

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5707818号
(P5707818)

(45) 発行日 平成27年4月30日(2015.4.30)

(24) 登録日 平成27年3月13日(2015.3.13)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/14	B
CO 9 K 11/06 (2006.01)	CO 9 K 11/06	6 6 O
CO 7 F 15/00 (2006.01)	CO 7 F 15/00	C S P F
HO 5 B 33/10 (2006.01)	CO 7 F 15/00	E
GO 9 F 9/30 (2006.01)	HO 5 B 33/22	B

請求項の数 7 (全 50 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-216687 (P2010-216687)
 (22) 出願日 平成22年9月28日 (2010.9.28)
 (65) 公開番号 特開2012-74444 (P2012-74444A)
 (43) 公開日 平成24年4月12日 (2012.4.12)
 審査請求日 平成24年12月20日 (2012.12.20)

(73) 特許権者 000001270
 コニカミノルタ株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
 (74) 代理人 110001254
 特許業務法人光陽国際特許事務所
 (72) 発明者 関根 昇
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タテクノロジーセンター株式会社内
 (72) 発明者 妻目 麻由香
 東京都日野市さくら町1番地コニカミノル
 タテクノロジーセンター株式会社内
 審査官 素川 慎司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子用材料、有機エレクトロルミネッセンス素子、表示素子、照明装置及び金属錯体化合物

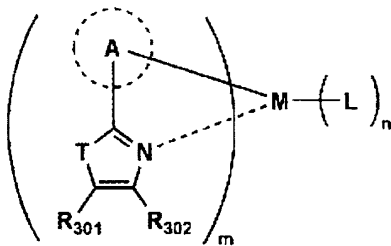
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

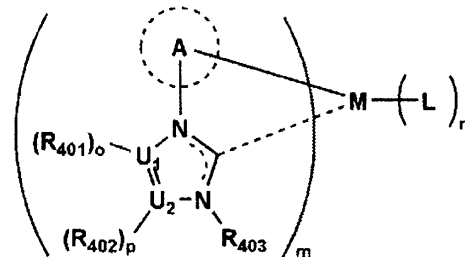
下記一般式(3)または(4)で表される金属錯体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【化1】

一般式(3)



一般式(4)



〔一般式(3)または(4)中、Aは5員または6員の芳香族炭化水素環基、下記一般式(2)で表される基、もしくは、5員または6員の芳香族複素環基を表す。

一般式(3)中、Tは-N(R₃₀₀)-を表す。R₃₀₀は置換基を表し、当該置換基はアルキル基、シクロアルキル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリ

ル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルボリル基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、カルボニル基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、チオール基、シリル基、ホスホノ基を表し、さらにこれら置換基を有していてもよい。

一般式(3)中、 R_{301} 、 R_{302} は各々水素原子または置換基を表し、当該置換基は R_{300} と同義である。

10

一般式(4)中、 U_1 、 U_2 は各々炭素原子または窒素原子を表す。

一般式(4)中、 $R_{401} \sim R_{403}$ は各々水素原子または置換基を表し、当該置換基は一般式(3)の R_{300} と同義である。

一般式(4)中、 o 、 p は0または1の整数であって、 U_1 が窒素原子である場合、 o は0であり、同様に U_2 が窒素原子である場合、 p は0である。

一般式(3)または(4)中、 M は白金またはイリジウムを表す。 m は1~3の整数を表し、 n は0~2の整数を表す。但し、一分子中には、下記一般式(2)で表される基を必ずひとつ含む。]

【化2】

一般式(2)

20



【一般式(2)中、 Q_1 、 Q_3 、 Q_5 は、各々6員の芳香族炭化水素環または6員の芳香族複素環を表し、 Q_2 、 Q_4 は各々ピロール環またはフラン環を表す。]

【請求項2】

前記一般式(3)または(4)のAの置換基として少なくとも一つの前記一般式(2)で表される基を有することを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

30

【請求項3】

請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】

請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する層がウェットプロセスによって形成されたことを特徴とする請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】

請求項3または4に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする表示素子。

40

【請求項6】

請求項3または4に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置。

【請求項7】

請求項1または2に記載の一般式(3)または(4)で表されることを特徴とする金属錯体化合物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子用材料、有機エレクトロルミネッセンス素子、表示素子、照明装置及び金属錯体化合物に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、発光型の電子ディスプレイデバイスとしてエレクトロルミネッセンスディスプレイ（以下、ELDと言う）がある。ELDとして、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子とも言う）が挙げられる。

【0003】

無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには高電圧が必要である。

10

【0004】

有機エレクトロルミネッセンス素子においては発光する化合物を含有する発光層、さらに必要に応じて複数の有機化合物層を陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子および正孔を注入して、再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、この励起子が失活する際の光の放出（蛍光・リン光）を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の低電圧で発光が可能であり、更に自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全素子固体であるために省スペース、携帯性の観点からも注目されている。

【0005】

しかしながら、今後の実用化に向けた有機エレクトロルミネッセンス素子においては、更に効率が高く、長寿命に発光する有機エレクトロルミネッセンス素子の開発が望まれている。

20

【0006】

また、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光材料に蛍光材料だけでなくリン光材料の利用が可能となり鋭意研究開発が行われている。一重項励起子と三重項励起子の生成比は1：3であるが、蛍光材料の場合、励起一重項のみを利用できるのに対し、リン光材料の場合には励起一重項に加えて励起三重項も利用できるため、内部量子効率の上限を100%とすることができる。

【0007】

このため、蛍光材料に比較してリン光材料を利用した場合、原理的に発光効率が4倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られる可能性があることから照明用途としても注目されている。

30

【0008】

一方、有機エレクトロルミネッセンス素子の寿命を改善する手段の一つとして、含有される化合物の構造に着目した研究が進められてきた結果、実用に耐えうる可能性のある材料が幾つか見出されている。

【0009】

しかしながら置換基の導入、およびその導入位置等の構造の小さな変更が、寿命や発光特性等の様々な特性に与える影響が大きく、しかも予測が難しいため解決すべき課題として残されている（例えば、特許文献1～4参照）。

40

【0010】

例えば、特許文献1においては、6-5-6の3つの還が縮合した構造を置換基あるいは金属に結合する環状基として有する金属配位化合物を用いることで、輝度半減時間の長い安定した有機EL素子を提供できると記載されているが、実用上、未だ不十分であり、更に十分な実用可能な特性（半減寿命が長い）を示す有機EL素子が求められているのが現状である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特許4307000号明細書

50

【特許文献2】特開2008-147424号公報
 【特許文献3】特表2008-528646号公報
 【特許文献4】国際公開第2007-078184号
 【発明の概要】
 【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、新規の金属錯体化合物、該金属錯体化合物を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子用材料、該材料を含有し、効率と安定性に優れ、且つ、ダークスポット(DS)の生成が少ない有機エレクトロルミネッセンス素子、該素子を備えた表示装置、照明装置を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

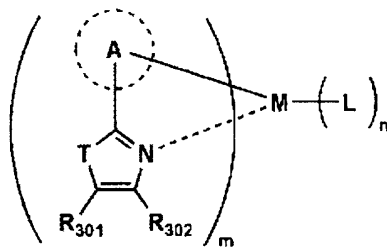
【0013】

本発明の上記目的は下記の構成1~10により達成された。

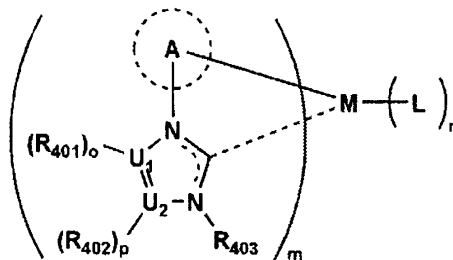
具体的に本発明によれば、構成1において、一般式(1)で表される金属錯体が下記一般式(3)または(4)で表され、下記の条件を満たす有機エレクトロルミネッセンス素子用材料が提供される。

【化3】

一般式(3)



一般式(4)



20

一般式(3)または(4)中、Aは5員または6員の芳香族炭化水素環基、下記一般式(2)で表される基、もしくは、5員または6員の芳香族複素環基を表す。

一般式(3)中、Tは-N(R300)-を表す。R300は置換基を表し、当該置換基はアルキル基、シクロアルキル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルボリル基、複素環基、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリーロチオ基、カルボニル基、アルコキシカルボニル基、アリーロキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、チオール基、シリル基、ホスホノ基を表し、さらにこれら置換基を有していてもよい。

30

40

一般式(3)中、R301、R302は各々水素原子または置換基を表し、当該置換基はR300と同義である。

一般式(4)中、U1、U2は各々炭素原子または窒素原子を表す。

一般式(4)中、R401~R403は各々水素原子または置換基を表し、当該置換基は一般式(3)のR300と同義である。

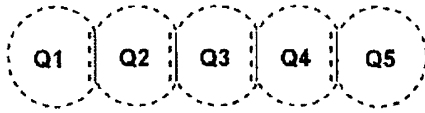
一般式(4)中、o、pは0または1の整数であって、U1が窒素原子である場合、oは0であり、同様にU2が窒素原子である場合、pは0である。

一般式(3)または(4)中、Mは白金またはイリジウムを表す。mは1~3の整数を表し、nは0~2の整数を表す。但し、一分子中には、下記一般式(2)で表される基を必ずひとつ含む。

50

【化4】

一般式(2)



一般式(2)中、Q1、Q3、Q5は、各々6員の芳香族炭化水素環または6員の芳香族複素環を表し、Q2、Q4は各々ピロール環またはフラン環を表す。

【0014】

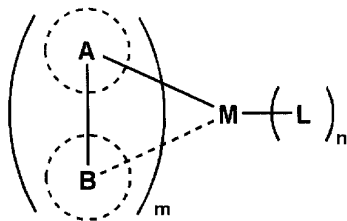
10

1. 下記一般式(1)で表される金属錯体であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【0015】

【化1】

一般式(1)



20

【0016】

[式中、Aは5員または6員の芳香族炭化水素環基、下記一般式(2)で表される基、もしくは、5員または6員の芳香族複素環基を表し、Bは5員または6員の芳香族複素環基もしくは、下記一般式(2)で表される基を表し、AとB、及びAとMは共有結合によって結合しており、BとMは配位結合によって結合している。Mは、元素周期表における8族～10族の遷移金属元素を表し、LはMと配位できる任意の配位子を表す。mは1～3の整数を表し、nは0～2の整数を表す。但し、一分子中には、下記一般式(2)で表される基を必ずひとつ含む。]

30

【0017】

【化2】

一般式(2)



40

【0018】

[式中、Q1、Q3、Q5は、各々6員の芳香族炭化水素環または6員の芳香族複素環を表し、Q2、Q4は各々シクロペンタジエン環または5員の芳香族複素環を表す。]

2. 前記一般式(1)のAまたはBの置換基として少なくとも一つの前記一般式(2)で表される基を有することを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【0019】

3. 前記一般式(2)のQ2、Q4は、各々窒素原子または酸素原子を含む5員の芳香

50

族複素環であることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【 0 0 2 0 】

4 . 前記一般式 (1) の B は 5 員の含窒素芳香族複素環であることを特徴とする前記 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【 0 0 2 1 】

5 . 前記一般式 (1) の M が白金またはイリジウムであることを特徴とする前記 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【 0 0 2 2 】

6 . 前記 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。 10

【 0 0 2 3 】

7 . 前記 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する層がウェットプロセスによって形成されたことを特徴とする前記 6 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 4 】

8 . 前記 6 または 7 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする表示素子。

【 0 0 2 5 】

9 . 前記 6 または 7 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えたことを特徴とする照明装置。 20

【 0 0 2 6 】

1 0 . 前記 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の一般式 (1) で表されることを特徴とする金属錯体化合物。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 7 】

本発明により、新規の金属錯体化合物、該金属錯体化合物を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子用材料、該材料を含有し、効率と安定性に優れ、且つ、ダークスポットの生成が少ない有機エレクトロルミネッセンス素子、該素子を備えた表示装置及び照明装置を提供することができた。 30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】 有機 E L 素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【 図 2 】 表示部の模式図である。

【 図 3 】 照明装置の概略図である。

【 図 4 】 照明装置の断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 9 】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料においては、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の構成を有することにより、新規の金属錯体化合物を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を提供し、該材料を含有し、効率と安定性に優れ、且つ、ダークスポットの生成が少ない有機エレクトロルミネッセンス素子、該素子を備えた表示装置及び照明装置を提供することができた。 40

【 0 0 3 0 】

併せて、新規の金属錯体化合物を提供することができた。

【 0 0 3 1 】

上記の本発明の解決すべき課題に対して、本発明者等は、従来公知の 6 - 5 - 6 の縮合環構造を有する化合物の検討を続けていたが、上述したように化合物の構造と性能の予測が非常に困難であった。

【 0 0 3 2 】

しかしながら、本発明者らは上記課題に鑑み、更に鋭意検討を行う中で多環系化合物に着目し、検討を継続してきた。

【0033】

その結果、6-5-6縮環構造に変えて、6-5-6-5-6縮環構造を有する配位子を用いた新規な金属錯体化合物を有機EL素子用材料に適用することで、効率に優れ、安定性（特に初期輝度の劣化を抑制することが可能）に優れた有機EL素子を提供できることが明らかとなった。

【0034】

また、期待していなかった効果としてダークスポットの生成を抑制した有機EL素子を提供できることも明らかとなった。

10

【0035】

更に、本発明に係る一般式(1)で表される金属錯体（金属錯体化合物）を発光ドーパントとして用い、特定構造の化合物を発光ホストや隣接層有機材料として併用することで、より発光効率が高く、且つ、高い安定性（半減寿命が長い）、ダークスポット（DS）の生成の少ない有機エレクトロルミネッセンス素子を提供できることが明らかとなった。

【0036】

一般式(1)で表される金属錯体を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を用いることにより、本願発明の効果が得られる、その性能発現機構の詳細については明らかとはならないが、特定の縮環構造を発光ドーパント内に導入することで、基底状態と励起状態の構造変位抑制効果、立体障害性による発光ドーパントの凝集抑制作用、電荷輸送時に生じるカチオンラジカル、アニオンラジカルを非局在化することによって得られるラジカル共役安定化効果、ホスト分子との相互作用を適度に保つことでホスト-発光ドーパント間エネルギー移動効率化、分散性向上効果、分散性向上に由来する有機層内微量不純物の分散による影響低減効果等、様々な効果が得られたものと推測している。

20

【0037】

これらの効果はいずれも本発明に係る化合物に含有される特定の縮環構造に由来する部分が大きく、本発明に係る化合物自体の安定性が高まり、さらに他の有機材料との相互作用を適度に調節することができたためと考えられる。

【0038】

以下、本発明について詳細に説明する。

30

【0039】

《有機エレクトロルミネッセンス素子用材料》

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料について説明する。

【0040】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料は、上記1の一般式(1)で表される金属錯体（金属錯体化合物）であることが特徴であり、

《一般式(1)で表される金属錯体（金属錯体化合物）

本発明に係る上記一般式(1)で表される金属錯体（金属錯体化合物ともいう）について説明する。

【0041】

40

一般式(1)において、Aで表される5員または6員の芳香族炭化水素環基としては、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ビフェニル基等などが挙げられる。

【0042】

中でも、フェニル基が好ましい。

【0043】

これらの基は後述する置換基を更に有していても良い。

【0044】

一般式(1)において、Aで表される5員または6員の芳香族複素環基としては、表し

50

、例えば、ピリジル基、キノリル基、ピリミジル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、トリアゾリル基等が挙げられる。

