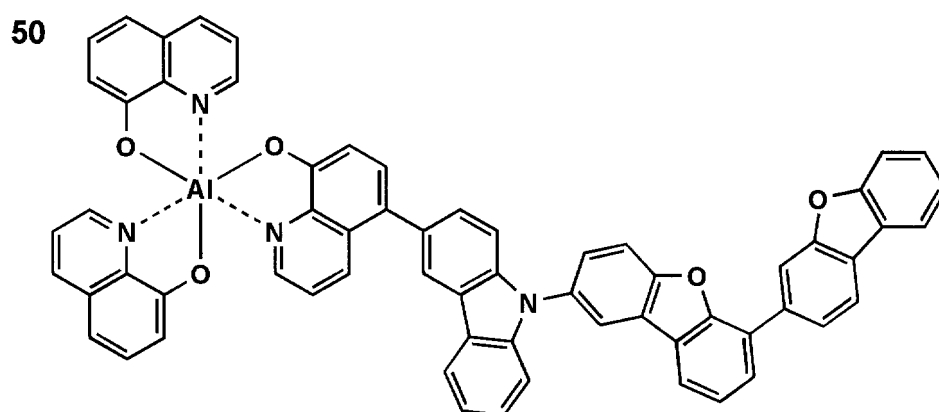
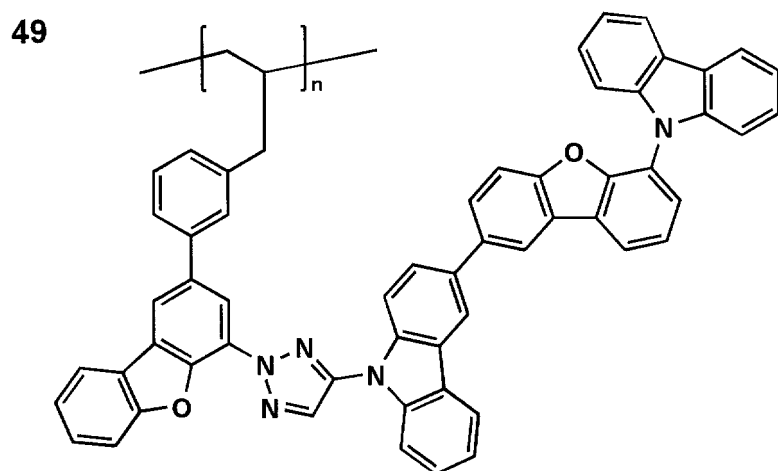
30

48

40

【 0 1 7 7 】

10



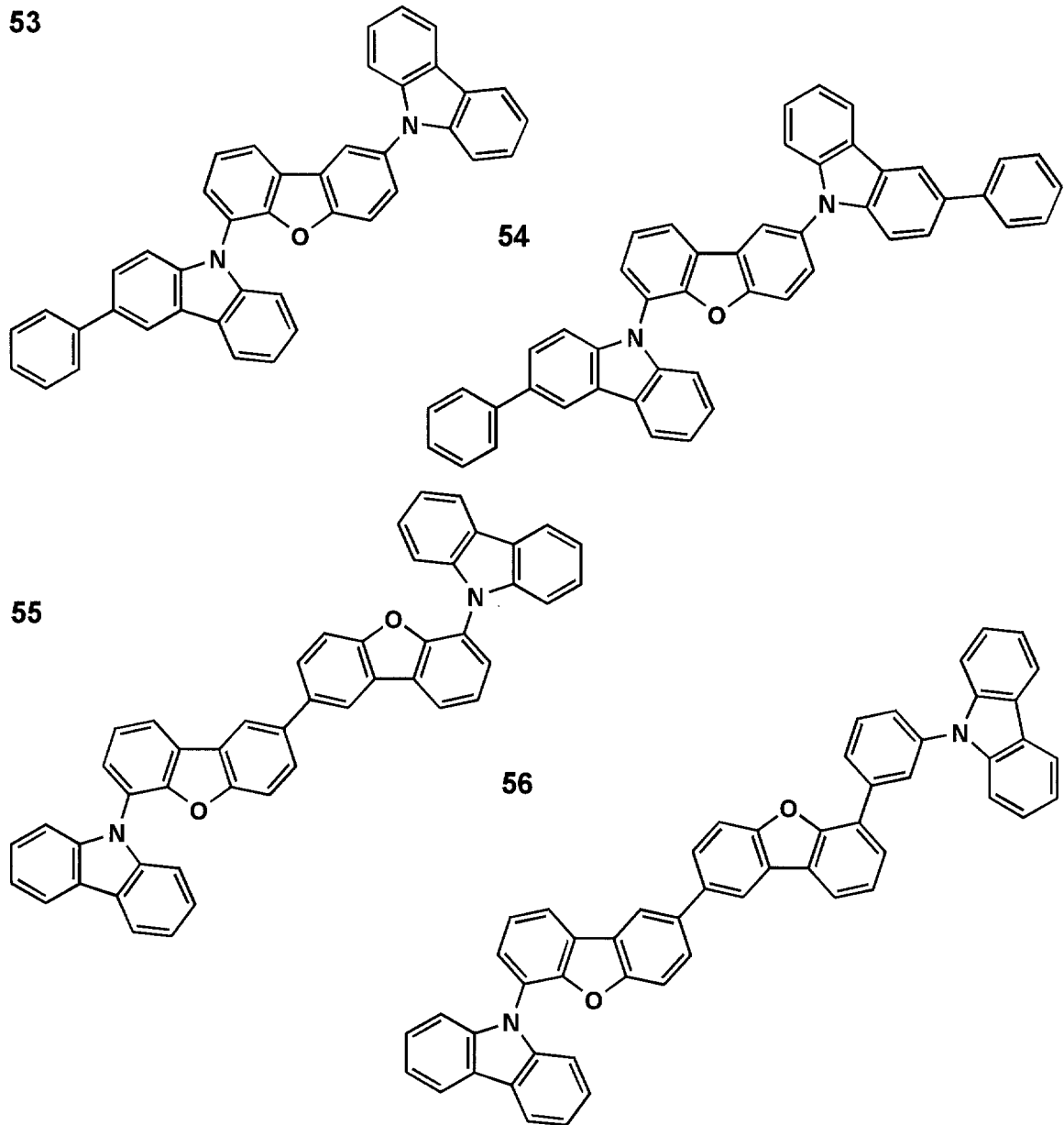
20

30

40

【 0 1 7 8 】

【化 4 3】



10

20

30

【0179】

《電子輸送層》

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

40

【0180】

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

【0181】

電子輸送層に用いられる従来公知の材料（以下、電子輸送材料という）の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリ

50

デンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体、カルボリン誘導体、または、該カルボリン誘導体のカルボリン環を構成する炭化水素環の炭素原子の少なくとも一つが窒素原子で置換されている環構造を有する誘導体、ヘキサザトリフェニレン誘導体等が挙げられる。

【0182】

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

【0183】

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

10

【0184】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えば、トリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジブromo-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、ビス(8-キノリノール)亜鉛(Znq)等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、GaまたはPbに置き替わった金属錯体も電子輸送材料として用いることができる。

【0185】

20

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

【0186】

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

【0187】

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

30

【0188】

有機EL素子の構成層の形成法については、有機EL素子の作製方法のところで詳細に説明する。

【0189】

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

【0190】

また、金属錯体やハロゲン化金属など金属化合物等のn型ドーパントをドーブして用いてもよい。

40

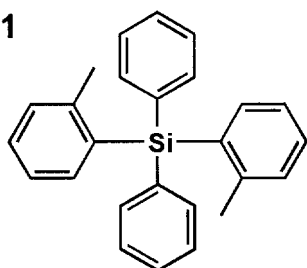
【0191】

以下、本発明の白色有機EL素子の電子輸送層の形成に好ましく用いられる従来公知の化合物(電子輸送材料)の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

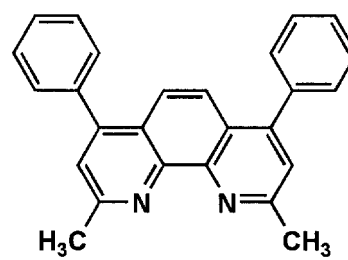
【0192】

【化 4 4】

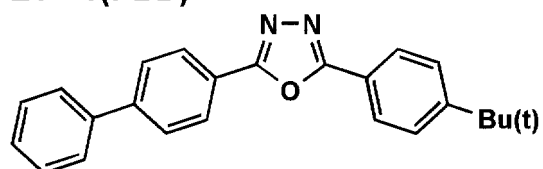
ET-1



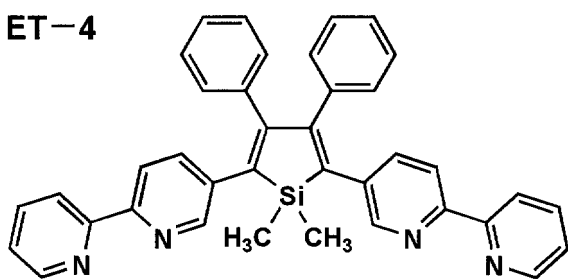
ET-2 (BCP)



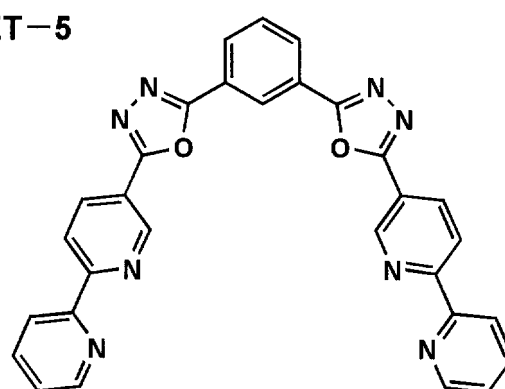
ET-3(PBD)



