

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5984450号
(P5984450)

(45) 発行日 平成28年9月6日(2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日(2016.8.12)

(51) Int.Cl.

F I

H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/14	B
C09K 11/06	(2006.01)	H05B 33/22	B
C07D 333/76	(2006.01)	C09K 11/06	690
C07D 409/10	(2006.01)	C09K 11/06	660
C07D 307/91	(2006.01)	C07D 333/76	

請求項の数 23 (全 85 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-72476 (P2012-72476)
(22) 出願日	平成24年3月27日(2012.3.27)
(65) 公開番号	特開2012-216817 (P2012-216817A)
(43) 公開日	平成24年11月8日(2012.11.8)
審査請求日	平成26年10月10日(2014.10.10)
(31) 優先権主張番号	特願2011-80213 (P2011-80213)
(32) 優先日	平成23年3月31日(2011.3.31)
(33) 優先権主張国	日本国(JP)

(73) 特許権者	512253626 ユー・ディー・シー アイランド リミテッド アイランド ダブリン 4 ボールスブリッジ ザ スウィープステークスアレクサンドラ ハウス
(74) 代理人	110000109 特許業務法人特許事務所サイクス
(72) 発明者	山本 陽介 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フィルム株式会社内
(72) 発明者	渡辺 康介 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フィルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子、並びに、該素子を用いた発光装置、表示装置、照明装置及び該素子用の化合物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

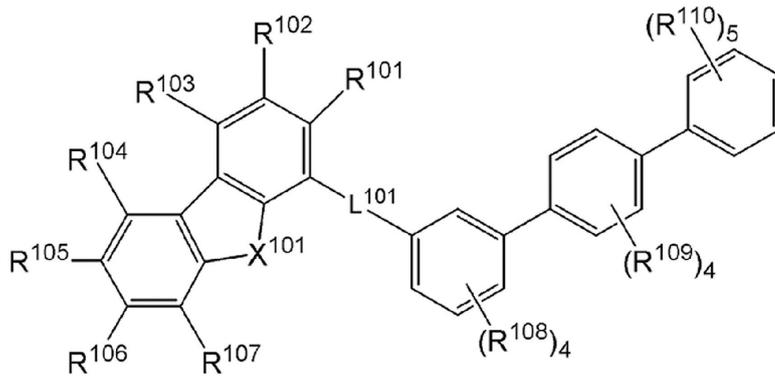
該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一対の電極と、

該電極間に配置された有機層とを有し、

前記有機層が、燐光発光材料と下記一般式(1)で表される化合物を含むことを特徴とする有機電界発光素子。

一般式(1)

【化 1】



10

(一般式(1)中、 X^{101} は酸素原子又は硫黄原子を表し、 $R^{101} \sim R^{110}$ は水素原子又は置換基(但し、アルキル基とシアノ基を除く)を表し、複数の $R^{108} \sim R^{110}$ は互いに同一でも異なっていてもよい。 L^{101} は単結合又はアリーレン基を表す。)

【請求項 2】

前記一般式(1)で表される化合物の分子量が550以上であることを特徴とする請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項 3】

前記一般式(1)における少なくとも1つの R^{110} が縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基であることを特徴とする請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

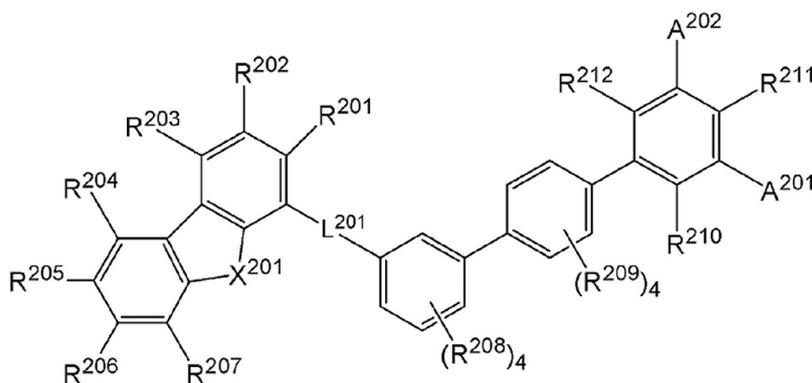
20

【請求項 4】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(2)又は(3)で表される化合物であることを特徴とする請求項1~3のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

一般式(2)

【化 2】



30

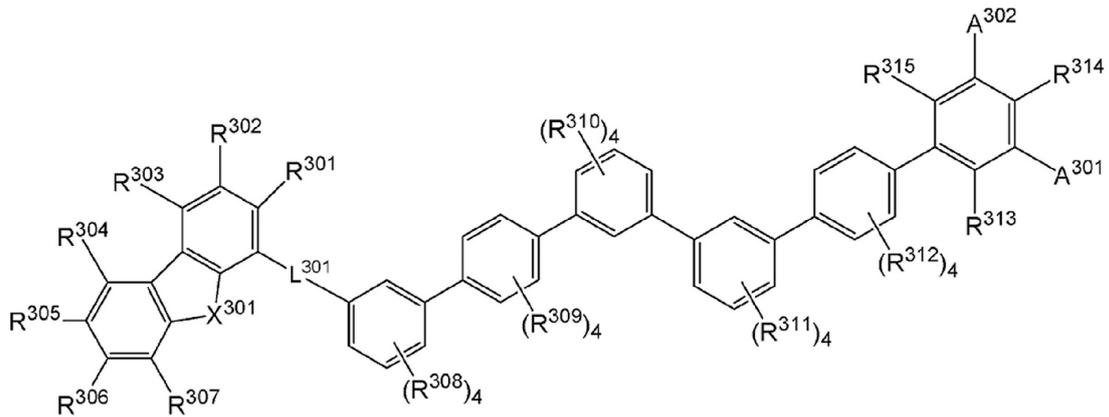
40

(一般式(2)中、 X^{201} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{201} \sim R^{212}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の R^{208} および R^{209} は互いに同一でも異なっていてもよい。 L^{201} は単結合又はアリーレン基を表し、*p*-ターフェニレン基ではない。 A^{201} および A^{202} の一方は縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。)

50

一般式(3)

【化3】



10

(一般式(3)中、 X^{301} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{301} \sim R^{315}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{308} \sim R^{312}$ は互いに同一でも異なってもよい。 L^{301} は単結合又はアリーレン基を表す。 A^{301} および A^{302} の一方は縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。)

20

【請求項5】

前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} がいずれも水素原子であることを特徴とする請求項1~4のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項6】

前記一般式(1)で表される化合物が、ガラス転移温度が100以上の化合物であることを特徴とする請求項1~5のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

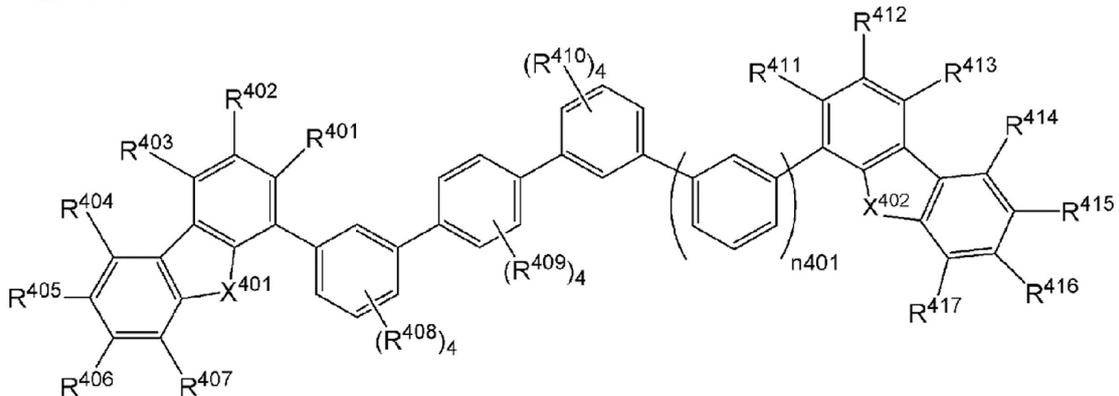
30

【請求項7】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(4)~(7)のいずれかで表される化合物である請求項1~6のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【化4】

一般式(4)

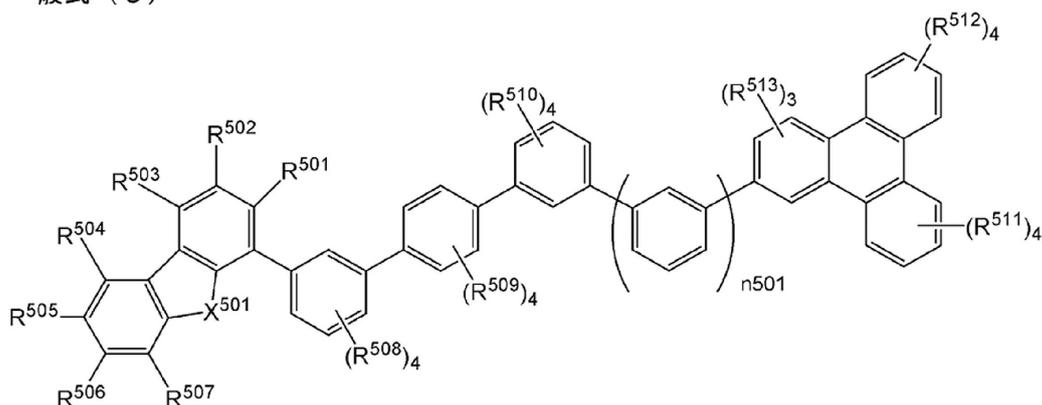


40

(一般式(4)中、 X^{401} および X^{402} はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{401} \sim R^{417}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{408} \sim R^{410}$ は互いに同一でも異なってもよい。 n_{401} は0又は1を表す。)

【化5】

一般式(5)

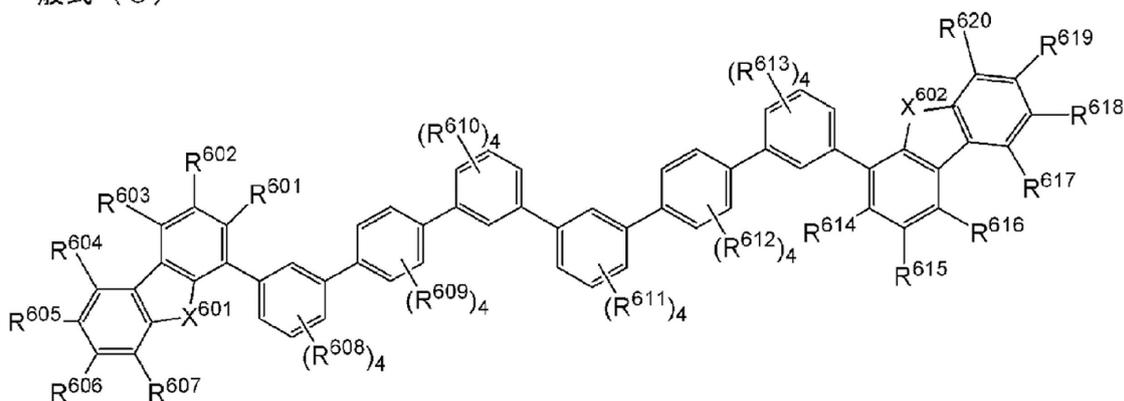


10

(一般式(5)中、 X^{501} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{501} \sim R^{513}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{508} \sim R^{513}$ は互いに同一でも異なってもよい。 n_{501} は0又は1を表す。)

【化6】

一般式(6)

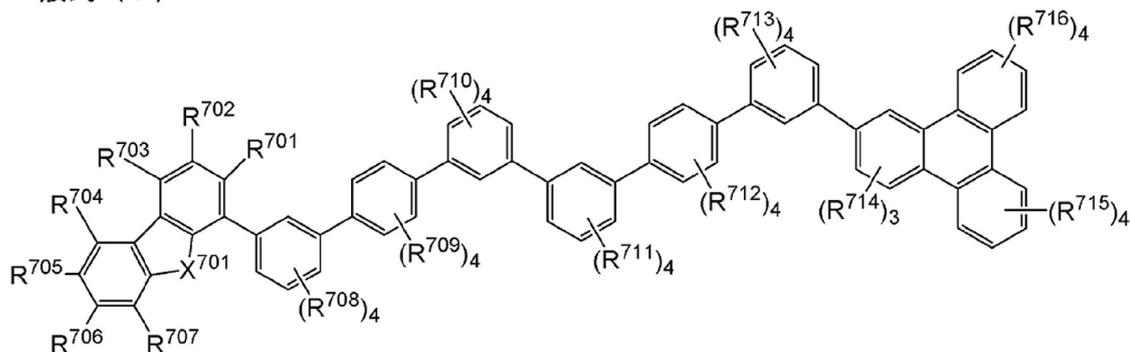


20

(一般式(6)中、 X^{601} および X^{602} はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{601} \sim R^{620}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{608} \sim R^{613}$ は互いに同一でも異なってもよい。)

【化7】

一般式(7)



40

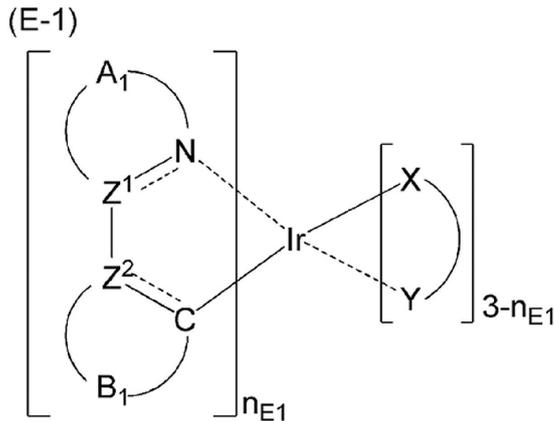
(一般式(7)中、 X^{701} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{701} \sim R^{716}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{708} \sim R^{716}$ は互いに同一でも異なってもよい。)

50

【請求項 8】

前記燐光発光材料が、下記一般式 (E-1) で表されるイリジウム (Ir) 錯体であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【化 8】



10

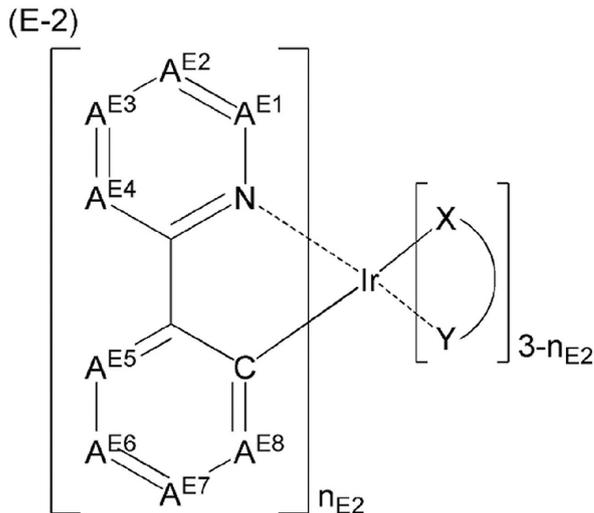
(一般式 (E-1) 中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 A_1 は Z^1 と窒素原子と共に 5 又は 6 員のヘテロ環を形成する原子群を表す。 B_1 は Z^2 と炭素原子と共に 5 又は 6 員環を形成する原子群を表す。 $(X-Y)$ はモノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E1} は 1 ~ 3 の整数を表す。)

20

【請求項 9】

前記一般式 (E-1) で表されるイリジウム (Ir) 錯体が下記一般式 (E-2) で表されることを特徴とする請求項 8 に記載の有機電界発光素子。

【化 9】



30

(一般式 (E-2) 中、 $A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子、又は、 R^E で置換された炭素原子を表す。 R^E は水素原子又は置換基を表す。 $(X-Y)$ はモノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E2} は 1 ~ 3 の整数を表す。)