【0045】

中でも、ピリジル基、キノリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、トリアゾリル基が好ましい。

【0046】

これらの基は後述する置換基を更に有していても良い。

【0047】

一般式(1)において、Bで表される5員または6員の芳香族複素環基は、一般式(1)において、Aで表される5員または6員の芳香族複素環基と同義である。

10

【0048】

《置換基》

一般式(1)において、A、Bで各々表される基は、更に置換基を有していても良く、このような置換基として、アルキル基、シクロアルキル基、アルキニル基、芳香族炭化水素環基(芳香族炭素環基、アリール基等ともいい、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ピフェニル基等)、芳香族複素環基(例えば、ピリジル基、ピリミジル基、フリル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ピラゾリル基、ピラジニル基、トリアゾリル基(例えば、1,2,4-トリアゾール-1-イル基、1,2,3-トリアゾール-1-イル基等))、オキサゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、チアゾリル基、イソオキサゾリル基、イソチアゾリル基、フラザニル基、チエニル基、キノリル基、ベンゾフリル基、ジベンゾフリル基、ベンゾチエニル基、ジベンゾチエニル基、インドリル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルボリル基(前記、カルボリニル基のカルボリン環構成する炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったもの)、キノキサリニル基、トリアジニル基、キナゾリニル基、フタラジニル基等)、複素環基(例えば、ピロリジル基、イミダゾリル基、モルホリニル基、オキサゾリル基等)、アルコキシ基、シクロアルコキシ基、アリールオキシ基、アルキルチオ基、シクロアルキルチオ基、アリールチオ基、カルボニル基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、スルファモイル基、アシル基、アシルオキシ基、アミド基、カルバモイル基、ウレイド基、スルフィニル基、アルキルスルホニル基、アリールスルホニル基、ヘテロアリールスルホニル基、アミノ基、ハロゲン原子、フッ化炭化水素基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、チオール基、シリル基、ホスホノ基等が挙げられる。

20

30

【0049】

これらの基は、更に上記の置換基を有していても良い。

【0050】

また、AとBおよびAとMは共有結合によって結合しており、BとMは配位結合によって結合しており、Bの配位原子は窒素や酸素などのヘテロ原子であっても、カルベン構造による炭素原子のいずれであっても良く、好ましくは窒素原子、炭素原子である。

40

【0051】

一般式(1)において、Mは元素周期表における8族~10族の遷移金属元素(単に遷移金属ともいう)を表し、中でも、イリジウム、白金が好ましく、更に好ましくはイリジウムである。

【0052】

一般式(1)において、LはMと配位できる任意の配位子を表し、Lは当該業者にとって、周知の配位子である。従来公知の金属錯体に用いられる配位子としては、種々の公知の配位子があるが、例えば、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」Springer-Verlag社 H.Yersin著 1987年発行、「有機金属化学-基礎と応用

50

「」 裳華房社 山本明夫著 1982年発行 等に記載の配位子（例えば、ハロゲン配位子（好ましくは塩素配位子）、含窒素ヘテロ環配位子（例えば、ピピリジル、フェナントロリンなど）、ジケトン配位子など）が挙げられる。

【0053】

更に、置換または無置換のフェニルピリジン、フェニルピラゾール、フェニルイミダゾール、フェニルtriaゾール、フェニルテトラゾール、ピラザポール、ピコリン酸、カルベン等も好ましい配位子として併用することが可能である。

【0054】

式中、 m は1～3の整数を表し、 n は0～2の整数を表し、これらはMで表される遷移金属の価数に応じた値を取ることができるが、好ましくは $m+n=3$ であり、この時 m が2あるいは3であることが好ましく、 m が3であることが最も好ましい。

10

【0055】

本発明に係る一般式(1)で表される金属錯体（金属錯体化合物）の中でも、下記一般式(3)または(4)で表される金属錯体（金属錯体化合物）が好ましい。

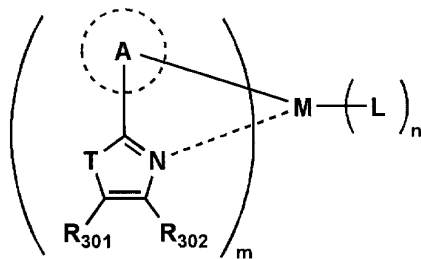
【0056】

《一般式(3)または(4)で表される金属錯体》

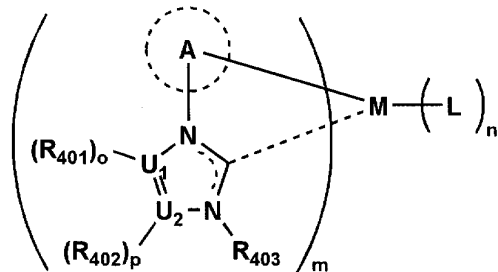
【0057】

【化3】

一般式(3)



一般式(4)



20

【0058】

一般式(3)において、Tは、 $-N(R_{300})-$ 、酸素原子または硫黄原子を表す。ここで、 R_{300} は置換基を表し、該置換基は、一般式(1)において、A、Bで各々表される基が、更に有していてもよい置換基と同義である。

【0059】

中でも、アルキル基、シクロアルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基が好ましく、更に好ましくは、分岐アルキル基、置換基を有する芳香族炭化水素環基である。

【0060】

一般式(3)において、 R_{301} 、 R_{302} は、各々水素原子または置換基を表すが、該置換基は、一般式(1)において、A、Bで各々表される基が、更に有していてもよい置換基と同義である。

30

40

【0061】

一般式(3)において、M、L、 m 及び n は上記一般式(1)のM、L、 m 、 n と各々同義である。

【0062】

一般式(4)において、 U_1 、 U_2 は、各々炭素原子または窒素原子を表し、 R_{401} ～ R_{403} は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は、一般式(1)において、A、Bで各々表される基が、更に有していてもよい置換基と同義である。

【0063】

中でも、特に R_{403} は、芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基を表すことが好ま

50

しく、更に好ましくは、芳香族炭化水素環基である。

【0064】

一般式(4)において、 o 、 p は0または1の整数であって、 U_1 が窒素原子である場合、 o は0であり、同様に U_2 が窒素原子である場合、 p は0である。

【0065】

一般式(4)において、 M 、 L 、 m 及び n は、上記一般式(1)の M 、 L 、 m 、 n と同義である。

【0066】

本発明に係る一般式(1)で表される金属錯体(金属錯体化合物)は、 A 、 B の置換基として、または、 A 、 B として少なくとも一つの上記一般式(2)で示される基が存在することが本発明の特徴である。

10

【0067】

また、本発明に係る一般式(1)で表される金属錯体(金属錯体化合物)の好ましい態様である、一般式(3)または一般式(4)で表される金属錯体(金属錯体化合物)においては、 A として、または、 A の置換基として、 $R_{300} \sim R_{302}$ および $R_{401} \sim R_{403}$ で表される置換基として上記一般式(2)で示される基を有する。

【0068】

《一般式(2)で表される基》

本発明に係る一般式(2)で表される基について説明する。

【0069】

一般式(2)において、 Q_1 、 Q_3 及び Q_5 で各々表される6員の芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環が用いられる。

20

【0070】

一般式(2)において、 Q_1 、 Q_3 及び Q_5 で各々表される6員の芳香族複素環としては、一般式(1)において、 A で表される6員の芳香族複素環基と同義であり、中でも、ピリジン環が好ましい。

【0071】

一般式(2)において、 Q_2 、 Q_4 で各々表されるシクロペンタジエン環は、未置換でも、また、置換基を有していてもよく、中でも、置換基として、カルボニル基を置換基として有することによりシクロペンタジエノン環を形成することが好ましい。

30

【0072】

一般式(2)において、 Q_2 、 Q_4 で各々表される5員の芳香族複素環は、一般式(1)において、 A で表される5員の芳香族複素環基と同義であり、中でも、フラン環、ピロール環が好ましい。

【0073】

本発明に係る一般式(2)で表される基は、前述の通り一般式(1)で表される化合物において、 A 、 B の置換基として、または、 A 、 B として少なくとも一つ存在しているが、より好ましくは、 A または B の置換基または A として存在することであり、更に好ましくは、 B の置換基または A として存在することであり、最も好ましくは B の置換基として存在することである。

40

【0074】

本発明に係る一般式(2)で表される基(部分構造ともいう)の好ましい態様として、下記の一般式($Q-1$)~($Q-5$)で各々表される基が挙げられる。

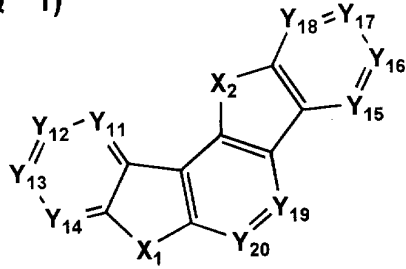
【0075】

《一般式($Q-1$)~($Q-5$)で各々表される基》

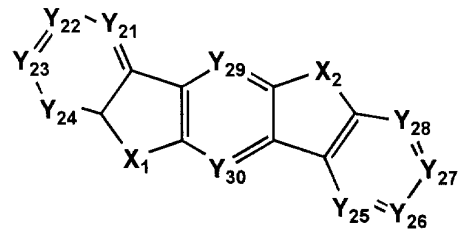
【0076】

【化4】

(Q-1)

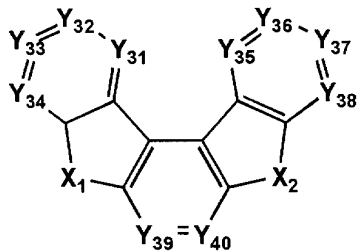


(Q-2)

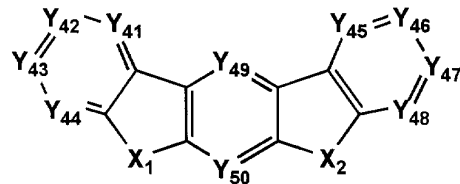


10

(Q-3)

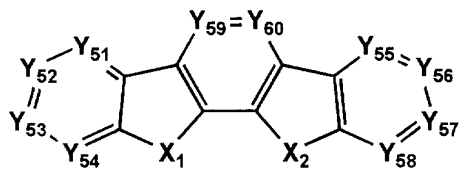


(Q-4)



20

(Q-5)



【0077】

一般式(Q-1)~(Q-5)において、 X_1 および X_2 は各々独立に $N(R_1)$ 、 $C(R_2)$ 、 $C(R_3)$ 、 O または S を表す。

【0078】

ここで、 R_1 ~ R_3 は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は、一般式(1)において、 A 、 B で各々表される基が、更に有していてもよい置換基と同義である。

30

【0079】

R_1 としては、アルキル基、芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基であることが好ましく、更に好ましくは、芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基である。

【0080】

R_2 および R_3 としては、アルキル基、芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基であることが好ましく、更に好ましくは、アルキル基または芳香族複素環基である。

【0081】

一般式(Q-1)~(Q-5)において、 Y_{11} ~ Y_{60} は、各々独立に $-C(R_{yy})$ 、 $-N=$ を表し、 R_{yy} の yy は対応する Y_{11} ~ Y_{60} の Y 以下の二桁の番号を表し、各々独立に水素原子あるいは置換基を表し、該置換基は、一般式(1)において、 A 、 B で各々表される基が、更に有していてもよい置換基と同義である。

40

【0082】

中でも、アルキル基、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基、アミノ基またはホスホノ基であることが好ましい。

【0083】

但し、一般式(Q-1)~(Q-5)が、 A または B である場合には R_{11} ~ R_{20} 、 R_{21} ~ R_{30} 、 R_{31} ~ R_{40} 、 R_{41} ~ R_{50} 、 R_{51} ~ R_{60} で表されるそれぞれ基のうち、二つは A と B 間の単結合と M との結合を表し、上記一般式(Q-1)~(Q-

50

5) が、A または B の置換基である場合には、 $R_{11} \sim R_{20}$ 、 $R_{21} \sim R_{30}$ 、 $R_{31} \sim R_{40}$ 、 $R_{41} \sim R_{50}$ 、 $R_{51} \sim R_{60}$ で表されるそれぞれの基のうち、一つは A または B と一般式 (Q - 1) ~ (Q - 5) とを結合する単結合である。

【0084】

一般式 (Q - 1) ~ (Q - 5) で表される基の中でも、一般式 (Q - 1)、一般式 (Q - 4)、一般式 (Q - 5) のいずれかが好ましく、更に好ましくは、(Q - 4) または (Q - 5) である。

【0085】

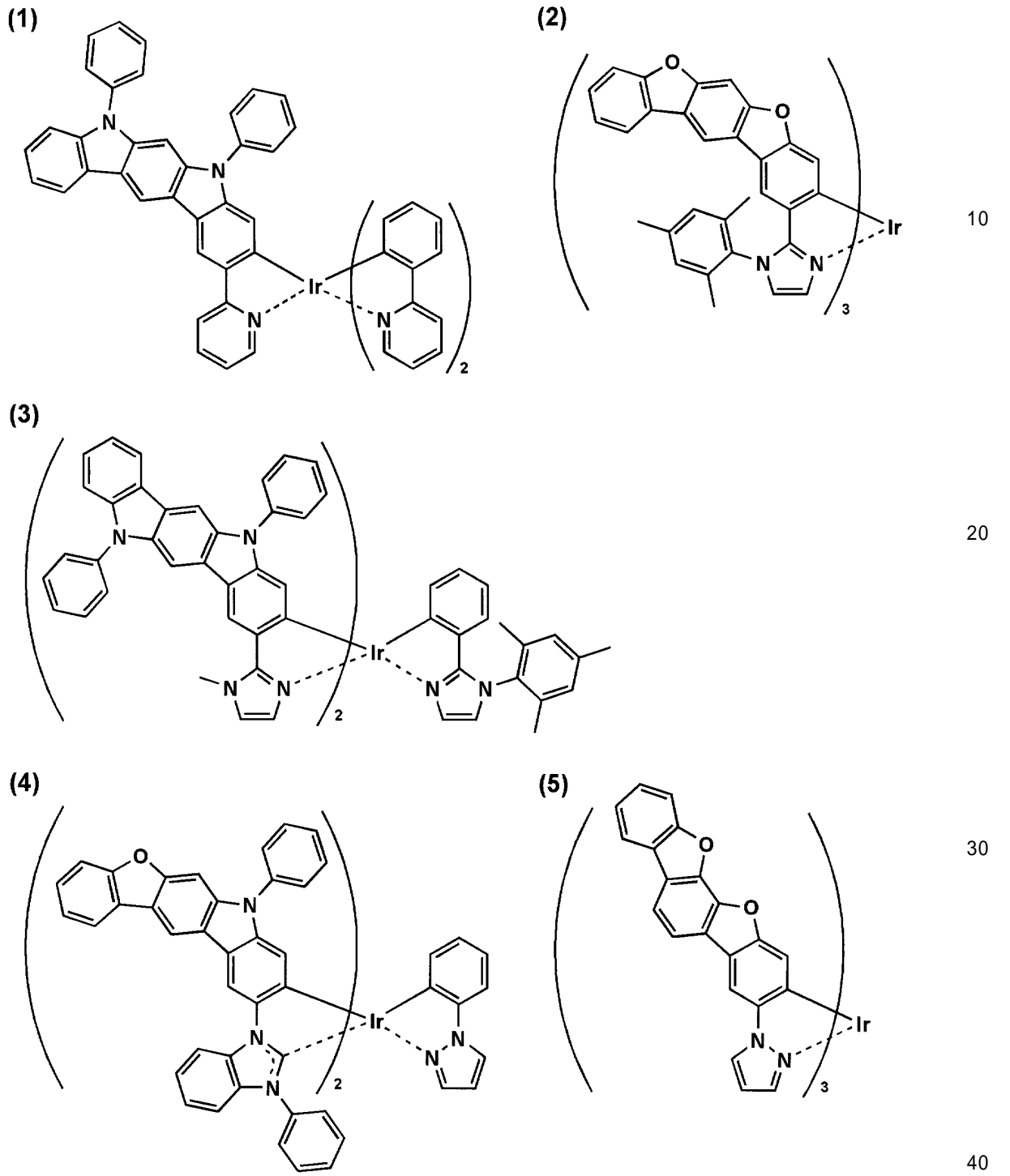
以下、本発明の一般式 (1) で表される化合物の具体例を挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【0086】