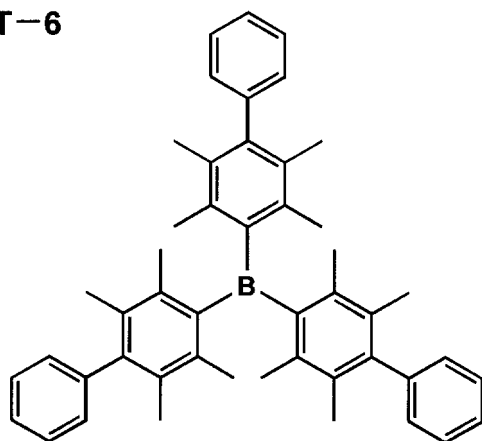
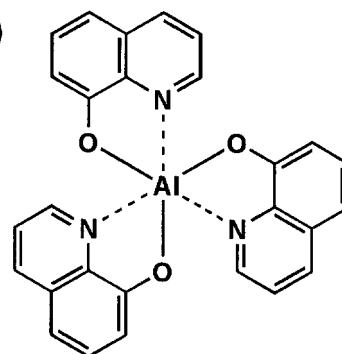
ET-4



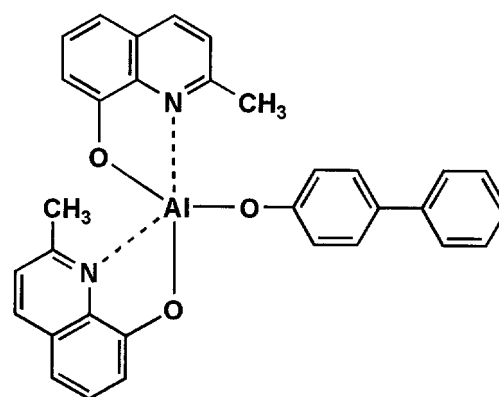
ET-5



ET-6

ET-7 (Alq₃)

ET-8 (BAIq)



