

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2023-178685

(P2023-178685A)

(43)公開日 令和5年12月18日(2023.12.18)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
C 0 7 C 13/62 (2006.01)	C 0 7 C 13/62	C S P 3 K 1 0 7
C 0 9 K 11/06 (2006.01)	C 0 9 K 11/06	6 6 0 4 C 0 5 0
C 0 7 D 307/91 (2006.01)	C 0 9 K 11/06	6 9 0 4 C 0 6 3
C 0 7 D 333/76 (2006.01)	C 0 7 D 307/91	4 H 0 0 6
C 0 7 D 409/04 (2006.01)	C 0 7 D 333/76	5 C 0 9 4
審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全96頁) 最終頁に続く		

(21)出願番号	特願2022-91509(P2022-91509)	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和4年6月6日(2022.6.6)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
		(74)代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
		(72)発明者	宮下 広和 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72)発明者	山田 直樹 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72)発明者	西出 洋祐 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機化合物および有機発光素子

(57)【要約】 (修正有)

【課題】膜の熱安定性に優れた有機化合物、該有機化合物を含有する素子寿命に優れた有機発光素子を提供する。

【解決手段】分子内に4～7個のフェニレン基を有するオリゴフェニレン構造を有し、さらに、両末端のフェニル基が、3環以上が縮合したアリール基又は複素環基で置換された有機化合物を提供する。

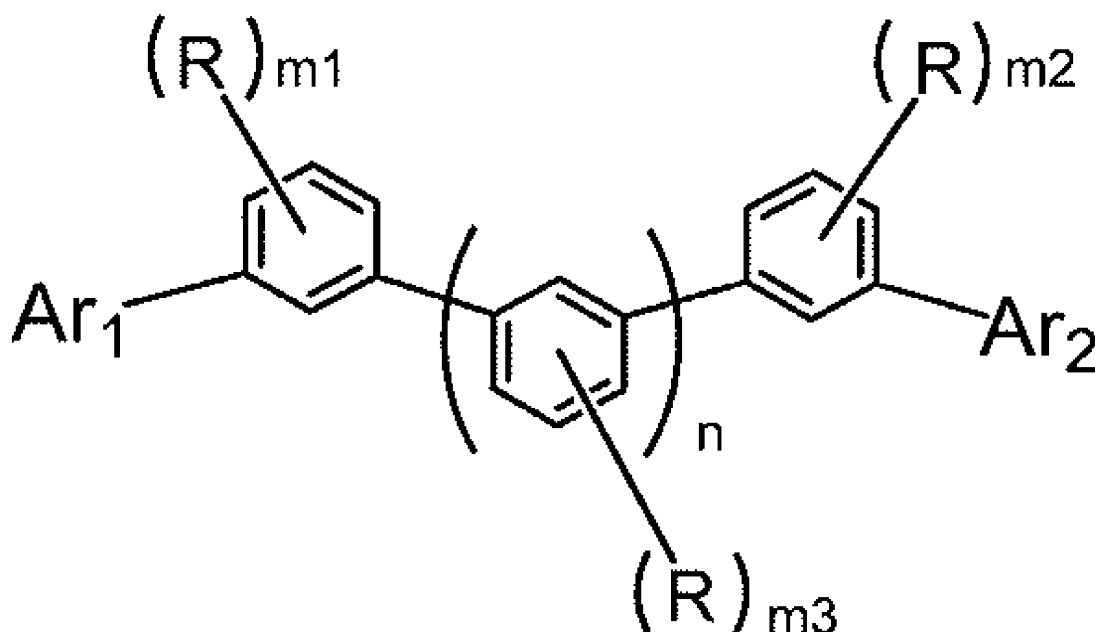
【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式 [1] で表されることを特徴とする有機化合物。

【化 1】



[1]

一般式 [1] において、 Ar_1 および Ar_2 は、3 環以上から構成される置換または無置換のアリール基、または、3 環以上から構成される置換または無置換の複素環基からそれぞれ独立して選択される。 Ar_1 および Ar_2 は、互いに異なる骨格で表される。 Ar_1 および Ar_2 が、ジベンゾチオフェン骨格またはジベンゾフラン骨格であるとき、前記有機化合物は置換基を少なくとも 1 つ有する。R で表される置換基は、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。前記 R が複数ある場合には、複数の前記 R は同じであっても異なってもよい。n は 2 乃至 5 の整数であり、 m_1 乃至 m_3 はそれぞれ 0 乃至 4 の整数である。

30

【請求項 2】

一般式 [1] において、 Ar_1 および Ar_2 のうち、 Ar_1 は前記アリール基であり、 Ar_2 は Ar_1 と異なる前記アリール基または前記複素環基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機化合物。

40

【請求項 3】

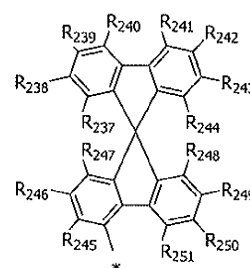
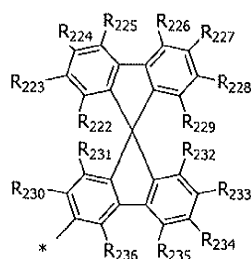
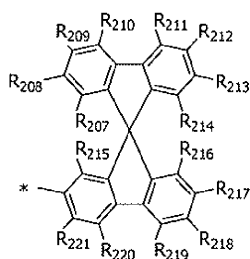
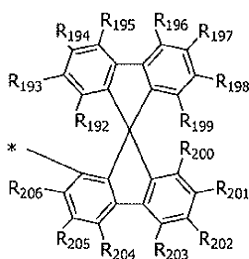
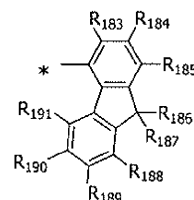
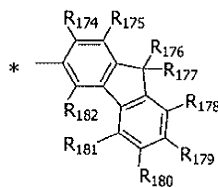
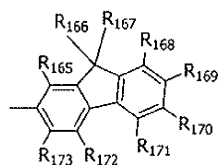
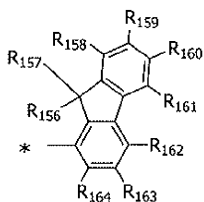
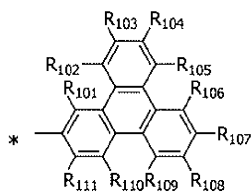
一般式 [1] において、 Ar_1 および Ar_2 のうち、 Ar_1 は前記アリール基であり、 Ar_2 は前記複素環基であることを特徴とする請求項 2 に記載の有機化合物。

【請求項 4】

一般式 [1] において、 Ar_1 および Ar_2 のうち、 Ar_1 は置換基 A 群、 Ar_2 は置換基 B 群から選択されることを特徴とする請求項 3 に記載の有機化合物。

【化 2】

(置換基 A 群)



10

20

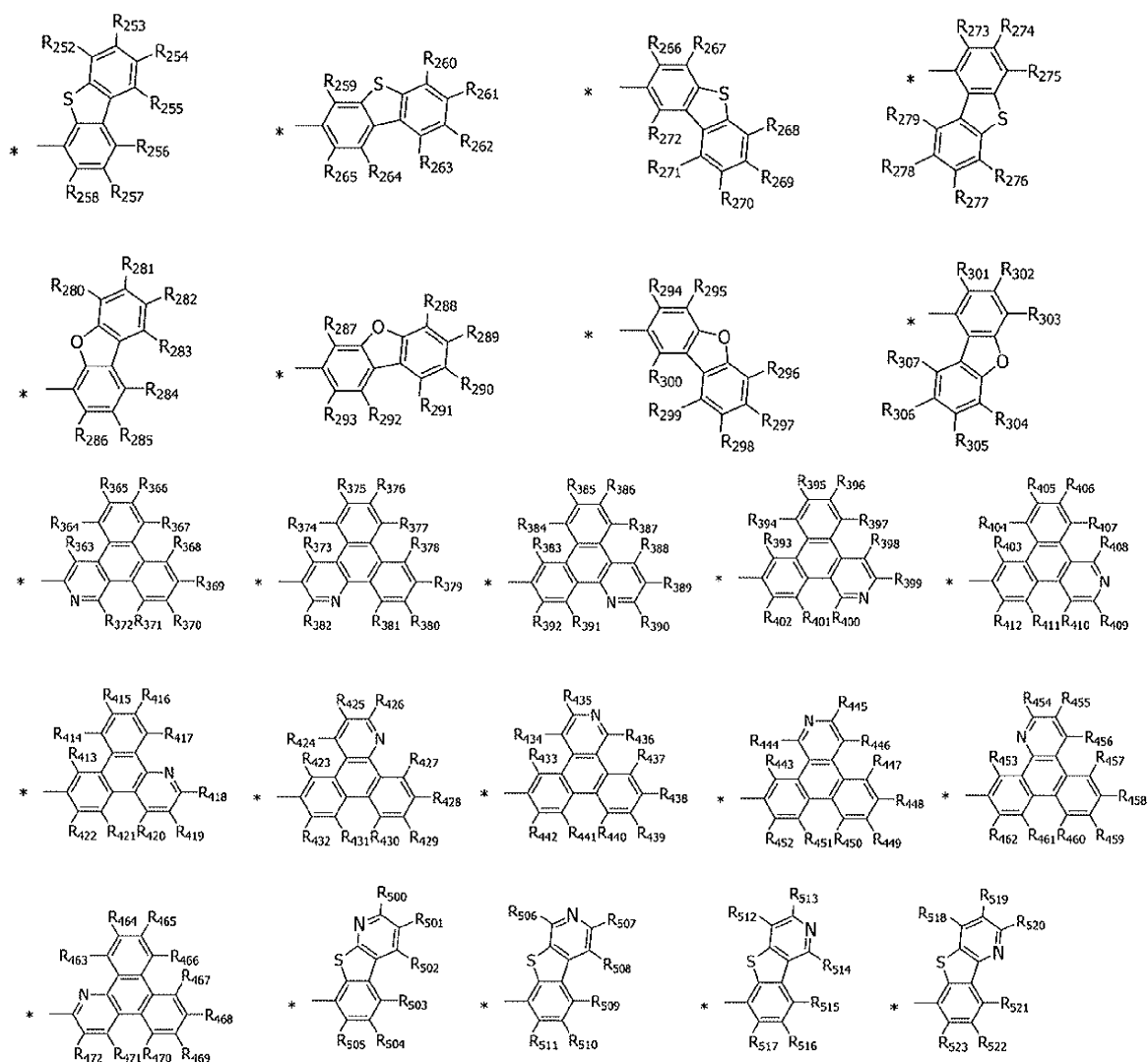
30

40

50

【化 3】

(置換基B群)



10

20

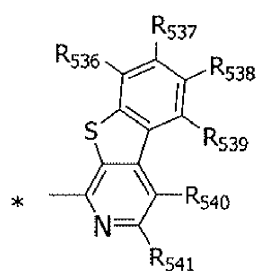
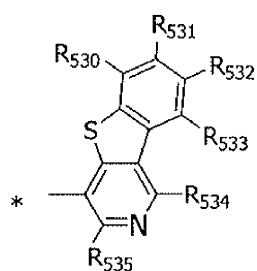
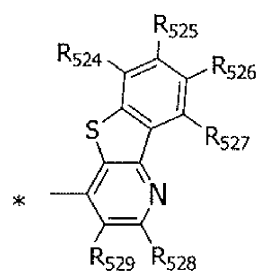
30

40

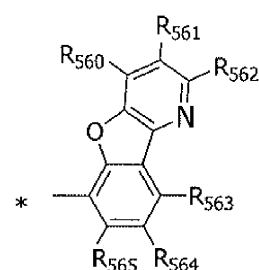
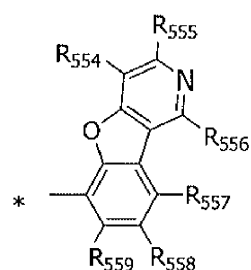
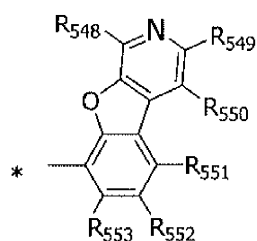
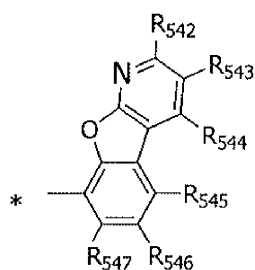
50

【化 4】

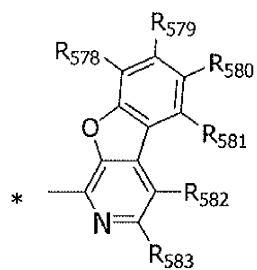
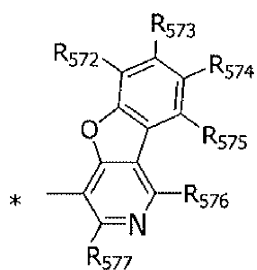
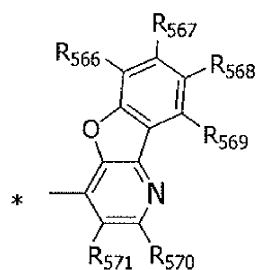
(置換基 B 群続き)



10



20



30

置換基 A 群および置換基 B 群において、R₁₀₁乃至 R₅₈₃は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。*はフェニレン基への結合位置を表す。

【請求項 5】

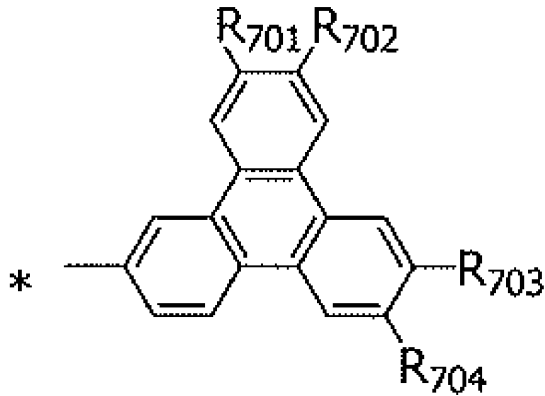
一般式 [1] において、Ar₁および Ar₂のうち、Ar₁は置換基 C 群、Ar₂は置換基 D 群から選択されることを特徴とする請求項 4 に記載の有機化合物。

40

50

【化 5】

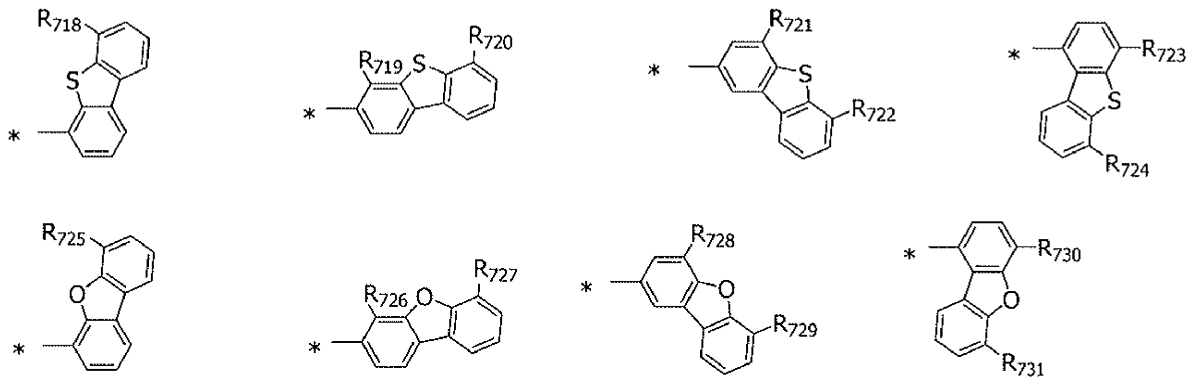
(置換基 C 群)



10

【化 6】

(置換基 D 群)



20

30

置換基 C 群および置換基 D 群において、R₇₀₁乃至 R₇₃₁は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。*はフェニレン基への結合位置を表す。

【請求項 6】

置換基 A 群乃至置換基 D 群において、R₁₀₁乃至 R₈₆₈は、水素原子、重水素原子、炭素数 1 乃至 4 のアルキル基、炭素数 6 乃至 18 のアリール基、炭素数 5 乃至 15 の複素環基、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基、およびシアノ基から選択されることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の有機化合物。

40

【請求項 7】

置換基 A 群乃至置換基 D 群において、R₁₀₁乃至 R₈₆₈は、水素原子、フェニル基、および tert-ブチル基から選択されることを特徴とする請求項 6 に記載の有機化合物。

【請求項 8】

一般式 [1] において、R が炭素数 6 乃至 18 のアリール基または炭素数 5 乃至 9 の複素環基であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機化合物。

【請求項 9】

一般式 [1] において、R がフェニル基またはピリジル基であることを特徴とする請求

50

項 8 に記載の有機化合物。

【請求項 10】

一般式 [1] において、 n が 3 または 4 であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機化合物。

【請求項 11】

一般式 [1] において、 m が 0 であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機化合物。

【請求項 12】

第一電極と第二電極と、

前記第一電極と前記第二電極との間に配置される有機化合物層と、を有する有機発光素子において、

前記有機化合物層は、請求項 1 に記載の有機化合物を含有することを特徴とする有機発光素子。

【請求項 13】

前記有機化合物層は発光層を有し、

前記発光層は、前記有機化合物を有することを特徴とする請求項 12 に記載の有機発光素子。

【請求項 14】

前記発光層は、第 1 の化合物を更に有し、

前記有機化合物の最低励起一重項エネルギーが、前記第 1 の化合物の最低励起三重項エネルギーよりも高いことを特徴とする請求項 13 に記載の有機発光素子。

【請求項 15】

前記第 1 の化合物が、少なくとも 3 環以上の縮環構造を有することを特徴とする請求項 14 に記載の有機発光素子。

【請求項 16】

前記第 1 の化合物が、一般式 [I r - 1] 乃至 [I r - 1 2] で表される構造を有することを特徴とする請求項 15 に記載の有機発光素子。

10

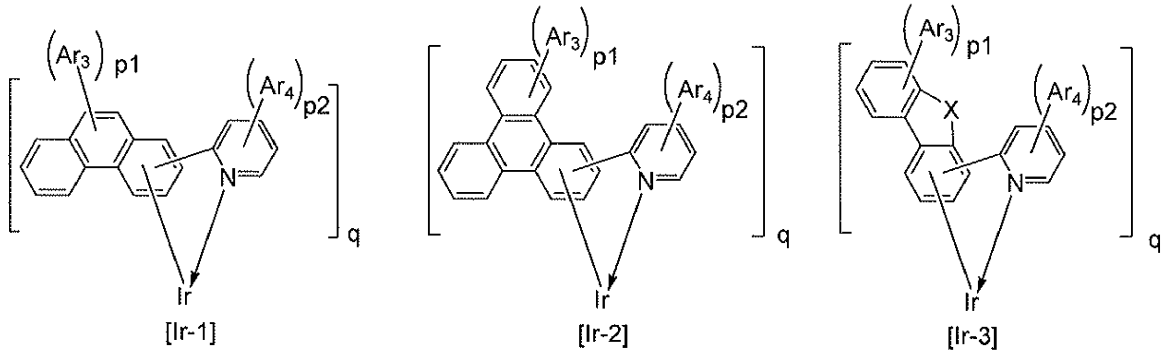
20

30

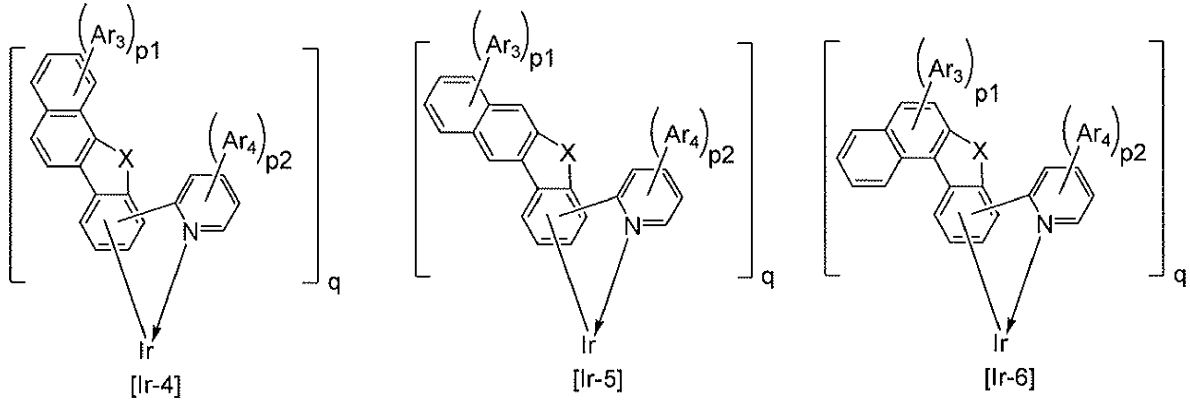
40

50

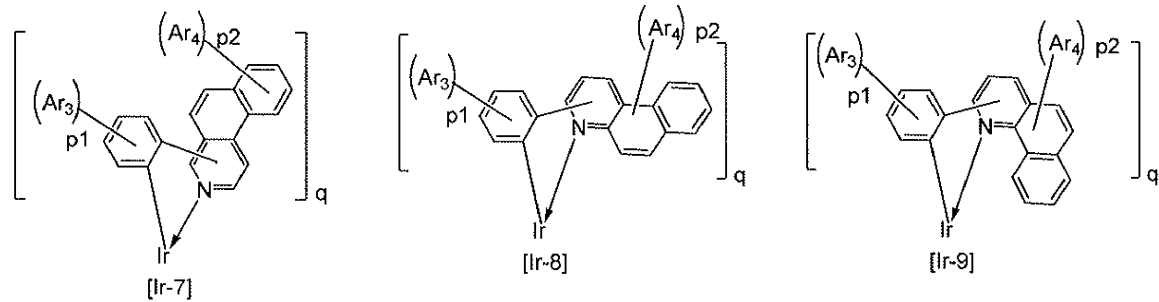
【化 7】



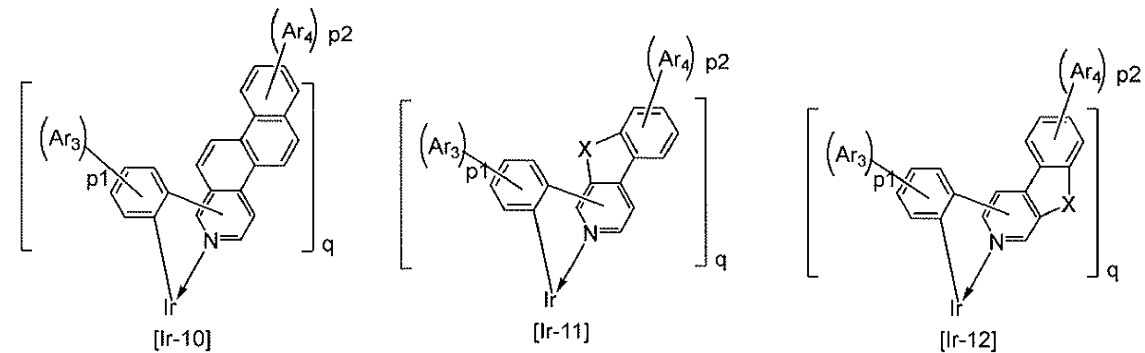
10



20



30



40

一般式 [Ir-1] 乃至 [Ir-12] において、 Ar_3 および Ar_4 は、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、またはシアノ基である。X は酸素原子、硫黄原子、 $C(R_1)(R_2)$ 、または NR_3 から選択される。 R_1 乃至 R_3 は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、またはシアノ基から、それぞれ独立して選択される。 p_1 および p_2 はそれぞれ 0 乃至 4 の整数であり、 q は 1 乃至 3 の整数である

50

。

【請求項 17】

前記第 1 の化合物は、トリフェニレン骨格、フェナンスレン骨格、フルオレン骨格、ベンゾフルオレン骨格、ジベンゾフラン骨格、ジベンゾチオフエン骨格、ベンゾイソキノリン骨格、またはナフトイソキノリン骨格のいずれかの骨格を有することを特徴とする請求項 16 に記載の有機発光素子。

【請求項 18】

前記発光層は第 2 の化合物を更に有し、

前記第 2 の化合物の最低励起一重項エネルギーは、前記第 1 の化合物の最低励起一重項エネルギーより高いことを特徴とする請求項 14 に記載の有機発光素子。

10

【請求項 19】

前記第 2 の化合物は、カルバゾール骨格、アジン環、またはキサントン骨格のうち、少なくとも 1 つの骨格を有することを特徴とする請求項 18 に記載の有機発光素子。

【請求項 20】

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、請求項 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有することを特徴とする表示装置。

【請求項 21】

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

20

前記表示部は請求項 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

【請求項 22】

請求項 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する表示部と、前記表示部が設けられた筐体と、前記筐体に設けられ、外部と通信する通信部と、を有することを特徴とする電子機器。

【請求項 23】

請求項 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部または光学フィルムと、を有することを特徴とする照明装置

30

。

【請求項 24】

請求項 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する灯具と、前記灯具が設けられた機体と、を有することを特徴とする移動体。

【請求項 25】

感光体と、前記感光体を露光する露光光源と、を有し、

前記露光光源は、請求項 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機化合物およびこれを用いた有機発光素子に関する。

40

【背景技術】

【0002】

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

【0003】

有機発光素子の最近の進歩は著しく、低駆動電圧、多様な発光波長、高速応答性、発光

50

デバイスの薄型化・軽量化が可能であることが挙げられる。

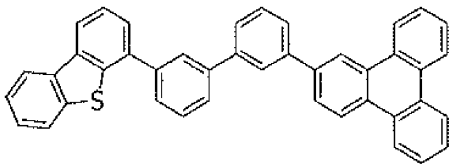
【0004】

ところで、現在までに有機発光素子に適した化合物の創出が盛んに行われている。高性能の有機発光素子を提供するにあたり、素子寿命に優れた化合物の創出が重要であるからである。

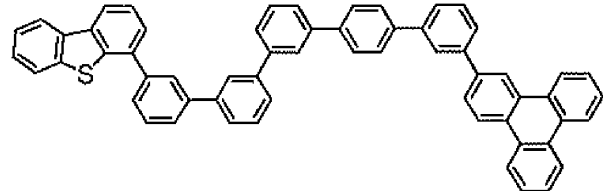
【0005】

これまでに創出された化合物として、フェニレン鎖に縮合多環基が結合した化合物の例として、特許文献1に下記化合物1-Aがある。また、特許文献2に下記化合物1-Bがある。また、特許文献3に下記化合物1-Cがある。また、特許文献4に下記化合物1-Dがある。

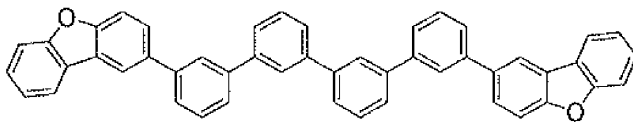
【化1】



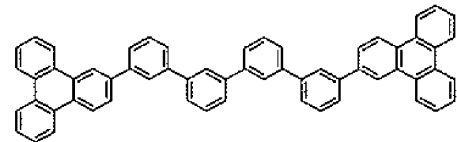
1-A



1-B



1-C



1-D

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開第2009/021126号

【特許文献2】国際公開第2012/133644号

【特許文献3】国際公開第2012/153780号

【特許文献4】国際公開第2012/050008号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記化合物はいずれも膜中において分子が凝集しやすいため、これらの化合物を有機発光素子に用いた場合、素子寿命に課題がある。

【0008】

本発明は、上記課題を鑑みてなされるものであり、その目的は、膜中において分子が凝集しにくい有機化合物を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る有機化合物は、一般式[1]で表されることを特徴とする。

10

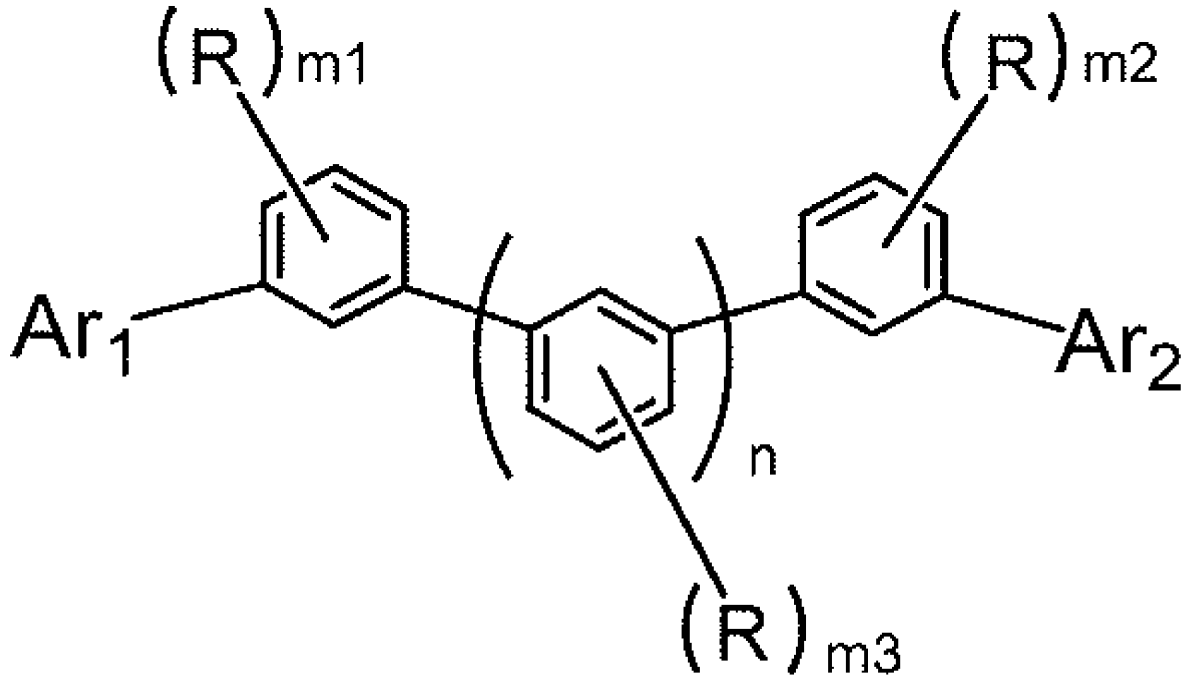
20

30

40

50

【化 2】



10

20

一般式 [1] において、 Ar_1 および Ar_2 は、3 環以上から構成される置換または無置換のアリール基、または、3 環以上から構成される置換または無置換の複素環基からそれぞれ独立して選択される。 Ar_1 および Ar_2 は、互いに異なる骨格で表される。 Ar_1 および Ar_2 が、ジベンゾチオフェン骨格またはジベンゾフラン骨格であるとき、前記有機化合物は置換基を少なくとも 1 つ有する。

30

【 0 0 1 0 】

R で表される置換基は、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、またはシアノ基から、選択される。R を複数有する場合は、複数の R は同じであっても異なってもよい。

【 0 0 1 1 】

n は 2 乃至 5 の整数であり、 m_1 乃至 m_3 はそれぞれ 0 乃至 4 の整数である。

【 発明の 効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、本発明に係る有機化合物を有機発光素子に用いた場合、素子寿命に優れた有機発光素子を提供することができる。

40

【 図面の 簡単な 説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 (a) 本発明の一実施形態に係る表示装置の画素の一例を表す概略断面図である。(b) 本発明の一実施形態に係る有機発光素子を用いた表示装置の一例の概略断面図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。

【 図 3 】 (a) 本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。

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

50

り曲げ可能な表示装置の一例を表す模式図である。

【図 5】(a) 本発明の一実施形態に係る照明装置の一例を示す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係る車両用灯具を有する自動車の一例を示す模式図である。

【図 6】(a) 本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例を示す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例で、撮像装置を有する形態を示す模式図である。

【図 7】(a) 本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例を表す模式図である。(b) 本発明の一実施形態に係る画像形成装置の露光光源の一例を表す模式図である。(c) 本発明の一実施形態に係る画像形成装置の露光光源の一例を表す模式図である。

【図 8】燐光モード測定によって得られた例示化合物 A 4 と比較化合物 1 - B の発光スペクトルである。 10

【発明を実施するための形態】

【0014】

本明細書において、ハロゲン原子としては、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0015】

アルキル基としては、炭素数 1 以上 20 以下のアルキル基であってよい。例えば、メチル基、エチル基、ノルマルプロピル基、イソプロピル基、ノルマルブチル基、ターシャリーブチル基、セカンダリーブチル基、オクチル基、シクロヘキシル基、1 - アダマンチル基、2 - アダマンチル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。 20

【0016】

アルコキシ基としては、炭素数 1 以上 10 以下のアルコキシ基であってよい。例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、2 - エチル - オクチルオキシ基、ベンジルオキシ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0017】

アミノ基としては、例えば、N - メチルアミノ基、N - エチルアミノ基、N, N - ジメチルアミノ基、N, N - ジエチルアミノ基、N - メチル - N - エチルアミノ基、N - ベンジルアミノ基、N - メチル - N - ベンジルアミノ基、N, N - ジベンジルアミノ基、アニリノ基、N, N - ジフェニルアミノ基、N, N - ジナフチルアミノ基、N, N - ジフルオレニルアミノ基、N - フェニル - N - トリルアミノ基、N, N - ジトリルアミノ基、N - メチル - N - フェニルアミノ基、N, N - ジアニソリルアミノ基、N - メシチル - N - フェニルアミノ基、N, N - ジメシチルアミノ基、N - フェニル - N - (4 - ターシャリーブチルフェニル)アミノ基、N - フェニル - N - (4 - トリフルオロメチルフェニル)アミノ基、N - ピペリジル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。 30

【0018】

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

【0019】

ヘテロアリーロキシ基としては、例えば、チエニルオキシ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。 40

【0020】

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

【0021】

アリール基としては、炭素数 6 以上 20 以下のアリール基であってよい。例えば、フェニル基、ナフチル基、インデニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0022】

複素環基としては、炭素数 3 以上 20 以下の複素環基であってよい。例えば、ピリジル 50

基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、カルバゾリル基、アクリジニル基、フェナントロリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0023】

上記アルキル基、アルコキシ基、アミノ基、アリアルオキシ基、シリル基、アリアル基、複素環基がさらに有してもよい置換基としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン原子、メチル基、エチル基、ノルマルプロピル基、イソプロピル基、ノルマルブチル基、ターシャリーブチル基等のアルキル基、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基等のアルコキシ基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基等のアミノ基、フェノキシ基等のアリアルオキシ基、フェニル基、ピフェニル基等のアリアル基、ピリジル基、ピロリル基等の複素環基、シアノ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