尚、本発明の一般式 (1) で表される化合物は、The Journal of Organic Chemistry . 72 巻、5119 - 5128 頁 (2007 年)、特表 2008 - 545630 号公報、国際公開第 2009 / 148016 号、国際公開第 2009 / 148062 号、Inorg . Chem . 40 巻、1704 ~ 1711 頁や上述の先行文献等の合成法を参考にして合成することができる。

【0087】

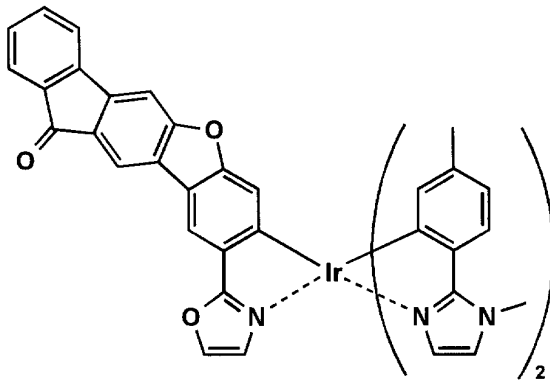
【化5】



【0088】

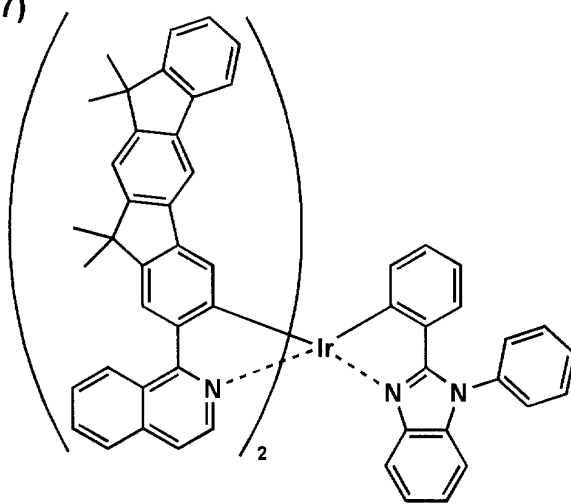
【化6】

(6)

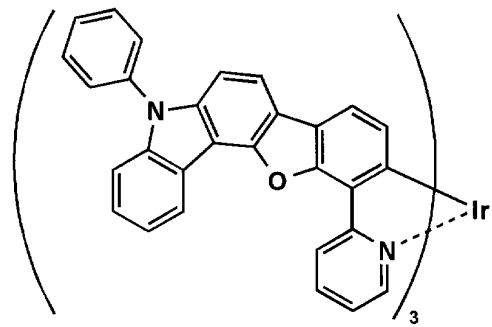


10

(7)

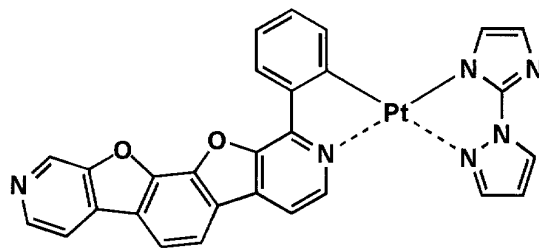


(8)

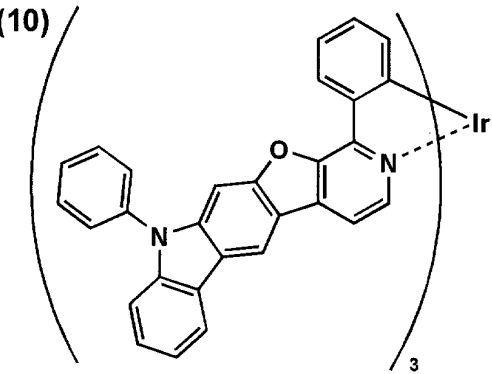


20

(9)

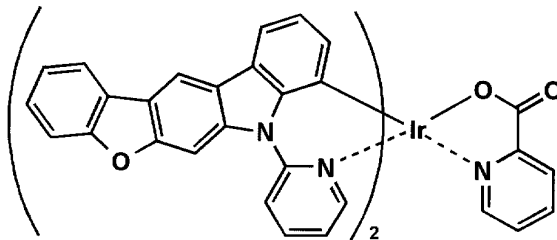


(10)



30

(11)

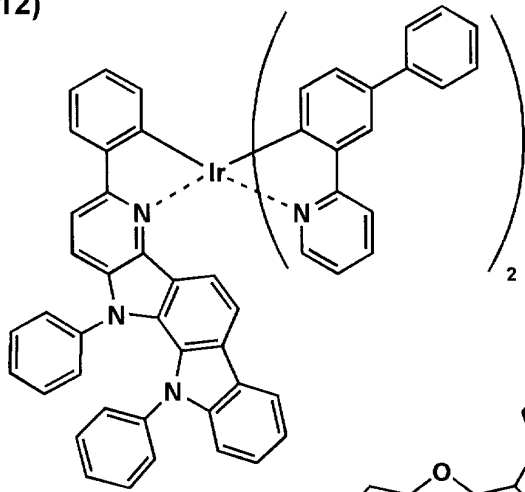


40

【0089】

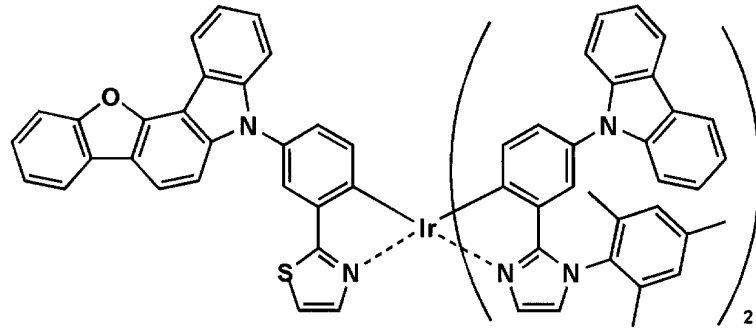
【化7】

(12)



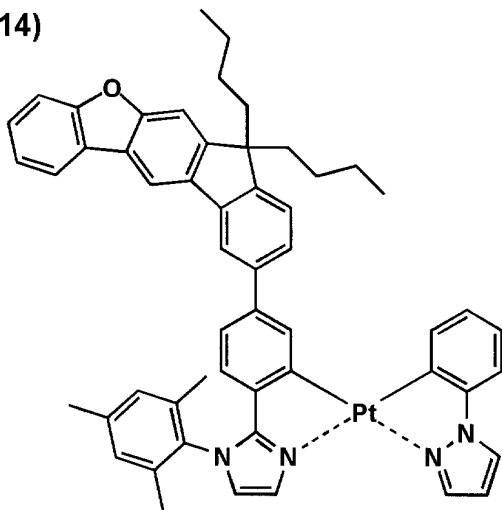
10

(13)

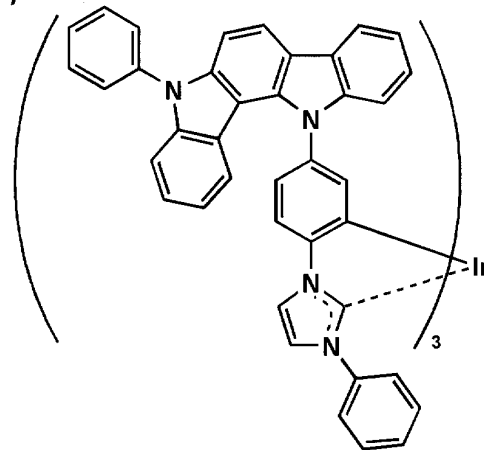


20

(14)

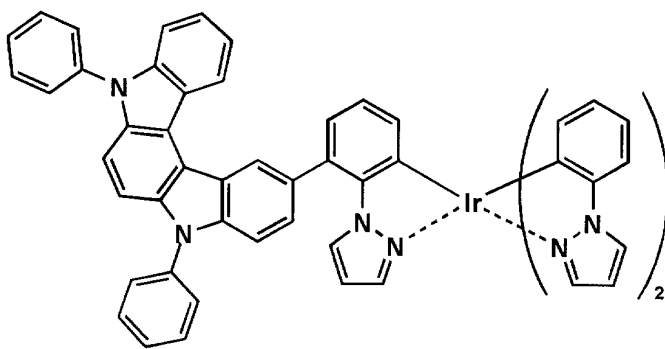


(15)



30

(16)

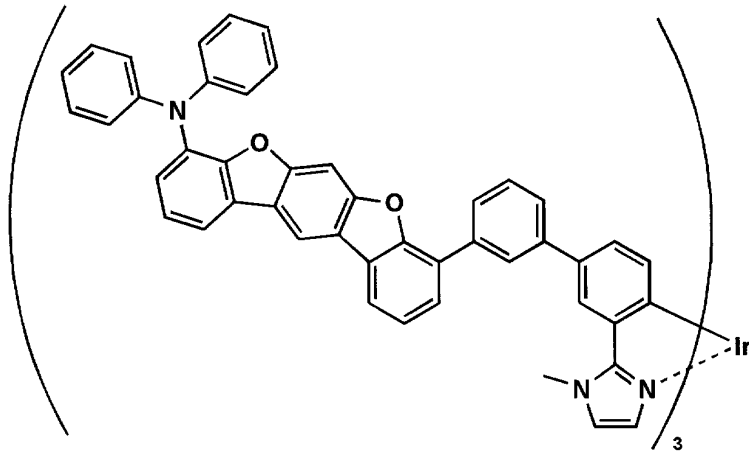


40

【0090】

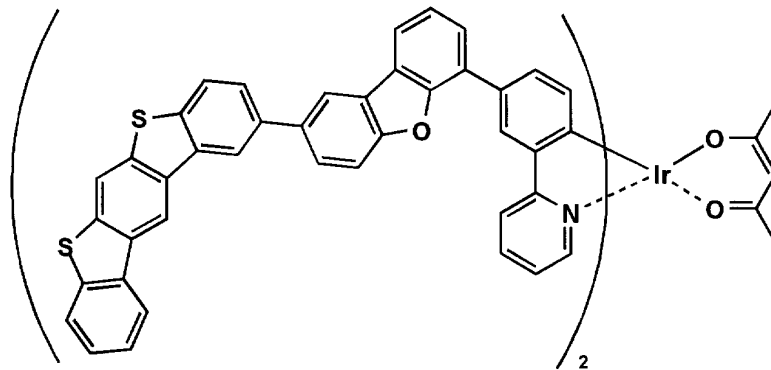
【化 8】

(17)



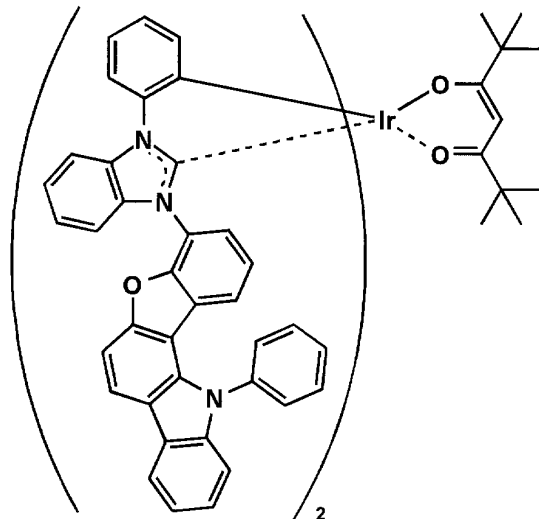
10

(18)



20

(19)



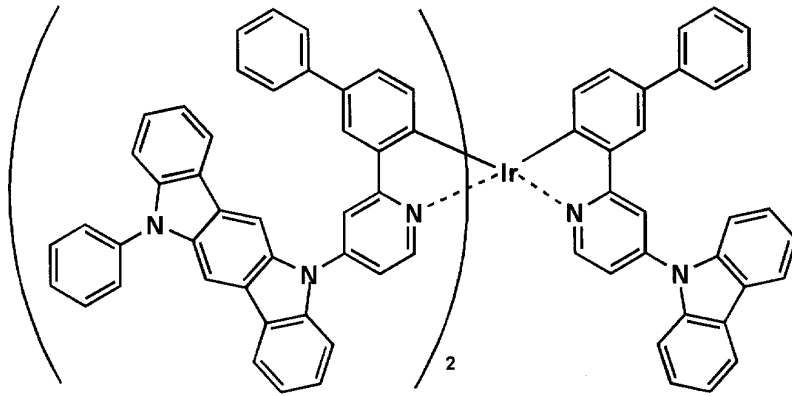
30

40

【 0 0 9 1 】

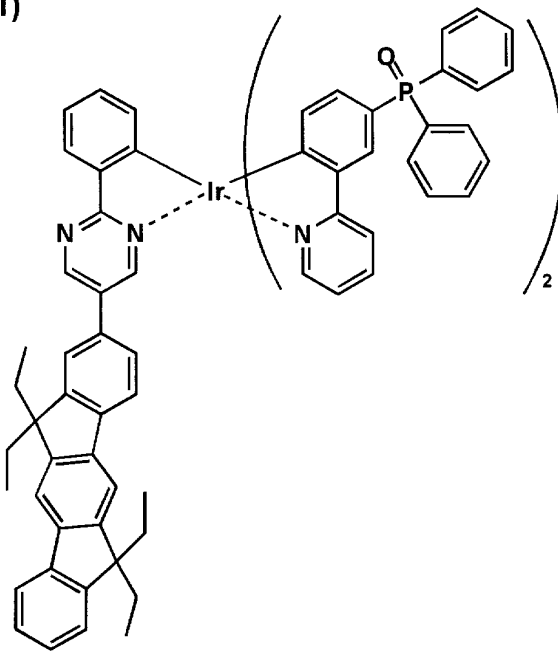
【化9】

(20)



10

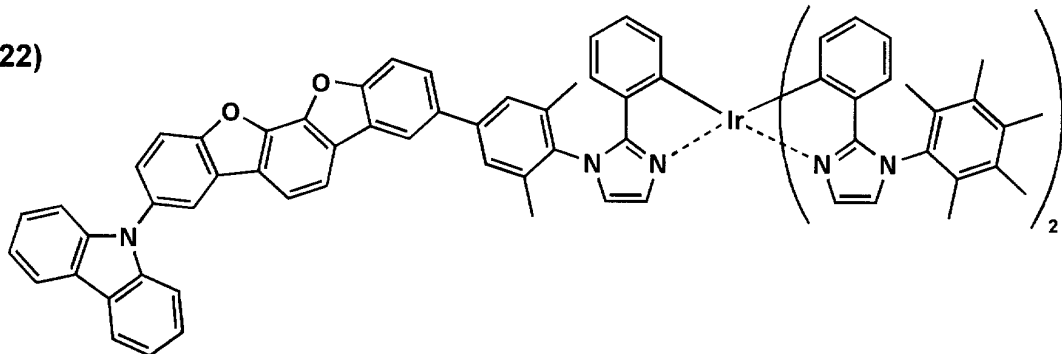
(21)