10

20

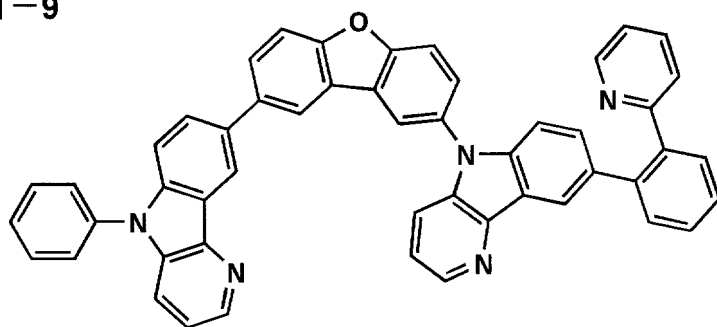
30

40

【0193】

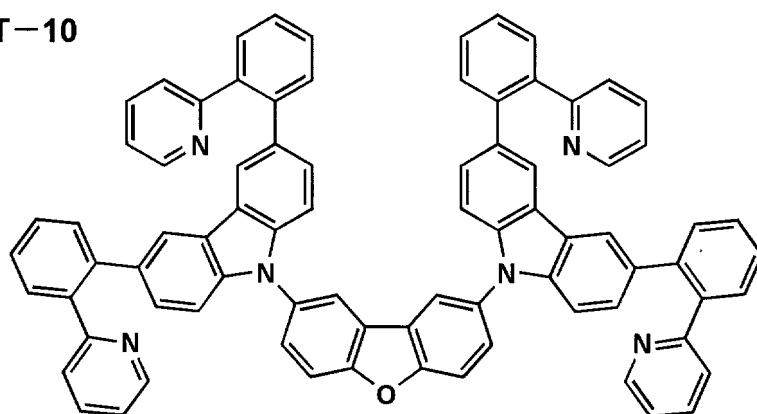
【化 4 5】

ET-9



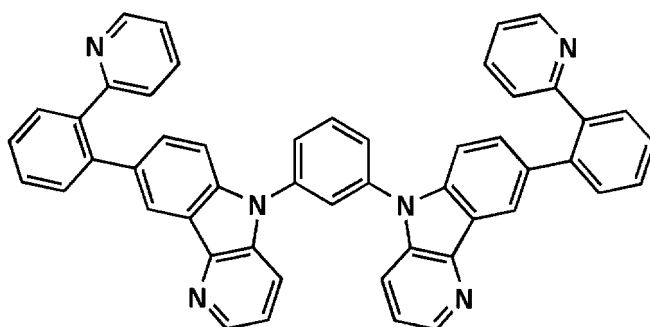
10

ET-10



20

ET-11

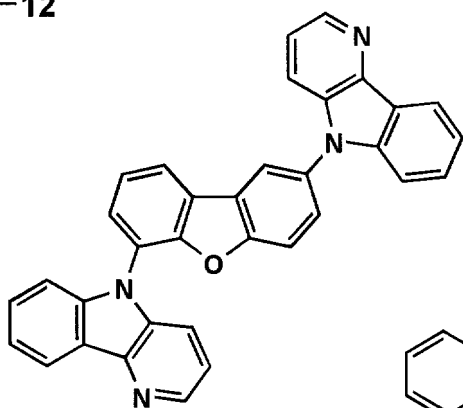


30

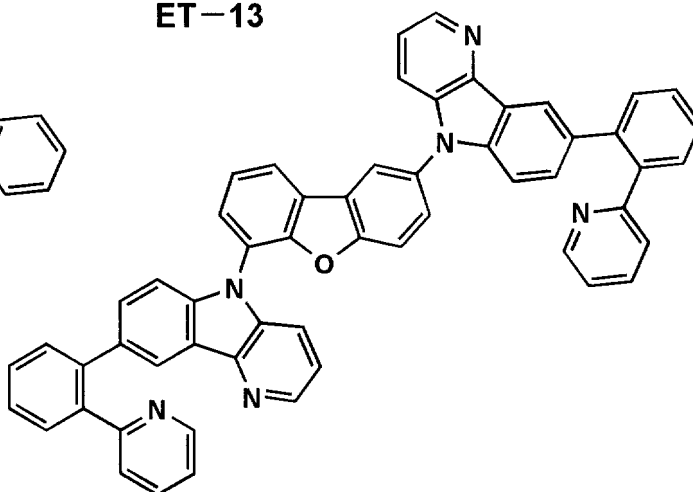
【 0 1 9 4】

【化 4 6】

ET-12

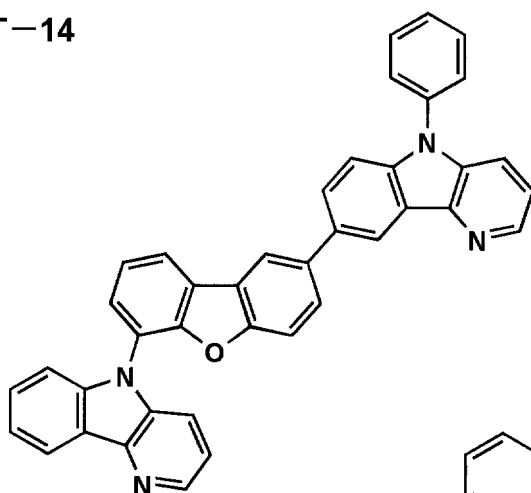


ET-13

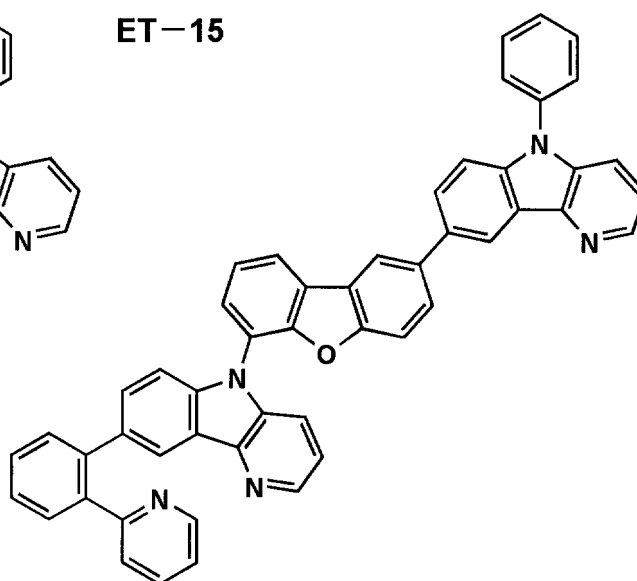


10

ET-14



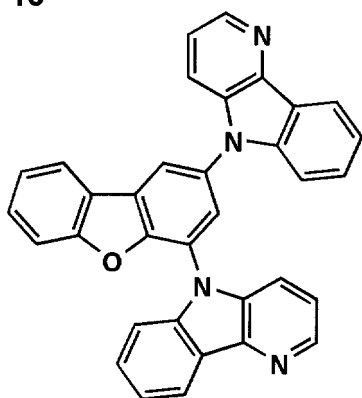
ET-15



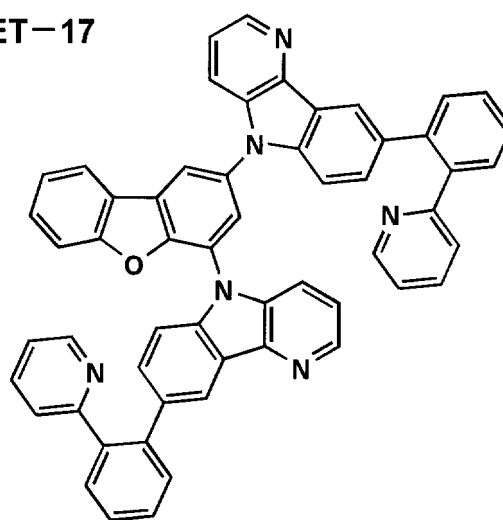
20

30

ET-16



ET-17

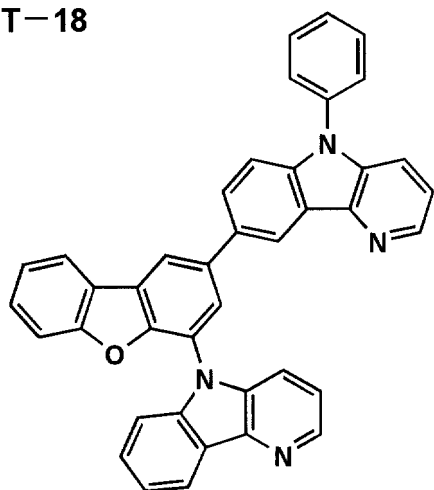


40

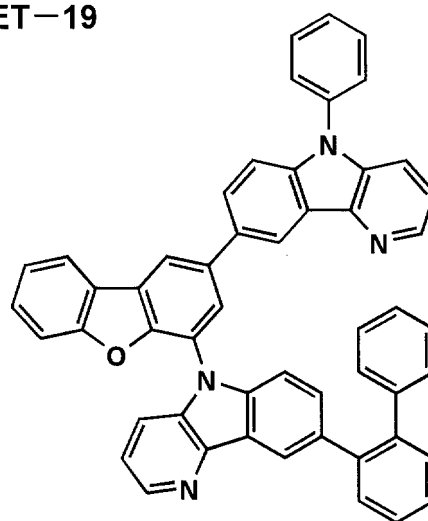
【 0 1 9 5】

【化 4 7】

ET-18

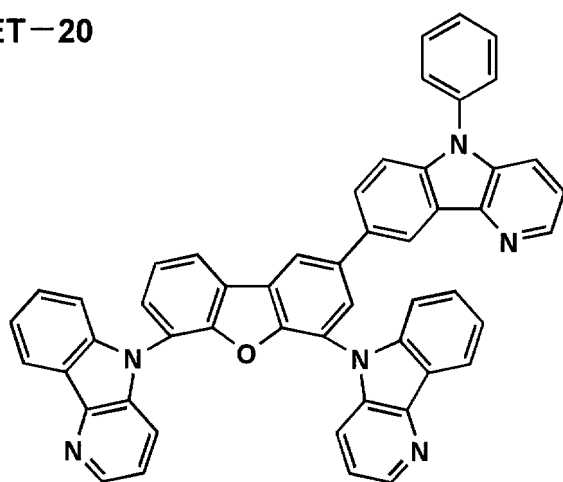


ET-19

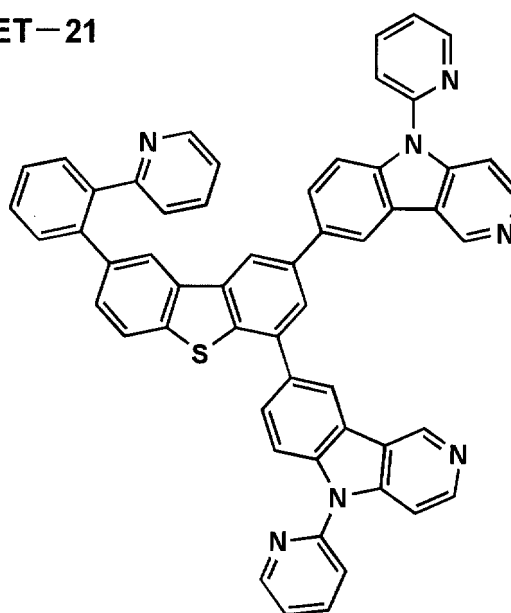


10

ET-20



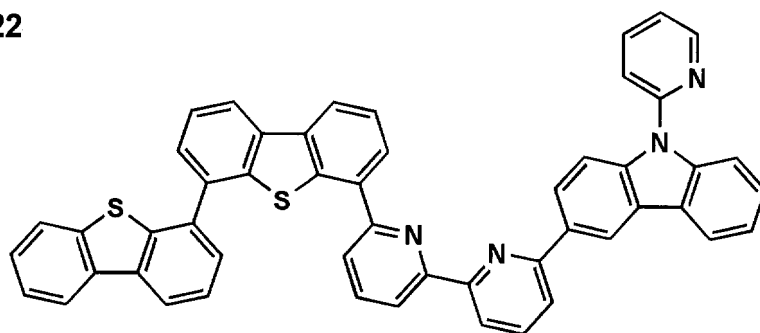
ET-21



20

30

ET-22

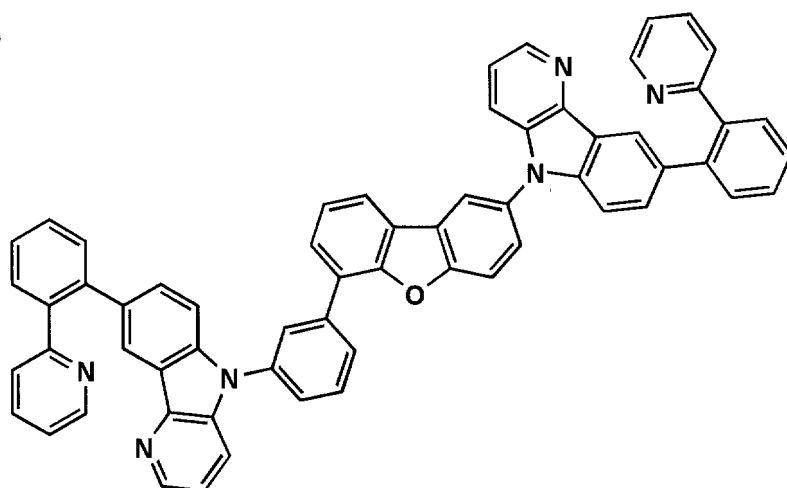


40

【 0 1 9 6】

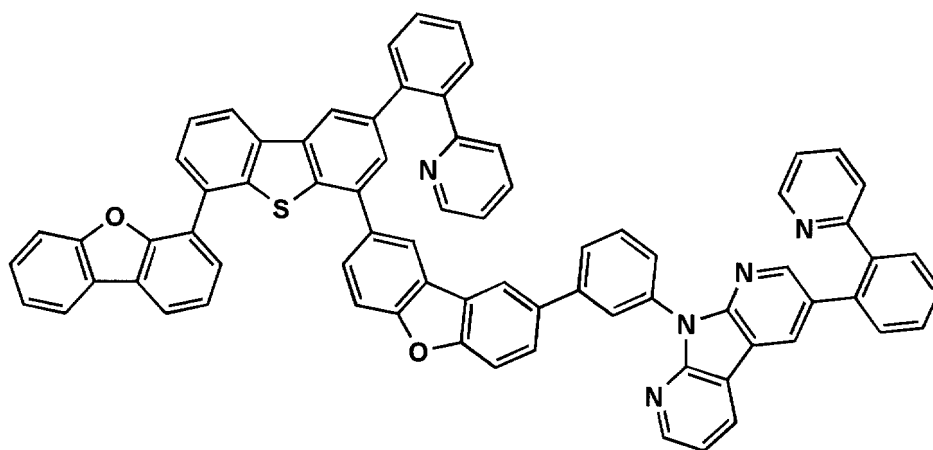
【化 4 8】

ET-23



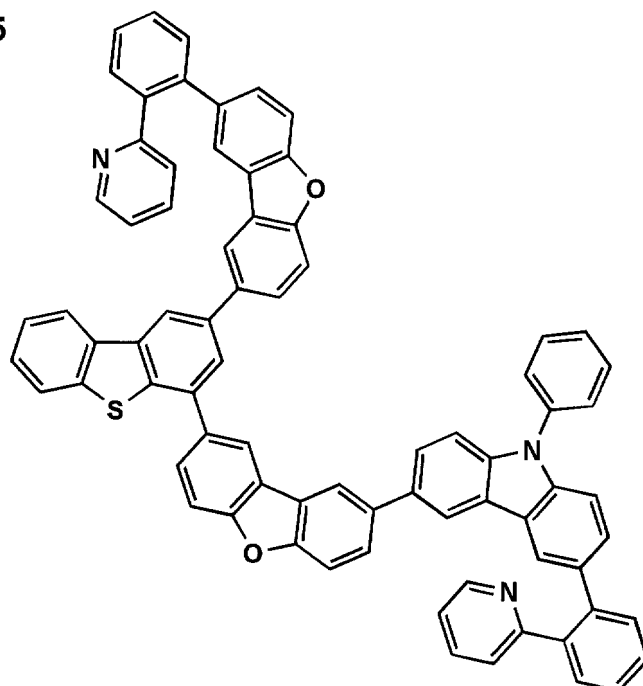
10

ET-24



20

ET-25



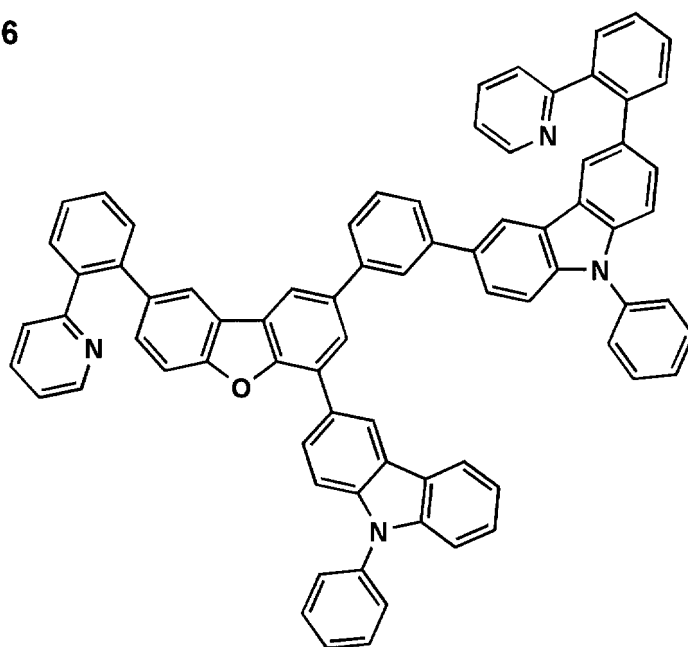
30

40

【 0 1 9 7】

【化 4 9】

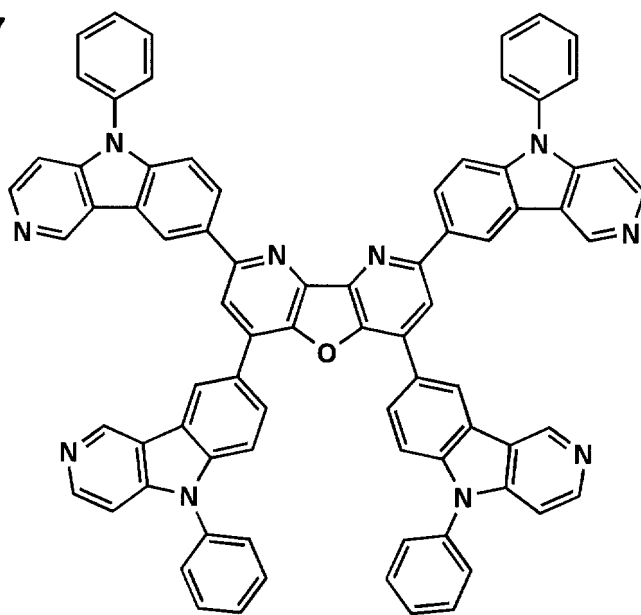
ET-26



10

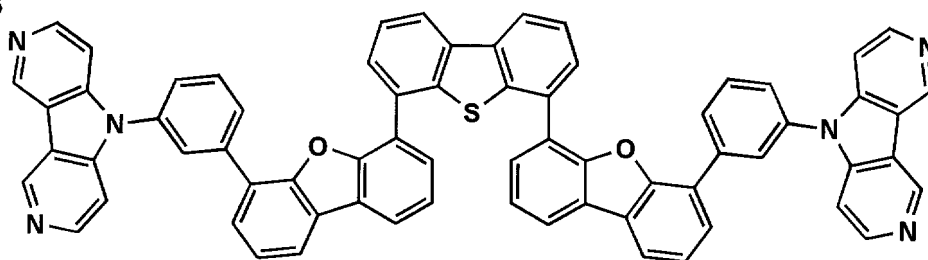
20

ET-27



30

ET-28

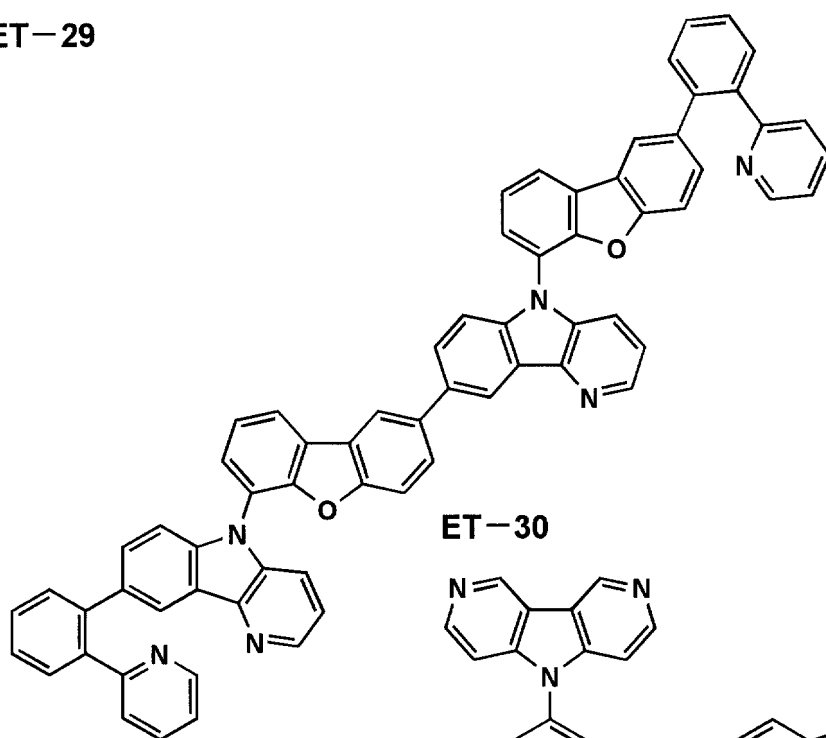


40

【 0 1 9 8 】

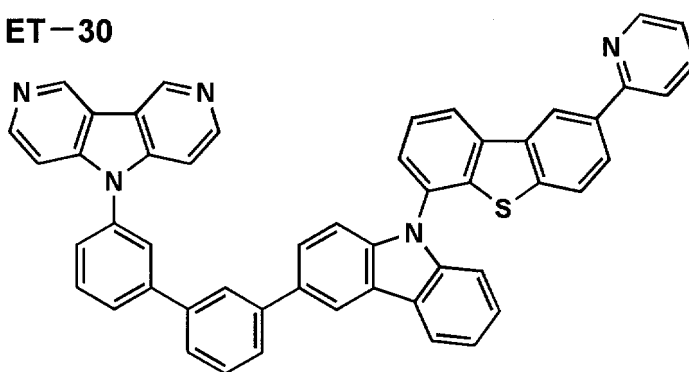
【化 5 0】

ET-29



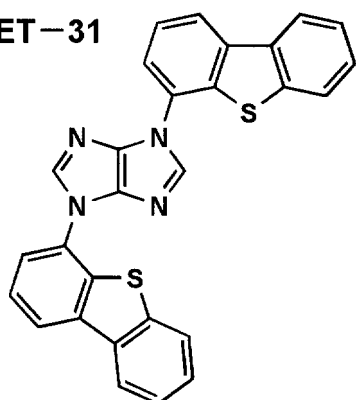
10

ET-30

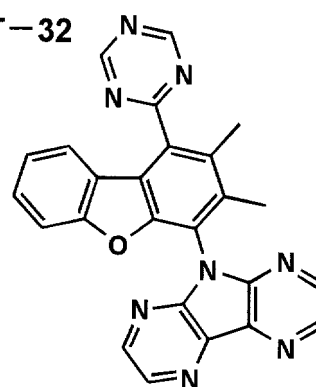


20

ET-31

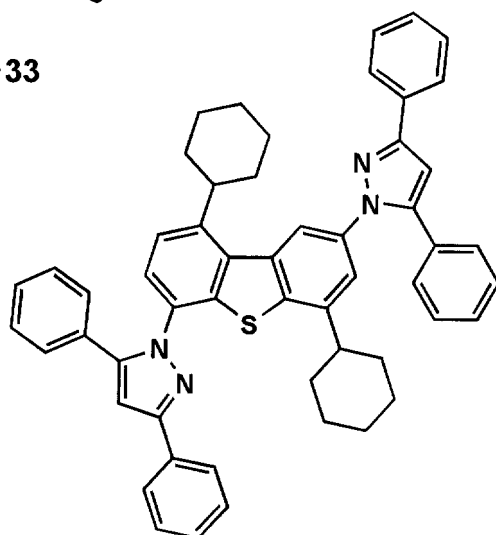


ET-32



30

ET-33

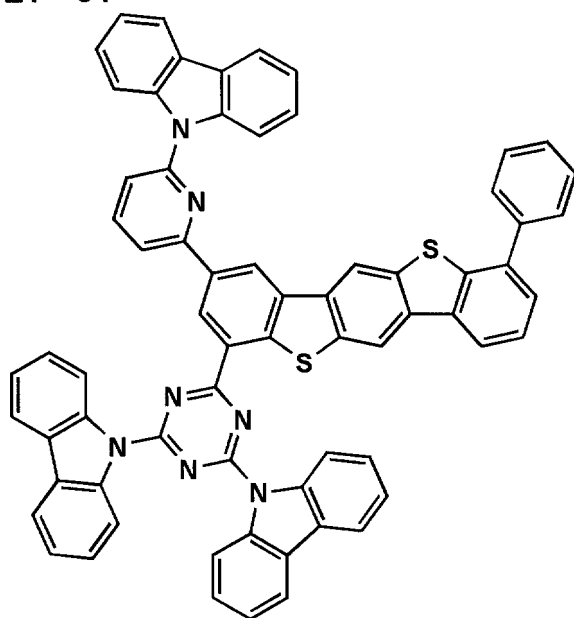


40

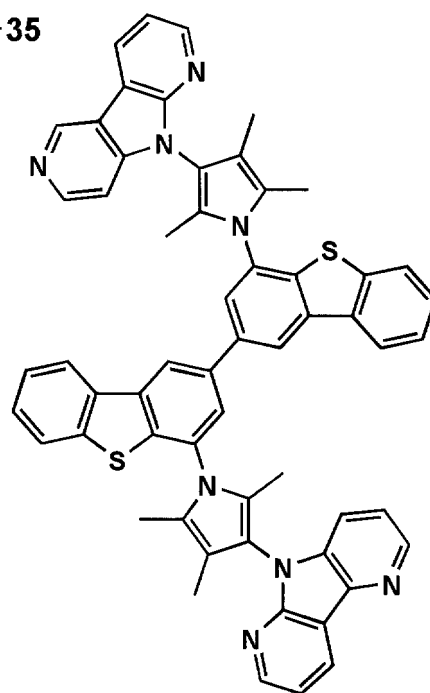
【 0 1 9 9 】

【化 5 1】

ET-34



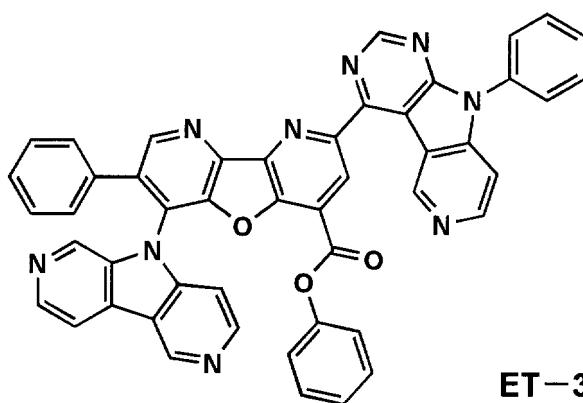
ET-35



10

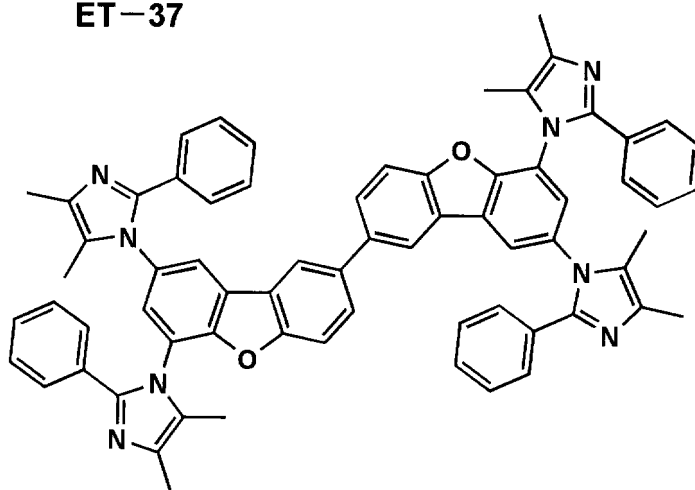
20

ET-36



30

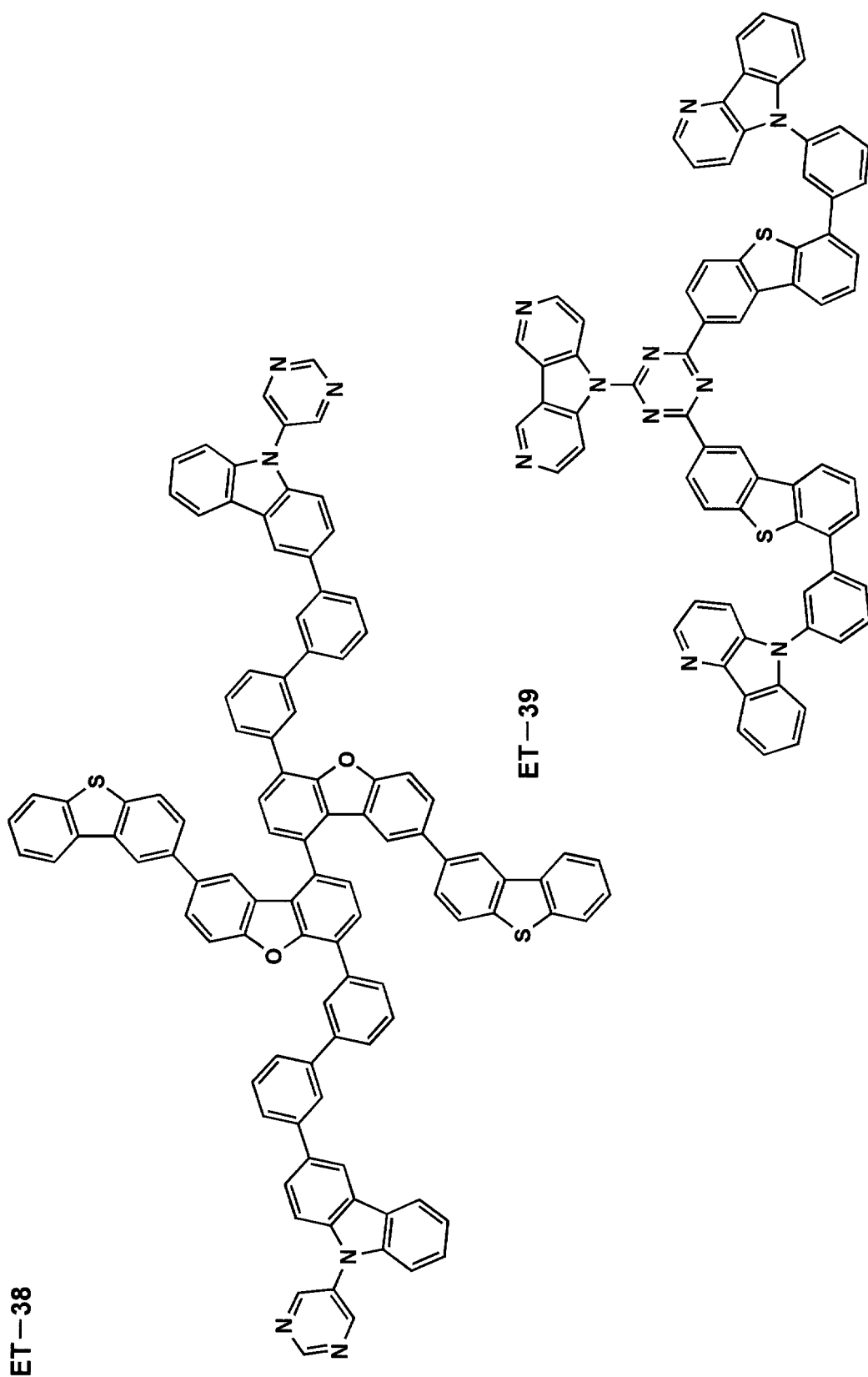