40

【請求項 10】

前記有機層が、前記燐光発光材料を含む発光層とその他の有機層を有し、

前記発光層が前記一般式 (1) で表される化合物を含有することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 11】

前記有機層が、前記燐光発光材料を含む発光層とその他の有機層を有し、

50

該その他の有機層が、前記発光層と前記陰極との間に配置され、前記発光層に隣接し、かつ、前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする請求項1~10のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項12】

前記一对の電極間に、前記陰極に隣接する電子輸送層を有し、
更に該電子輸送層の前記陰極の反対側に隣接する正孔ブロック層を任意に有し、
前記電子輸送層又は前記正孔ブロック層が前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする請求項1~11のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項13】

前記一对の電極間に配置された有機層が、少なくとも一層の前記一般式(1)で表される化合物を含む組成物の蒸着により形成された層を含むことを特徴とする請求項1~12のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

10

【請求項14】

発光ピーク波長が490~580nmであることを特徴とする請求項1~13のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項15】

請求項1~14のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含むことを特徴とする発光装置、照明装置又は表示装置。

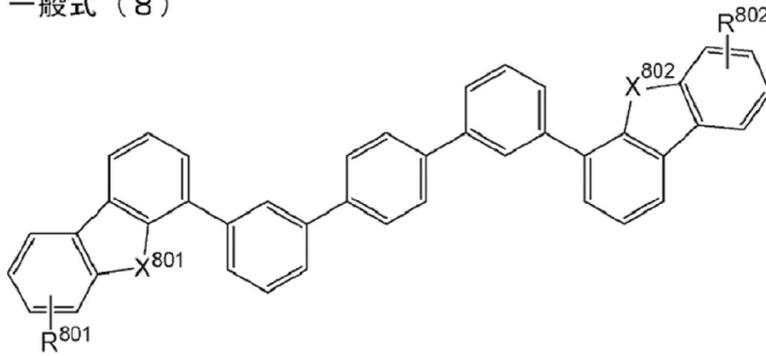
【請求項16】

下記一般式(8)~(11)のいずれかで表されることを特徴とする化合物。

20

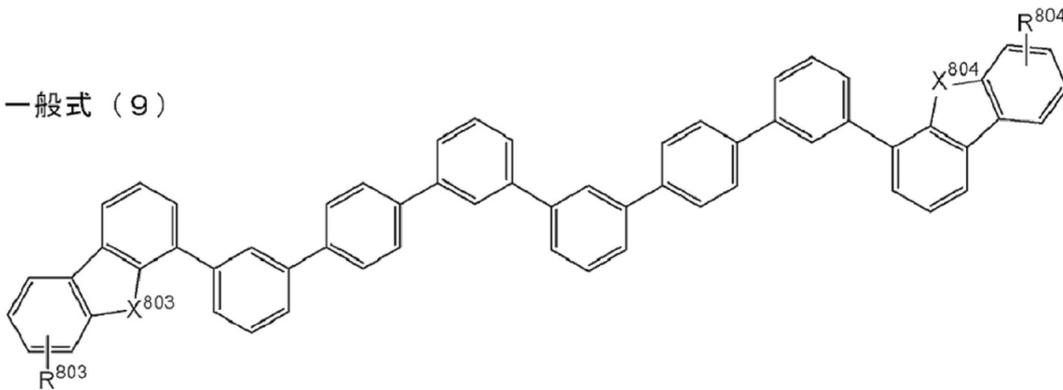
【化 10】

一般式 (8)



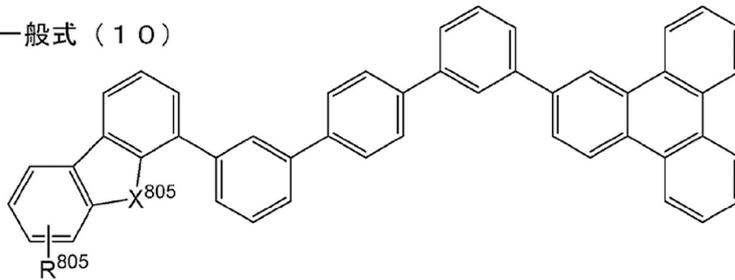
10

一般式 (9)



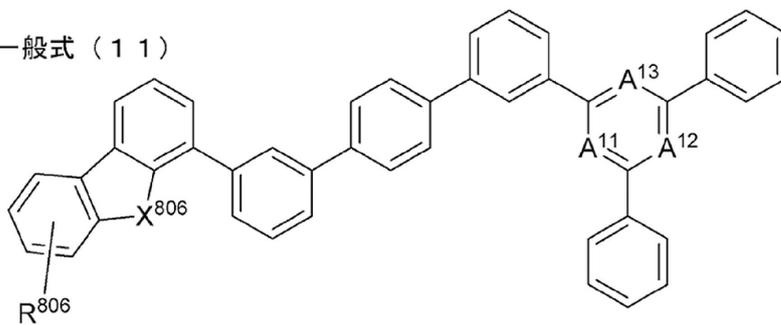
20

一般式 (10)



30

一般式 (11)



40

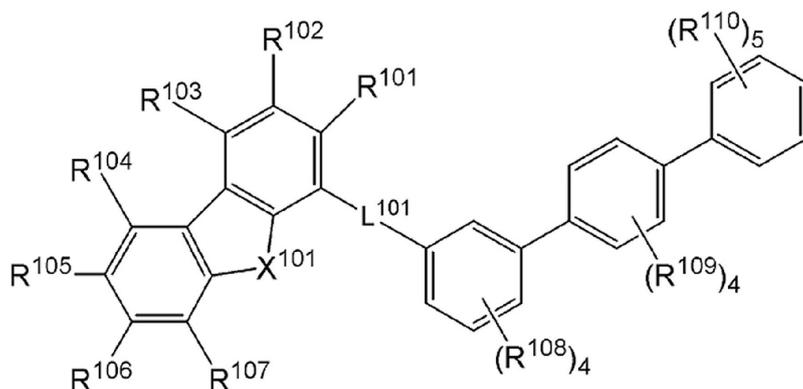
(一般式(8)~(11)中、 $X^{801} \sim X^{806}$ はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表し、 $R^{801} \sim R^{806}$ はそれぞれ独立に水素原子又は炭素数6~13のアリール基を表す。 $A^{11} \sim A^{13}$ はそれぞれ独立にCH又は窒素原子を表し、少なくとも1つは窒素原子である。)

【請求項17】

下記一般式(1)で表される化合物。

一般式(1)

【化 1 1】



10

(一般式(1)中、 X^{101} は酸素原子又は硫黄原子を表し、 $R^{101} \sim R^{110}$ は水素原子又は置換基(但し、アルキル基とシアノ基を除く)を表し、複数の $R^{108} \sim R^{110}$ は互いに同一でも異なってもよい。 L^{101} は単結合又はアリーレン基を表す。)

【請求項 1 8】

前記一般式(1)で表される化合物の分子量が550以上であることを特徴とする請求項17に記載の化合物。

【請求項 1 9】

前記一般式(1)における少なくとも1つの R^{110} が縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基であることを特徴とする請求項17又は18に記載の化合物。

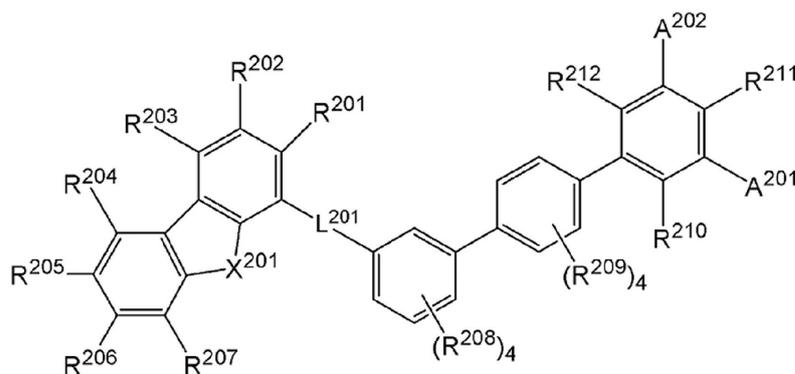
20

【請求項 2 0】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(2)又は(3)で表される化合物であることを特徴とする請求項17~19のいずれか一項に記載の化合物。

一般式(2)

【化 1 2】



30

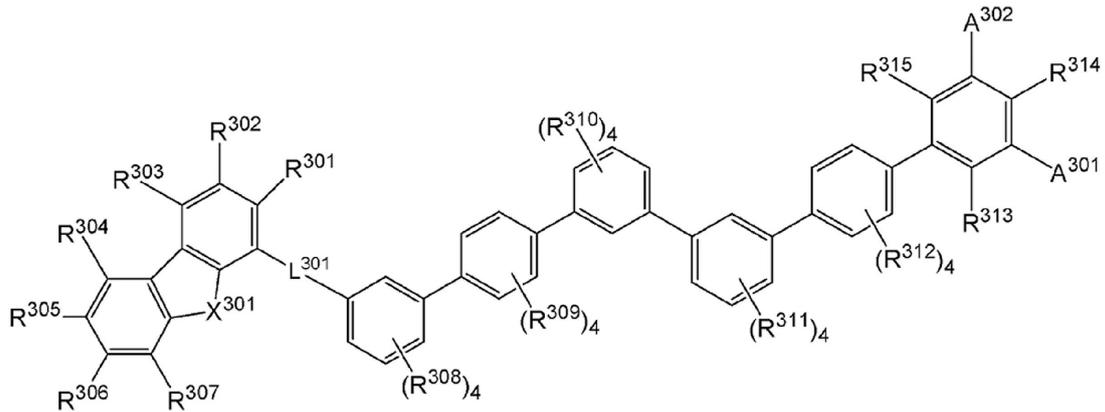
40

(一般式(2)中、 X^{201} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{201} \sim R^{212}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の R^{208} および R^{209} は互いに同一でも異なってもよい。 L^{201} は単結合又はアリーレン基を表し、*p*-ターフェニレン基ではない。 A^{201} および A^{202} の一方は縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。)

一般式(3)

50

【化 1 3】



10

(一般式(3)中、 X^{301} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{301} \sim R^{315}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{308} \sim R^{312}$ は互いに同一でも異なってもよい。 L^{301} は単結合又はアリーレン基を表す。 A^{301} および A^{302} の一方は縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。)

20

【請求項 2 1】

前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} がいずれも水素原子であることを特徴とする請求項17~20のいずれか一項に記載の化合物。

【請求項 2 2】

前記一般式(1)で表される化合物が、ガラス転移温度が100以上の化合物であることを特徴とする請求項17~21のいずれか一項に記載の化合物。

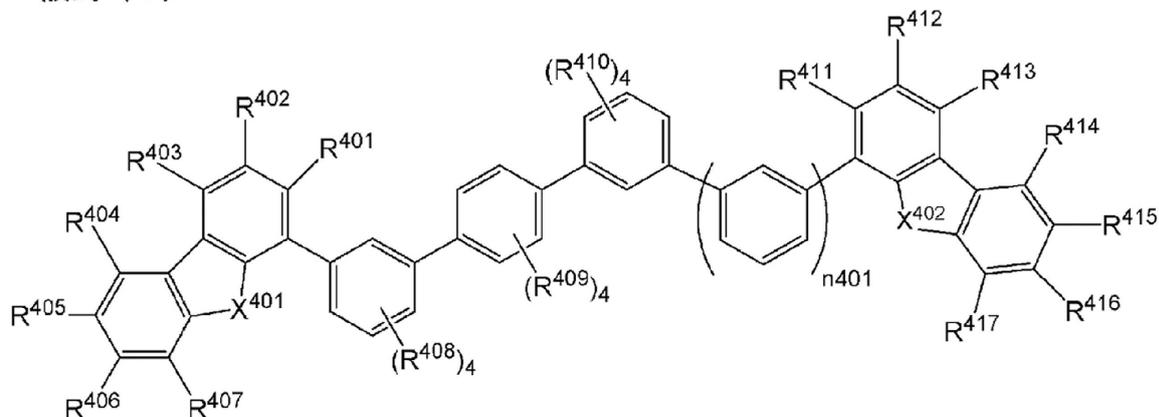
【請求項 2 3】

前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(4)~(7)のいずれかで表される化合物である請求項17~22のいずれか一項に記載の化合物。

30

【化 1 4】

一般式(4)

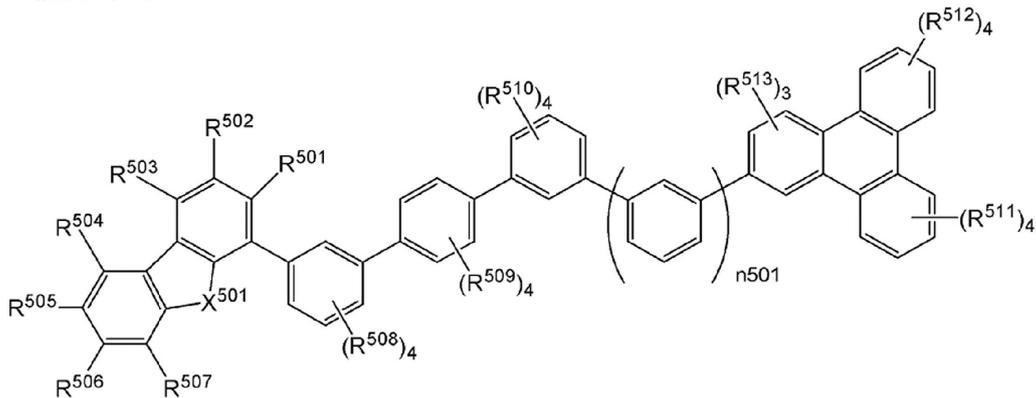


40

(一般式(4)中、 X^{401} および X^{402} はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{401} \sim R^{417}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{408} \sim R^{410}$ は互いに同一でも異なってもよい。 n_{401} は0又は1を表す。)

【化15】

一般式(5)

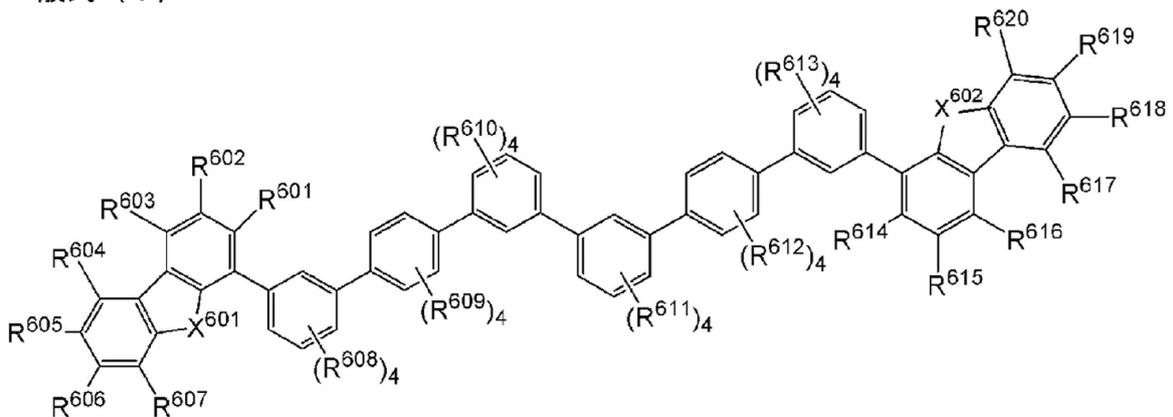


10

(一般式(5)中、X⁵⁰¹は酸素原子又は硫黄原子を表す。R⁵⁰¹~R⁵¹³はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数のR⁵⁰⁸~R⁵¹³は互いに同一でも異なってもよい。n₅₀₁は0又は1を表す。)

【化16】

一般式(6)