20

30

(22)

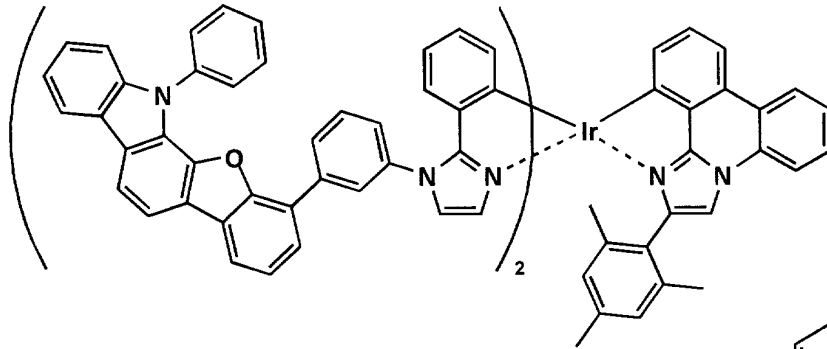


40

【0092】

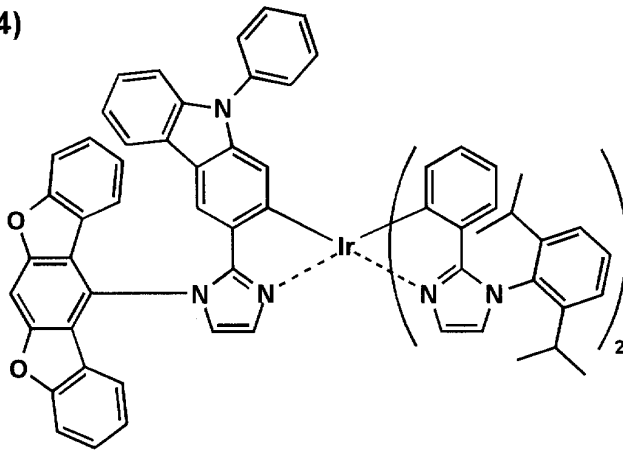
【化 1 0】

(23)

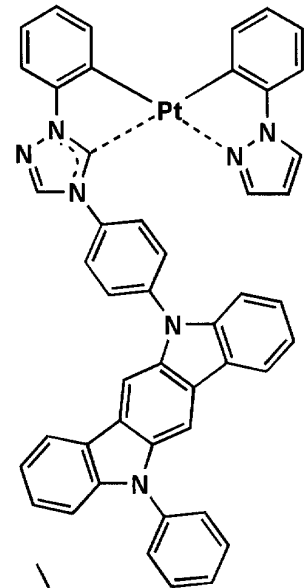


10

(24)

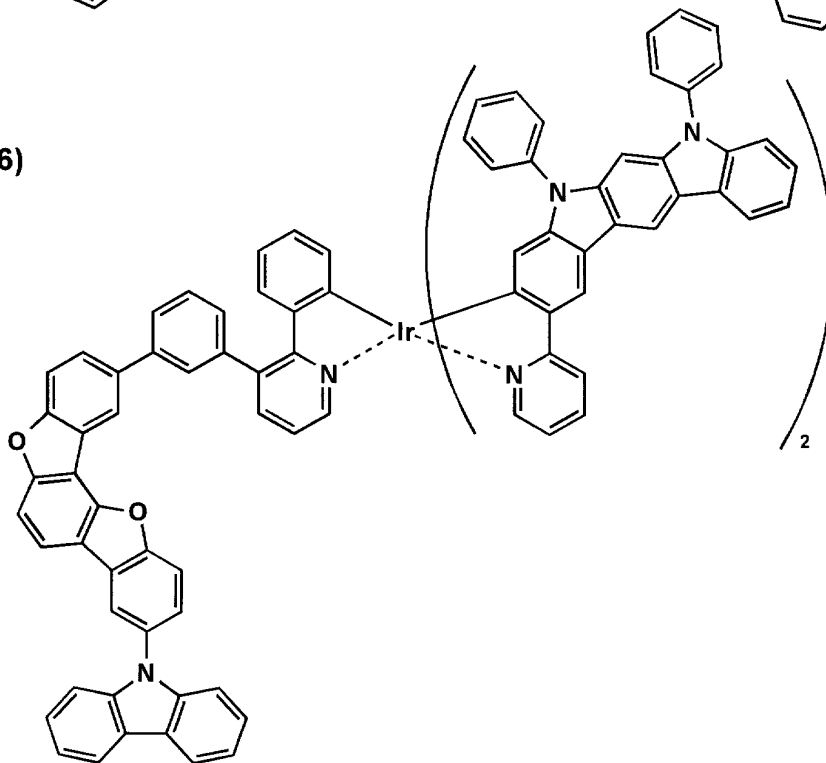


(25)



20

(26)

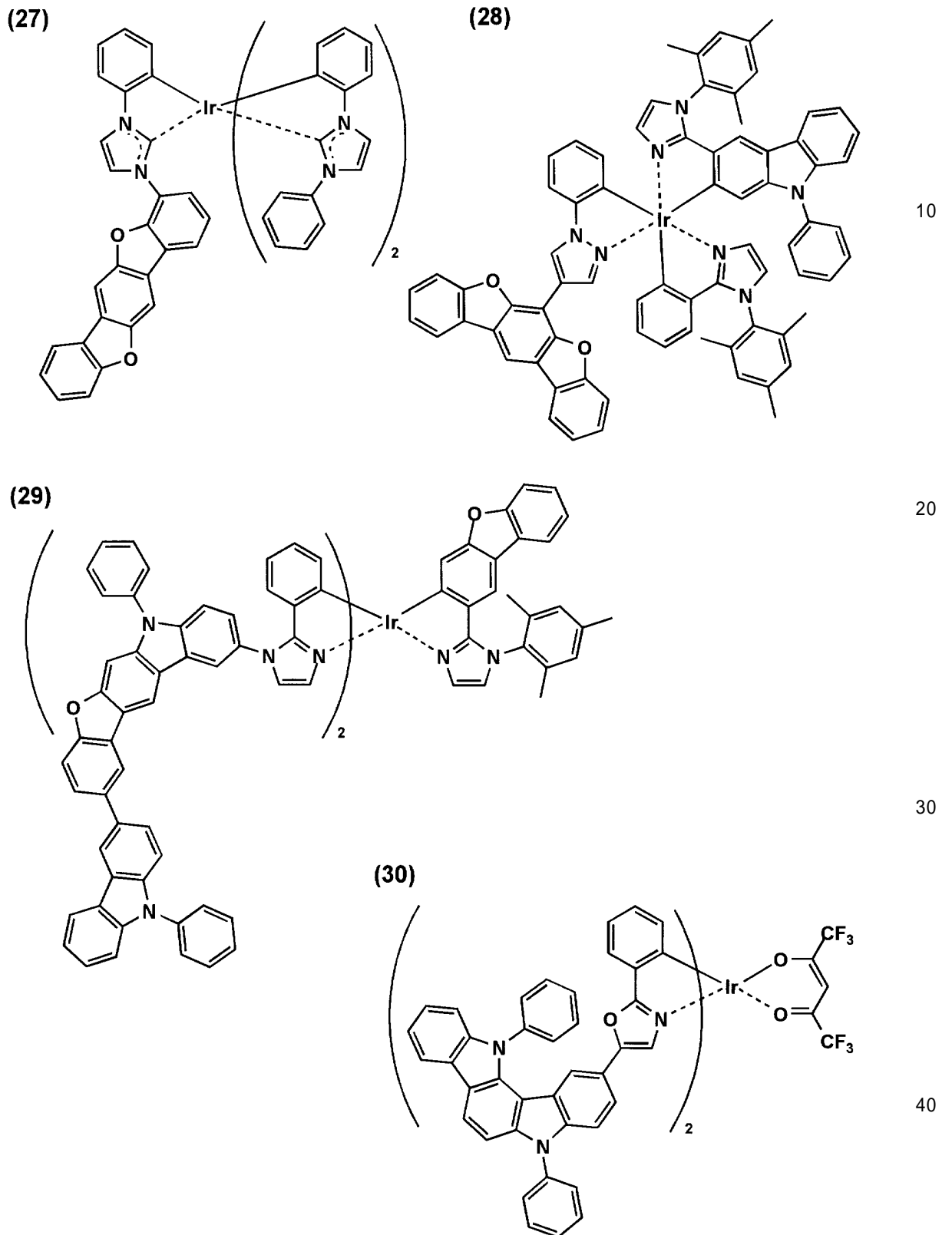


30

40

【 0 0 9 3】

【化 1 1】



【0094】

本発明に係る化合物は、有機エレクトロルミネッセンス素子中のいずれの有機層に含まれていても良く、各有機層は、本発明に係る化合物単独で構成されていても良いし、他の材料と混合して用いられていても良い。本発明に係る化合物の使用用途として好ましくは発光材料、正孔輸送材料、電子輸送材料として用いられることが好ましく、さらに好まし

くは発光材料、正孔輸送材料として用いられることであり、より好ましくは発光材料として用いられることであって、特に発光層中において、発光ドーパント（リン光ドーパント）として用いられることが最も好ましい。

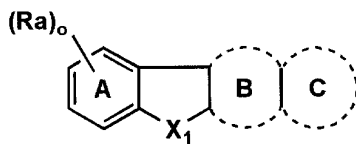
【0095】

また、本発明に係る化合物を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、いずれかの有機層に下記一般式(5)～(7)のいずれかで表される構造を有する化合物を含有することが好ましい。

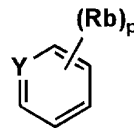
【0096】

【化12】

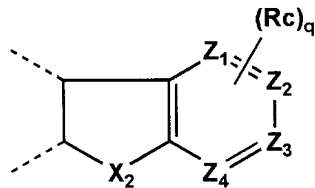
一般式(5)



一般式(6)



一般式(7)



【0097】

上記一般式(5)～(7)のいずれかで表される構造において、環Bは二つの隣接環と任意の位置で結合する上記一般式(6)で表される構造を表す。構造Bは縮合して環Aと環Cを結合し、環Cは上記一般式(7)で表される構造を表す。

【0098】

X₁ および X₂ は各々独立に酸素原子、硫黄原子、N(R5)、C(R6)(R7)またはC=Oを表し、好ましくは、酸素原子またはN(R5)を表す。

【0099】

また、X₁ および X₂ のいずれかが酸素原子であることがより好ましく、X₁ および X₂ が酸素とN(R5)の組み合わせであることが更に好ましい。

【0100】

R5～R7は、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は、一般式(1)において、A、Bで各々表される基が、更に有していてもよい置換基と同義である。

【0101】

中でも、アルキル基、芳香族炭化水素環基または芳香族複素環基であることが好ましい。また、基はさらに置換基を有していても良く、さらに互いに結合して環を形成しても良い。

【0102】

Ra、Rb、Rcは、各々水素原子または置換基を表し、該置換基は、一般式(1)において、A、Bで各々表される基が、更に有していてもよい置換基と同義である。

【0103】

中でも、芳香族炭化水素環基、芳香族複素環基またはアミノ基であることが好ましく、更に好ましくは、ジベンゾフリル基、カルバゾリル基、カルポリニル基、ジアザカルバゾリル基またはジアリールアミノ基であり、特に好ましくは、カルバゾリル基、カルポリニ

10

20

30

40

50

ル基またはジアリールアミノ基が挙げられる。

【0104】

これらの基は炭素 - 炭素結合で結合しても良いし、炭素 - 窒素結合で結合しても良く、更に置換基を有していても良い。

【0105】

o は 0 ~ 4 の整数を表し、 p は 0 ~ 2 の整数を表し、 q は 0 ~ 4 の整数を表し、 $o + q = 1$ であることがより好ましい。

【0106】

Y および $Z_1 \sim Z_4$ は炭素原子あるいは窒素原子を表し、環の他の構成原子と共に 6 員芳香環を形成する。 Z_1 、 Z_2 、 Z_3 および Z_4 のいずれかが窒素原子を表す場合、 Z_1 あるいは Z_3 のいずれかが窒素原子であることがより好ましい。

10

【0107】

上記一般式 (5) ~ (7) のいずれかで表される化合物は、本発明に係る一般式 (1) で表される化合物と同じ層に含まれていても良いし、それ以外の層に含まれていても良いが、好ましくは本発明の一般式 (1) で表される化合物と同じ層および該層の隣接層に含まれることであり、最も好ましいのは同一の層に含有されることである。

【0108】

《有機 EL 素子の構成層》

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

20

【0109】

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

本発明の有機 EL 素子においては、青色発光層の発光極大波長は 430 nm ~ 480 nm にあるものが好ましく、緑色発光層は発光極大波長が 510 nm ~ 550 nm、赤色発光層は発光極大波長が 600 nm ~ 640 nm の範囲にある単色発光層であることが好ましく、これらを用いた表示素子であることが好ましい。

30

【0110】

またこれらの少なくとも 3 層の発光層を積層して白色発光層としたものであっても良い。さらに発光層間には非発光性の中間層を有していても良い。

【0111】

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

【0112】

本発明の有機 EL 素子を構成する各層について説明する。

【0113】

《発光層》

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

40

【0114】

発光層の膜厚の総和に特に制限はないが、膜の均質性や発光時に不必要な高電圧を印加するのを防止し、かつ駆動電流に対する発光色の安定性向上の観点から、2 nm ~ 5 μm の範囲に調整することが好ましく、更に好ましくは 2 nm ~ 200 nm の範囲に調整され、特に好ましくは 10 nm ~ 40 nm の範囲である。

【0115】

50

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

【0116】

（発光性ドーパント化合物）

発光性ドーパント化合物について説明する。

【0117】

発光性ドーパント化合物としては、蛍光ドーパント化合物、リン光ドーパント化合物を用いる事ができる。

【0118】

（リン光ドーパント化合物）

本発明に係るリン光ドーパント化合物について説明する。

10

【0119】

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

【0120】

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

20

【0121】

リン光ドーパント化合物の発光原理としては2種挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト化合物上でのキャリアの再結合が起こって、発光性ホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをリン光ドーパントに移動させることでリン光ドーパントからの発光を得る、というエネルギー移動型。

【0122】

もう一つはリン光ドーパント化合物自身がキャリアトラップとなり、リン光ドーパント上でキャリアの再結合が生じ、リン光ドーパント化合物からの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、いずれの場合においても、リン光ドーパント化合物の励起状態のエネルギーは、ホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが良好な発光を得るための条件である。

30

【0123】

以下にリン光ドーパントとして用いられる公知の化合物の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されない。また、これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704～1711頁に記載の方法などにより合成できる。