ET-37



40

【 0 2 0 0 】

【化 5 2】



10

20

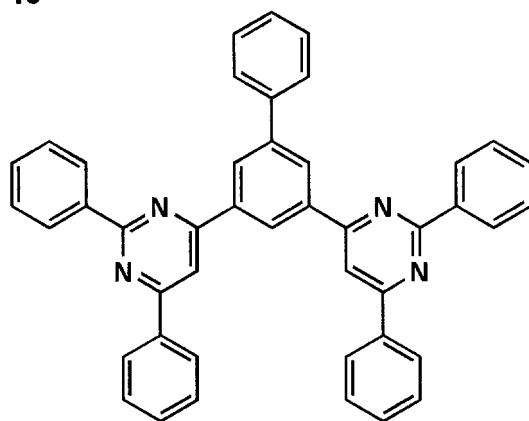
30

40

【 0 2 0 1】

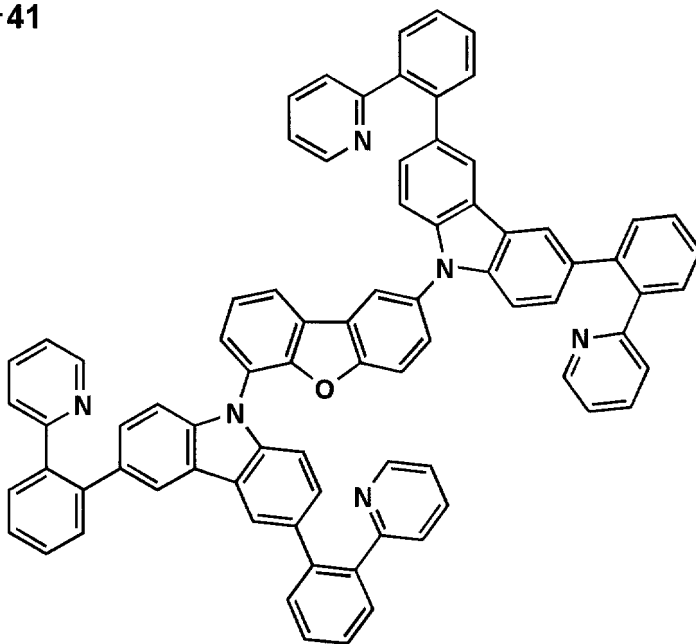
【化 5 3】

ET-40



10

ET-41



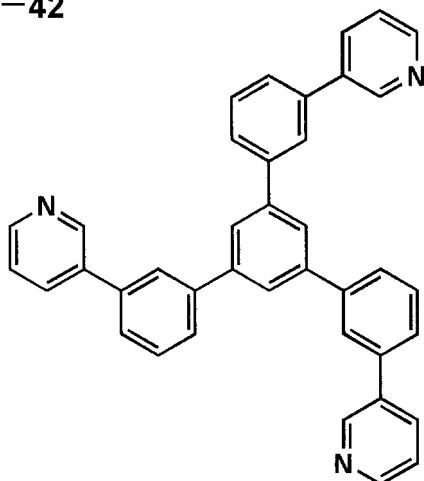
20

30

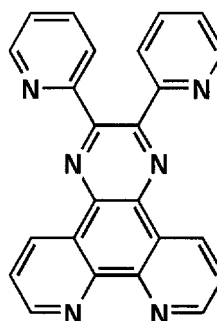
【 0 2 0 2 】

【化 5 4】

ET-42



ET-43



10

【0203】

《陰極》

一方、陰極としては仕事関数の小さい（4 e V以下）金属（電子注入性金属と称する）、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム－カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム／銅混合物、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、インジウム、リチウム／アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。

20

【0204】

これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えば、マグネシウム／銀混合物、マグネシウム／アルミニウム混合物、マグネシウム／インジウム混合物、アルミニウム／酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）混合物、リチウム／アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。

30

【0205】

陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm～5 μ m、好ましくは50 nm～200 nmの範囲で選ばれる。尚、発光した光を透過させるため、有機EL素子の陽極または陰極のいずれか一方が透明または半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

【0206】

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

40

【0207】

《注入層：電子注入層（陰極バッファ層）、正孔注入層》

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

【0208】

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日エヌ・ティー・エス

50

社発行)」の第2編第2章「電極材料」（123頁～166頁）に詳細に記載されており、正孔注入層（陽極バッファ層）と電子注入層（陰極バッファ層）とがある。

【0209】

陽極バッファ層（正孔注入層）は、特開平9-45479号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、ヘキサアザトリフェニレン誘導体バッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【0210】

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

【0211】

《阻止層：正孔阻止層、電子阻止層》

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

【0212】

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

【0213】