【0024】

(1) 有機化合物

まず、本発明に係る有機化合物について説明する。

【0025】

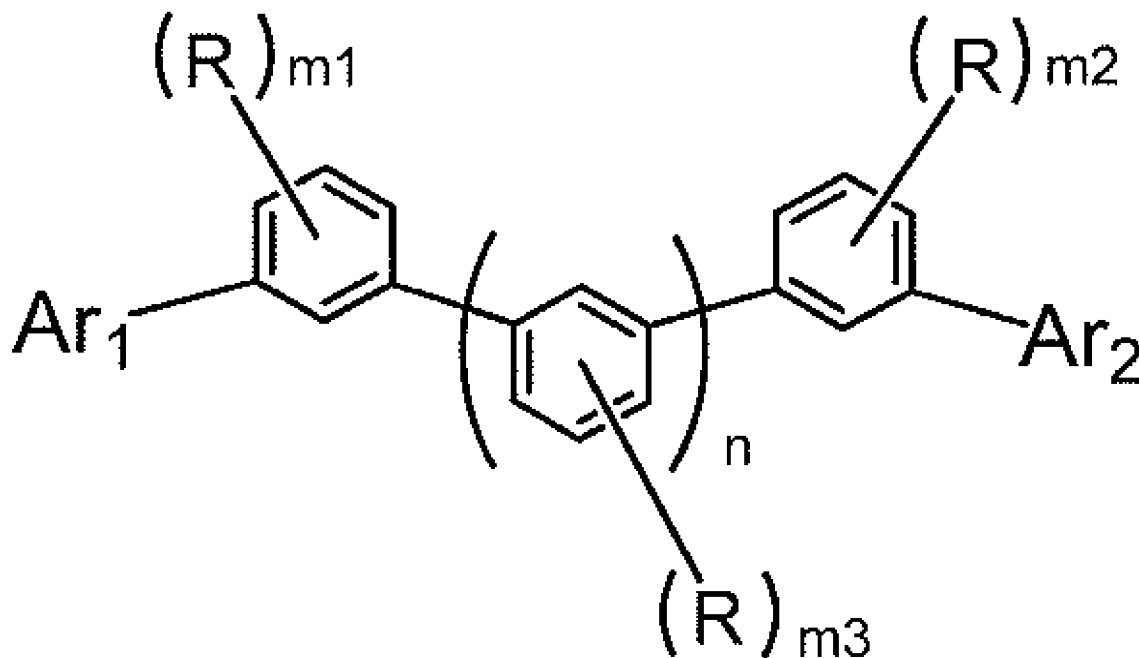
本明細書において、「互いに異なる骨格」とは、骨格が同じであっても、結合位置が異なる場合は互いに異なる骨格であるとみなす。具体的には、2-ジベンゾフラニル基と3-ジベンゾフラニル基は、骨格はジベンゾフランであるが、結合位置が異なるため、互いに異なる骨格である。

20

【0026】

本発明に係る有機化合物は、一般式[1]で表される化合物である。

【化3】



30

40

[1]

一般式[1]において、Ar₁およびAr₂は、3環以上から構成される置換または無置換のアリアル基、または、3環以上から構成される置換または無置換の複素環基からそれぞれ独立して選択される。Ar₁およびAr₂は、互いに異なる骨格で表される。Ar₁およびAr₂が、ジベンゾチオフェン骨格およびジベンゾフラン骨格であるとき、前記有機化合物は置換基を少なくとも1つ有する。

50

【 0 0 2 7 】

Rで表される置換基は、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、選択される。Rが複数ある場合には、複数のRは同じであっても異なってもよい。

【 0 0 2 8 】

nは2乃至5の整数であり、 m_1 乃至 m_3 はそれぞれ0乃至4の整数である。

【 0 0 2 9 】

更に、一般式 [1] において、 A_{r_1} および A_{r_2} のうち、 A_{r_1} が3環以上から構成される置換または無置換のアリール基であり、 A_{r_2} が A_{r_1} とは異なる3環以上から構成される置換または無置換のアリール基、または、3環以上から構成される置換または無置換の複素環基であることが好ましい。なぜなら、後述するように、本発明に係る有機化合物は分子構造の対称性が低いことが好ましいためである。また、 A_{r_1} および A_{r_2} の電子密度の差が大きいことが更に好ましい。なぜなら、電荷の対称性が低くなるからである。そのため、 A_{r_1} および A_{r_2} のうち、一方が3環以上から構成される置換または無置換のアリール基であり、もう一方が3環以上から構成される置換または無置換の複素環基であることが更に好ましい。具体的には、3環以上から構成される置換または無置換のアリール基は、トリフェニレン骨格、フルオレン骨格、およびスピロピフルオレン骨格から選択される。また、3環以上から構成される置換または無置換の複素環基は、ジベンゾチオフェン骨格、ジベンゾフラン骨格、アザトリフェニレン骨格、アザジベンゾチオフェン骨格、またはアザジベンゾフラン骨格から選択される。アザジベンゾチオフェン骨格とは、ジベンゾチオフェン骨格が窒素原子を有する骨格を指す。また、アザジベンゾフラン骨格とは、ジベンゾフラン骨格に窒素原子を有する骨格を指す。更に具体的には、3環以上から構成される置換または無置換のアリール基は下記置換基A群であり、3環以上から構成される置換または無置換の複素環基は置換基B群である。

10

20

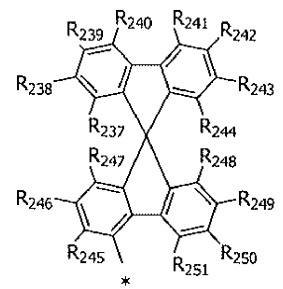
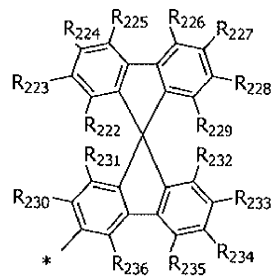
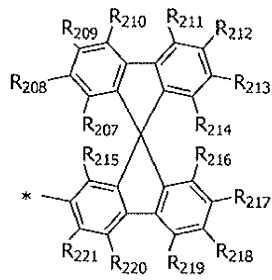
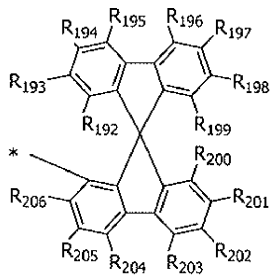
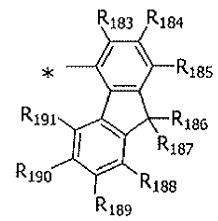
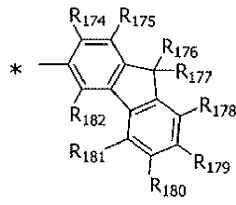
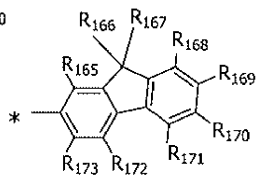
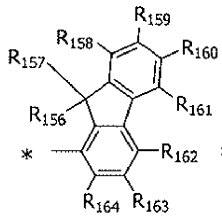
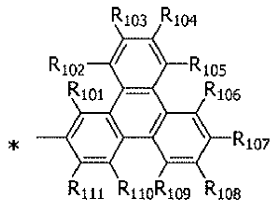
30

40

50

【化 4】

(置換基 A 群)



10

20

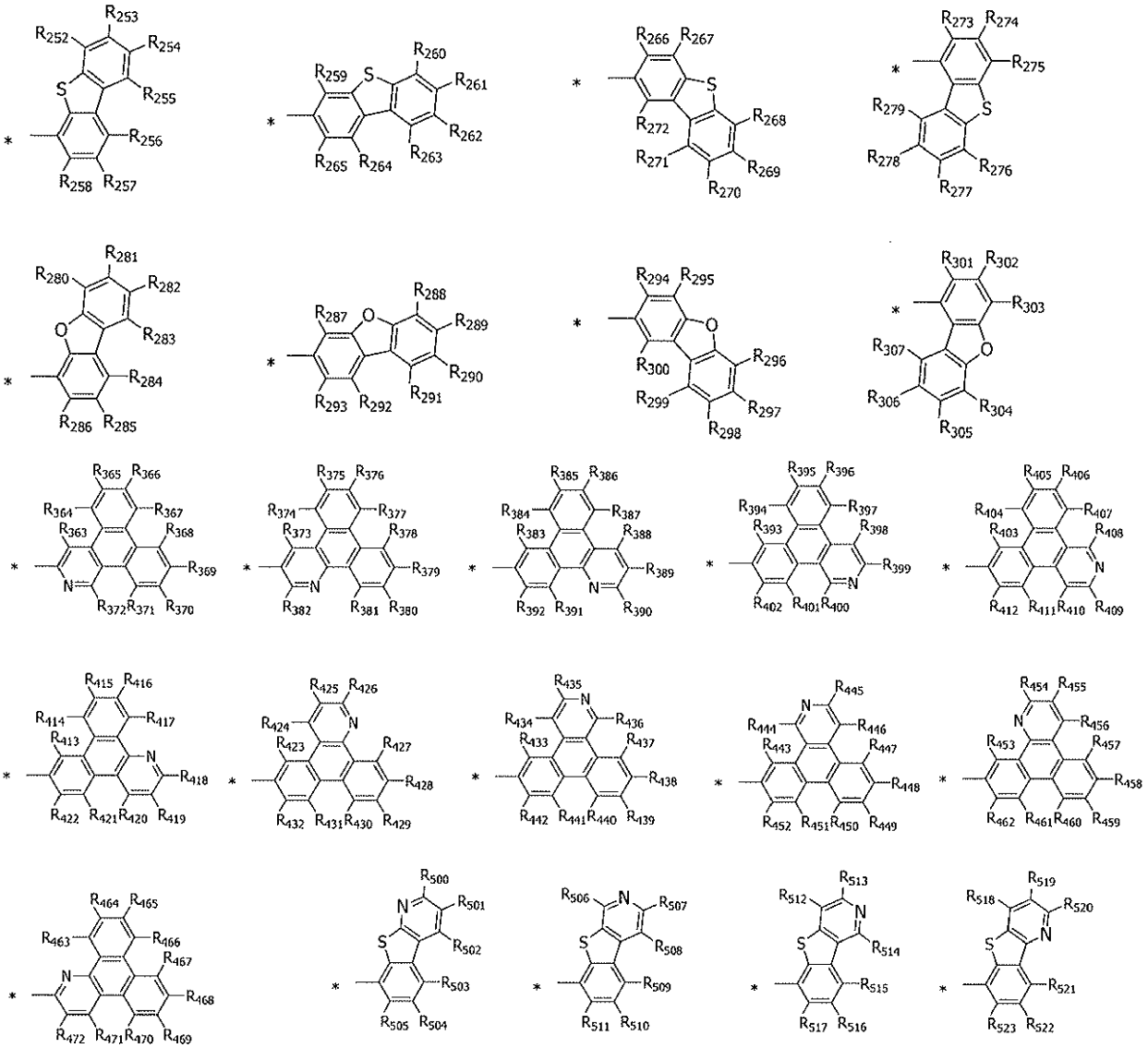
30

40

50

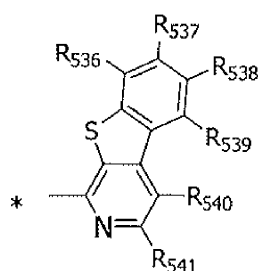
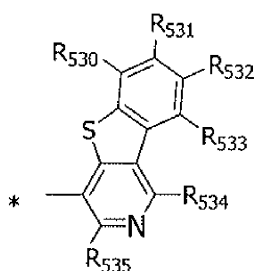
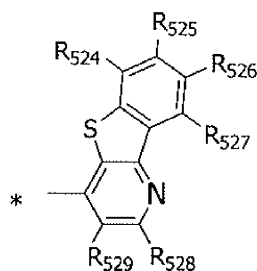
【化 5】

(置換基B群)

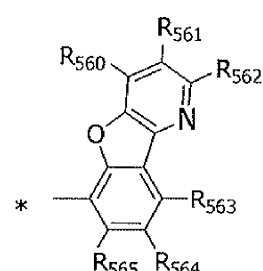
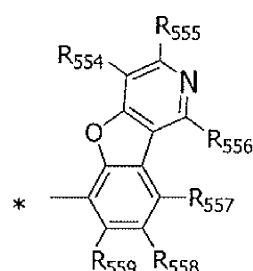
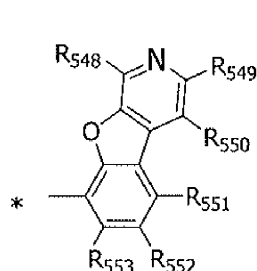
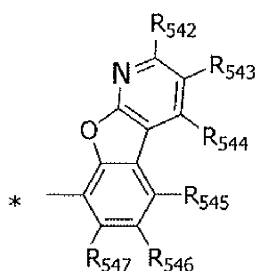


【化 6】

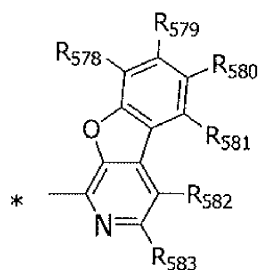
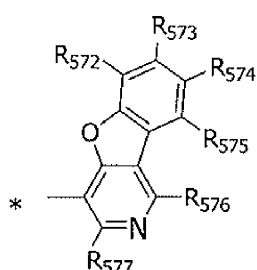
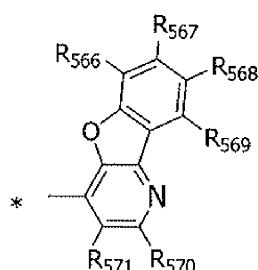
(置換基 B 群続き)



10



20



30

置換基 A 群および置換基 B 群において、R₁₀₁乃至 R₅₈₃は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。R₁₀₁乃至 R₅₈₃は、水素原子、重水素原子、炭素数 1 乃至 4 のアルキル基、炭素数 6 乃至 18 のアリール基、炭素数 5 乃至 15 の複素環基、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基、およびシアノ基から選択されることが好ましく、水素原子、フェニル基、および tert-ブチル基から選択されることが更に好ましい。* はフェニレン基への結合位置を表す。

40

【0030】

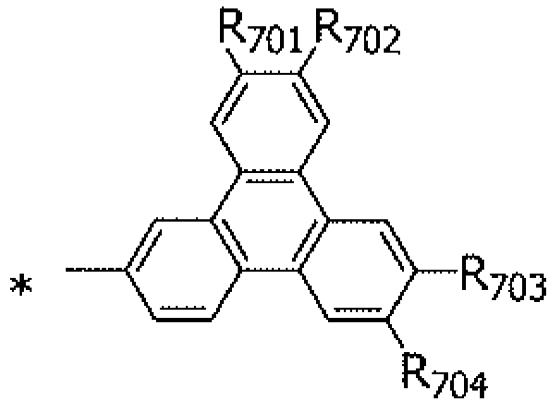
置換基 A 群は、下記置換基 C 群であることが更に好ましい。また、置換基 B 群は、下記置換基 D 群または置換基 E 群であることが更に好ましい。なぜなら、置換基 D 群に含まれる酸素原子や硫黄原子、窒素原子は、非共有電子対を多く有しており、より電子を豊富に有する置換基群であるからである。その結果、Ar₁および Ar₂の電子密度の差がより大きくなるため、分子の対称性がより低下する。また、Ar₁および Ar₂が窒素原子を有する場合、HOMOおよび LUMOが低く（真空準位から遠く）なるため、キャリアバランスが崩れる場合がある。また、縮合環に窒素原子を有する場合、当該縮合環は求核性が高くなりやすく、素子寿命が低下する場合がある。したがって、Ar₁および Ar₂は、窒素原子を含まないことが特に好ましい。具体的には、Ar₁および Ar₂のうち、一

50

方がトリフェニレン骨格であり、もう一方がジベンゾチオフェン骨格またはジベンゾフラン骨格である。更に具体的には、Ar₁およびAr₂のうち、一方が下記置換基C群であり、もう一方が下記置換基D群であることが特に好ましい。

【化7】

(置換基C群)

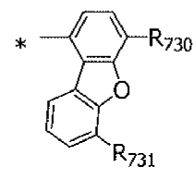
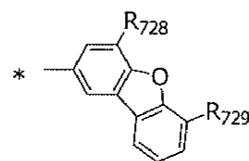
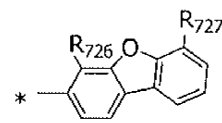
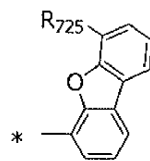
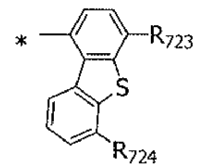
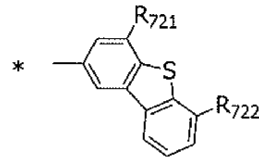
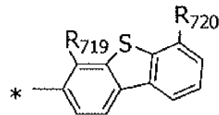
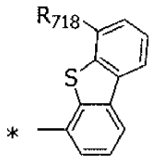


10

20

【化8】

(置換基D群)



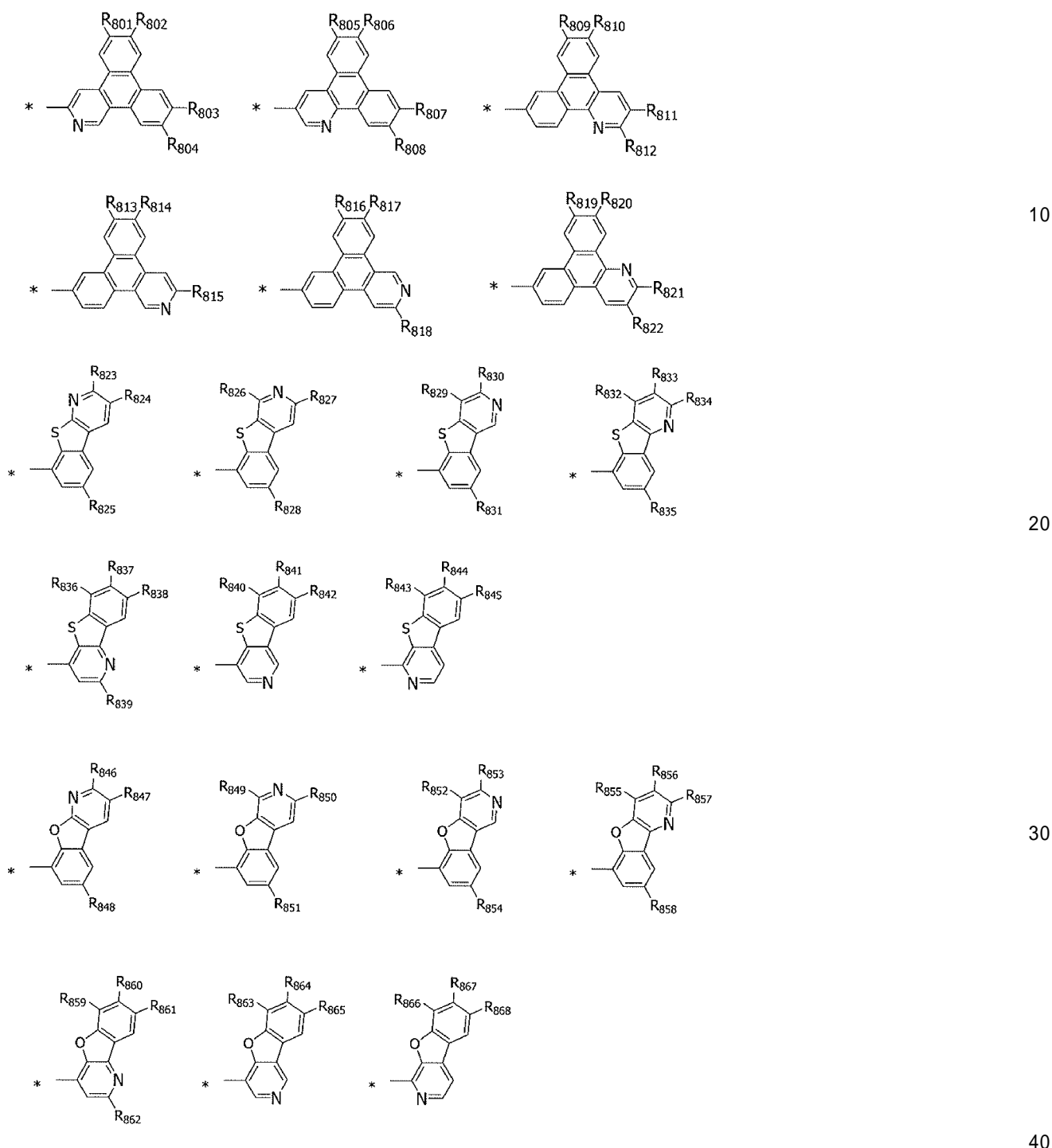
30

40

50

【化 9】

(置換基 E 群)



置換基 C 群乃至置換基 E 群において、R 7 0 1 乃至 R 8 6 8 は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。R 7 0 1 乃至 R 8 6 8 は、水素原子、重水素原子、炭素数 1 乃至 4 のアルキル基、炭素数 6 乃至 1 8 のアリール基、炭素数 5 乃至 1 5 の複素環基、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基、およびシアノ基から選択されることが好ましく、水素原子、フェニル基、および tert - ブチル基から選択されることが更に好ましい。* はフェニレン基への結合位置を表す。

【0031】

一般式(1)で表される有機化合物は、以下の特徴を有する。

【0032】

(1-1) 4つ以上のベンゼンが結合したフェニレン鎖を有することで、ガラス転移温度(T_g)が高く、膜の熱安定性に優れる。

【0033】

(1-2) フェニレン鎖を構成するベンゼンがメタ(m)位で結合するため、三重項(T₁)エネルギーが高い。

【0034】

(1-3) フェニレン鎖に結合するA_{r1}およびA_{r2}の構造が異なるため、分子の対称性が低く、膜中において分子が凝集しにくい。 10

【0035】

(1-4) (1-1)乃至(1-3)の構造を有するため、昇華性に優れる。

【0036】

以下、これらの特徴について説明する。

【0037】

(1-1) 4つ以上のベンゼンが結合したフェニレン鎖を有することで、ガラス転移温度(T_g)が高く、膜の熱安定性に優れる。

【0038】

本発明者らは、本発明に係る有機化合物を発明するにあたり、フェニレン鎖の構造に着目した。 20

【0039】

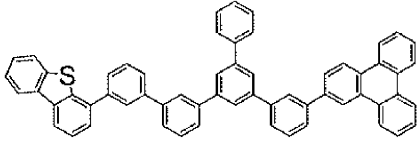
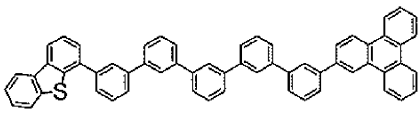
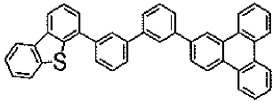
具体的には、本発明に係る有機化合物は、ベンゼンが4つ以上結合したフェニレン鎖を有する。そのため、化合物自体の分子量が大きくなるため、T_gが高くなる。その結果、本発明に係る有機化合物は、膜の熱安定性に優れる。

【0040】

ここで、本発明の一実施形態である例示化合物A₃およびA₄のT_gと、比較化合物1-AのT_gを、表1に示す。なお、各化合物のT_gは、示差走査熱量(DSC)測定により評価した。アルミパンに約2mgのサンプルを封入後、融点を超える高温下から急冷した。サンプルをアモルファス状態にさせた後、10/minの昇温速度で昇温させることで、T_gを測定した。測定装置としては、NETZSCH社製のDSC 204 F1を用いた。 30

【表 1】

表 1

	構造	ガラス転移温度 (°C)
例示化合物 A 3		136
例示化合物 A 4		149
比較化合物 1-A		108

10

表 1 において、比較化合物 1 - A の T g は 1 0 8 であり、T g が低い化合物であった。つまり、比較化合物 1 - A は、膜の熱安定性が好ましくない化合物である。

20

【0041】

一方、例示化合物 A 3 および A 4 の T g は、それぞれ 1 3 6 、 1 4 9 であり、T g が高い化合物である。したがって、例示化合物 A 3 および A 4 は、膜の熱安定性に優れた化合物である。つまり、本発明に係る有機化合物を有機発光素子に用いた場合、熱安定性に優れた膜を形成できるため、素子寿命に優れた有機発光素子を提供することができる。

【0042】

(1 - 2) フェニレン鎖を構成するベンゼンがメタ (m) 位で結合するため、三重項 (T 1) エネルギーが高い。

【0043】

本発明者らは、本発明に係る有機化合物を発明するにあたり、フェニレン鎖の構造に着目した。

30

【0044】

具体的には、本発明に係る有機化合物は、フェニレン鎖を構成するベンゼンが、m 位で結合するため、高い T 1 エネルギーを有する。

【0045】

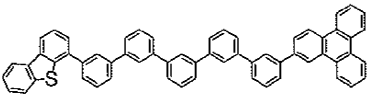
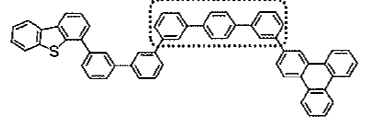
ここで、本発明の一実施形態である例示化合物 A 4 と、比較化合物 1 - B の T 1 エネルギーを表 2 に示す。なお、T 1 エネルギーの測定は、日立製 F - 4 5 0 0 を用い、7 7 K 下、励起波長 3 0 0 n m における希釈トルエン溶液、および蒸着膜のフォトルミネッセンス (P L) 測定により行った。その後、F - 4 5 0 0 に内蔵された燐光モード測定にて得られた発光スペクトルの短波長側の立ち上がりの発光端から算出した。また、蒸着膜サンプルは、 5×10^{-4} P a 以下の真空度で石英基板上に蒸着したものを測定に用いた。

40

50

【表 2】

表 2

	構造	溶液 T 1 (eV)	蒸着膜 T 1 (eV)	$\Delta T 1$ (eV)
例示化合物 A 4		2.75	2.57	0.18
比較化合物 1-B		2.75	2.50	0.25

10

溶液 T 1 とは、各化合物をトルエンに溶解させたときの T 1 エネルギーであり、蒸着膜 T 1 とは、蒸着法により形成した膜の T 1 エネルギーを指す。T 1 とは、溶液 T 1 と蒸着膜 T 1 の差を表している。

【0046】

表 2 より、例示化合物 A 4 の蒸着膜 T 1 は、比較化合物 1 - B の蒸着膜 T 1 と比較して T 1 エネルギーが高いことがわかる。

【0047】

20

ここで、T 1 エネルギーが高いことによる効果について説明する。

【0048】

燐光発光素子は、T 1 エネルギーを発光に用いる有機発光素子である。有機発光素子の発光層ホスト材料や周辺材料は、燐光発光する燐光発光材料よりも十分に大きな T 1 エネルギーを有する必要がある。

【0049】

例えば、発光層ホスト材料が、燐光発光材料よりも十分に大きな T 1 エネルギーを有さない場合、燐光発光材料に十分なエネルギー移動ができないため、発光効率が低下してしまう。

【0050】

30

また、発光層ホスト材料が、燐光発光材料よりも十分に大きな T 1 エネルギーを有さない場合には、燐光発光材料からホスト材料への逆エネルギー移動が生じやすくなる。そのため、ホスト材料が不安定な三重項状態である時間が長くなるため、ホスト材料の劣化が懸念される。結果として、素子寿命が低下してしまうため好ましくない。すなわち、ホスト材料は、十分に大きな T 1 エネルギーを有することが好ましい。その結果、ホスト材料から燐光発光材料へのエネルギー移動を促進することができるため、優れた素子寿命を得られる。

【0051】

具体的に、緑色の燐光を発光する有機発光素子の場合には、ホスト材料の T 1 エネルギーが、2.43 eV (波長換算 510 nm) よりも 0.1 eV 以上大きいことが好ましい。赤色の燐光を発光する有機発光素子の場合には、ホスト材料の T 1 エネルギーが、2.07 eV (波長換算 600 nm) よりも 0.1 eV 以上大きいことが好ましい。

40

【0052】

表 2 において、例示化合物 A 4 の蒸着膜 T 1 は 2.57 eV であるため、比較化合物 1 - B と比較して、緑色および赤色の燐光を発光する有機発光素子のホスト材料としてより好ましい。

【0053】

また、表 2 より、比較化合物 1 - B の T 1 は、例示化合物 A 4 の T 1 と比較して値が大きい。つまり、比較化合物 1 - B は膜形成時に T 1 エネルギーが小さくなりやすい化合物である。比較化合物 1 - B は、フェニレン鎖を構成するベンゼンがパラ (p) 位で結

50

合する構造（表 2 中の四角い点線部）を有するため、膜中において分子同士が凝集しやすい。その結果、T 1 エネルギーが低くなると考えられる。一方、例示化合物 A 4 は、フェニレン鎖を構成するベンゼンが全て m 位で結合するため、膜中において分子同士が凝集しにくい。その結果、T 1 エネルギーが高くなると考えられる。

【 0 0 5 4 】

ここで、膜中において分子同士が凝集しにくいことによる効果について説明する。

【 0 0 5 5 】

分子同士が凝集しやすい場合、微小な結晶化に伴う結晶粒界やトラップ準位、クエンチャーの生成が起こりやすいため、キャリア輸送能や発光効率の観点から好ましくない。一方、分子同士が凝集しにくい場合、微小な結晶化に伴う結晶粒界やトラップ準位、クエンチャーの生成が起こりにくく、良好なキャリア輸送性や高効率な発光特性を維持できる。結果として、素子寿命および発光効率に優れた有機発光素子を提供することができる。

10

【 0 0 5 6 】

また、図 8 より、比較化合物 1 - B の方が例示化合物 A 4 に比べて、燐光モード測定における波長 400 nm 付近の一重項（S 1）エネルギー由来の発光強度が大きかった。つまり、比較化合物 1 - B の方が例示化合物 A 4 に比べて、S 1 状態の蛍光寿命（励起寿命）が長い。比較化合物 1 - B は、膜中において分子同士が重なりやすく、分子間相互作用が大きいため、蛍光寿命（励起寿命）が長いと考えられる。下記式に示すように、フェルスターエネルギー移動の速度定数は、ホスト材料の蛍光寿命（励起寿命）に反比例する。その結果、比較化合物 1 - B を有機発光素子に用いた場合、発光効率が低下するため、好ましくない。

20

【 数 1 】

$$k_{\text{FRET}} = \frac{9000c^4K^2\Phi(\ln 10)}{128\pi^5n^4N\tau R^6} \int f_{\text{H}}(\lambda)\varepsilon_{\text{D}}(\lambda)\lambda^4d\lambda$$

c:光速

K²:双極子配向因子

Φ:発光量子収率

n:媒体の屈折率

N:アボガドロ数

τ:ホストの蛍光寿命

R:ホストとゲストの分子間距離

f_H(λ):規格化されたホストの発光スペクトル

ε_D(λ):ゲストのモル吸光係数

30

40

更に、ホスト材料同士が凝集しやすい場合、発光材料であるゲスト材料同士の凝集を招く場合がある。ゲスト材料同士が凝集することで、濃度消光を招くため、ホスト材料同士が凝集しやすいことは好ましくない。一方、例示化合物 A 4 は、ホスト材料同士が凝集しにくく、ホスト材料とゲスト材料同士が分散された発光層を形成することができるため、有機発光素子の発光特性の観点から好ましい。

【 0 0 5 7 】

（ 1 - 3 ）フェニレン鎖に結合する A r₁ および A r₂ の構造が異なるため、分子の対称性が低く、膜中において分子が凝集しにくい。

【 0 0 5 8 】

50

本発明者らは、本発明に係る有機化合物を発明するにあたり、 $A r_1$ および $A r_2$ の構造に着目した。

【0059】

一般式[1]において、 $A r_1$ および $A r_2$ は、互いに異なる骨格である。そのため、本発明に係る有機化合物は、化合物の分子構造の対称性が低下するため、膜中において分子が凝集しにくい。

【0060】

ここで、化合物の分子構造の対称性が低い場合、効果について説明する。

【0061】

対称性が低下することで、分子同士が重なり合う分子パッキングを抑制することができるため、分子が凝集しにくい。そのため、分子が結晶化しにくく、アモルファス状態を維持しやすい。アモルファス状態を維持しやすいことは、有機発光素子に用いる場合に好ましい。なぜならば、アモルファス状態を維持することで、素子駆動中においても、微小な結晶化に伴う結晶粒界やトラップ準位、クエンチャーの生成が起こりにくく、良好なキャリア輸送性や高効率な発光特性を維持できるからである。結果として、素子寿命および発光効率に優れた有機発光素子を提供することができる。

【0062】

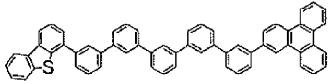
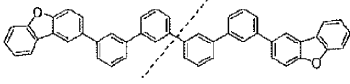
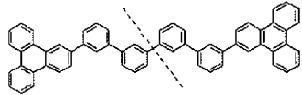
また、化合物の分子構造の対称性が低いことで、分子同士の重なりを抑制することができるため、分子間相互作用を低減できる。したがって、膜形成時においても、高いT1エネルギーを維持することができる。

【0063】

本発明の一実施形態である例示化合物A4と、比較化合物1-C、比較化合物1-Dの対称性を比較した結果を表3に示す。

【表3】

表3

	構造	ガラス 転移温度 (°C)	溶液 T1 (eV)	蒸着膜 T1 (eV)	$\Delta T1$
例示化合物 A4		149	2.75	2.57	0.18
比較化合物 1-C		95	2.95	2.65	0.30
比較化合物 1-D		139	2.74	2.52	0.22

分子構造を平面に捉えた場合、 $A r_1$ および $A r_2$ の構造が同じである比較化合物1-Cおよび比較化合物1-Dは、対称性が高い構造である。具体的には、2回回転軸を表3中の点線上に有する。一方、例示化合物A4は、 $A r_1$ および $A r_2$ の構造が異なるため、分子平面に回転軸を有さない。このため、比較化合物1-Cおよび比較化合物1-Dと比較して、例示化合物A4の対称性は低くなる。

【0064】

表3より、比較化合物1-CのTgは95であったのに対して、例示化合物A4のTgは149であった。したがって、上述したように、比較化合物1-Cと比べて、例示

化合物 A 4 は熱安定性に優れた有機化合物である。

【0065】

また、分子構造の対称性が高い比較化合物 1 - C および比較化合物 1 - D の T 1 は、それぞれ 0.30 eV および 0.22 eV であった。一方、分子構造の対称性が低い例示化合物 A 4 の T 1 は 0.18 eV であり、比較化合物 1 - C および比較化合物 1 - D と比べて低い値であった。つまり、例示化合物 A 4 は、蒸着膜を形成した際、T 1 エネルギーが小さくなりにくい化合物である。そのため、有機発光素子に用いた場合、本発明に係る有機化合物は、高い T 1 エネルギーを得やすいため好ましい。

【0066】

また、T 1 が大きいことから、分子構造の対称性が高い比較化合物 1 - C および比較化合物 1 - D は、分子同士が凝集しやすい化合物である。上述した通り、ホスト材料同士が凝集しやすい化合物は、トラップ準位やクエンチャー形成しやすくなるため、好ましくない。