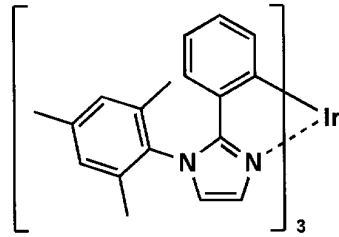
【0124】

以下に発光ドーパントの例を挙げるがこれらに限定されない。

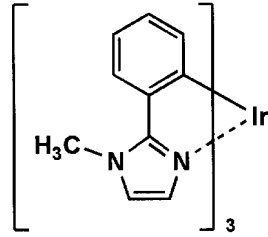
【0125】

【化 1 3】

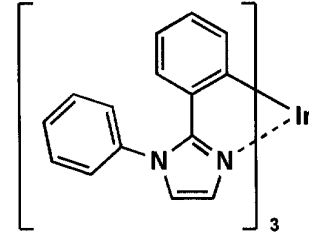
D-1



D-2

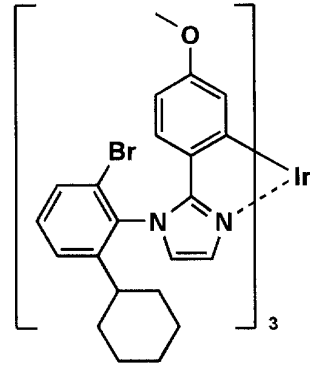


D-3

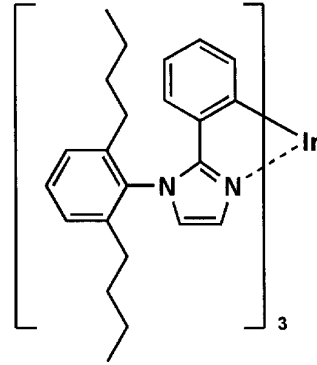


10

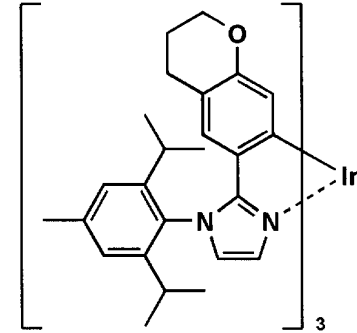
D-4



D-5

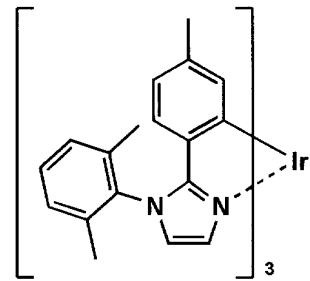


D-6

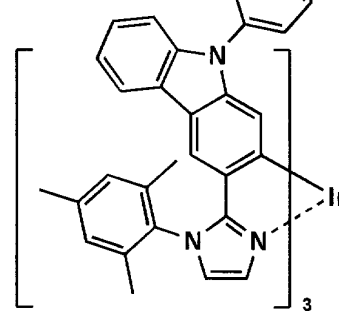


20

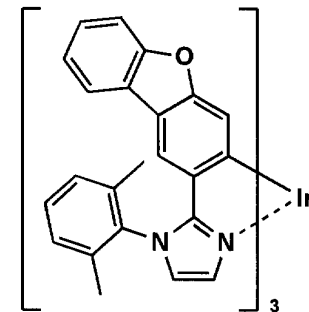
D-7



D-8

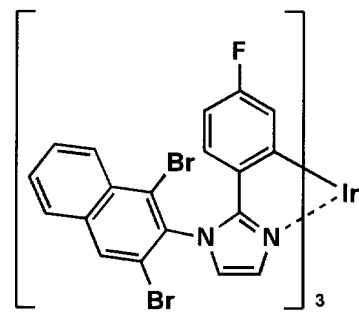


D-9

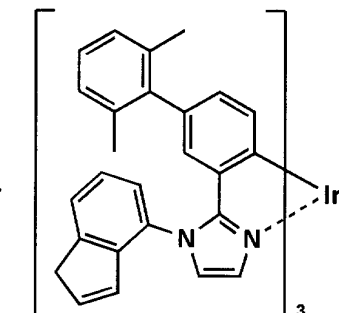


30

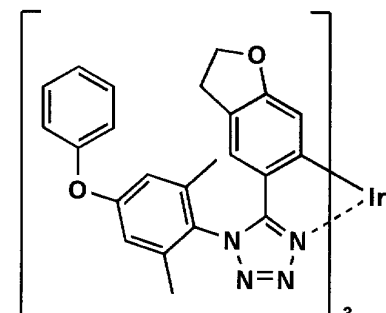
D-10



D-11



D-12

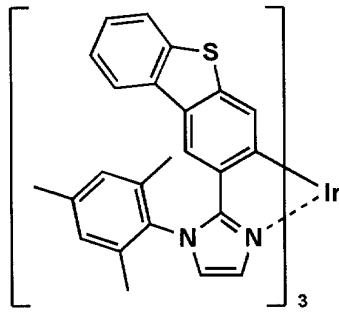


40

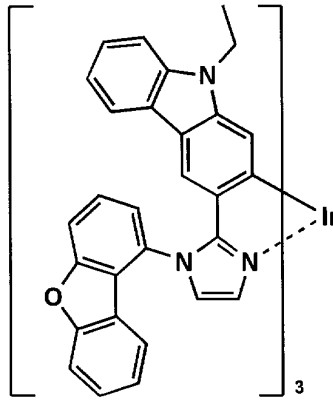
【 0 1 2 6】

【化 1 4】

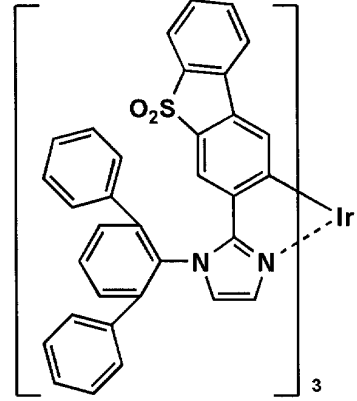
D-13



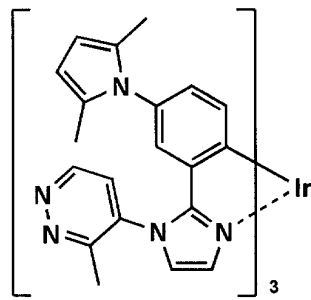
D-14



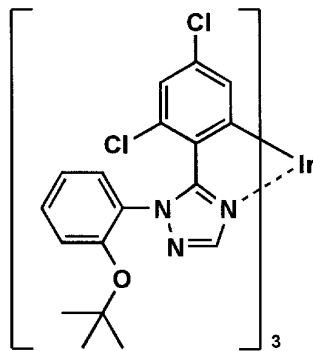
D-15



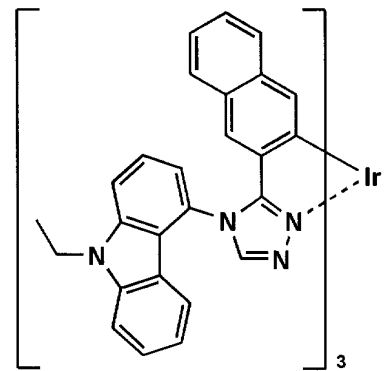
D-16



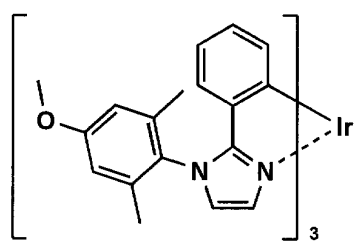
D-17



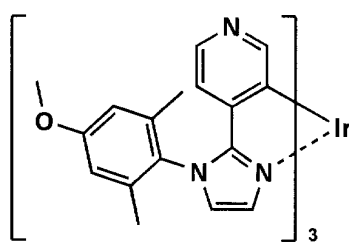
D-18



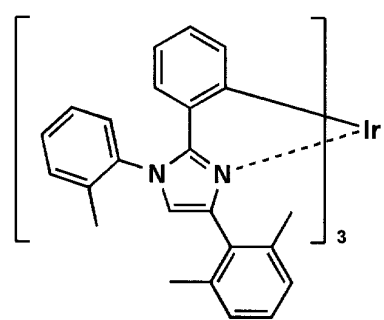
D-19



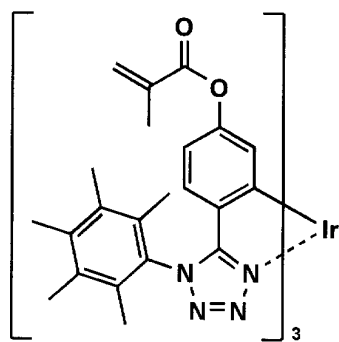
D-20



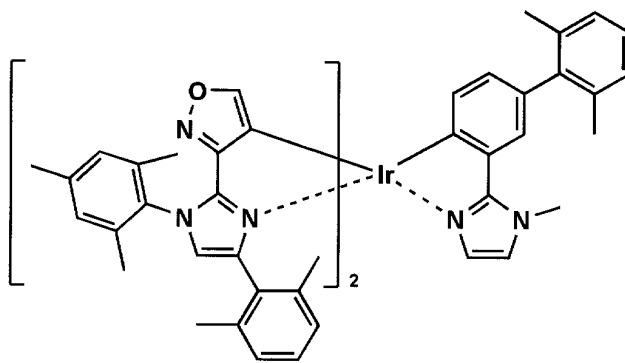
D-21



D-22



D-23



【 0 1 2 7 】

10

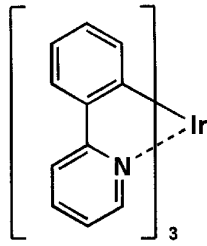
20

30

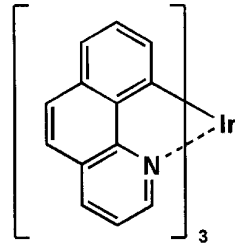
40

【化 1 5】

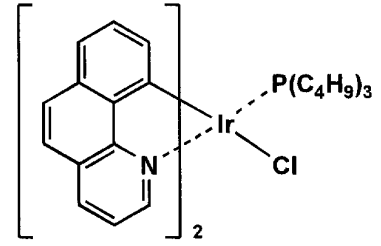
D-24



D-25

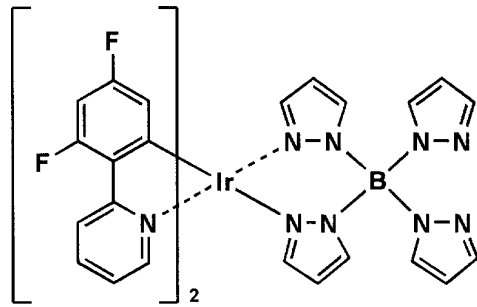


D-26

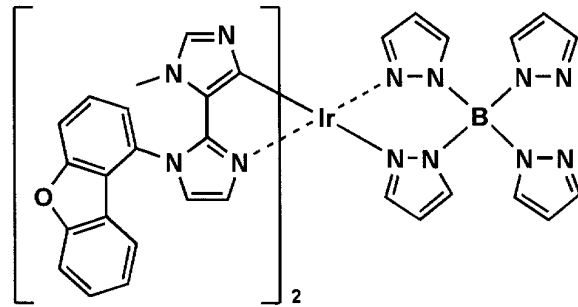


10

D-27

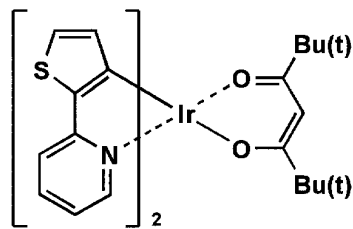


D-28

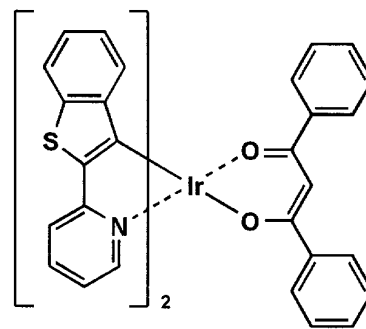


20

D-29

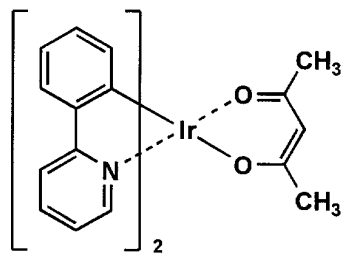


D-30

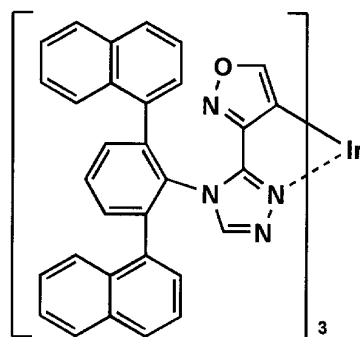


30

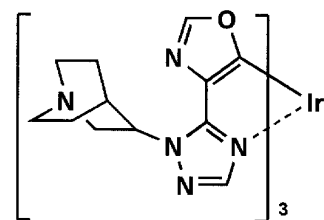
D-31



D-32



D-33

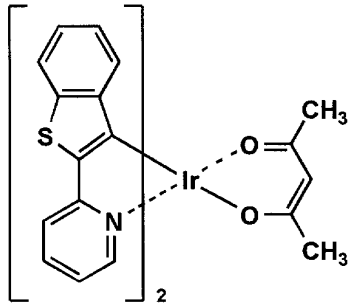


40

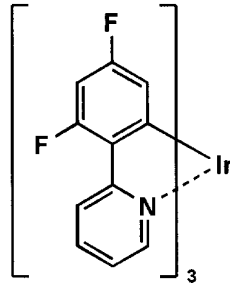
【 0 1 2 8 】

【化 1 6】

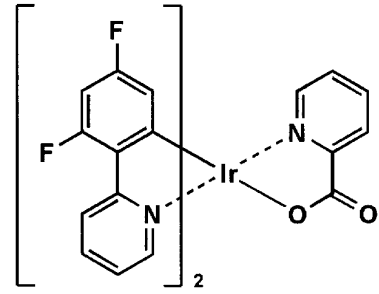
D-34



D-35

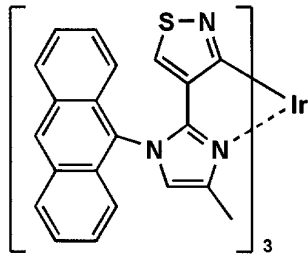


D-36

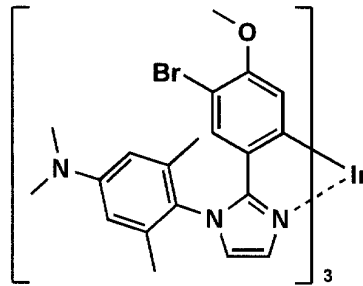


10

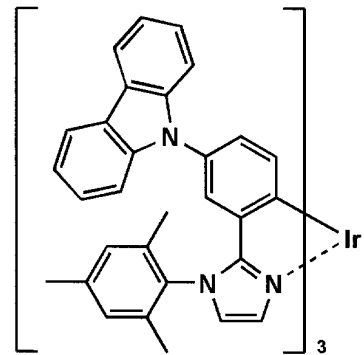
D-37



D-38

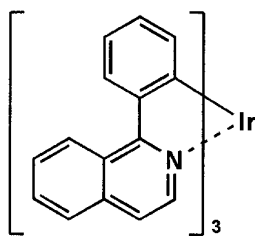


D-39

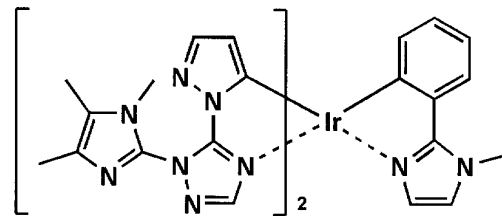


20

D-40

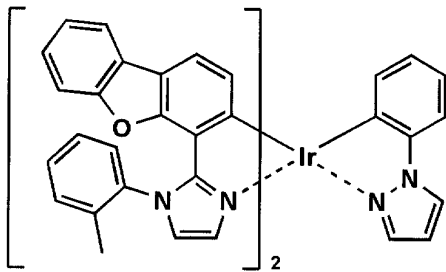


D-41

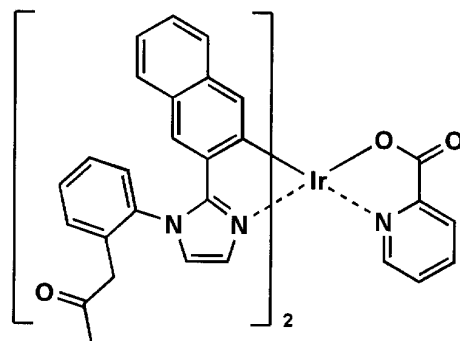


30

D-42



D-43

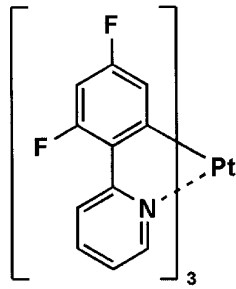


40

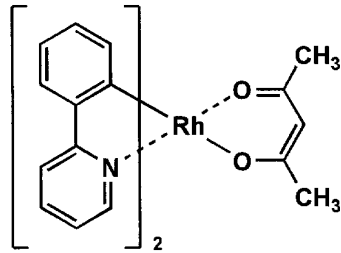
【 0 1 2 9 】

【化17】

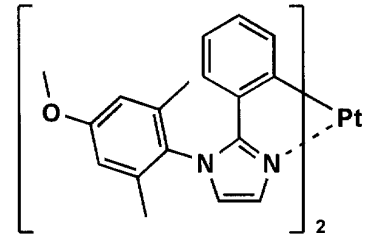
D-44



D-45

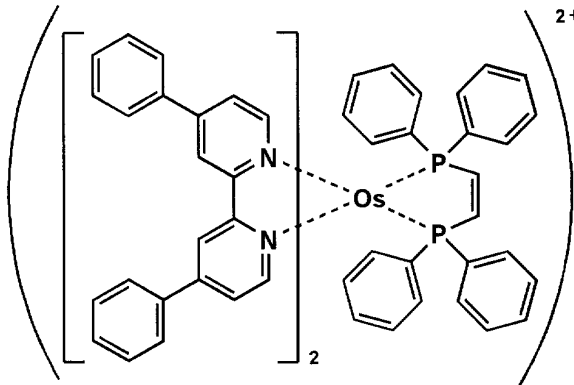


D-46

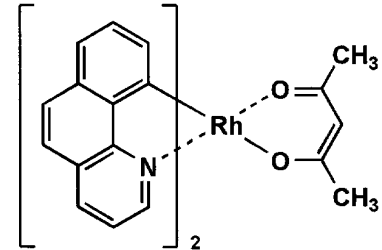


10

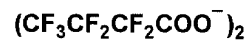
D-47



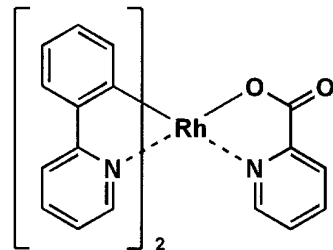
D-48



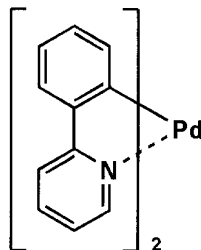
20



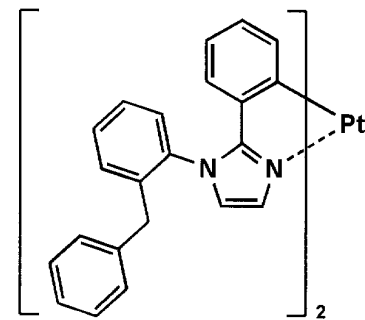
D-49



D-50

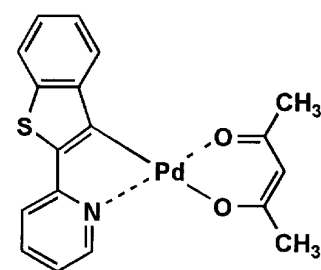


D-51

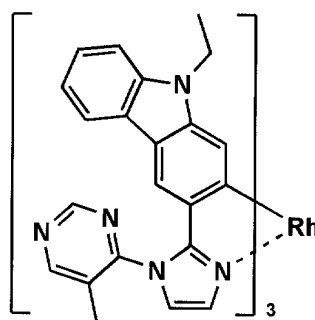


30

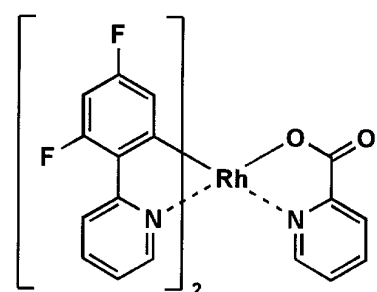
D-52



D-53



D-54



40

【0130】

(蛍光ドーパント化合物)

蛍光ドーパント化合物としては、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリリウム系色素、オキソベンゾアントラセン系色素、フルオレッセイン系色素、ローダミン系色素、ピリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系

50

色素、ポリチオフェン系色素または希土類錯体系蛍光体等が挙げられる。

【0131】

(発光ホスト化合物(発光ホスト等ともいう))

本発明の有機EL素子の発光層や発光ユニットに使用される発光ホスト化合物としては、発光層に含有される化合物のうち、その層中での質量比が20%以上であり、かつ室温(25)においてリン光量子収率が0.1未満の化合物と定義され、好ましくはリン光量子収率が0.01未満である。また、発光層に含有される化合物のうち、層中での質量比が20%以上であることが好ましい。

【0132】

ホスト化合物としては、公知のホスト化合物を単独で使用しても良く、また複数種併用して用いても良い。ホスト化合物を複数種用いることで、キャリアの移動を調整することが可能であり、有機EL素子の性能をさらに高効率化することができる。

10

【0133】

また、前記リン光ドーパントとして用いられる公知の化合物を複数種用いることで、異なる発光を混合することが可能となり、これにより任意の発光色を得ることができる。

【0134】

また、本発明に用いられる発光ホストとしては、低分子化合物でも、繰り返し単位を有する高分子化合物でも良く、ビニル基やエポキシ基のような重合性基を有する低分子化合物(蒸着重合性発光ホスト)でも良く、このような化合物を1種または複数種用いても良い。

20

【0135】

公知の発光ホスト化合物として、代表的にはカルバゾール誘導体、トリアリールアミン誘導体、芳香族誘導体、含窒素複素環化合物、チオフェン誘導体、フラン誘導体、オリゴアリーレン化合物等の基本骨格を有するもの、またはカルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体等が挙げられる。

【0136】

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

【0137】

公知のホスト化合物の具体例としては、以下の文献に記載されている化合物等が挙げられるがこれらに限定されない。

30

【0138】

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

40

【0139】

また、特に本発明の化合物と組み合わせて、特表2008-545630号公報、WO2007/063754号公報、国際公開第2007/063796号、国際公開第2008/056746号、国際公開第2009/136586号、国際公開第2009/136595号、国際公開第2009/136596号、国際公開第2009/14801

50

5号、国際公開第2009/148016号、国際公開第2009/148062号、特開2010-45281号公報等の文献に記載されているような65656縮環構造を有するホスト化合物を用いることがより好ましい。

【0140】

次に本発明の有機EL素子の構成層として用いられる、注入層、阻止層、輸送層等について説明する。

【0141】

《注入層：電子注入層、正孔輸送層》

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

10

【0142】

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

【0143】

陽極バッファ層（正孔注入層）は、特開平9-45579号公報、同9-260062号公報、同8-288069号公報等にもその詳細が記載されており、具体例として銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層などが挙げられる。

20

【0144】

陰極バッファ層（電子注入層）は、特開平6-325871号公報、同9-17574号公報、同10-74586号公報等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

【0145】

上記バッファ層（注入層）は、ごく薄い膜であることが好ましく、素材にもよるがその膜厚は0.1nm～5μmの範囲が好ましい。

30

【0146】

《阻止層：正孔阻止層、電子阻止層》

阻止層は上記の如く、有機化合物薄膜の基本構成層の他に必要に応じて設けられるものである。例えば、特開平11-204158号公報、同11-204359号公報、および「有機EL素子とその工業化最前線（1998年11月30日、エヌ・ティー・エス社発行）」の237頁等に記載されており正孔阻止層（ホールブロック層）がある。

【0147】

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

40

【0148】

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

【0149】

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

【0150】

正孔阻止層には、前述のホスト化合物として挙げたカルバゾール誘導体、またカルボリン誘導体やジアザカルバゾール誘導体等を含むことが好ましい。

50

【0151】

また、発光色の異なる複数の発光層を有する場合、その発光極大波長が最も短波な発光層が、全発光層中、最も陽極に近いことが好ましい。

【0152】

このような場合、該最短波発光層と該発光層の次に陽極に近い発光層との間に正孔阻止層を追加して設ける事が好ましい。

【0153】

更に、該位置に設けられる正孔阻止層の化合物の50%質量%以上が、最短波発光層のホスト化合物のイオン化ポテンシャルに対し、0.3 eV以上大きいことが好ましい。

【0154】