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

【0214】

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

【0215】

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

【0216】

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

【0217】

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

【0218】

(1) 米国 Gaussian 社製の分子軌道計算用ソフトウェアである Gaussian 98 (Gaussian 98, Revision A. 11. 4, M. J. Frisch, et al, Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, 2002.) を用い、キーワードとして B3LYP/6-31G* を用いて構造最適化を行うことにより算出した値 (eV 単位換算値) として求めることができる。この計算値が有効な背景には、この手法で求めた計算値と実験値の相関が高いためである。

【0219】

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

10

【0220】

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

【0221】

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

【0222】

《正孔輸送層》

20

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

【0223】

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

30

【0224】

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

【0225】

芳香族第 3 級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノフェニル; N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン(TPD); 2, 2-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N', N'-テトラ-*p*-トリル-4, 4'-ジアミノビフェニル; 1, 1-ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジ-*p*-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N'-ジフェニル-N, N'-ジ(4-メトキシフェニル)-4, 4'-ジアミノビフェニル; N, N, N', N'-テトラフェニル-4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル; 4, 4'-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N, N, N-トリ(*p*-トリル)アミン; 4-(ジ-*p*-トリルアミノ)-4'-[4-(ジ-*p*-トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4-N, N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン; 3-メトキシ-4'-N, N-ジフェニルアミノスチルベンゼン; N-フェニルカル

