

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5987830号  
(P5987830)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO 1 L 51/50</b>	<b>(2006.01)</b>	HO 5 B	33/14		B
<b>CO 9 K 11/06</b>	<b>(2006.01)</b>	CO 9 K	11/06	6 6 0	
		CO 9 K	11/06	6 9 0	

請求項の数 13 (全 73 頁)

(21) 出願番号	特願2013-531198 (P2013-531198)	(73) 特許権者	000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(86) (22) 出願日	平成24年8月10日 (2012.8.10)	(74) 代理人	110001254 特許業務法人光陽国際特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/070466	(72) 発明者	井上 暁 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ ニカミノルタ株式会社内
(87) 国際公開番号	W02013/031520	(72) 発明者	伊藤 寛人 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ ニカミノルタ株式会社内
(87) 国際公開日	平成25年3月7日 (2013.3.7)	審査官	大竹 秀紀
審査請求日	平成27年1月16日 (2015.1.16)		
(31) 優先権主張番号	特願2011-187070 (P2011-187070)		
(32) 優先日	平成23年8月30日 (2011.8.30)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
(出願人による申告) 平成25年度独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発/有機EL照明の高効率・高品質化に係る基盤技術開発」共同研究 産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願			
			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素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極と陰極との間に、少なくとも発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

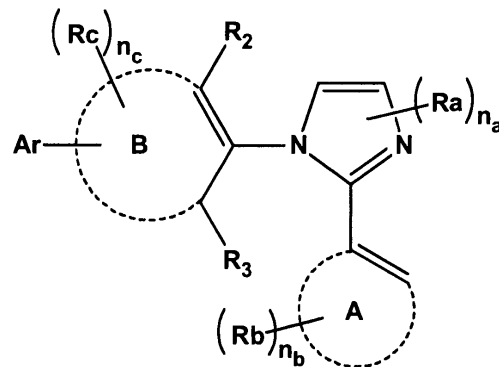
前記発光層がリン光発光性の有機金属錯体と、少なくとも一つのホスト化合物とを含み、

前記ホスト化合物の比誘電率と、前記リン光発光性の有機金属錯体の比誘電率の差が0 ~ - 0.5であり、かつ、前記ホスト化合物と前記リン光発光性の有機金属錯体の双極子モーメント差が0 ~ - 5.5 デバイであり、

前記リン光発光性の有機金属錯体が、下記一般式(2)で表される部分構造を有する配位子が配位した、リン光発光性の有機金属錯体であ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。

【化 1】

一般式 (2)



〔環 A 及び環 B は 5 員または 6 員の芳香族炭化水素環または芳香族複素環を表し、Ar は 5 員または 6 員の芳香族炭化水素環、芳香族複素環、非芳香族炭化水素環または非芳香族複素環を表し、 $R_2$  及び  $R_3$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表す。〕

〔 $R_a$ 、 $R_b$  及び  $R_c$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、 $n_a$  及び  $n_c$  は 1 または 2 を表し、 $n_b$  は 1 ~ 4 の整数を表す。〕

【請求項 2】

前記ホスト化合物と前記リン光発光性の有機金属錯体の双極子モーメント差が 0 ~ - 4 デバイ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】

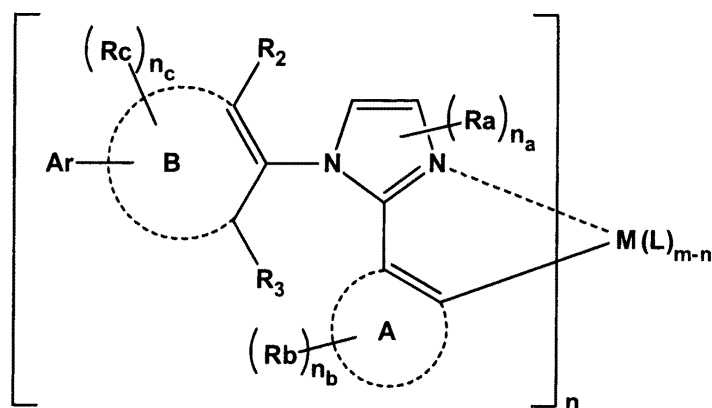
前記リン光発光性の有機金属錯体の発光波長が 480 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】

前記リン光発光性の有機金属錯体が、下記一般式 (3) で表される有機金属錯体であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 2】

一般式 (3)



〔環 A 及び環 B は 5 員または 6 員の芳香族炭化水素環または芳香族複素環を表し、Ar は 5 員または 6 員の芳香族炭化水素環、芳香族複素環、非芳香族炭化水素環または非芳香族

複素環を表し、 $R_2$  及び  $R_3$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表す。

$R_a$ 、 $R_b$  及び  $R_c$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、 $n_a$  及び  $n_c$  は 1 または 2 を表し、 $n_b$  は 1 ~ 4 の整数を表す。

$L$  は  $M$  に配位したモノアニオン性の二座配位子のうちの 1 つまたは複数であり、 $M$  は原子番号 40 以上且つ元素周期表における 8 ~ 10 族の遷移金属原子を表し、 $m$  は 1 ~ 3 の整数を表し、 $n$  は少なくとも 1 であり、 $m + n$  は 2 または 3 である。]

【請求項 5】

$R_2$  及び  $R_3$  の少なくとも一方がアルキル基であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】

$R_2$  及び  $R_3$  の少なくとも一方が炭素原子数 2 以上のアルキル基であることを特徴とする請求項 5 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 7】

$R_2$  及び  $R_3$  が共にアルキル基であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 8】

$R_2$  及び  $R_3$  が共に炭素原子数 2 以上のアルキル基であることを特徴とする請求項 7 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】

環  $A$  がベンゼン環であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 10】

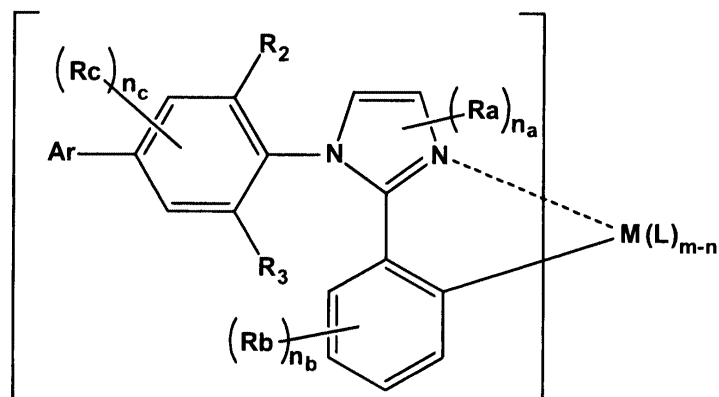
$Ar$  がベンゼン環であることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 11】

前記一般式 (3) が下記一般式 (3-1) で表されることを特徴とする請求項 4 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 (3-1)



〔一般式 (3-1) における  $Ar$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ 、 $M$ 、 $L$ 、 $m$  及び  $n$  は前記一般式 (3) の  $Ar$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ 、 $M$ 、 $L$ 、 $m$  及び  $n$  と同義である。〕

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

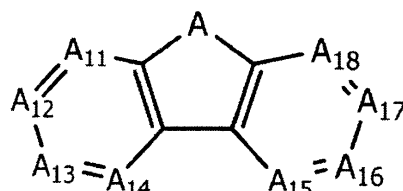
M が I r であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 1 3】

前記宿主化合物が、下記一般式 ( 4 ) で表される部分構造を有する宿主化合物であることを特徴とする請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化 4】

一般式 (4)



10

[ A は O 原子、S 原子、N R<sub>1</sub> 基、A<sub>11</sub> ~ A<sub>18</sub> は N 原子または C R<sub>2</sub>。R<sub>1</sub> 及び R<sub>2</sub> は結合手、水素原子または置換基を表し、C R<sub>2</sub> が複数ある場合、各々の C R<sub>2</sub> は同じでも異なっても良い。]

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

20

## 【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機 E L 素子ともいう）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、電界を印加することにより、陽極から注入された正孔と陰極から注入された電子が発光層内で再結合させること励起子（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）を利用した発光素子である。電極と電極の間を厚さわずかサブミクロン程度の有機材料の膜で構成する全固体素子であり、且つ、その発光が数 V ~ 数十 V 程度の電圧で発光が可能であることから、次世代の平面ディスプレイや照明への利用が期待されている。

30

## 【0003】

実用化に向けた有機 E L 素子の開発としては、プリンストン大より、励起三重項からのリン光発光を用いる有機 E L 素子の報告がされ（例えば、非特許文献 1 参照）、以来、室温でリン光を示す材料の研究が活発になってきている（例えば、特許文献 1、非特許文献 2 参照）。

更に、最近発見されたリン光発光を利用する有機 E L 素子では、以前の蛍光発光を利用する素子に比べ原理的に約 4 倍の発光効率を実現可能であることから、その材料開発を初めとし、発光素子の層構成や電極の研究開発が世界中で行われている。例えば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がなされている（例えば、非特許文献 3 参照）。

40

## 【0004】

このように大変ポテンシャルの高い方式であるが、リン光発光を利用する有機 E L デバイスにおいては、蛍光発光を利用する有機 E L デバイスとは大きく異なり、発光中心の位置をコントロールする方法、とりわけ発光層の内部で再結合を行い、いかに発光を安定に行わせることができるかが、素子の効率・寿命を捕らえる上で重要な技術的な課題となっている。

そこで近年、発光層に隣接する形で、（発光層の陽極側に位置する）正孔輸送層と（発光層の陰極側に位置する）電子輸送層を備えた多層積層型の素子が良く知られている（例えば、特許文献 2 参照）。また、発光層には宿主化合物とリン光発光性化合物をドーパ

50

ントとして用いた混合層が多く用いられている。

【0005】

このようなホスト化合物とリン光発光性化合物をドーパントとして用いた混合層において、近年、ホスト化合物やドーパント化合物の双極子モーメントの値を規定し、ホスト化合物やドーパント化合物を適切に選定することによって、輝度効率の高い有機EL素子を得る技術が知られている（例えば、特許文献3、4参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許6,097,147号明細書

10

【特許文献2】特開2005-112765号公報

【特許文献3】特開2009-081424号公報

【特許文献4】特許第4299028号

【特許文献5】特許第4105434号

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】M. A. Baldo et al., nature、395巻、151～154ページ（1998年）

【非特許文献2】M. A. Baldo et al., nature、403巻、17号、750～753頁（2000年）

20

【非特許文献3】S. Lamansky et al., J. Am. Chem. Soc., 123巻、4304頁（2001年）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上述のようにホスト化合物やドーパント化合物といった2種以上の材料を含む混合層からなる発光層を形成する場合、ホスト化合物やドーパント化合物の種類によっては、ホスト化合物毎やドーパント化合物毎に凝集してしまうことがある。その結果、外部取り出し効率や有機EL素子寿命が低下してしまい、有機EL素子の品質を低下させてしまうという問題がある。

30

本発明では、上記事情に鑑みてなされたもので、外部取り出し効率の向上及び長寿命の有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の上記課題は、以下の構成1～15により達成されるが、具体的に本発明によれば、構成5で示される有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

構成1の発明によれば、陽極と陰極との間に、少なくとも発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子であって、

前記発光層がリン光発光性の有機金属錯体と、少なくとも一つのホスト化合物とを含み、

40

前記ホスト化合物の比誘電率と前記リン光発光性の有機金属錯体の比誘電率の差が0～0.5であり、かつ、前記ホスト化合物と前記リン光発光性の有機金属錯体の双極子モーメント差が0～5.5デバイであ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が提供される。

【0010】

構成2の発明によれば、前記ホスト化合物と前記リン光発光性の有機金属錯体の双極子モーメント差が0～4デバイであることを特徴とする構成1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【0011】

構成3の発明によれば、前記リン光発光性の有機金属錯体の発光波長が480nm以下

50

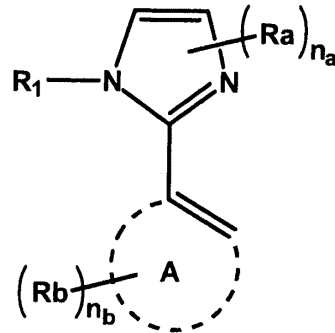
であることを特徴とする構成 1 又は 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【0012】

構成 4 の発明によれば、前記リン光発光性の有機金属錯体が、下記一般式 (1) で表される部分構造を有する配位子が配位した、リン光発光性の有機金属錯体であることを特徴とする構成 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【化 1】

一般式 (1)



[ R<sub>1</sub> は置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表す。

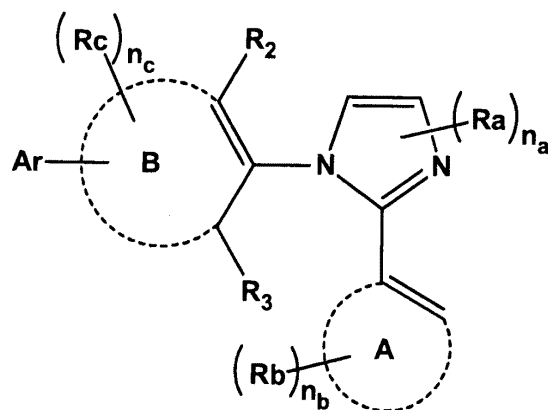
環 A は 5 員または 6 員の芳香族炭化水素環または芳香族複素環を表し、R<sub>a</sub> 及び R<sub>b</sub> はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、n<sub>a</sub> は 1 または 2 を表し、n<sub>b</sub> は 1 ~ 4 の整数を表す。]

【0013】

構成 5 の発明によれば、前記リン光発光性の有機金属錯体が、下記一般式 (2) で表される部分構造を有する配位子が配位した、リン光発光性の有機金属錯体であることを特徴とする構成 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【化 2】

一般式 (2)



[ 環 A 及び環 B は 5 員または 6 員の芳香族炭化水素環または芳香族複素環を表し、A r は

10

20

30

40

50

5員または6員の芳香族炭化水素環、芳香族複素環、非芳香族炭化水素環または非芳香族複素環を表し、 $R_2$  及び  $R_3$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表す。

$R_a$ 、 $R_b$  及び  $R_c$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、 $n_a$  及び  $n_c$  は1または2を表し、 $n_b$  は1～4の整数を表す。]

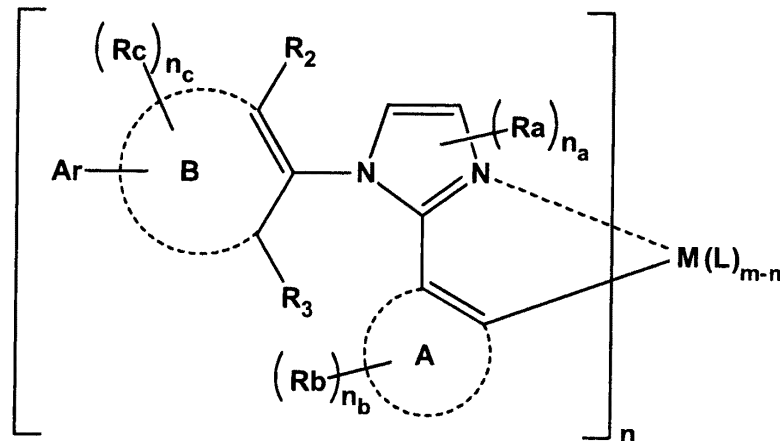
10

【0014】

構成6の発明によれば、前記リン光発光性の有機金属錯体が、下記一般式(3)で表される有機金属錯体であることを特徴とする構成1～5のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【化3】

一般式(3)



20

30

〔環A及び環Bは5員または6員の芳香族炭化水素環または芳香族複素環を表し、 $A_r$  は5員または6員の芳香族炭化水素環、芳香族複素環、非芳香族炭化水素環または非芳香族複素環を表し、 $R_2$  及び  $R_3$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表す。〕

$R_a$ 、 $R_b$  及び  $R_c$  はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、 $n_a$  及び  $n_c$  は1または2を表し、 $n_b$  は1～4の整数を表す。]

40

$L$  は  $M$  に配位したモノアニオン性の二座配位子のうちの1つまたは複数であり、 $M$  は原子番号40以上且つ元素周期表における8～10族の遷移金属原子を表し、 $m$  は1～3の整数を表し、 $n$  は少なくとも1であり、 $m+n$  は2または3である。]

【0015】

構成7の発明によれば、 $R_2$  及び  $R_3$  の少なくとも一方がアルキル基であることを特徴とする構成5又は6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【0016】

構成8の発明によれば、 $R_2$  及び  $R_3$  の少なくとも一方が炭素原子数2以上のアルキル基であることを特徴とする構成7に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供され

50

る。

【0017】

構成9の発明によれば、 $R_2$ 及び $R_3$ が共にアルキル基であることを特徴とする構成5～8のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【0018】

構成10の発明によれば、 $R_2$ 及び $R_3$ が共に炭素原子数2以上のアルキル基であることを特徴とする構成9に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【0019】

構成11の発明によれば、環Aがベンゼン環であることを特徴とする構成5又は6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

10

【0020】

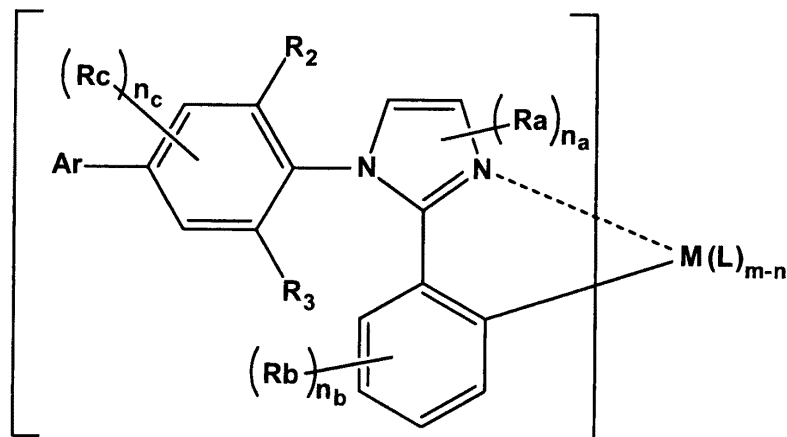
構成12の発明によれば、Arがベンゼン環であることを特徴とする構成5～11のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【0021】

構成13の発明によれば、前記一般式(3)が下記一般式(3-1)で表されることを特徴とする構成6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

【化4】

### 一般式(3-1)



20

30

〔一般式(3-1)におけるAr、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ 、M、L、m及びnは前記一般式(3)のAr、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $n_a$ 、 $n_b$ 、 $n_c$ 、M、L、m及びnと同義である。〕

【0022】

構成14の発明によれば、MがIrであることを特徴とする構成13に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

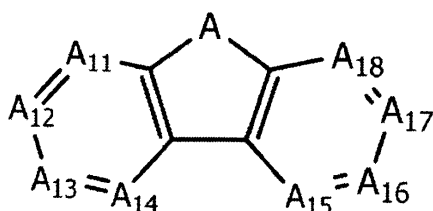
【0023】

構成15の発明によれば、前記ホスト化合物が、下記一般式(4)で表される部分構造を有するホスト化合物であることを特徴とする構成1～14のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子が提供される。

40

【化5】

### 一般式(4)



〔AはO原子、S原子、 $NR_1$ 基、 $A_{11} \sim A_{18}$ はN原子または $CR_2$ 。 $R_1$ 及び $R_2$

50

は結合手、水素原子または置換基を表し、 $CR_2$ が複数ある場合、各々の $CR_2$ は同じでも異なっているても良い。]

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、外部取り出し効率の向上及び長寿命の有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【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A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】照明装置の概略図である。

【図6】照明装置の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、発光層に含まれる2種以上の材料であるホスト化合物とリン光発光性の有機金属錯体に対して、ホスト化合物とリン光発光性の有機金属錯体の双極子モーメント差を0～5.5デバイにすることによって、成膜直後の上記材料の凝集を防止し、かつ、さらに駆動時の凝集を防止することができることが分かった。特に、上記双極子モーメント差を0～4デバイとすることが好ましいことも分かった。

また、双極子モーメント差が小さいだけでなく、ホスト化合物の比誘電率とリン光発光性の有機金属錯体との比誘電率の差を0～0.5デバイとすることで、駆動時の凝集がより防止され、品質を向上させることができることが分かった。

【0027】

〔双極子モーメント〕

本発明における双極子モーメントとは、化合物の電荷の偏りを表すものであり、半経験的分子軌道法プログラム(MOPAC)を用い、AM1法等によって求めることができる。

【0028】

〔誘電率〕

文献Organic Electronics 10 (2009) 532-535記載の密度汎関数理論に基づく汎関数を用いる計算によって求めることができる。

【0029】

以下、本発明に係る化合物について説明する。

〔一般式(1)で表される構造を有する配位子が金属原子に配位した、リン光発光性有機金属錯体〕

一般式(1)において、 $R_1$ は置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリーラルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表す。

一般式(1)において、環Aは5員または6員の芳香族炭化水素環または芳香族複素環を表す。

一般式(1)において、 $R_a$ 及び $R_b$ はそれぞれ独立に、置換されていてもよい水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリーラルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、 $n_a$ は1または2を表し、 $n_b$ は1～4の整数を表す。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 0 】

〔一般式(2)で表されるリン光発光性ドーパント化合物〕

一般式(2)において、環A及び環Bで表される5員または6員の芳香族炭化水素環としては、例えばベンゼン環が挙げられる。

一般式(2)において、環A及び環Bで表される5員または6員の芳香族炭化水素環としては、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、チアゾール環、等が挙げられる。より好ましくは環Bがベンゼン環であり、さらに好ましくは環Aがベンゼン環である。

## 【 0 0 3 1 】

一般式(2)において、Arで表される芳香族炭化水素環としては、例えば、ベンゼン環、ピフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、o-テルフェニル環、m-テルフェニル環、p-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。

一般式(2)において、Arで表される芳香族複素環としては、例えば、シロール環、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環、ベンズチアゾール環、ベンズオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、チエノチオフェン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環(カルバゾール環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わったものを表す)、ジベンゾシロール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、ベンゾチオフェン環やジベンゾフラン環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わった環、ベンゾジフラン環、ベンゾジチオフェン環、アクリジン環、ベンゾキノリン環、フェナジン環、フェナントリジン環、フェナントロリン環、サイクラジン環、キンドリン環、テペニジン環、キニンドリン環、トリフェノジチアジン環、トリフェノジオキサジン環、フェナントラジン環、アントラジン環、ペリミジン環、ナフトフラン環、ナフトチオフェン環、ナフトジフラン環、ナフトジチオフェン環、アントラフラン環、アントラジフラン環、アントラチオフェン環、アントラジチオフェン環、チアントレン環、フェノキサチン環、ジベンゾカルバゾール環、インドロカルバゾール環、ジチエノベンゼン環等が挙げられる。

一般式(2)において、Arで表される非芳香族炭化水素環としては、例えば、シクロアルカン(例えばシクロペンタン環、シクロヘキサン環等)、シクロアルコキシ基(例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等)、シクロアルキルチオ基(例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等)、シクロヘキシルアミノスルホニル基、テトラヒドロナフタレン環、9,10-ジヒドロアントラセン環、ピフェニレン環等が挙げられる。