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

【0155】

(1) 米国 Gaussian 社製の分子軌道計算用ソフトウェアである Gaussian 98 (Gaussian 98, Revision A.11.4, M. J. Frisch, et al, Gaussian, Inc., Pittsburgh PA, 2002.) を用い、キーワードとして B3LYP/6-31G* を用いて構造最適化を行うことにより算出した値 (eV 単位換算値) の小数点第2位を四捨五入した値としてイオン化ポテンシャルを求めることができる。この計算値が有効な背景には、この手法で求めた計算値と実験値の相関が高いためである。

【0156】

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

【0157】

一方、電子阻止層とは広い意味では正孔輸送層の機能を有し、正孔を輸送する機能を有しつつ電子を輸送する能力が著しく小さい材料からなり、正孔を輸送しつつ電子輸送を阻止することで電子と正孔の再結合確率を向上させることができる。また、後述する正孔輸送層の構成を必要に応じて電子阻止層として用いる事ができる。

【0158】

本発明に係る正孔阻止層、電子阻止層の膜厚として、好ましくは3 nm ~ 100 nm であり、更に好ましくは5 nm ~ 30 nm である。

【0159】

《正孔輸送層》

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

【0160】

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

【0161】

正孔輸送材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第3級アミン化合物およびスチリルアミン化合物、特に芳香族第3級アミン化合物を用いることが好ましい。また、本発明の有機EL素子用材料も同様に好ましく用いること

10

20

30

40

50

ができる。

【0162】

芳香族第3級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン(TPD)、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、4,4',4'-トリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDATA)等が挙げられる。

【0163】

さらにこれらの材料を高分子鎖に導入、または高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。またp型-Si、p型-SiC等の無機化合物も正孔輸送材料として使用することができる。また、特開平11-251067号公報、J. Huang et al. 著文献(Applied Physics Letters 80(2002), p. 139)に記載されているような、p型正孔輸送材料を用いることもできる。

10

【0164】

正孔輸送層は上記のような正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、LB法などの公知の方法によって薄膜化することにより形成することができる。正孔輸送層の膜厚について特に制限はないが、通常は5nm~5μm、好ましくは5nm~200nmである。また、正孔輸送材料は複数種の材料からなる一層構造であっても良い。

【0165】

また、不純物をドーブしたp性の高い正孔輸送層を用いることもできる。

20

【0166】

《電子輸送層》

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

【0167】

発光層に対して陰極側に隣接する電子輸送層に用いられる電子輸送材料(正孔阻止材料を兼ねる)としては、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができ、例えば、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体等が挙げられる。

30

【0168】

更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0169】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えば、トリス(8-キノリノール)アルミニウム(Alq)、トリス(5,7-ジクロロ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5,7-ジプロモ-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、トリス(5-メチル-8-キノリノール)アルミニウム、ビス(8-キノリノール)亜鉛(Znq)等、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、GaまたはPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、フタロシアニン系材料やその誘導体も電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様にn型-Si、n型-SiC等の無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

40

【0170】

50

電子輸送層は上記電子輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、インクジェット法を含む印刷法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。電子輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5 nm ~ 5 μm程度、好ましくは5 ~ 200 nmである。電子輸送層は上記材料の1種または2種以上からなる一層構造であってもよい。また、不純物をドーピングしたn性の高い電子輸送層を用いることもできる。

【0171】

《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4 eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としては、Au等の金属、CuI、インジウムチンオキsid(ITO)、SnO₂、ZnO等の導電性透明材料が挙げられる。また、IDIXO(In₂O₃-ZnO)等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。

10

【0172】

陽極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法やマスクを介してパターンを形成してもよい。あるいは、有機導電性化合物のように塗布可能な物質を用いる場合には、印刷方式、コーティング方式等湿式成膜法を用いることもできる。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また陽極としてのシート抵抗は数百 / 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常は10 ~ 1000 nmの範囲であり、好ましくは10 ~ 200 nmの範囲で選ばれる。

20

【0173】

《陰極》

一方、陰極としては仕事関数の小さい(4 eV以下)金属(電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al₂O₃)混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えば、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al₂O₃)混合物、リチウム/アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。

30

【0174】

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

40

【0175】

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

【0176】

《支持基板》

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

50

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

【0177】

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

10

【0178】

樹脂フィルムの表面には、無機物、有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよく、JIS K 7129 - 1992に準拠した方法で測定された、水蒸気透過度（ 2.5 ± 0.5 、相対湿度（ 90 ± 2 ）%RH）が $0.01 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下のバリア性フィルムであることが好ましく、更には、JIS K 7126 - 1987に準拠した方法で測定された酸素透過度が $10^{-3} \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下、水蒸気透過度が $10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下の高バリア性フィルムであることが好ましく、さらには水蒸気透過度が $10^{-5} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下であることがより好ましい。

20

【0179】

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

【0180】

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

30

【0181】

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

【0182】

本発明の有機EL素子の発光の室温における外部取り出し量子効率 η_{ext} は、1%以上であることが好ましく、より好ましくは5%以上である。ここに、外部取り出し量子効率（%） $=$ 有機EL素子外部に発光した光子数 / 有機EL素子に流した電子数 $\times 100$ である。

40

【0183】

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

【0184】

《封止》

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

50

うように配置されておればよく、凹板状でも平板状でもよい。また、透明性、電気絶縁性は特に問わない。

【0185】

具体的には、ガラス板、ポリマー板・フィルム、金属板・フィルム等が挙げられる。ポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリスルホン等を挙げることができる。金属板としては、ステンレス、鉄、銅、アルミニウム、マグネシウム、ニッケル、亜鉛、クロム、チタン、モリブテン、シリコン、ゲルマニウム及びタンタルからなる群から選ばれる一種以上の金属または合金からなるものが挙げられる。

【0186】

本発明においては、素子を薄膜化できるということからポリマーフィルム、金属フィルムを好ましく使用することができる。更には、ポリマーフィルムは、JIS K 7126 - 1987に準拠した方法で測定された酸素透過度が $1 \times 10^{-3} \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下、JIS K 7129 - 1992に準拠した方法で測定された水気透過度(25 ± 0.5 、相対湿度(90 ± 2)%RH)が $1 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下のものであることが好ましい。