40

50

パズール、更には米国特許第 5, 0 6 1, 5 6 9 号明細書に記載されている 2 個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4, 4'-ビス〔N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ〕ビフェニル(NPD)、特開平 4-3 0 8 6 8 8 号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが 3 つスターバースト型に連結された 4, 4', 4"-トリス〔N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン(MTDA TA)等が挙げられる。

【0 2 2 6】

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

【0 2 2 7】

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

【0 2 2 8】

また、特開平 1 1-2 5 1 0 6 7 号公報、J. Huang et. al. 著文献(Applied Physics Letters 80(2002), p. 139)に記載されているような、所謂 p 型正孔輸送材料を用いることもできる。本発明においては、より高効率の発光素子が得られることからこれらの材料を用いることが好ましい。

【0 2 2 9】

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

【0 2 3 0】

正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は 5 nm~5 μm 程度、好ましくは 5 nm~200 nm である。この正孔輸送層は上記材料の一種または 2 種以上からなる一層構造であってもよい。

【0 2 3 1】

また、不純物をドーブした p 性の高い正孔輸送層を用いることもできる。その例としては、特開平 4-2 9 7 0 7 6 号公報、特開 2 0 0 0-1 9 6 1 4 0 号公報、同 2 0 0 1-1 0 2 1 7 5 号公報の各公報、J. Appl. Phys., 95, 5773(2004)等に記載されたものが挙げられる。

【0 2 3 2】

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

【0 2 3 3】

《陽極》

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

【0 2 3 4】

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

【0 2 3 5】

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

10

20

30

40

50

範囲であり、好ましくは10nm～200nmの範囲で選ばれる。

【0236】

《支持基板》

本発明の有機EL素子に用いることのできる支持基板（以下、基体、基板、基材、支持体等とも言う）としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また透明であっても不透明であってもよい。支持基板側から光を取り出す場合には、支持基板は透明であることが好ましい。好ましく用いられる透明な支持基板としては、ガラス、石英、透明樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい支持基板は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0237】

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

【0238】

樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよく、JIS K 7129-1992に準拠した方法で測定された水蒸気透過度（25±0.5℃、相対湿度（90±2）%RH）が0.01g/（m²・24h）以下のバリア性フィルムであることが好ましく、更には、JIS K 7126-1987に準拠した方法で測定された酸素透過度が、10⁻³cm³/（m²・24h・atm）以下、水蒸気透過度が10⁻³g/（m²・24h）以下の高バリア性フィルムであることが好ましく、前記の水蒸気透過度が10⁻⁵g/（m²・24h）以下であることが更に好ましい。

【0239】

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

【0240】

バリア膜の形成方法については特に限定はなく、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、コーティング法等を用いることができるが、特開2004-68143号公報に記載されているような大気圧プラズマ重合法によるものが特に好ましい。

【0241】

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

【0242】

《有機EL素子の製造方法》

有機EL素子の製造方法の一例として、陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／正孔

10

20

30

40

50

阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層（電子注入層）／陰極からなる素子の製造方法について説明する。

【0243】

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

【0244】

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

【0245】

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

10

【0246】

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

【0247】

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

20

【0248】

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

【0249】

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

30

【0250】

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

【0251】

このようにして得られた多色の表示装置に、直流電圧を印加する場合には陽極を＋、陰極を－の極性として電圧2 V～40 V程度を印加すると発光が観測できる。また交流電圧を印加してもよい。尚、印加する交流の波形は任意でよい。

【0252】

本発明の有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫して正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、途中で取り出して異なる成膜法を施しても構わない。その際、作業を乾燥不活性ガス雰囲気下で行うことが好ましい。

40

【0253】

《封止》

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

【0254】

封止部材としては、有機EL素子の表示領域を覆うように配置されておればよく、凹板状でも平板状でもよく、凹板状のガラスカバーと平板状の封止用基板の間に有機EL素子を挟んで覆っても良い。また透明性、電気絶縁性は特に問わない。

【0255】

50

具体的には、ガラス板、ポリマー板・フィルム、金属板・フィルム等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等を挙げることができる。

【0256】

また、ポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

【0257】

金属板としては、ステンレス、鉄、銅、アルミニウム、マグネシウム、ニッケル、亜鉛、クロム、チタン、モリブデン、シリコン、ゲルマニウム及びタンタルからなる群から選ばれ一種以上の金属または合金からなるものが挙げられる。

10

【0258】

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

【0259】

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

20

【0260】

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

【0261】

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

30

【0262】

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

【0263】

また、有機層を挟み支持基板と対向する側の電極の外側に該電極と有機層を被覆し、支持基板と接する形で無機物、有機物の層を形成し封止膜とすることも好適にできる。この場合、該膜を形成する材料としては、水分や酸素等素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等を用いることができる。更に該膜の脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層の積層構造を持たせることが好ましい。これらの膜の形成方法については、特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エビタキシ法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、コーティング法等を用いることができる。

40

【0264】

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

50

もできる。

【0265】

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

【0266】

《保護膜、保護板》

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

【0267】

《光取り出し》

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

【0268】

この光の取り出しの効率を向上させる手法としては、例えば、透明基板表面に凹凸を形成し、透明基板と空気界面での全反射を防ぐ方法（米国特許第4,774,435号明細書）、基板に集光性を持たせることにより効率を向上させる方法（特開昭63-314795号公報）、素子の側面等に反射面を形成する方法（特開平1-220394号公報）、基板と発光体の間に中間の屈折率を持つ平坦層を導入し、反射防止膜を形成する方法（特開昭62-172691号公報）、基板と発光体の間に基板よりも低屈折率を持つ平坦層を導入する方法（特開2001-202827号公報）、基板、透明電極層や発光層のいずれかの層間（含む、基板と外界間）に回折格子を形成する方法（特開平11-283751号公報）等がある。

【0269】

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

【0270】

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

【0271】

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

【0272】

低屈折率層としては、例えば、エアロゲル、多孔質シリカ、フッ化マグネシウム、フッ素系ポリマー等が挙げられる。透明基板の屈折率は一般に1.5～1.7程度であるので

10

20

30

40

50

、低屈折率層は屈折率がおよそ 1.5 以下であることが好ましい。また、更に 1.35 以下であることが好ましい。

【0273】

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

【0274】

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

【0275】

導入する回折格子は、二次元的な周期屈折率を持っていることが望ましい。これは発光層で発光する光はあらゆる方向にランダムに発生するので、ある方向にのみ周期的な屈折率分布を持っている一般的な 1 次元回折格子では、特定の方向に進む光しか回折されず、光の取り出し効率がさほど上がらない。しかしながら、屈折率分布を二次元的な分布にすることにより、あらゆる方向に進む光が回折され、光の取り出し効率が上がる。

【0276】

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

【0277】

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

【0278】

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

【0279】

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

【0280】

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

【0281】

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

【0282】

《集光シート》

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

【0283】

マイクロレンズアレイの例としては、基板の光取り出し側に一辺が 30 μm でその頂角が 90 度となるような四角錐を 2 次元に配列する。一辺は 10 μm ~ 100 μm が好ましい。これより小さくなると回折の効果が発生して色付く、大きすぎると厚みが厚くなり好ましくない。

【0284】

集光シートとしては、例えば、液晶表示装置のLEDバックライトで実用化されているものを用いることが可能である。このようなシートとして、例えば、住友スリーエム社製輝度上昇フィルム（BEF）等を用いることができる。プリズムシートの形状としては、例えば、基材に頂角90度、ピッチ50 μm の△状のストライプが形成されたものであってもよいし、頂角が丸みを帯びた形状、ピッチをランダムに変化させた形状、その他の形状であってもよい。

【0285】

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

【0286】

《用途》

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

【0287】

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

【0288】

本発明の有機EL素子や本発明に係る化合物の発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」（日本色彩学会編、東京大学出版会、1985）の108頁の図4. 16において、分光放射輝度計CS-1000（コニカミノルタセンシング社製）で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

【0289】

また、本発明の有機EL素子が白色素子の場合には、白色とは、2度視野角正面輝度を上記方法により測定した際に、1000 cd/m^2 でのCIE1931表色系における色度が $X=0.33\pm0.07$ 、 $Y=0.33\pm0.1$ の領域内にあることを言う。

【0290】

《表示装置》

本発明の表示装置について説明する。本発明の表示装置は、本発明の有機EL素子を具備したものである。

【0291】

本発明の表示装置は単色でも多色でもよいが、ここでは多色表示装置について説明する。多色表示装置の場合は発光層形成時のみシャドーマスクを設け、一面に蒸着法、キャスト法、スピンコート法、インクジェット法、印刷法等で膜を形成できる。

【0292】

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

【0293】

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

【0294】

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

【0295】

得られた多色表示装置に直流電圧を印加する場合には、陽極を＋、陰極を－の極性とし

10

20

30

40

50

て電圧 2 V ～ 4 0 V 程度を印加すると発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。更に交流電圧を印加する場合には、陽極が＋、陰極が－の状態になったときのみ発光する。尚、印加する交流の波形は任意でよい。

【0296】

多色表示装置は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として用いることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の 3 種の有機 EL 素子を用いることによりフルカラーの表示が可能となる。

【0297】

表示デバイス、ディスプレイとしては、テレビ、パソコン、モバイル機器、AV 機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合は単純マトリクス（パッシブマトリクス）方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。

【0298】

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

【0299】

以下、本発明の有機 EL 素子を有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

【0300】

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

【0301】

ディスプレイ 1 は複数の画素を有する表示部 A、画像情報に基づいて表示部 A の画像走査を行う制御部 B 等からなる。

【0302】

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

【0303】

図 2 は表示部 A の模式図である。

【0304】

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

【0305】

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

【0306】

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

【0307】

画素 3 は走査線 5 から走査信号が印加されると、データ線 6 から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素を適宜同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【0308】

次に、画素の発光プロセスを説明する。図 3 は画素の模式図である。

【0309】

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

【0310】

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

【0311】

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

【0312】

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

【0313】

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

【0314】

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

【0315】

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

【0316】

図4はパッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図4において、複数の走査線25と複数の画像データ線26が画素23を挟んで対向して格子状に設けられている。