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

一般式(2)においてArで表されるこれらの環は、更に、以下の置換基(以下、置換基Rxと言う)を有していてもよく、さらに置換基同士が互いに結合して環を形成しても

10

20

30

40

50

よい。

上記置換基 R x としては、例えばアルキル基（例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等）、アルケニル基（例えば、ビニル基、アリール基等）、アルキニル基（例えば、エチニル基、プロパルギル基等）、非芳香族炭化水素環基（例えば、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）、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）、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等）、テトラヒドロナフタレン環、9,10-ジヒドロアントラセン環、ピフェニレン環等から導出される一価の基）、非芳香族複素環基（例えば、エポキシ環、アジリジン環、チイラン環、オキセタン環、アゼチジン環、チエタン環、テトラヒドロフラン環、ジオキサラン環、ピロリジン環、ピラゾリジン環、イミダゾリジン環、オキサゾリジン環、テトラヒドロチオフェン環、スルホラン環、チアゾリジン環、  
- カプロラクトン環、  
- カプロラクタム環、ピペリジン環、ヘキサヒドロピリダジン環、ヘキサヒドロピリミジン環、ピペラジン環、モルホリン環、テトラヒドロピラン環、1,3-ジオキサソラン環、1,4-ジオキサソラン環、トリオキサソラン環、テトラヒドロチオピラン環、チオモルホリン環、チオモルホリン-1,1-ジオキソシド環、ピラノース環、ジアザビシクロ[2,2,2]-オクタレン環、フェノキサジン環、フェノチアジン環、オキサントレン環、チオキサントレン環、フェノキサチン環等から導出される一価の基）、芳香族炭化水素基（例えば、ベンゼン環、ピフェニル環、ナフタレン環、アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセレン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、o-テルフェニル環、m-テルフェニル環、p-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等から導出される一価の基）、芳香族複素環基（例えば、シロール環、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンズイミダゾール環、ベンズチアゾール環、ベンズオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、チエノチオフェン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環（カルバゾール環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わったものを表す）、ジベンゾシロール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、ベンゾチオフェン環やジベンゾフラン環を構成する炭素原子の任意の一つ以上が窒素原子で置き換わった環、ベンゾジフラン環、ベンゾジチオフェン環、アクリジン環、ベンゾキノリン環、フェナジン環、フェナントリジン環、フェナントロリン環、サイクラジン環、キンドリン環、テペニジン環、キニンドリン環、トリフェノジチアジン環、トリフェノジオキサジン環、フェナントラジン環、アントラジン環、ペリミジン環、ナフトフラン環、ナフトチオフェン環、ナフトジフラン環、ナフトジチオフェン環、アントラフラン環、アントラジフラン環、アントラチオフェン環、アントラジチオフェン環、チアントレン環、フェノキサチン環、ジベンゾカルバゾール環、インドロカルバゾール環、ジチエノベンゼン環等から導出される一価の基）、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）、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）、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

10

20

30

40

50

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またはヘテロアリールスルホニル基(例えば、フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、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、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、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、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)、ホスホノ基等が挙げられる。

好ましくは、Ar は芳香族炭化水素環または芳香族複素環であり、より好ましくは芳香族炭化水素環であり、さらに好ましくはベンゼン環である。

#### 【0032】

一般式(2)において、R<sub>2</sub> 及び R<sub>3</sub> はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリーラルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、さらに置換基を有していてもよく、R<sub>2</sub> 及び R<sub>3</sub> の少なくとも一方は炭素原子数 2 以上のアルキル基またはシクロアルキル基である。

一般式(2)において、R<sub>2</sub> 及び R<sub>3</sub> で表されるアリール基及びヘテロアリール基としては、前述の一般式(2)において Ar で表される芳香族炭化水素環及び芳香族複素環から導出される 1 価の基が挙げられる。

一般式(2)において、R<sub>2</sub> 及び R<sub>3</sub> で表される非芳香族炭化水素環基及び非芳香族複素環基としては、前述の一般式(2)において Ar で表される非芳香族炭化水素環及び非芳香族複素環から導出される 1 価の基が挙げられる。

好ましくは、R<sub>2</sub> 及び R<sub>3</sub> が共に炭素原子数 2 以上のアルキル基またはシクロアルキル基であり、また、R<sub>2</sub> 及び R<sub>3</sub> の少なくとも一方が炭素原子数 3 以上の分岐アルキル基で

10

20

30

40

50

あることも好ましい。さらに好ましくは $R_2$ 及び $R_3$ が共に炭素原子数3以上の分岐アルキル基である。

【0033】

一般式(2)において、 $R_a$ 、 $R_b$ 及び $R_c$ はそれぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アルコキシ基、アミノ基、シリル基、アリールアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、非芳香族炭化水素環基または非芳香族複素環基を表し、さらに置換基を有していてもよい。

一般式(2)において、 $R_a$ 、 $R_b$ 及び $R_c$ で表されるアリール基及びヘテロアリール基としては、前述の一般式(2)において $A_r$ で表される芳香族炭化水素環及び芳香族複素環から導出される1価の基が挙げられる。

10

一般式(2)において、 $R_a$ 、 $R_b$ 及び $R_c$ で表される非芳香族炭化水素環基及び非芳香族複素環基としては、前述の一般式(2)において $A_r$ で表される非芳香族炭化水素環及び非芳香族複素環から導出される1価の基が挙げられる。

一般式(2)において、 $n_a$ 及び $n_c$ は1または2を表し、 $n_b$ は1~4の整数を表す。

【0034】

本発明に係る一般式(2)で表されるリン光発光性ドーパント化合物の中でも、一般式(3)または一般式(3-1)で表されるリン光発光性ドーパント化合物が好ましい。

〔一般式(3)、一般式(3-1)で表されるリン光発光性ドーパント化合物(有機金属錯体)〕

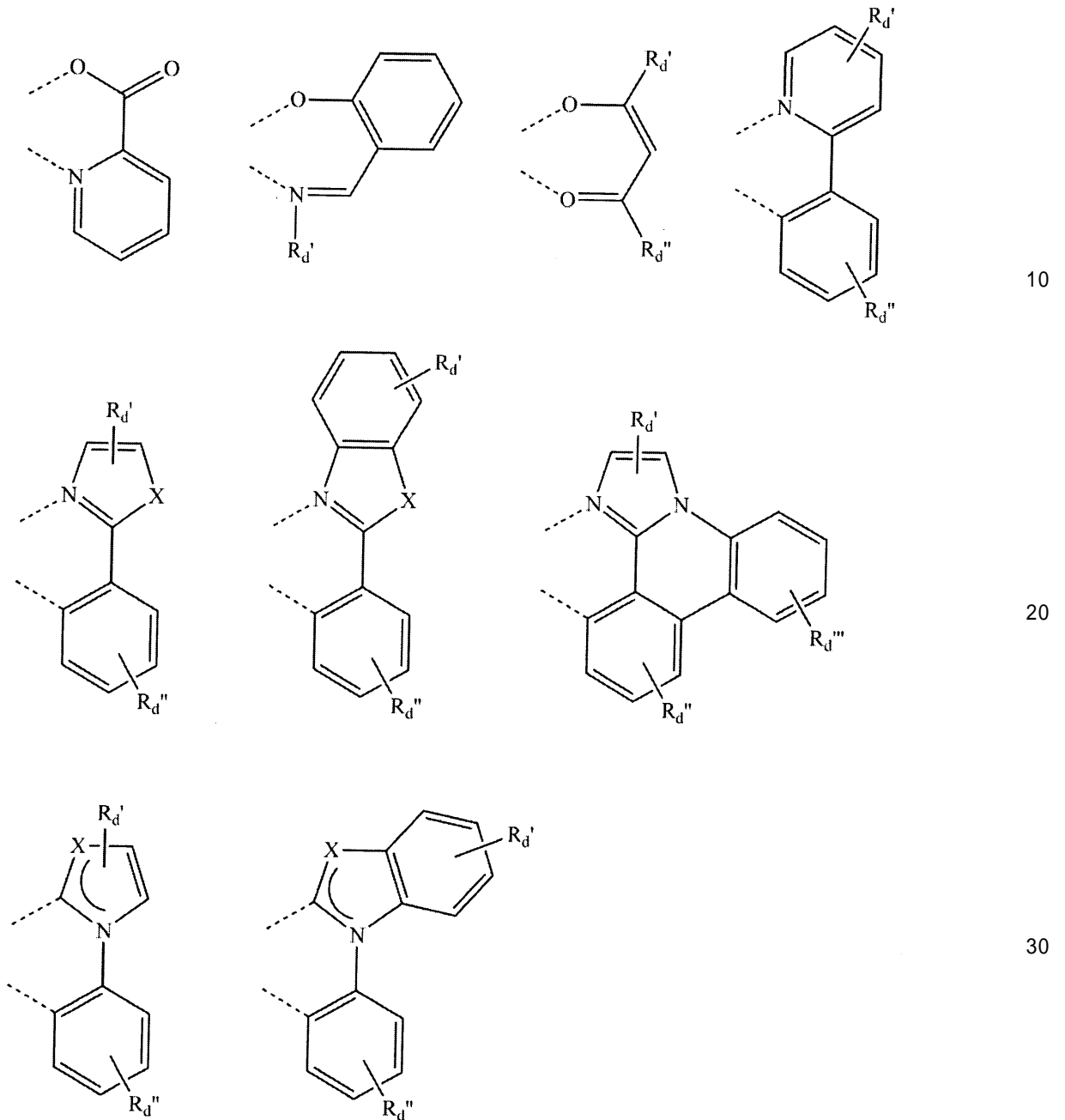
20

一般式(3)及び(3-1)において、 $A_r$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $n_a$ 、 $n_b$ 及び $n_c$ は、上記一般式(2)の $A_r$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_a$ 、 $R_b$ 、 $R_c$ 、 $n_a$ 、 $n_b$ 及び $n_c$ と同義である。一般式(3)において環A及び環Bは、上記一般式(2)の環A及び環Bと同義である。

【0035】

一般式(3)及び(3-1)において、Lで表されるMに配位したモノアニオン性の二座配位子の具体例としては、下記式の配位子等が挙げられる。

## 【化6】



式中、 $R_d'$ 、 $R_d''$  及び  $R_d'''$  は水素原子または置換基を表し、 $R_d'$ 、 $R_d''$  及び  $R_d'''$  で表される置換基としては、上述の一般式(2)において  $A_r$  で表される置換基  $R_x$  と同様のものが挙げられる。

一般式(3)及び(3-1)において、 $M$ は原子番号40以上且つ元素周期表における8~10族の遷移金属原子が用いられるが、中でも  $Os$ 、 $Ir$ 、 $Pt$  が好ましく、さらに  $Ir$  が好ましい。

一般式(3)及び(3-1)において、 $m$ は0~2の整数を表し、 $n$ は少なくとも1であり、 $m+n$ は2または3を表す。好ましくは  $n$ が3又は2、且つ  $m$ が0である。

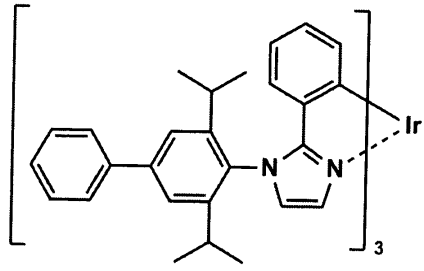
本発明に係る一般式(2)、(3)及び(3-1)で各々表される化合物は、国際公開2006-121811号等に記載の公知の方法を参照することにより合成可能である。

## 【0036】

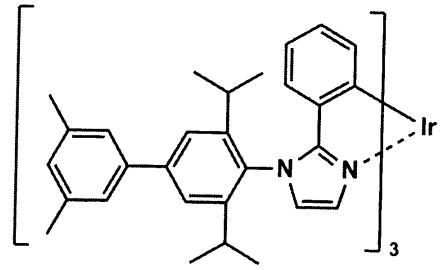
以下に、本発明において、好ましく用いることのできるリン光発光性ドーパント化合物の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【化7】