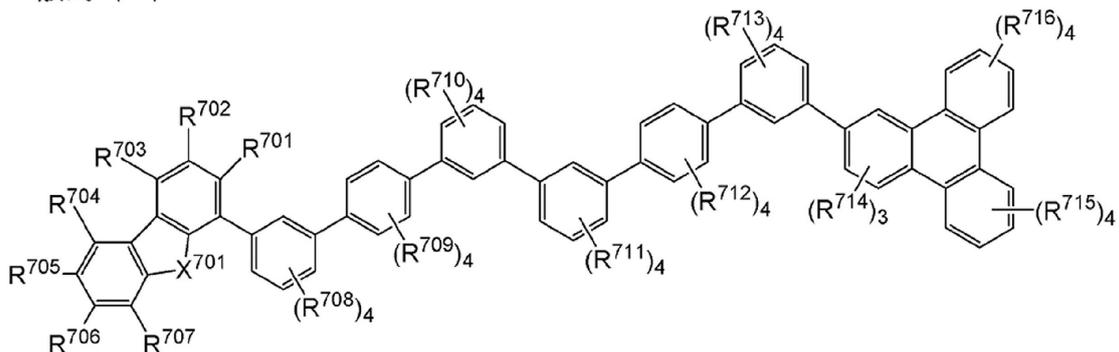


20

(一般式(6)中、X⁶⁰¹およびX⁶⁰²はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。R⁶⁰¹~R⁶²⁰はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数のR⁶⁰⁸~R⁶¹³は互いに同一でも異なってもよい。)

【化17】

一般式(7)



40

(一般式(7)中、X⁷⁰¹は酸素原子又は硫黄原子を表す。R⁷⁰¹~R⁷¹⁶はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数のR⁷⁰⁸~R⁷¹⁶は互いに同一

50

でも異なっている。))

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機電界発光素子、並びに、該素子を用いた発光装置、表示装置、照明装置及び該素子用の化合物に関する。

【背景技術】

【0002】

有機電界発光素子(以下、「素子」、「有機EL素子」ともいう)は、低電圧駆動で高輝度の発光が得られることから活発に研究開発が行われている。有機電界発光素子は、一对の電極間に有機層を有し、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔とが有機層において再結合し、生成した励起子のエネルギーを発光に利用するものである。

【0003】

近年、燐光発光材料を用いることにより、有機電界発光素子の高効率化が進んでいる。しかしながら、実用化に際し、耐久性などの観点から改善が求められている。更なる素子の発光効率の向上及び素子耐久性の向上のため、ジベンゾチオフェン系電荷輸送材料の使用が特許文献1に記載されている。また、ジベンゾチオフェンとトリフェニレンをフェニル基で連結した化合物を用いた有機電界発光素子が特許文献2に記載されている。また、ジベンゾチオフェンをフェニル基で連結した化合物を用いた有機電界発光素子が特許文献3および4に記載されている。

【0004】

一方、近年では有機電界発光素子をはじめとする各種表示装置類は、幅広く使用されてきており、様々な環境下で安定して長期間動作することが求められている。例えば、自動車への車載用途などでは寿命が長いこと(いわゆる耐久性)が求められていることに加え、日中の走行時又は駐車時にその車内はかなりの高温となることから高温保管後にも特性が変化しないことも求められている。また、有機電界発光素子は、従来の発光装置と同程度以上に駆動時に熱を発する点からも、このような高温保管後に特性が変化しないことが重要視されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開WO2007/069569号

【特許文献2】国際公開WO2009/021126号

【特許文献3】国際公開WO2009/085344号

【特許文献4】国際公開WO2009/073245号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

これに対し、本発明者らが特許文献1~4に記載された有機電界発光素子の特性を検討した結果、従来の有機電界発光素子では、耐久性に依然として不満が残ることに加え、高温で保管した際に色度が変わるといった問題があることが明らかになった。

そこで、有機層に用いられる化合物を変更したところ、ある程度耐久性や高温保管時の色度ずれが変化することがわかった。そこで、有機層に用いられる化合物についてさらに研究をすすめたところ、単に有機層に用いられる化合物の分子量を上げて、必ずしも耐久性や高温保管時の色度ずれが良くなるわけではないことがわかった。例えば、特許文献2に記載の compound 9Sは、この化合物より分子量とガラス転移温度が小さい compound 2Sと比べ、高温保管時の色度ずれが良くなるものの、耐久性は劣ることがわかった。すなわち、有機層に用いられる化合物を変更することによって耐久性と高温保管時の色度ずれをともに改善することは、困難であることがわかった。

【 0 0 0 7 】

本発明が解決しようとする課題は、耐久性に優れ、高温保管時の色度ずれが小さい有機電界発光素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明者らが鋭意検討した結果、ジベンゾチオフエン構造又はジベンゾフラン構造と、p-ターフェニレン構造を含む化合物を用いることで、耐久性に優れ、高温保管時の色度ずれが小さい有機電界発光素子が提供されることを見出した。

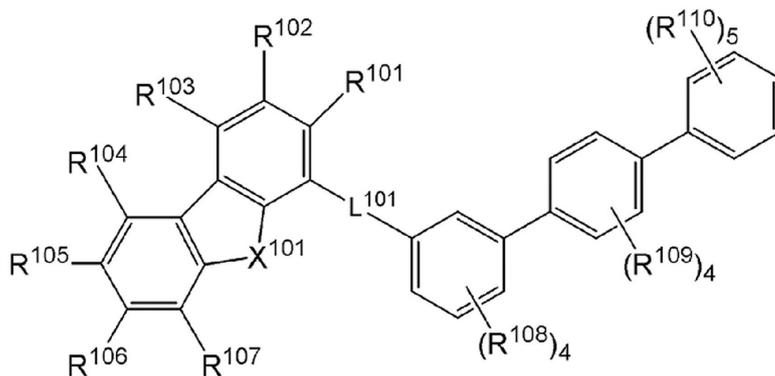
【 0 0 0 9 】

すなわち、本発明は下記的手段により達成することができる。

[1] 基板と、該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一对の電極と、該電極間に配置された有機層とを有し、前記有機層が、燐光発光材料と下記一般式(1)で表される化合物を含むことを特徴とする有機電界発光素子。

一般式(1)

【化1】



(一般式(1)中、 X^{101} は酸素原子または硫黄原子を表し、 $R^{101} \sim R^{110}$ は水素原子又は置換基(但し、アルキル基とシアノ基を除く)を表し、複数の $R^{108} \sim R^{110}$ は互いに同一でも異なってもよい。 L^{101} は単結合又はアリーレン基を表す。)

[2] 前記一般式(1)で表される化合物の分子量が550以上であることを特徴とする[1]に記載の有機電界発光素子。

[3] 前記一般式(1)における少なくとも1つの R^{110} が縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基であることを特徴とする[1]又は[2]に記載の有機電界発光素子。

[4] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(2)又は(3)で表される化合物であることを特徴とする[1]~[3]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

一般式(2)

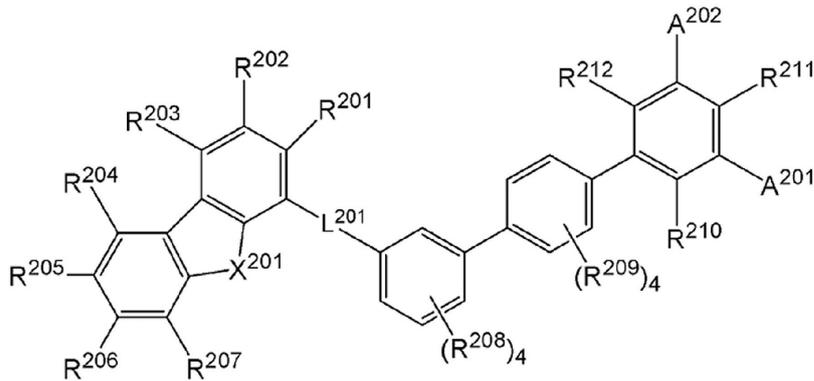
10

20

30

40

【化2】



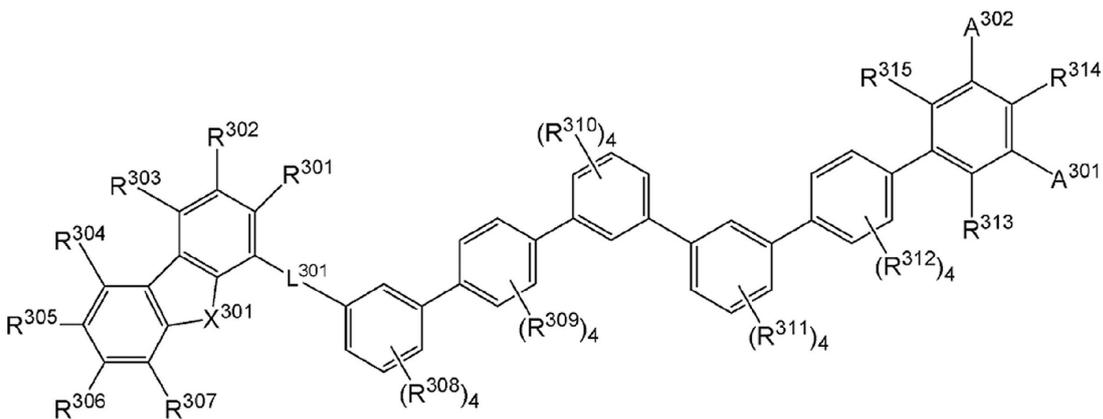
10

(一般式(2)中、 X^{201} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{201} \sim R^{212}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の R^{208} および R^{209} は互いに同一でも異なってもよい。 L^{201} は単結合又はアリーレン基を表し、*p*-ターフェニレン基ではない。 A^{201} および A^{202} の一方は縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。)

20

一般式(3)

【化3】



30

(一般式(3)中、 X^{301} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{301} \sim R^{315}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{308} \sim R^{312}$ は互いに同一でも異なってもよい。 L^{301} は単結合又はアリーレン基を表す。 A^{301} および A^{302} の一方は縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。)

40

[5] 前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} がいずれも水素原子であることを特徴とする[1]~[4]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

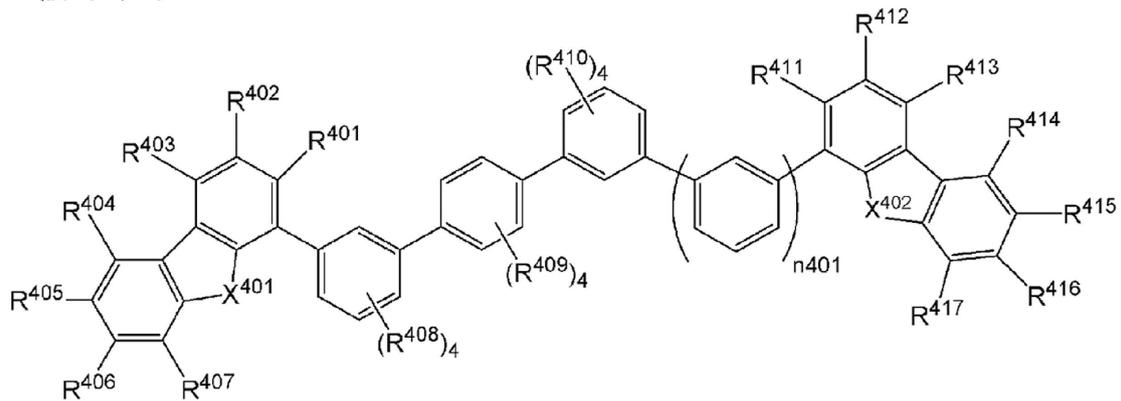
[6] 前記一般式(1)で表される化合物が、ガラス転移温度が100以上の化合物であることを特徴とする[1]~[5]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

[7] 前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(4)~(7)のいずれかで表される化合物である[1]~[6]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

50

【化 4】

一般式 (4)

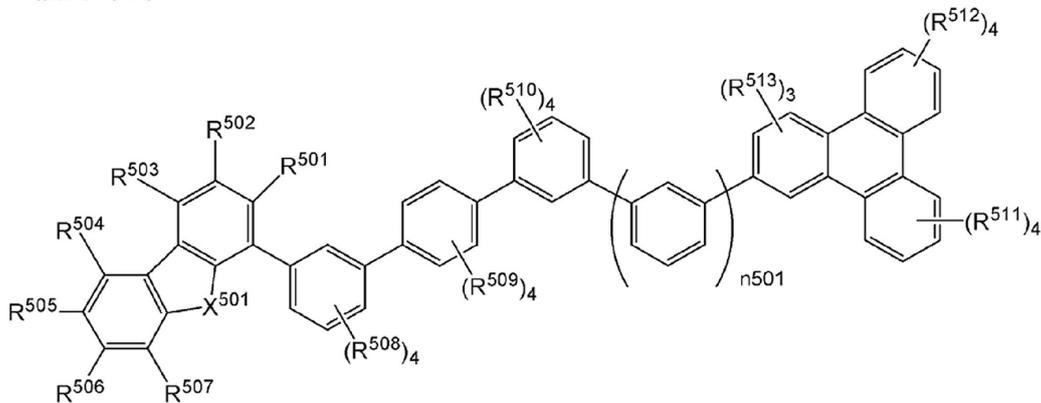


10

(一般式(4)中、 X^{401} および X^{402} はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{401} \sim R^{417}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{408} \sim R^{410}$ は互いに同一でも異なってもよい。 n_{401} は0又は1を表す。)

【化 5】

一般式 (5)

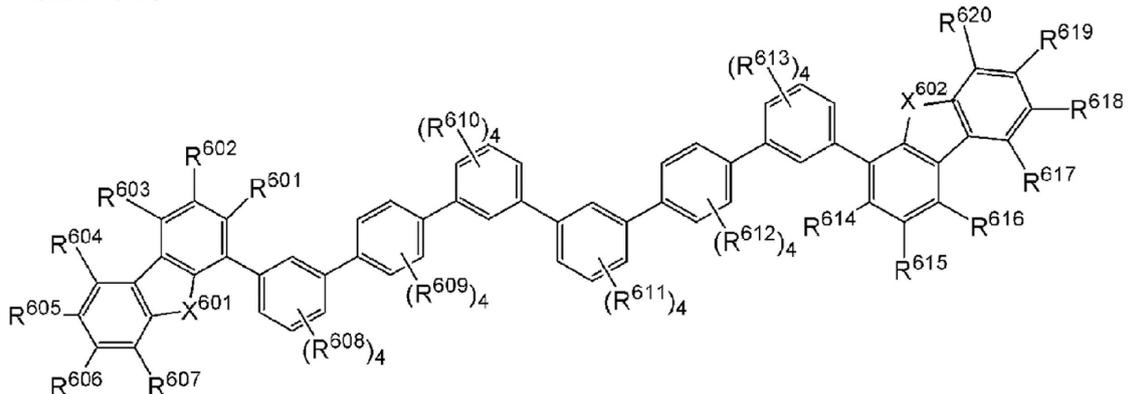


20

(一般式(5)中、 X^{501} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{501} \sim R^{513}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{508} \sim R^{513}$ は互いに同一でも異なってもよい。 n_{501} は0又は1を表す。)

【化 6】

一般式 (6)



40

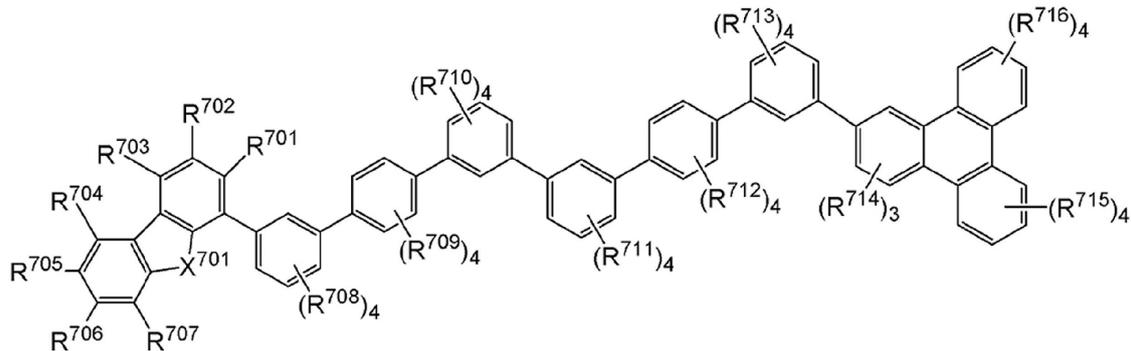
(一般式(6)中、 X^{601} および X^{602} はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。 R