【0317】

順次走査により走査線25の走査信号が印加されたとき、印加された走査線25に接続している画素23が画像データ信号に応じて発光する。

【0318】

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

【0319】

《照明装置》

10

20

30

40

50

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

【0320】

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

【0321】

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

10

【0322】

動画再生用の表示装置として使用する場合は、単純マトリクス（パッシブマトリクス）方式でもアクティブマトリクス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機EL素子を2種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

【0323】

また、本発明の有機EL材料は照明装置として、実質白色の発光を生じる有機EL素子に適用できる。複数の発光材料により複数の発光色を同時に発光させて混色により白色発光を得る。複数の発光色の組み合わせとしては、青色、緑色、青色の3原色の3つの発光極大波長を含有させたものでもよいし、青色と黄色、青緑と橙色等の補色の関係を利用した2つの発光極大波長を含有したものでもよい。

20

【0324】

また複数の発光色を得るための発光材料の組み合わせは、複数のリン光または蛍光で発光する材料を複数組み合わせたもの、蛍光またはリン光で発光する発光材料と、発光材料からの光を励起光として発光する色素材料との組み合わせたもののいずれでもよいが、本発明に係る白色有機EL素子においては、発光ドーパントを複数組み合わせ混合するだけでよい。

【0325】

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

30

【0326】

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

【0327】

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

40

【0328】

《本発明の照明装置の一態様》

本発明の有機EL素子を具備した、本発明の照明装置の一態様について説明する。

【0329】

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

【0330】

50

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

【0331】

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

【0332】

本発明の有機ルミネッセンス素子の外部取り出し量子効率、発光寿命および黒点は以下の方法で測定することができる。

10

【0333】

（外部取り出し量子効率の測定方法）

有機EL素子を室温（約23～25℃）、2.5mA/cm²の定電流条件下による点灯を行い、点灯開始直後の発光輝度（L）[cd/m²]をCS-1000（コニカミノルタセンシング製）を用いて測定することにより、外部取り出し量子効率（η）を算出する。

【0334】

（発光寿命の測定方法）

有機EL素子を室温下、2.5mA/cm²の定電流条件下による連続点灯を行い、初期輝度の半分の輝度になるのに要する時間（τ_{1/2}）を測定する。

20

【0335】

（黒点）

初期輝度の半分の輝度となるまで連続点灯を行った有機EL素子を、マイクロスコープ（株式会社モリテックス製MS-804、レンズMP-ZE25-200）で撮影する。撮影画像を目視で観察し黒点（ダークスポット）の状況を調べる。発光面を100分割し、黒点の発生した数から黒点の発生割合を算出する。

【実施例】

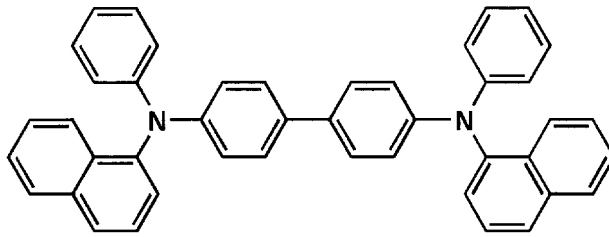
【0336】

以下、実施例により本発明を詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されない。なお、実施例において「%」の表示を用いるが、特に断りがない限り「質量%」を表す。また、実施例において用いられる化合物の構造を下記に示す。

30

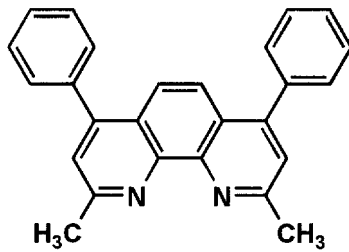
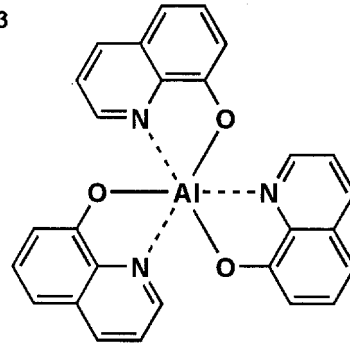
【0337】

【化 5 5】

 α -NPD

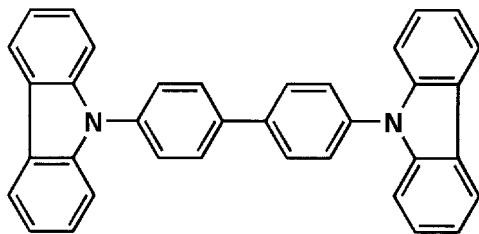
10

BCP

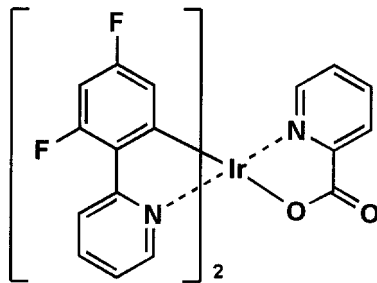
Alq₃

20

CBP



C-9



30

【0338】

実施例 1

《有機 EL 素子 1-1 の作製》

陽極として 100 mm × 100 mm × 1.1 mm のガラス上に ITO を 150 nm 成膜した基板 (NH テクノグラス社製: NA-45) にパターニングを行って作製した透明支持基板を i s o - プロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UV オゾン洗浄を 5 分間行った。この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方 5 つのタンタル製抵抗加熱ポートに α -NPD、CBP、Ir-12 (C-9)、BCP、Alq₃ (ET-7) をそれぞれ入れ、真空蒸着装置 (第 1 真空槽) に取り付けた。

50

【0339】

さらに、タンタル製抵抗加熱ボートにフッ化リチウムを、タングステン製抵抗加熱ボートにアルミニウムをそれぞれ入れ、真空蒸着装置の第2真空槽に取り付けた。

【0340】

まず、第1の真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、 α -NPDの入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \sim 0.2$ nm/秒で透明支持基板に膜厚 20 nmの厚さになるように蒸着し、正孔注入／輸送層を設けた。

【0341】

さらに、CBPの入った前記加熱ボートとC-9の入ったボートをそれぞれ独立に通電して、発光ホストであるCBPと発光ドーパントであるC-9の蒸着速度が $100:6$ になるように調節し、膜厚 30 nmの厚さになるように蒸着し、発光層を設けた。

10

【0342】

次いで、BCPの入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \sim 0.2$ nm/秒で厚さ 10 nmの正孔阻止層を設けた。さらにAlq₃の入った前記加熱ボートに通電して加熱し、蒸着速度 $0.1 \sim 0.2$ nm/秒で膜厚 20 nmの電子輸送層を設けた。

【0343】

次に、電子輸送層まで成膜した素子を真空のまま第2真空槽に移した後、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクが配置されるように装置外部からリモートコントロールして設置した。

20

【0344】

第2真空槽を 2×10^{-4} Paまで減圧した後、フッ化リチウム入りのボートに通電して蒸着速度 $0.01 \sim 0.02$ nm/秒で膜厚 0.5 nmの陰極バッファ層を設け、次いでアルミニウムの入ったボートに通電して、蒸着速度 $1 \sim 2$ nm/秒で膜厚 150 nmの陰極をつけ、有機EL素子1-1を作製した。

【0345】

《有機EL素子1-2～1-11の作製》

有機EL素子1-1の作製において、表1に記載のように発光ドーパントを変更した以外は同様にして、有機EL素子1-2～1-11を作製した。

30

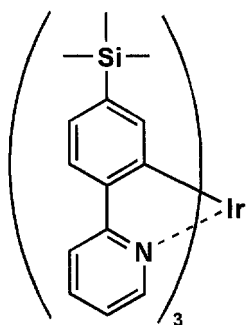
【0346】

表1の比較化合物1を以下に示す。

【0347】

【化56】

比較化合物1



40

【0348】

《有機EL素子の評価》

得られた有機EL素子1-1～1-11を評価するに際しては、厚み $300 \mu\text{m}$ のガラス板を封止用基板として用い、作製後の各有機EL素子の非発光面をガラスカバーで覆っ

50

て、周囲にシール材として、エポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成社製ラックストラック LC0629B）を適用し、これを上記陰極上に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して、硬化させて、封止して、図5、図6に示すような照明装置を形成して評価した。

【0349】

図5は照明装置の概略図を示し、有機EL素子は封止用基板101とガラスカバー102で覆われている（なお、ガラスカバーでの封止作業は、有機EL素子101を大気に接触させることなく窒素雰囲気下のグローブボックス（純度99.999%以上の高純度窒素ガスの雰囲気下）で行った）。図6は照明装置の断面図を示し、図6において、105は陰極、106は有機EL層、107は透明電極付きガラス基板を示す。なお、封止用基板101、ガラスカバー102内には窒素ガス108が充填され、捕水剤109が設けられている。

10

【0350】

（外部取り出し量子効率）

有機EL素子を室温（約23～25℃）、 2.5 mA/cm^2 の定電流条件下による点灯を行い、点灯開始直後の発光輝度（L） $[\text{cd/m}^2]$ を測定することにより、外部取り出し量子効率（ η ）を算出した。ここで、発光輝度の測定はCS-1000（コニカミノルタセンシング製）を用いた。外部取り出し量子効率は有機EL素子1-1を100とする相対値で表した。

【0351】

（発光寿命）

有機EL素子を室温下、 2.5 mA/cm^2 の定電流条件下による連続点灯を行い、初期輝度の半分の輝度になるのに要する時間（ $\tau_{1/2}$ ）を測定した。発光寿命は有機EL素子1-1を100と設定する相対値で表した。

20

【0352】

（黒点）

初期輝度の半分の輝度となるまで連続点灯を行った有機EL素子を、マイクロスコープ（株式会社モリテックス製MS-804、レンズMP-ZE25-200）で撮影した。撮影画像を目視で観察し黒点（ダークスポット）の状況を調べた。発光面を100分割し、黒点の発生した数から黒点の発生割合を算出し、下記基準で評価した。