【0187】

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

【0188】

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

【0189】

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

【0190】

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

【0191】

吸湿性化合物としては、例えば、金属酸化物(例えば、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化バリウム、酸化マグネシウム、酸化アルミニウム等)、硫酸塩(例えば、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム等)、金属ハロゲン化物、過塩素酸類等が挙げられ、無水塩が好適に用いられる。

【0192】

10

20

30

40

50

《保護膜、保護板》

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

【0193】

《光取り出し》

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

【0194】

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

【0195】

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

【0196】

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

【0197】

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

【0198】

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

【0199】

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

10

20

30

40

50

【0200】

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

【0201】

回折格子を導入する位置としては前述の通り、いずれかの層間もしくは媒質中（透明基板内や透明電極内）でもよいが、光が発生する場所である有機発光層の近傍が望ましい。このとき、回折格子の周期は媒質中の光の波長の約 $1/2 \sim 3$ 倍程度が好ましい。

10

【0202】

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

【0203】

《集光シート》

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

【0204】

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

20

【0205】

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

30

【0206】

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

【0207】

《有機EL素子の作製方法》

本発明の有機EL素子の作製方法の一例として、陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/電子注入層/陰極からなる有機EL素子の作製法を説明する。

【0208】

まず適当な基体上に所望の電極物質、例えば、陽極用物質からなる薄膜を $1 \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10 \sim 200 \text{nm}$ の膜厚になるように、蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ陽極を作製する。

40

【0209】

次に、この上に有機EL素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、正孔阻止層の有機化合物薄膜を形成させる。

【0210】

これら各層の形成方法としては、前記の如く蒸着法、ウェットプロセス(スピコート法、キャスト法、インクジェット法、印刷法)等があるが、均質な膜が得られやすく、且つピンホールが生成しにくい等の点から、本発明においてはウェットプロセスが好ましく

50

、中でもスピンコート法、インクジェット法、印刷法等の塗布法による成膜が好ましい。

【0211】

本発明の有機EL素子材料を溶解または分散する液媒体としては、例えば、メチルエチルケトン、シクロヘキサノン等のケトン類、酢酸エチル等の脂肪酸エステル類、ジクロロベンゼン等のハロゲン化炭化水素類、トルエン、キシレン、メシチレン、シクロヘキシルベンゼン等の芳香族炭化水素類、シクロヘキサン、デカリン、ドデカン等の脂肪族炭化水素類、DMF、DMSO等の有機溶媒を用いることができる。また、分散方法としては、超音波、高剪断力分散やメディア分散等の分散方法により分散することができる。

【0212】

これらの層を形成後、その上に陰極用物質からなる薄膜を1 μ m以下、好ましくは50~200nmの範囲の膜厚になるように、例えば、蒸着やスパッタリング等の方法により形成させ、陰極を設けることにより所望の有機EL素子が得られる。

【0213】

また、作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、電子輸送層、発光層、正孔輸送層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた多色の表示装置に、直流電圧を印加する場合には陽極を+、陰極を-の極性として電圧2V~40V程度を印加すると発光が観測できる。また、交流電圧を印加してもよい。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

【0214】

《用途》

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

【0215】

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

【0216】

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

【0217】

また、本発明の有機EL素子が白色素子の場合には、白色とは、2度視野角正面輝度を上記方法により測定した際に、1000cd/m²でのCIE1931表色系における色度がX=0.33 \pm 0.07、Y=0.33 \pm 0.1の領域内にあることを言う。

【0218】

《表示装置》

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

【0219】

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

【0220】

発光層のみパターンングを行う場合、その方法に限定はないが、好ましくは蒸着法、スリットコート法、ダイコート法、スピンコート法、印刷法である。

10

20

30

40

50

【0221】

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

【0222】

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

【0223】

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

10

【0224】

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

【0225】

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

20

【0226】

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

【0227】

以下、本発明の有機EL素子を有する表示装置の一例を図面に基づいて説明する。

【0228】

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

30

【0229】

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

【0230】

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

【0231】

図2は表示部Aの模式図である。

40

【0232】

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

【0233】

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

【0234】

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

50

【 0 2 3 5 】

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

【 0 2 3 6 】

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

【 0 2 3 7 】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

【 0 2 3 8 】

図 3 は画素の模式図である。

10

【 0 2 3 9 】

画素は有機 EL 素子 1 0、スイッチングトランジスタ 1 1、駆動トランジスタ 1 2、コンデンサ 1 3 等を備えている。複数の画素に有機 EL 素子 1 0 として、赤色、緑色、青色発光の有機 EL 素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。

【 0 2 4 0 】

図 3 において、制御部 B からデータ線 6 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部 B から走査線 5 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ 1 3 と駆動トランジスタ 1 2 のゲートに伝達される。

20

【 0 2 4 1 】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 1 3 が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ 1 2 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 1 2 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 EL 素子 1 0 の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン 7 から有機 EL 素子 1 0 に電流が供給される。

【 0 2 4 2 】

制御部 B の順次走査により走査信号が次の走査線 5 に移ると、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフしてもコンデンサ 1 3 は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ 1 2 の駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機 EL 素子 1 0 の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動トランジスタ 1 2 が駆動して有機 EL 素子 1 0 が発光する。

30

【 0 2 4 3 】

即ち、有機 EL 素子 1 0 の発光は、複数の画素それぞれの有機 EL 素子 1 0 に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ 1 1 と駆動トランジスタ 1 2 を設けて、複数の画素 3 それぞれの有機 EL 素子 1 0 の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

40

【 0 2 4 4 】

ここで、有機 EL 素子 1 0 の発光は複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2 値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。また、コンデンサ 1 3 の電位の保持は次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

【 0 2 4 5 】

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

【 0 2 4 6 】

50

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

【0247】

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

【0248】

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

【0249】

《照明装置》

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

【0250】

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

【0251】

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

【0252】

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

【0253】

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

【0254】

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

【0255】

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

【0256】

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

【0257】

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

10

20

30

40

50

【 0 2 5 8 】

《本発明の照明装置の一態様》

本発明の有機EL素子を具備した、本発明の照明装置の一態様について説明する。

【 0 2 5 9 】

本発明の有機EL素子の非発光面をガラスケースで覆い、厚み300μmのガラス基板を封止用基板として用いて、周囲にシール材として、エポキシ系光硬化型接着剤（東亜合成社製ラックストラックLC0629B）を適用し、これを陰極上に重ねて透明支持基板と密着させ、ガラス基板側からUV光を照射して、硬化させて、封止し、図3、図4に示すような照明装置を形成することができる。

【 0 2 6 0 】

図3は、照明装置の概略図を示し、本発明の有機EL素子201はガラスカバー202で覆われている（尚、ガラスカバーでの封止作業は、有機EL素子201を大気に接触させることなく窒素雰囲気下のグローブボックス（純度99.999%以上の高純度窒素ガスの雰囲気下）で行った。）。

【 0 2 6 1 】

図4は、照明装置の断面図を示し、図6において、205は陰極、206は有機EL層、207は透明電極付きガラス基板を示す。尚、ガラスカバー202内には窒素ガス208が充填され、捕水剤209が設けられている。

【実施例】

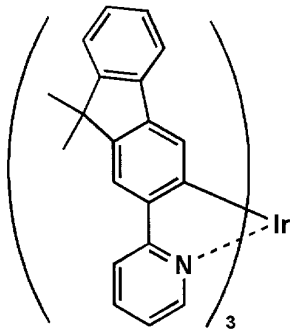
【 0 2 6 2 】

以下、実施例により本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。尚、実施例において「%」の表示を用いるが、特に断りが無い限り「質量%」を表す。また、実施例において用いられる比較化合物を下記に示す。

【 0 2 6 3 】

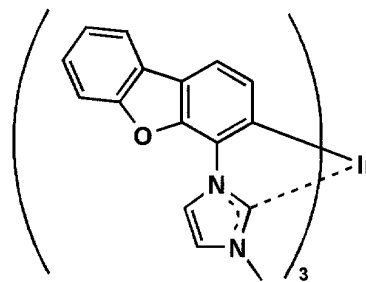
【化18】

(S-1)



特許4307000号公報記載化合物

(S-2)



特開2008-147424号公報記載化合物

【 0 2 6 4 】

10

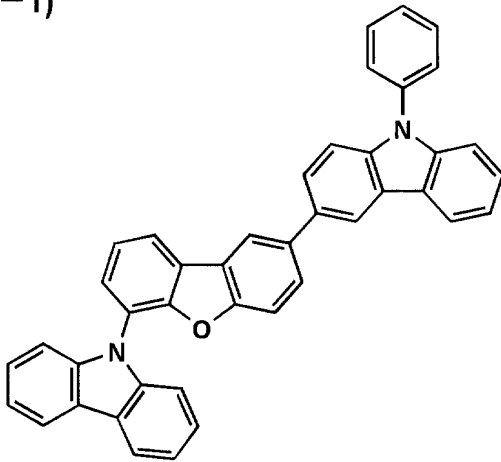
20

30

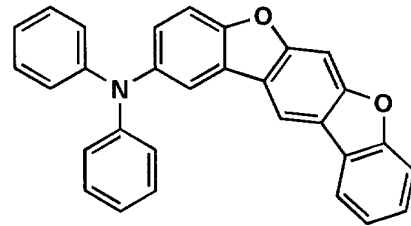
40

【化 1 9】

(F-1)

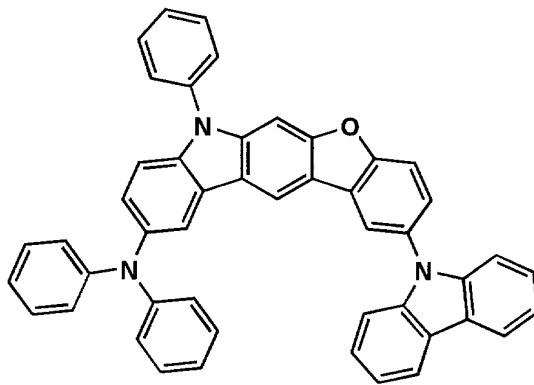


(F-2)

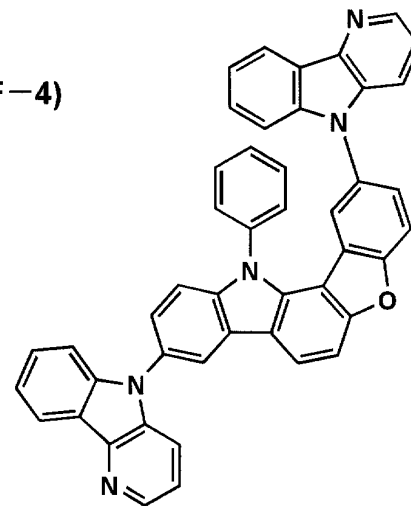


10

(F-3)



(F-4)



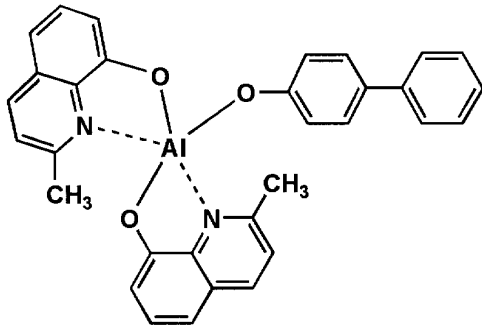
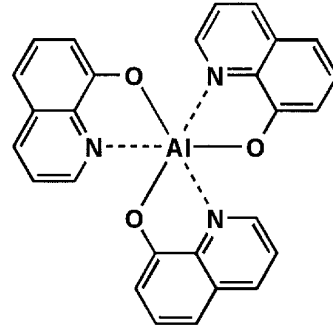
20

【 0 2 6 5】

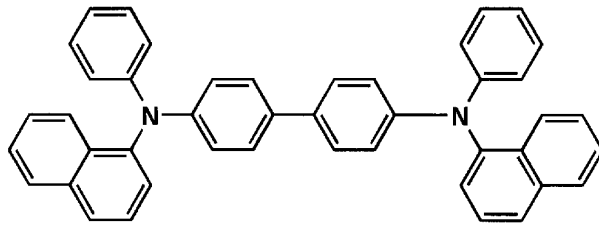
30

【化 2 0】

BAIq

Alq₃

10

 α -NPD

20

【 0 2 6 6】

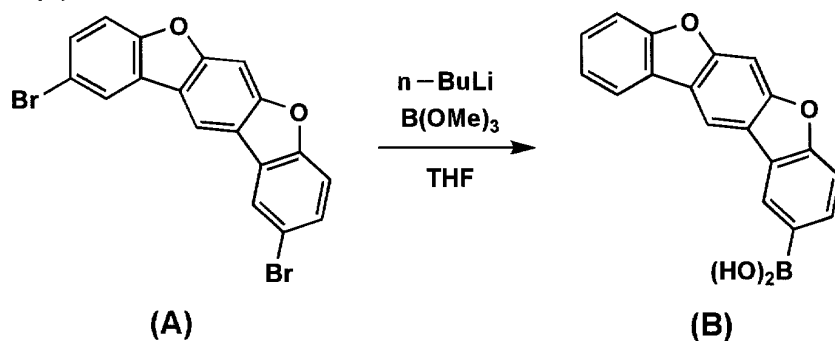
実施例 1

《合成例：例示化合物(2)の合成》

【 0 2 6 7】

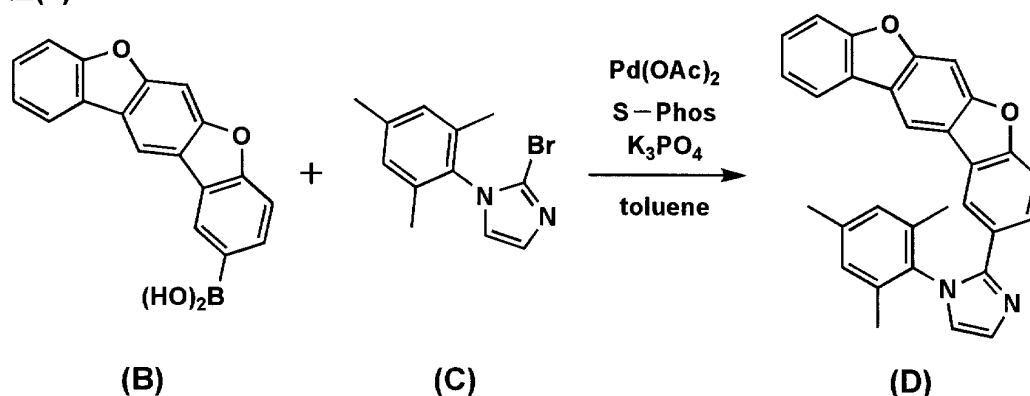
【化21】

工程(1)



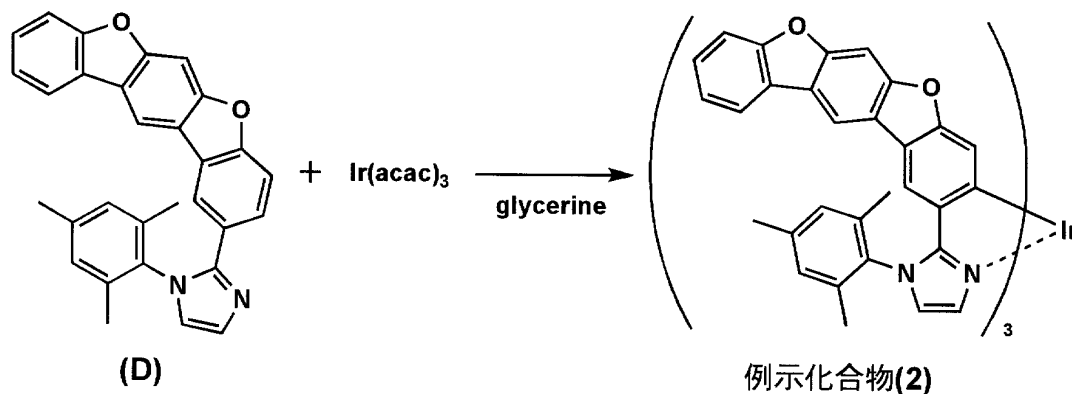
10

工程(2)