50

$R^{601} \sim R^{620}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{608} \sim R^{613}$ は互いに同一でも異なってもよい。))

【化7】

一般式(7)



10

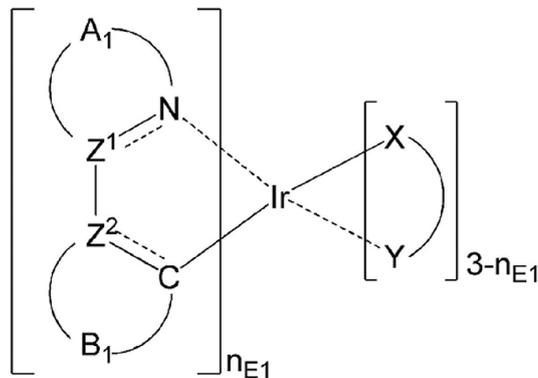
(一般式(7)中、 X^{701} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{701} \sim R^{716}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{708} \sim R^{716}$ は互いに同一でも異なってもよい。)

【8】 前記燐光発光材料が、下記一般式(E-1)で表されるイリジウム(Ir)錯体であることを特徴とする【1】～【7】のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【化8】

20

(E-1)

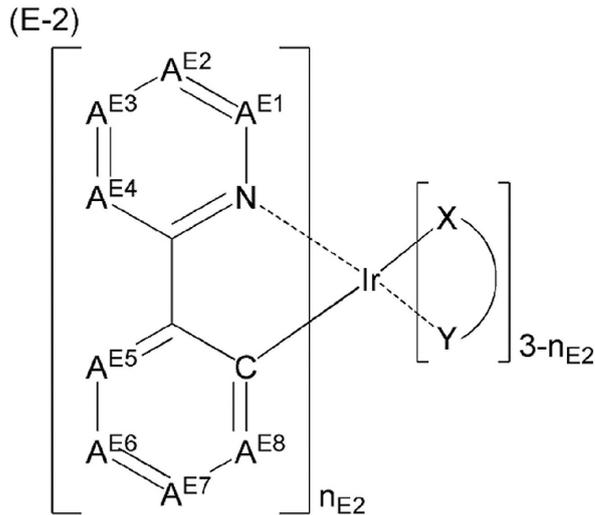


30

(一般式(E-1)中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 A_1 は Z^1 と窒素原子と共に5又は6員のヘテロ環を形成する原子群を表す。 B_1 は Z^2 と炭素原子と共に5又は6員環を形成する原子群を表す。(X-Y)はモノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E1} は1～3の整数を表す。)

【9】 前記一般式(E-1)で表されるイリジウム(Ir)錯体が下記一般式(E-2)で表されることを特徴とする【8】に記載の有機電界発光素子。

【化9】



10

(一般式(E-2)中、 $A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子、又は、 R^E で置換された炭素原子を表す。 R^E は水素原子又は置換基を表す。(X-Y)はモノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E2} は1~3の整数を表す。)

20

[10] 前記有機層が、前記発光層とその他の有機層を有し、前記発光層が前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする[1]~[9]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

[11] 前記有機層が、前記発光層とその他の有機層を有し、該その他の有機層が、前記発光層と前記陰極との間に配置され、前記発光層に隣接し、かつ、前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする[1]~[10]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

[12] 前記一対の電極間に、前記陰極に隣接する電子輸送層を有し、さらに該電子輸送層の前記陰極の反対側に隣接する正孔ブロック層を任意に有し、前記電子輸送層又は前記正孔ブロック層が前記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする[1]

30

[11]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

[13] 前記一対の電極間に配置された有機層が、少なくとも一層の前記一般式(1)で表される化合物を含む組成物の蒸着により形成された層を含むことを特徴とする[1]~[12]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

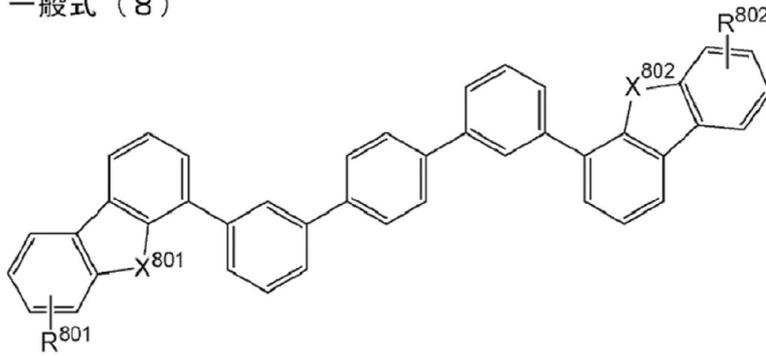
[14] 発光ピーク波長が490~580nmであることを特徴とする[1]~[13]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

[15] [1]~[14]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を含むことを特徴とする発光装置、照明装置又は表示装置。

[16] 下記一般式(8)~(11)のいずれかで表されることを特徴とする化合物。

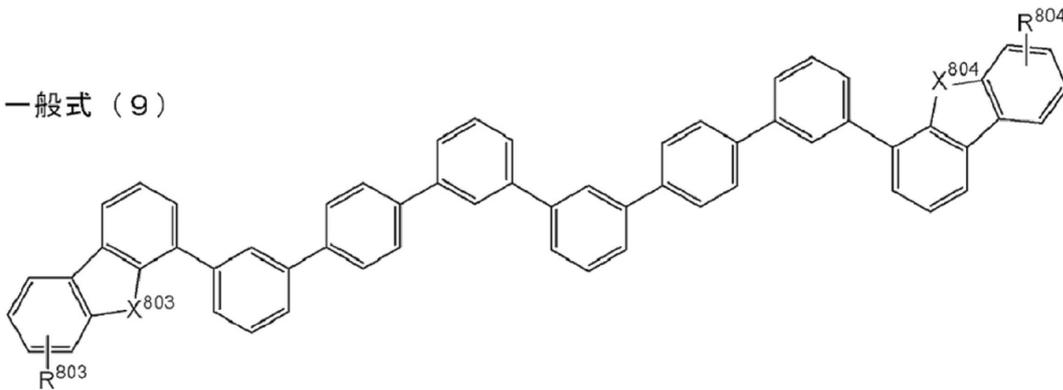
【化 10】

一般式 (8)



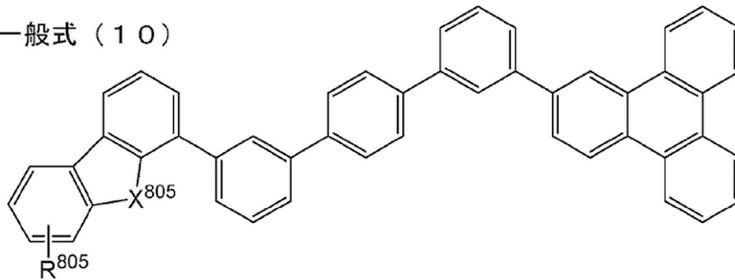
10

一般式 (9)



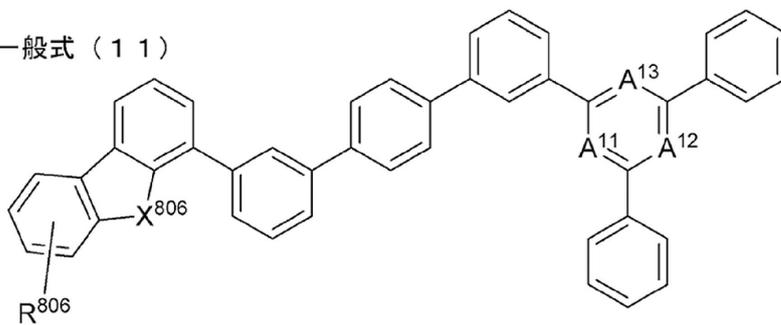
20

一般式 (10)



30

一般式 (11)



40

(一般式(8)~(11)中、 $X^{801} \sim X^{806}$ はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表し、 $R^{801} \sim R^{806}$ はそれぞれ独立に水素原子又は炭素数6~13のアリール基を表す。 $A^{11} \sim A^{13}$ はそれぞれ独立にCH又は窒素原子を表し、少なくとも1つは窒素原子である。)

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、耐久性に優れ、高温保管時の色度ずれが小さい有機電界発光素子を提供することができる。

50

また、本発明によれば、電荷輸送材料や発光層のホスト材料などとして有機電界発光素子に有用な化合物を提供することができ、更に、該有機電界発光素子を用いた発光装置、表示装置及び照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明に係る有機電界発光素子の構成の一例を示す概略図である。

【図2】本発明に係る発光装置の一例を示す概略図である。

【図3】本発明に係る照明装置の一例を示す概略図である。

【図4】本発明の化合物1B-2の¹H-NMRスペクトル図である。

【図5】本発明の化合物1B-3の¹H-NMRスペクトル図である。

【図6】本発明の化合物1B-4の¹H-NMRスペクトル図である。

【図7】本発明の化合物1B-17の¹H-NMRスペクトル図である。

【図8】本発明の化合物1D-1の¹H-NMRスペクトル図である。

【図9】本発明の化合物1D-3の¹H-NMRスペクトル図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下において、本発明の内容について詳細に説明する。以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様に限定されるものではない。尚、本願明細書において「～」とはその前後に記載される数値を下限値および上限値として含む意味で使用される。

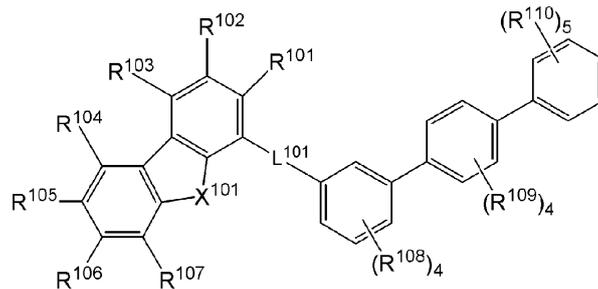
【0013】

[有機電界発光素子]

本発明の有機電界発光素子は、基板と、該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一対の電極と、該電極間に配置された有機層とを有し、前記有機層が、燐光発光材料と下記一般式(1)で表される化合物を含むことを特徴とする。

一般式(1)

【化11】



(一般式(1)中、 X^{101} は酸素原子又は硫黄原子を表し、 $R^{101} \sim R^{110}$ は水素原子又は置換基(但し、アルキル基とシアノ基を除く)を表し、複数の $R^{108} \sim R^{110}$ は互いに同一でも異なっていてもよい。 L^{101} は単結合又はアリーレン基を表す。)

有機電界発光素子では、陰極から電子が注入され、陽極から正孔が注入されて、これらが有機分子上を移動しながら、有機層(機能上、発光層と呼ばれることがある)でこれらが再結合する。その際に生じる励起エネルギーを利用して、発光材料が発光している。そこで、有機電界発光素子の寿命(耐久性)を考えた場合、材料の安定性が重要である。特に、材料上を電荷(電子又は正孔)が移動することから、材料の電荷に対する安定性(=ラジカル状態での安定性)が非常に重要である。いかなる理論に拘泥するものでもないが、本発明では、p-ターフェニル構造を導入した化合物を用いることで、ラジカル状態でのスピン密度分布を他のフェニル基やピフェニル基よりも一層広く非局在化できることを見出した。ここで、スピン密度分布が広がるほど、ラジカル種は熱力学的に安定化される。このため、p-ターフェニル構造を備えたジベンゾチオフェン又はジベンゾフラン誘導体はラジカル状態での高い安定性を確保することができると考えられる。その結果、有機

10

20

30

40

50

電界発光素子の耐久性を格段に向上させることができたと考えられる。さらに、p - ターフェニル構造を導入した化合物は、可動性部位が例えばm - ターフェニル構造の場合に比べて少なく、高温時に有機層の膜質変化を防止できるため、有機電界発光素子の高温保管後の色度ずれも小さくすることができたと考えられる。

【0014】

本発明の有機電界発光素子の構成は、特に制限されることはない。図1に、本発明の有機電界発光素子の構成の一例を示す。図1の有機電界発光素子10は、基板2上に、一对の電極（陽極3と陰極9）の間に有機層を有する。

有機電界発光素子の素子構成、基板、陰極及び陽極については、例えば、特開2008 - 270736号公報に詳述されており、該公報に記載の事項を本発明に適用することができる。

10

以下、本発明の有機電界発光素子の好ましい態様について、基板、電極、有機層、保護層、封止容器、駆動方法、発光波長、用途の順で詳細に説明する。

【0015】

< 基板 >

本発明の有機電界発光素子は、基板を有する。

本発明で使用する基板としては、有機層から発せられる光を散乱又は減衰させない基板であることが好ましい。有機材料の場合には、耐熱性、寸法安定性、耐溶剤性、電気絶縁性、及び加工性に優れていることが好ましい。

【0016】

20

< 電極 >

本発明の有機電界発光素子は、前記基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一对の電極を有する。

発光素子の性質上、一对の電極である陽極及び陰極のうち少なくとも一方の電極は、透明若しくは半透明であることが好ましい。

【0017】

(陽極)

陽極は、通常、有機層に正孔を供給する電極としての機能を有していればよく、その形状、構造、大きさ等については特に制限はなく、発光素子の用途、目的に応じて、公知の電極材料の中から適宜選択することができる。前述のごとく、陽極は、通常透明陽極として設けられる。

30

【0018】

(陰極)

陰極は、通常、有機層に電子を注入する電極としての機能を有していればよく、その形状、構造、大きさ等については特に制限はなく、発光素子の用途、目的に応じて、公知の電極材料の中から適宜選択することができる。

【0019】

< 有機層 >

本発明の有機電界発光素子は、前記電極間に配置された有機層を有し、前記有機層が、燐光発光材料と前記一般式(1)で表される化合物を含むことを特徴とする。

40

前記有機層は、特に制限はなく、有機電界発光素子の用途、目的に応じて適宜選択することができるが、前記透明電極上に又は前記半透明電極上に形成されるのが好ましい。この場合、有機層は、前記透明電極又は前記半透明電極上の全面又は一面に形成される。

有機層の形状、大きさ、及び厚み等については、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

以下、本発明の有機電界発光素子における、有機層の構成、有機層の形成方法、有機層を構成する各層の好ましい態様および各層に使用される材料について順に説明する。

【0020】

(有機層の構成)

本発明の有機電界発光素子では、前記有機層が、電荷輸送層を含むことが好ましい。前

50

記電荷輸送層とは、有機電界発光素子に電圧を印加した際に電荷移動が起こる層をいう。具体的には正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層、発光層、正孔ブロック層、電子輸送層又は電子注入層が挙げられる。前記電荷輸送層が正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層又は発光層であれば、低コストかつ高効率な有機電界発光素子の製造が可能となる。

本発明の有機電界発光素子では、前記燐光発光材料を含む発光層とその他の有機層を有し、前記発光層が前記一般式(1)で表される化合物を含有することが好ましい。さらに、本発明の有機電界発光素子では、前記有機層が、前記燐光発光材料を含む発光層とその他の有機層を有することがより好ましい。但し、本発明の有機電界発光素子は、前記有機層が発光層とその他の有機層を有する場合であっても、必ずしも明確に層間が区別されなくてもよい。

10

【0021】

本発明の有機電界発光素子は、前記有機層が燐光発光材料と前記一般式(1)で表される化合物を含む。このとき、前記燐光発光材料と前記一般式(1)で表される化合物が含まれる場所に特に制限はない。本発明では、前記有機層が、前記燐光発光材料を含む発光層とその他の有機層を有し、前記発光層が前記一般式(1)で表される化合物を含有することがより好ましい。このとき、前記一般式(1)で表される化合物が、発光層のホスト化合物として用いられることが好ましい。