10

【0067】

本発明に係る有機化合物における、Ar₁ および Ar₂ の構造については、Ar₁ および Ar₂ のうち、一方が置換または無置換のアリール基であり、もう一方が置換または無置換のアリール基、または、置換または無置換の複素環基であることが好ましい。また、Ar₁ および Ar₂ のうち、一方が置換または無置換のアリール基であり、もう一方が置換または無置換の複素環基であることが更に好ましい。なぜなら、電子密度の差が大きくなり、分子の対称性がより低下するためである。その結果、分子同士の重なりを更に抑制することができるからである。具体的には、Ar₁ および Ar₂ のうち、一方が置換基 C 群であり、もう一方が置換基 D 群または E 群であることが好ましい。また、前述の通り、Ar₁ および Ar₂ は、窒素原子を含まないことが特に好ましい。したがって、Ar₁ および Ar₂ のうち、一方が下記置換基 C 群であり、もう一方が下記置換基 D 群であることが特に好ましい。

20

【0068】

(1-4) (1-1) 乃至 (1-3) の構造を有するため、昇華性に優れる。

【0069】

本発明に係る有機化合物は、上述した (1-1) 乃至 (1-3) の構造を有するため、昇華性に優れる。具体的には、4 つ以上のベンゼンが m 位で結合したフェニレン鎖と、異なる構造である Ar₁ および Ar₂ を有するため、昇華性に優れる。

30

【0070】

ここで、本発明の一実施形態である例示化合物 A 4 と、比較化合物 1 - B および比較化合物 1 - D の昇華性を比較した結果を表 4 に示す。

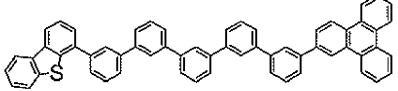
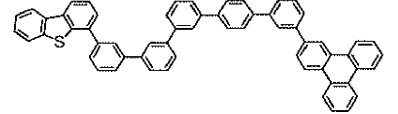
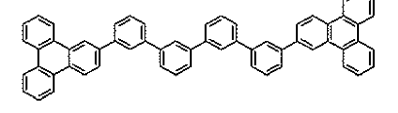
【0071】

なお、昇華性の評価として、昇華温度と分解温度との温度差 (T) を比較する。T が大きいほど、昇華性が高いと言える。分解温度は、熱重量 / 示差熱分析 (TG / DTA) 測定を行い、重量減少が 5 % に達した時の温度を分解温度とした。また、昇華温度は、 1×10^{-1} Pa の真空度において、Ar フローさせながら、ゆっくり昇温し、昇華精製を行い、十分な昇華速度に達したときの温度を昇華温度とした。十分な昇華速度とは、0.01 g / min であってよい。

40

【表 4】

表 4

	構造	分子量	$\Delta T =$ 分解温度－昇華温度
例示化合物 A 4		791	70
比較化合物 1-B		791	60
比較化合物 1-D		759	50

10

表 4 より、比較化合物 1 - B と比較して、例示化合物 A 4 の ΔT は大きい。また、比較化合物 1 - D と比較して、例示化合物 A 4 は分子量が大きいにも関わらず、 ΔT が大きい。したがって、例示化合物 A 4 は、比較化合物 1 - B および比較化合物 1 - D よりも昇華性に優れた化合物であるといえる。

20

【0072】

これは、以下のように説明できる。

【0073】

上述したように、例示化合物 A 4 は、4 つ以上のベンゼンが m 位で結合したフェニレン鎖を有するため、共役長が伸長しにくく、分子同士の重なりを抑制できる。また、構造が異なる Ar_1 および Ar_2 を有するため、分子構造の対称性が低下するため、分子同士の重なりを抑制できる。そのため、昇華性に優れた化合物となる。一方、比較化合物 1 - B は、フェニレン鎖を構成するベンゼンが p 位で結合した箇所を有するため、共役長が伸長し、分子同士が重なりやすい。また、比較化合物 1 - D は、 Ar_1 および Ar_2 の構造が同じであるため、分子の対称性が高く、分子同士が重なりやすい。そのため、昇華性が好ましくない化合物となる。

30

【0074】

化合物が昇華性に優れることで、昇華精製時に分解しにくくなる。これは、有機発光素子の作製において、蒸着安定性が高いといえる。つまり、高純度な蒸着膜を作製することができ、素子寿命に優れた有機発光素子を提供することができる。

【0075】

また、本発明に係る有機化合物は、以下のような特徴を更に有する場合、有機発光素子に好適に用いることができるため好ましい。なお、下記の各条件の複数を同時に満たしてもよい。

40

【0076】

(1 - 5) 一般式 [1] において、 Ar_1 および Ar_2 が SP³ 炭素を有さない場合、結合安定性に優れる。

【0077】

(1 - 6) 一般式 [1] において、R で表される置換基が、フェニレン鎖を構成するベンゼンの m 位で結合することで、結合安定性に優れる。

【0078】

(1 - 7) 一般式 [1] において、n が 3 または 4 であることで、膜中において分子が

50

凝集しにくい。

【0079】

以下、これらの特徴について説明する。

【0080】

(1-5)一般式[1]において、 $A r_1$ および $A r_2$ がSP³炭素を有さない場合、結合安定性に優れる。

【0081】

本発明に係る有機化合物は、 $A r_1$ および $A r_2$ がSP³炭素を有さないことが好ましい。なぜなら、SP³炭素との炭素-炭素結合は、結合エネルギーが小さいため、有機発光素子の駆動中において、結合開裂が起こりやすいためである。 $A r_1$ および $A r_2$ がSP³炭素を有さないことで、結合開裂を抑制できる。そのため、本発明に係る有機化合物を、有機発光素子に用いた場合、素子寿命に優れた有機発光素子を提供することができるため、好ましい

また、 $A r_1$ および $A r_2$ が置換基を有する場合にも、当該置換基がSP³炭素を有さないことが好ましい。特に好ましくは、 $A r_1$ および $A r_2$ が置換基を有さないことである。

【0082】

(1-6)一般式[1]において、Rで表される置換基が、フェニレン鎖を構成するベンゼンのm位で結合することで、結合安定性に優れる。

【0083】

本発明に係る有機化合物は、Rで表される置換基が、フェニレン鎖との立体障害による干渉が小さい置換位置で結合することが好ましい。具体的には、Rで表される置換基が、フェニレン鎖を構成するベンゼンのm位で結合することが好ましい。なぜなら、Rで表される置換基とフェニレン鎖とが立体障害により干渉する場合、置換基とフェニレン鎖の結合距離が大きくなる。その結果、結合安定性が低下し、結合開裂しやすい結合になってしまうからである。

【0084】

ここで、本発明の一実施形態である例示化合物A5および例示化合物A22のフェニレン鎖と置換基との結合距離を比較した結果を表5に示す。表5中のaは、比較した各例示化合物のフェニレン鎖と置換基との結合箇所を表している。

【表5】

表5

	構造	結合距離 (Å)
例示化合物A5		1.486
例示化合物A22		1.497

表5より、例示化合物A5のフェニレン鎖と置換基との結合距離は、1.486 であるのに対して、例示化合物A22のフェニレン鎖と置換基との結合距離は、1.497 であった。これは、例示化合物A5と比較し、例示化合物A22の方が水素原子の立体障

害による影響を受けやすいためである。

【0085】

よって、置換基とフェニレン鎖とが、立体障害による干渉が小さい置換位置で結合することが好ましい。具体的には、置換基がフェニレン鎖を構成するベンゼンのm位で結合することが好ましい。また、置換基としては立体障害による干渉が小さい置換基であることが好ましい。具体的には、炭素数6乃至18のアリール基、炭素数5乃至9の複素環基であることが好ましい。特に、結合安定性の観点より、フェニル基またはピリジル基であることが更に好ましい。

【0086】

一般式[1]において、 Ar_1 および Ar_2 が、ジベンゾフラン骨格またはジベンゾチオフェン骨格であるとき、本発明に係る有機化合物は、置換基を少なくとも1つ有する。このとき、 T_g がより向上するため好ましい。特に、フェニレン鎖を構成するベンゼンのm位に置換基を有する場合、共役長が伸長しにくく、高い T_1 を維持しやすいため更に好ましい。また、置換基はフェニル基であることが好ましい。フェニル基を置換基として有することで、分子の凝集を抑制しながら、分子の平面性が向上し、 T_g も向上することができるからである。

【0087】

また、本発明に係る有機化合物が、フェニレン鎖に置換基を有していない場合、置換基とフェニレン鎖との立体障害による干渉を受けにくいため、好ましい。本発明の一実施形態である例示化合物A2および例示化合物A5の結合距離を比較した結果を表6に示す。表6中のbは、化合物の最大結合距離となる結合を表している。

【表6】

表6

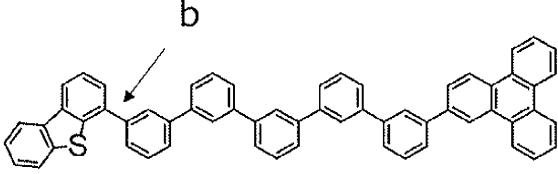
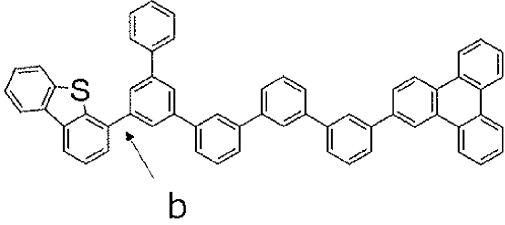
	構造	最大結合距離 (Å)
例示化合物A2		1.488
例示化合物A5		1.489

表6より、例示化合物A2の最大結合距離は、1.488 であるのに対して、例示化合物A5の最大結合距離は、1.489 であった。例示化合物A2は、フェニレン鎖に置換基を有していないため、置換基とフェニレン鎖との立体障害による干渉をより受けにくい。そのため、最大結合距離が更に小さくなるため、結合安定性に特に優れた化合物となる。したがって、本発明に係る有機化合物は、フェニレン鎖に置換基を有さないことが最も好ましい。換言すると、一般式[1]において、mは0であることが特に好ましい。

【0088】

(1-7)一般式[1]において、nが3または4であることで、膜中において分子が凝集しにくい。

【0089】

10

20

30

40

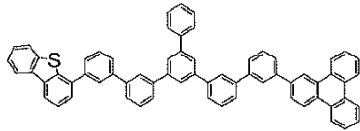
50

一般式 [1] において、 n が 3 または 4 であることで、本発明に係る有機化合物は、膜中において分子がより凝集しにくいいため好ましい。なぜなら、 n の数が大きくなることで、化合物の分子量が大きくなり、 T_g も高くなる傾向があるためである。また、フェニレン鎖が伸長することで、分子構造の立体配座の数が増加するため、分子がより凝集しにくい。特に、 n が 3 または 4 である場合、昇華性が高いことを維持できるため好ましい。

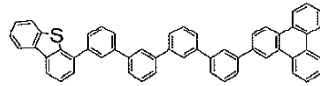
【 0 0 9 0 】

本発明に係る有機化合物の具体例を以下に示す。しかし、本発明はこれらに限られるものではない。

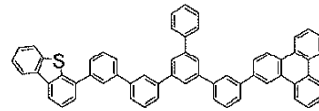
【 化 1 0 】



A1

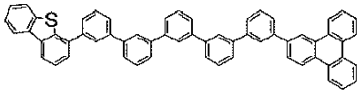


A2

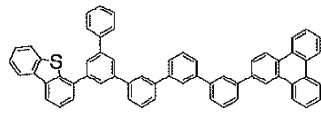


A3

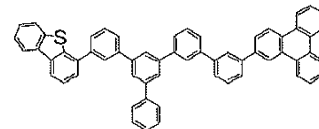
10



A4

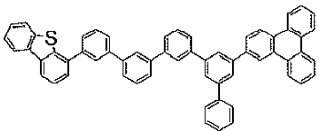


A5

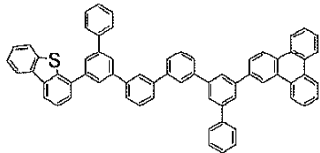


A6

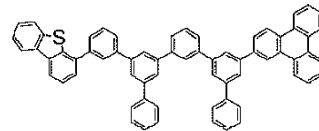
20



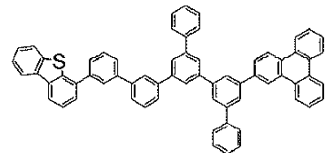
A7



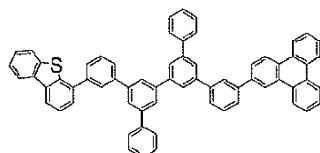
A8



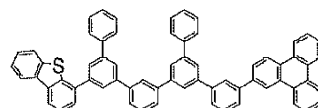
A9



A10

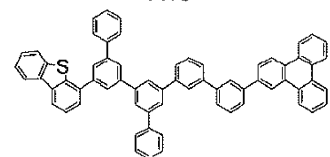


A11

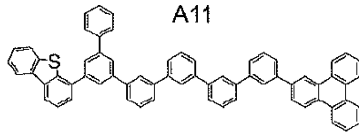


A12

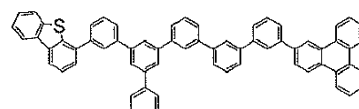
30



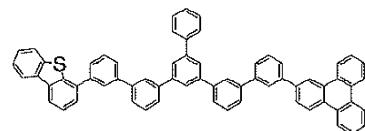
A13



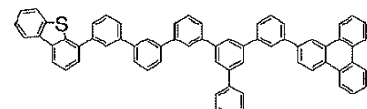
A14



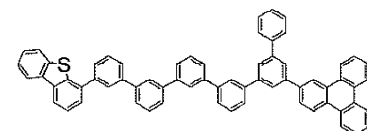
A15



A16

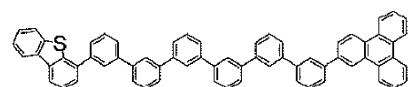


A17

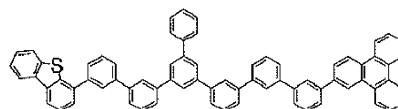


A18

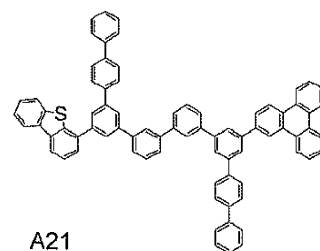
40



A19



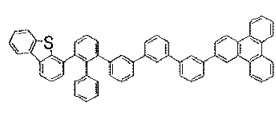
A20



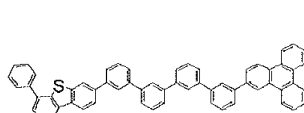
A21

50

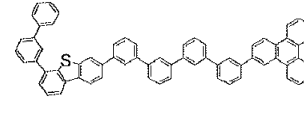
【化 1 1】



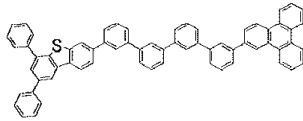
A22



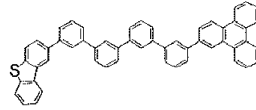
A23



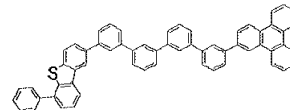
A24



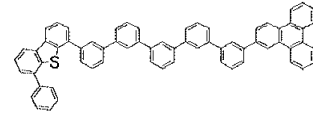
A25



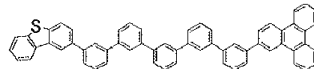
A26



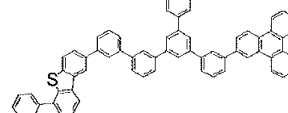
A27



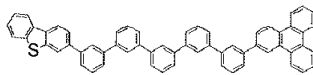
A28



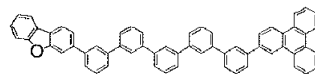
A29



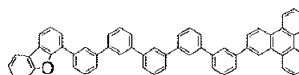
A30



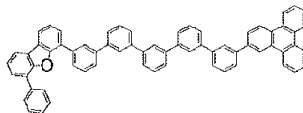
A31



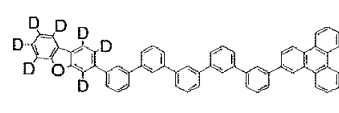
A32



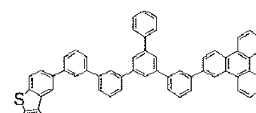
A33



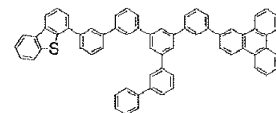
A34



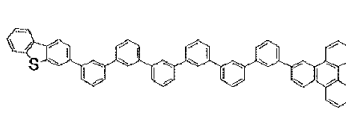
A35



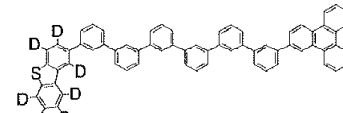
A36



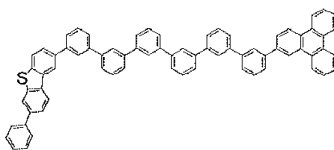
A37



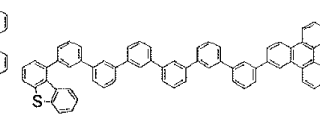
A38



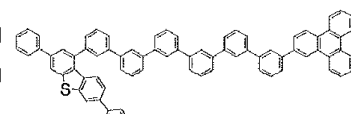
A39



A40



A41



A42

10

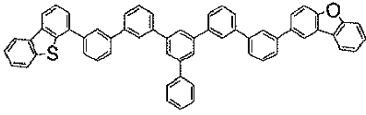
20

30

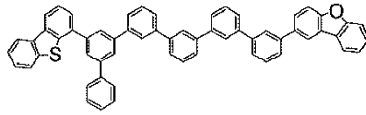
40

50

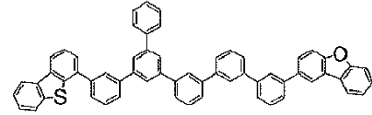
【化 1 2】



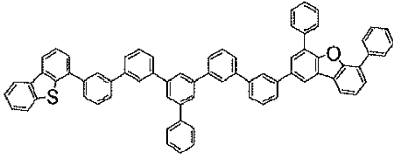
B1



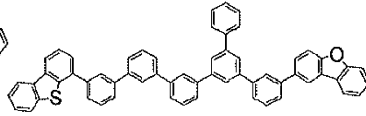
B2



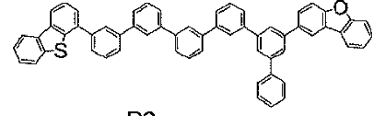
B3



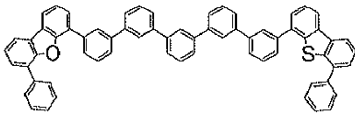
B4



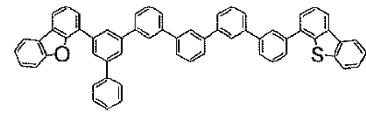
B5



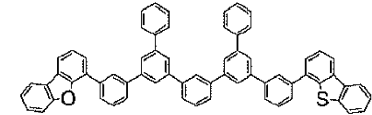
B6



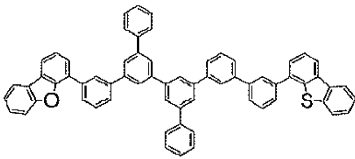
B7



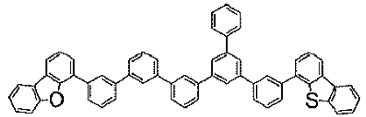
B8



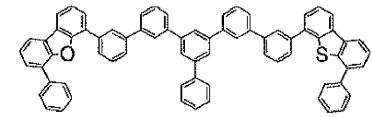
B9



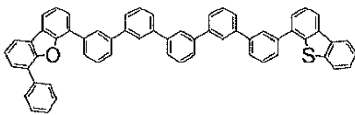
B10



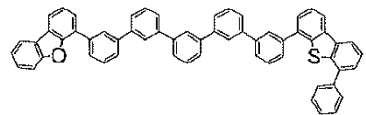
B11



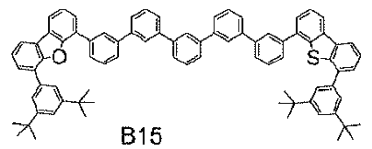
B12



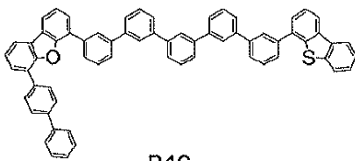
B13



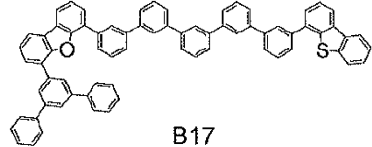
B14



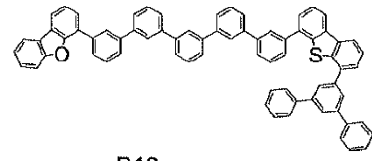
B15



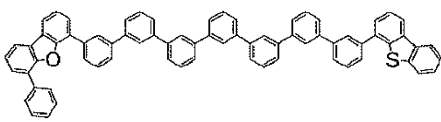
B16



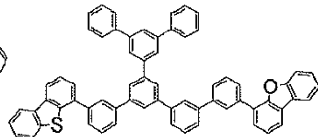
B17



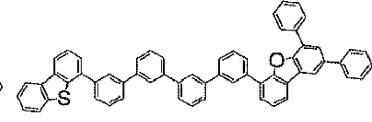
B18



B19



B20



B21

10

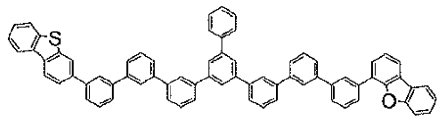
20

30

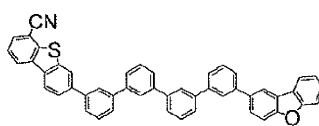
40

50

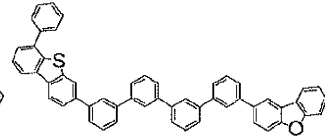
【化 1 3】



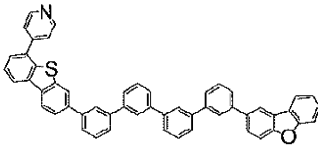
B22



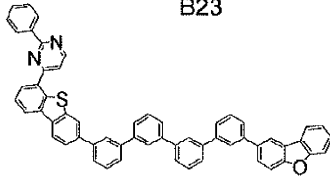
B23



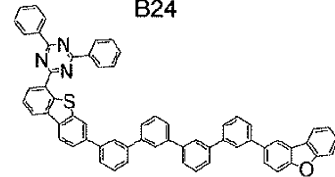
B24



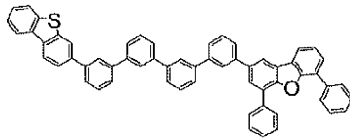
B25



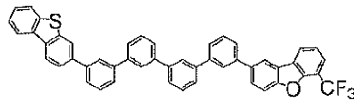
B26



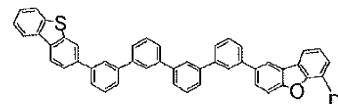
B27



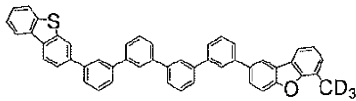
B28



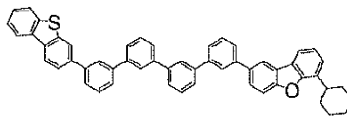
B29



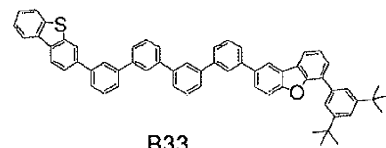
B30



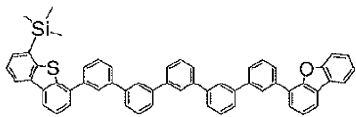
B31



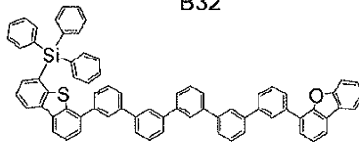
B32



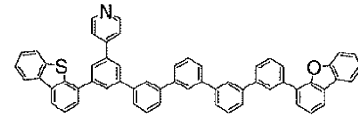
B33



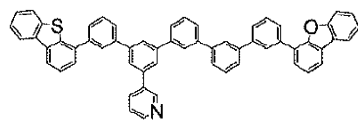
B34



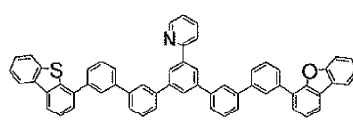
B35



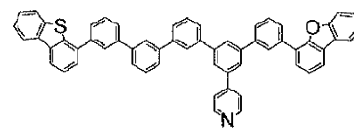
B36



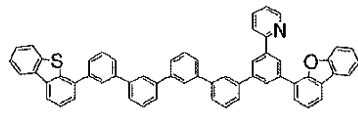
B37



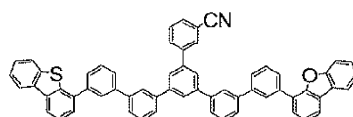
B38



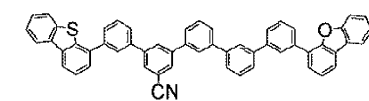
B39



B40



B41



B42

10

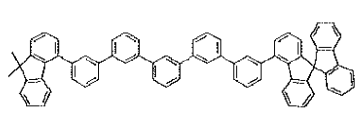
20

30

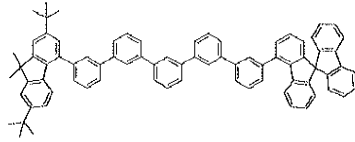
40

50

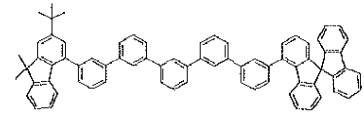
【化 1 4】



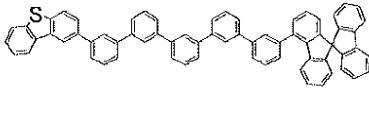
C1



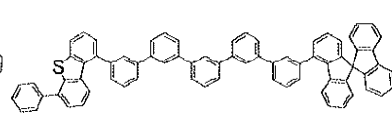
C2



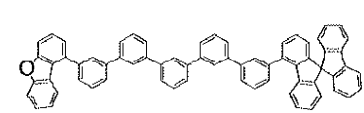
C3



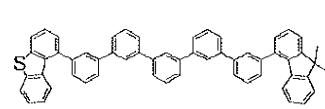
C4



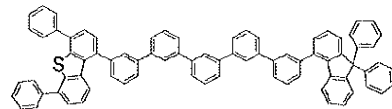
C5



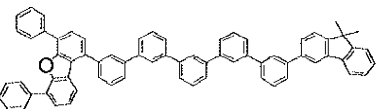
C6



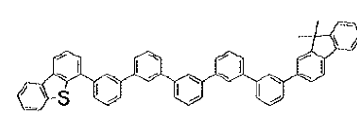
C7



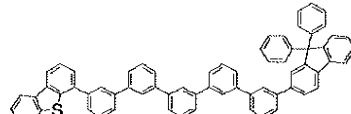
C8



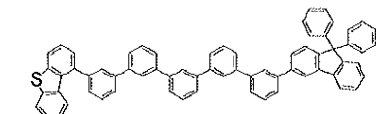
C9



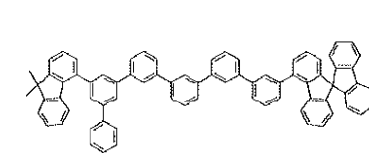
C10



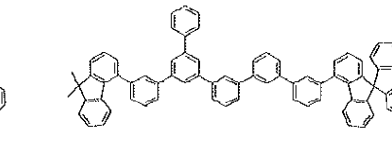
C11



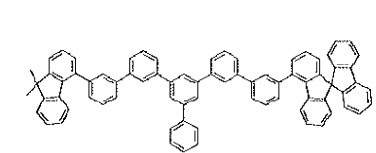
C12



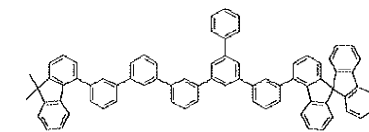
C13



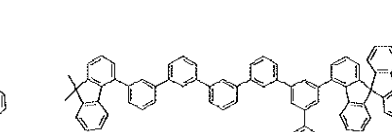
C14



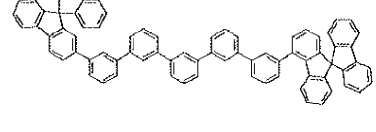
C15



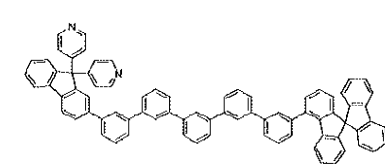
C16



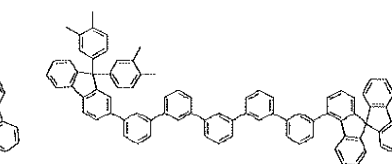
C17



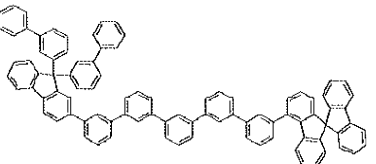
C18



C19



C20



C21

10

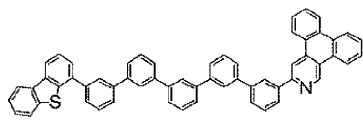
20

30

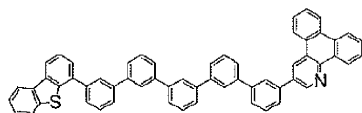
40

50

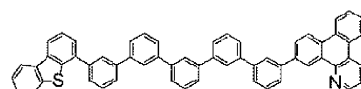
【化 15】



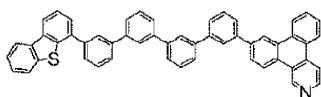
D1



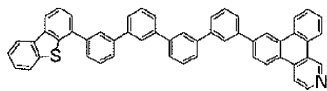
D2



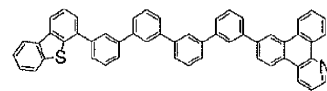
D3



D4

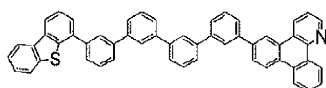


D5

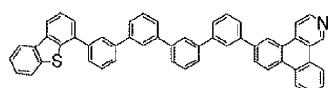


D6

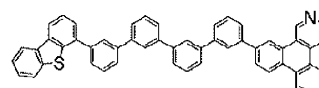
10



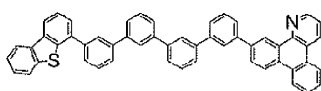
D7



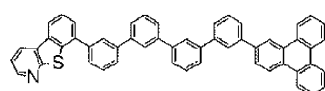
D8



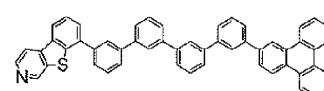
D9



D10

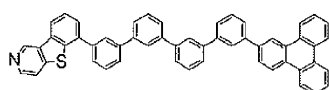


D11

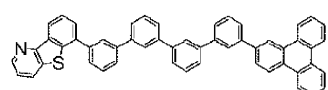


D12

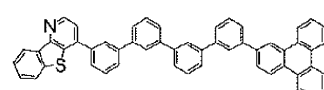
20



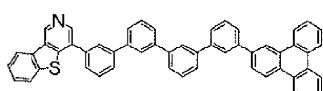
D13



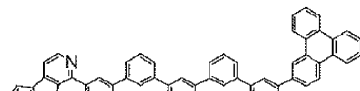
D14



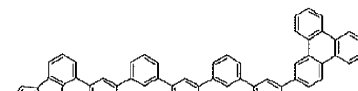
D15



D16

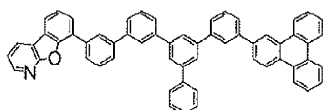


D17

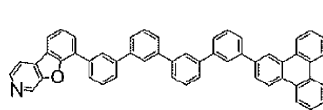


D18

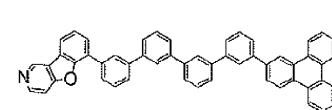
30



D19



D20

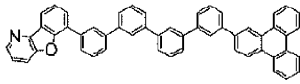


D21

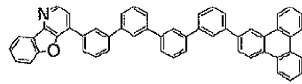
40

50

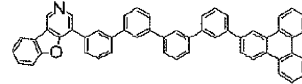
【化 1 6】



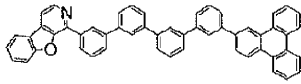
D22



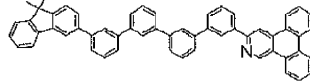
D23



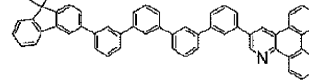
D24



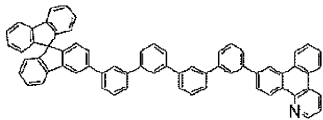
D25



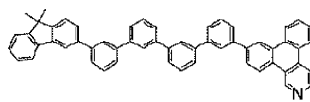
D26



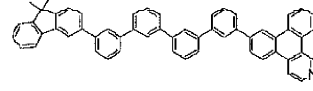
D27



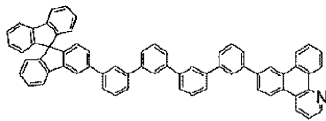
D28



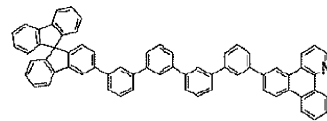
D29



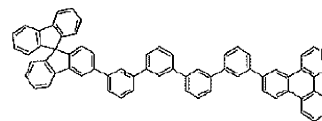
D30



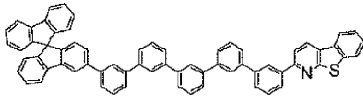
D31



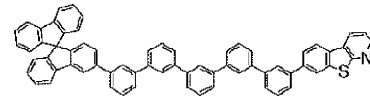
D32



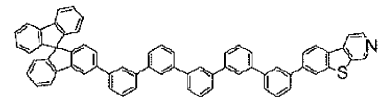
D33



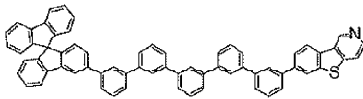
D34



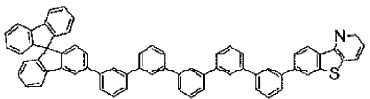
D35



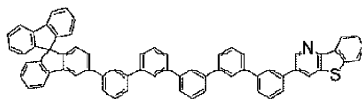
D36



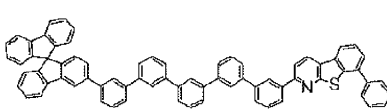
D37



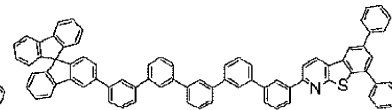
D38



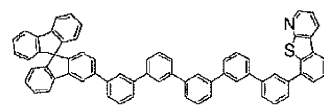
D39



D40



D41



D42

10

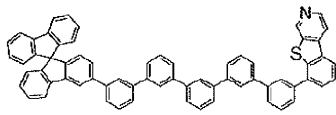
20

30

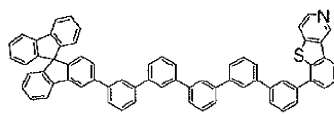
40

50

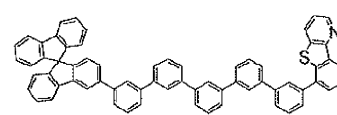
【化 17】



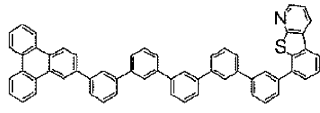
D43



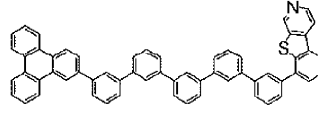
D44



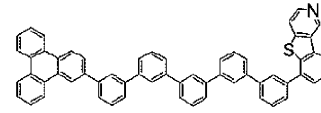
D45



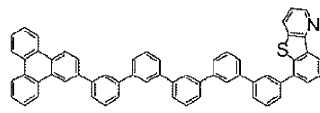
D46



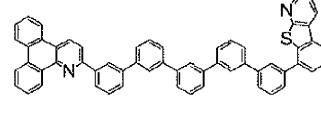
D47



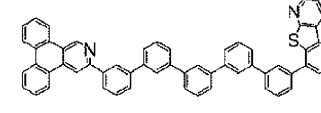
D48



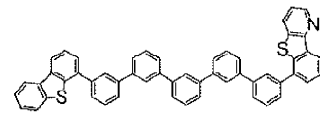
D49



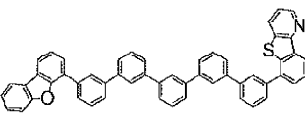
D50



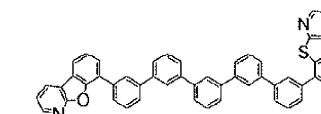
D51



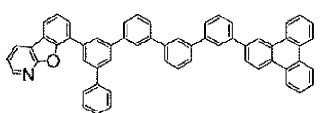
D52



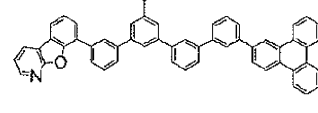
D53



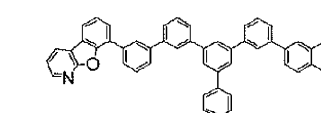
D54



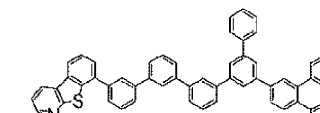
D55



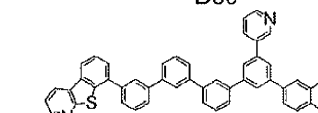
D56



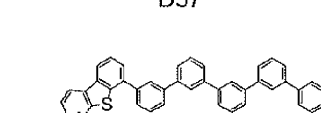
D57



D58



D59



D60

上記例示化合物のうち、A群に属する例示化合物は、 Ar_1 および Ar_2 がSP³炭素を有さない化合物である。これらの化合物は、 Ar_1 および Ar_2 がSP³炭素を有さないため、一般式[1]で表される化合物の中でも特に安定性に優れる化合物である。特に Ar_1 および Ar_2 のうち、一方がトリフェニレン骨格、もう一方がジベンゾチオフェン骨格である場合、T1が高くなるため好ましい。より好ましくは、結合の安定性の観点から、トリフェニレン骨格の2位で結合すること、またはジベンゾチオフェン骨格の2位、3位、または4位で結合することが好ましい。