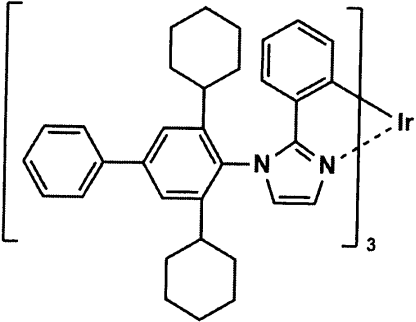
DP-1



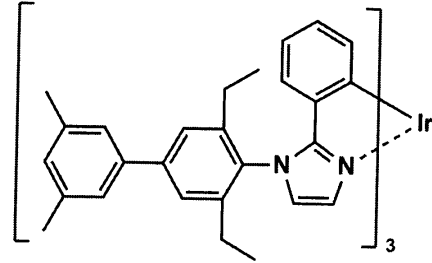
DP-2



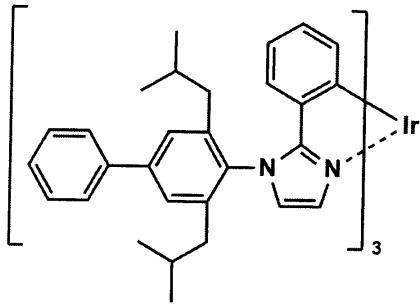
DP-3



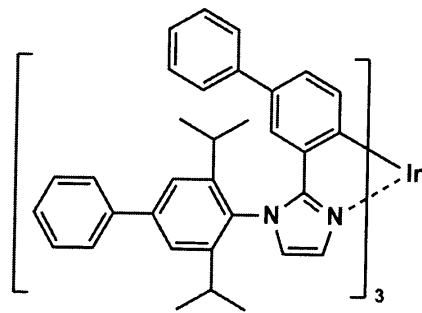
DP-4



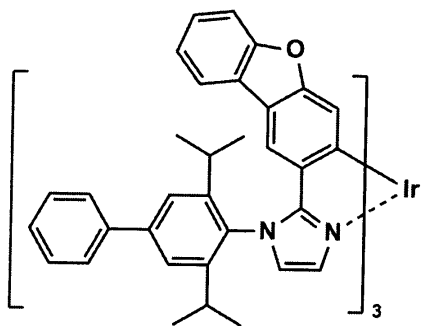
DP-5



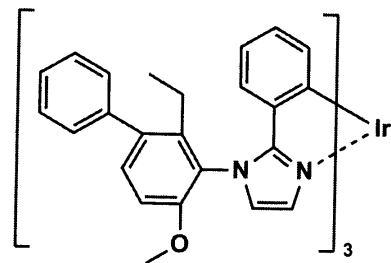
DP-6



DP-7



DP-8



【0037】

10

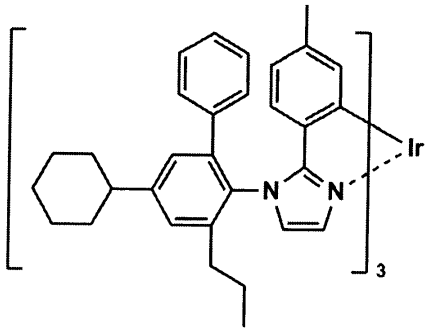
20

30

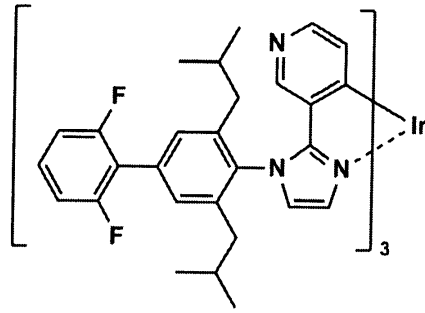
40

【化 8】

DP-9

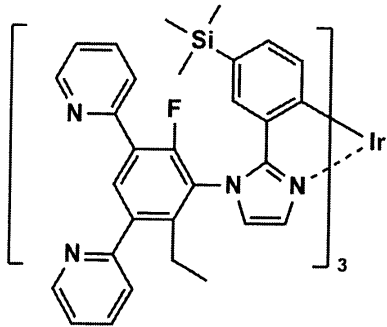


DP-10

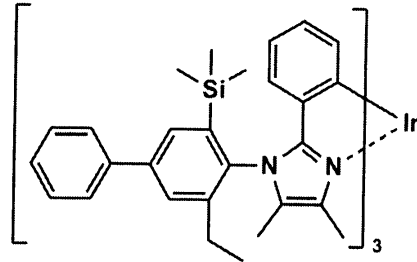


10

DP-11

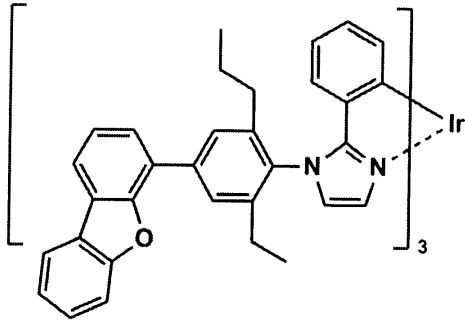


DP-12

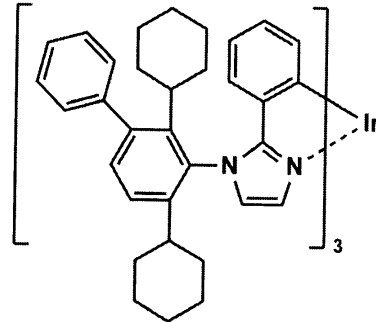


20

DP-13

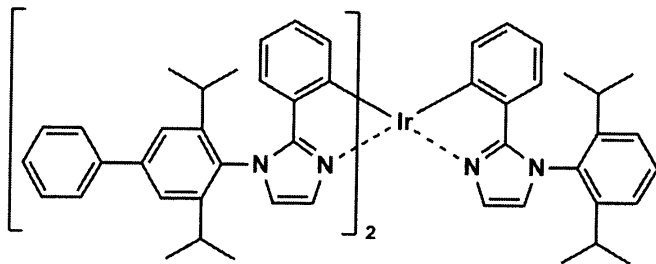


DP-14



30

DP-15

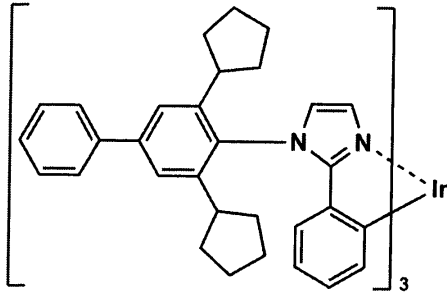


40

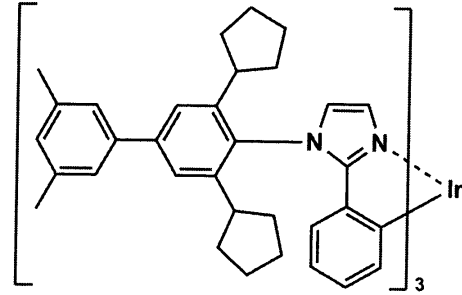
【 0 0 3 8 】

【化9】

DP-16

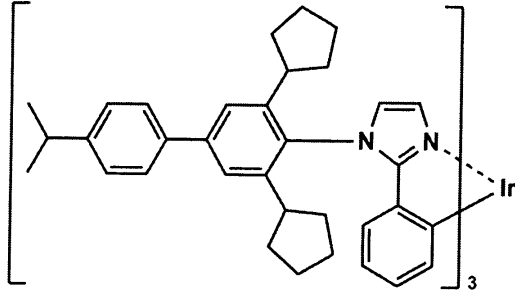


DP-17

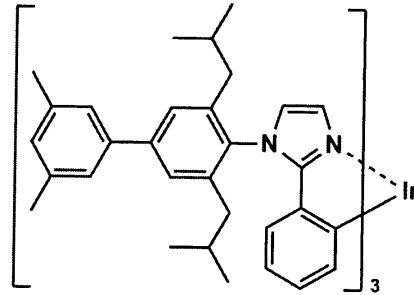


10

DP-18

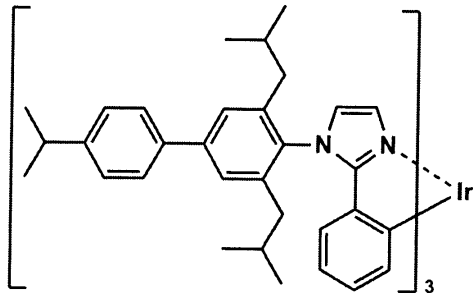


DP-19

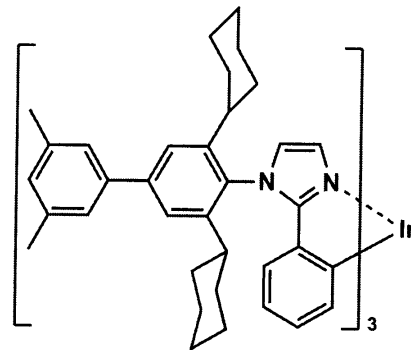


20

DP-20

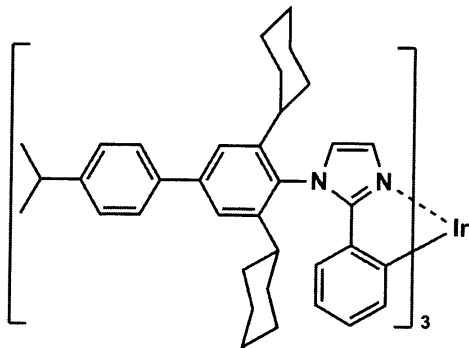


DP-21

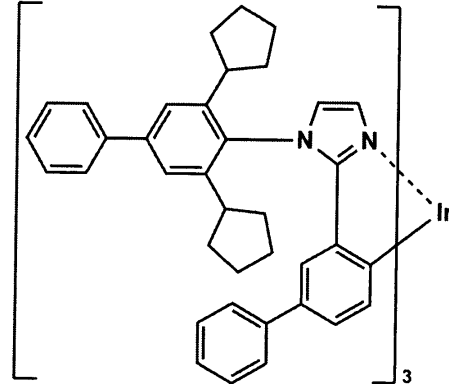


30

DP-22



DP-23

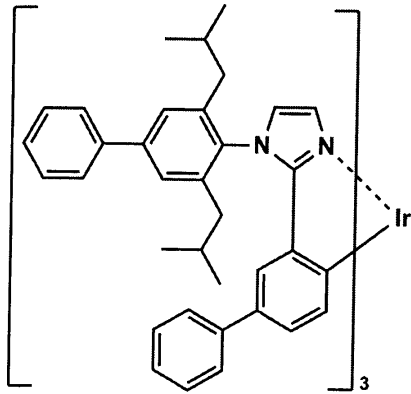


40

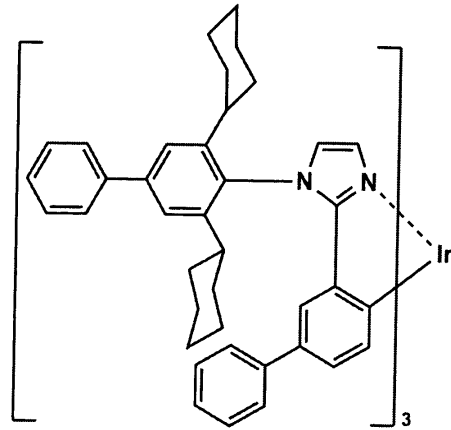
【0039】

【化10】

DP-24

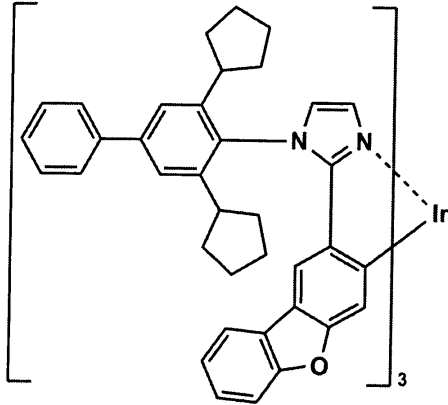


DP-25

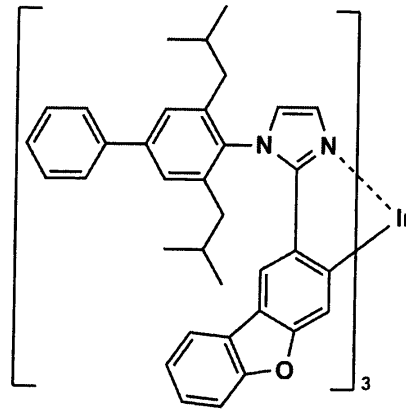


10

DP-26

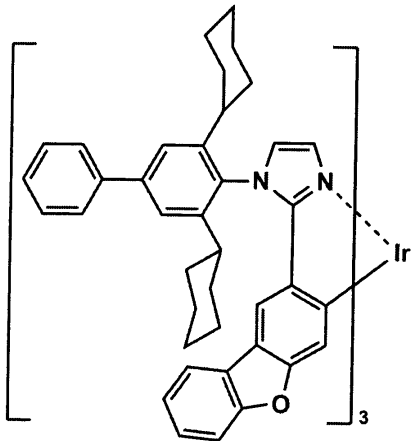


DP-27

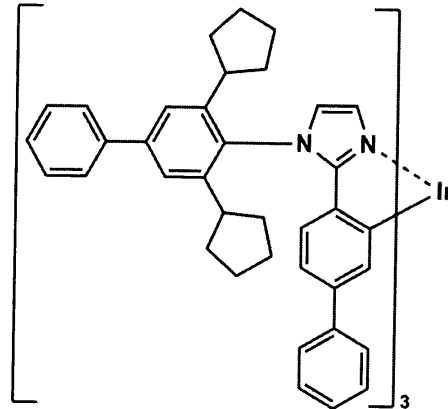


20

DP-28



DP-29



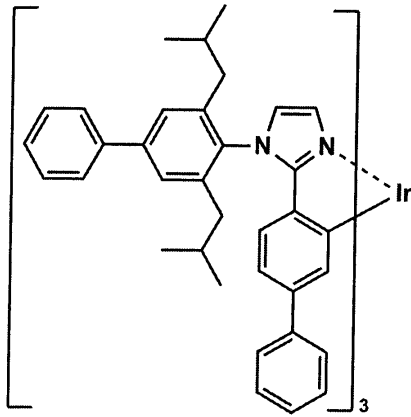
30

【0040】

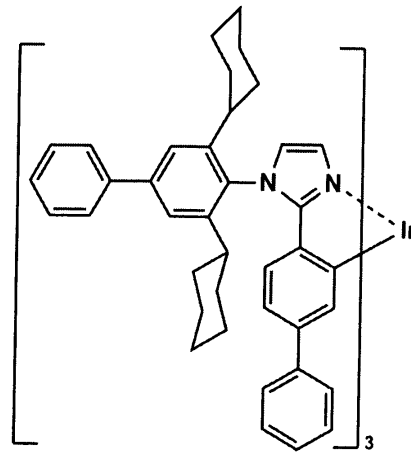
40

【化 1 1】

DP-30

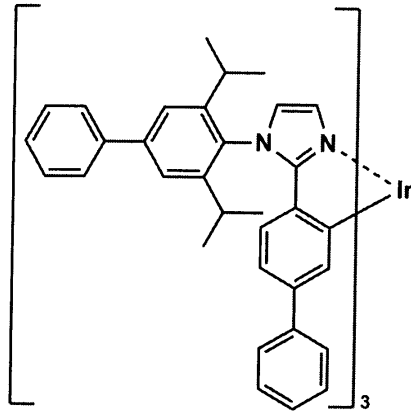


DP-31

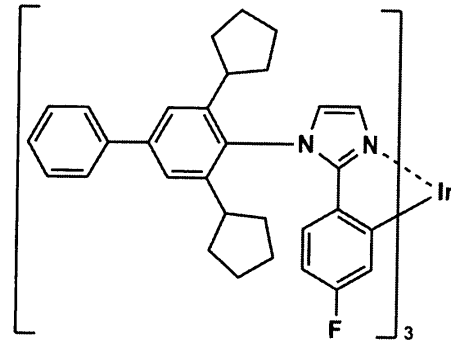


10

DP-32

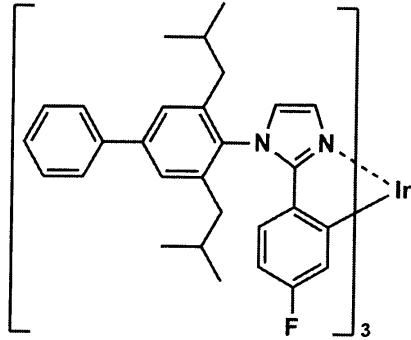


DP-33

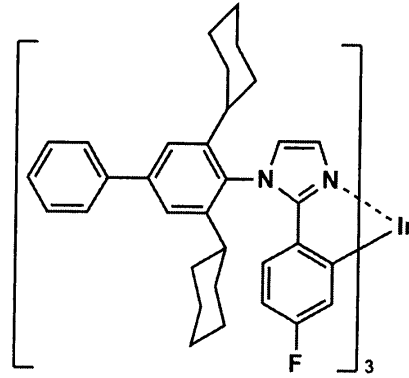


20

DP-34



DP-35

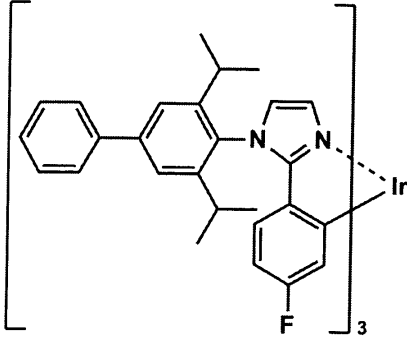


30

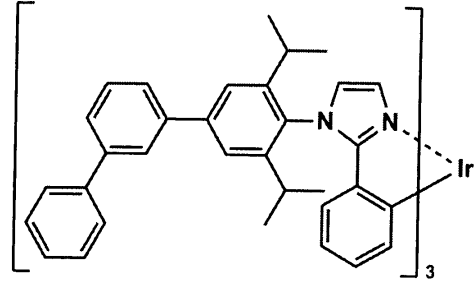
【 0 0 4 1 】

【化 1 2】

DP-36

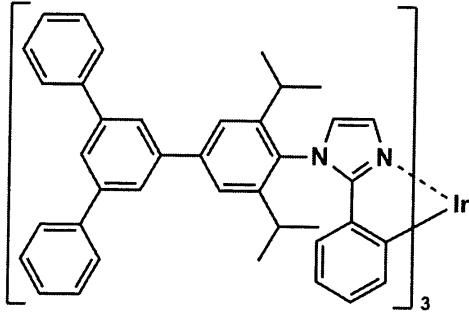


DP-37

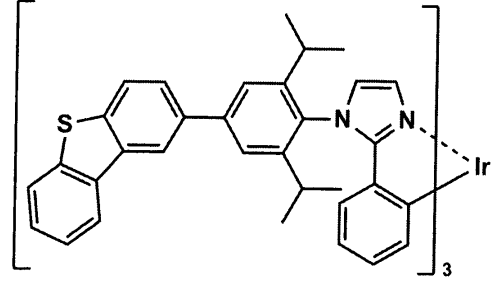


10

DP-38

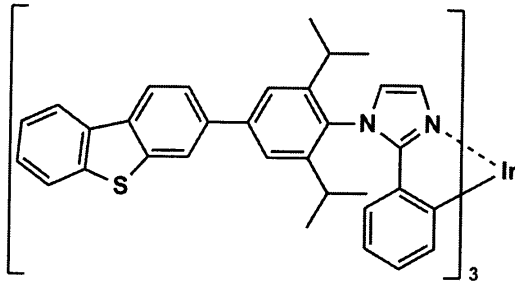


DP-39

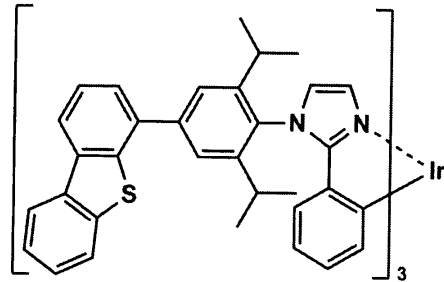


20

DP-40

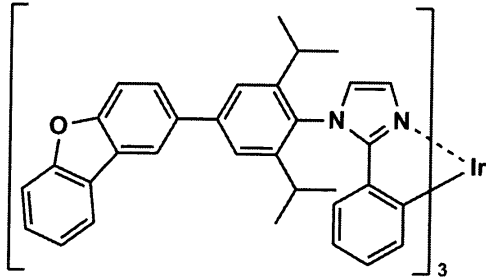


DP-41

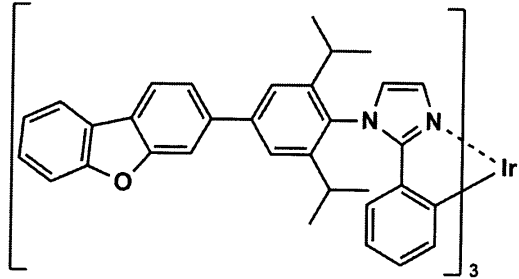


30

DP-42



DP-43

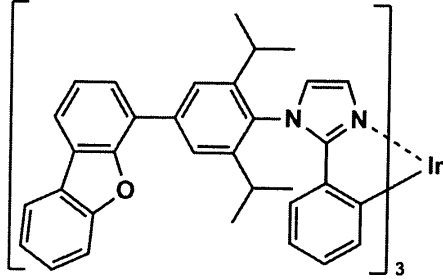


40

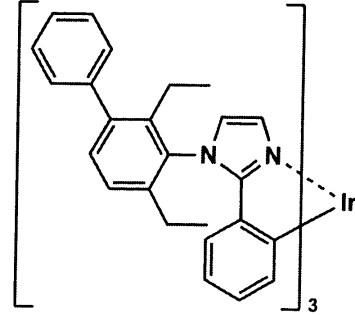
【 0 0 4 2 】

【化 1 3】

DP-44

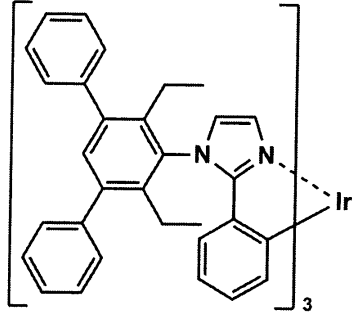


DP-45

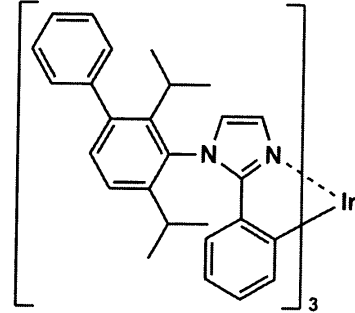


10

DP-46

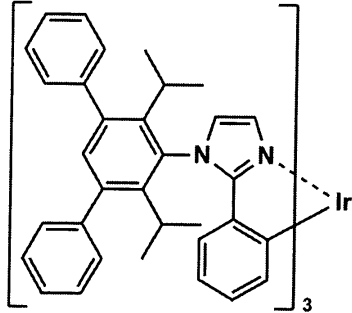


DP-47

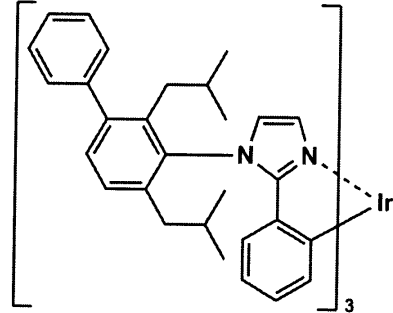


20

DP-48

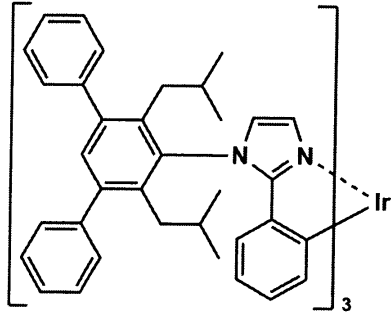


DP-49

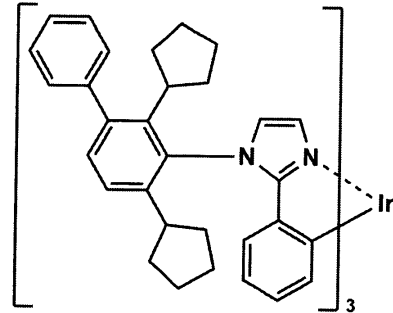


30

DP-50



DP-51

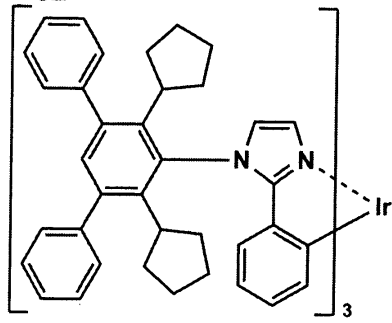


40

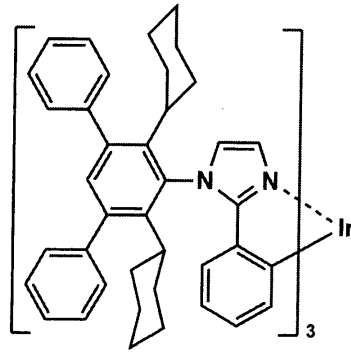
【 0 0 4 3 】

【化 1 4】

DP-52

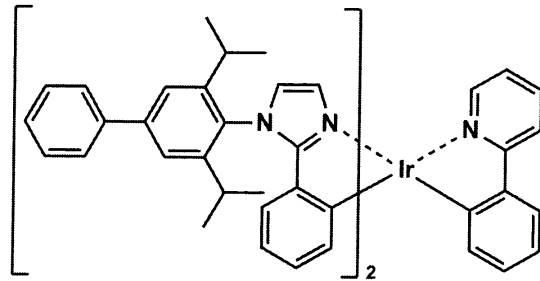


DP-53



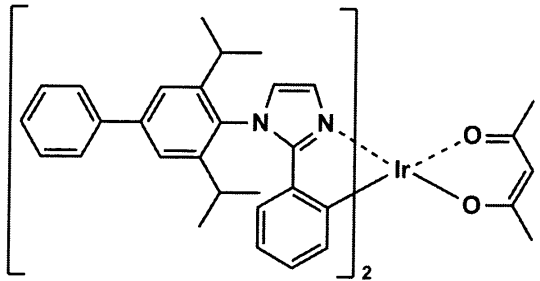
10

DP-54

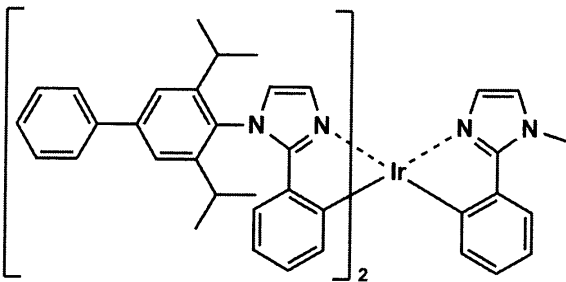


20

DP-55

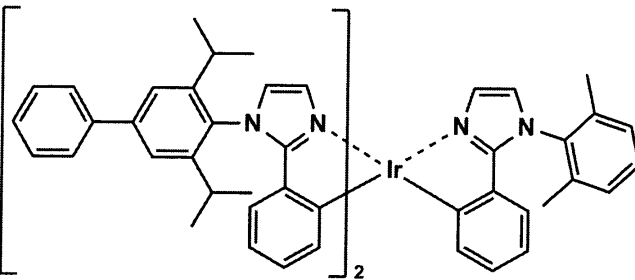


DP-56



30

DP-57

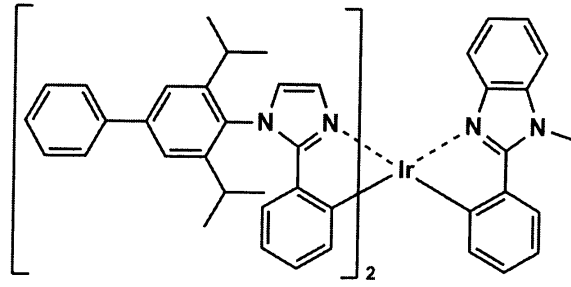


40

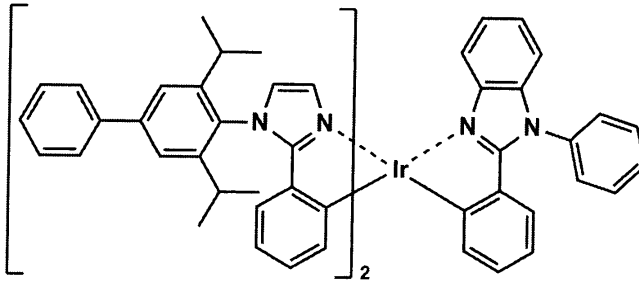
【 0 0 4 4 】

【化 1 5】

DP-58

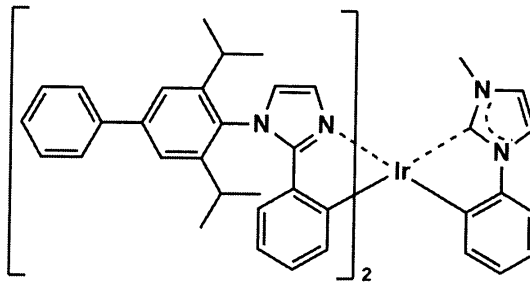


DP-59



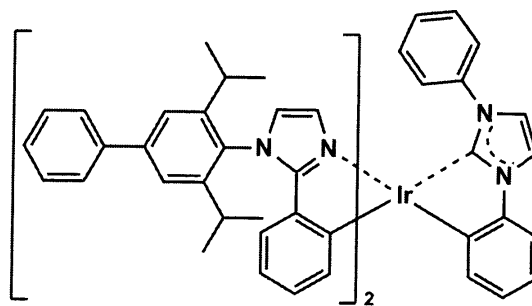
10

DP-60



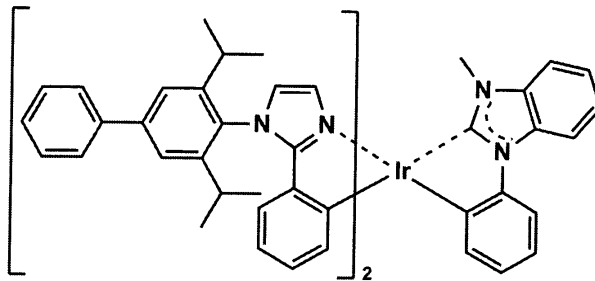
20

DP-61



30

DP-62

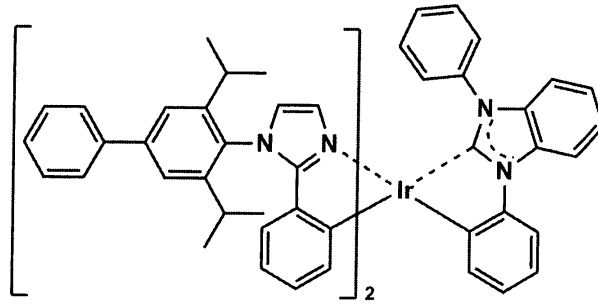


40

【 0 0 4 5 】

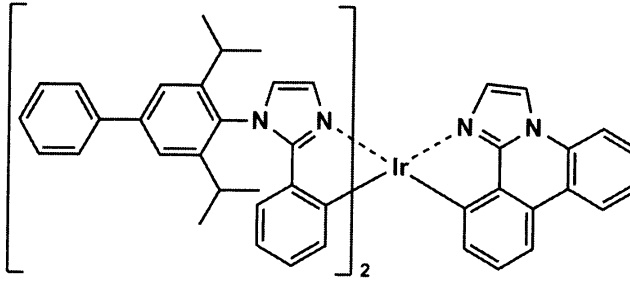
【化 1 6】

DP-63

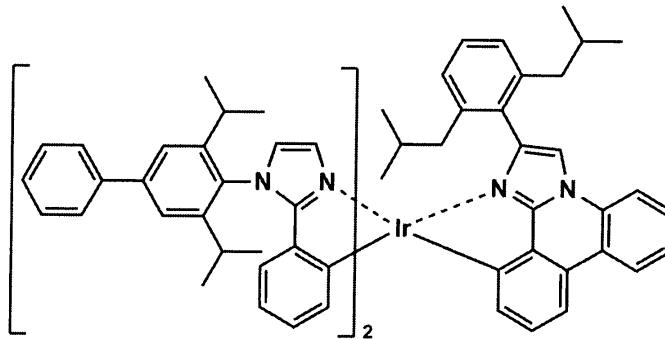


10

DP-64

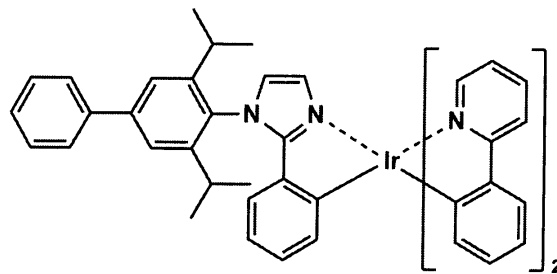


DP-65



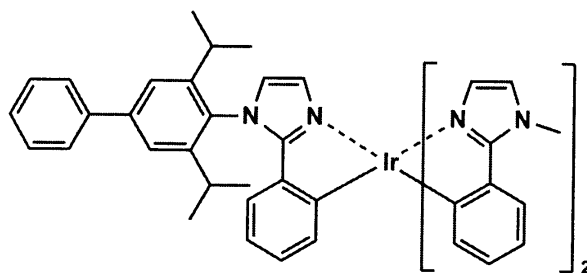
20

DP-66



30

DP-67