30

【0353】

◎：黒点発生率0%（黒点が全く発生しない）

○：黒点発生率1%以上5%未満

△：黒点発生率5%以上10%未満

×：黒点発生率10%以上

得られた結果を表1に示す。

【0354】

評価結果を表1に示す。

【0355】

【表 1】

有機EL素子 No.	発光 ドーパント	外部取り出し 量子効率	発光寿命	黒点	備 考
1-1	C-9	100	100	△	比較例
1-2	比較化合物 1	72	23	×	比較例
1-3	D-1	183	129	○	本発明
1-4	D-4	231	190	◎	本発明
1-5	D-10	210	212	◎	本発明
1-6	D-12	191	172	○	本発明
1-7	D-17	185	150	○	本発明
1-8	D-23	151	182	○	本発明
1-9	D-32	161	198	○	本発明
1-10	D-35	182	219	○	本発明
1-11	D-43	121	168	○	本発明

10

【0356】

20

表 1 から、本発明に係る金属錯体を用いて作製した有機 EL 素子は、比較例の有機 EL 素子に比べ、高い発光効率と発光寿命の長寿命化が達成できるだけでなく、ダークスポットの生成も抑制されることが明らかである。

【0357】

実施例 2

《有機 EL 素子 2-1 の作製》

25mm×25mm×0.5mmのガラス支持基板上に直流電源を用い、スパッタ法にてインジウム錫酸化物（ITO、インジウム／錫＝95／5モル比）の陽極を形成した（厚み200nm）。この陽極の表面抵抗は10Ω／□であった。これにポリビニルカルバゾール（正孔輸送性バインダーポリマー）／C-9（発光ドーパント；青発光性オルトメタル化錯体）／2-（4-ビフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール（電子輸送材）＝200／2／50質量比を溶解したジクロロエタン溶液をスピンコーターで塗布し、100nmの発光層を得た。この有機化合物層の上にパターンニングしたマスク（発光面積が5mm×5mmとなるマスク）を設置し、蒸着装置内で陰極バッファ層としてフッ化リチウム0.5nm及び陰極としてアルミニウム150nmを蒸着して陰極を設けて、青色発光の有機 EL 素子 2-1 を作製した。

30

【0358】

《有機 EL 素子 2-2～2-8 の作製》

有機 EL 素子 2-1 の作製において、表 2 に記載のように発光ドーパントを変更した以外は同様にして、有機 EL 素子 2-2～2-8 を作製した。

40

【0359】

《有機 EL 素子の評価》

得られた有機 EL 素子 2-1～2-8 を評価するに際しては、作製後の各有機 EL 素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚み300μmのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材として、エポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成社製ラックストラック LC0629B）を適用し、これを上記陰極上に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して、硬化させて、封止して、図5、図6に示すような照明装置を形成して評価した。

【0360】

次いで、下記のようにして発光輝度及び発光効率を測定した。

50

【0361】

(発光輝度、発光効率)

東洋テクニカ製ソースメジャーユニット2400型を用いて、直流電圧を有機EL素子に印加して発光させ、10Vの直流電圧を印加した時の発光輝度(cd/m^2)と2.5mA/ cm^2 の電流を通じた時の発光効率(lm/W)を測定した。得られた結果を表2に示す。有機EL素子2-1を100とする相対値で表した。

【0362】

(発光寿命)

発光寿命は実施例1と同様に測定し、有機EL素子2-1を100と設定する相対値で表した。

【0363】

(黒点)

黒点は実施例1と同様に評価した。

【0364】

評価結果を表2に示す。

【0365】

【表2】

有機EL素子 No.	発光 ドーパント	発光輝度(cd/m^2) 相対値	発光効率(lm/W) 相対値	発光寿命	黒点	備 考
2-1	C-9	100	100	100	△	比較例
2-2	比較化合物1	54	48	16	×	比較例
2-3	D-1	180	162	118	○	本発明
2-4	D-7	232	221	310	◎	本発明
2-5	D-19	195	201	226	○	本発明
2-6	D-25	182	170	292	○	本発明
2-7	D-40	160	171	321	◎	本発明
2-8	D-41	170	172	131	○	本発明

【0366】

表2から、本発明に係る金属錯体を用いて作製した有機EL素子は、比較例の有機EL素子に比べ、高い発光効率と発光寿命の長寿命化が達成できるだけでなく、黒点の生成も抑制されることが明らかである。

【0367】

実施例3

《フルカラー表示装置の作製》

(青色発光素子の作製)

実施例1の有機EL素子1-4を青色発光素子として用いた。

【0368】

(緑色発光素子の作製)

実施例1の有機EL素子1-1において、C-9を下記のC-1に変更した以外は同様にして、緑色発光素子を作製し、これを緑色発光素子として用いた。

【0369】

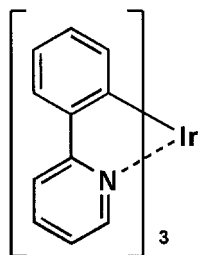
(赤色発光素子の作製)

実施例1の有機EL素子1-1において、C-9を下記のC-6に変更した以外は同様にして、赤色発光素子を作製し、これを赤色発光素子として用いた。

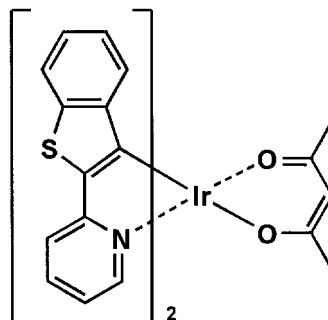
【0370】

【化 5 7】

C-1



C-6



10

【0371】

上記で作製した赤色、緑色、青色発光有機EL素子を同一基板上に並置し、図1に記載のような形態を有するアクティブマトリクス方式フルカラー表示装置を作製した。図2には、作製した前記表示装置の表示部Aの模式図のみを示した。即ち、同一基板上に複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部と並置した複数の画素3（発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素等）とを有し、配線部の走査線5及び複数のデータ線6はそれぞれ導電材料からなり、走査線5とデータ線6は格子状に直交して、直交する位置で画素3に接続している（詳細は図示せず）。前記複数画素3は、それぞれの発光色に対応した有機EL素子、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタと駆動トランジスタそれぞれが設けられたアクティブマトリクス方式で駆動されており、走査線5から走査信号が印加されるとデータ線6から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。このように赤、緑、青の画素を適宜、並置することによって、フルカラー表示装置を作製した。

20

【0372】

このフルカラー表示装置は駆動することにより、輝度が高く、高耐久性を有し、かつ鮮明なフルカラー動画表示が得られることが分かった。更に青色発光素子の発光ドーパントとして用いたD-4の代わりに、例示（D-1～D-50）の他の化合物に置き換えても同様の効果得られることが分かった。

30

【0373】

実施例4

《白色発光素子及び白色照明装置の作製-1》

実施例1の透明電極基板の電極を20mm×20mmにパターニングし、その上に実施例1と同様に正孔注入／輸送層としてα-NPDを25nmの厚さで成膜し、さらにCBPの入った前記加熱ポートと例示化合物（D-4）の入ったポート及びC-6の入ったポートをそれぞれ独立に通電して、発光ホストであるCBPと発光ドーパントである例示化合物（D-4）及びC-6の蒸着速度が100：5：0.6になるように調節し、膜厚30nmの厚さになるように蒸着し、発光層を設けた。

40

【0374】

次いで、BCPを10nm成膜して正孔阻止層を設けた。さらに、Alq₃を40nmで成膜し電子輸送層を設けた。

【0375】

次に、実施例1と同様に電子注入層の上にステンレス鋼製の透明電極とほぼ同じ形状の正方形穴あきマスクを設置し、陰極バッファ層としてフッ化リチウム0.5nm及び陰極としてアルミニウム150nmを蒸着成膜した。

50

【0376】

この素子を実施例1と同様な方法及び同様な構造の封止缶を具備させ、図5、図6に示すような平面ランプを作製した。この平面ランプに通電したところほぼ白色の光が得られ、照明装置として使用できることが分かった。更に例示(D-1～D-50)の他の化合物に置き換えても同様の効果得られることが分かった。

【符号の説明】

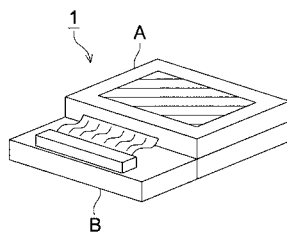
【0377】

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

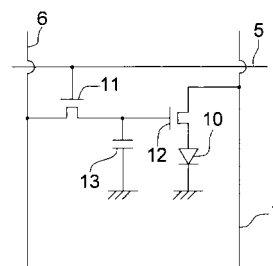
10

20

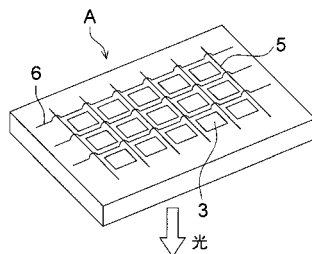
【図1】



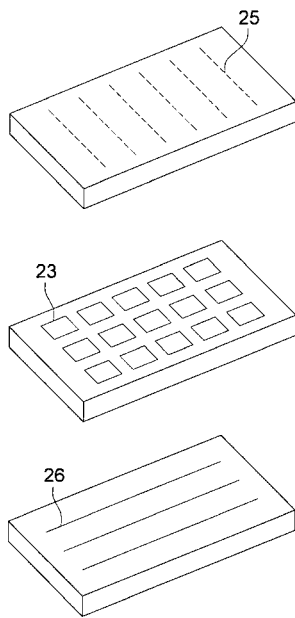
【図3】



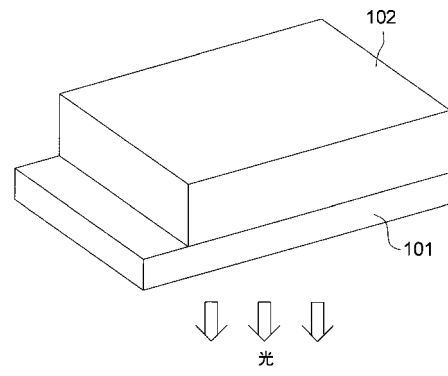
【図2】



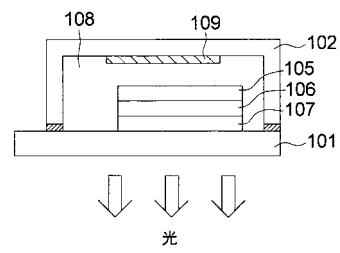
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4H050 AA01 AA03 AB92 WB11 WB14 WB21