【0091】

上記例示化合物のうち、B群に属する例示化合物は、 Ar_1 および Ar_2 がジベンゾフラン骨格またはジベンゾチオフェン骨格を有する化合物である。これらの化合物は、 Ar_1 および Ar_2 が、酸素原子、硫黄原子を有するため、これらの原子が有する豊富な非共有電子対により電荷輸送性を高めることができる。そのため、特にキャリアバランスを調整しやすい化合物である。結合安定性の観点から、ジベンゾフラン骨格またはジベンゾチオフェン骨格は、フェニレン鎖と、ジベンゾフラン骨格またはジベンゾチオフェン骨格の2位、3位、または4位のいずれかで結合することが好ましい。

【0092】

10

20

30

40

50

上記例示化合物のうち、C群に属する例示化合物は、Ar₁およびAr₂の少なくとも一方が、フルオレン骨格を含む化合物である。これらの化合物は、さらに、フルオレンの9位に置換基を有している。これにより、フルオレン骨格の面内方向に対して垂直方向に置換基を有するため、縮合環同士が重なり合うことを、特に抑制することができる。このため、特に昇華性に優れる化合物である。フルオレンの9位が有する置換基は炭素数1乃至4のアルキル基、炭素数6乃至12のアリール基であることが好ましい。特に、嵩高い置換基であるほど、縮合環同士の重なりを抑制する効果が大きいいため、フルオレンの9位は、フェニル基を有することが更に好ましい。

【0093】

上記例示化合物のうち、D群に属する例示化合物は、Ar₁およびAr₂の少なくとも一方が、アジン環を含む化合物である。これらの化合物は、縮合環に窒素原子を含むため、窒素原子が有する非共有電子対と高い電気陰性度により電荷輸送性を高めることができる。そのため、特に、キャリアバランスを調整しやすい化合物である。

【0094】

(2)有機発光素子

次に、本実施形態に係る有機発光素子について説明する。

【0095】

本実施形態に係る有機発光素子の具体的な素子構成としては、基板上に、下記(a)~(f)に示される電極層および有機化合物層を順次積層した多層型の素子構成が挙げられる。すなわち、本実施形態の有機発光素子は、一对の電極である第一電極と第二電極と、これら電極間に配置される有機化合物層と、を少なくとも有する。第一電極および第二電極は、一方が陽極であり、もう一方が陰極であってよい。なお、いずれの素子構成においても有機化合物層には発光材料を有する発光層が必ず含まれる。

(a)陽極/発光層/陰

(b)陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰

(c)陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰

(d)陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰

(e)陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰

(f)陽極/正孔輸送層/電子ブロッキング層/発光層/正孔ブロッキング層/電子輸送層/陰極

【0096】

ただし、これらの素子構成例はあくまでもごく基本的な素子構成であり、本発明の有機発光素子の素子構成はこれらに限定されるものではない。例えば、電極と有機化合物層との界面に絶縁性層、接着層あるいは干渉層を設けてもよい。また、電子輸送層もしくは正孔輸送層がイオン化ポテンシャルの異なる2つの層を有する多層構造としてもよい。発光層が異なる発光材料をそれぞれ含む2つの層を有する多層構造としてもよい。すなわち、陽極と陰極の間に、第1の光を発する第1の発光層と、第2の光を発する第2の発光層と、を設けてもよい。第1の光を第2の光を異なる色とし、例えば、混合したときに白色となる光とすることで、白色発光する有機発光素子とすることができる。これ以外にも、多様な層構成を採ることができる。

【0097】

本実施形態において、発光層から出力される光の取り出し態様(素子形態)としては、基板側の電極から光を取り出すいわゆるボトムエミッション方式でもよいし、基板の反対側から光を取り出すいわゆるトップエミッション方式でもよい。また、基板側および基板の反対側から光を取り出す、両面取り出し方式を採用することもできる。

【0098】

上記(a)~(f)に示される素子構成において、(f)の構成は、電子ブロッキング層(電子阻止層)および正孔ブロッキング層(正孔阻止層)を共に有している構成であるので、好ましい。つまり、電子ブロッキング層および正孔ブロッキング層を有する(f)では、正孔と電子の両キャリアを発光層内に確実に閉じ込めることができるので、キャリア

10

20

30

40

50

ア漏れがなく発光効率が高い有機発光素子となる。

【0099】

本実施形態に係る有機発光素子は、上述の一般式[1]で表される有機化合物を有機化合物層を含む。本実施形態に係る有機発光素子は、上述の一般式[1]で表される有機化合物を発光層を含むことが好ましい。ただし本発明はこれに限定はされず、本実施形態の有機発光素子を構成する発光層以外の有機化合物層の構成材料として使用することができる。具体的には、電子輸送層、電子注入層、電子プロッキング層、正孔輸送層、正孔注入層、正孔プロッキング層等の構成材料として用いてもよい。

【0100】

本実施形態に係る有機発光素子において、一般式[1]で表される有機化合物が発光層に含まれる場合、発光層は、一般式[1]で表される有機化合物と他の化合物である第1の化合物とからなる層であってもよい。ここで、発光層が一般式[1]で表される有機化合物と他の化合物とからなる層である場合、本発明に係る有機化合物は、発光層のホスト（以下、「ホスト材料」とも称する）として使用してもよいし、アシスト（以下、「アシスト材料」とも称する）として使用してもよい。本発明に係る有機化合物をホスト材料として用いる場合、第1の化合物は、ゲスト（以下、「ゲスト材料」とも称する）であってもよい。

10

【0101】

ここでホストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比が最も大きい化合物である。またゲストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さい化合物であって、主たる発光を担う化合物である。またアシスト材料とは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さく、ゲストの発光を補助する化合物である。なお、アシスト材料は、第2のホストとも呼ばれている。あるいは、ゲストを第1の化合物とすると、アシストを第2の化合物と呼ぶこともできる。

20

【0102】

また、ホストは、ゲストよりもLUMOが高い（真空準位に近い）材料であることが好ましい。これにより、発光層のホストに供給される電子が効率的にゲストに受け渡されるようになり、発光効率が向上する。さらに、ホストおよびゲストに加えてアシスト材料を用いる場合には、ホストは、アシスト材料よりもLUMOが高い材料（LUMOが真空準位により近い材料）であることが好ましい。これにより、発光層のホストに供給される電子が効率的にアシスト材料に受け渡されるようになり、アシスト材料が励起子再結合を担うことができるようになる。その結果、効率良くゲストへのエネルギー移動を起こすことが可能になる。

30

【0103】

また、ホストの最低励起一重項エネルギーを S_{h1} 、最低励起三重項エネルギーを T_{h1} とし、ゲストの最低励起一重項エネルギーを S_{g1} 、最低励起三重項エネルギーを T_{g1} とする。このとき、 $S_{h1} > S_{g1}$ を満たすことが好ましい。また、 $T_{h1} > T_{g1}$ を満たすことがより好ましい。さらに、アシスト材料の S_1 のエネルギーを S_{a1} 、 T_1 のエネルギーを T_{a1} とすると、 $S_{a1} > S_{g1}$ を満たすことが好ましく、 $T_{a1} > T_{g1}$ を満たすことがより好ましい。さらに、 $S_{h1} > S_{a1} > S_{g1}$ を満たすことがより好ましく、 $T_{h1} > T_{a1} > T_{g1}$ を満たすことがさらに好ましい。

40

【0104】

本発明者らは種々の検討を行い、一般式[1]で表される有機化合物を、発光層のホストまたはアシストとして、特に、発光層のホストとして用いると、発光効率と耐久特性に優れた有機発光素子が得られることを見いだした。

【0105】

本発明に係る有機化合物は、有機発光素子中の発光層で、以下のような条件で用いられることがより好ましい。なお、下記の各条件の複数を同時に満たしてもよい。

【0106】

(2-1) 発光層は、一般式[1]で表される有機化合物を、発光層全体に対して30

50

重量%以上99重量%以下の濃度で有することで、膜の熱安定性に優れる。

【0107】

(2-2)第1の化合物は、縮環構造を配位子に有することで、発光効率に優れる。

【0108】

(2-3)第2の化合物は、少なくともカルバゾール骨格、アジン骨格、キサントン骨格のいずれかの構造を有することで、発光効率に優れる。

【0109】

以下、これらの特徴について説明する。

【0110】

(2-1)発光層は、一般式[1]で表される有機化合物を、発光層全体に対して30重量%以上99重量%以下の濃度で有することで、膜の熱安定性に優れる。 10

【0111】

本発明に係る有機化合物は、アモルファス状態を維持しやすいため、発光層のホスト材料に適している材料である。本発明に係る有機化合物を発光層に用いる際には、発光層全体に対して、本発明に係る有機化合物の濃度が30重量%以上99重量%以下であることが好ましい。発光層全体に対する本発明に係る有機化合物の濃度は50重量%以上99重量%以下であることが好ましく、70重量%以上99重量%以下であることがより好ましい。また、本発明に係る有機化合物はアモルファス状態を維持しやすく、結晶化しにくい化合物であるため、発光層全体に対する濃度が99重量%であっても、素子寿命に優れた化合物である。 20

【0112】

また、発光層の膜の熱安定性を向上させる観点から、本発明に係る有機化合物をアシスト材料として用いてもよい。アシスト材料として用いる場合は、発光層全体に対する本発明に係る有機化合物の濃度を30質量%以上50質量%以下で用いることができる。

【0113】

(2-2)第1の化合物は、縮環構造を配位子に有することで、発光効率に優れる。

【0114】

本発明に係る有機化合物は、 Ar_1 および Ar_2 のうち、一方が置換または無置換のアリール基であり、もう一方が置換または無置換の複素環基である化合物である。具体的には、 Ar_1 および Ar_2 のうち、一方が3環以上から構成される置換または無置換のアリール基であり、もう一方が3環以上から構成される置換または無置換の複素環基である化合物である。このため、発光層において本発明に係る有機化合物とともに用いるゲスト材料は、配位子が縮環構造を有することが好ましい。具体的には、配位子の共役がより拡張した構造を有することが好ましく、3環以上から構成される縮環構造を有する化合物であることが更に好ましい。なぜなら、本発明に係る有機化合物とゲスト材料とが平面性の高い構造を有することで、本発明に係る有機化合物とゲスト材料の平面性の高い構造同士が相互作用によって接近できるからである。具体的には、本発明に係る有機化合物の Ar_1 または Ar_2 のうち少なくとも1つと、ゲスト材料の配位子とが接近しやすくなる。このため、本発明に係る有機化合物とゲスト材料との間の分子間距離が短くなることを期待できる。 30 40

【0115】

ここで、燐光発光素子に用いられる三重項エネルギーは、デクスター機構によるエネルギー移動が行われることが知られている。デクスター機構によるエネルギー移動は、分子同士の接触によって、エネルギーが移動する。すなわち、ホスト材料とゲスト材料との分子間距離が短くなることで、効率よくホスト材料からゲスト材料へのエネルギー移動が行われることになる。

【0116】

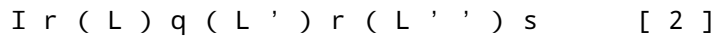
上述のように、ゲスト材料として配位子に縮環構造を有する平面性の高い化合物を用いることで、本発明に係る有機化合物とゲスト材料との間の分子間距離が短くなる。そのため、本発明に係る有機化合物からゲスト材料へのデクスター機構によるエネルギー移動が 50

生じやすくなる。結果として、発光効率の高い有機発光素子を提供することができる。

【0117】

具体的に、第1の化合物は、一般式[2]で表すことができる。

【0118】



一般式[2]において、L、L'、およびL''は、それぞれ異なる二座配位子を表す。

【0119】

qは1乃至3の整数であり、rおよびsは、それぞれ0乃至2の整数である。ただし、 $q + r + s = 3$ である。rが2である場合、複数存在するL'は互いに同じであっても異なってもよい。sが2である場合、複数存在するL''は互いに同じであっても異なってもよい。

【0120】

部分構造 $\text{Ir}(\text{L})\text{q}$ は、下記一般式[Ir-1]乃至[Ir-12]で表される構造である。

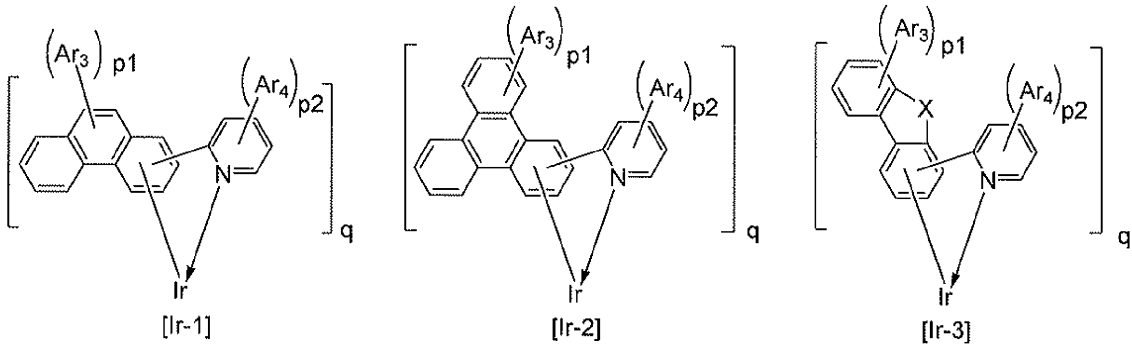
20

30

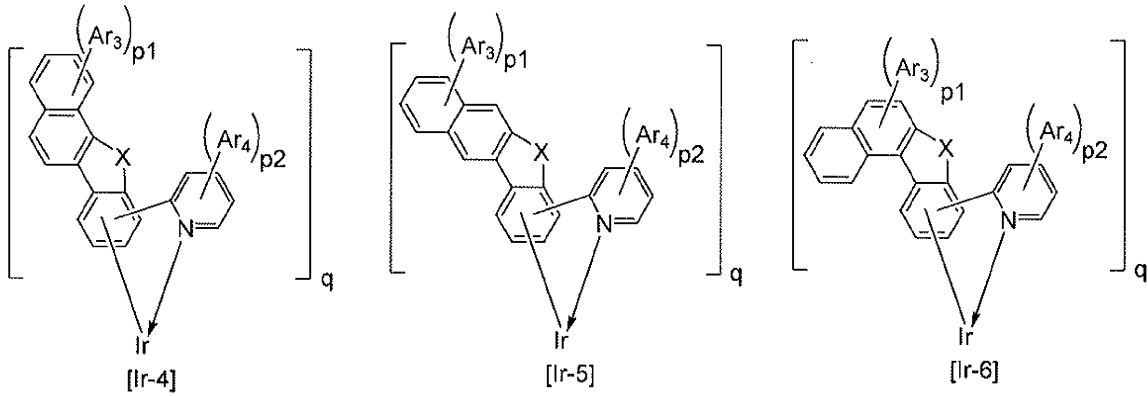
40

50

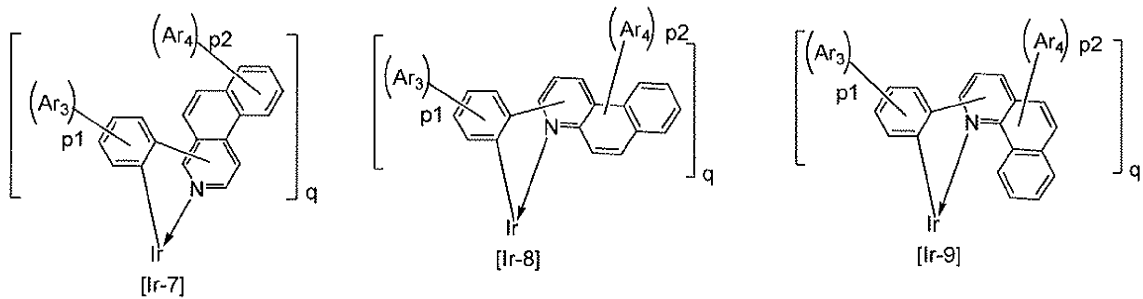
【化 1 8】



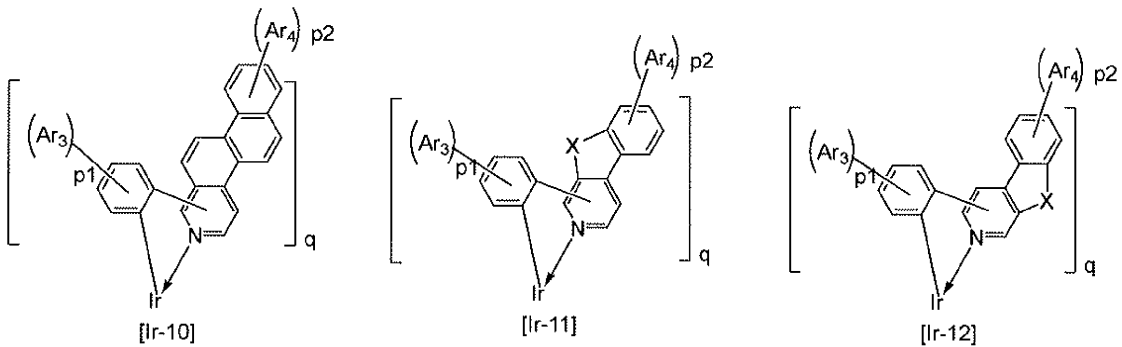
10



20



30



40

一般式 [Ir-1] 乃至 [Ir-12] において、 Ar_3 および Ar_4 は、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、またはシアノ基である。具体的には、 Ar_3 は、重水素原子、フッ素原子、炭素数 1 乃至 6 のアルキル基、炭素数 1 乃至 4 のアルコキシ基、炭素数 6 乃至 10 のアリール基、アルキル基を置換したシリル基、またはシアノ基であることが好ましく、メチル基、tert-ブチル基、またはフェニル基であることが更に好ましい。

【0121】

X は酸素原子、硫黄原子、 $C(R_1)(R_2)$ 、または NR_3 から選択される。

【0122】

50

R₁乃至R₃は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。R₁およびR₂は、互いに結合して、環を形成してもよい。具体的には、R₁乃至R₃は、炭素数1乃至3のアルキル基、またはフェニル基であることが好ましく、メチル基であることが更に好ましい。

【0123】

p₁およびp₂はそれぞれ0乃至4のいずれかの整数である。

【0124】

より具体的には、第1の化合物は配位子に、トリフェニレン骨格、フェナンスレン骨格、フルオレン骨格、ベンゾフルオレン骨格、ジベンゾフラン骨格、ジベンゾチオフェン骨格、ベンゾイソキノリン骨格、またはナフトイソキノリン骨格を有することが更に好ましい。これらの骨格のうち少なくとも1つを配位子に有する第1の化合物を用いることで、本実施形態に係る有機化合物は、より発光効率に優れた有機発光素子を提供することができる。

【0125】

本実施形態に係る第1の化合物の具体例を以下に示す。しかし、本発明はこれらに限られるものではない。なお、以下の構造式において、配位子とイリジウム原子との間の2つの結合をいずれも実線で表している場合があるが、その場合、一方の結合は共有結合であり、他方の結合は配位結合であってもよい。一方、実線と点線が混在している場合は、実線が共有結合、点線が配位結合であってもよい。