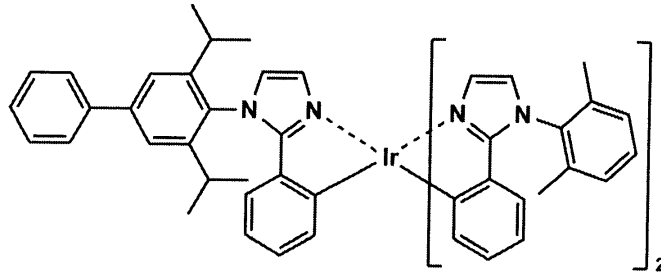


40

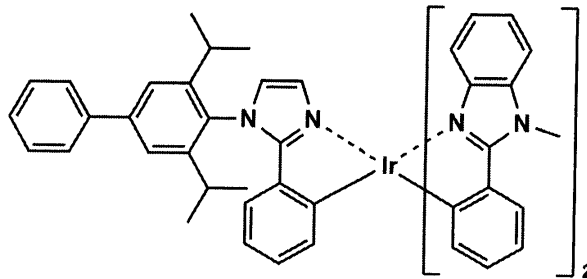
【 0 0 4 6 】

【化 1 7】

DP-68

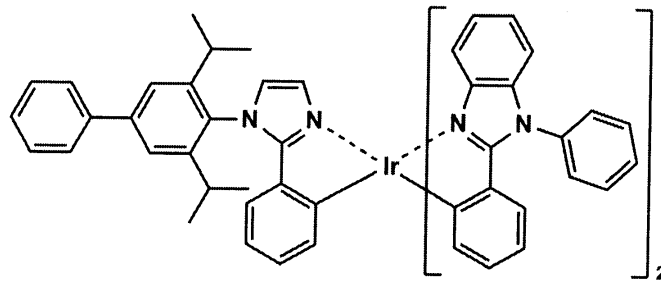


DP-69



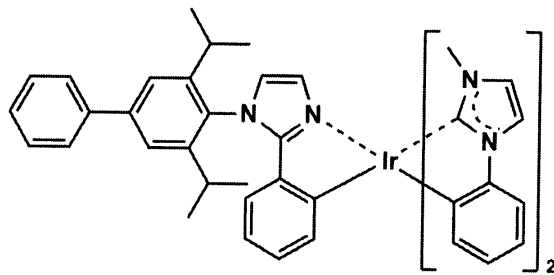
10

DP-70



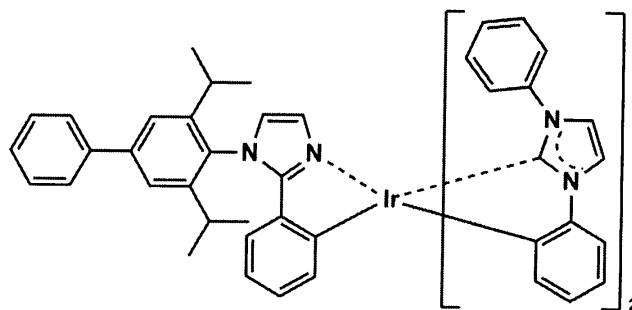
20

DP-71



30

DP-72

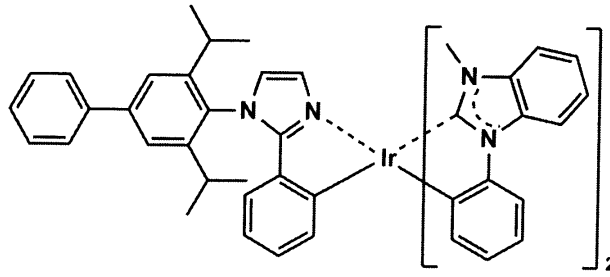


40

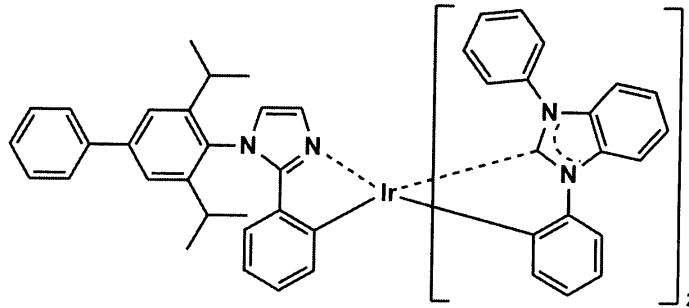
【 0 0 4 7 】

【化18】

DP-73

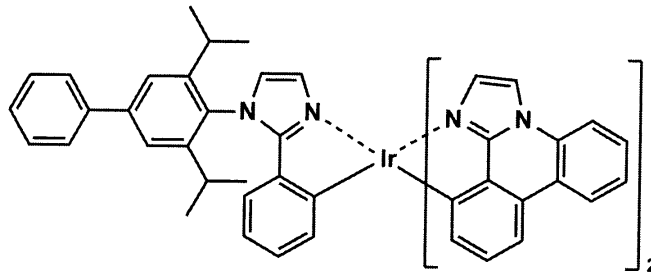


DP-74



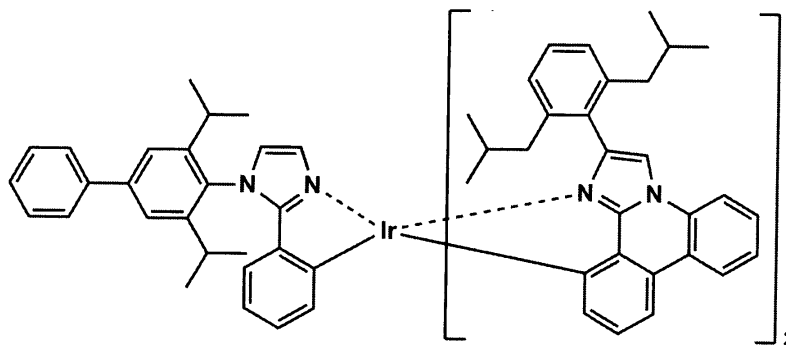
10

DP-75



20

DP-76



30

【0048】

〔一般式(4)で表されるホスト化合物〕

一般式(4)において、AはO原子、S原子、NR<sub>1</sub>基、A<sub>1,1</sub>~A<sub>1,8</sub>はN原子またはCR<sub>2</sub>である。

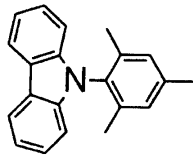
40

一般式(4)において、上記R<sub>1</sub>及びR<sub>2</sub>は結合手、水素原子または置換基を表し、CR<sub>2</sub>が複数ある場合、各々のCR<sub>2</sub>は同じでも異なっていても良い。

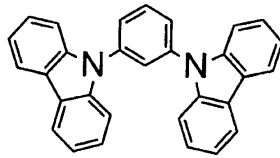
【0049】

以下に、一般式(4)で表されるホスト化合物の具体例を挙げるが、これらに限定されない。

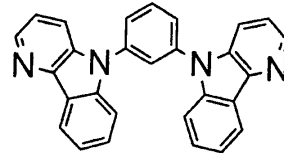
【化19】



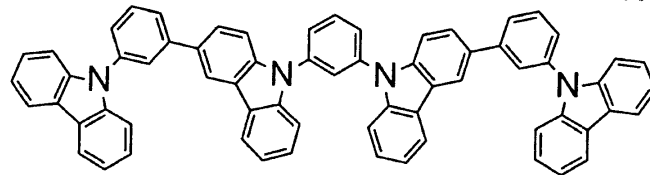
HS-1



HS-2

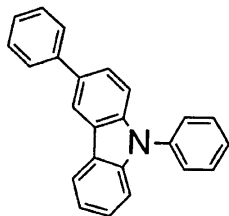


HS-3

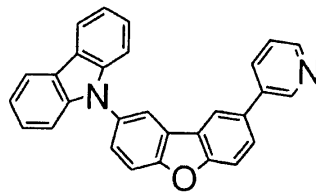


HS-4

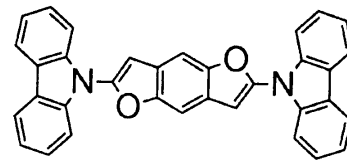
10



HS-5

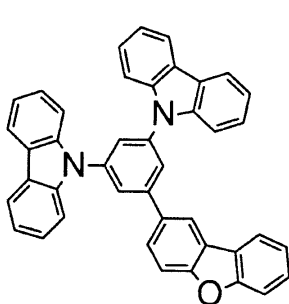


HS-6

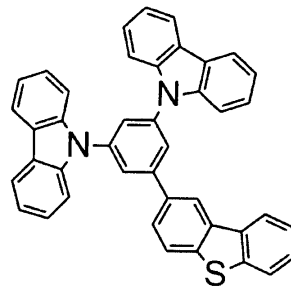


HS-7

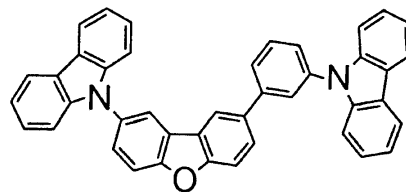
20



HS-8

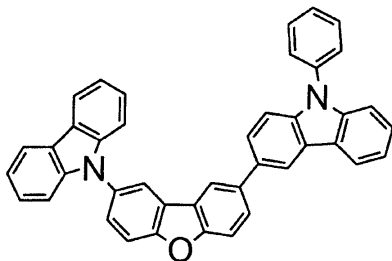


HS-9

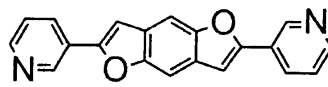


HS-10

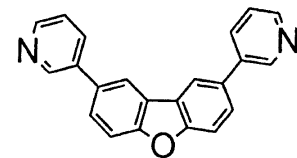
30



HS-11



HS-12

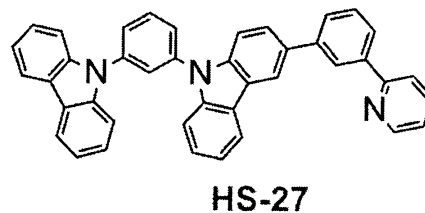
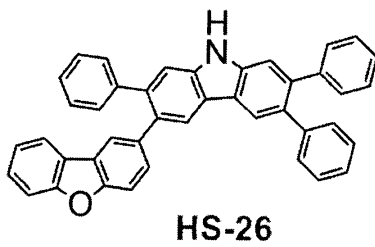
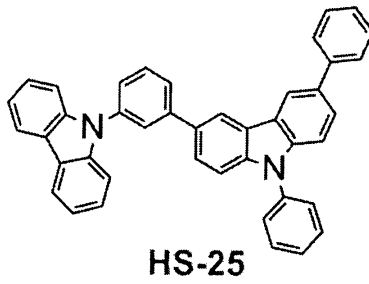
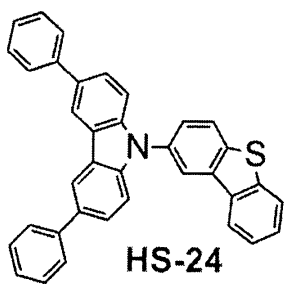
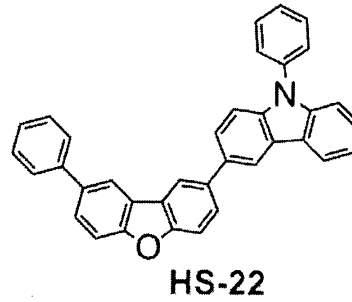
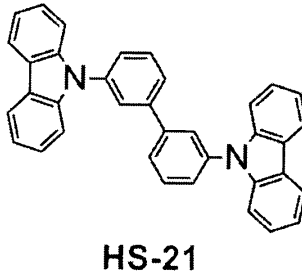
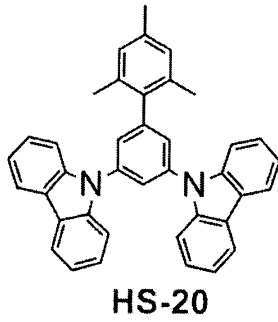
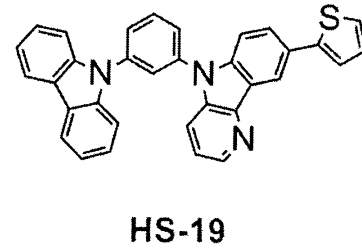
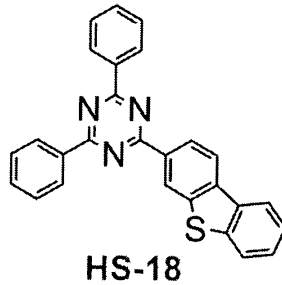
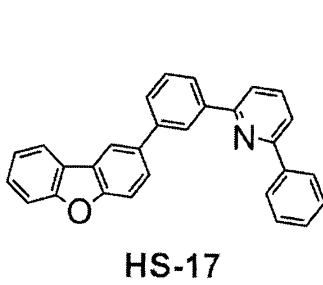
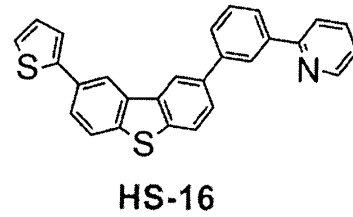
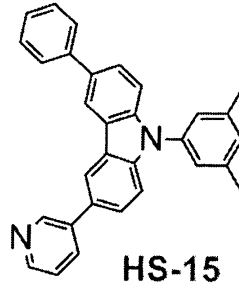
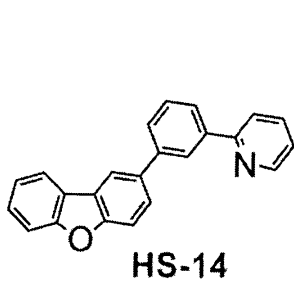


HS-13

40

【0050】

【化20】



【0051】

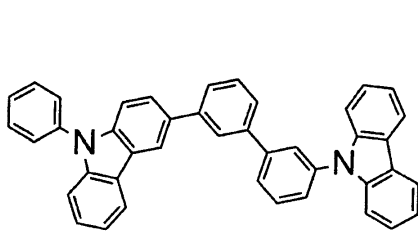
10

20

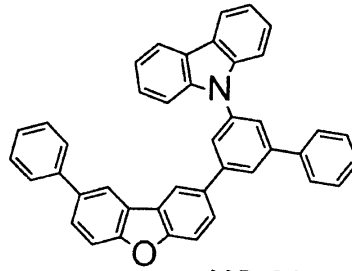
30

40

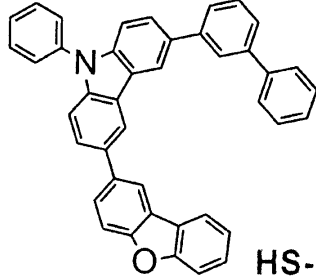
【化 2 1】



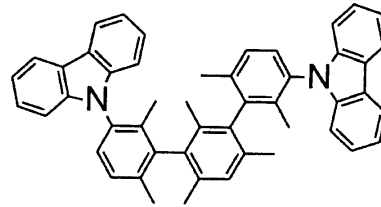
HS-28



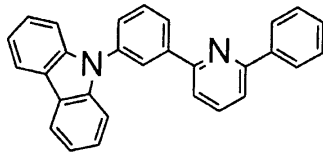
HS-29



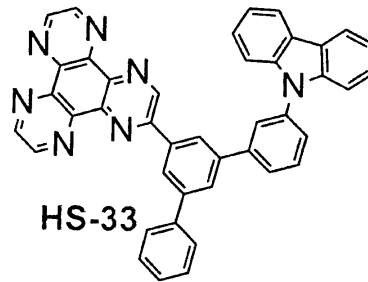
HS-30



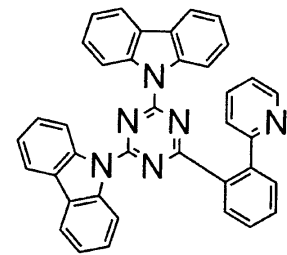
HS-31



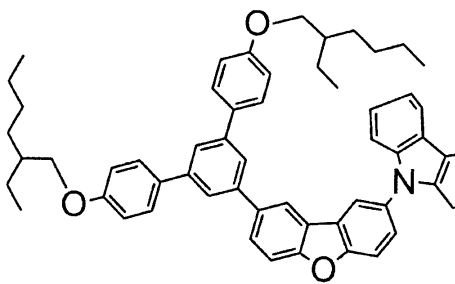
HS-32



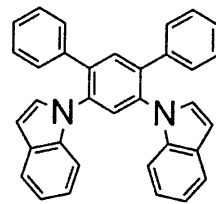
HS-33



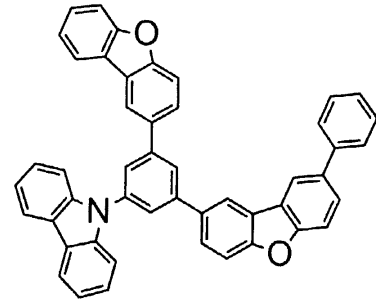
HS-34



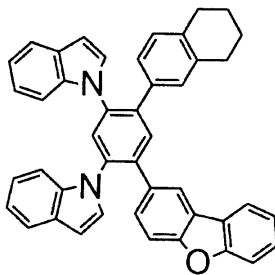
HS-35



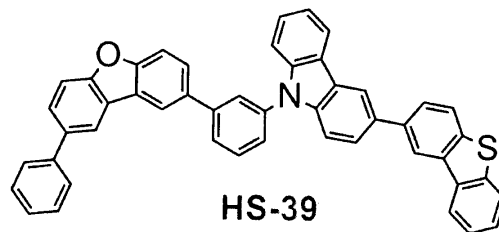
HS-36



HS-37



HS-38



HS-39

【 0 0 5 2】

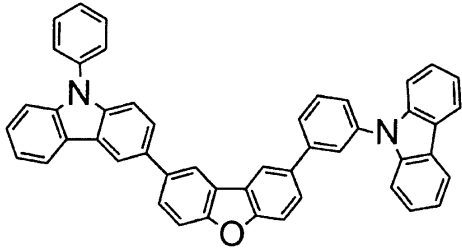
10

20

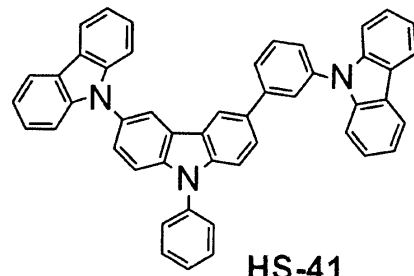
30

40

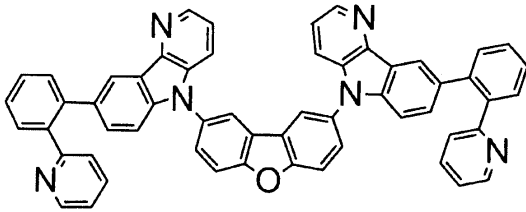
【化 2 2】



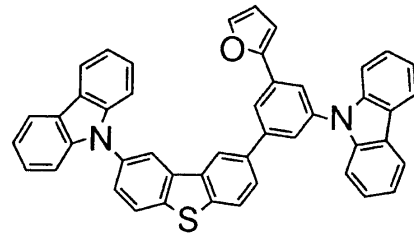
HS-40



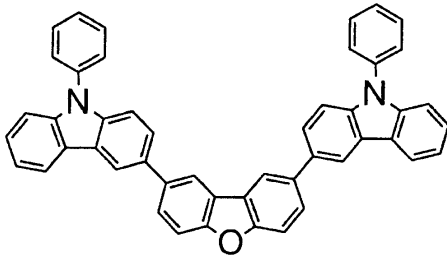
HS-41



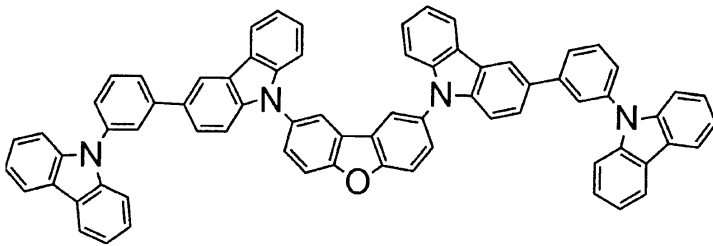
HS-42



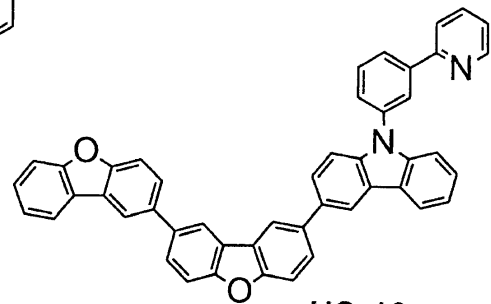
HS-43



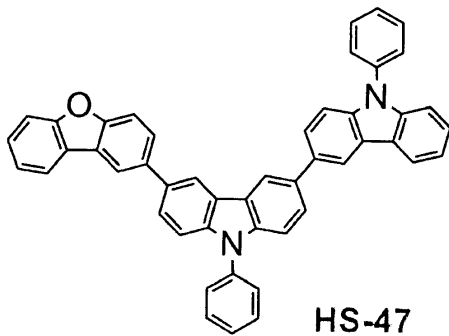
HS-44



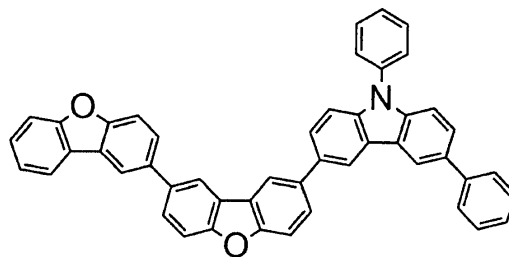
HS-45



HS-46



HS-47



HS-48

【 0 0 5 3 】

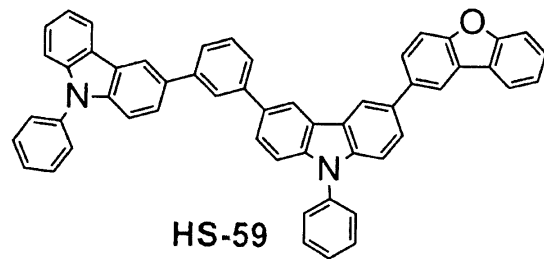
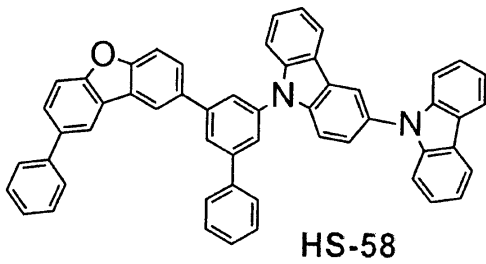
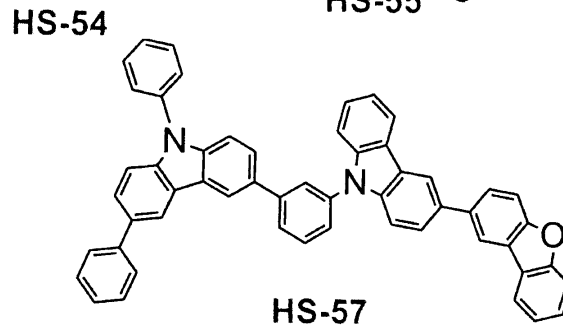
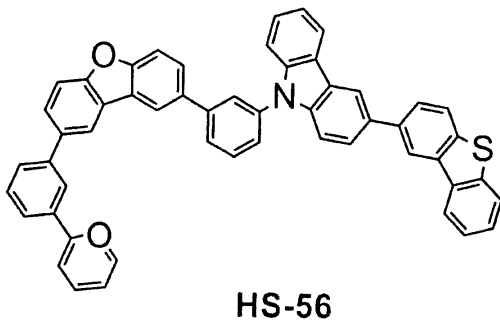
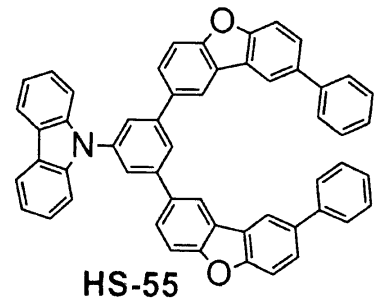
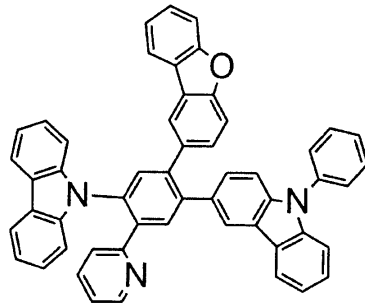
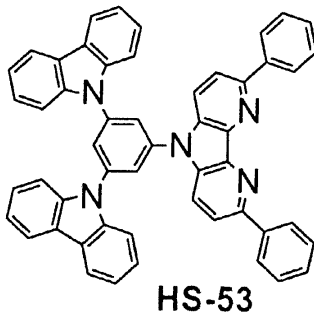
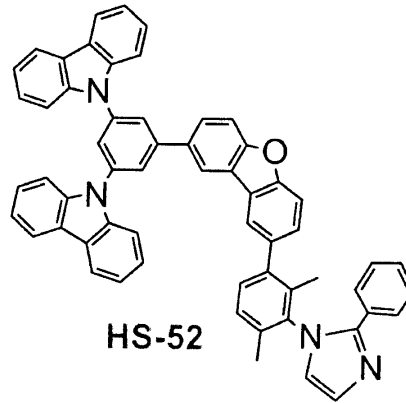
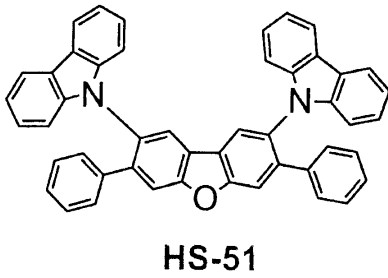
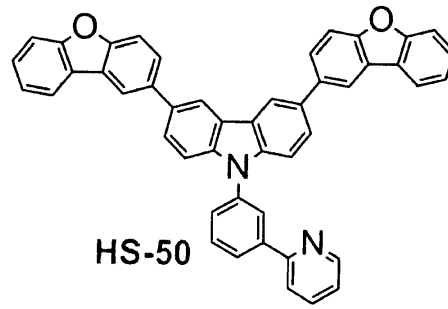
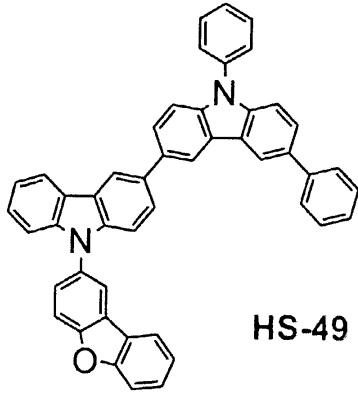
10