また、前記一対の電極間に、前記陰極に隣接する電子輸送層を有し、さらに該電子輸送層の前記陰極の反対側に隣接する正孔ブロック層を任意に有し、前記電子輸送層又は前記正孔ブロック層が前記一般式(1)で表される化合物を含有することも好ましい。

20

これらの有機層は、それぞれ複数層設けてもよく、複数層設ける場合には同一の材料で形成してもよいし、層毎に異なる材料で形成してもよい。

【0022】

(有機層の形成方法)

本発明の有機電界発光素子において、各有機層は、蒸着法やスパッタ法等の乾式製膜法、転写法、印刷法、スピコート法、バーコート法等の湿式製膜法(溶液塗布法)のいずれによっても好適に形成することができる。

本発明の有機電界発光素子は、前記一対の電極間に配置された有機層が、少なくとも一層の前記一般式(1)で表される化合物を含む組成物の蒸着により形成された層を含むことが好ましい。

30

【0023】

(発光層)

前記発光層は、電界印加時に、陽極、正孔注入層又は正孔輸送層から正孔を受け取り、陰極、電子注入層又は電子輸送層から電子を受け取り、正孔と電子の再結合の場を提供して発光させる機能を有する層である。但し、本発明における前記発光層は、このようなメカニズムによる発光に必ずしも限定されるものではない。本発明の有機電界発光素子における発光層は、少なくとも一種の前記燐光発光材料を含有することが好ましい。

【0024】

本発明の有機電界発光素子における前記発光層は、前記燐光発光材料のみで構成されていてもよく、ホスト材料と前記燐光発光材料の混合層とした構成でもよい。前記燐光発光材料の種類は一種であっても二種以上であってもよい。前記ホスト材料は電荷輸送材料であることが好ましい。前記ホスト材料は一種であっても二種以上であってもよく、例えば、電子輸送性のホスト材料とホール輸送性のホスト材料を混合した構成が挙げられる。更に、前記発光層は、電荷輸送性を有さず、発光しない材料を含んでいてもよい。

40

【0025】

また、発光層は一層であっても二層以上の多層であってもよく、それぞれの層に同じ発光材料やホスト材料を含んでもよいし、層毎に異なる材料を含んでもよい。発光層が複数の場合、それぞれの発光層が異なる発光色で発光してもよい。

【0026】

50

発光層の厚さは、特に限定されるものではないが、通常、2 nm ~ 500 nmであるのが好ましく、中でも、外部量子効率の観点で、3 nm ~ 200 nmであるのがより好ましく、5 nm ~ 100 nmであるのが更に好ましい。

【0027】

本発明の有機電界発光素子は、前記発光層が前記一般式(1)で表される化合物を含有することが好ましい態様であり、前記発光層のホスト材料として前記一般式(1)で表される化合物を用いることがより好ましい態様である。ここで、本明細書中、ホスト材料とは、発光層において主に電荷の注入、輸送を担う化合物であり、また、それ自体は実質的に発光しない化合物のことである。ここで「実質的に発光しない」とは、該実質的に発光しない化合物からの発光量が好ましくは素子全体での全発光量の5%以下であり、より好ましくは3%以下であり、更に好ましくは1%以下であることを言う。

10

以下、前記発光層の材料として、前記一般式(1)で表される化合物、前記燐光発光材料、前記一般式(1)で表される化合物以外のその他のホスト材料について順に説明する。なお、前記一般式(1)で表される化合物は、本発明の有機電界発光素子において前記発光層以外に用いられてもよい。

【0028】

(1) 前記一般式(1)で表される化合物

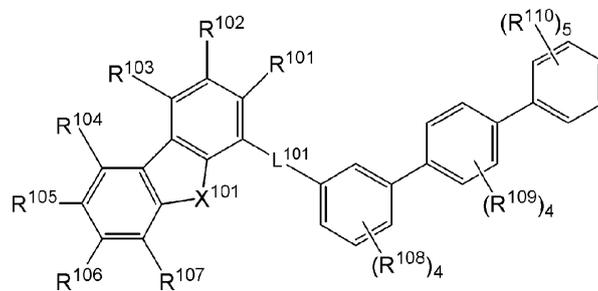
以下、下記一般式(1)で表される化合物について説明する。

【0029】

一般式(1)

20

【化12】



30

(一般式(1)中、 X^{101} は酸素原子又は硫黄原子を表し、 $R^{101} \sim R^{110}$ は水素原子又は置換基(但し、アルキル基とシアノ基を除く)を表し、複数の $R^{108} \sim R^{110}$ は互いに同一でも異なってもよい。 L^{101} は単結合又はアリーレン基を表す。)

なお、本発明において、前記一般式(1)の説明における水素原子は同位体(重水素原子等)も含み、また更に置換基を構成する原子は、その同位体も含んでいることを表す。

本発明において、「置換基」というとき、その置換基は置換されていてもよい。例えば、本発明で「アルキル基」と言う時、フッ素原子で置換されたアルキル基(例えばトリフルオロメチル基)やアリール基で置換されたアルキル基(例えばトリフェニルメチル基)なども含むが、「炭素数1~6のアルキル基」と言うとき、置換されたものも含めた全ての基として炭素数が1~6であることを示す。

40

【0030】

前記一般式(1)中、 X^{101} は酸素原子又は硫黄原子を表す。ファンデルワールス半径の大きい硫黄原子の方が、電子移動度向上の観点から好ましい。

【0031】

前記一般式(1)中、 $R^{101} \sim R^{110}$ が表す置換基としては、アルキル基とシアノ基を除く置換基であり、それぞれ独立に下記置換基群Aを挙げることができ、該置換基は更に置換基を有してもよい。前記更なる置換基としては、前記置換基群Aから選択される基を挙げることができる。

【0032】

《置換基群A》

50

アルケニル基（好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばビニル、アリル、2 - ブテニル、3 - ペンテニルなどが挙げられる。）、アルキニル基（好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばプロパルギル、3 - ペンチニルなどが挙げられる。）、アリール基（好ましくは炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20、特に好ましくは炭素数 6 ~ 14 であり、例えばフェニル、p - メチルフェニル、ナフチル、アントリルなどが挙げられる。）、アミノ基（好ましくは炭素数 0 ~ 30、より好ましくは炭素数 0 ~ 20、特に好ましくは炭素数 0 ~ 10 であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。）、アルコキシ基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 10 であり、例えばメトキシ、エトキシ、プトキシ、2 - エチルヘキシロキシなどが挙げられる。）、アリーロキシ基（好ましくは炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニルオキシ、1 - ナフチルオキシ、2 - ナフチルオキシなどが挙げられる。）、ヘテロ環オキシ基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばピリジルオキシ、ピラジニルオキシ、ピリミジニルオキシ、キノリルオキシなどが挙げられる。）、アシル基（好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 12 であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。）、アルコキシカルボニル基（好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 12 であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。）、アリーロキシカルボニル基（好ましくは炭素数 7 ~ 30、より好ましくは炭素数 7 ~ 20、特に好ましくは炭素数 7 ~ 12 であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。）、アシルオキシ基（好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。）、アシルアミノ基（好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。）、アルコキシカルボニルアミノ基（好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 12 であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。）、アリーロキシカルボニルアミノ基（好ましくは炭素数 7 ~ 30、より好ましくは炭素数 7 ~ 20、特に好ましくは炭素数 7 ~ 12 であり、例えばフェニルオキシカルボニルアミノなどが挙げられる。）、スルホニルアミノ基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。）、スルファモイル基（好ましくは炭素数 0 ~ 30、より好ましくは炭素数 0 ~ 20、特に好ましくは炭素数 0 ~ 12 であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。）、カルバモイル基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。）、アルキルチオ基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。）、アリールチオ基（好ましくは炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。）、ヘテロ環チオ基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばピリジルチオ、2 - ベンズイミゾリルチオ、2 - ベンズオキサゾリルチオ、2 - ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。）、スルホニル基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。）、スルフィニル基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばメタンスルフィニル、ベン

10

20

30

40

50

ゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、スルホ基、カルボキシル基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基(ヘテロアリール基も包含し、好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子、ケイ素原子、セレン原子、テルル原子であり、具体的にはピリジル、ピラジニル、ピリミジニル、ピリダジニル、ピロリル、ピラゾリル、トリアゾリル、イミダゾリル、オキサゾリル、チアゾリル、イソキサゾリル、イソチアゾリル、キノリル、フリル、チエニル、セレノフェニル、テルロフェニル、ピペリジル、ピペリジノ、モルホリノ、ピロリジル、ピロリジノ、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基、シロリル基などが挙げられる。)、シリル基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~24であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。)、シリルオキシ基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~24であり、例えばトリメチルシリルオキシ、トリフェニルシリルオキシなどが挙げられる。)、ホスホリル基(例えばジフェニルホスホリル基、ジメチルホスホリル基などが挙げられる。)が挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよく、更なる置換基としては、以上に説明した置換基群Aから選択される基を挙げることができる。

10

20

【0033】

前記 $R^{101} \sim R^{110}$ としては、それぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基が好ましい。

【0034】

$R^{101} \sim R^{110}$ が表すアリール基は、好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~18であり、例えばフェニル基、キシリル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、トリフェニレニル基などが挙げられる。

30

$R^{101} \sim R^{110}$ が表すヘテロアリール基は、好ましくは環員数5~30、より好ましくは環員数5~20、特に好ましくは環員数5~15であり、例えばピリジル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、カルバゾリル基、ジベンゾチオフェニル基、ジベンゾフラニル基などが挙げられる。

【0035】

$R^{101} \sim R^{107}$ としてより好ましくは、それぞれ独立に水素原子又は炭素数6~18のアリール基であり、水素原子又はフェニル基であることが特に好ましく、水素原子が更に好ましい。但し、 $R^{101} \sim R^{107}$ のうち1又は複数がフェニル基である態様も好ましく、1又は2がフェニル基であること態様もより好ましい。

40

【0036】

R^{108} および R^{109} としては、水素原子、炭素数6~18のアリール基又はヘテロアリール基が好ましく、本発明の有機電界発光素子では前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} がいずれも水素原子であることがより好ましい。

R^{108} および R^{109} が更なる置換基を有する場合の置換基としては、置換又は無置換のアリール基又はヘテロアリール基が好ましく、フェニル基が好ましい。

【0037】

前記 R^{110} としては、少なくとも1つの R^{110} が縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6

50

～ 25 の単環のアリール基を置換基として有する環員数 5 ～ 25 の単環のヘテロアリール基であり、その他の R^{110} が水素原子又は炭素数 6 ～ 30 のアリール基又は環員数 5 ～ 25 のヘテロアリール基であることが好ましい。

前記 R^{110} としては、少なくとも 1 つの R^{110} が縮合環である環員数 12 ～ 18 のアリール基、縮合環である環員数 9 ～ 13 のヘテロアリール基又はこれらを置換基として有する炭素数 6 ～ 18 のアリール基又は環員数 6 ～ 13 のヘテロアリール基、あるいは、炭素数 6 ～ 18 の単環のアリール基を置換基として有する環員数 6 ～ 13 の単環のヘテロアリール基であり、その他の R^{110} が水素原子であることがより好ましい。さらに、前記炭素数 6 ～ 18 の単環のアリール基を置換基として有する環員数 6 ～ 13 の単環のヘテロアリール基は、炭素数 6 ～ 10 の単環のアリール基を置換基として有する環員数 6 ～ 10 の単環のヘテロアリール基であることが好ましく、該炭素数 6 ～ 10 の単環のアリール基の好ましい数は 1 又は 2 である。

前記縮合環である環員数 10 ～ 30 のアリール基、縮合環である環員数 8 ～ 30 のアリール基を置換基として有する炭素数 6 ～ 25 のアリール基、これらを置換基として有する炭素数 6 ～ 25 のアリール基又は環員数 6 ～ 13 のヘテロアリール基、あるいは、炭素数 6 ～ 20 の単環のアリール基を置換基として有する環員数 5 ～ 20 の単環のヘテロアリール基である R^{110} の置換基の位置は、 R^{110} が置換するベンゼン環の p - ターフェニレン骨格を形成する置換基に対して、オルト位、メタ位、パラ位のいずれの位置であってもよく、その中でもメタ位又はパラ位であることが該 R^{110} と他の置換基との間の光環化反応を抑制する観点又は素子駆動電圧低減の観点から好ましい。また、有機電界発光素子からの発光色が緑色（発光ピーク波長が 490 ～ 580 nm）である場合は発光効率の観点からメタ位であることがより好ましい。

【 0 0 3 8 】

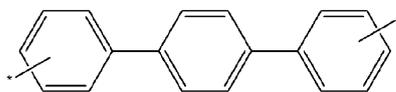
L^{101} は単結合又はアリーレン基を表す。前記アリーレン基としては、縮合環（例えばナフチル基、アントリル基など）でもよいが、有機電界発光素子からの発光色が緑色（発光ピーク波長が 490 ～ 580 nm）である場合は発光効率の観点から縮合環を有していないアリーレン基であることが好ましく、置換基を有していてもよいフェニレン基又はその複数が単結合により連結して形成した構造を有していることがより好ましい。前記 L^{101} が表すアリーレン基としてはフェニレン基、ビフェニレン基、ターフェニレン基などが好ましく挙げられる。また、これらの連結様式は特に制限されるものではない。

前記 L^{101} は単結合、フェニレン基、ビフェニレン基又はターフェニレン基が好ましく、単結合又はターフェニレン基（その中でも p - ターフェニレン基又は m - ターフェニレン基が好ましく、p - ターフェニレン基がより好ましく、無置換の p - ターフェニレン基が特に好ましい）がより好ましく、単結合がさらに好ましい。

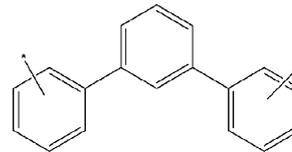
なお、本発明において、p - ターフェニレン、m - ターフェニレンはそれぞれ下の構造を表す（* は結合手を表す）。

【 化 1 3 】

p - ターフェニレン



m - ターフェニレン



【 0 0 3 9 】

L^{201} は無置換であることが好ましいが、場合により更に置換基を有していてもよい。 L^{201} が更なる置換基を有する場合の置換基としては前記置換基群 A を挙げることができ、置換又は無置換のアリール基（フェニル基、又はビフェニル基）が好ましく、フェニル基が好ましい。

【 0 0 4 0 】

本発明の有機電界発光素子では、前記一般式（1）で表される化合物は、下記一般式（

10

20

30

40

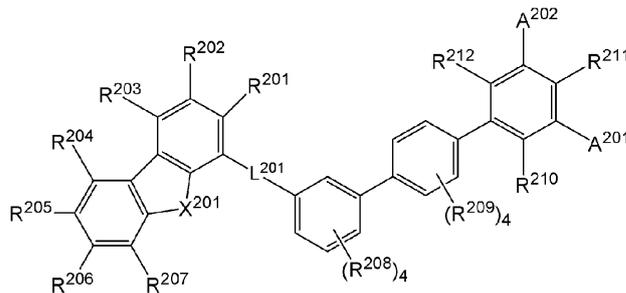
50

2) 又は(3)で表される化合物であることが好ましい。

【0041】

一般式(2)

【化14】



10

【0042】

一般式(2)中、 X^{201} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{201} \sim R^{212}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の R^{208} および R^{209} は互いに同一でも異なってもよい。 L^{201} は単結合又はアリーレン基を表し、*p*-ターフェニレン基ではない。 A^{201} および A^{202} の一方は縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

20

【0043】

前記一般式(2)における X^{201} の好ましい範囲は、前記一般式(1)における X^{101} の好ましい範囲と同様である。

【0044】

前記一般式(2)における $R^{201} \sim R^{209}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における $R^{101} \sim R^{109}$ の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(2)における $R^{210} \sim R^{212}$ は、水素原子又は炭素数6~20のアリール基であることが好ましく、水素原子であることがより好ましい。