10

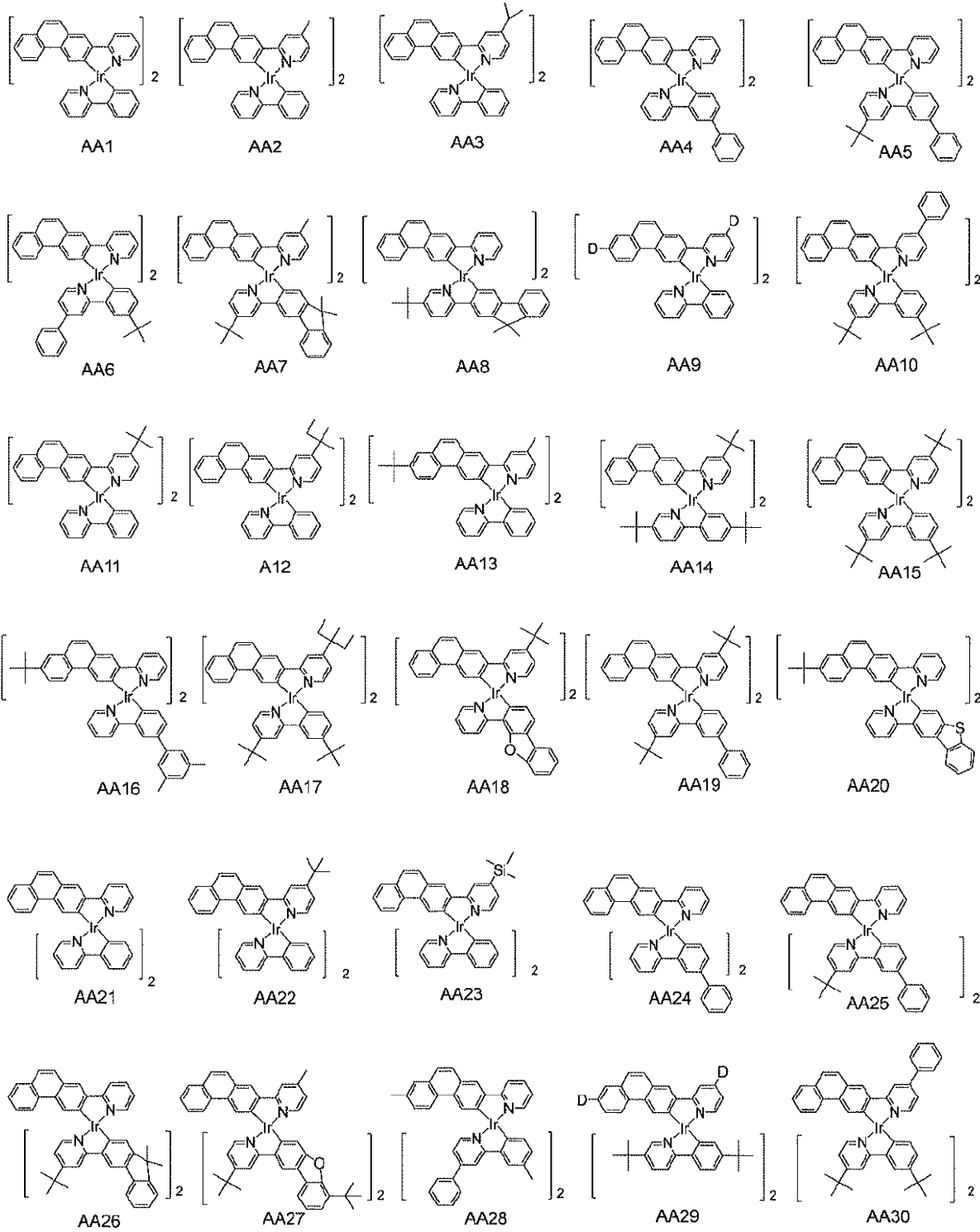
20

30

40

50

【化 19】



10

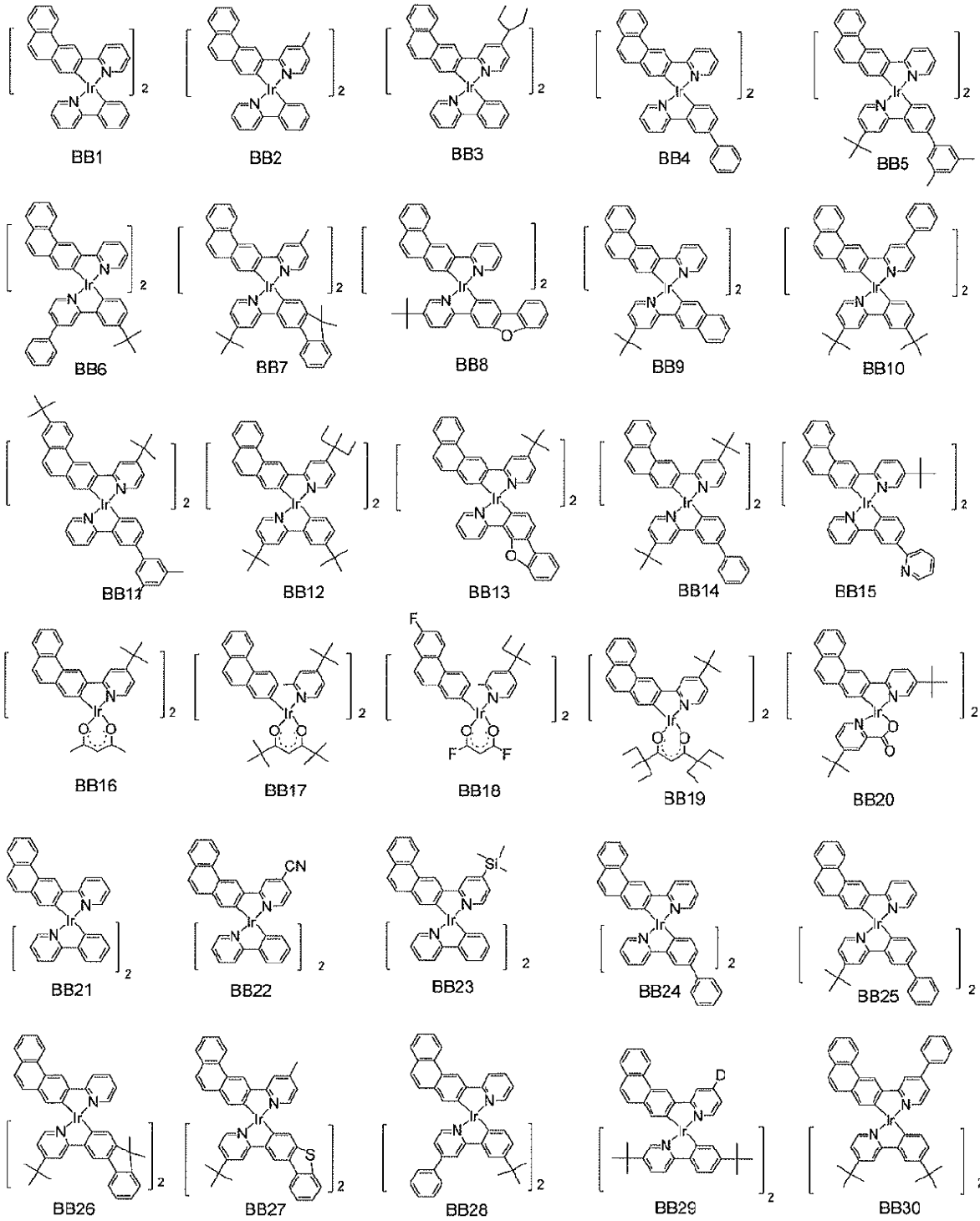
20

30

40

50

【化 2 0】



10

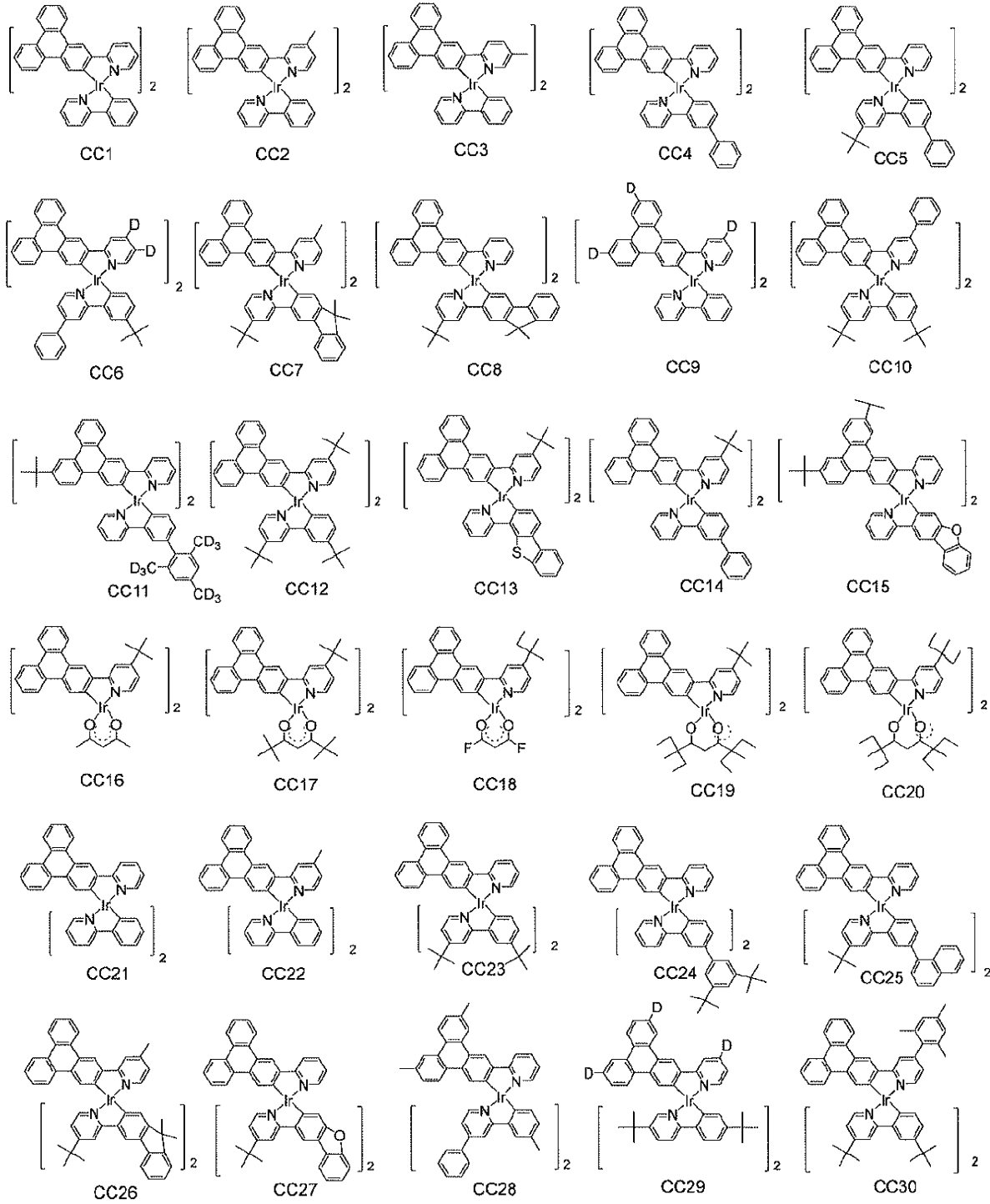
20

30

40

50

【化 2 1】



10

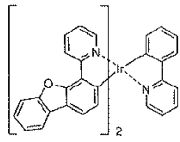
20

30

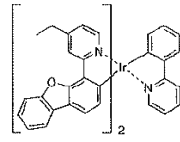
40

50

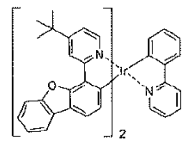
【化 2 2】



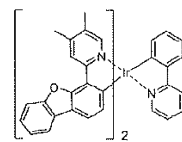
DD1



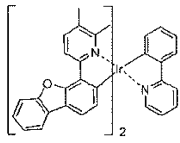
DD2



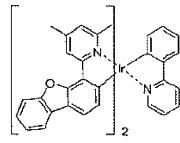
DD3



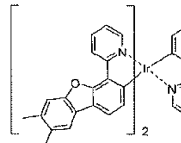
DD4



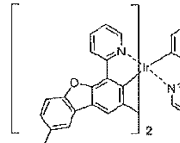
DD5



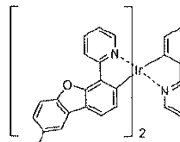
DD6



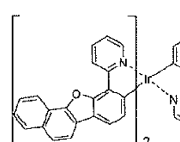
DD7



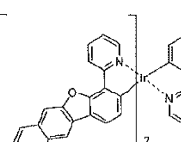
DD8



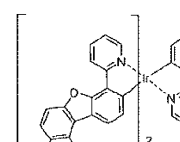
DD9



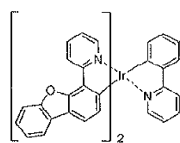
DD10



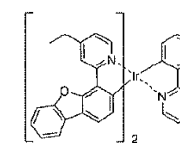
DD11



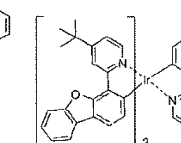
DD12



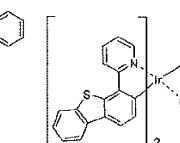
DD13



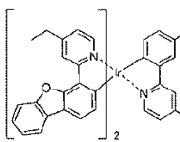
DD14



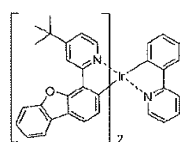
DD15



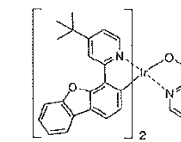
DD16



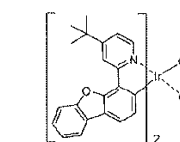
DD17



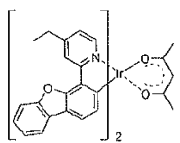
DD18



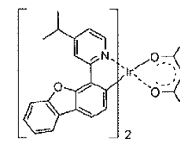
DD19



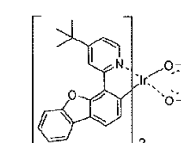
DD20



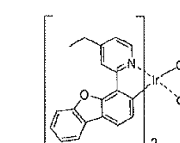
DD21



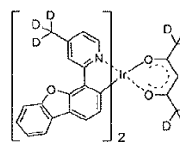
DD22



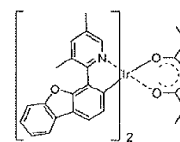
DD23



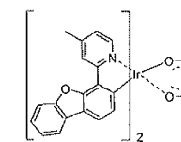
DD24



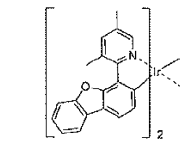
DD25



DD26



DD27



DD28

10

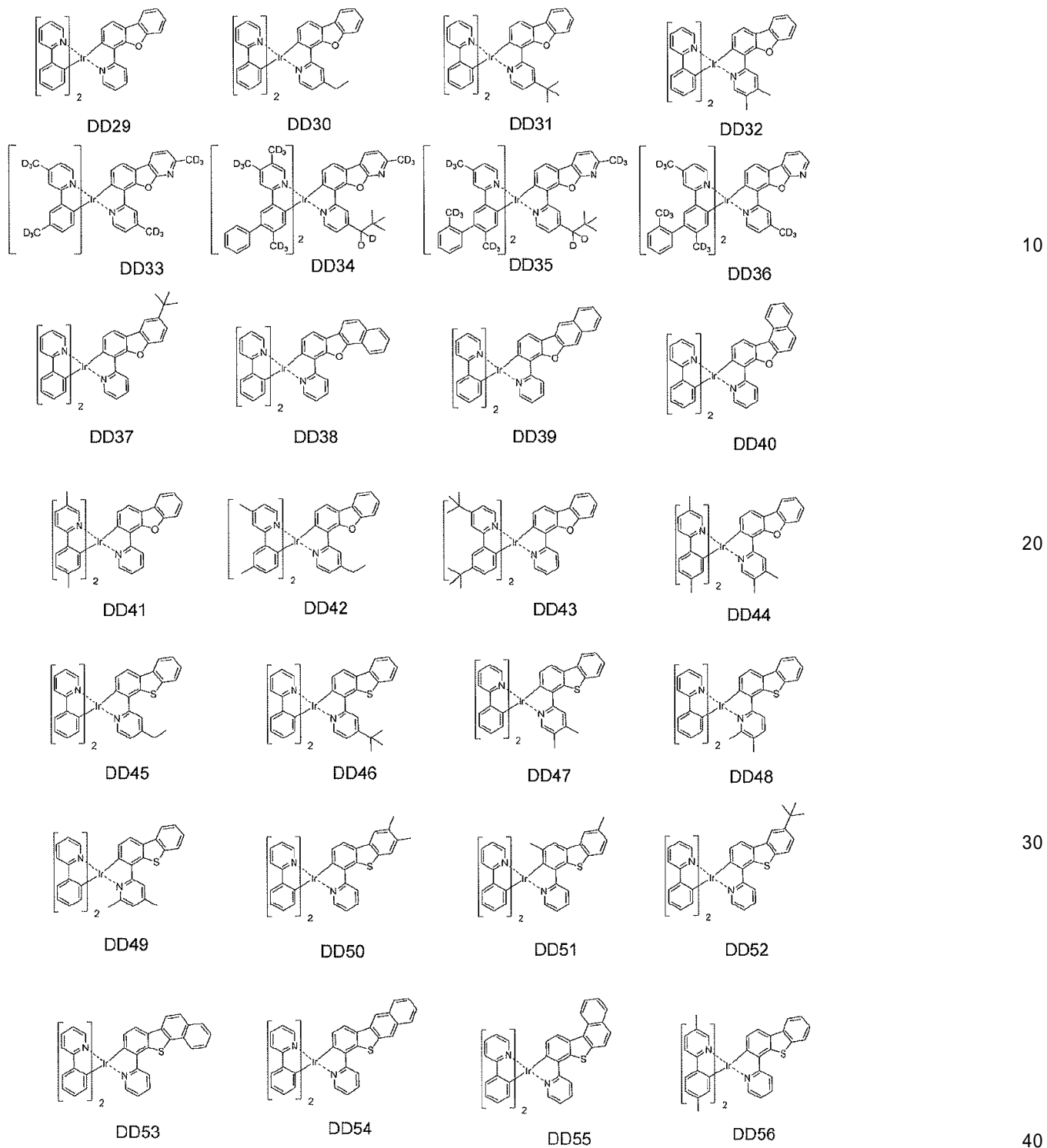
20

30

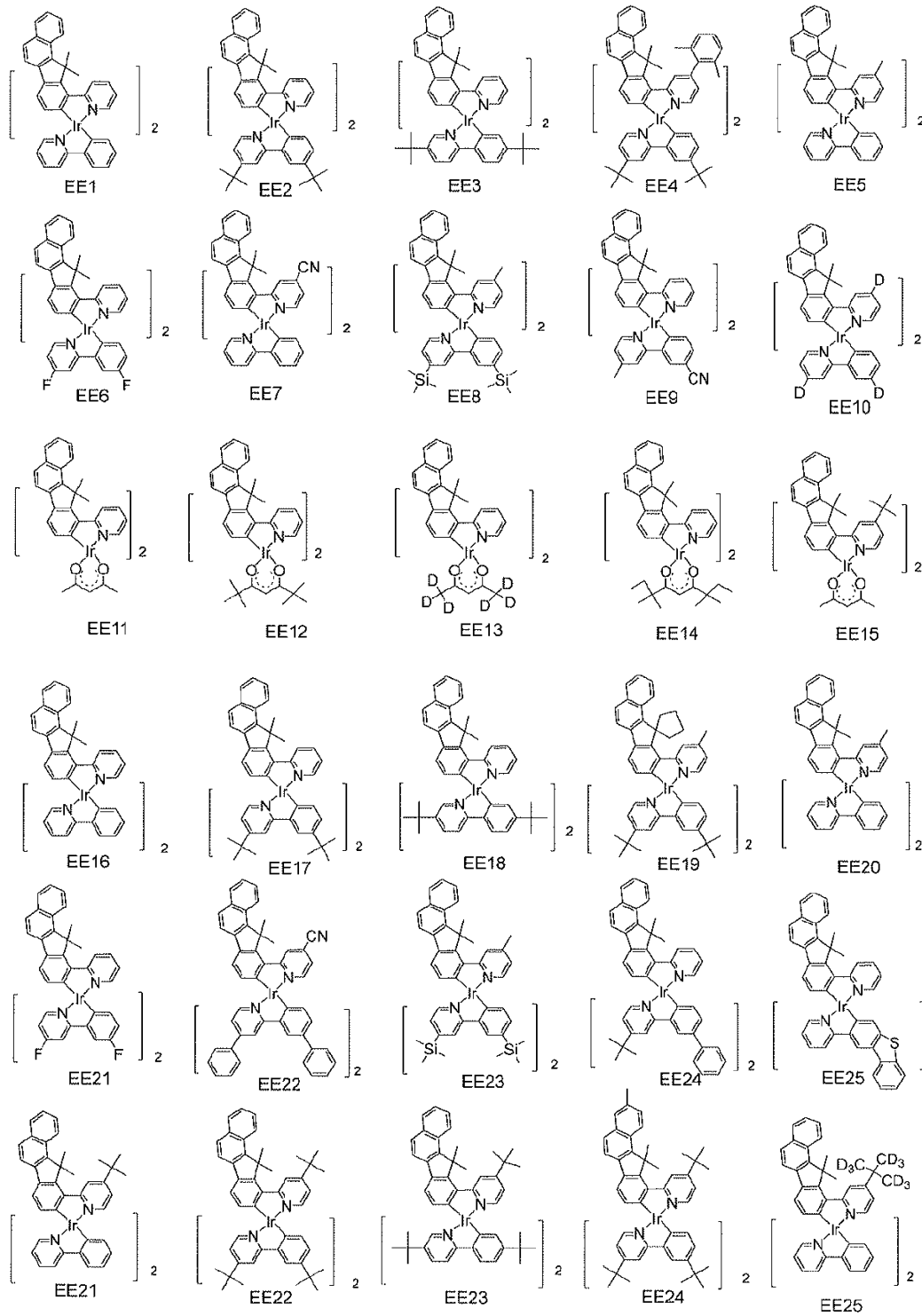
40

50

【化 2 3】



【化 2 4】



10

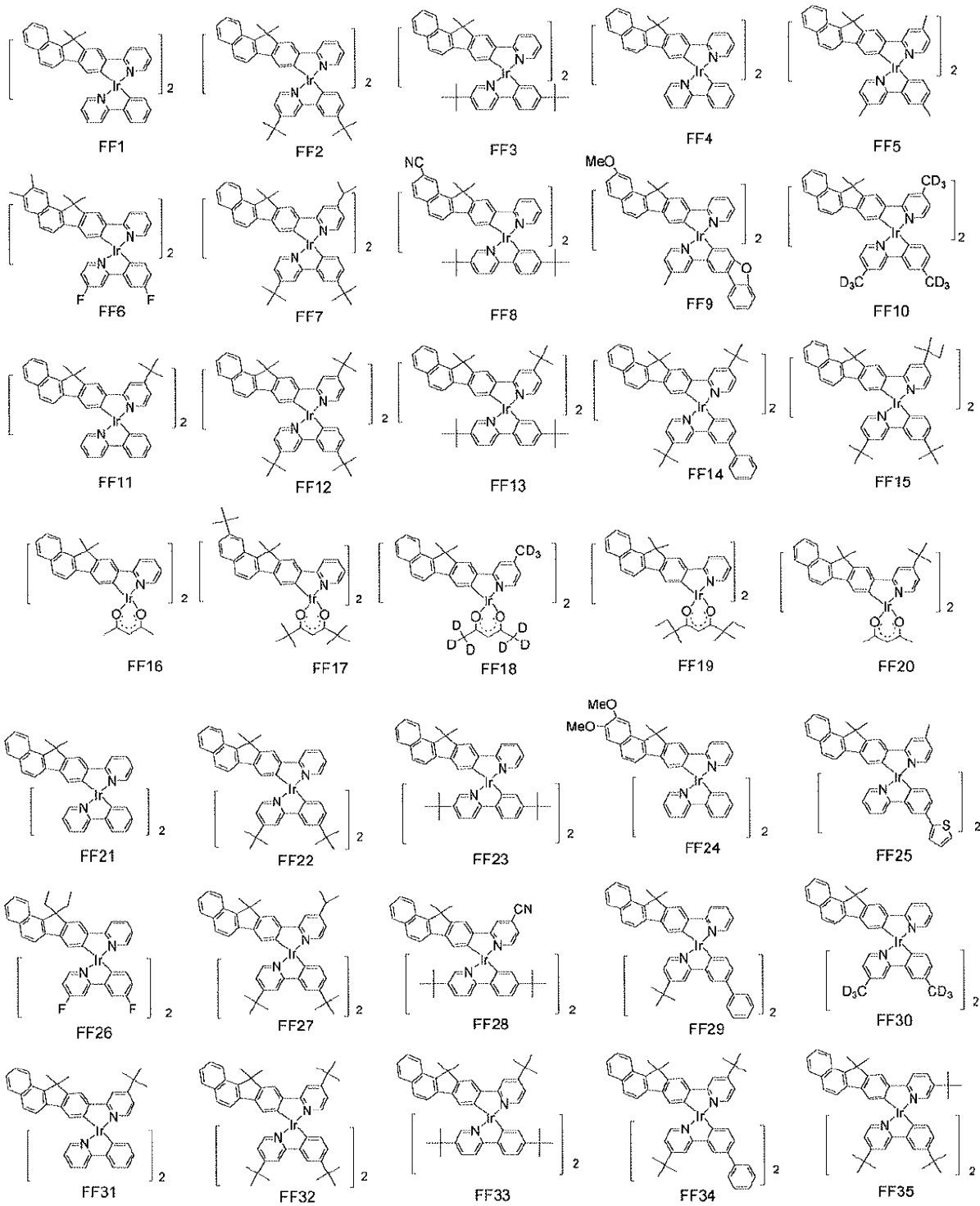
20

30

40

50

【化 2 5】



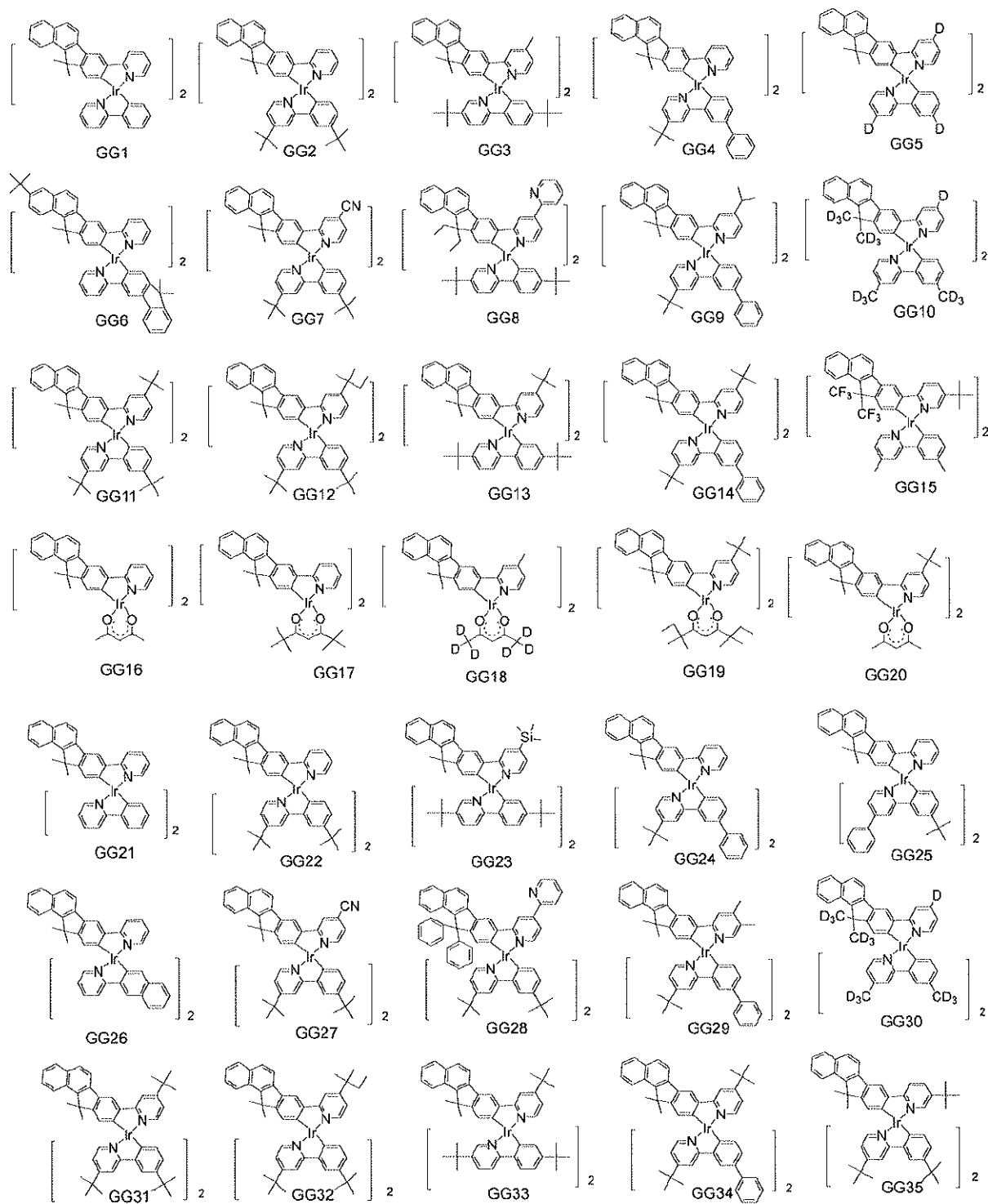
10

20

30

40

【化 2 6】



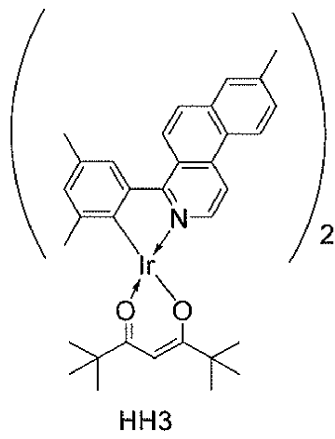
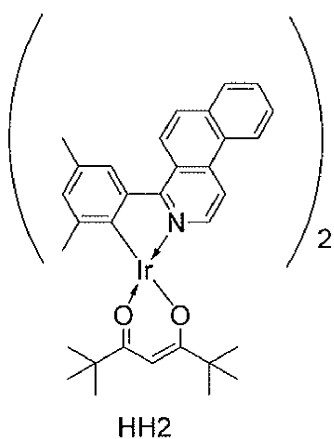
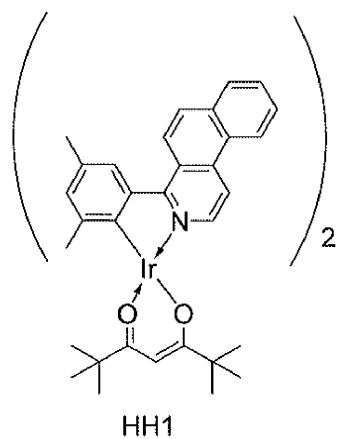
10

20

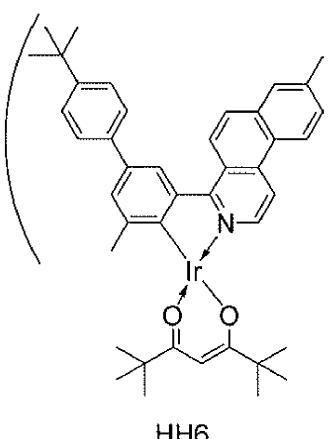
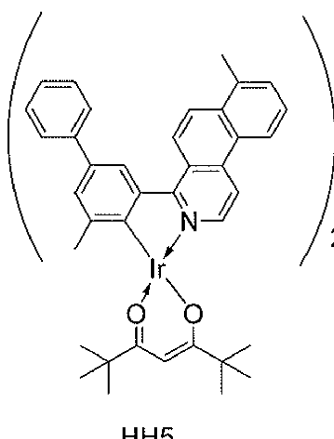
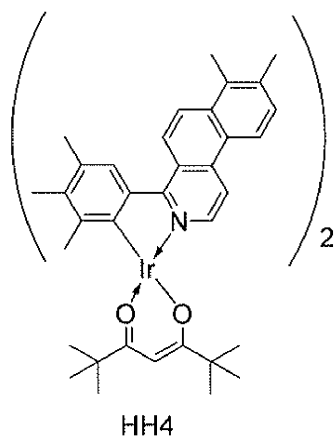
30

40

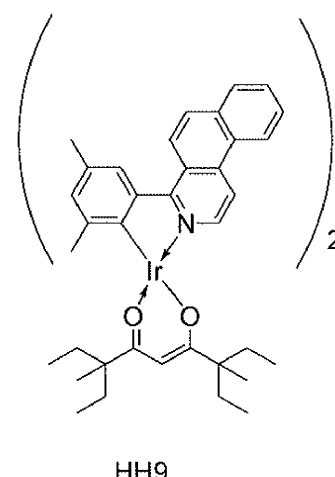
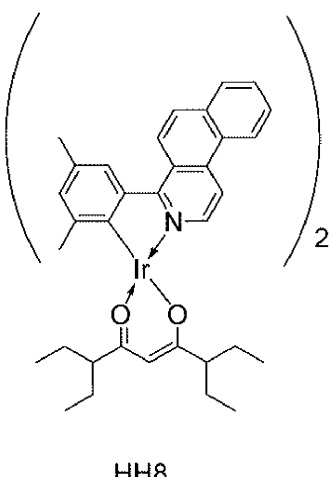
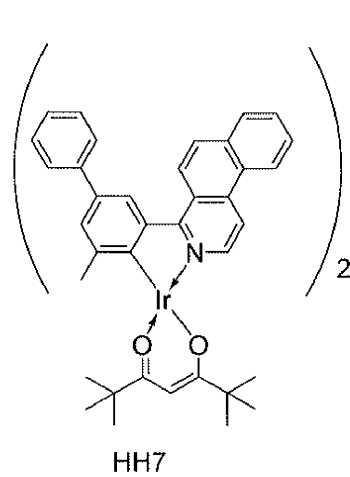
【化 2 7】



10



20

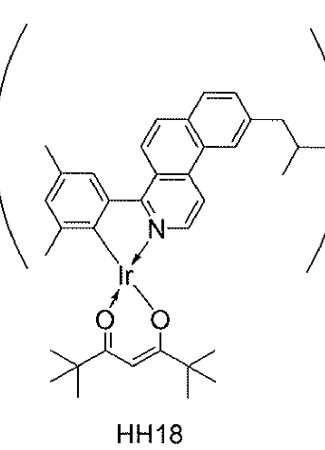
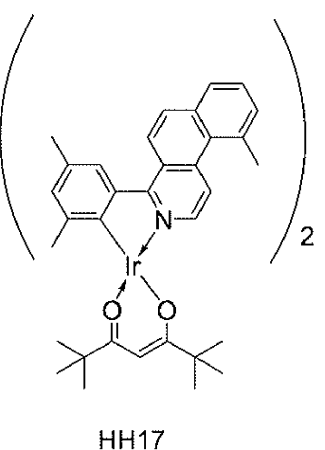
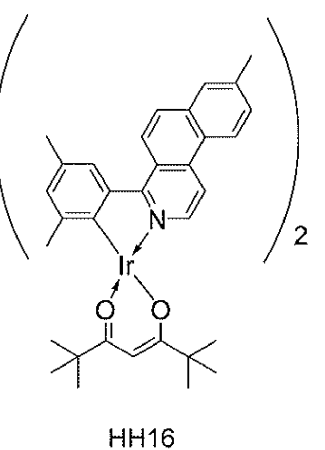
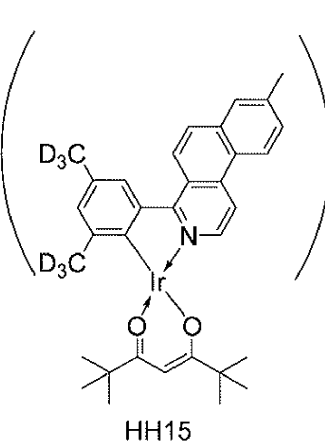
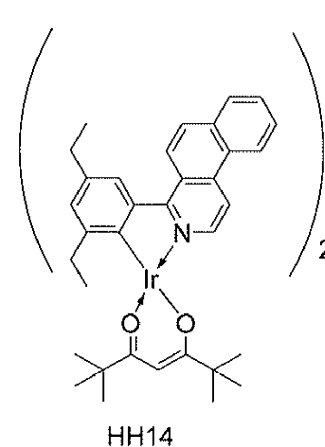
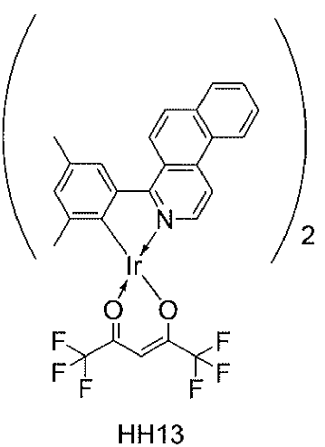
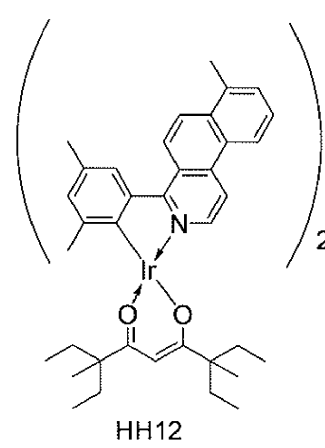
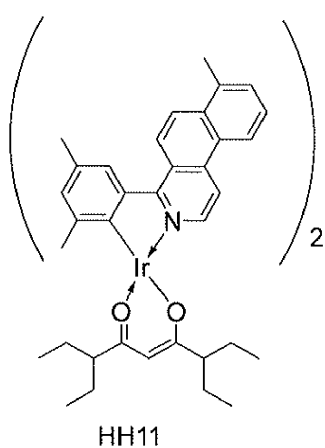
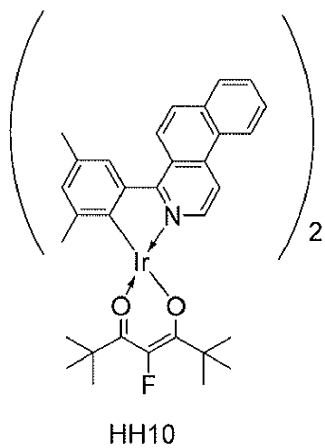