20

30

40

【化 2 3】



【 0 0 5 4】

10

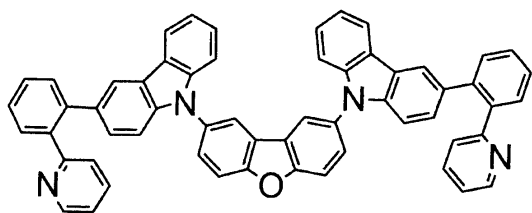
20

30

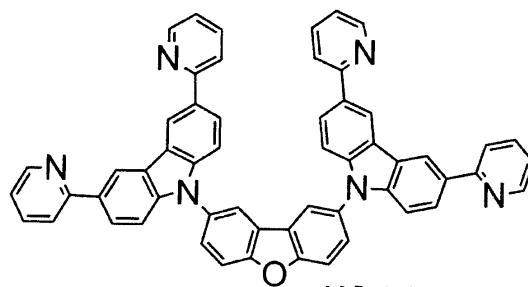
40



【化 2 5】

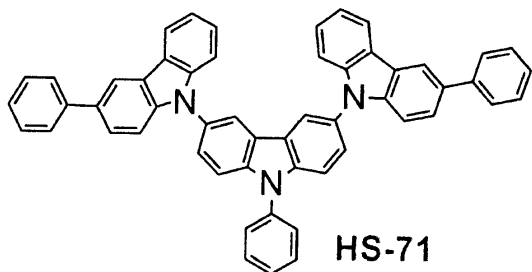


HS-69

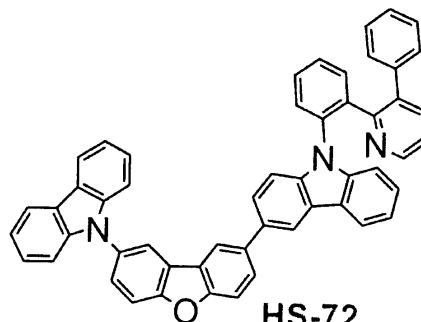


HS-70

10

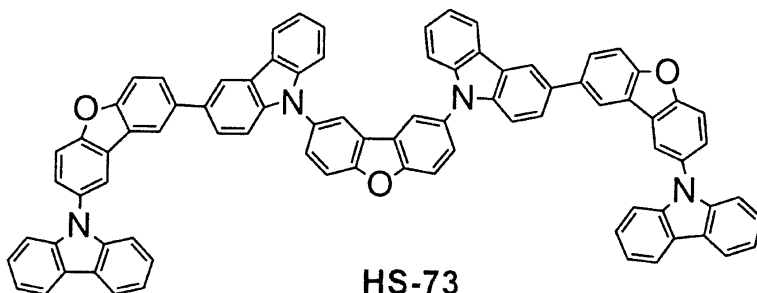


HS-71

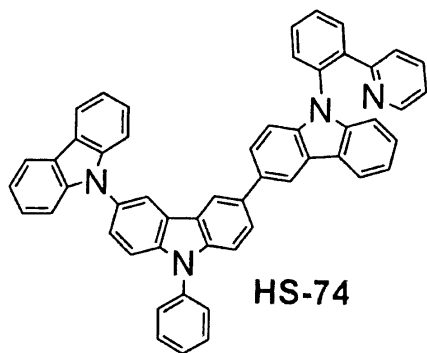


HS-72

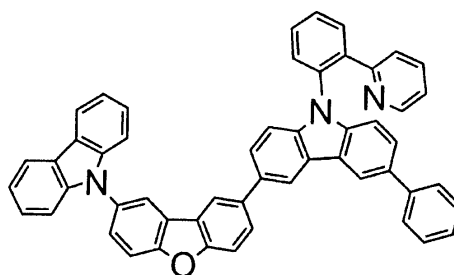
20



HS-73

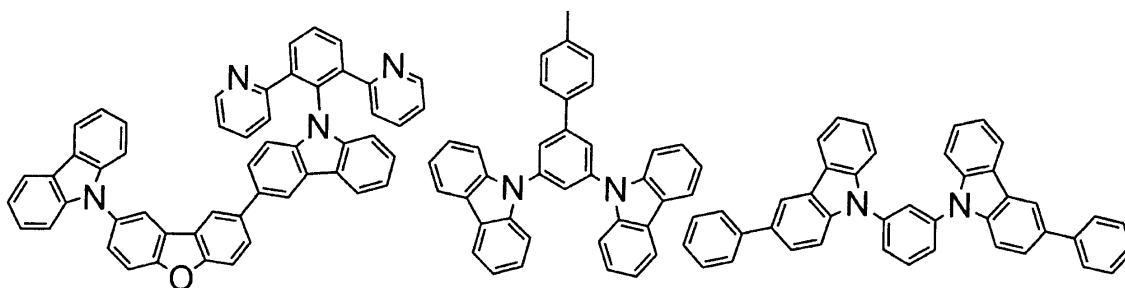


HS-74

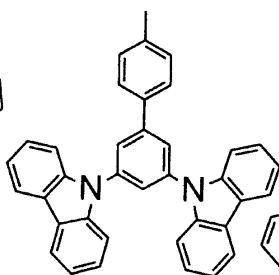


HS-75

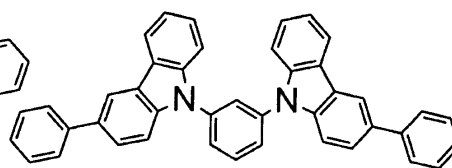
30



HS-76



HS-77

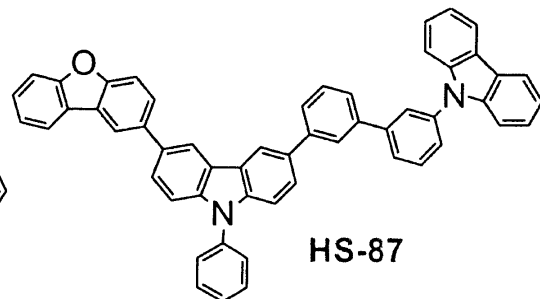
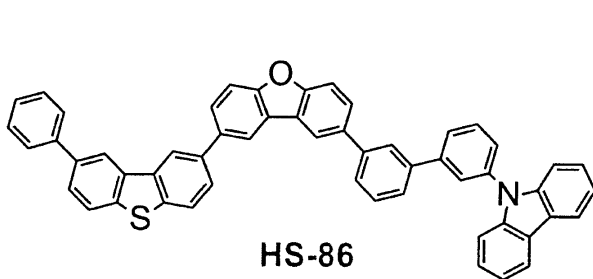
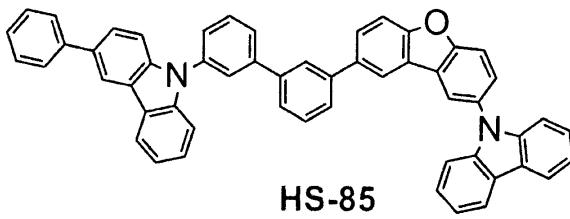
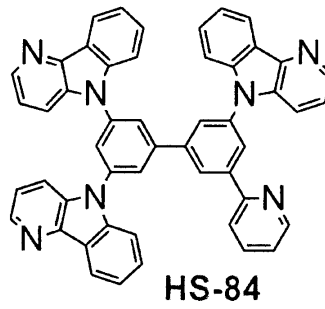
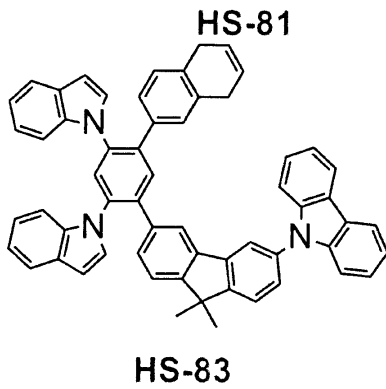
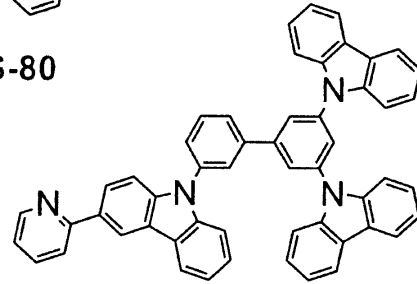
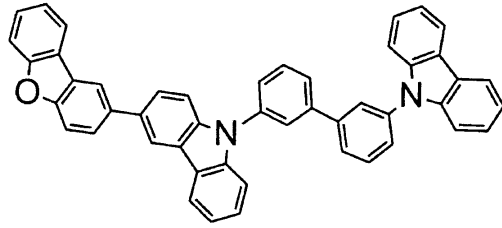
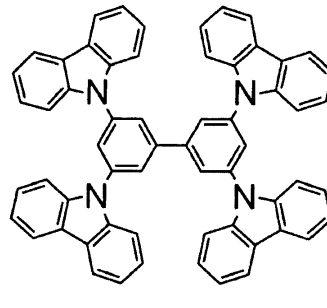
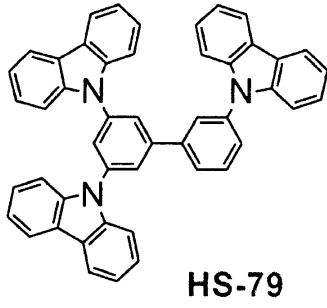


HS-78

40

【 0 0 5 6】

【化 2 6】



【 0 0 5 7】

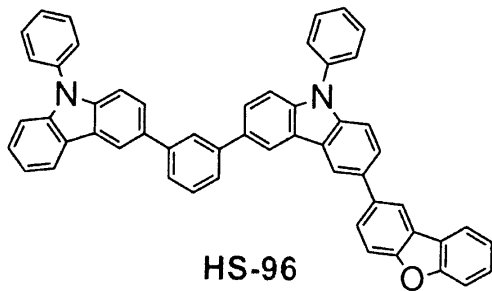
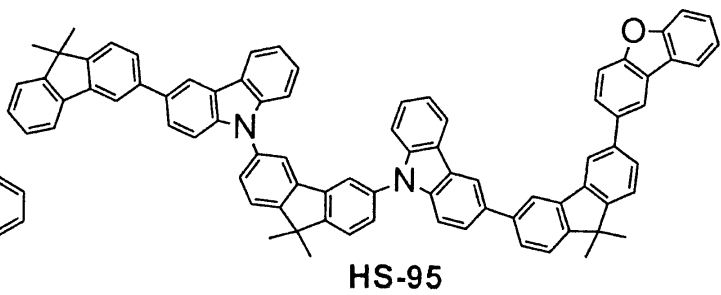
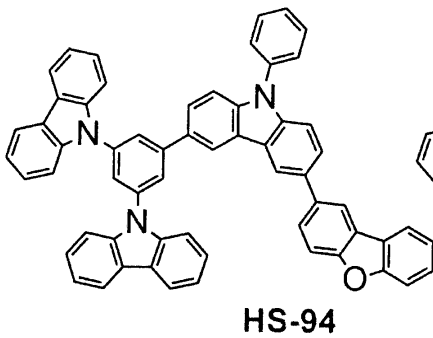
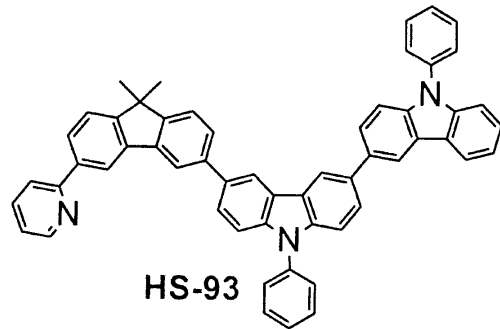
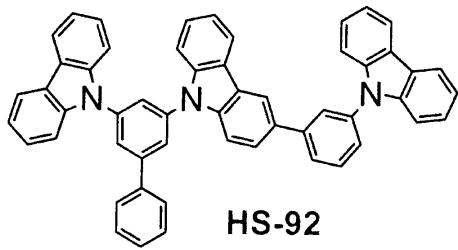
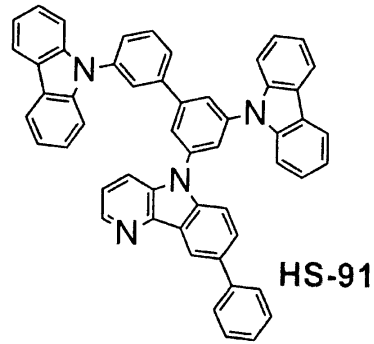
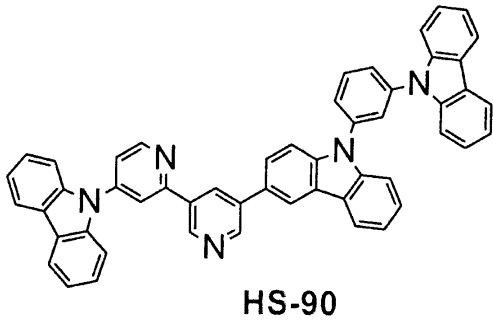
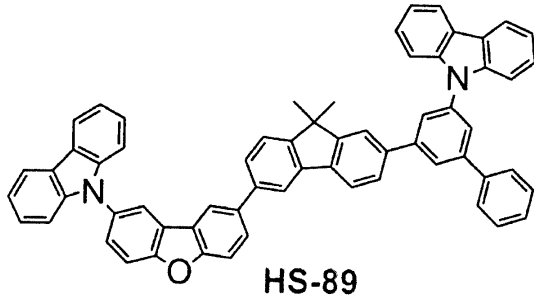
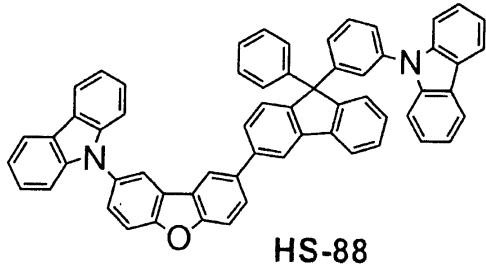
10

20

30

40

【化 27】



【 0 0 5 8 】

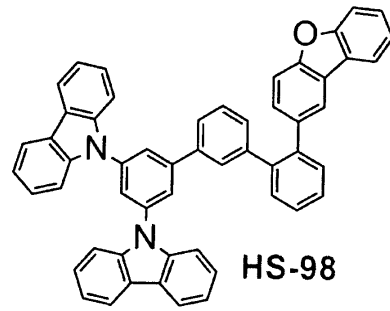
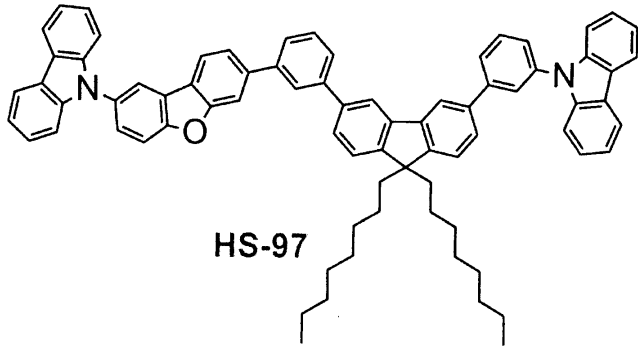
10

20

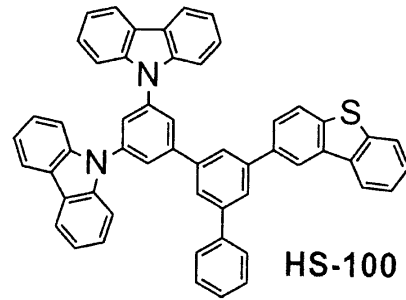
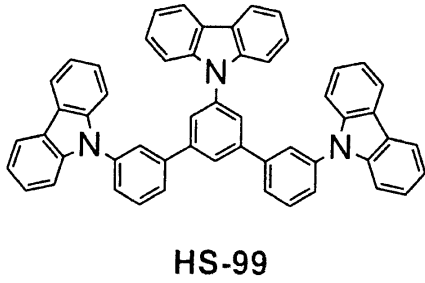
30

40

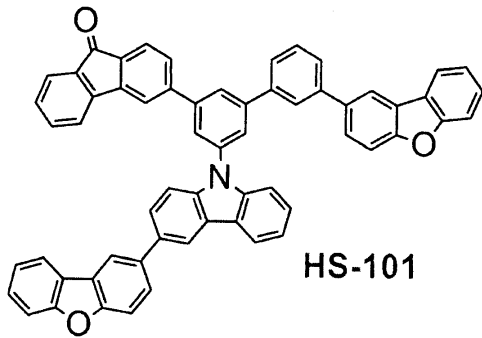
【化 2 8】



10



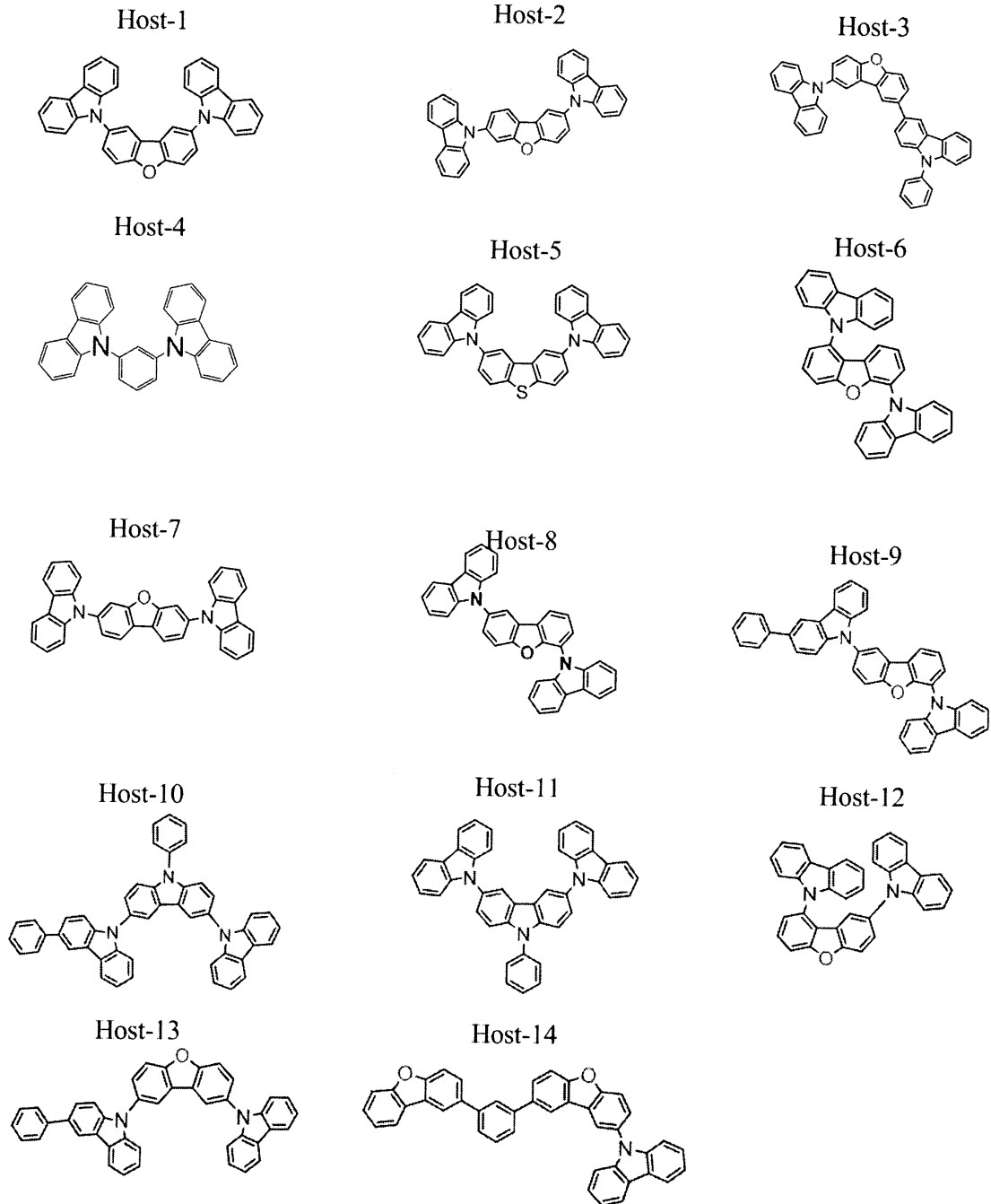
20



【 0 0 5 9】

30

【化 2 9】



10

20

30

【0060】

〔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。

40

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

50

複数の発光層が含まれる場合、該発光層間に非発光性の中間層を有してもよい。また、上記層構成の内、陽極及び陰極を除く発光層を含む有機層を1つの発光ユニットとし、複数の発光ユニットを積層することが可能である。該複数の積層された発光ユニットにおいては、発光ユニット間に非発光性の中間層を有していてもよく、更に中間層は電荷発生層を含んでいてもよい。

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。

本発明の有機EL素子を構成する各層について説明する。

#### 【0061】

##### 《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。

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。

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。）等により製膜して形成することができる。

本発明の有機EL素子の発光層には、発光ドーパント（リン光発光性ドーパント（リン光ドーパント、リン光発光性ドーパント基ともいう）や蛍光ドーパント等）化合物と、ホスト化合物とを含有する。そして、本発明では、ホスト化合物の比誘電率と、リン光発光性ドーパントであるリン光発光性の有機金属錯体の比誘電率の差が0 ~ -0.5 デバイであり、かつ、ホスト化合物とリン光発光性の有機金属錯体の双極子モーメント差が0 ~ -5.5 デバイである。より好ましくは双極子モーメント差が0 ~ 4 である。

具体的には、少なくとも1つのリン光発光性有機金属錯体は前述の一般式（2）で表されるリン光発光性有機金属錯体であり（一般式（1）で表される構造を有する配位子が金属原子に配位したリン光発光性の有機金属錯体）、ホスト化合物は前述の一般式（4）で表される化合物である。

#### 【0062】

##### （発光性ドーパント化合物）

発光性ドーパント化合物（発光性ドーパントともいう）について説明する。

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（リン光発光性ドーパント化合物、リン光発光体、リン光性化合物、リン光発光性化合物等ともいう）を用いることができる。

#### 【0063】

##### （リン光ドーパント（リン光発光性ドーパント化合物ともいう））

本発明に係るリン光ドーパントについて説明する。

本発明に係るリン光ドーパントは、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 °C）にてリン光発光する化合物であり、リン光量子収率が、25 °C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。

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。

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

10

20

30

40

50

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、もう一つはリン光ドーパントがキャリアトラップとなり、リン光ドーパント上でキャリアの再結合が起こり、リン光ドーパント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。

本発明に係るリン光ドーパントは、発光波長が480nm以下であることが好ましい。

#### 【0064】

また、本発明に係るリン光ドーパントは、前述の一般式(2)で表されるリン光発光性有機金属錯体(一般式(1)で表される構造を有する配位子が金属原子に配位したリン光発光性有機金属錯体)であるが、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。

例えば、国際公開第00/70655号、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、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、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。