30

【0045】

前記一般式(2)における A^{201} および A^{202} の一方が表す縮合環である環員数10~30のアリール基、縮合環である環員数8~30のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~25の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基の好ましい範囲は、ジベンゾチオフェニル基、ジベンゾフラニル基、トリフェニレニル基、カルバゾリル基、これらの置換基を有する炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基、あるいは、炭素数6~13の単環のアリール基を置換基として有する環員数5~25の単環のヘテロアリール基である。その中でも、ジベンゾチオフェニル基、ジベンゾフラニル基、トリフェニレニル基又はこれらの置換基を有するフェニレン基であることがより好ましく、ジベンゾチオフェニル基、ジベンゾフラニル基又はトリフェニレニル基であることが特に好ましく、ジベンゾチオフェニル基又はトリフェニレニル基がより特に好ましく、トリフェニレニル基がさらに好ましい。)また、これらの縮合環は上記骨格を基本骨格として、さらに置換基同士を縮環してもよい。

40

前記一般式(2)における A^{201} および A^{202} のもう一方は、水素原子又は炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基であることが好ましく、水素原子であることがより好ましい。

【0046】

前記一般式(2)における L^{201} は、単結合又はアリーレン基を表し、*p*-ターフェニレン基ではない。

50

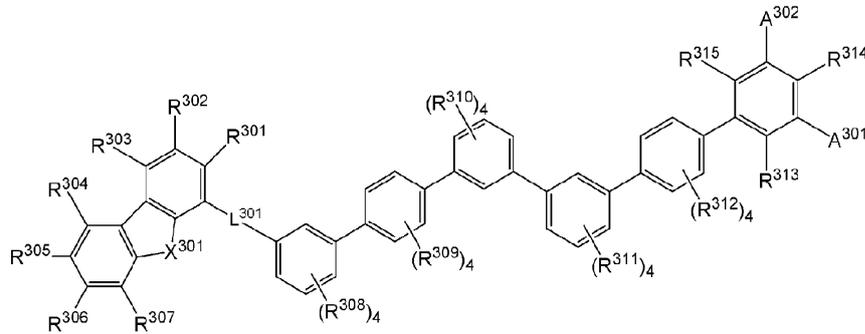
前記 L^{201} が表すアリーレン基は、縮合環（例えばナフチル基、アントリル基など）でもよいが、有機電界発光素子からの発光色が緑色（発光ピーク波長が $490 \sim 580 \text{ nm}$ ）である場合は発光効率の観点から縮合環を有していないアリーレン基であることが好ましく、フェニレン基、ピフェニレン基、*m*-ターフェニレン基であることがより好ましく、1,3-フェニレン基又は3,5'-ピフェニレン基であることが特に好ましい。

前記一般式(2)における L^{201} は単結合であることが好ましい。

【0047】

一般式(3)

【化15】



一般式(3)中、 X^{301} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{301} \sim R^{315}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{308} \sim R^{312}$ は互いに同一でも異なってもよい。 L^{301} は単結合又はアリーレン基を表す。 A^{301} および A^{302} の一方は縮合環である環員数 $10 \sim 30$ のアリール基、縮合環である環員数 $8 \sim 30$ のヘテロアリール基、これらを置換基として有する炭素数 $6 \sim 25$ のアリール基又は環員数 $5 \sim 25$ のヘテロアリール基、あるいは、炭素数 $6 \sim 25$ の単環のアリール基を置換基として有する環員数 $5 \sim 20$ の単環のヘテロアリール基を表し、もう一方は水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

【0048】

前記一般式(3)における X^{301} の好ましい範囲は、前記一般式(1)における X^{101} の好ましい範囲と同様である。

【0049】

前記一般式(3)における $R^{301} \sim R^{312}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における $R^{101} \sim R^{109}$ の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(3)における $R^{313} \sim R^{315}$ の好ましい範囲は、前記一般式(2)における $R^{210} \sim R^{212}$ の好ましい範囲と同様である。

【0050】

前記一般式(3)における A^{301} および A^{302} の好ましい範囲は、前記一般式(2)における A^{201} および A^{202} の好ましい範囲と同様である。

【0051】

前記一般式(3)における L^{301} が表すアリーレン基は、縮合環（例えばナフチル基、アントリル基など）でもよいが、有機電界発光素子からの発光色が緑色（発光ピーク波長が $490 \sim 580 \text{ nm}$ ）である場合は発光効率の観点から縮合環を有していないアリーレン基であることが好ましく、フェニレン基、ピフェニレン基、*m*-ターフェニレン基であることがより好ましく、1,3-フェニレン基又は3,5'-ピフェニレン基であることが特に好ましい。

前記一般式(3)における L^{301} は単結合であることが好ましい。

【0052】

本発明の有機電界発光素子は、前記一般式(1)で表される化合物が、下記一般式(4)～(7)および後述する一般式(11)のいずれかで表される化合物であることが特に好ましく、前記一般式(1)で表される化合物が下記一般式(4)～(7)のいずれかで

10

20

30

40

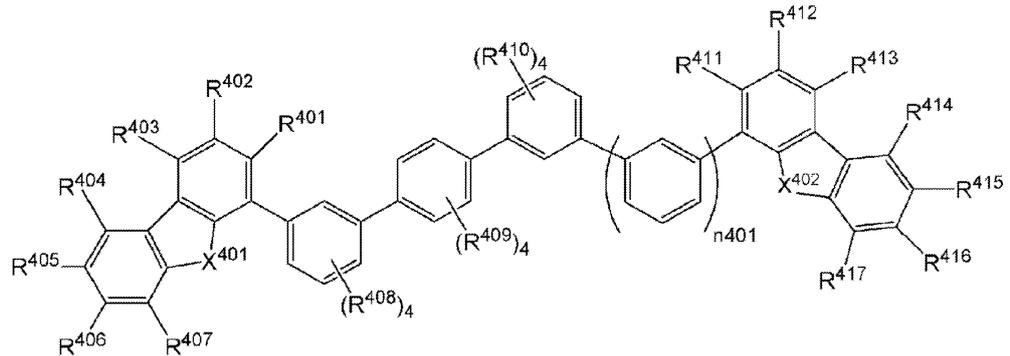
50

表される化合物であることがより特に好ましい。

【0053】

【化16】

一般式(4)



10

【0054】

一般式(4)中、 X^{401} および X^{402} はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{401} \sim R^{417}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{408} \sim R^{410}$ は互いに同一でも異なってもよい。 n_{401} は0又は1を表す。

【0055】

前記一般式(4)における X^{401} および X^{402} の好ましい範囲は、前記一般式(1)における X^{101} の好ましい範囲と同様である。

20

【0056】

前記一般式(4)における $R^{401} \sim R^{407}$ および $R^{411} \sim R^{417}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における $R^{101} \sim R^{107}$ の好ましい範囲と同様である。

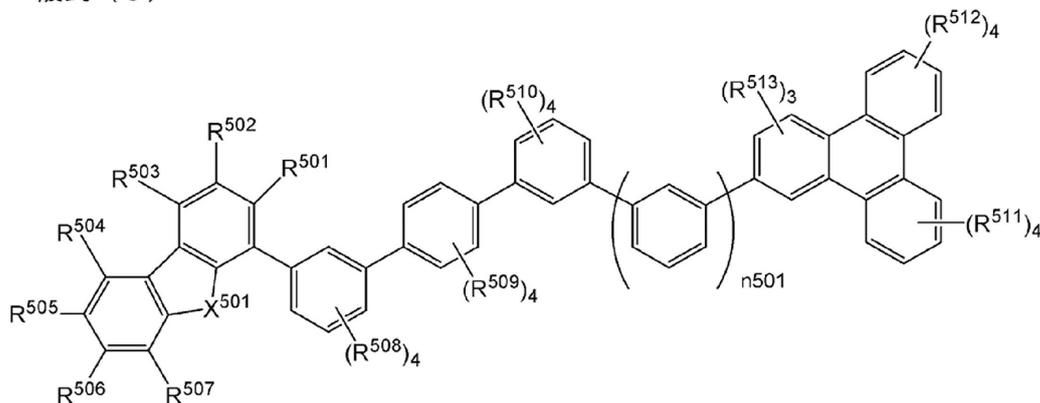
前記一般式(4)における $R^{408} \sim R^{410}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(4)における n_{401} は、0であることが好ましい。

【0057】

【化17】

一般式(5)



30

40

一般式(5)中、 X^{501} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{501} \sim R^{513}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{508} \sim R^{513}$ は互いに同一でも異なってもよい。 n_{501} は0又は1を表す。

【0058】

前記一般式(5)における X^{501} の好ましい範囲は、前記一般式(1)における X^{101} の好ましい範囲と同様である。

50

【 0 0 5 9 】

前記一般式(5)における $R^{501} \sim R^{507}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における $R^{101} \sim R^{107}$ の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(5)における $R^{508} \sim R^{510}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(5)における $R^{511} \sim R^{513}$ は、水素原子、炭素数6~25のアリール基又は環員数5~25のヘテロアリール基であることが好ましく、水素原子であることがより好ましい。

【 0 0 6 0 】

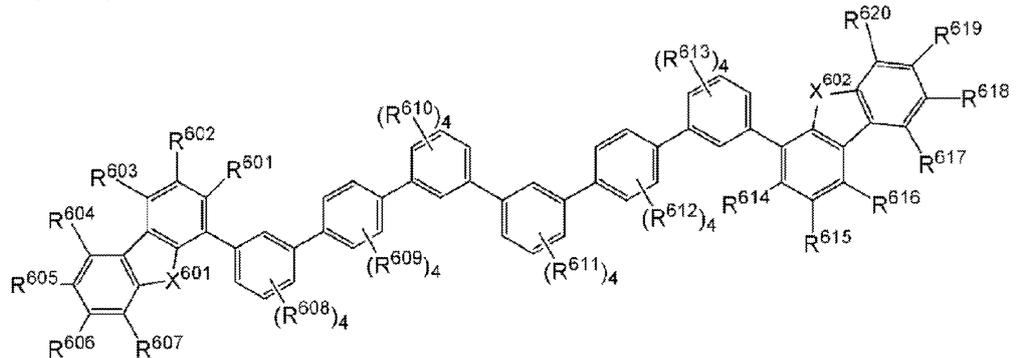
前記一般式(5)における n_{501} は、0であることが好ましい。

10

【 0 0 6 1 】

【 化 1 8 】

一般式(6)



20

【 0 0 6 2 】

一般式(6)中、 X^{601} および X^{602} はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{601} \sim R^{620}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{608} \sim R^{613}$ は互いに同一でも異なってもよい。

【 0 0 6 3 】

前記一般式(6)における X^{601} および X^{602} の好ましい範囲は、前記一般式(1)における X^{101} の好ましい範囲と同様である。

30

【 0 0 6 4 】

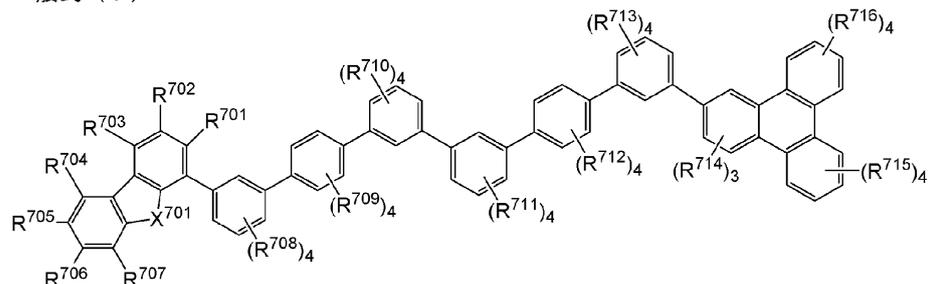
前記一般式(6)における $R^{601} \sim R^{607}$ および $R^{614} \sim R^{620}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における $R^{101} \sim R^{107}$ の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(6)における $R^{608} \sim R^{613}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} の好ましい範囲と同様である。

【 0 0 6 5 】

【 化 1 9 】

一般式(7)



40

一般式(7)中、 X^{701} は酸素原子又は硫黄原子を表す。 $R^{701} \sim R^{716}$ はそれぞれ独立に水素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、複数の $R^{708} \sim R^{716}$ は互いに同一でも異なってもよい。

50

【 0 0 6 6 】

前記一般式(7)における X^{701} の好ましい範囲は、前記一般式(1)における X^{101} の好ましい範囲と同様である。

【 0 0 6 7 】

前記一般式(7)における $R^{701} \sim R^{707}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における $R^{101} \sim R^{107}$ の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(7)における $R^{708} \sim R^{713}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における R^{108} および R^{109} の好ましい範囲と同様である。

前記一般式(7)における $R^{714} \sim R^{716}$ の好ましい範囲は、前記一般式(5)における $R^{511} \sim R^{513}$ の好ましい範囲と同様である。

10

【 0 0 6 8 】

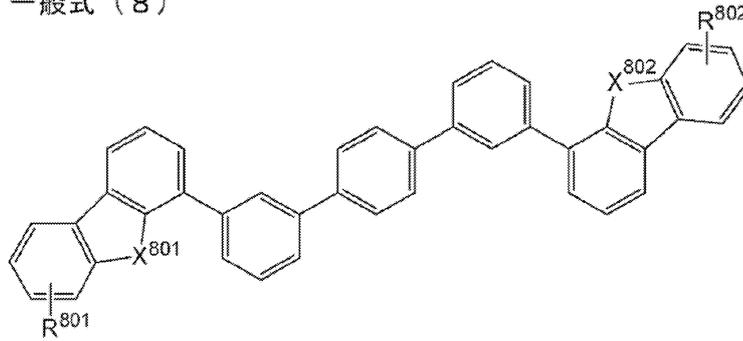
《本発明の化合物 - 前記一般式(1)で表される化合物の特に好ましい態様 - 》

前記一般式(1)で表される化合物の中でも、本発明では、下記一般式(8)~(11)のいずれかで表されることを特徴とする化合物が特に好ましい。下記一般式(8)~(11)のいずれかで表される本発明の化合物は、電子写真、有機トランジスタ、有機光電変換素子(エネルギー変換用途、センサー用途等)、有機電界発光素子等の有機エレクトロニクス素子に好ましく用いることができ、有機電界発光素子に用いるのが特に好ましい。

。

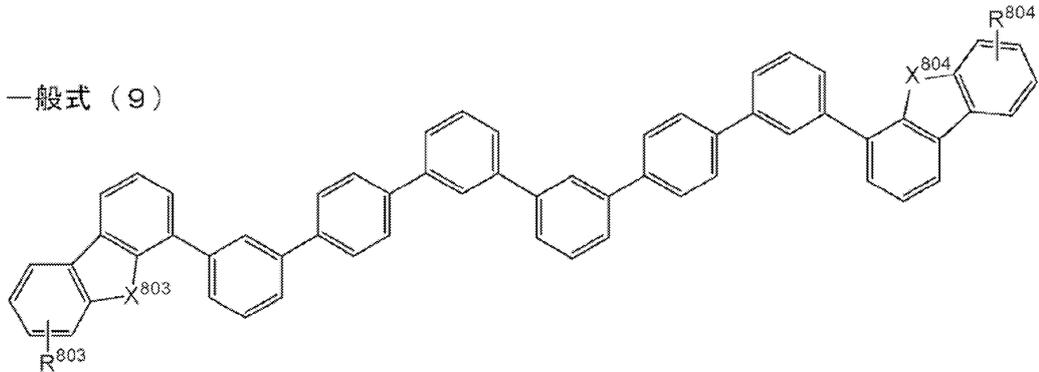
【化20】

一般式(8)