30

40

50

【化 2 8】



10

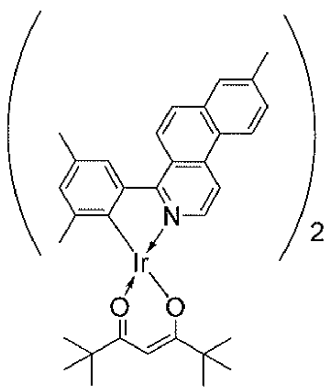
20

30

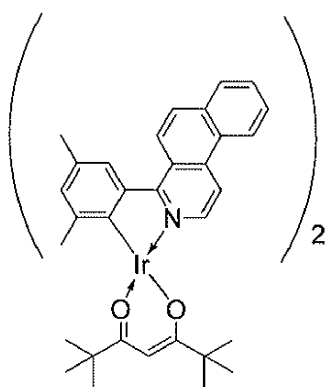
40

50

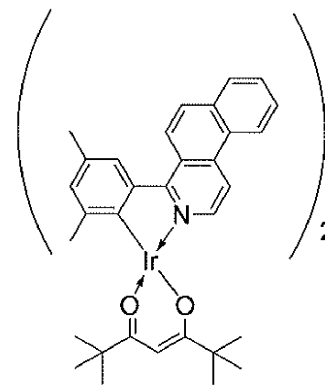
【化 2 9】



HH19

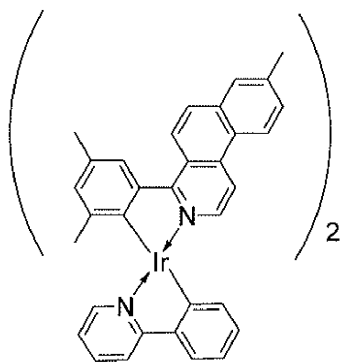


HH20

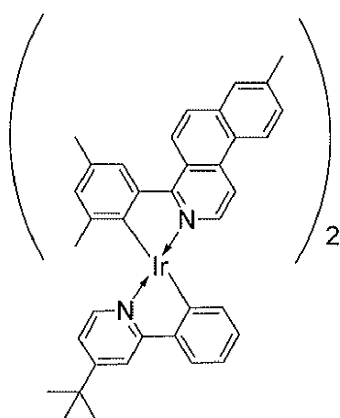


HH21

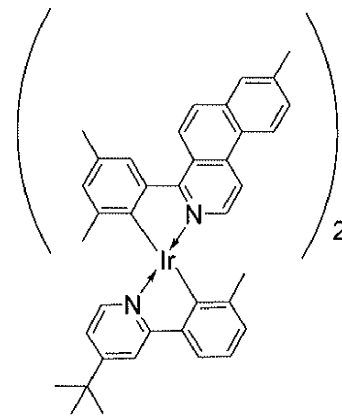
10



HH22

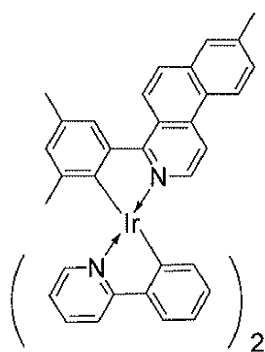


HH23

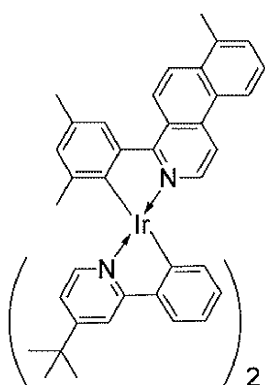


HH24

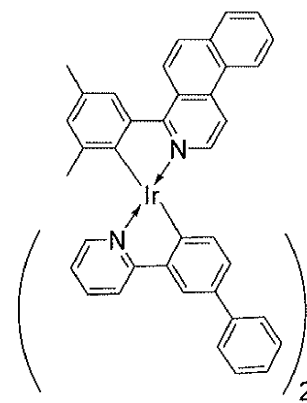
20



HH25



HH26



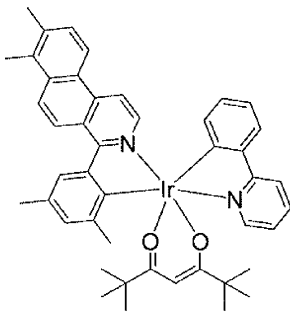
HH27

30

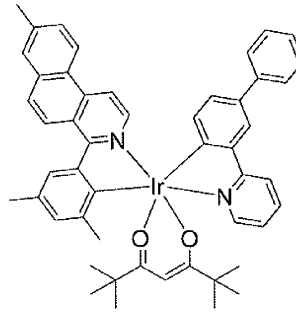
40

50

【化 3 0】

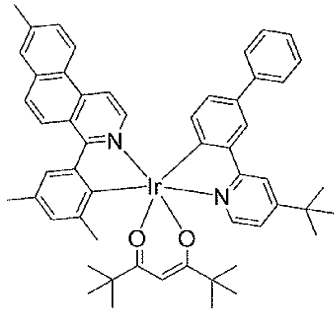


HH28

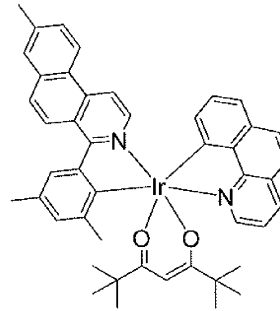


HH29

10

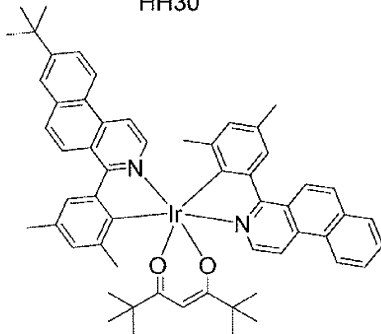


HH30

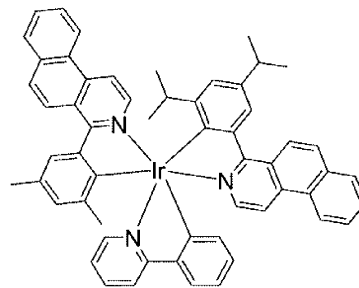


HH31

20

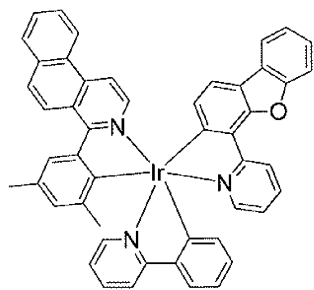


HH32

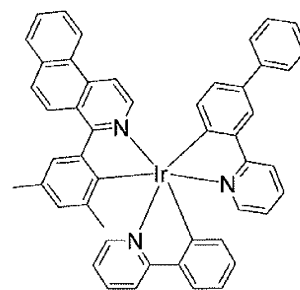


HH33

30



HH34

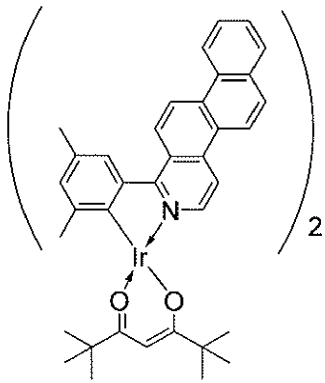


HH35

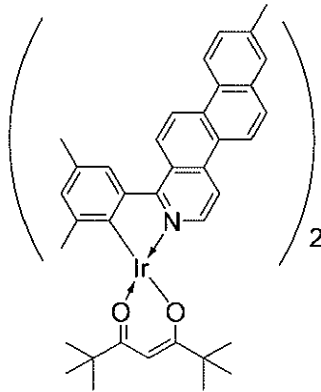
40

50

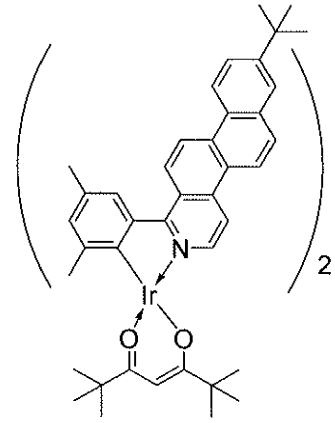
【化 3 1】



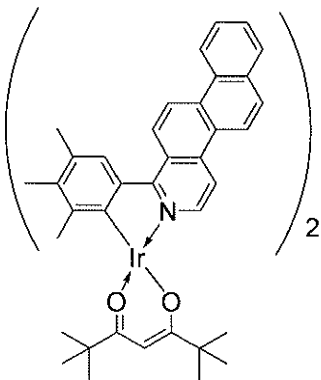
II1



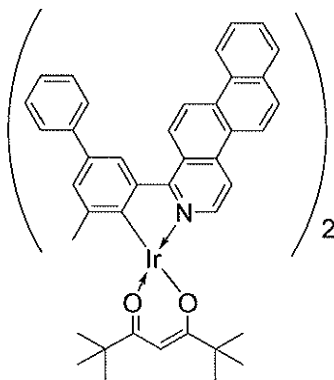
II2



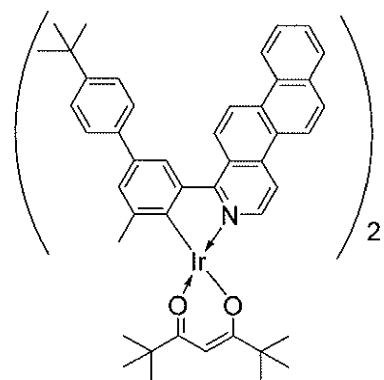
II3



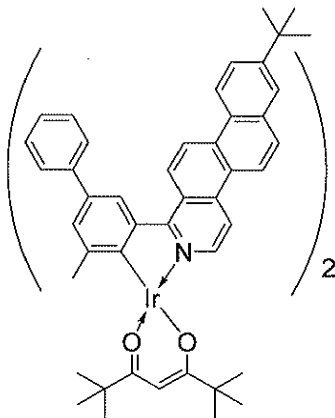
II4



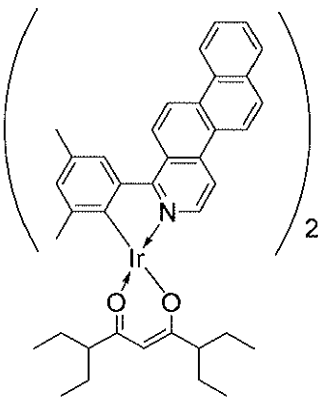
II5



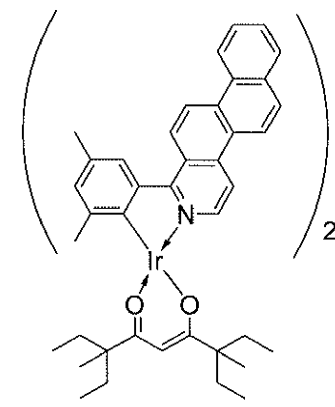
II6



II7



II8



II9

10

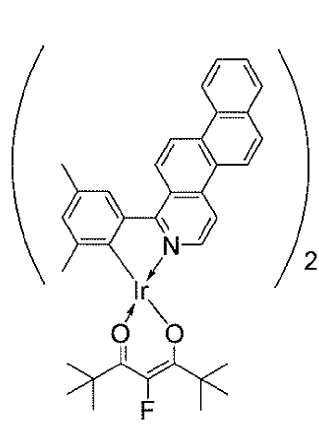
20

30

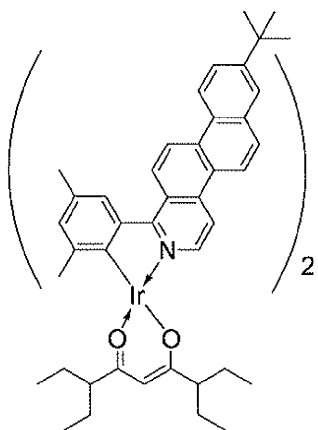
40

50

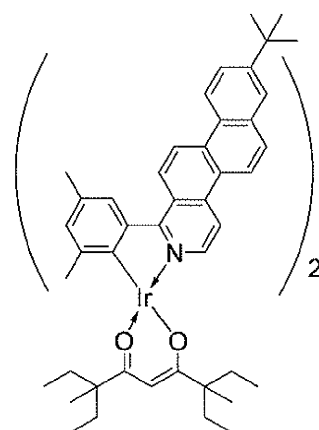
【化 3 2】



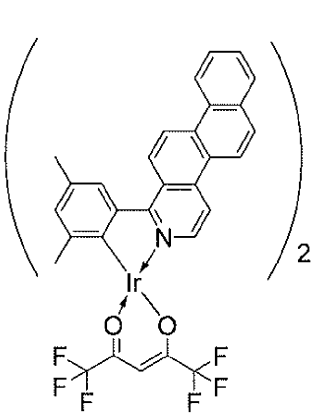
II10



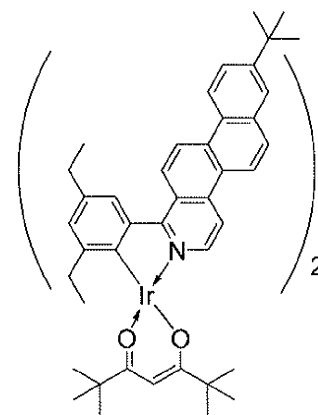
II11



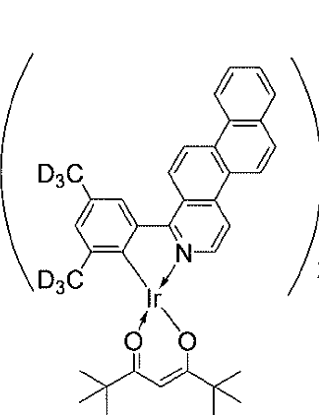
II12



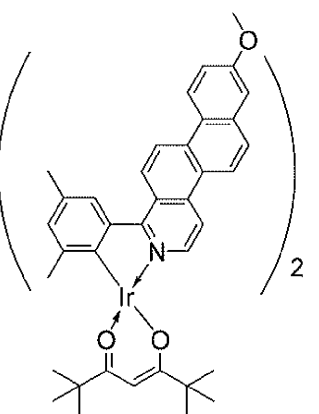
II13



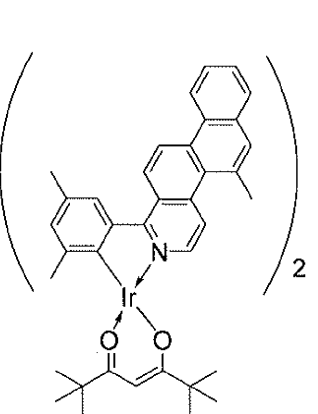
II14



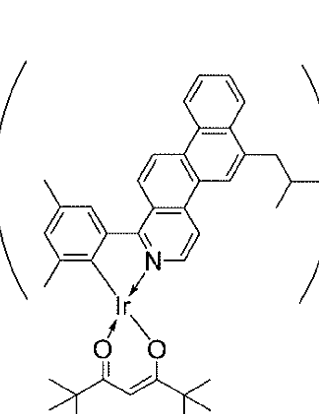
II15



II16



II17



II18

10

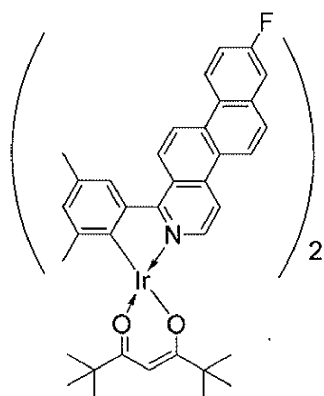
20

30

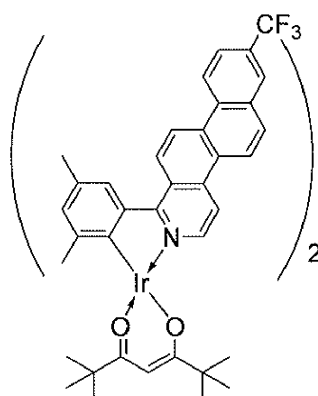
40

50

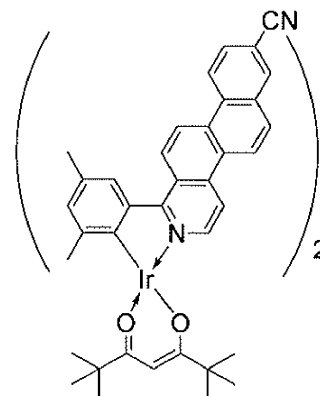
【化 3 3】



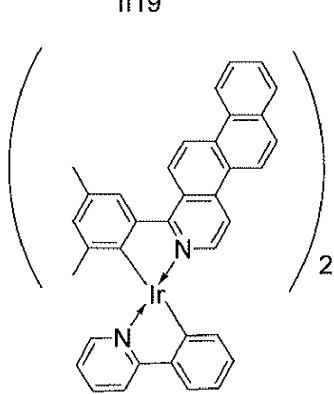
II19



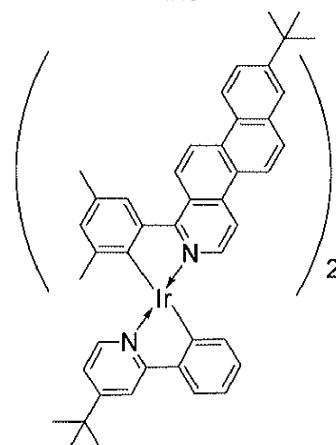
II20



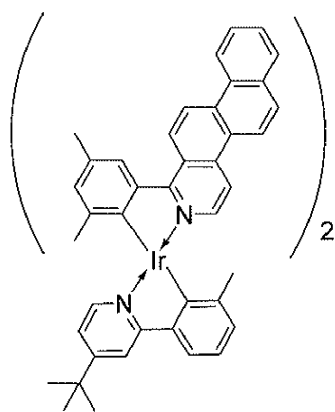
II21



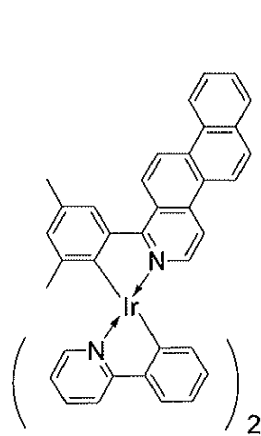
II22



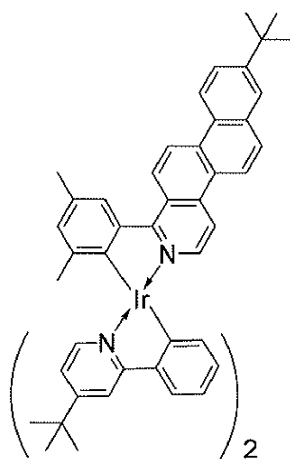
II23



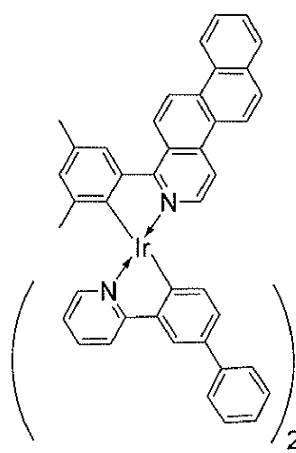
II24



II25



II26



II27

10

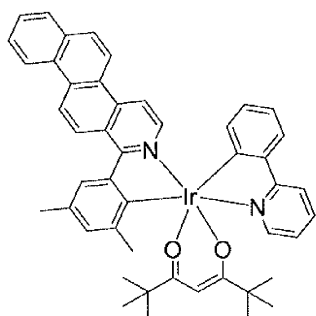
20

30

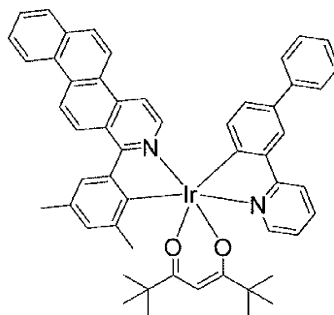
40

50

【化 3 4】

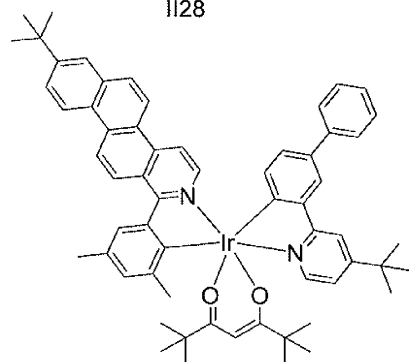


II28

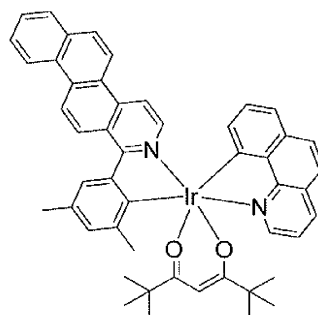


II29

10

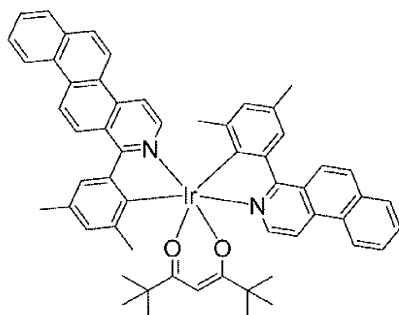


II30

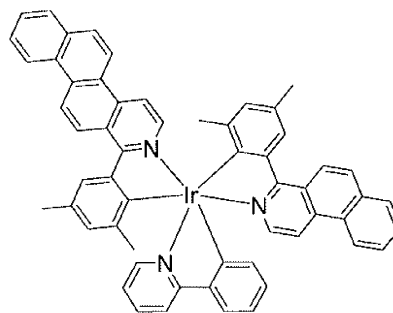


II31

20

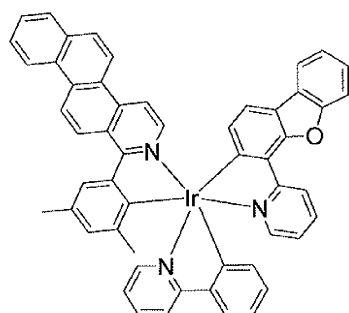


II32

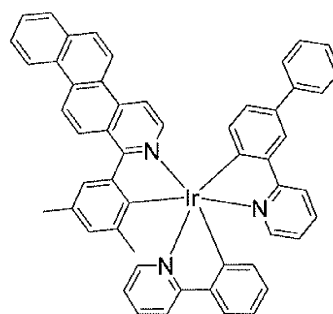


II33

30



II34



II35

40

上記有機金属錯体のうち、A A群およびB B群に属する例示化合物は、Ir錯体の配位子に少なくともフェナンスレン骨格を有する化合物である。このため、特に安定性に優れる化合物である。

【0126】

上記有機金属錯体のうち、C C群に属する例示化合物は、Ir錯体の配位子に少なくともトリフェニレン骨格を有する化合物である。このため、特に安定性に優れる化合物である。

【0127】

上記有機金属錯体のうち、D D群に属する例示化合物は、Ir錯体の配位子に少なくと

50

もジベンゾフラン骨格またはジベンゾチオフェン骨格を有する化合物である。このため、これらの化合物は、縮合環に、酸素原子、硫黄原子を含むため、これらの原子が有する豊富な非共有電子対により電荷輸送性を高めることができる。そのため、特に、キャリアバランスを調整しやすい化合物である。

【0128】

上記有機金属錯体のうち、EE群、FF群、およびGG群に属する例示化合物は、Ir錯体の配位子に少なくともベンゾフルオレン骨格を有する化合物である。これらの化合物は、さらに、フルオレンの9位に置換基を有する。このため、フルオレン環の面内方向に対して垂直方向に置換基を有するため縮合環同士が重なり合うことを、特に抑制することができる。そのため、特に昇華性に優れる化合物である。

10

【0129】

上記有機金属錯体のうち、HH群に属する例示化合物は、Ir錯体の配位子に少なくともベンゾイソキノリン骨格を有する化合物である。これらの化合物は、縮合環に窒素原子を含むため、これらの原子が有する非共有電子対と高い電気陰性度により電荷輸送性を高めることができる。そのため、特にキャリアバランスを調整しやすい化合物である。

【0130】

上記有機金属錯体のうち、II群に属する例示化合物は、Ir錯体の配位子に少なくともナフトイソキノリン骨格を有する化合物である。これらの化合物は、縮合環に窒素原子を含むため、これらの原子が有する非共有電子対と高い電気陰性度により電荷輸送性を高めることができる。そのため、特にキャリアバランスを調整しやすい化合物である。

20

【0131】

(2-3)第2の化合物は、少なくともカルバゾール骨格、アジン環、キサントン骨格のいずれかの構造を有することで、発光効率に優れる。

【0132】

本発明に係る有機化合物は、Ar₁およびAr₂が3環以上の縮環構造を有する場合、バンドギャップが大きい化合物である。このため、本発明に係る有機化合物を発光層に用いる場合、周辺層からのキャリア注入の障壁が大きくなることがある。

【0133】

そこで、アシスト材料としては、カルバゾール骨格、アジン環、キサントン骨格のいずれかを有する材料が好ましい。なぜなら、これらの材料は、電子供与性や電子求引性に優れるため、HOMOおよびLUMOの調整を行いやすく、周辺層からのキャリアの注入を促進することができるからである。

30

【0134】

これらのアシスト材料と、本発明に係る有機化合物とを組み合わせる場合には、良好なキャリアバランスを実現することができる。つまり、これらのアシスト材料を用いることで、本発明に係る有機化合物は、より発光効率に優れた有機発光素子を提供することができる。

【0135】

(3)その他の化合物

以下に、本実施形態の有機発光素子に用いることのできるそのほかの化合物の例を挙げる。

40

【0136】

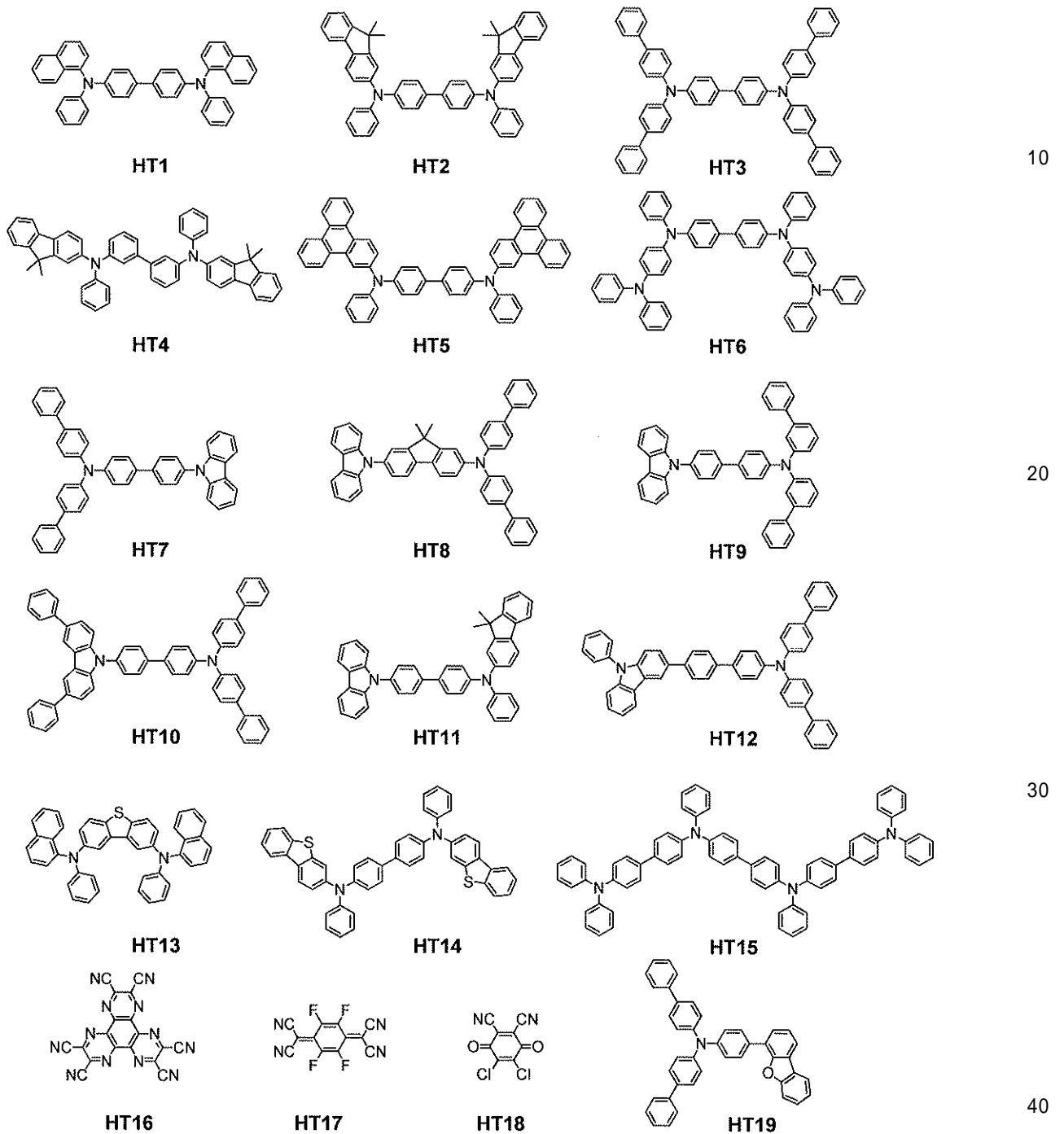
正孔注入層や正孔輸送層に好適に用いられる正孔注入輸送性材料としては、陽極からの正孔の注入を容易にして、かつ注入された正孔を発光層へ輸送できるように、正孔移動度が高い材料が好ましい。また、有機発光素子中において結晶化等の膜質の劣化を抑制するために、ガラス転移点温度が高い材料が好ましい。正孔注入輸送性能を有する低分子および高分子系材料としては、トリアリールアミン誘導体、アリールカルバゾール誘導体、フェニレンジアミン誘導体、スチルベン誘導体、フタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、ポリ(ビニルカルバゾール)、ポリ(チオフェン)、その他導電性高分子が挙げられる。さらに上記の正孔注入輸送性材料は、電子ブロッキング層にも好適に使用される。

50

【 0 1 3 7 】

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

【 化 3 5 】

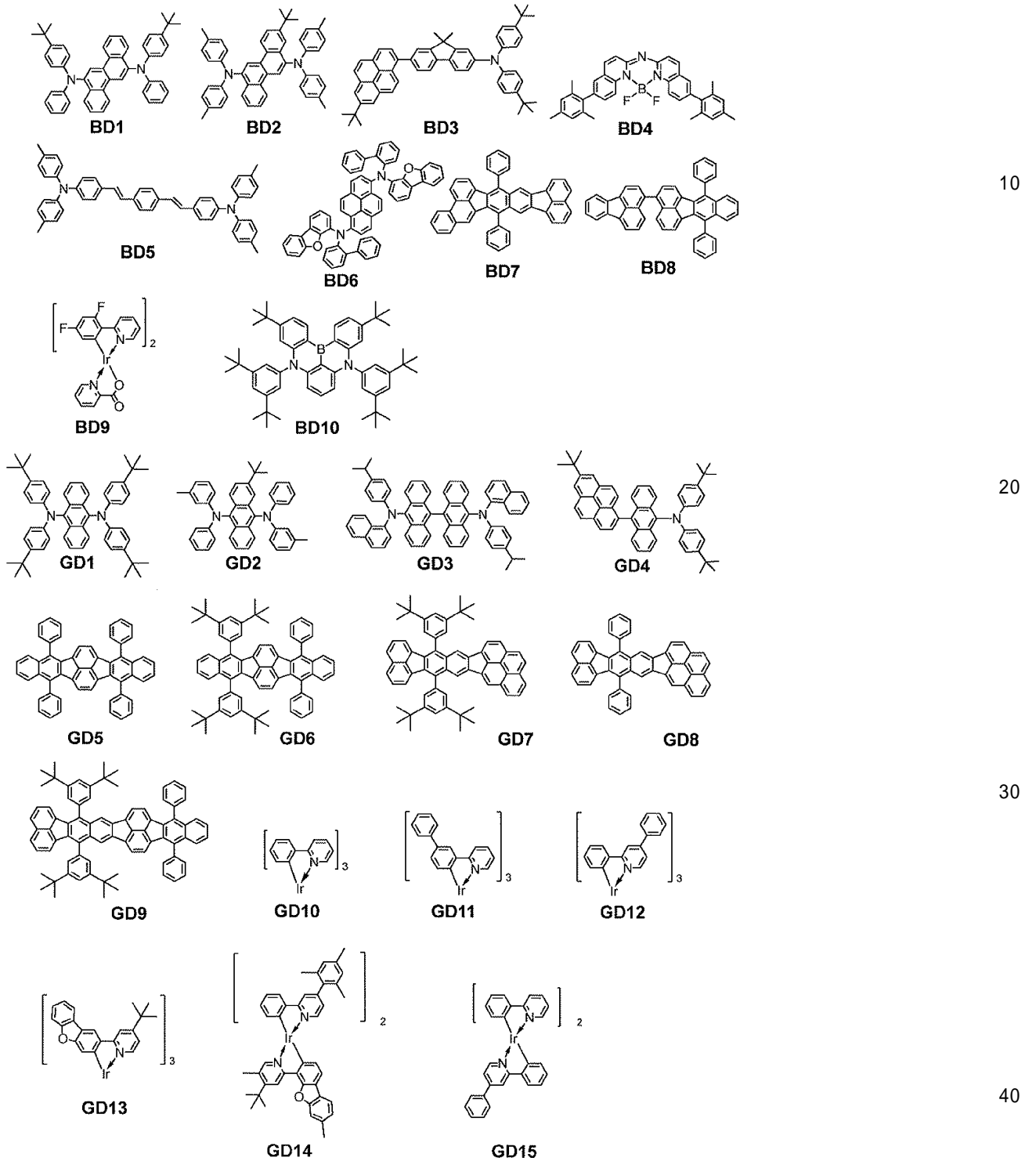


主に発光機能に関わる発光材料としては、一般式 [2] で表した有機金属錯体の他に、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体、アントラセン誘導体、ルブレン等）、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、スチルベン誘導体、トリス（8 - キノリノラート）アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、銅錯体、ユーロピウム錯体、ルテニウム錯体、及びポリ（フェニレンビニレン）誘導体、ポリ（フルオレン）誘導体、ポリ（フェニレン）誘導体等の高分子誘導体が挙げられる。

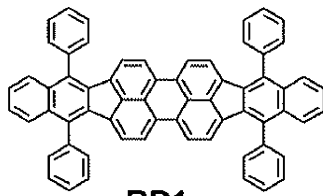
【 0 1 3 8 】

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

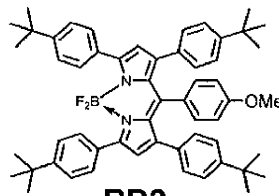
【化 3 6】



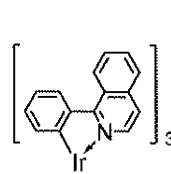
【化 3 7】



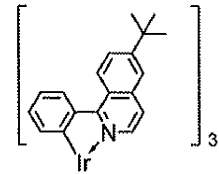
RD1



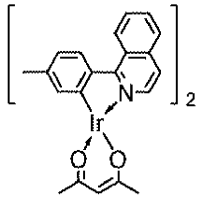
RD2



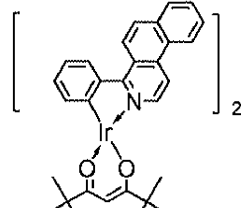
RD3



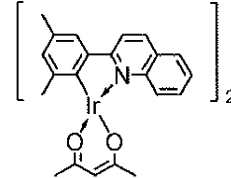
RD4



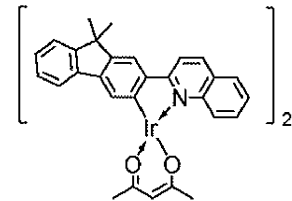
RD5



RD6

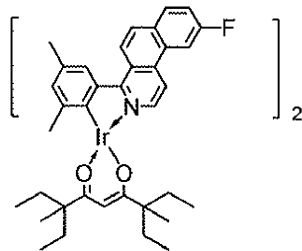


RD7

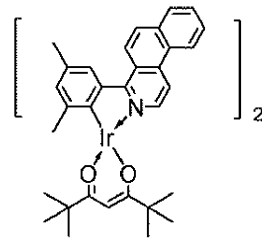


RD8

10



RD9



RD10

20

発光層に含まれるホスト材料あるいはアシスト材料としては、上記で述べた例示化合物 A 群乃至 D 群の材料以外にも、芳香族炭化水素化合物もしくはその誘導体、カルバゾール誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、有機ベリリウム錯体等が挙げられる。

30

【0139】

特に、アシスト材料としては、カルバゾール骨格を有する材料や、アジン環を有する材料や、キサントン骨格を有する材料が好ましい。なぜなら、これらの材料は、電子供与性や電子求引性が高いため HOMO および LUMO の調整を行いやすいからである。これらのアシスト材料と、本発明に係る有機化合物を組み合わせる場合には、良好なキャリアバランスを実現することができる。

【0140】

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

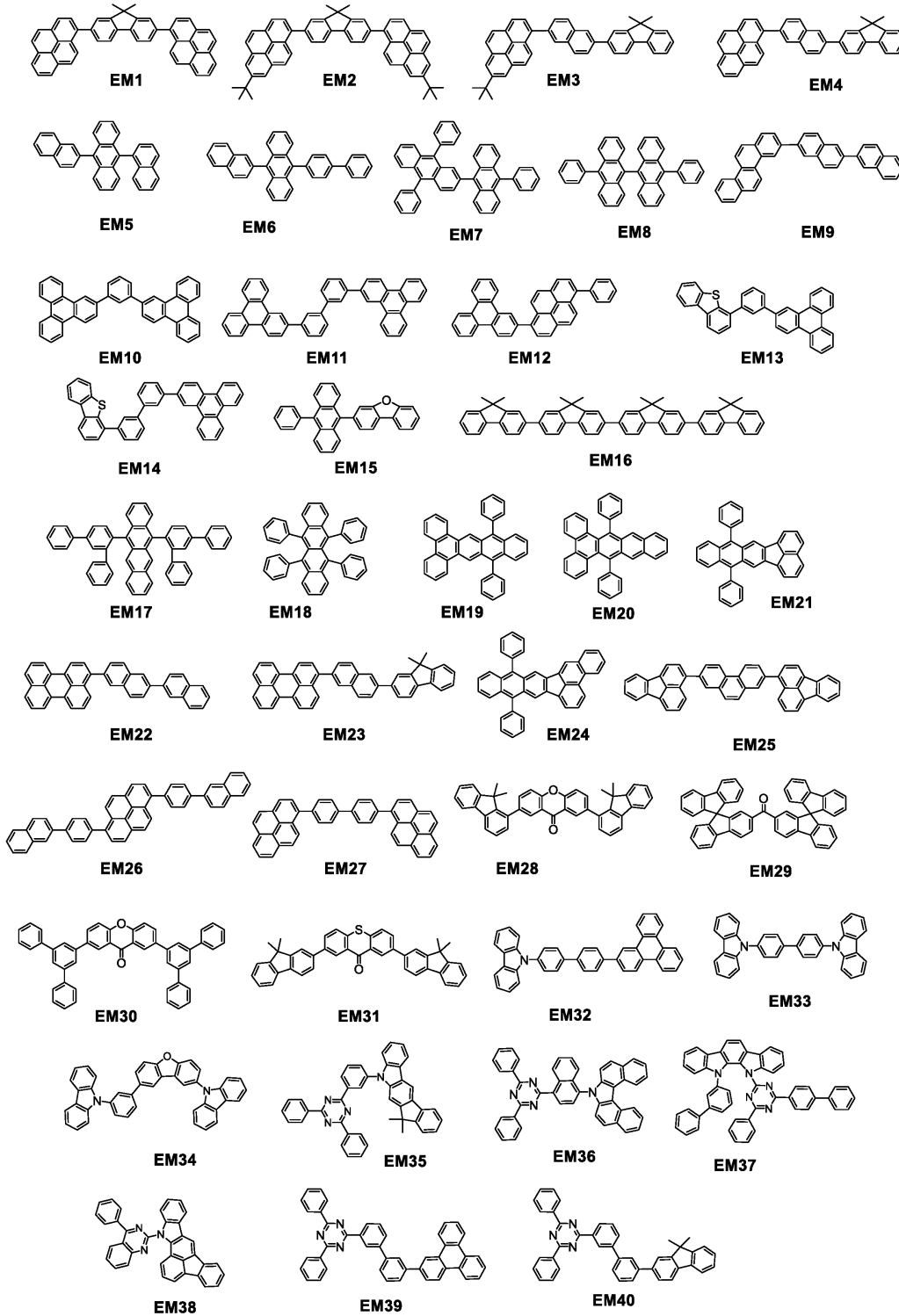
【0141】

また、下記の具体例のうち、カルバゾール骨格を有する材料とは、EM32 乃至 EM38 である。また、アジン環を有する材料とは、EM35 乃至 EM40 である。また、キサントン骨格を有する材料とは、EM28 および EM30 である。