#### 【0065】

(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。

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

#### 【0066】

以下に、本発明において、好ましく用いることの出来る公知のリン光ドーパント化合物の具体例を挙げる。勿論、本発明はこれらに限定されない。

10

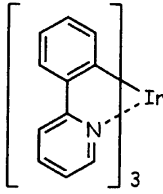
20

30

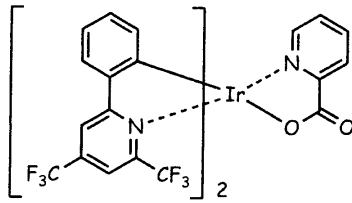
40

【化30】

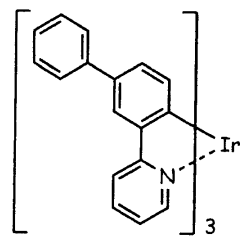
D-1



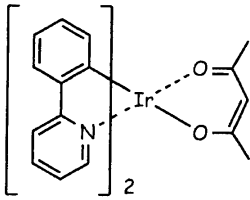
D-2



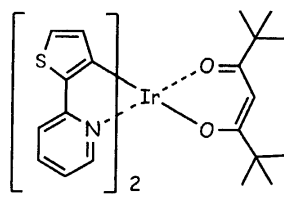
D-3



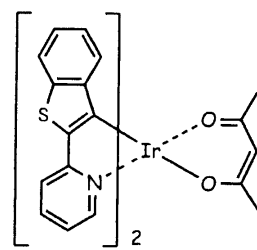
D-4



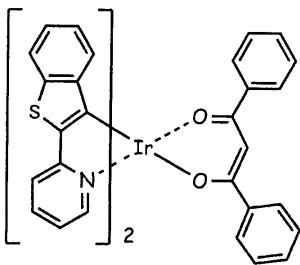
D-5



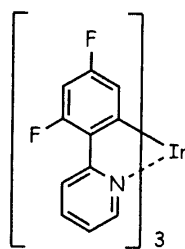
D-6



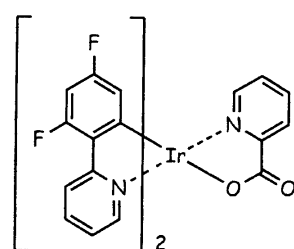
D-7



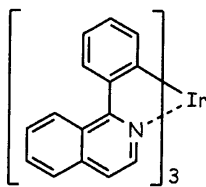
D-8



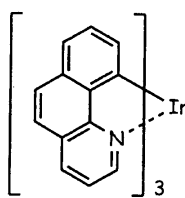
D-9



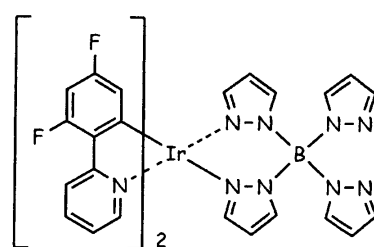
D-10



D-11



D-12



【0067】

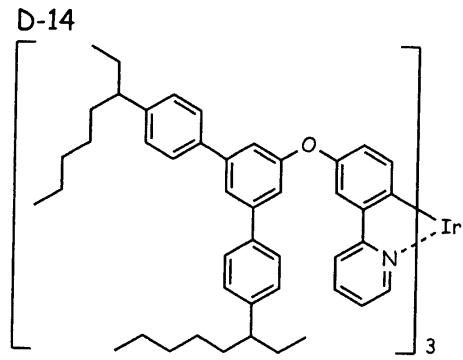
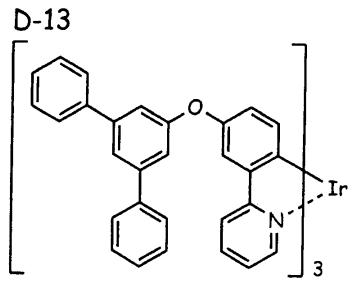
10

20

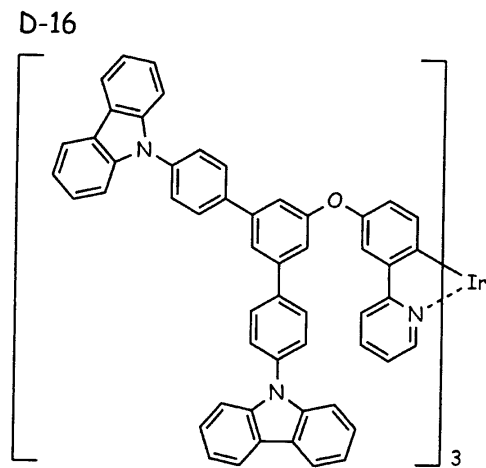
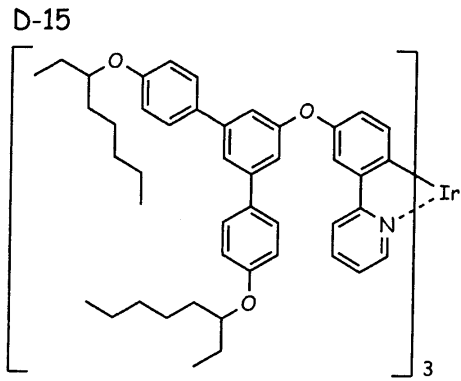
30

40

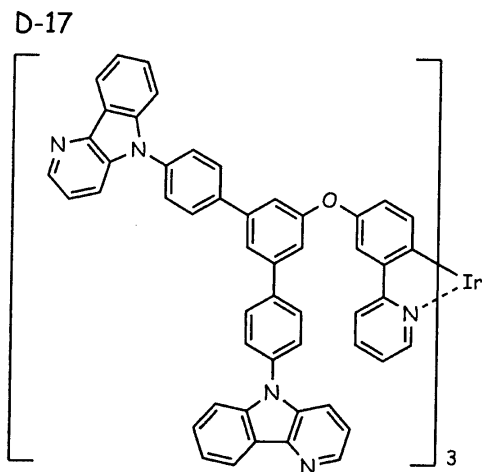
【化 3 1】



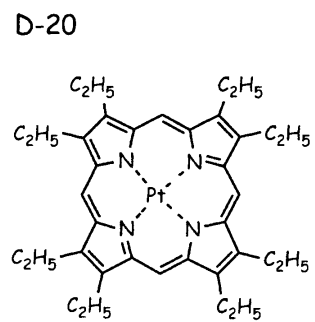
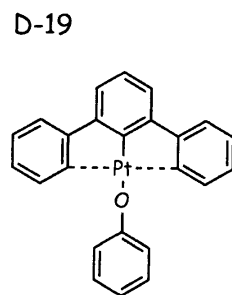
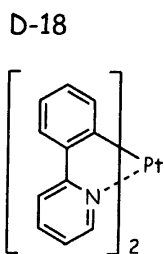
10



20



30

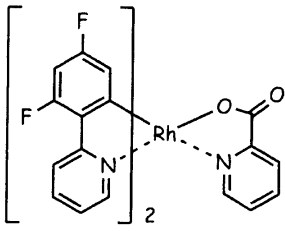


40

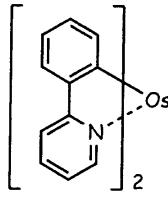
【 0 0 6 8 】

【化 3 2】

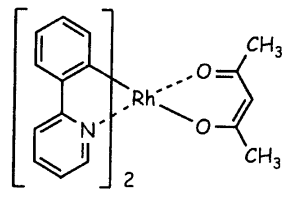
D-21



D-22

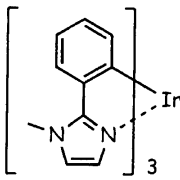


D-23

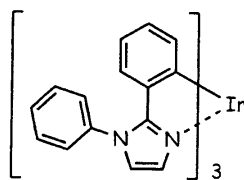


10

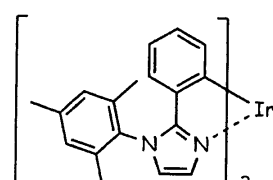
D-24



D-25

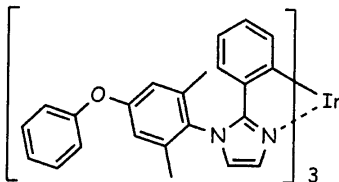


D-26

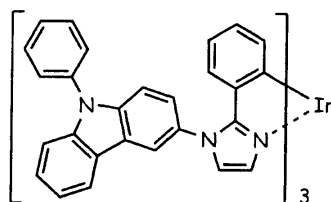


20

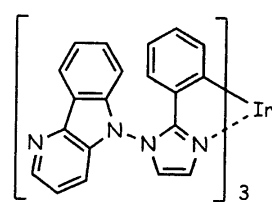
D-27



D-28

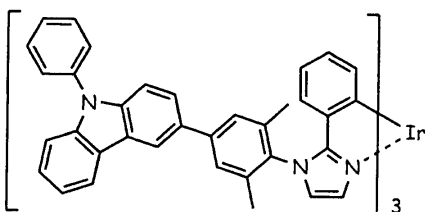


D-29

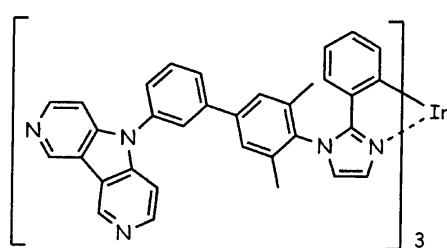


30

D-30



D-31

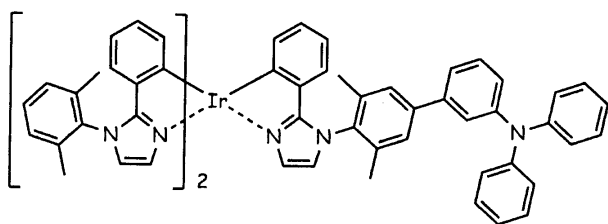


40

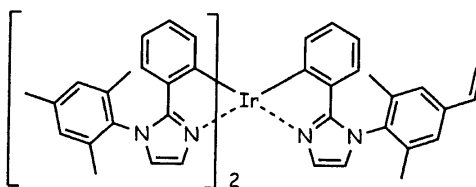
【 0 0 6 9 】

【化 3 3】

D-32

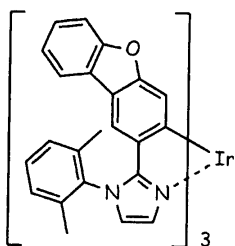


D-33

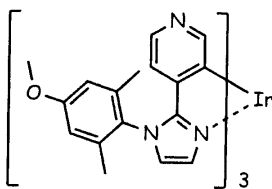


10

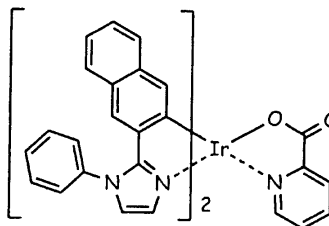
D-34



D-35

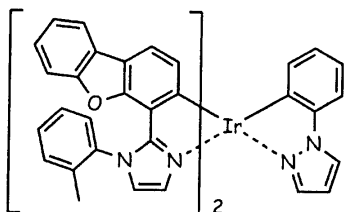


D-36

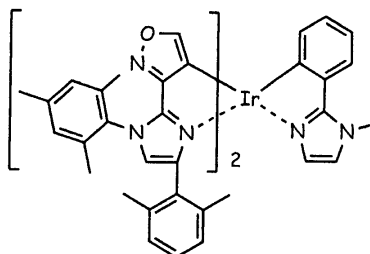


20

D-37

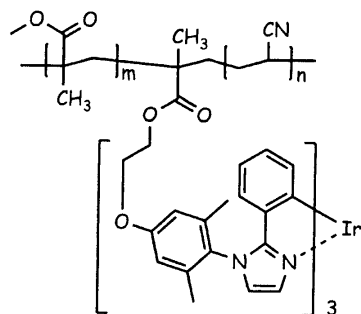


D-38

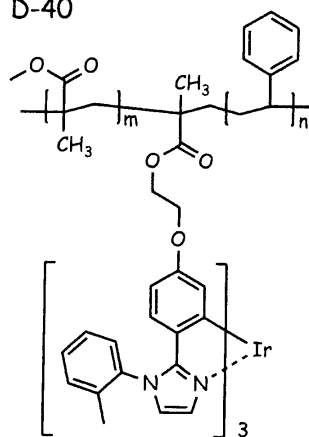


30

D-39



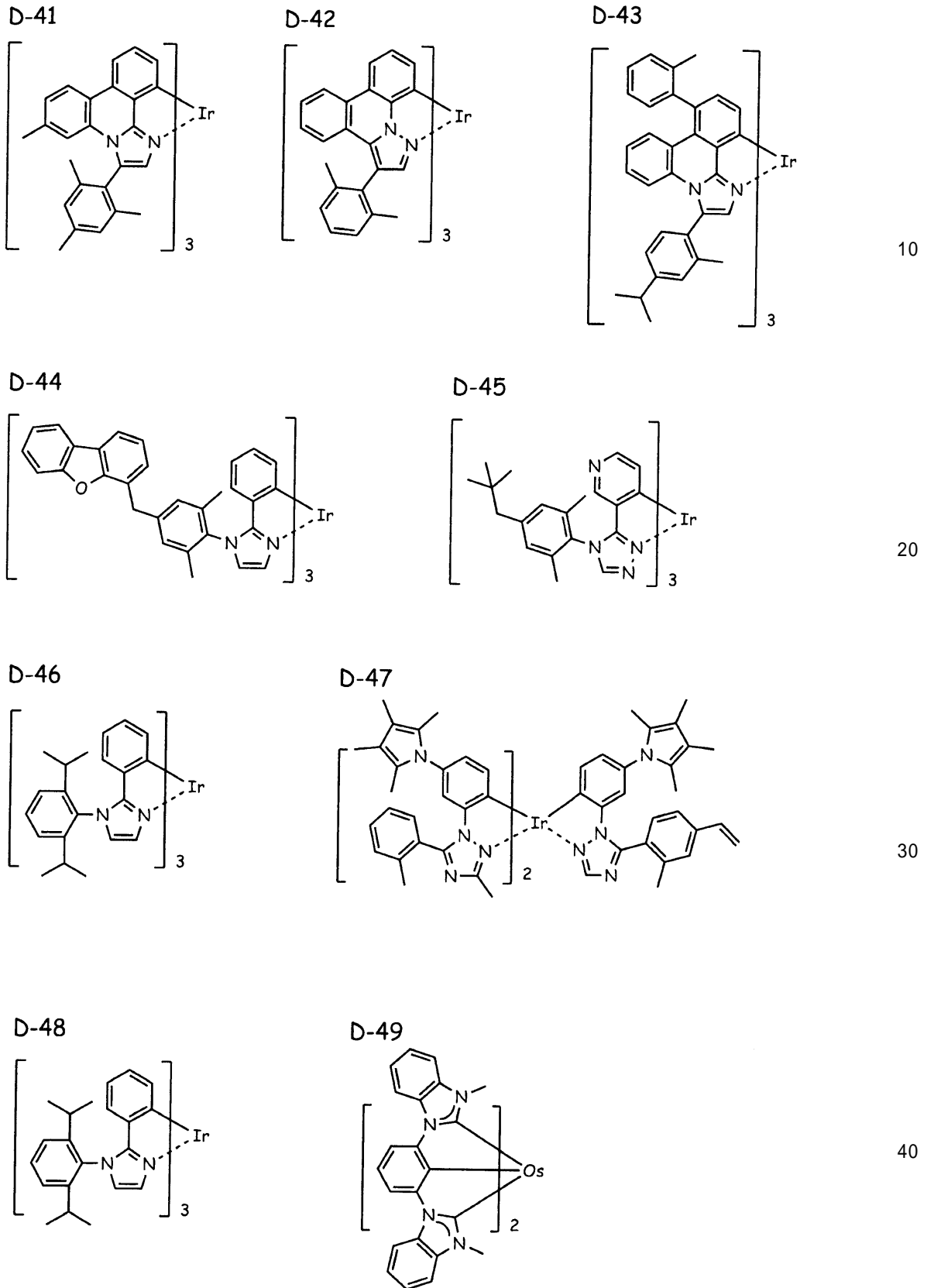
D-40



40

【 0 0 7 0 】

## 【化34】



## 【0071】

(発光ホスト化合物(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。

【0072】

具体的に、本発明に用いることができるホスト化合物としては、上述した一般式(4)で表される化合物である。

さらに、ホスト化合物としては、従来公知の化合物を上述した一般式(4)で表される化合物と併用してもよい。

併用してもよい化合物としては、代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、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。

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<sub>g</sub>(ガラス転移温度)である化合物が好ましい。より好ましくはT<sub>g</sub>が100以上である。

発光ホストを複数種用いることで、電荷の移動を調整することが可能であり、有機EL素子を高効率化することができる。

また、前記リン光ドーパントとして用いられる公知の化合物を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。

また、本発明に用いられる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(重合性発光ホスト)でもよく、このような化合物を一種または複数種用いても良い。

【0073】

公知の発光ホストの具体例としては、以下の文献に記載の化合物が挙げられる。

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。

【0074】

《注入層：正孔注入層(陽極バッファ層)、電子注入層(陰極バッファ層)》

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。

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

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、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

10

20

30

40

50

イン)やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム錯体等に代表されるオルトメタル化錯体層等が挙げられる。また、特表2003-519432や特開2006-135145等に記載されているようなアザトリフェニレン誘導体も同様に正孔注入材料として用いることができる。

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、フッ化ナトリウムやフッ化カリウム等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に代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。上記バッファ層(注入層)はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるがその膜厚は0.1nm~5μmの範囲が好ましい。

10

また、陽極バッファ層及び陰極バッファ層に用いられる材料は、他の材料と併用して用いることも可能であり、例えば正孔輸送層や電子輸送層中に混合して用いることも可能である。

【0075】

《正孔輸送層》

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

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、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、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。また、特表2003-519432や特開2006-135145等に記載されているようなアザトリフェニレン誘導体も同様に正孔輸送材料として用いることができる。

20

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。

30

芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N,N,N,N-テトラフェニル-4,4-ジアミノフェニル; N,N-ジフェニル-N,N-ビス(3-メチルフェニル)-[1,1-ピフェニル]-4,4-ジアミン(TPD); 2,2-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)プロパン; 1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N,N,N,N-テトラ-p-トリル-4,4-ジアミノピフェニル; 1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N,N-ジフェニル-N,N-ジ(4-メトキシフェニル)-4,4-ジアミノピフェニル; N,N,N,N-テトラフェニル-4,4-ジアミノジフェニルエーテル; 4,4-ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル; N,N,N-トリ(p-トリル)アミン; 4-(ジ-p-トリルアミノ)-4-[4-(ジ-p-トリルアミノ)スチリル]スチルベン; 4-N,N-ジフェニルアミノ-(2-ジフェニルビニル)ベンゼン; 3-メトキシ-4-N,N-ジフェニルアミノスチルベンゼン; N-フェニルカルバゾール、更には米国特許第5,061,569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4,4-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(NPD)、特開平4-308688号公報に記載されているトリフェ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

40

50

T A ) 等が挙げられる。

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。

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。

また、銅フタロシアニンやトリス(2-フェニルピリジン)イリジウム錯体等に代表されるシクロメタル化錯体やオルトメタル化錯体等も正孔輸送材料として使用することができる。

また、特開平11-251067号公報、J. Huang et al. 著文献(Applied Physics Letters 80(2002), p. 139)に記載されているような、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。

10

【0076】

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

正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm~5μm程度、好ましくは5nm~200nm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。

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

20

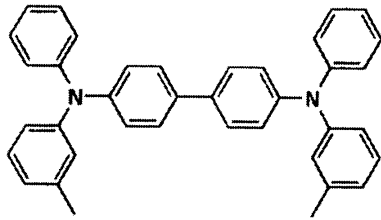
本発明においては、このようなp性の高い正孔輸送層を用いることが、より低消費電力の素子を作製することができるため好ましい。

【0077】

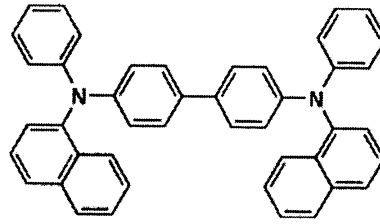
以下、本発明の有機EL素子の正孔注入層及び正孔輸送層の形成に好ましく用いられる化合物の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【化 3 5】

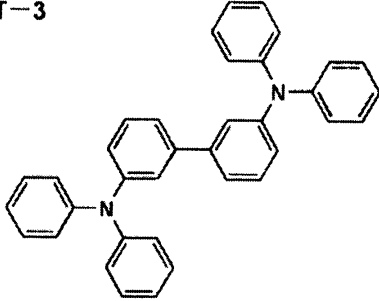
HT-1 (TPD)



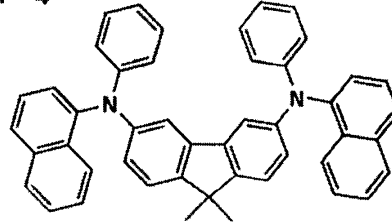
HT-2 ( $\alpha$ -NPD)



HT-3

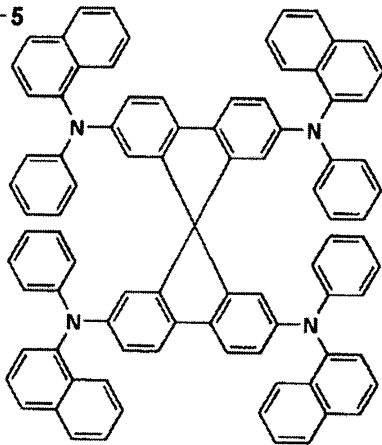


HT-4



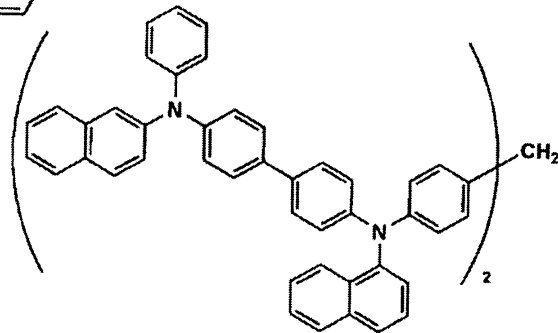
10

HT-5



20

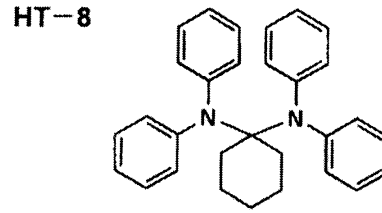
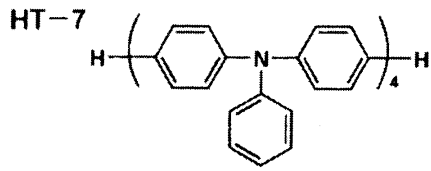
HT-6



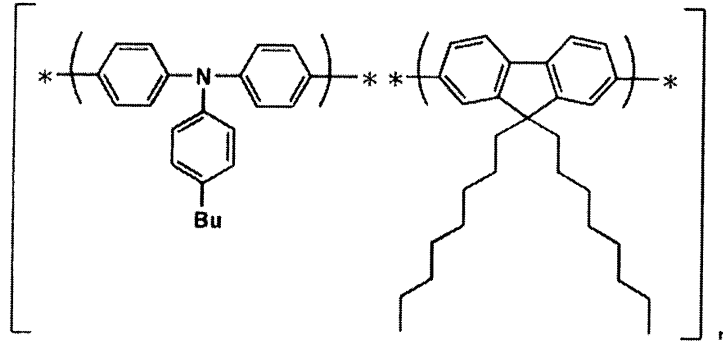
30

【 0 0 7 8 】

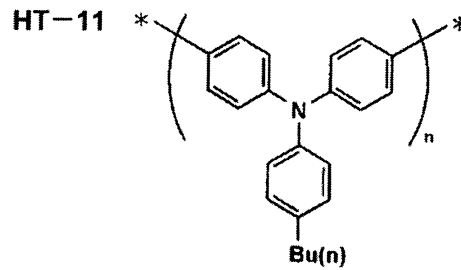
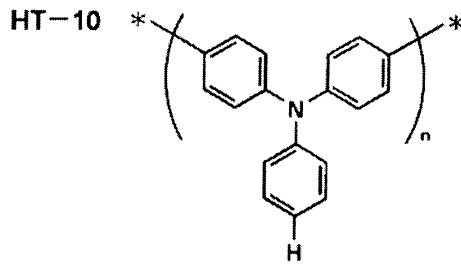
【化 3 6】