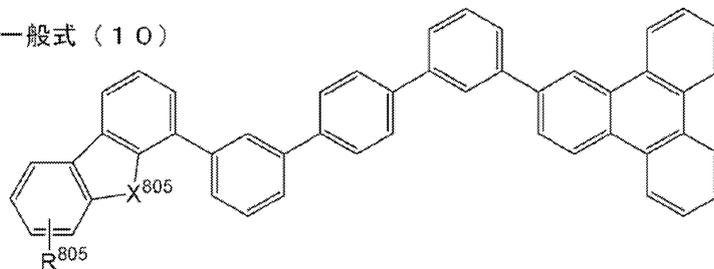
10

一般式(9)



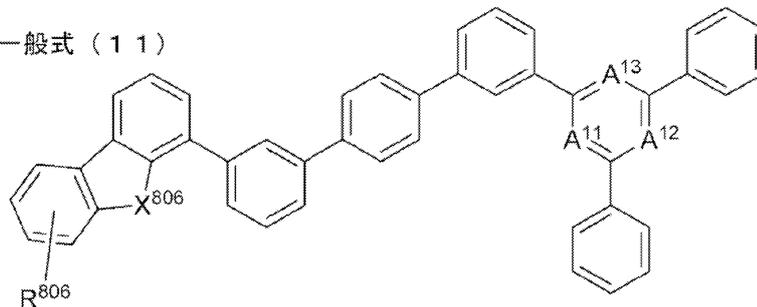
20

一般式(10)



30

一般式(11)



【0069】

一般式(8)～(11)中、 $X^{801} \sim X^{806}$ はそれぞれ独立に酸素原子又は硫黄原子を表し、 $R^{801} \sim R^{806}$ はそれぞれ独立に水素原子又は炭素数6～13のアリール基を表す。 $A^{11} \sim A^{13}$ はそれぞれ独立にCH又は窒素原子を表し、少なくとも1つは窒素原子である。

40

前記一般式(8)～(11)中、 $X^{801} \sim X^{806}$ の好ましい範囲は、前記一般式(1)における X^{101} の好ましい範囲と同様である。

【0070】

前記一般式(8)～(11)中、 $R^{801} \sim R^{806}$ はそれぞれ独立に水素原子又はフェニル基であることが好ましく、水素原子であることがより好ましい。

前記一般式(11)中、 $A^{11} \sim A^{13}$ はそれぞれ独立にCH又は窒素原子を表し、少なくとも1つは窒素原子である。 $A^{11} \sim A^{13}$ に含まれる窒素原子が1つである場合、 A^{11} 又は A^{12} が窒素原子であることが好ましい。 $A^{11} \sim A^{13}$ に含まれる窒素原子が2つである場合

50

、 A^{12} および A^{13} が窒素原子であることが好ましい。

前記一般式(11)で表される化合物は、 $A^{11} \sim A^{13}$ に含まれる窒素原子が1つで A^{11} 又は A^{12} が窒素原子であるか、 $A^{11} \sim A^{13}$ に含まれる窒素原子が2つで A^{12} および A^{13} が窒素原子であるか、 $A^{11} \sim A^{13}$ がいずれも窒素原子であることがより好ましい。さらにその中でも、 $A^{11} \sim A^{13}$ に含まれる窒素原子が1つで A^{12} が窒素原子である化合物と、 $A^{11} \sim A^{13}$ に含まれる窒素原子が2つで A^{12} および A^{13} が窒素原子である化合物が特に好ましい。

なお、前記一般式(11)で表される化合物は、LUMOを深くすることができる「含窒素ヘテロ環」を有しており、素子電圧を低減する観点からは好ましい。また、高温保管時の色度ズレが小さい観点からも好ましい。

【0071】

前記一般式(1)で表される化合物の分子量は通常400以上1500以下であり、450以上1200以下であることが好ましく、500以上1100以下であることがより好ましく、550以上1000以下であることが更に好ましい。分子量が450以上であると良質なアモルファス薄膜形成に有利であり、分子量が1200以下であると溶解性や昇華性が向上し、化合物の純度向上に有利である。本発明の有機電界発光素子では、前記一般式(1)で表される化合物の分子量が550以上であることが、高温保管時の色度ズレを小さくする観点から、好ましい。一方、前記一般式(1)で表される化合物を含む組成物を蒸着により積層する観点からは、前記一般式(1)で表される化合物の分子量が1200以下であることが好ましい。

【0072】

前記一般式(1)で表される化合物を有機電界発光素子の発光層のホスト材料や発光層に隣接する層の電荷輸送材料として使用する場合、発光材料より薄膜状態でのエネルギーギャップ(本発明の有機電界発光素子のように発光材料が燐光発光材料の場合には、薄膜状態での最低励起三重項(T_1)エネルギー)が大きいと、発光がクエンチしてしまうことを防ぎ、効率向上に有利である。一方、化合物の化学的安定性の観点からは、エネルギーギャップ及び T_1 エネルギーは大き過ぎない方が好ましい。

【0073】

前記一般式(1)で表される化合物の膜状態での T_1 エネルギーは、1.77 eV(40 kcal/mol)以上3.51 eV(81 kcal/mol)以下であることが好ましく、2.39 eV(55 kcal/mol)以上3.25 eV(75 kcal/mol)以下であることがより好ましい。本発明の有機電界発光素子は、後述の燐光発光材料の T_1 エネルギーよりも、前記一般式(1)で表される化合物の T_1 エネルギーの方が高いことが発光効率の観点から好ましい。特に有機電界発光素子からの発光色が緑色(発光ピーク波長が490~580 nm)である場合は発光効率の観点から、 T_1 エネルギーは、2.39 eV(55 kcal/mol)以上2.82 eV(65 kcal/mol)以下であることが更に好ましい。

【0074】

T_1 エネルギーは、材料の薄膜の燐光発光スペクトルを測定し、その短波長端から求めることができる。例えば、洗浄した石英ガラス基板に、材料を真空蒸着法により約50 nmの膜厚に成膜し、薄膜の燐光発光スペクトルを液体窒素温度下でF-7000日立分光蛍光光度計(日立ハイテクノロジーズ)を用いて測定する。得られた発光スペクトルの短波長側の立ち上がり波長をエネルギー単位に換算することにより T_1 エネルギーを求めることができる。

【0075】

有機電界発光素子を高温駆動時や素子駆動中の発熱に対して安定して動作させる観点や、高温保管時の色度ズレを小さくする観点から、本発明の有機電界発光素子では前記一般式(1)で表される化合物が、ガラス転移温度が100以上の化合物であることが好ましい。前記一般式(1)で表される化合物のガラス転移温度(T_g)は100以上400以下であることがより好ましく、120以上400以下であることが特に好まし

10

20

30

40

50

く、140 以上400 以下であることが更に好ましい。

【0076】

前記一般式(1)で表される化合物の純度が低いと、不純物が電荷輸送のトラップとして働いたり、素子の劣化を促進させたりするため、前記一般式(1)で表される化合物の純度は高いほど好ましい。純度は例えば高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により測定でき、254nmの光吸収強度で検出したときの一般式(1)で表される化合物の面積比は、好ましくは95.0%以上であり、より好ましくは97.0%以上であり、特に好ましくは99.0%以上であり、最も好ましくは99.9%以上である。このような前記一般式(1)で表される化合物の純度を高める方法としては、例えば、昇華精製などを挙げることができる。