20

工程(3)



30

40

【0268】

工程1：中間体(B)の合成

三口フラスコに、国際公開第2009/148016号を参考に合成した中間体(A)、5.0g(12mmol)および脱水THF200mlを窒素気流下に加え、中間体(A)を溶解させた後、ドライアイス/アセトン浴を用いて冷却した。

【0269】

ここへ、n-ブチルリチウム(n-BuLi、1.6molヘキサン溶液)を15ml、-60以下を保って滴下した。そのまま1時間攪拌後、さらにトリメトキシボラン(B(OMe)₃)を1.6g(15.4mmol)を加え、1時間かけて室温に徐々に戻し

50

た。この溶液に、1 N塩酸溶液100 mlを加え、室温で1時間攪拌した後、酢酸エチル100 mlを加え、分液、水洗後、硫酸マグネシウムで脱水、濃縮し、酢酸エチル/ヘプタンでカラムクロマトグラフィーを行い、中間体(B)を2.4 g(収率55%)で得た。

【0270】

工程2：配位子(D)の合成

三口フラスコに上記で合成した中間体(B)2.4 g(7.9 mmol)と別途合成した中間体(C)2.5 g(9.5 mmol)、リン酸カリウム(K_3PO_4)3.4 g(15.9 mmol)およびトルエン50 mlを入れ、攪拌しながら窒素で15分間パブリングし脱気した。この溶液に酢酸パラジウム($Pd(OAc)_2$)0.09 g(0.4 mmol)とジシクロヘキシル(2,6-ジメトキシ-[1,1-ビフェニル]-2-イル)フォスフィン(S-Phos)0.3 g(0.8 mmol)を加えた後、窒素気流下、48時間加熱攪拌した。室温冷却後、トルエンを加え、抽出、水洗し硫酸マグネシウムで脱水した後、濃縮し、酢酸エチル/ヘプタンでカラムクロマトグラフィーを行い、配位子(D)を1.8 g(収率51%)で得た。

10

【0271】

工程3：例示化合物(2)の合成

三口フラスコに上記で得た配位子(D)1.8 gとトリスアセチルアセトンイリジウム($Ir(acac)_3$)およびグリセリン20 mlを入れ、アルゴン気流下175℃で24時間反応させた。

20

【0272】

反応終了後、反応液を冷却し、水50 mlおよびTHF100 mlを加え、抽出し、水洗、硫酸ナトリウムで乾燥した後、分取GPCおよびカラムクロマトグラフィーによって精製し、例示化合物(2)を0.4 g(収率19%)で得た。

【0273】

尚、後述する本発明の有機EL素子の作製に際しては、更に昇華精製を2回行った試料を用いた。

【0274】

実施例2

《有機EL素子1-1の作製》

陽極としてパターニング済みのITO付きガラス基板に市販の真空蒸着装置を用いて、真空度 4.0×10^{-4} Paで各有機層を積層させた。まず、正孔輸送/注入層として化合物(F-2)を20 nmの厚さに形成し、さらに発光層として、ホスト化合物として化合物(F-1)と発光ドーパントとして例示化合物(2)を濃度が6質量%となるように40 nmの厚さで製膜させた。

30

【0275】

更に、電子輸送層として Alq_3 を40 nmの厚さで製膜した。引き続き電子注入層としてフッ化リチウムを0.5 nmの厚さに形成した後、陰極としてアルミニウム150 nmを製膜し、発光領域が2 mm x 2 mm角の有機EL素子1-1を作製した。

【0276】

《有機EL素子1-2~1-10の作製》

有機EL素子1-1の作製において、ホスト化合物、発光ドーパントを表1に記載のように変更した以外は同様にして、有機EL素子1-2~1-10を作製した。

40

【0277】

《有機EL素子1-1~1-10の評価》

作製した有機EL素子1-1~1-10は、図3、図4に示すように、非発光面をガラスケースで覆い、エポキシ系接着剤で封止して、下記に記載のように、各素子の効率、初期劣化、半減寿命、DS(ダークスポット)を評価した。

【0278】

(効率)

50

各素子について、 2.5 mA/cm^2 の定電流を印加した際の外部取出し量子効率を測定した。尚、測定には分光放射輝度計 CS-1000 (コニカミノルタセンシング社製) を用い、駆動時間は10分とし、この間の任意の時間に測定を終了した。

【0279】

尚、表1に記載の効率の値は、有機EL素子1-1の測定値を100とした場合の相対値で表した。

【0280】

(安定性(初期劣化、半減寿命))

下記の測定法に従って、初期劣化および半減寿命の観点から安定性の評価を行った。

【0281】

各素子について、上記効率の測定を実施した後、初期輝度 5000 cd/m^2 を与える電流で定電流駆動し、初期輝度の90% (4500 cd/m^2) になる時間を測定し、初期劣化を評価した。

【0282】

続けて低電流駆動を行い、さらに初期輝度の $1/2$ (2500 cd/m^2) まで駆動し、時間を測定し、半減寿命を評価した。

【0283】

なお、効率の評価と同様に安定性の値は、有機EL素子1-1の測定値を100とした場合の相対値で表1に表した。

【0284】

(ダークスポット(DS))

上記、安定性評価により初期輝度の $1/2$ にまで駆動させた有機EL素子1-1~1-10の各サンプルを用い、定電流駆動させた各素子を無作為に抽出した10人により、目視評価でダークスポットを観測し、下記のランク評価を行った。

【0285】

- × : ダークスポットを確認した人数が8人以上の場合
- : ダークスポットを確認した人数が5~7人の場合
- : ダークスポットを確認した人数が3~5人の場合
- : ダークスポットを確認した人数が3人未満の場合

尚、実用可能なランクは、 \odot 、 \circ である。

【0286】

得られた結果を表1に示す。

【0287】

【表1】

素子番号	ホスト	ドーパント	効率	初期劣化	半減寿命	DS	備考
1-1	(F-1)	(2)	100	100	100	⊙	本発明
1-2	(F-2)	(4)	117	130	128	○	本発明
1-3	(F-1)	(7)	98	114	109	○	参考例
1-4	(F-1)	(12)	94	94	90	○	参考例
1-5	(F-3)	(17)	126	137	142	⊙	本発明
1-6	(F-1)	(20)	103	106	122	⊙	参考例
1-7	(F-2)	(25)	95	118	108	○	本発明
1-8	(F-2)	(29)	124	128	125	⊙	本発明
1-9	(F-1)	(S-1)	74	73	52	△	比較例
1-10	(F-2)	(S-2)	75	59	38	×	比較例

【0288】

表1から、比較の素子に比べて、本発明の有機EL素子用材料を用いて作製した本発明の有機EL素子は、効率に優れ、良好な安定性(特に初期劣化が抑制され、半減寿命も長

10

20

30

40

50

寿命化する)を示し、且つ、DS(ダークスポット)の少ないことが明らかである。

【0289】

実施例3

《有機EL素子2-1の作製》

実施例1の有機EL素子1-1の作製と同様にして、正孔輸送/注入層として-NPDを10nmの厚さに形成した後、この正孔輸送層付き基板を窒素雰囲気下に移し、化合物(F-1)(80mg)、例示化合物(1)(3.5mg)をトルエン8mlに溶解した溶液を1000rpm、30秒スピコートした後、真空中80で1時間乾燥して発光層とした。

【0290】

更に、化合物(F-4)(20mg)をトルエン6mlに溶解した溶液を用い、1000rpm、30秒の条件下、スピコート法により製膜し、真空中120で1時間乾燥した。続いて、この基板を真空蒸着装置に移し、有機EL素子1-1と同様にしてAlq₃を10nmの厚さで製膜した。

【0291】

引き続き電子注入層としてフッ化リチウムを0.5nmの厚さに形成した後、陰極としてアルミニウム150nmを製膜し、発光領域が2mm×2mm角の有機EL素子2-1を作製した。

【0292】

作製後の各有機EL素子は、非発光面をガラスケースで覆い、エポキシ系接着剤で封止し、評価を実施した。

【0293】

有機EL素子2-2~2-10の作製

有機EL素子2-1の作製において、表2に記載の様に化合物(F-1)および化合物(1)を変更した以外は同様にして、有機EL素子2-2~2-10を作製した。

【0294】

《有機EL素子2-1~2-10の評価》

(効率)

作製した有機EL素子2-1~2-10は、図3、図4に示すように、非発光面をガラスケースで覆い、エポキシ系接着剤で封止して、実施例1に記載と同様にして、各素子の効率を評価した。なお、効率の値は有機EL素子2-1の測定値を100とした場合の相対値で表した。

【0295】

(DS(ダークスポット))

上記の効率を評価後の有機EL素子2-1~2-10を2.5mA/cm²の定電流条件化により100時間連続点灯を行った後に、発光領域を確認し、発光領域が1/2未満であった素子を下記のランク評価に則って除外した。

【0296】

発光領域が1/2以上残存していたサンプルについては無作為に抽出した10人により、目視評価でダークスポットを測定し、下記のランク評価を行った。

【0297】

- ×：ダークスポットが大きく広がり発光領域の1/2以上
- ：ダークスポットを確認した人数が6~10人の場合
- ：ダークスポットを確認した人数が3~5人の場合
- ：ダークスポットを確認した人数が3人未満の場合

尚、実用可能なランクは、である。

【0298】

得られた結果を表2に示す。

【0299】

10

20

30

40

【表 2】

素子番号	ホスト	ドーパント	効率	DS	備考
2-1	(F-1)	(1)	100	○	参考例
2-2	(F-1)	(8)	108	○	参考例
2-3	(F-1)	(14)	104	○	参考例
2-4	(F-3)	(14)	113	◎	参考例
2-5	(F-1)	(20)	110	○	参考例
2-6	(F-2)	(22)	118	◎	本発明
2-7	(F-1)	(26)	121	◎	参考例
2-8	(F-3)	(29)	135	◎	本発明
2-9	(F-3)	(S-1)	66	×	比較例
2-10	(F-1)	(S-2)	53	×	比較例

10

【0300】

表 2 から、比較の素子に比べて、本発明の素子は、高い効率を示し、且つ、DS (ダークスポット) の生成が少ないことが明らかである。

【0301】

実施例 4

《白色発光素子及び白色照明装置の作製》

陽極として 20 mm × 20 mm にパターニング済みの ITO 付きガラス基板の上に、正孔注入 / 輸送層として -NPD を 25 nm の厚さで製膜し、さらに化合物 (F-1) と例示化合物 (3) と D-34 をそれぞれ蒸着速度が 100 : 5 : 0.6 となるように調整し、膜厚 40 nm の発光層を設けた。

20

【0302】

次に、正孔阻止層として BA1q を 10 nm 製膜し、続いて Alq₃ を 40 nm 製膜し電子輸送層を設けた。引き続き電子注入層としてフッ化リチウムを 0.5 nm の厚さに形成した後、陰極としてアルミニウム 150 nm を製膜し、非発光面をガラスケースで覆い、エポキシ系接着剤で封止した。

【0303】

この素子を用いて図 3、図 4 に示す平面ランプを作製した。この平面ランプに通電したところ、ほぼ白色の光が得られ、照明装置として使用できることが分かった。

30

【0304】

実施例 5

《白色発光素子及び白色照明装置の作製》

実施例 3 で作製した白色発光素子および白色照明装置と同じ基板の上にポリ (3,4-エチレンジオキシチオフェン) - ポリスチレンスルホネート (PEDOT/PSS、Bayer 製、Baytron P Al 4083) を純粋で 70% に希釈した溶液を 3000 rpm、30 秒スピコートした後、乾燥し、膜厚 30 nm の正孔輸送層を設けた。

【0305】

更に、この正孔輸送層付き基板を窒素雰囲気下に移し、化合物 (F-3) (80 mg)、D-34 (3 mg)、例示化合物 (22) (5.0 mg) 及び例示化合物 (14) (1.5 mg) をトルエン 10 ml に溶解した溶液を 1000 rpm、30 秒スピコートした後、乾燥して発光層とした。

40

【0306】

続いて、この基板を真空蒸着装置に移し、真空度 4.0×10^{-4} Pa で第一の電子輸送層として化合物 (F-4) を 10 nm、さらに第二の電子輸送層として Alq₃ を 20 nm の厚さで製膜した。

【0307】

引き続き電子注入層としてフッ化リチウムを 0.5 nm の厚さに形成した後、陰極としてアルミニウム 150 nm を製膜し、非発光面をガラスケースで覆い、エポキシ系接着剤

50

で封止した。

【0308】

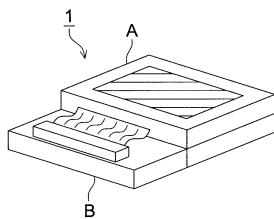
得られた素子に通電したところ、ほぼ白色の光が得られ、照明装置として使用できることがわかった。

【符号の説明】

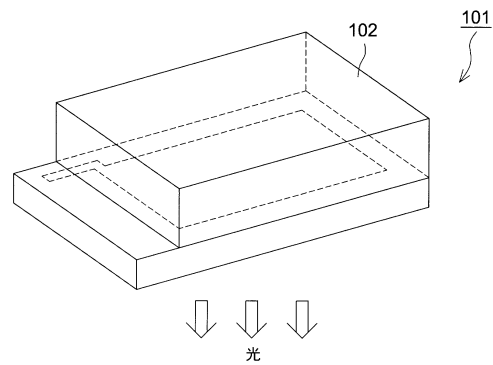
【0309】

- 1 ディスプレイ
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線
- A 表示部
- B 制御部
- 101 有機EL素子
- 107 透明電極付きガラス基板
- 106 有機EL層
- 105 陰極
- 102 ガラスカバー
- 108 窒素ガス
- 109 捕水剤

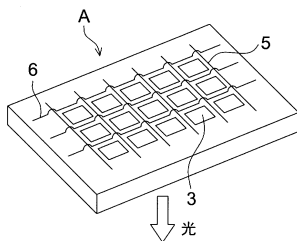
【図1】



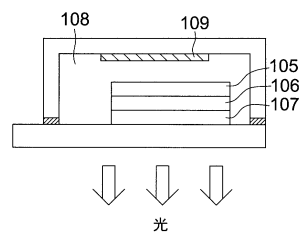
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
H 0 1 L 27/32 (2006.01) H 0 5 B 33/22 D
H 0 5 B 33/10
G 0 9 F 9/30 3 6 5

(56) 参考文献 特表 2 0 0 5 - 5 2 8 7 5 9 (J P , A)
特表 2 0 1 3 - 5 3 3 2 1 4 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 4 1 1 2 0 (W O , A 1)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , DB名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0
H 0 1 L 2 7 / 3 2
H 0 5 B 3 3 / 1 0
G 0 9 F 9 / 3 0
C 0 7 F 1 5 / 0 0
C 0 9 K 1 1 / 0 6
C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)