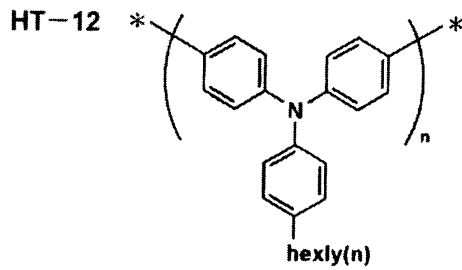
HT-9 (F8-TFB)



10



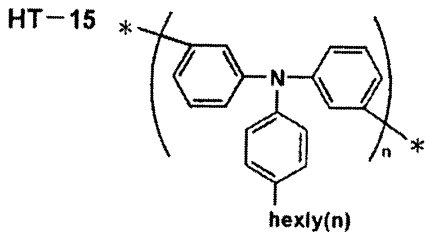
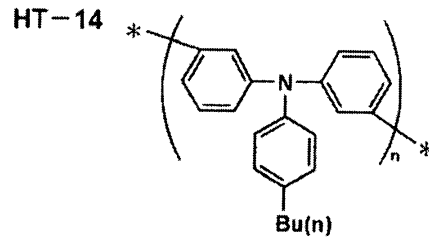
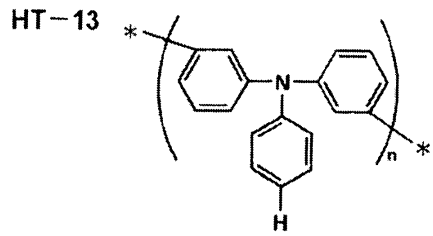
20



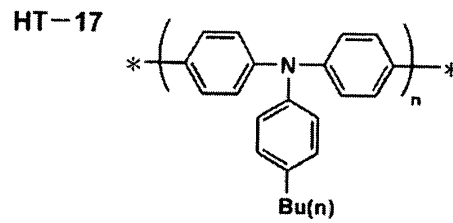
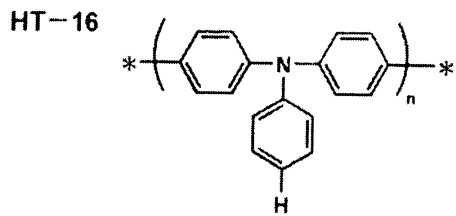
30

【 0 0 7 9 】

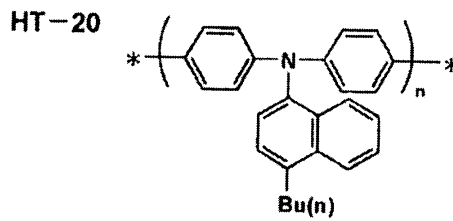
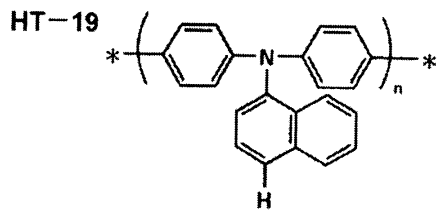
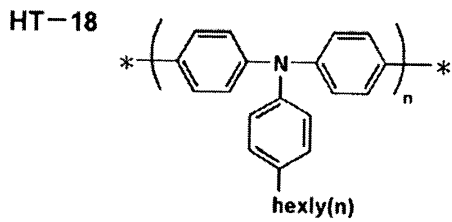
【化 3 7】



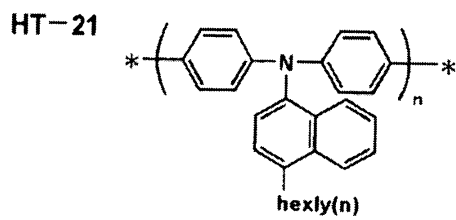
10



20



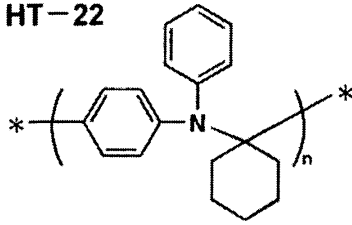
30



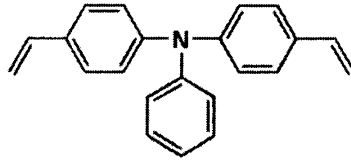
【 0 0 8 0 】

【化 3 8】

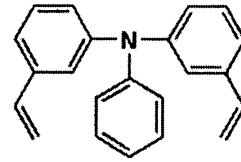
HT-22



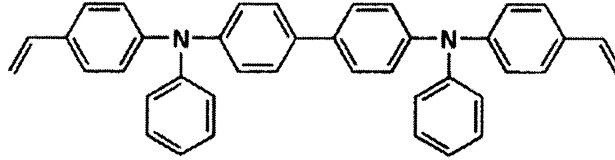
HT-23



HT-24

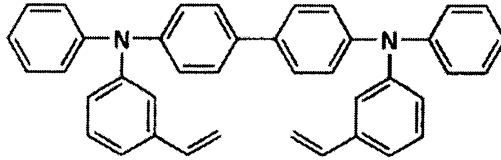


HT-25

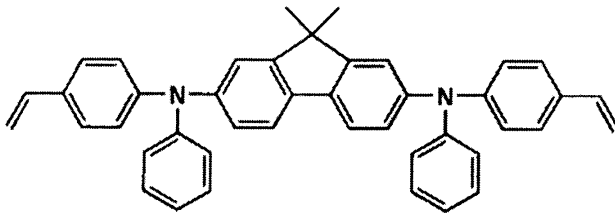


10

HT-26

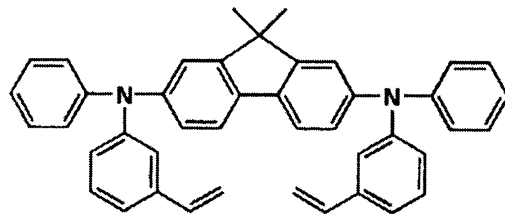


HT-27



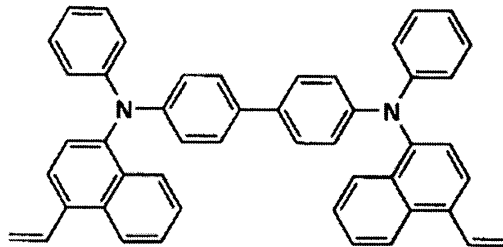
20

HT-28



30

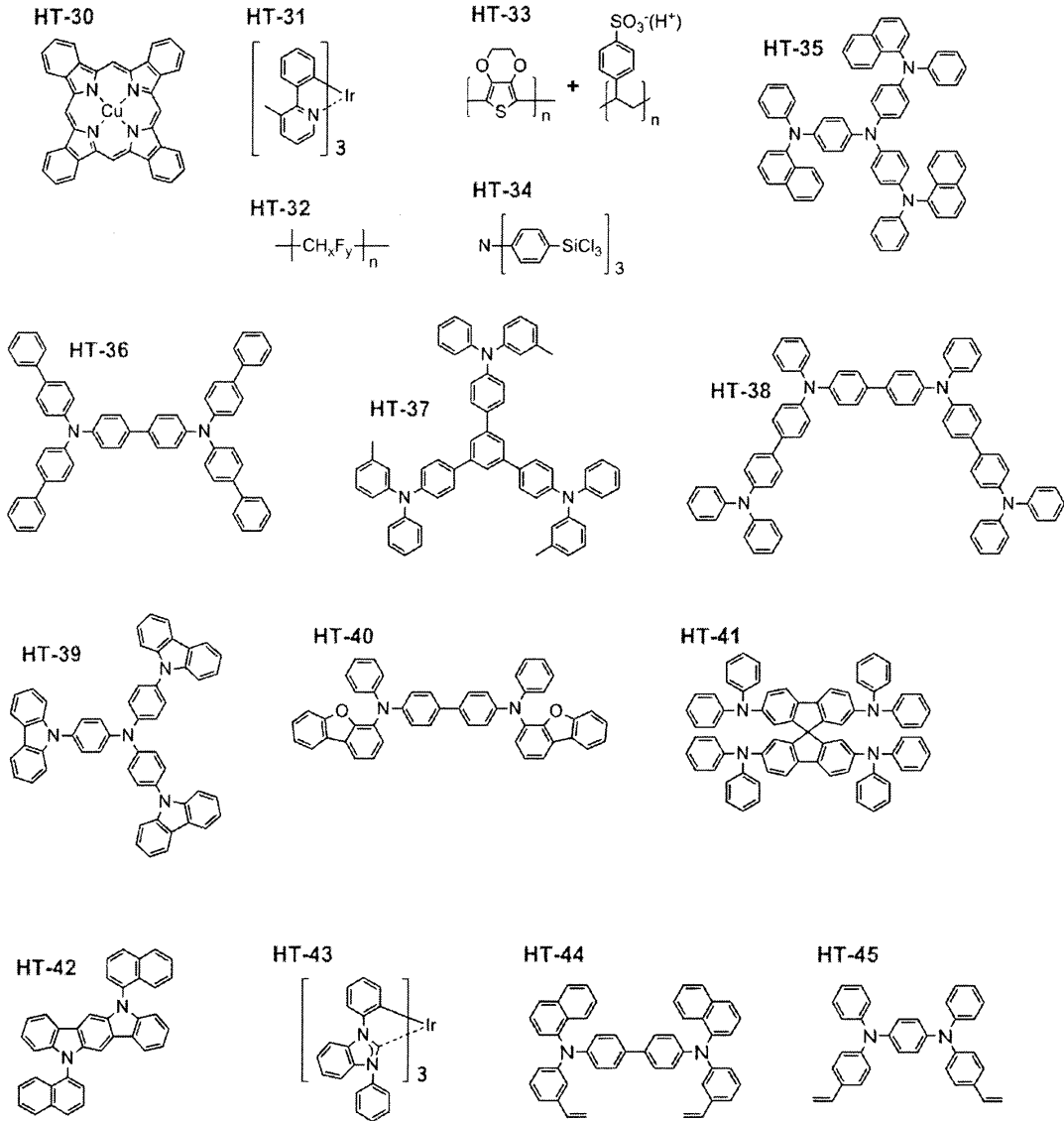
HT-29



40

【 0 0 8 1】

【化39】



10

20

30

【0082】

《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。

電子輸送層に用いられる電子輸送材料（正孔阻止材料、電子注入材料も含む）として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て、単独または組み合わせて用いることが可能である。

40

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、を含むアザカルバゾール誘導体等が挙げられる。

ここで、アザカルバゾール誘導体とは、カルバゾール環を構成する炭素原子の1つ以上が窒素原子で置き換わったものを示す。

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。

50

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。

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。

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。

また、正孔注入層、正孔輸送層と同様に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。

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く、複数の層が積層した積層構造であってもよい。

また、不純物をドーブしたn性の高い電子輸送層を用いることもできる。その例としては、特開平4-297076号公報、同10-270172号公報、特開2000-196140号公報、同2001-102175号公報、J. Appl. Phys., 95, 5773(2004)等に記載されたものが挙げられる。

【0083】

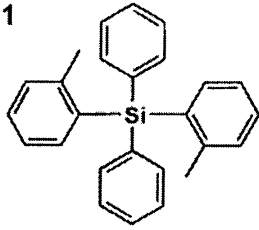
以下、本発明の白色有機EL素子の電子輸送層の形成に好ましく用いられる従来公知の化合物(電子輸送材料)の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

10

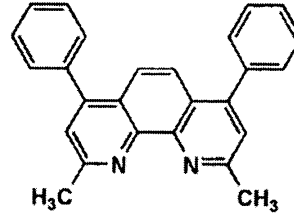
20

【化 4 0】

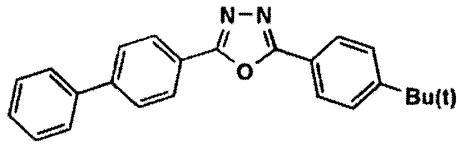
ET-1



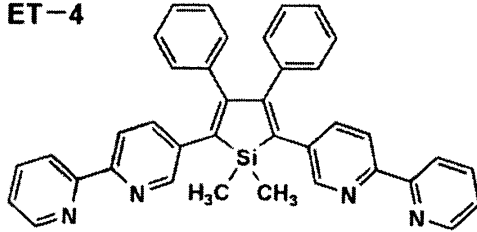
ET-2 (BCP)



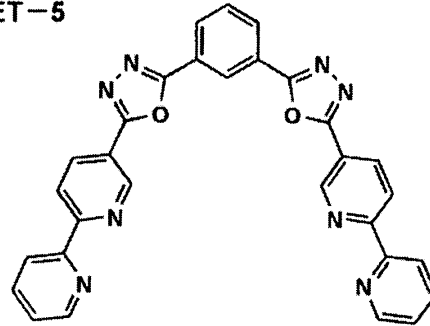
ET-3 (PBD)



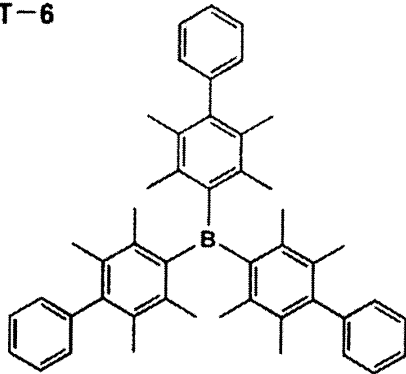
ET-4



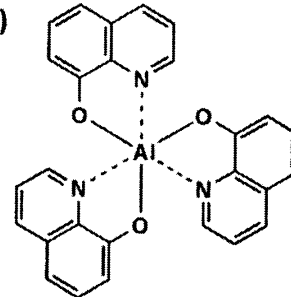
ET-5



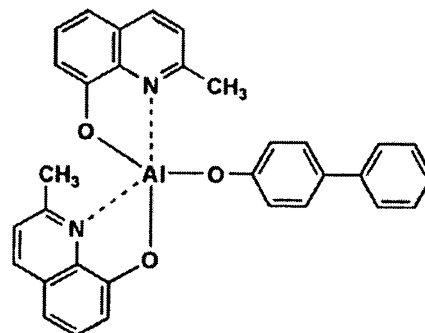
ET-6



ET-7 (Alq<sub>3</sub>)



ET-8 (BAIq)



【 0 0 8 4】

10

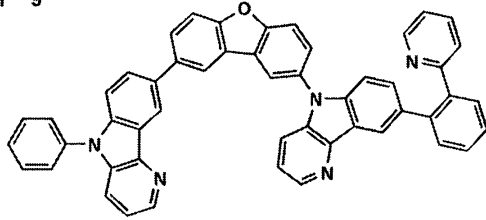
20

30

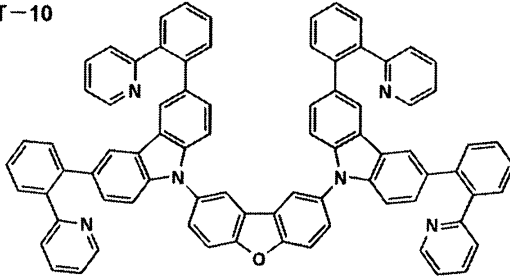
40

## 【化 4 1】

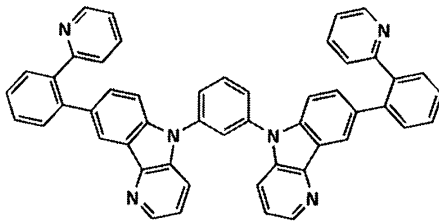
ET-9



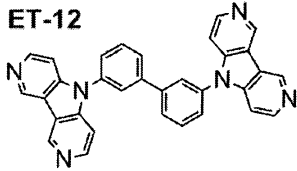
ET-10



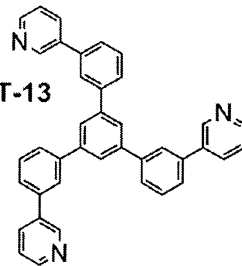
ET-11



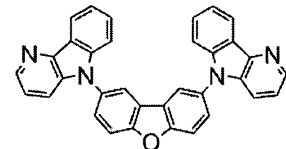
ET-12



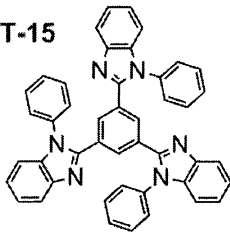
ET-13



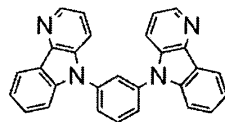
ET-14



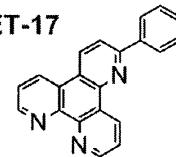
ET-15



ET-16



ET-17



## 【 0 0 8 5 】

《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 1 1 - 2 0 4 2 5 8 号公報、同 1 1 - 2 0 4 3 5 9 号公報、及び「有機 E L 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。

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。

また、前述の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。

本発明の有機 E L 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

10

20

30

40

50

い。

正孔阻止層には、カルバゾール誘導体、アザカルバゾール誘導体（ここで、アザカルバゾール誘導体とは、カルバゾール環を構成する炭素原子の1つ以上が窒素原子で置き換わったものを示す）、ピリジン誘導体など、含窒素化合物を含有することが好ましい。

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0.3 eV以上大きいことが好ましい。

10

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

(1) 米国Gaussian社製の分子軌道計算用ソフトウェアである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。

20

(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。

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。

また、前述の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、電子阻止層の膜厚としては、好ましくは3 nm ~ 100 nmであり、更に好ましくは3 nm ~ 30 nmである。

【0086】

30

《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4 eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Au等の金属、CuI、インジウムチンオキド(ITO)、SnO<sub>2</sub>、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。

また、IDIXO(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-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。

40

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

【0087】

《陰極》

一方、陰極としては仕事関数の小さい(4 eV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

50

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。

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。

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  $\Omega$  / 以下が好ましく、膜厚は通常  $10\text{ nm} \sim 5\ \mu\text{m}$ 、好ましくは  $50\text{ nm} \sim 200\text{ nm}$  の範囲で選ばれる。

10

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。

また、陰極に上記金属を  $1\text{ nm} \sim 20\text{ nm}$  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ことができ、これを応用することで陽極と陰極の両方が透過性を有する素子を作製することができる。

#### 【0088】

20

##### 《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。

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)、ポリフェニルスルフィド、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）あるいはアペル（商品名三井化学社製）といったシクロオレフィン系樹脂等を挙げられる。

30

40

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 ( $25 \pm 0.5$ 、相対湿度 ( $90 \pm 2$ ) % RH) が  $0.01\text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{ h})$  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、 $10^{-3}\text{ ml} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{ h} \cdot \text{MPa})$  以下、水蒸気透過度が、 $10^{-5}\text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24\text{ h})$  以下の高バリア性フィルムであることが好ましい。

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。

50

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。

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。

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。

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。

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 × 100である。

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

【0089】

《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。

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1μm以下、好ましくは10nm~200nmの膜厚になるように形成させ、陽極を作製する。

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。

本発明のリン光発光性の有機EL素子においては、少なくとも陰極と該陰極に隣接する電子輸送層は、湿式法により塗布・成膜される。

湿式法としては、スピコート法、キャスト法、ダイコート法、ブレードコート法、ロールコート法、インクジェット法、印刷法、スプレーコート法、カーテンコート法、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、層毎に異なる製膜法を適用してもよい。

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。

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。

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1μm以下、好ましくは50nm~200nm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。

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。

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2V~40V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。

10

20

30

40

50

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製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。

【0090】

《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。

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い。また透明性、電気絶縁性は特に問わない。

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。

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。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、モリブテン、シリコン、ゲルマニウム及びタンタルからなる群から選ばれる一種以上の金属または合金からなるものが挙げられる。

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。

更には、ポリマーフィルムは、JIS K 7126 - 1987に準拠した方法で測定された酸素透過度が $1 \times 10^{-3} \text{ ml} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{MPa})$ 以下、JIS K 7129 - 1992に準拠した方法で測定された、水蒸気透過度( $25 \pm 0.5$ 、相対湿度( $90 \pm 2$ )%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。

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。

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。

更に、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。

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

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。

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

10

20

30

40

50

等の不活性気体やフッ化炭化水素、シリコンオイルのような不活性液体を注入することが好ましい。また真空とすることも可能である。また、内部に吸湿性化合物を封入することもできる。

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、フッ化タンタル、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ましい。

10

#### 【0091】

##### 《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。

#### 【0092】

##### 《光取り出し》

有機EL素子は空気よりも屈折率の高い（屈折率が1.7～2.1程度）層の内部で発光し、発光層で発生した光のうち15%から20%程度の光しか取り出せないことが一般的に言われている。これは、臨界角以上の角度で界面（透明基板と空気との界面）に入射する光は、全反射を起こし素子外部に取り出すことができないことや、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。

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。

30

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。

40

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。

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。

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、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。

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

50

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。

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。

導入する回折格子は、二次元的な周期屈折率を有することが望ましい。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。

10

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。

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。

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。

回折格子の配列は正方形のラチス状、三角形のラチス状、八ニカムラチス状等、二次元的に配列が繰り返されることが好ましい。

#### 【0093】

##### 《集光シート》

20

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。

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

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。

30

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

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。

#### 【0094】

##### 《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。

40

本発明の有機EL素子においては、必要に応じ成膜時にメタルマスクやインクジェットプリンティング法等でパターン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。

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

50

、分光放射輝度計CS-1000（コニカミノルタセンシング（株）製）で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

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、 $1000\text{cd/m}^2$ でのCIE1931表色系における色度が $X = 0.33 \pm 0.07$ 、 $Y = 0.33 \pm 0.1$ の領域内にあることを言う。

#### 【0095】

##### 《表示装置》

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

本発明の表示装置は単色でも多色でもよいが、ここでは多色表示装置について説明する。

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。

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。

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。

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。

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

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。

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。

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。

#### 【0096】

以下、本発明の有機EL素子を有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

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

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。

制御部Bは表示部Aと電気的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線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。

図2は表示部Aの模式図である。

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

図においては、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。図2中、符号Lは光を示し、後述の図5及び図6も同様である。

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

10

20

30

40

50

タ線 6 は格子状に直交して、直交する位置で画素 3 に接続している（詳細は図示していない）。

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

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。

#### 【 0 0 9 7 】

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。

画素は有機 EL 素子 1 0、スイッチングトランジスタ 1 1、駆動トランジスタ 1 2、コンデンサ 1 3 等を備えている。複数の画素に有機 EL 素子 1 0 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。

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 1 1 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 1 1 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 1 1 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 1 3 と駆動トランジスタ 1 2 のゲートに伝達される。

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 1 3 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 1 2 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 1 2 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 1 0 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 1 0 に電流が供給される。

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 1 1 の駆動がオフする。

しかし、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフしてもコンデンサ 1 3 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 1 2 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 1 0 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 1 2 が駆動して有機 EL 素子 1 0 が発光する。

即ち、有機 EL 素子 1 0 の発光は、複数の画素それぞれの有機 EL 素子 1 0 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 1 1 と駆動トランジスタ 1 2 を設けて、複数の画素 3 それぞれの有機 EL 素子 1 0 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。

ここで、有機 EL 素子 1 0 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 1 3 の電位の保持は次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

本発明においては、上述したアクティブマトリクス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機 EL 素子を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。

#### 【 0 0 9 8 】

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

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

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

#### 【 0 0 9 9 】

《 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。

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。

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。

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。

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。

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いづれでもよいが、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。

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。

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

発光層に用いる発光材料としては特に制限はなく、例えば、液晶表示素子におけるバックライトであれば、CF（カラーフィルター）特性に対応した波長範囲に適合するように、本発明に係る金属錯体、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ることで白色化すればよい。

#### 【0100】

##### 《本発明の照明装置の一態様》

本発明の有機EL素子を具備した、本発明の照明装置の一態様について説明する。

本発明の有機EL素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚み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。

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。）。

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は少なくとも発光層を含む有機EL層、107は透明電極（陽極）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。