40

50

【化 3 8】



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

【0142】

10

20

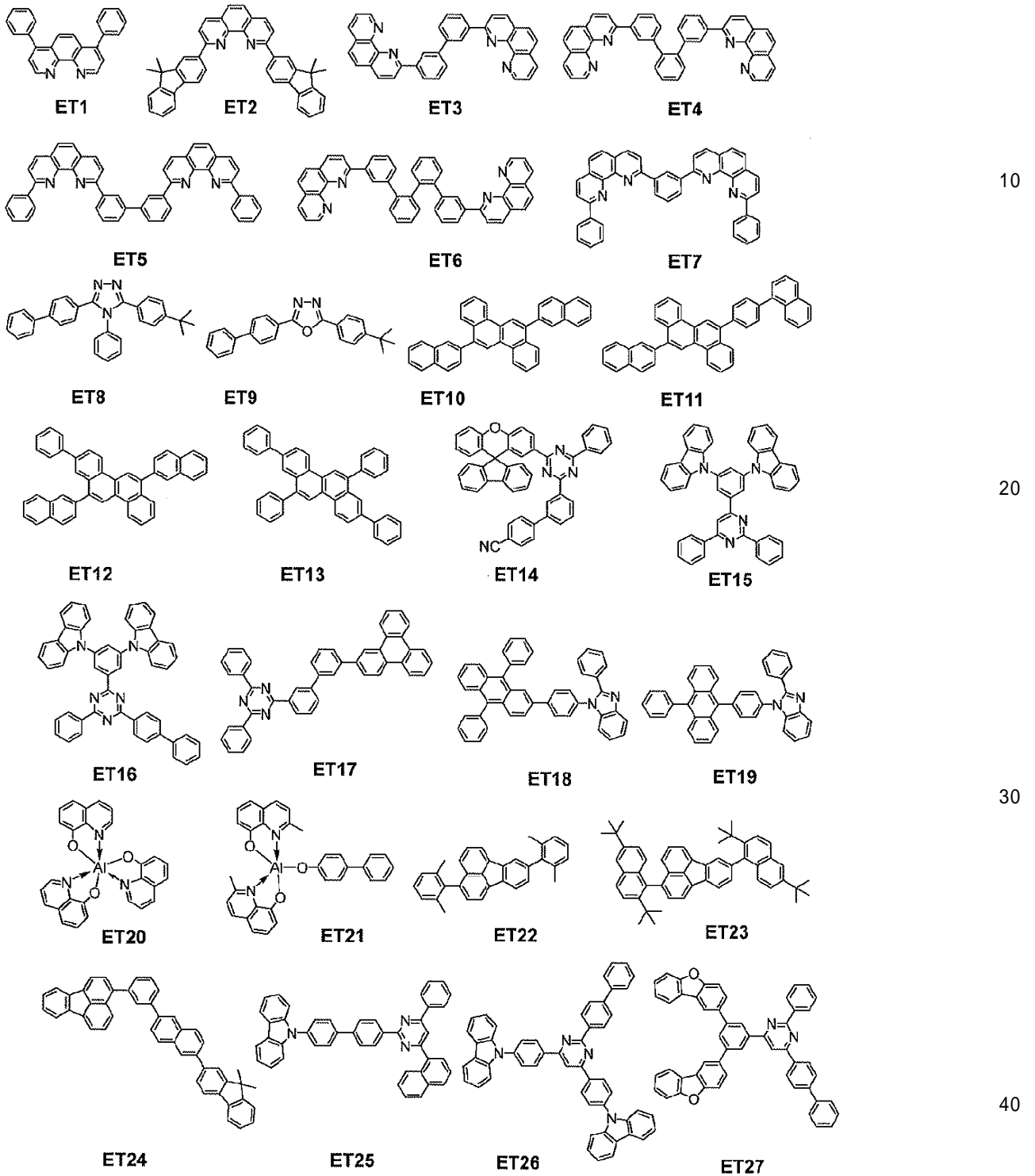
30

40

50

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

【化39】



【0143】

(4) 有機発光素子の構成

以下、本実施形態の有機発光素子を構成する、有機化合物層以外の構成部材について説明する。

【0144】

有機発光素子は、基板の上に、絶縁層、第一電極、有機化合物層、第二電極を形成して設けられる。陰極の上には、保護層、カラーフィルタ、マイクロレンズ等を設けてよい。

カラーフィルタを設ける場合は、保護層との間に平坦化層を設けてよい。平坦化層はアクリル樹脂等で構成することができる。カラーフィルタとマイクロレンズとの間において、平坦化層を設ける場合も同様である。

【0145】

[基板]

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

10

【0146】

[電極]

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

【0147】

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

20

【0148】

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

【0149】

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

30

【0150】

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

40

【0151】

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

50

【 0 1 5 2 】

〔有機化合物層〕

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

【 0 1 5 3 】

〔保護層〕

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

【 0 1 5 4 】

〔カラーフィルタ〕

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

【 0 1 5 5 】

〔平坦化層〕

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

【 0 1 5 6 】

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

【 0 1 5 7 】

〔マイクロレンズ〕

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

【 0 1 5 8 】

また、マイクロレンズの中点を定義することもできる。マイクロレンズの断面において

10

20

30

40

50

、円弧の形状が終了する点から別の円弧の形状が終了する点までの線分を仮想し、当該線分の中点がマイクロレンズの中点と呼ぶことができる。頂点、中点を判別する断面は、絶縁層に垂直な断面であってよい。

【0159】

[対向基板]

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

【0160】

[有機層]

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

【0161】

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

【0162】

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

【0163】

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

【0164】

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

【0165】

[画素回路]

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

【0166】

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

【0167】

画素回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きは、表示制御回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きよりも小さくてよい。電流電圧特性の傾きは、いわゆる $V_g - I_g$ 特性により測定できる。

【0168】

10

20

30

40

50

画素回路を構成するトランジスタは、第一の発光素子など、発光素子に接続されているトランジスタである。

【0169】

[画素]

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

【0170】

画素は、画素開口とも呼ばれる領域が、発光する。この領域は第一領域と同じである。画素開口は15 μm以下であってよく、5 μm以上であってよい。より具体的には、11 μm、9.5 μm、7.4 μm、6.4 μm等であってよい。

10

【0171】

副画素間は、10 μm以下であってよく、具体的には、8 μm、7.4 μm、6.4 μmであってよい。

【0172】

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

【0173】

20

(5) 本実施形態に係る有機発光素子の用途

本発明の一実施形態に係る有機発光素子は、表示装置や照明装置の構成部材として用いることができる。他にも、電子写真方式の画像形成装置の露光光源や液晶表示装置のバックライト、白色光源にカラーフィルタを有する発光装置等の用途がある。

【0174】

表示装置は、エリアCCD、リニアCCD、メモリーカード等からの画像情報を入力する画像入力部を有し、入力された情報を処理する情報処理部を有し、入力された画像を表示部に表示する画像情報処理装置でもよい。

【0175】

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

30

【0176】

次に、図面を参照しながら本実施形態に係る表示装置について説明する。

【0177】

図1は、有機発光素子とこの有機発光素子に接続されるトランジスタとを有する表示装置の例を示す断面模式図である。トランジスタは、能動素子の一例である。トランジスタは薄膜トランジスタ(TFT)であってよい。

【0178】

40

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

【0179】

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

50

よい。

【0180】

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

【0181】

有機化合物層4は、正孔注入層41、正孔輸送層42、第一発光層43、第二発光層44、電子輸送層45を有する。

【0182】

第二電極5は、透明電極であっても、反射電極であっても、半透過電極であってもよい。 10

【0183】

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

【0184】

カラーフィルタ7は、その色により7R、7G、7Bに分けられる。カラーフィルタは、不図示の平坦化膜上に形成されてよい。また、カラーフィルタ上に不図示の樹脂保護層を有してよい。また、カラーフィルタは、保護層6上に形成されてよい。またはガラス基板等の対向基板上に設けられた後に、貼り合わせられよい。 20

【0185】

図1(b)の表示装置100は、有機発光素子26とトランジスタの一例としてTFT18が記載されている。ガラス、シリコン等の基板11とその上部に絶縁層12が設けられている。絶縁層の上には、TFT等の能動素子18が配されており、能動素子のゲート電極13、ゲート絶縁膜14、半導体層15が配置されている。TFT18は、他にも半導体層15とドレイン電極16とソース電極17とで構成されている。TFT18の上部には絶縁膜19が設けられている。絶縁膜に設けられたコンタクトホール20を介して有機発光素子26を構成する陽極21とソース電極17とが接続されている。

【0186】

なお、有機発光素子26に含まれる電極(陽極、陰極)とTFTに含まれる電極(ソース電極、ドレイン電極)との電気接続の方式は、図1(b)に示される態様に限られるものではない。つまり陽極又は陰極のうちいずれか一方とTFTソース電極またはドレイン電極のいずれか一方とが電気接続されていればよい。TFTは、薄膜トランジスタを指す。 30

【0187】

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

【0188】

図1(b)の表示装置100ではスイッチング素子としてトランジスタを使用しているが、これに代えて他のスイッチング素子として用いてもよい。 40

【0189】

また図1(b)の表示装置100に使用されるトランジスタは、単結晶シリコンウエハを用いたトランジスタに限らず、基板の絶縁性表面上に活性層を有する薄膜トランジスタでもよい。活性層として、単結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコンなどの非単結晶シリコン、インジウム亜鉛酸化物、インジウムガリウム亜鉛酸化物等の非単結晶酸化物半導体が挙げられる。なお、薄膜トランジスタはTFT素子とも呼ばれる。

【0190】

図1(b)の表示装置100に含まれるトランジスタは、Si基板等の基板内に形成されていてもよい。ここで基板内に形成されるとは、Si基板等の基板自体を加工してトラ 50

ンジスタを作製することを意味する。つまり、基板内にトランジスタを有することは、基板とトランジスタとが一体に形成されていると見ることもできる。

【0191】

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

10

【0192】

図2は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。表示装置1000は、上部カバー1001と、下部カバー1009と、の間に、タッチパネル1003、表示パネル1005、フレーム1006、回路基板1007、バッテリー1008、を有してよい。タッチパネル1003及び表示パネル1005は、フレキシブルプリント回路FPC1002、1004が接続されている。回路基板1007には、トランジスタがプリントされている。バッテリー1008は、表示装置が携帯機器でなければ、設けなくてもよいし、携帯機器であっても、別の位置に設けてもよい。

【0193】

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

20

【0194】

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

【0195】

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

30

【0196】

図3(a)は、本実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。撮像装置1100は、ビューファインダ1101、背面ディスプレイ1102、操作部1103、筐体1104を有してよい。ビューファインダ1101は、本実施形態に係る表示装置を有してよい。その場合、表示装置は、撮像する画像のみならず、環境情報、撮像指示等を表示してよい。環境情報には、外光の強度、外光の向き、被写体の動く速度、被写体が遮蔽物に遮蔽される可能性等であってよい。

【0197】

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

40

【0198】

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

50

含むことができる。

【0199】

図3(b)は、本実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。電子機器1200は、表示部1201と、操作部1202と、筐体1203を有する。筐体1203には、回路、当該回路を有するプリント基板、バッテリー、通信部、を有してよい。操作部1202は、ボタンであってもよいし、タッチパネル方式の反応部であってもよい。操作部は、指紋を認識してロックの解除等を行う、生体認識部であってもよい。通信部を有する電子機器は通信機器ということもできる。電子機器は、レンズと、撮像素子とを備えることでカメラ機能をさらに有してよい。カメラ機能により撮像された画像が表示部に映される。電子機器としては、スマートフォン、ノートパソコン等があげられる。

10

【0200】

図4は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。図4(a)は、テレビモニタやPCモニタ等の表示装置である。表示装置1300は、額縁1301を有し表示部1302を有する。表示部1302には、本実施形態に係る発光装置が用いられてよい。

【0201】

額縁1301と、表示部1302を支える土台1303を有している。土台1303は、図4(a)の形態に限られない。額縁1301の下辺が土台を兼ねてもよい。

【0202】

また、額縁1301及び表示部1302は、曲がっていてもよい。その曲率半径は、5000mm以上6000mm以下であってもよい。

20

【0203】

図4(b)は本実施形態に係る表示装置の他の例を表す模式図である。図4(b)の表示装置1310は、折り曲げ可能に構成されており、いわゆるフォルダブルな表示装置である。表示装置1310は、第一表示部1311、第二表示部1312、筐体1313、屈曲点1314を有する。第一表示部1311と第二表示部1312とは、本実施形態に係る発光装置を有してよい。第一表示部1311と第二表示部1312とは、つなぎ目のない1枚の表示装置であってもよい。第一表示部1311と第二表示部1312とは、屈曲点で分けることができる。第一表示部1311、第二表示部1312は、それぞれ異なる画像を表示してもよいし、第一及び第二表示部とで一つの画像を表示してもよい。

30

【0204】

図5(a)は、本実施形態に係る照明装置の一例を表す模式図である。照明装置1400は、筐体1401と、光源1402と、回路基板1403と、光学フィルム1404と、光拡散部1405と、を有してよい。光源は、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。光学フィルタは光源の演色性を向上させるフィルタであってもよい。光拡散部は、ライトアップ等、光源の光を効果的に拡散し、広い範囲に光を届けることができる。光学フィルタ、光拡散部は、照明の光出射側に設けられてよい。必要に応じて、最外部にカバーを設けてもよい。

【0205】

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

40

【0206】

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

【0207】

図5(b)は、本実施形態に係る移動体の一例である自動車の模式図である。当該自動車は灯具の一例であるテールランプを有する。自動車1500は、テールランプ1501

50

を有し、ブレーキ操作等を行った際に、テールランプを点灯する形態であってよい。

【0208】

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

【0209】

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

10

【0210】

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

【0211】

図6を参照して、上述の各実施形態の表示装置の適用例について説明する。表示装置は、例えばスマートグラス、HMD、スマートコンタクトのようなウェアラブルデバイスとして装着可能なシステムに適用できる。このような適用例に使用される撮像表示装置は、可視光を光電変換可能な撮像装置と、可視光を発光可能な表示装置とを有する。

20

【0212】

図6(a)は、1つの適用例に係る眼鏡1600(スマートグラス)を説明する。眼鏡1600のレンズ1601の表面側に、CMOSセンサやSPADのような撮像装置1602が設けられている。また、レンズ1601の裏面側には、上述した各実施形態の表示装置が設けられている。

【0213】

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

30

【0214】

図6(b)は、1つの適用例に係る眼鏡1610(スマートグラス)を説明する。眼鏡1610は、制御装置1612を有しており、制御装置1612に、撮像装置1602に相当する撮像装置と、表示装置が搭載される。レンズ1611には、制御装置1612内の撮像装置と、表示装置からの発光を投影するための光学系が形成されており、レンズ1611には画像が投影される。制御装置1612は、撮像装置及び表示装置に電力を供給する電源として機能するとともに、撮像装置及び表示装置の動作を制御する。制御装置は、装着者の視線を検知する視線検知部を有してもよい。視線の検知は赤外線を用いてよい。赤外発光部は、表示画像を注視しているユーザーの眼球に対して、赤外光を発する。発せられた赤外光の眼球からの反射光を、受光素子を有する撮像部が検出することで眼球の撮像画像が得られる。平面視における赤外発光部から表示部への光を低減する低減手段を有することで、画像品位の低下を低減する。

40

【0215】

赤外光の撮像により得られた眼球の撮像画像から表示画像に対するユーザーの視線を検出する。眼球の撮像画像を用いた視線検出には任意の公知の手法が適用できる。一例として、角膜での照射光の反射によるブルキニエ像に基づく視線検出方法を用いることができる。

【0216】

より具体的には、瞳孔角膜反射法に基づく視線検出処理が行われる。瞳孔角膜反射法を用いて、眼球の撮像画像に含まれる瞳孔の像とブルキニエ像とに基づいて、眼球の向き(

50

回転角度)を表す視線ベクトルが算出されることにより、ユーザーの視線が検出される。

【0217】

本発明の一実施形態に係る表示装置は、受光素子を有する撮像装置を有し、撮像装置からのユーザーの視線情報に基づいて表示装置の表示画像を制御してよい。

【0218】

具体的には、表示装置は、視線情報に基づいて、ユーザーが注視する第一の視界領域と、第一の視界領域以外の第二の視界領域とを決定される。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。表示装置の表示領域において、第一の視界領域の表示解像度を第二の視界領域の表示解像度よりも高く制御してよい。つまり、第二の視界領域の解像度を第一の視界領域よりも低くしてよい。

10

【0219】

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

【0220】

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

20

【0221】

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

【0222】

図7(a)は、本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例を示す模式図である。画像形成装置40は電子写真方式の画像形成装置であり、感光体27、露光光源28、帯電部30、現像部31、転写器32、搬送ローラー33、定着器35を有する。露光光源28から光29が照射され、感光体27の表面に静電潜像が形成される。この露光光源28が本実施形態に係る有機発光素子を有する。現像部31はトナー等を有する。帯電部30は感光体27を帯電させる。転写器32は現像された画像を記憶媒体34に転写する。搬送ローラー33は記録媒体34を搬送する。記録媒体34は例えば紙である。定着器35は記録媒体34に形成された画像を定着させる。

30

【0223】

図7(b)及び図7(c)は、露光光源28を示す図であり、発光部36が長尺状の基板に複数配置されている様子を示す模式図である。矢印37は有機発光素子が配列されている列方向を表わす。この列方向は、感光体27が回転する軸の方向と同じである。この方向は感光体27の長軸方向と呼ぶこともできる。図7(b)は発光部36を感光体27の長軸方向に沿って配置した形態である。図7(c)は、図7(b)とは異なる形態であり、第一の列と第二の列のそれぞれにおいて発光部36が列方向に交互に配置されている形態である。第一の列と第二の列は行方向に異なる位置に配置されている。第一の列は、複数の発光部36が間隔をあけて配置されている。第二の列は、第一の列の発光部36同士の間隔に対応する位置に発光部36を有する。すなわち、行方向にも、複数の発光部36が間隔をあけて配置されている。図7(c)の配置は、たとえば格子状に配置されている状態、千鳥格子に配置されている状態、あるいは市松模様と言い換えることもできる。

40

【0224】

50

より、白色固体の化合物 m - 5 を 4 . 0 g (収率 : 8 2 %) 得た。

【 0 2 2 9 】

(3) 化合物 A 2 の合成

2 0 0 m l のナスフラスコに、以下に示す試薬、溶媒を仕込んだ。

化合物 m - 5 : 2 . 0 g (4 . 5 m m o l)

化合物 m - 6 : 1 . 4 g (5 . 0 m m o l)

P d (d b a) ₂ : 0 . 5 2 g

s p h o s : 0 . 7 4 g

リン酸カリウム : 2 . 8 8 g

トルエン : 1 0 0 m l

H ₂ O : 1 0 m l

次に、反応溶液を、窒素気流下にて加熱還流攪拌し、6 時間攪拌を行った。反応終了後、水を加えて分液を行った後、クロロホルムに溶解した後、これをカラムクロマトグラフィー (クロロホルム : ヘプタン) にて精製後、トルエン / ヘプタンで再結晶を行うことにより、白色固体の例示化合物 A 2 を 5 . 2 g (収率 : 7 4 %) 得た。

【 0 2 3 0 】

なお、例示化合物 A 2 は、M A L D I - T O F - M S (B r u k e r 社製 A u t o f l e x L R F) を用いて質量分析を行った。

【 0 2 3 1 】

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

実測値 : m / z = 7 1 4 計算値 : C ₅ H ₃ S = 7 1

【 0 2 3 2 】

[実施例 2 乃至 2 0 (例示化合物の合成)]

表 7 - 1 乃至表 7 - 3 に、実施例 2 乃至 2 0 に示す例示化合物について、実施例 1 の原料 m - 4、m - 6 を変えた他は実施例 1 と同様にして例示化合物を合成した。また、実施例 1 と同様にして測定した質量分析結果の実測値 : m / z を示す。

10

20

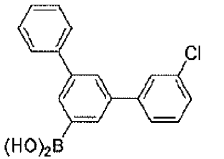
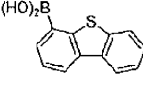
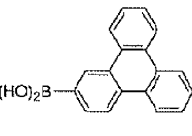
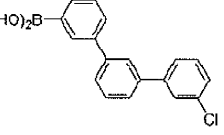
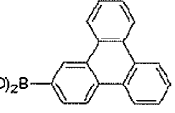
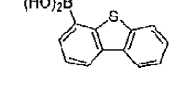
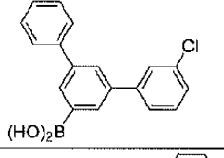
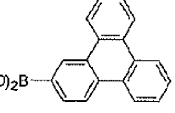
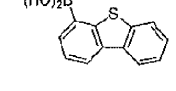
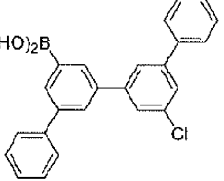
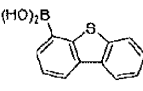
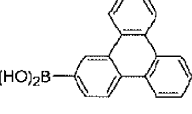
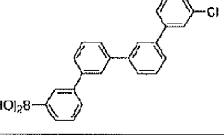
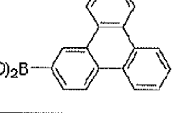
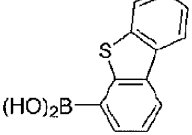
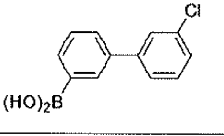
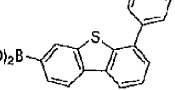
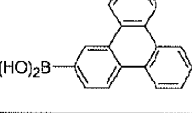
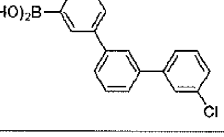
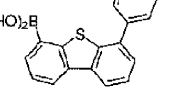
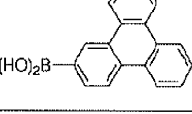
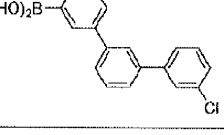
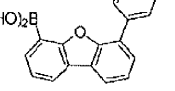
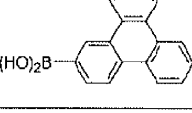
30

40

50

【表 7 - 1】

表 7

実施例	例示化合物	原料 m - 2	原料 m - 4	原料 m - 6	m/z
2	A 3				7 9 1
3	A 4				7 9 1
4	A 6				7 9 1
5	A 1 0				8 6 7
6	A 1 9				8 6 7
7	A 2 3				7 9 1
8	A 2 8				8 6 7
9	A 3 4				8 5 1

10

20

30

40

50

【表 7 - 2】

表 7 続き

10	B 4				9 5 9
11	B 7				8 8 3
12	B 1 9				9 5 9
13	B 3 8				8 0 8
14	C 1				8 8 9
15	C 2				1 0 0 1
16	C 4				8 7 9
17	C 1 1				8 8 1
18	D 1				7 9 2

10

20

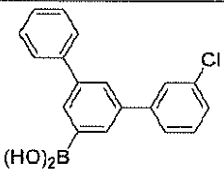
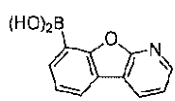
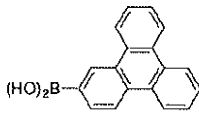
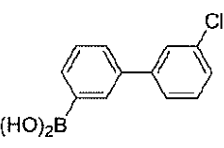
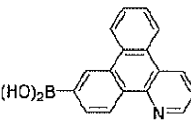
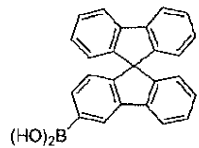
30

40

50

【表 7 - 3】

表 7 続き

19	D 19				775
20	D 28				848

10

【0233】

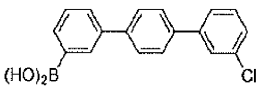
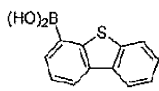
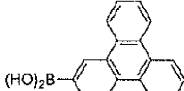
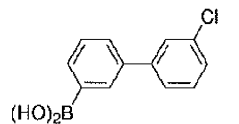
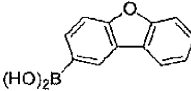
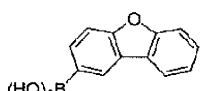
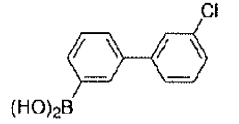
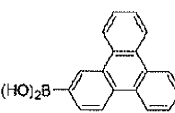
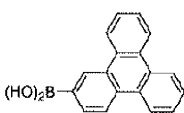
[比較例 1 乃至 4 (比較化合物の合成)]

表 8 に、比較例 1 乃至 3 に示す比較化合物について、実施例 1 の原料 m - 1、m - 2、m - 4、m - 6 を変えた他は実施例 1 と同様にして比較化合物を合成した。また、実施例 1 と同様にして測定した質量分析結果の実測値 : m / z を示す。

【表 8】

表 8

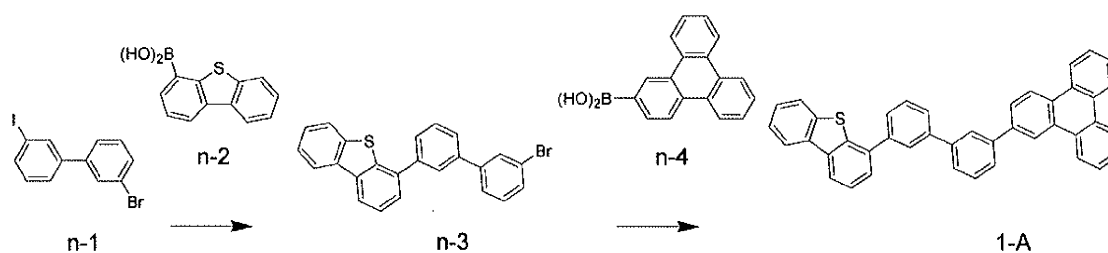
20

比較例	比較化合物	原料 m - 2	原料 m - 4	原料 m - 6	m / z
1	1 - B				791
2	1 - C				638
3	1 - D				759

30

また、比較化合物 1 - A については、下記に示すスキームにて合成を行った。また、実施例 1 と同様にして質量分析を行った。

【化 4 1】



40

【0234】

[MALDI - TOF - MS]

実測値 : m / z = 562 計算値 : C₄₂H₂₆S = 56

50

【 0 2 3 5 】

[実施例 2 1]

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

【 0 2 3 6 】

先ずガラス基板上にITOを成膜し、所望のパターニング加工を施すことによりITO電極（陽極）を形成した。この時、ITO電極の膜厚を100nmとした。このようにITO電極が形成された基板をITO基板として、以下の工程で使用した。次に、 1.33×10^{-4} Paの真空チャンパー内における抵抗加熱による真空蒸着を行って、上記ITO基板上に、表1に示す有機化合物層及び電極層を連続成膜した。なお、この時、対向する電極（金属電極層、陰極）の電極面積が 3 mm^2 となるようにした。

10

【 表 9 】

表9

	材料			膜厚(nm)
陰極	A1			100
電子注入層(EIL)	LiF			1
電子輸送層(ETL)	ET2			20
正孔ブロッキング層(HBL)	ET11			20
発光層(EML)	ホスト	A4	重量比 A4:AA11 =90:10	20
	ゲスト	AA11		
電子ブロッキング層(EBL)	HT19			15
正孔輸送層(HTL)	HT3			30
正孔注入層(HIL)	HT16			5

20

30

得られた有機発光素子について、有機発光素子の特性を測定・評価した。有機発光素子の最大発光波長は522nmであり、最大外部量子効率(EQE)は13%であった。

【 0 2 3 7 】

さらに、電流密度 100 mA/cm^2 での連続駆動試験を行い、輝度劣化率が5%に達した時の時間を測定した。比較例1の輝度劣化率が5%に達した時の時間を1.0としたときに、本実施例の輝度劣化比は1.4であった。

【 0 2 3 8 】

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

40

【 0 2 3 9 】

[実施例 2 2 乃至 4 1、比較例 5 乃至 8]

実施例22乃至41において、表10-1および表10-2に示される化合物に適宜変更する以外は、実施例21と同様の方法により有機発光素子を作製した。得られた有機発光素子について実施例21と同様に有機発光素子の特性を測定・評価した。測定の結果を表10に示す。

50

【表 10 - 1】

表 10

	HIL	HTL	EBL	EML		HBL	ETL	E.Q.E [%]	輝度 劣化比
				ホスト	ゲスト				
実施例 22	HT16	HT3	HT19	A1	AA26	ET12	ET15	13	1.3
実施例 23	HT16	HT2	HT15	A4	AA27	ET12	ET2	14	1.4
実施例 24	HT16	HT2	HT15	A4	AA30	ET11	ET2	13	1.4
実施例 25	HT16	HT3	HT19	A3	CC24	ET11	ET2	13	1.3
実施例 26	HT16	HT3	HT19	A14	GD10	ET11	ET2	10	1.2
実施例 27	HT16	HT3	HT19	A15	HH1	ET11	ET15	12	1.3
実施例 28	HT16	HT3	HT19	B4	BB24	ET12	ET2	13	1.1
実施例 29	HT16	HT2	HT15	B3	BB25	ET12	ET15	13	1.1
実施例 30	HT16	HT3	HT19	B9	GD10	ET12	ET15	11	1.2
実施例 31	HT16	HT2	HT15	B10	DD5	ET11	ET2	13	1.2
実施例 32	HT16	HT3	HT19	B12	DD31	ET12	ET15	14	1.2
実施例 33	HT16	HT2	HT15	C1	DD17	ET12	ET2	14	1.1
実施例 34	HT16	HT2	HT15	C2	EE1	ET11	ET2	13	1.1
実施例 35	HT16	HT3	HT19	C3	EE2	ET12	ET15	13	1.1
実施例 36	HT16	HT3	HT19	C14	FF29	ET12	ET15	12	1.1
実施例 37	HT16	HT3	HT19	C15	HH21	ET11	ET15	13	1.2
実施例 38	HT16	HT3	HT19	D1	FF1	ET12	ET15	12	1.2
実施例 39	HT16	HT3	HT19	D2	GG4	ET11	ET15	13	1.2
実施例 40	HT16	HT3	HT19	D17	HH27	ET12	ET2	13	1.2
実施例 41	HT16	HT2	HT15	D19	II2	ET12	ET15	13	1.2
比較例 5	HT16	HT3	HT19	比較 化合物 1-A	GD10	ET11	ET2	10	1.0

10

20

30

40

50

【表 10 - 2】

表 10 続き

比較例 6	HT16	HT3	HT19	比較 化合物 1-B	GD10	ET11	ET2	8	0.7
比較例 7	HT16	HT3	HT19	比較 化合物 1-C	GD10	ET11	ET2	10	0.7
比較例 8	HT16	HT3	HT19	比較 化合物 1-D	GD10	ET11	ET2	8	0.9

10

表 10 - 1 および表 10 - 2 より、比較例 5 乃至 8 の E . Q . E . は、それぞれ 10 %、8 %、10 %、8 %であった。また、比較例 5 乃至 8 の輝度劣化比は、それぞれ 1 . 0、0 . 7、0 . 7、0 . 9であった。比較化合物 1 - A は T g が低いため、膜安定性に優れないことが原因であると考えられる。比較化合物 1 - B は T 1 エネルギーが低く、また、励起寿命が長いことが原因であると考えられる。比較化合物 1 - C は T g が低いため、膜安定性に優れないことが原因であると考えられる。比較化合物 1 - D は T 1 エネルギーが低いこと、また、昇華性が低いことが原因であると考えられる。また、膜安定性とは、有機発光素子の駆動中において、膜質の変化のしにくさを意味する。つまり、膜安定性に優れない、とは、有機発光素子の駆動中に、膜質が変化しやすいことを表している。

20

【 0 2 4 0 】

一方、本発明に係る有機発光素子は、優れた発光効率と、優れた素子寿命を示した。これは、本発明に係る例示化合物が、高い T 1 エネルギーと高い T g を有するためである。

【 0 2 4 1 】

さらに、本発明の有機化合物との組み合わせに適した 3 環以上からなる縮合環を配位子に有する発光材料を選択することで、特に発光効率と素子寿命に優れた有機発光素子を得ることができた。

30

【 0 2 4 2 】

以上より、本発明に係る有機化合物を用いることにより、発光効率と素子寿命に優れた有機発光素子を提供することができる。

【 0 2 4 3 】

[実施例 4 2]

表 1 1 に示す有機化合物層および電極層を連続製膜した以外は、実施例 2 1 と同様の方法により、有機発光素子を作製した。

40

50

【表 1 1】

表 1 1

	材料			膜厚(nm)
陰極	A 1			100
電子注入層(EIL)	LiF			1
電子輸送層(ETL)	ET2			20
正孔ブロッキング層(HBL)	ET11			20
発光層(EML)	ホスト	A4	重量比 A4:AA25:EM30 =60:10:30	20
	ゲスト	AA25		
	アシスト	EM30		
電子ブロッキング層(EBL)	HT19			15
正孔輸送層(HTL)	HT3			30
正孔注入層(HIL)	HT16			5

10

20

得られた有機発光素子について、有機発光素子の特性を測定・評価した。有機発光素子の発光色は緑色であり、E・Q・Eは19%であった。

【0 2 4 4】

[実施例 4 3 乃至 6 7]

実施例 4 3 乃至 6 7 において、表 1 2 - 1 および表 1 2 - 2 に示される化合物に適宜変更する以外は、実施例 4 2 と同様の方法により有機発光素子を作製した。得られた有機発光素子について実施例 4 2 と同様に有機発光素子の特性を測定・評価した。測定の結果を表 1 2 に示す。

【表 1 2 - 1】

表 1 2

	HIL	HTL	EBL	EML			HBL	ETL	E.Q.E [%]
				ホスト	ゲスト	アシスト			
実施例 43	HT16	HT3	HT19	B19	BB24	EM29	ET26	ET3	17
実施例 44	HT16	HT2	HT15	B18	BB21	EM35	ET13	ET2	16
実施例 45	HT16	HT2	HT15	C11	CC17	EM37	ET13	ET2	15
実施例 46	HT16	HT3	HT19	A8	DD5	EM31	ET16	ET15	18
実施例 47	HT16	HT3	HT19	A7	DD31	EM30	ET16	ET15	18
実施例 48	HT16	HT3	HT19	B28	DD27	EM28	ET17	ET15	16
実施例 49	HT16	HT3	HT19	A21	AA25	EM39	ET13	ET2	18
実施例 50	HT16	HT2	HT15	C4	EE2	GD10	ET15	ET3	13

30

40

50

【表 1 2 - 2】

表 1 2 続き

実施例 51	HT16	HT3	HT19	A5	AA15	ET15	ET15	ET15	17
実施例 52	HT16	HT2	HT15	A4	AA26	ET16	ET2	ET2	18
実施例 53	HT16	HT3	HT19	D21	FF1	EM16	ET26	ET3	13
実施例 54	HT16	HT2	HT15	B6	GG3	EM16	ET13	ET2	14
実施例 55	HT16	HT2	HT15	B5	HH25	EM34	ET13	ET2	15
実施例 56	HT16	HT3	HT19	C18	GG21	EM35	ET16	ET15	14
実施例 57	HT16	HT3	HT19	A7	DD46	EM37	ET16	ET15	17
実施例 58	HT16	HT2	HT15	B4	DD35	EM37	ET15	ET3	15
実施例 59	HT16	HT3	HT19	B2	DD31	EM30	ET15	ET15	16
実施例 60	HT16	HT2	HT15	B3	DD9	EM28	ET2	ET2	16
実施例 61	HT16	HT3	HT19	B9	DD8	EM28	ET26	ET3	16
実施例 62	HT16	HT2	HT15	B5	DD3	EM29	ET13	ET2	15
実施例 63	HT16	HT3	HT19	D1	AA6	EM30	ET26	ET3	16
実施例 64	HT16	HT2	HT15	D18	HH7	AA6	ET13	ET2	17
実施例 65	HT16	HT2	HT15	C3	HH25	EM30	ET13	ET2	14
実施例 66	HT16	HT3	HT19	C2	II2	GD12	D60	ET15	14
実施例 67	HT16	HT3	HT19	B16	II3	GD10	D54	ET15	13

10

20

30

表 1 2 - 1 および表 1 2 - 2 より、本発明に係る有機化合物と、本発明に係る有機化合物との組み合わせに適したアシスト材料に用いることで、有機発光素子の発光効率が向上した。アシスト材料として、カルバゾール骨格や、アジン環、またはキサントン骨格のうち、少なくとも 1 つを有する化合物を用いた場合、有機発光素子の発光効率に優れた。また、実施例 4 2 乃至 6 7 に用いた有機発光素子は、いずれも実施例 2 1 乃至 4 1 と同等以上の優れた輝度劣化比を示した。

【0 2 4 5】

以上より、本発明に係る有機化合物は、膜の熱安定性および昇華性に優れた有機化合物である。また、分子同士が凝集しにくい有機化合物である。このため、本発明に係る有機化合物を有機発光素子に用いることで、良好な発光特性と素子寿命を有する有機発光素子を得ることができる。