#### 【実施例】

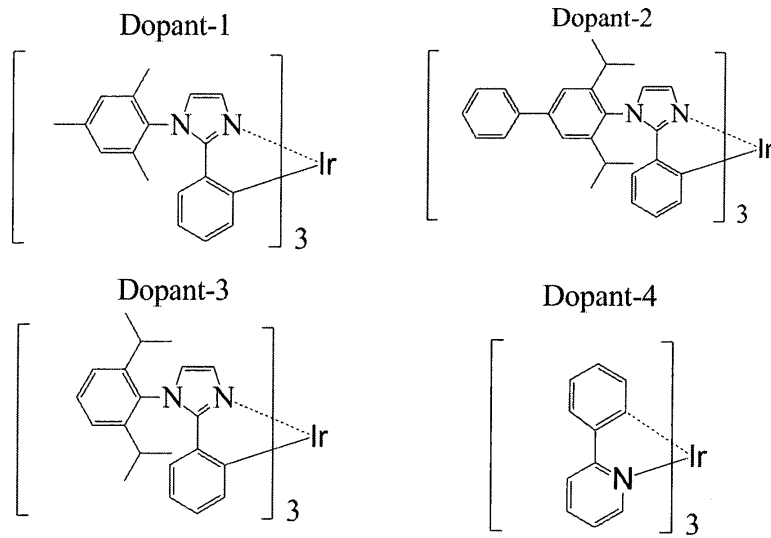
## 【0101】

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。

また、実施例に用いる化合物の構造を以下に示す。

<ドーパント化合物>

## 【化42】



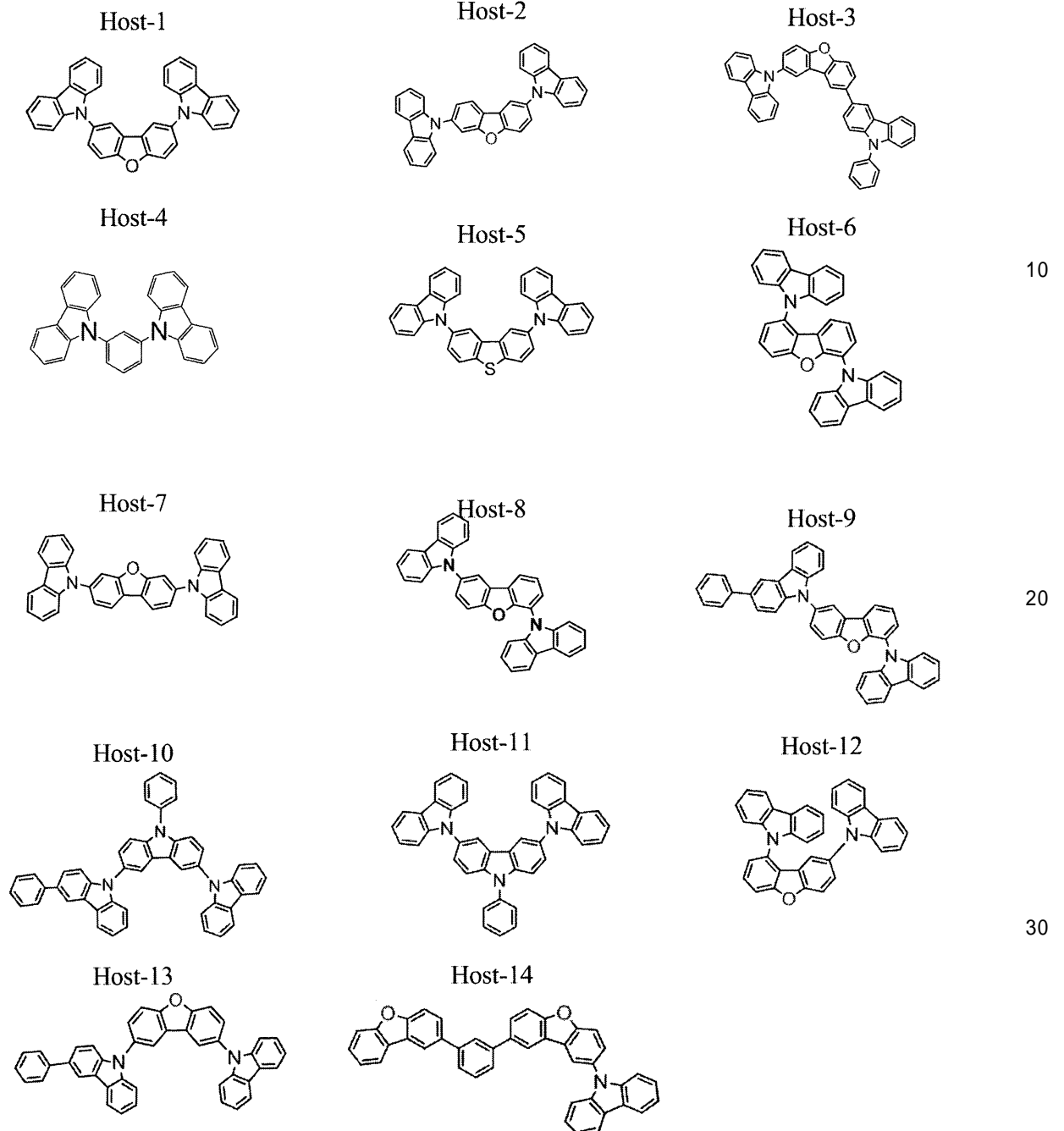
10

20

## 【0102】

<ホスト化合物>

## 【化43】



## 【0103】

## 実施例1

## [有機EL素子の作製]

## 《有機EL素子100の作製》

有機EL素子を以下のように作製した。

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

この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方モリブデン製抵抗加熱ポートに正孔注入材料(HT-30)を200mg入れ、別のモリブデン抵抗加熱ポートに正孔輸送材料(HT-2)を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにホスト化合物1(Host-1)を200mg入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにドーパント化

40

50

合物 1 ( Dopant-1 ) を 2 0 0 m g 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートに電子輸送材料(ET-7)を 2 0 0 m g 入れ、真空蒸着装置に取り付けた。

次いで真空槽を  $4 \times 10^{-4}$  Paまで減圧した後、正孔注入材料 (HT-30) の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1 nm / 秒で、透明支持基板に蒸着し 2 0 n m の正孔注入層を設けた。

更に正孔輸送材料 (HT-2) の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1 nm / 秒で、前記正孔注入層上に蒸着し 2 0 n m の正孔輸送層を設けた。

更にホスト化合物 1 ( Host-1 ) とドーパント化合物 1 ( Dopant-1 ) の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、それぞれ蒸着速度0.1 nm / 秒、0.006 nm / 秒で、前記正孔輸送層上に共蒸着し 2 0 n m の発光層を設けた。

10

更に電子輸送材料 (ET-7) の入った前記加熱ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1 nm / 秒で、前記発光層上に蒸着し 2 0 n m の電子輸送層を設けた。

引き続き、陰極バッファ層としてフッ化リチウム 0 . 5 n m を蒸着し、更にアルミニウム 1 1 0 n m を蒸着して陰極を形成し、有機 E L 素子 1 0 0 を作製した。

#### 【 0 1 0 4 】

《有機 E L 素子 1 0 1 ~ 1 0 7、1 1 3 ~ 1 2 0 の作製》

有機 E L 素子 1 0 0 の作製において、発光層のホスト化合物とドーパント化合物を表 1、表 2 に示す化合物に置き換えた以外は同様にして、有機 E L 素子 1 0 1 ~ 1 0 7、1 1 3 ~ 1 2 0 を作製した。なお、表 1、表 2 には使用したドーパント化合物及びホスト化合物の双極子モーメント、比誘電率、双極子モーメント差、比誘電率差を示した。

20

#### 【 0 1 0 5 】

《有機 E L 素子 1 0 8 の作製》

陽極として 1 0 0 m m x 1 0 0 m m x 1 . 1 m m のガラス基板の上に ITO (インジウムチンオキシド) を 1 0 0 n m 成膜した基板 (NH テクノガラス社製 NA 4 5 ) にパターニングを行った後、この ITO 透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥室素ガスで乾燥し、UV オゾン洗浄を 5 分間行った。

この透明支持基板上に、ポリ ( 3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン ) - ポリスチレンスルホネート ( PEDOT / PSS、Bayer 社製、Baytron P A 1 4 0 8 3 ) を純水で 7 0 % に希釈した溶液を用いて 3 0 0 0 r p m、3 0 秒の条件下、スピコート法により薄膜を形成した後、2 0 0 °C にて 1 時間乾燥し、膜厚 2 0 n m の第 1 正孔輸送層を設けた。

30

この基板を窒素雰囲気下に移し、前記第 1 正孔輸送層上に、5 0 m g の正孔輸送材料 ( HT-16 ) を 1 0 m l のトルエンに溶解した溶液を用いて 1 5 0 0 r p m、3 0 秒の条件下、スピコート法により薄膜を形成した。更に 6 0 °C で 1 時間真空乾燥し、膜厚約 2 0 n m の第 2 正孔輸送層とした。

この第 2 正孔輸送層上に、1 0 0 m g のホスト化合物 2 ( Host-2 ) と 1 0 m g のドーパント化合物 2 ( Dopant-2 ) とを 1 0 m l の酢酸ブチルに溶解した溶液を用いて 6 0 0 r p m、3 0 秒の条件下、スピコート法により薄膜を形成した。更に 6 0 °C で 1 時間真空乾燥し、膜厚約 7 0 n m の発光層とした。

次に、この発光層上に、5 0 m g の電子輸送材料 ( ET-16 ) を 1 0 m l のヘキサフルオロイソプロパノール ( HFIP ) に溶解した溶液を用いて 1 0 0 0 r p m、3 0 秒の条件下、スピコート法により薄膜を形成した。更に 6 0 °C で 1 時間真空乾燥し、膜厚約 3 0 n m の電子輸送層とした。

40

続いて、この基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、真空槽を  $4 \times 10^{-4}$  Pa まで減圧した後、陰極バッファ層としてフッ化カリウム 0 . 4 n m を蒸着し、更にアルミニウム 1 1 0 n m を蒸着して陰極を形成し、有機 E L 素子 1 0 8 を作製した。

#### 【 0 1 0 6 】

《有機 E L 素子 1 0 9 ~ 1 1 2、1 2 1 ~ 1 2 6 の作製》

有機 E L 素子 1 0 8 の作製において、発光層のホスト化合物とドーパント化合物を表 1、表 2 に示す化合物に置き換えた以外は同様にして、有機 E L 素子 1 0 9 ~ 1 1 2、1 2

50

1 ~ 126 を作製した。なお、表 1、表 2 には使用したドーパント化合物及びホスト化合物の双極子モーメント、比誘電率、双極子モーメント差、比誘電率差を示した。

【 0 1 0 7 】

[ 有機 E L 素子の評価 ]

上記のようにして作製した有機 E L 素子について下記の評価を行い、その結果を表 1 に示した。

得られた有機 E L 素子を評価するに際しては、作製後の各有機 E L 素子の非発光面をガラスカバーで覆い、ガラスカバーと有機 E L 素子が作製されたガラス基板とが接触するガラスカバー側の周囲にシール剤としてエポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成社製ラックトラック LC0629B）を適用し、これを上記陰極側に重ねて前記透明支持基板と密着させ、ガラス基板側から有機 E L 素子を除いた部分に UV 光を照射して硬化させ、封止して、図 5、6 に示すような照明装置を形成して評価した。

10

【 0 1 0 8 】

（外部取り出し量子効率（EQE））

有機 E L 素子を室温（約 23 ~ 25 ）、 $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$  の定電流条件下で発光させ、発光開始直後の発光輝度（L） $[\text{cd} / \text{m}^2]$  を測定することにより、外部取り出し量子効率（ ）を算出した。

ここで、発光輝度の測定は CS - 1000（コニカミノルタセンシング製）を用いた。

外部取り出し量子効率は有機 E L 素子 100 を 100 とする相対値で表した。

【 0 1 0 9 】

（相対寿命）

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

20

【 0 1 1 0 】

（外部取り出し量子効率比）

有機 E L 素子を室温（約 23 ~ 25 ）、 $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$  および  $25 \text{ mA} / \text{cm}^2$  の定電流条件下で発光させ、発光開始直後の発光輝度（L） $[\text{cd} / \text{m}^2]$  を測定し、 $25 \text{ mA} / \text{cm}^2$  時の外部取り出し量子効率（ ）/ $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$  時の外部取り出し量子効率（ ）を算出した。製膜直後および、初期輝度の半分まで駆動させた有機 E L 素子で測定を行った。

30

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。

【 0 1 1 1 】

（リン光寿命）

浜松ホトニクス社製の発光寿命測定装置を用い、室温で窒素レーザー光をパルス照射した。励起パルスが終わった後の発光強度の減衰時間を測定した。初期の発光強度を  $I_0$  としたとき  $t$  時間後の発光強度  $I$  は、発光寿命 を用いて以下の式で定義される。

$$I = I_0 \exp(-t / \tau)$$

上式に基づいて、得られた減衰曲線をフィッティングし、リン光寿命 を算出した。

【 0 1 1 2 】

（発光色）

$2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$  の定電流条件下における連続発光を行った際の発光色を目視で評価した。

40

【 0 1 1 3 】

（第一ピーク波長）

有機 E L 素子を室温（約 23 ~ 25 ）、 $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$  の定電流条件下で発光させ、発光開始直後の発光スペクトルの極大ピーク波長のうち、最も短波側の極大ピーク波長で定義した。

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。

【 0 1 1 4 】

50

【 表 1 】

有機EL素子		リン光発光ドーパント (A)	ホスト化合物 (B)	リン光発光ドーパント (A)		ホスト化合物 (B)		双極子モーメント差 (ホスト(B)-リン光発光ドーパント(A))	誘電率差 (ホスト(B)-リン光発光ドーパント(A))	EQE (2.5mA/cm <sup>2</sup> )	相対寿命	EQE (25mA/cm <sup>2</sup> ) / EQE (2.5mA/cm <sup>2</sup> )	駆動後のEQE (25mA/cm <sup>2</sup> ) / EQE (2.5mA/cm <sup>2</sup> )	単膜劣化前リン光寿命	発光色	第一ピーク波長
				双極子モーメント電率	比誘電率	双極子モーメント電率	比誘電率									
100	比較例	Dopant1	Host1	6.33	2.94	1.61	3.29	-4.72	0.35	100	100	0.70	0.52	1.50	青	475
101	比較例	Dopant1	Host2	6.33	2.94	0.12	3.19	-6.20	0.25	109	100	0.33	0.23	0.98	青	475
102	比較例	Dopant1	Host3	6.33	2.94	3.29	3.07	-3.04	0.13	139	120	0.81	0.56	1.56	青	475
103	比較例	Dopant1	Host4	6.33	2.94	1.35	3.14	-4.98	0.20	132	87	0.68	0.51	1.43	青	475
104	比較例	Dopant2	Host2	5.65	3.31	0.12	3.19	-5.53	-0.12	97	150	0.39	0.37	0.97	青	475
105	比較例	Dopant2	Host5	5.65	3.31	1.62	3.37	-4.03	0.06	128	160	0.61	0.48	1.20	青	475
106	比較例	Dopant2	Host6	5.65	3.31	1.22	3.68	-4.43	0.37	131	105	0.41	0.30	1.16	青	475
107	比較例	Dopant2	Host7	5.65	3.31	1.49	4.30	-4.16	0.99	136	24	0.61	0.36	1.20	青	475
108	比較例	Dopant3	Host8	6.09	3.39	1.18	3.46	-4.91	0.07	115	120	0.65	0.51	1.18	青	475
109	比較例	Dopant4	Host2	6.23	3.48	0.12	3.19	-6.11	-0.29	29	1.3	0.53	0.41	1.43	緑	518
110	比較例	Dopant2	Host9	5.65	3.31	1.37	3.34	-4.28	0.03	114	100	0.53	0.41	1.30	青	475
111	比較例	Dopant2	Host10	5.65	3.31	5.14	3.34	-0.51	0.03	159	100	0.88	0.63	1.35	青	475
112	比較例	Dopant2	Host11	5.65	3.31	5.02	3.31	-0.63	0.004	155	120	0.85	0.71	1.42	青	475

【 0 1 1 5 】

10

20

30

40

【表 2】

有機EL素子	リン光ドーパント (A)	リン光発光ドーパント (A)	ホスト化合物 (B)	リン光発光ドーパント (A)		ホスト化合物 (B)		双極子モーメント差 (ホスト(B)-リン光発光ドーパント(A))	誘電率差 (ホスト(B)-リン光発光ドーパント(A))	EQE (2.5mA/cm <sup>2</sup> )	EQE 相対寿命	EQE (25mA/cm <sup>2</sup> ) / EQE (2.5mA/cm <sup>2</sup> )	駆動後の EQE (25mA/cm <sup>2</sup> ) / EQE (2.5mA/cm <sup>2</sup> )	単膜劣化前リン光寿命	発光色	第一ピーク波長
				双極子モーメント電率	比誘電率	双極子モーメント電率	比誘電率									
113 実施例	Dopant2	Host1	Host1	5.65	3.31	1.61	3.29	-4.04	-0.02	150	340	0.88	0.84	1.41	青	475
114 実施例	Dopant2	Host12	Host12	5.65	3.31	2.57	3.06	-3.08	-0.25	155	357	0.95	0.81	1.54	青	475
115 実施例	Dopant2	Host13	Host13	5.65	3.31	1.71	3.04	-3.94	-0.27	167	375	0.86	0.70	1.42	青	475
116 実施例	Dopant2	Host4	Host4	5.65	3.31	1.35	3.14	-4.30	-0.17	139	421	0.74	0.69	1.51	青	475
117 実施例	Dopant2	Host3	Host3	5.65	3.31	3.29	3.07	-2.36	-0.24	169	441	0.88	0.73	1.39	青	475
118 実施例	Dopant2	Host14	Host14	5.65	3.31	2.39	3.20	-3.26	-0.11	171	429	0.84	0.78	1.30	青	475
119 参考例	Dopant4	Host8	Host8	6.23	3.48	1.18	3.46	-5.05	-0.02	71	20	0.74	0.68	1.50	緑	518
120 参考例	Dopant4	Host5	Host5	6.23	3.48	1.62	3.37	-4.61	-0.11	73	14	0.76	0.70	1.49	緑	518
121 参考例	Dopant3	Host1	Host1	6.09	3.39	1.61	3.29	-4.48	-0.10	147	246	0.74	0.69	1.29	青	475
122 参考例	Dopant3	Host3	Host3	6.09	3.39	3.29	3.07	-2.80	-0.32	150	231	0.82	0.76	1.60	青	475
123 参考例	Dopant3	Host12	Host12	6.09	3.39	2.57	3.06	-3.52	-0.33	151	220	0.81	0.69	1.30	青	475
124 参考例	Dopant3	Host9	Host9	6.09	3.39	1.37	3.34	-4.72	-0.05	148	256	0.84	0.80	1.30	青	475
125 参考例	Dopant3	Host10	Host10	6.09	3.39	5.14	3.34	-0.95	-0.05	144	270	0.82	0.79	1.47	青	475
126 参考例	Dopant3	Host11	Host11	6.09	3.39	5.02	3.31	-1.07	-0.08	138	271	0.86	0.80	1.50	青	475

【産業上の利用可能性】

【0116】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、外部取り出し効率の向上及び長寿命であり、照明装置、表示装置に好適に利用できる。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

【0117】

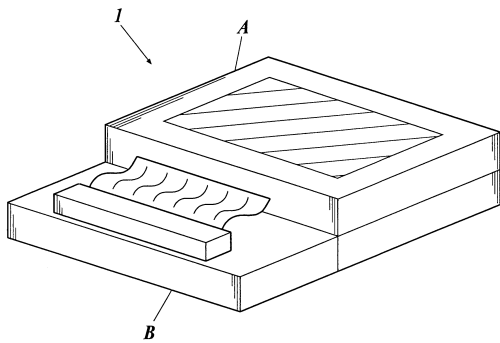
- 1 ディスプレイ
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線
- 7 電源ライン
- 10 有機EL素子
- 11 スwitchングトランジスタ
- 12 駆動トランジスタ
- 13 コンデンサ
- A 表示部
- B 制御部
- 101 有機EL素子
- 102 ガラスカバー
- 105 陰極
- 106 有機EL層
- 107 透明電極付きガラス基板
- 108 窒素ガス
- 109 捕水剤

10

20

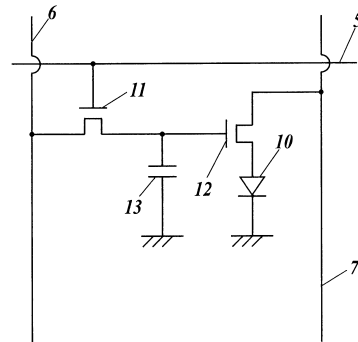
【図1】

FIG.1



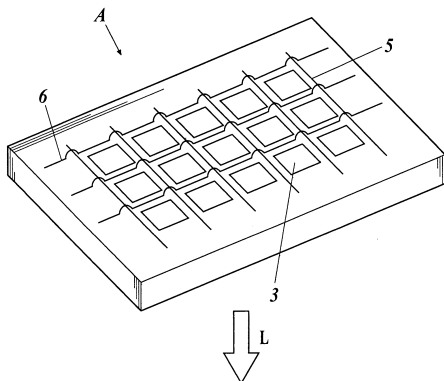
【図3】

FIG.3



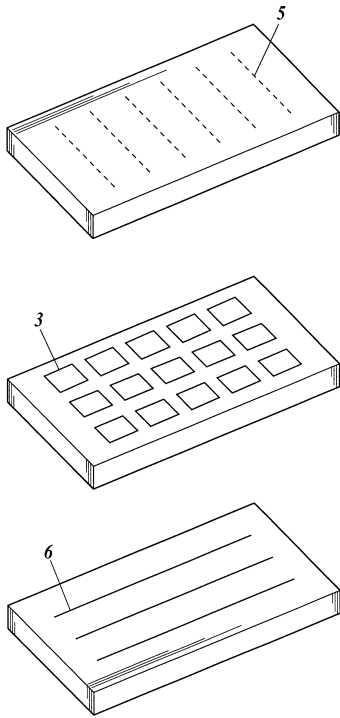
【図2】

FIG.2



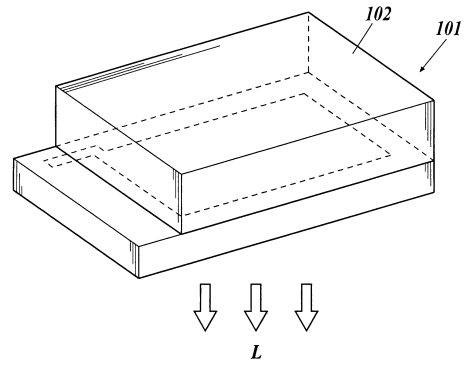
【 図 4 】

FIG.4



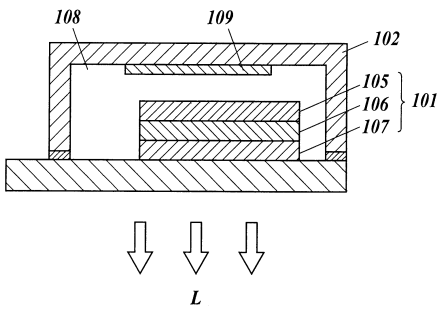
【 図 5 】

FIG.5



【 図 6 】

FIG.6



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2011/004639(WO, A1)  
特開2007-012984(JP, A)  
国際公開第2007/020718(WO, A1)  
米国特許出願公開第2011/0057559(US, A1)  
米国特許出願公開第2011/0204333(US, A1)  
米国特許出願公開第2007/0088167(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50  
Caplus/REGISTRY(STN)