40

【0 2 4 6】

なお、本発明は、以下の構成を取ることもできる。

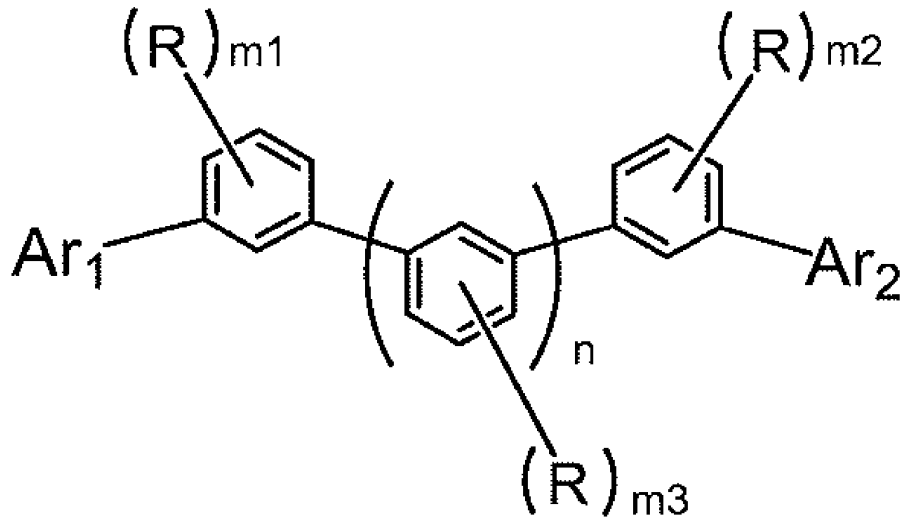
【0 2 4 7】

(構成 1)

下記一般式 [1] で表されることを特徴とする有機化合物。

50

【化 4 2】



10

一般式 [1] において、 $A r_1$ および $A r_2$ は、3 環以上から構成される置換または無置換のアリール基、または、3 環以上から構成される置換または無置換の複素環基からそれぞれ独立して選択される。 $A r_1$ および $A r_2$ は、互いに異なる骨格で表される。 $A r_1$ および $A r_2$ が、ジベンゾチオフェン骨格またはジベンゾフラン骨格であるとき、前記有機化合物は置換基を少なくとも 1 つ有する。R で表される置換基は、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。前記 R が複数ある場合には、複数の前記 R は同じであっても異なってもよい。n は 2 乃至 5 の整数であり、 m_1 乃至 m_3 は 0 乃至 4 の整数である。

20

30

【 0 2 4 8 】

(構成 2)

一般式 [1] において、 $A r_1$ および $A r_2$ のうち、 $A r_1$ は前記アリール基であり、 $A r_2$ は $A r_1$ と異なる前記アリール基または前記複素環基であることを特徴とする構成 1 に記載の有機化合物。

【 0 2 4 9 】

(構成 3)

一般式 [1] において、 $A r_1$ および $A r_2$ のうち、 $A r_1$ は前記アリール基であり、 $A r_2$ は前記複素環基であることを特徴とする構成 2 に記載の有機化合物。

【 0 2 5 0 】

(構成 4)

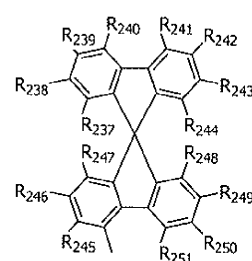
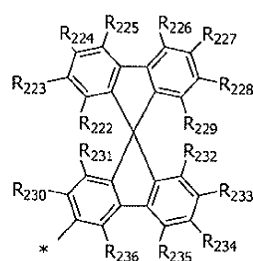
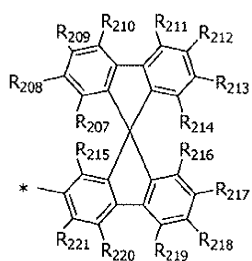
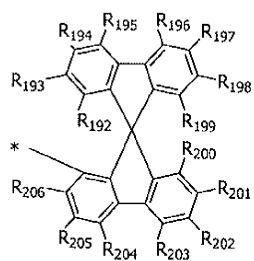
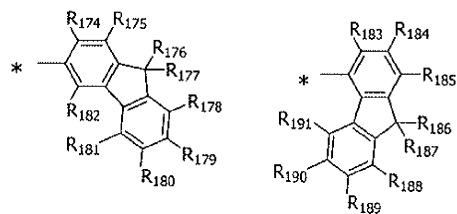
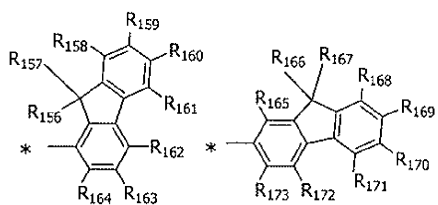
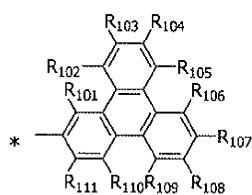
一般式 [1] において、 $A r_1$ および $A r_2$ のうち、 $A r_1$ は置換基 A 群、 $A r_2$ は置換基 B 群から選択されることを特徴とする構成 3 に記載の有機化合物。

40

50

【化 4 3】

(置換基 A 群)



10

20

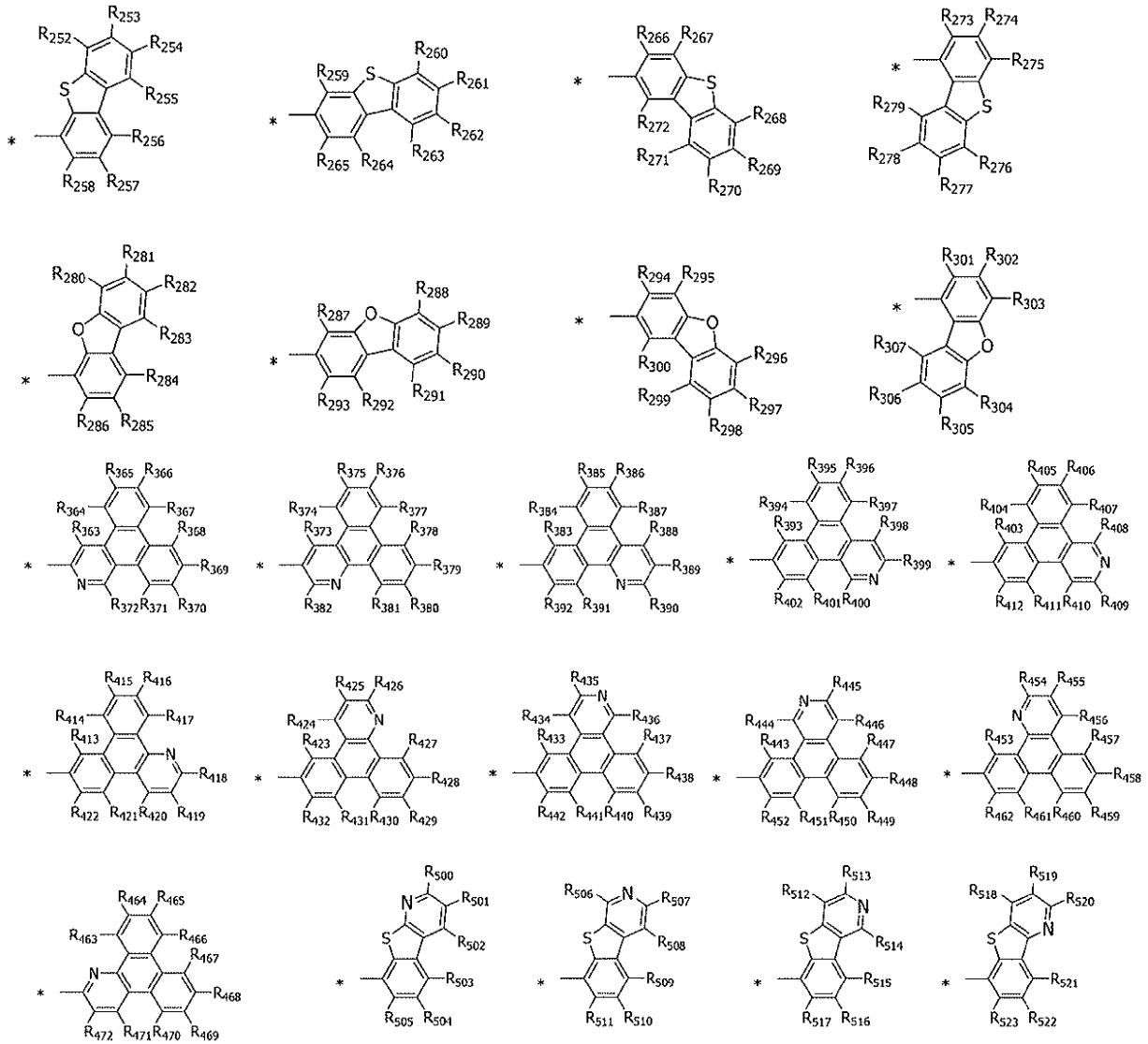
30

40

50

【化 4 4】

(置換基 B 群)



10

20

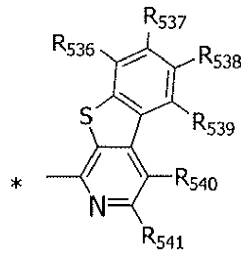
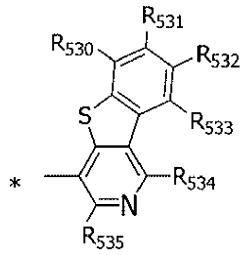
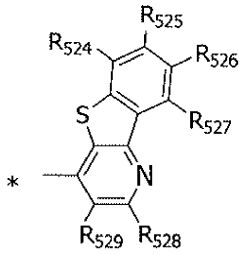
30

40

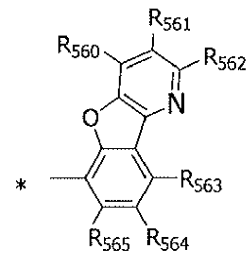
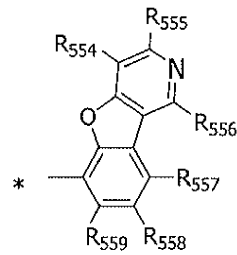
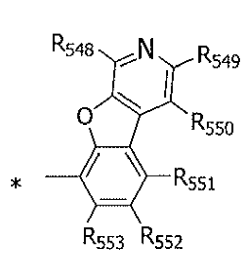
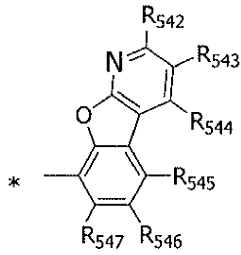
50

【化 4 5】

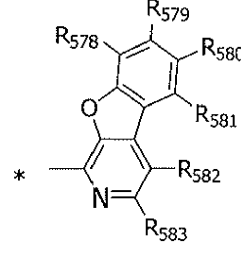
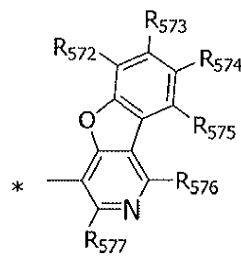
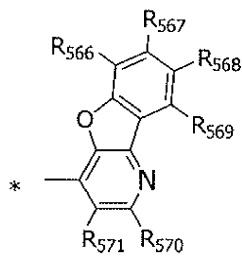
(置換基 B 群続き)



10



20



置換基 A 群および置換基 B 群において、R₁₀₁乃至 R₅₈₃は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。*はフェニレン基への結合位置を表す。

30

【0251】

(構成 5)

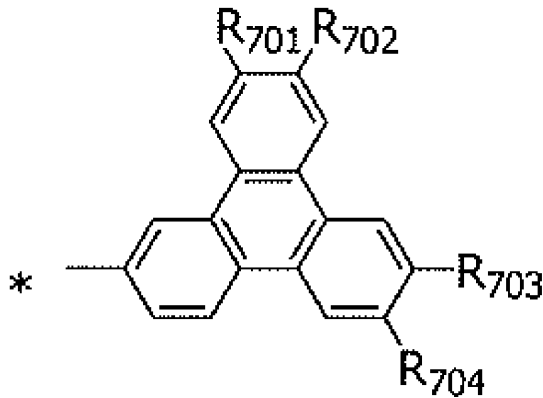
一般式 [1] において、Ar₁および Ar₂のうち、Ar₁は置換基 C 群、Ar₂は置換基 D 群から選択されることを特徴とする構成 4 に記載の有機化合物。

40

50

【化 4 6】

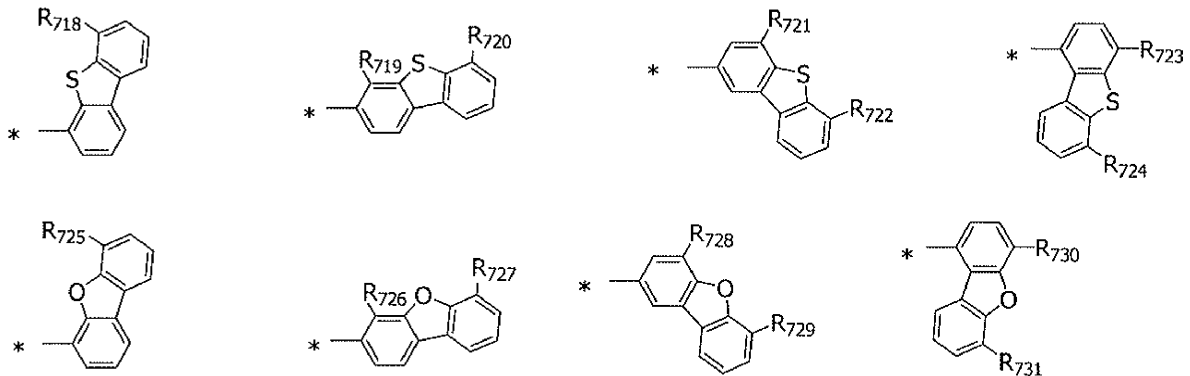
(置換基 C 群)



10

【化 4 7】

(置換基 D 群)



20

30

置換基 C 群および置換基 D 群において、R₇₀₁乃至 R₇₃₁は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、およびシアノ基から、それぞれ独立して選択される。*はフェニレン基への結合位置を表す。

【0252】

(構成 6)

置換基 A 群乃至置換基 D 群において、R₁₀₁乃至 R₈₆₈は、水素原子、重水素原子、炭素数 1 乃至 4 のアルキル基、炭素数 6 乃至 18 のアリール基、炭素数 5 乃至 15 の複素環基、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基、およびシアノ基から選択されることを特徴とする構成 4 または 5 に記載の有機化合物。

40

【0253】

(構成 7)

置換基 A 群乃至置換基 D 群において、R₁₀₁乃至 R₈₆₈は、水素原子、フェニル基、および tert-ブチル基から選択されることを特徴とする構成 6 に記載の有機化合物。

【0254】

(構成 8)

一般式 [1] において、R が炭素数 6 乃至 18 のアリール基または炭素数 5 乃至 9 の複素環基であることを特徴とする構成 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の有機化合物。

50

【 0 2 5 5 】

(構成 9)

一般式 [1] において、R がフェニル基またはピリジル基であることを特徴とする構成 8 に記載の有機化合物。

【 0 2 5 6 】

(構成 1 0)

一般式 [1] において、n が 3 または 4 であることを特徴とする構成 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の有機化合物。

【 0 2 5 7 】

(構成 1 1)

一般式 [1] において、m が 0 であることを特徴とする構成 1 乃至 1 0 のいずれか一項に記載の有機化合物。

10

【 0 2 5 8 】

(構成 1 2)

第一電極と第二電極と、

前記第一電極と前記第二電極との間に配置される有機化合物層と、を有する有機発光素子において、

前記有機化合物層は、構成 1 乃至 1 1 のいずれか一項に記載の有機化合物を含有することを特徴とする有機発光素子。

【 0 2 5 9 】

(構成 1 3)

前記有機化合物層は発光層を有し、

前記発光層は、前記有機化合物を有することを特徴とする構成 1 2 に記載の有機発光素子。

20

【 0 2 6 0 】

(構成 1 4)

前記発光層は、第 1 の化合物を更に有し、

前記有機化合物の最低励起一重項エネルギーが、前記第 1 の化合物の最低励起三重項エネルギーよりも高いことを特徴とする構成 1 3 に記載の有機発光素子。

【 0 2 6 1 】

(構成 1 5)

前記第 1 の化合物が、少なくとも 3 環以上の縮環構造を有することを特徴とする構成 1 4 に記載の有機発光素子。

30

【 0 2 6 2 】

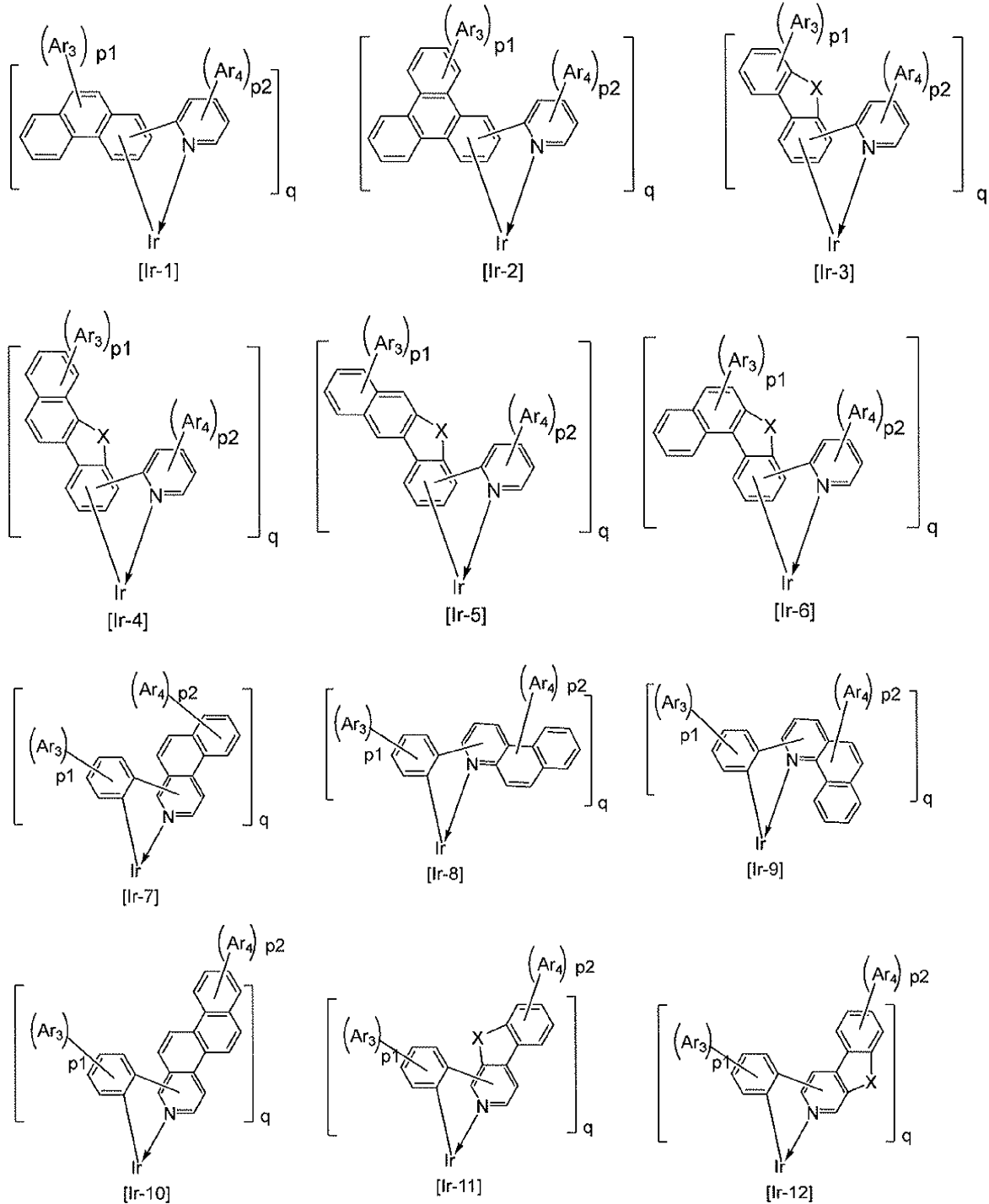
(構成 1 6)

前記第 1 の化合物が、一般式 [I r - 1] 乃至 [I r - 1 2] で表される構造を有することを特徴とする構成 1 5 に記載の有機発光素子。

40

50

【化 4 8】



10

20

30

40

一般式 [I r - 1] 乃至 [I r - 1 2] において、 A r ₃ および A r ₄ は、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、またはシアノ基である。 X は酸素原子、硫黄原子、 C (R ₁) (R ₂)、または N R ₃ から選択される。 R ₁ 乃至 R ₃ は、水素原子、重水素原子、ハロゲン原子、置換または無置換のアルキル基、置換または無置換のアルコキシ基、置換または無置換のアミノ基、置換または無置換のアリールオキシ基、置換または無置換のアリール基、置換または無置換の複素環基、置換または無置換のシリル基、またはシアノ基から、それぞれ独立して選択される。 p ₁ および p ₂ はそれぞれ 0 乃至 4 の整数であり、 q は 1 乃至 3 の整数である。

【 0 2 6 3 】

50

(構成 17)

前記第 1 の化合物は、トリフェニレン骨格、フェナンスレン骨格、フルオレン骨格、ベンゾフルオレン骨格、ジベンゾフラン骨格、ジベンゾチオフェン骨格、ベンゾイソキノリン骨格、またはナフトイソキノリン骨格のいずれかの骨格を有することを特徴とする構成 16 に記載の有機発光素子。

【0264】

(構成 18)

前記発光層は第 2 の化合物を更に有し、

前記第 2 の化合物の最低励起一重項エネルギーは、前記第 1 の化合物の最低励起一重項エネルギーより高いことを特徴とする構成 14 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子。

10

【0265】

(構成 19)

前記第 2 の化合物は、カルバゾール骨格、アジン環、またはキサントン骨格のうち、少なくとも 1 つの骨格を有することを特徴とする構成 18 に記載の有機発光素子。

【0266】

(構成 20)

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、構成 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有することを特徴とする表示装置。

20

【0267】

(構成 21)

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

前記表示部は構成 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

【0268】

(構成 22)

構成 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する表示部と、前記表示部が設けられた筐体と、前記筐体に設けられ、外部と通信する通信部と、を有することを特徴とする電子機器。

30

【0269】

(構成 23)

構成 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部または光学フィルムと、を有することを特徴とする照明装置。

【0270】

(構成 24)

構成 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する灯具と、前記灯具が設けられた機体と、を有することを特徴とする移動体。

【0271】

(構成 25)

感光体と、前記感光体を露光する露光光源と、を有し、

前記露光光源は、構成 12 乃至 19 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする画像形成装置。

40

【符号の説明】

【0272】

- 1 層間絶縁層
- 2 反射電極
- 3 絶縁層
- 4 有機化合物層

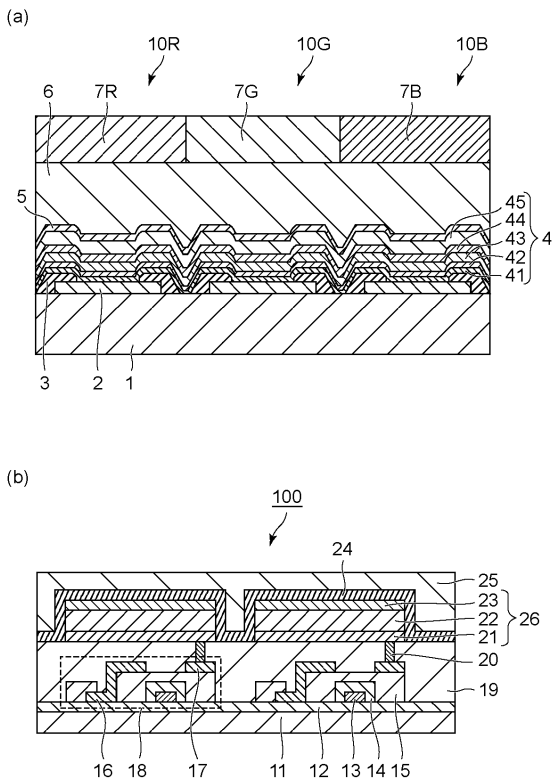
50

5	透明電極	
6	保護層	
7	カラーフィルタ	
10	副画素	
11	基板	
12	絶縁層	
13	ゲート電極	
14	ゲート絶縁膜	
15	半導体層	
16	ドレイン電極	10
17	ソース電極	
18	薄膜トランジスタ	
19	絶縁膜	
20	コンタクトホール	
21	下部電極	
22	有機化合物層	
23	上部電極	
24	第一保護層	
25	第二保護層	
26	有機発光素子	20
100	表示装置	
1000	表示装置	
1001	上部カバー	
1002	フレキシブルプリント回路	
1003	タッチパネル	
1004	フレキシブルプリント回路	
1005	表示パネル	
1006	フレーム	
1007	回路基板	
1008	バッテリー	30
1009	下部カバー	
1100	撮像装置	
1101	ビューファインダ	
1102	背面ディスプレイ	
1103	操作部	
1104	筐体	
1200	電子機器	
1201	表示部	
1202	操作部	
1203	筐体	40
1300	表示装置	
1301	額縁	
1302	表示部	
1303	土台	
1310	表示装置	
1311	第一表示部	
1312	第二表示部	
1313	筐体	
1314	屈曲点	
1400	照明装置	50

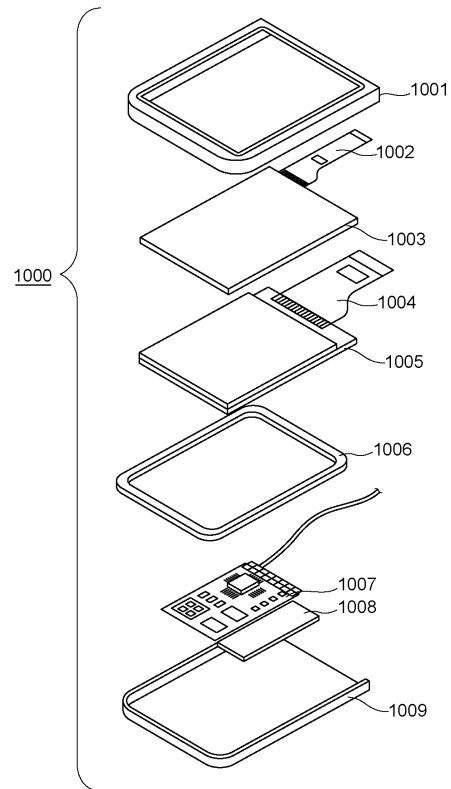
- 1 4 0 1 筐体
- 1 4 0 2 光源
- 1 4 0 3 回路基板
- 1 4 0 4 光学フィルム
- 1 4 0 5 光拡散部
- 1 5 0 0 自動車
- 1 5 0 1 テールランプ
- 1 5 0 2 窓
- 1 5 0 3 車体
- 1 6 0 0 スマートガラス 10
- 1 6 0 1 レンズ
- 1 6 0 2 撮像装置
- 1 6 0 3 制御装置
- 1 6 1 0 スマートガラス
- 1 6 1 1 レンズ
- 1 6 1 2 制御装置

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

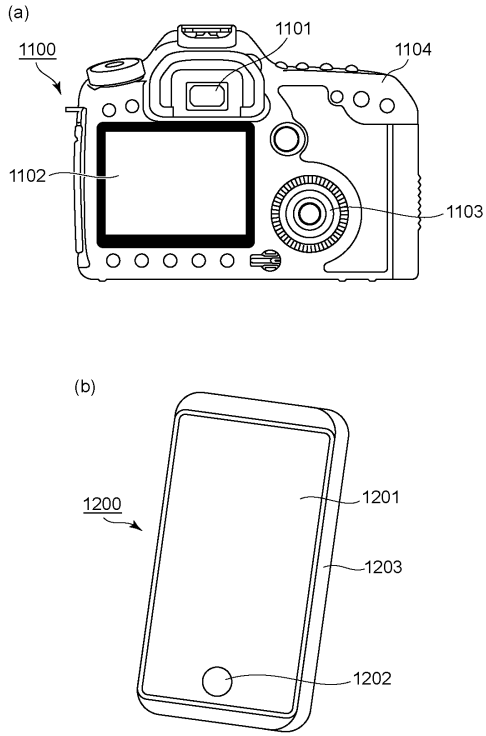
20

30

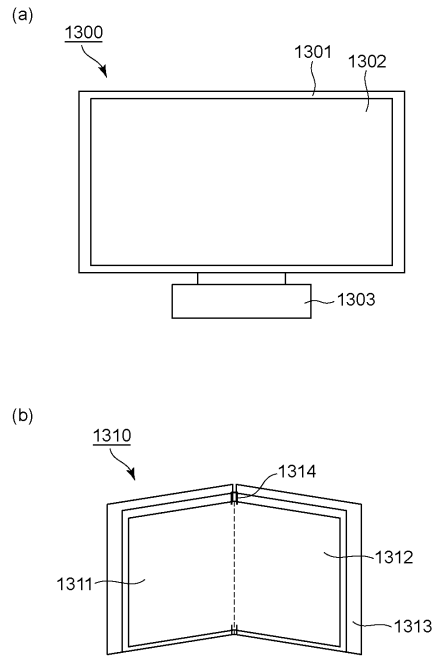
40

50

【 図 3 】



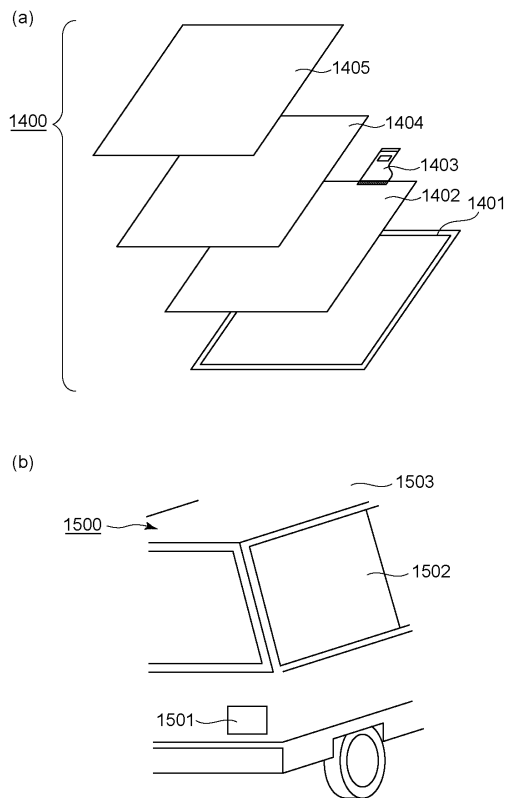
【 図 4 】



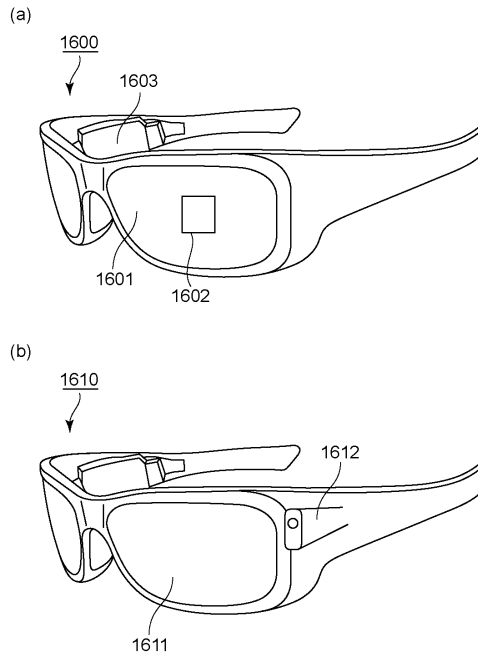
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

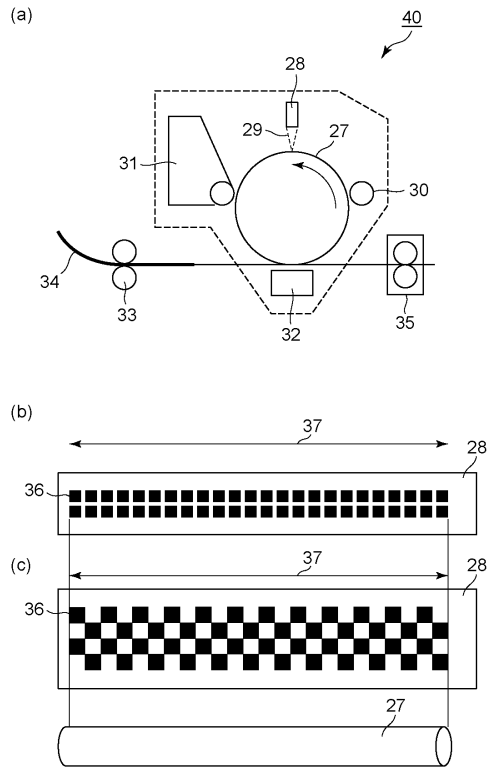


30

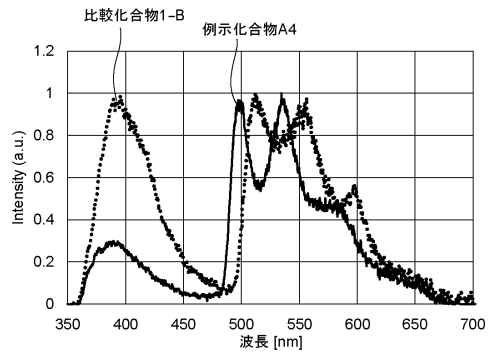
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
<i>C 0 7 D 409/14 (2006.01)</i>	C 0 7 D 409/04	
<i>C 0 7 D 221/18 (2006.01)</i>	C 0 7 D 409/14	
<i>C 0 7 D 491/048 (2006.01)</i>	C 0 7 D 221/18	
<i>H 1 0 K 50/10 (2023.01)</i>	C 0 7 D 491/048	
<i>H 1 0 K 59/10 (2023.01)</i>	H 0 5 B 33/14	B
<i>H 0 5 B 33/02 (2006.01)</i>	H 0 1 L 27/32	
<i>G 0 9 F 9/30 (2006.01)</i>	H 0 5 B 33/02	
	G 0 9 F 9/30	3 6 5

キヤノン株式会社内

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

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

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

Fターム (参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 BB04 BB08 CC22 CC24 DD53 DD59 DD64
 DD67 DD68 EE03 EE21 EE28 FF19 FF20
 4C050 AA01 AA07 BB07 CC16 EE01 FF05 GG01 HH01
 4C063 AA01 AA03 BB01 BB06 CC94 DD12 DD76 EE05
 4H006 AA01 AA03 AA04 AB90
 5C094 AA31 BA27