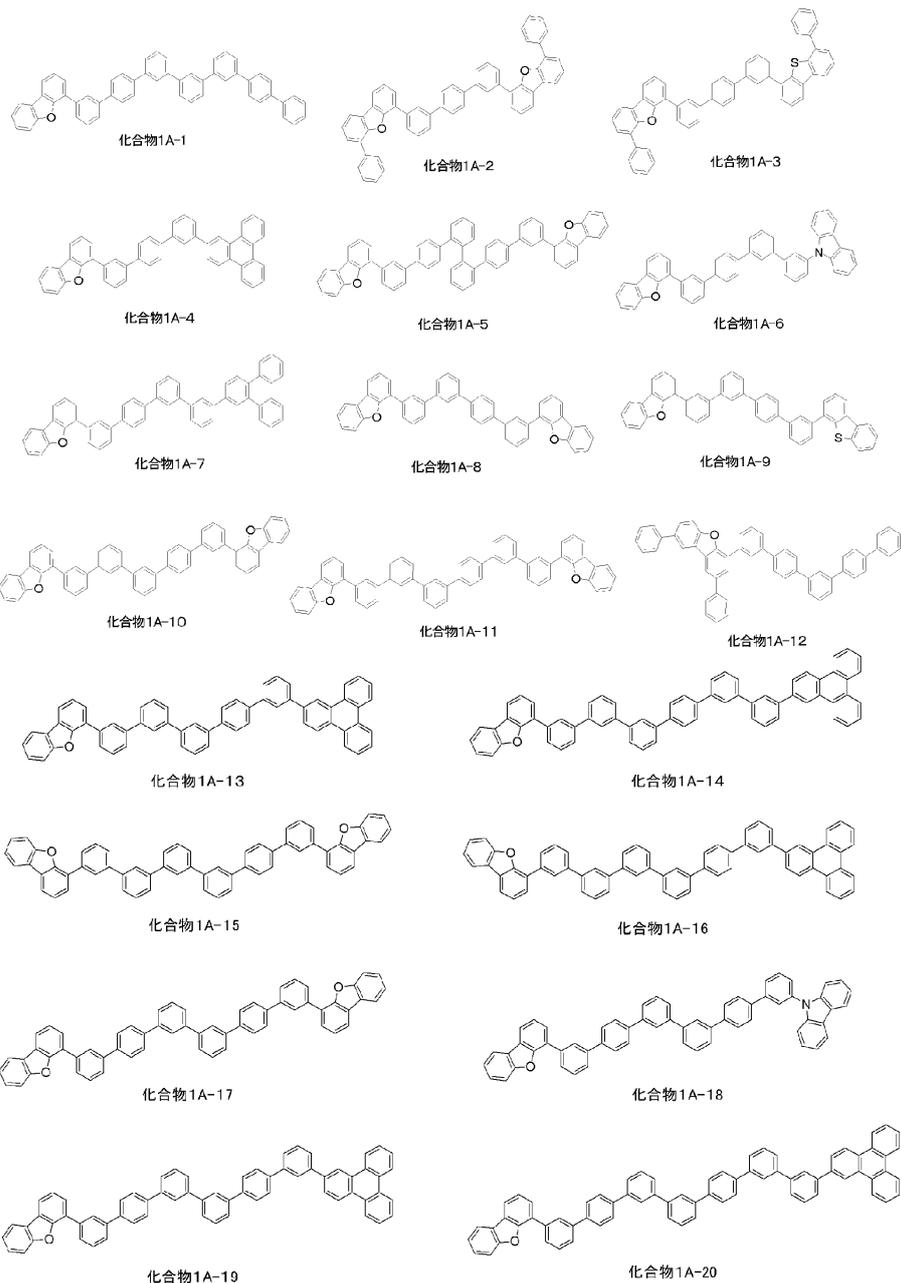
10

【0077】

前記一般式(1)で表される化合物の具体例を以下に列挙するが、本発明がこれらに限定されることはない。

【0078】

【化21】



20

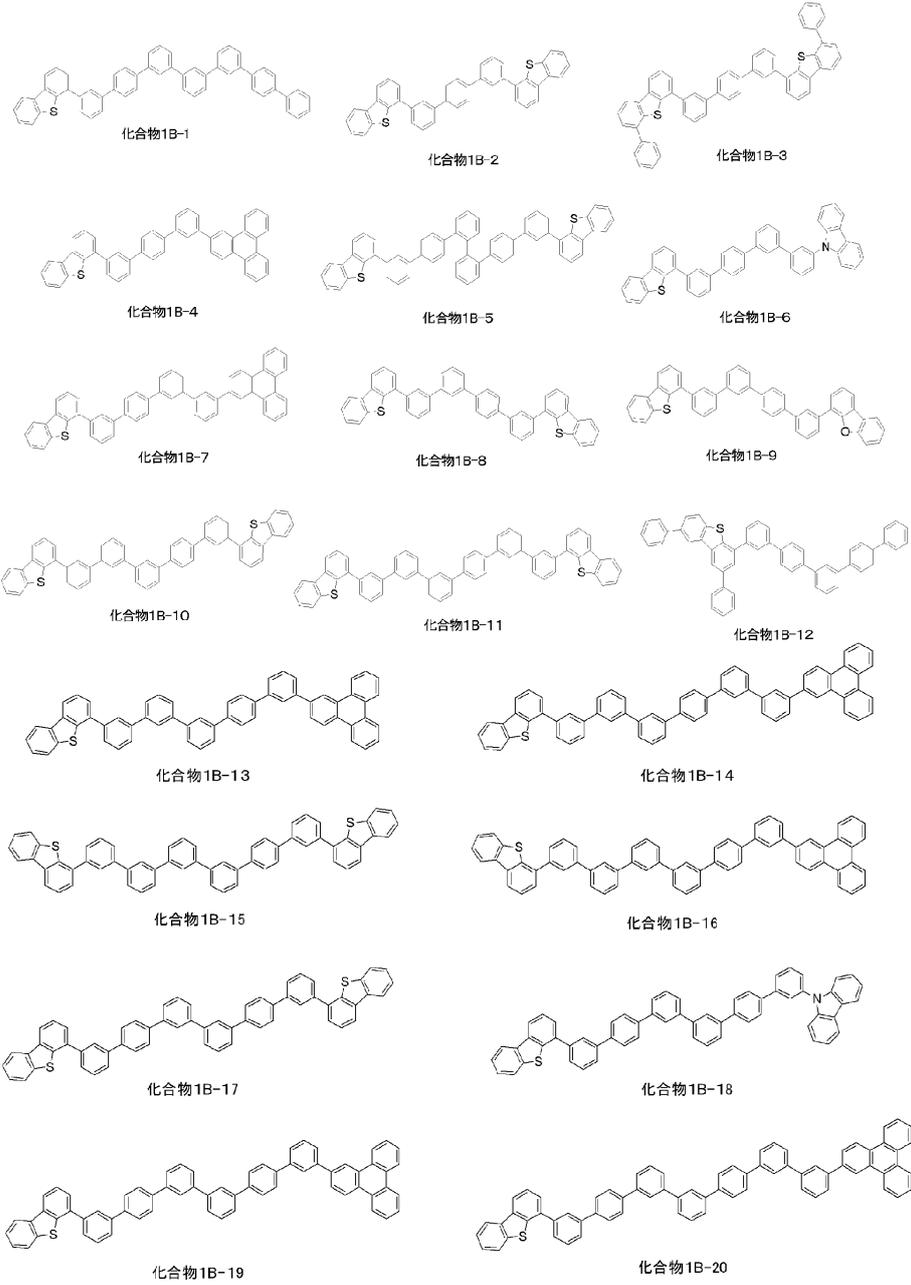
30

40

【0079】

50

【化 2 2】



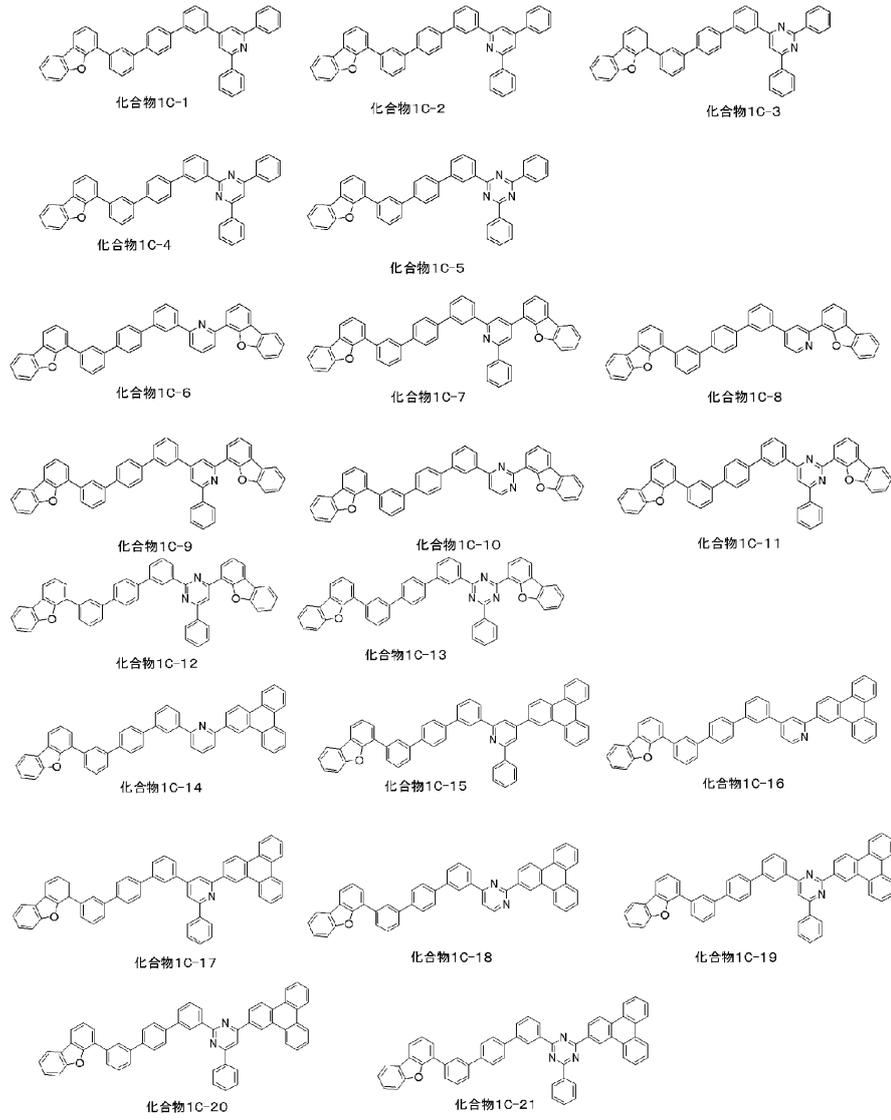
10

20

30

【 0 0 8 0 】

【化 2 3】



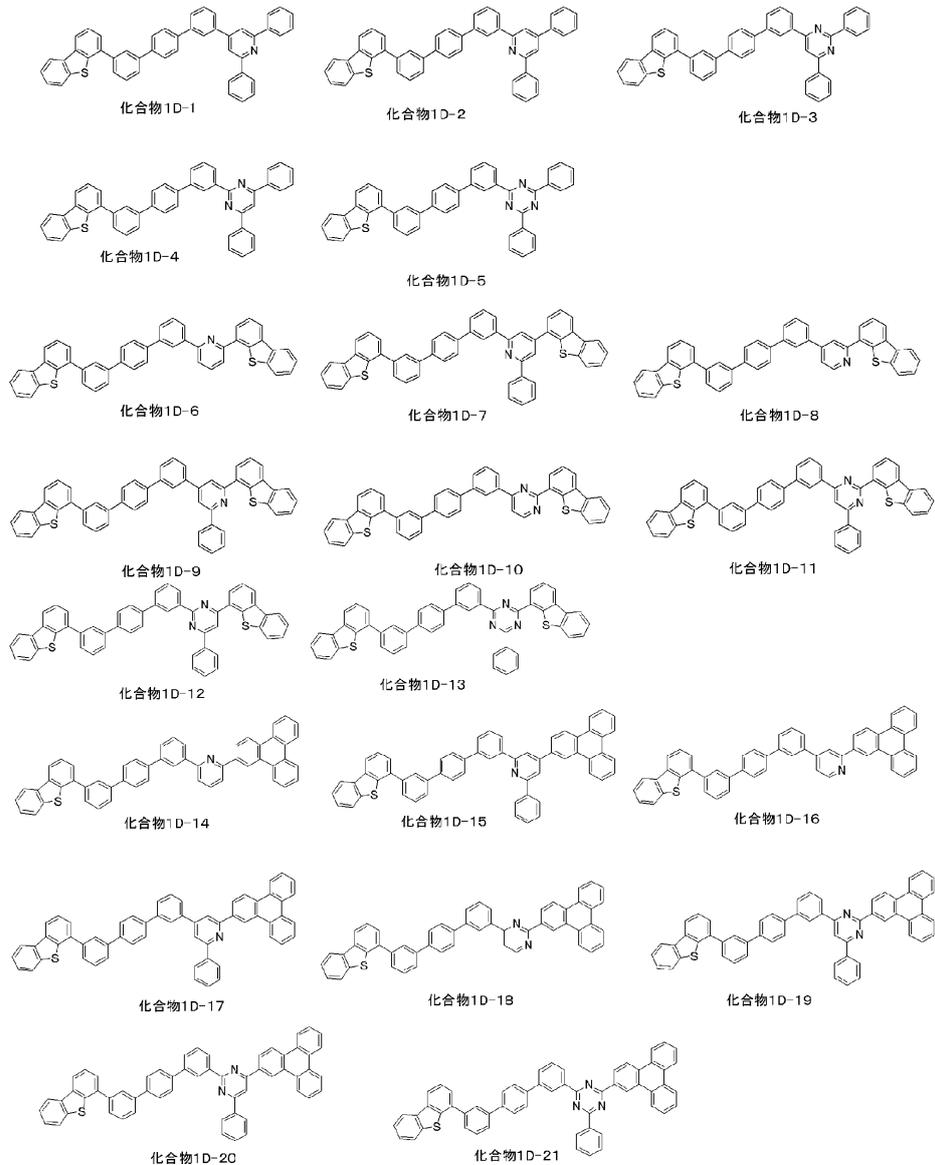
10

20

30

【 0 0 8 1 】

【化24】



10

20

【0082】

前記一般式(1)で表される化合物として例示した化合物は、例えば対応するボロン酸又はボロン酸エステル又はボロン酸エステル塩などに対応するハロゲン化合物又はトリプレート化合物との間で、金属触媒(例えばPdやNiなど)と配位子(トリフェニルホスフィンやBuchwaldの配位子など)を用いたカップリング反応(例えば鈴木-宮浦カップリング)により合成することができる。例えば前述の特許文献1に記載の方法により、合成できる。

【0083】

本発明において、前記一般式(1)で表される化合物は、その用途が限定されることはなく、有機層内のいずれの層に含有されてもよい。前記一般式(1)で表される化合物の導入層としては、前記発光層、前記発光層と陰極との間の層(特に、発光層に隣接する層)、前記発光層と陽極との間の層のいずれかに含有されるのが好ましく、発光層、電子輸送層、電子注入層、励起子ブロック層、正孔ブロック層、電子ブロック層のいずれか、若しくは複数に含有されるのがより好ましく、発光層、電子輸送層、正孔ブロック層のいずれかに含有されることが更に好ましく、発光層、又は電子輸送層に含有されることが特に好ましい。また、前記一般式(1)で表される化合物は上記の複数の層で用いてもよい。例えば、発光層と電子輸送層の両方に用いてもよい。

前記一般式(1)で表される化合物を発光層中に含有させる場合、前記一般式(1)で

40

50

表される化合物は前記発光層の全質量に対して0.1~99質量%含ませることが好ましく、1~97質量%含ませることがより好ましく、10~96質量%含ませることが更に好ましい。前記一般式(1)で表される化合物を発光層以外の層に更に含有させる場合は、該発光層以外の層の全質量に対して70~100質量%含まれることが好ましく、85~100質量%含まれることがより好ましい。

【0084】

(燐光発光材料)

本発明では、前記発光層に少なくとも一種の燐光発光材料を有することが好ましい。本発明では、前記燐光発光材料に加えて、発光材料として、蛍光発光材料や、発光層に含有される燐光発光材料とは異なる燐光発光材料を用いることができる。

10

これら蛍光発光材料や燐光発光材料については、例えば、特開2008-270736号公報の段落番号[0100]~[0164]、特開2007-266458号公報の段落番号[0088]~[0090]に詳述されており、これら公報の記載の事項を本発明に適用することができる。

【0085】

本発明に使用できる燐光発光材料としては、例えば、US6303238B1、US6097147、WO00/57676、WO00/70655、WO01/08230、WO01/39234A2、WO01/41512A1、WO02/02714A2、WO02/15645A1、WO02/44189A1、WO05/19373A2、特開2001-247859、特開2002-302671、特開2002-117978、特開2003-133074、特開2002-235076、特開2003-123982、特開2002-170684、EP1211257、特開2002-226495、特開2002-234894、特開2001-247859、特開2001-298470、特開2002-173674、特開2002-203678、特開2002-203679、特開2004-357791、特開2006-256999、特開2007-19462、特開2007-84635、特開2007-96259等の特許文献に記載の燐光発光化合物などが挙げられ、中でも、更に好ましい発光材料としては、イリジウム(Ir)錯体、白金(Pt)錯体、Cu錯体、Re錯体、W錯体、Rh錯体、Ru錯体、Pd錯体、Os錯体、Eu錯体、Tb錯体、Gd錯体、Dy錯体、及びCe錯体等の燐光発光性金属錯体化合物が挙げられる。特に好ましくは、イリジウム(Ir)錯体、白金(Pt)錯体、又はRe錯体であり、中でも金属-炭素結合、金属-窒素結合、金属-酸素結合、金属-硫黄結合の少なくとも一つの配位様式を含むイリジウム(Ir)錯体、白金(Pt)錯体、又はRe錯体が好ましい。更に、発光効率、駆動耐久性、色度等の観点で、イリジウム(Ir)錯体、白金(Pt)錯体が特に好ましく、イリジウム(Ir)錯体が最も好ましい。

20

30

これら燐光発光性金属錯体化合物は、発光層において、前記一般式(1)で表される化合物と共に含有されるのが好ましい。

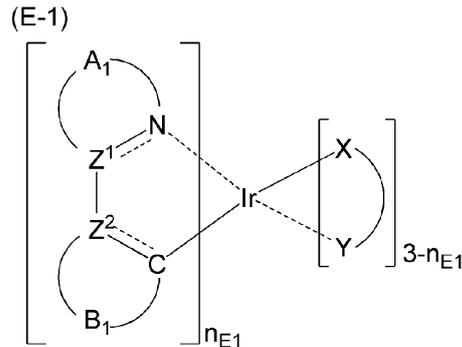
【0086】

前記発光層に含有される燐光発光材料としては、以下に示す一般式(E-1)で表されるイリジウム(Ir)錯体を用いることが好ましい。以下、一般式(E-1)で表されるイリジウム(Ir)錯体について説明する。

40

【0087】

【化 2 5】



10

【0088】

一般式 (E - 1) 中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。

A_1 は Z^1 と窒素原子と共に 5 又は 6 員のヘテロ環を形成する原子群を表す。

B_1 は Z^2 と炭素原子と共に 5 又は 6 員環を形成する原子群を表す。

(X - Y) はモノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E1} は 1 ~ 3 の整数を表す。

【0089】

n_{E1} は 1 ~ 3 の整数を表し、好ましくは 2 又は 3 である。 n_{E1} が 2 又は 3 のとき、複数ある配位子は互いに同一でも異なってもよい。

20

Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 Z^1 及び Z^2 として好ましくは炭素原子である。

【0090】

A_1 は Z^1 と窒素原子と共に 5 又は 6 員のヘテロ環を形成する原子群を表す。 A_1 、 Z^1 及び窒素原子を含む 5 又は 6 員のヘテロ環としては、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環などが挙げられる。

錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から、 A_1 、 Z^1 及び窒素原子で形成される 5 又は 6 員のヘテロ環として好ましくは、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環であり、より好ましくはピリジン環、イミダゾール環、ピラジン環であり、更に好ましくはピリジン環、イミダゾール環であり、最も好ましくはピリジン環である。

30

【0091】

前記 A_1 、 Z^1 及び窒素原子で形成される 5 又は 6 員のヘテロ環は置換基を有していてもよく、置換基としては前記置換基群 A が適用できる。置換基は発光波長や電位の制御のために適宜選択されるが、短波長化させる場合には電子供与性基、フッ素原子、芳香環基が好ましく、例えばアルキル基、ジアルキルアミノ基、アルコキシ基、フッ素原子、アリアル基、ヘテロアリアル基などが選択される。また長波長化させる場合には電子求引性基が好ましく、例えばシアノ基、ペルフルオロアルキル基などが選択されることが好ましい。分子間相互作用を調整する目的ではアルキル基、シクロアルキル基、アリアル基などが選

40

【0092】

炭素上の置換基として好ましくはアルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリアル基、ヘテロアリアル基、ジアルキルアミノ基、ジアリアルアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、フッ素原子である。

【0093】

窒素上の置換基として好ましくは、アルキル基、アリアル基、ヘテロアリアル基であり、錯体の安定性の観点からアルキル基、アリアル基が好ましい。

前記置換基同士は連結して縮合環を形成していてもよく、形成される環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、イミダゾール環、オキ

50

サゾール環、チアゾール環、ピラゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。これら形成される環は置換基を有していてもよく、置換基としては前述の炭素原子上の置換基、窒素原子上の置換基が挙げられる。

【0094】

B_1 は Z^2 と炭素原子を含む5又は6員環を表す。 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される5又は6員環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。

錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される5又は6員環として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、チオフェン環であり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環、ピラゾール環であり、更に好ましくはベンゼン環、ピリジン環である。

10

【0095】

前記 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される5又は6員環は置換基を有していてもよく、炭素原子上の置換基としては前記置換基群Aが、窒素原子上の置換基としては下記置換基群Bが適用できる。

炭素上の置換基として好ましくはアルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、フッ素原子である。

20

【0096】

《置換基群B》

アルキル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメチル、エチル、イソプロピル、tert-ブチル、n-オクチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。）、アルケニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。）、アルキニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。）、アリール基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル、アントリルなどが挙げられる。）、シアノ基、ヘテロ環基（ヘテロアリール基も包含し、好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子、ケイ素原子、セレン原子、テルル原子であり、具体的にはピリジル、ピラジニル、ピリミジニル、ピリダジニル、ピロリル、ピラゾリル、トリアゾリル、イミダゾリル、オキサゾリル、チアゾリル、イソキサゾリル、イソチアゾリル、キノリル、フリル、チエニル、セレノフェニル、テルロフェニル、ピペリジル、ピペリジノ、モルホリノ、ピロリジル、ピロリジノ、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基、シロリル基などが挙げられる。）これらの置換基は更に置換されてもよく、更なる置換基としては、以上に説明した置換基群Bから選択される基を挙げることができる。

30

40

【0097】

前記炭素上の置換基は発光波長や電位の制御のために適宜選択されるが、長波長化させる場合には電子供与性基、芳香環基が好ましく、例えばアルキル基、ジアルキルアミノ基、アルコキシ基、アリール基、ヘテロアリール基などが選択される。また短波長化させる場合には電子求引性基が好ましく、例えばフッ素原子、シアノ基、ペルフルオロアルキル基などが選択される。分子間相互作用を調整する目的ではアルキル基、シクロアルキル基、アリール基などが選択されることが好ましい。

【0098】

50

窒素上の置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基であり、錯体の安定性の観点からアルキル基、アリール基が好ましい。前記置換基同士は連結して縮合環を形成していてもよく、形成される環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、ピラゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。これら形成される環は置換基を有していてもよく、置換基としては前述の炭素原子上の置換基、窒素原子上の置換基が挙げられる。

また前記 A_1 、 Z^1 及び窒素原子で形成される 5 又は 6 員のヘテロ環の置換基と、前記 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される 5 又は 6 員環の置換基とが連結して、前述と同様の縮合環を形成していてもよい。

10

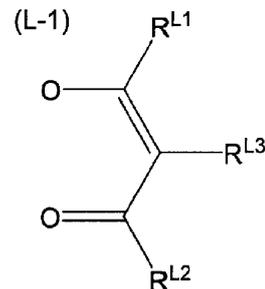
【0099】

(X - Y) は、二座のモノアニオン性配位子を示す。二座のモノアニオン性配位子の例としては、Lamansky らの国際公開第 02 / 15645 号の 89 ~ 90 頁に記載されている。

(X - Y) で表される二座のモノアニオン性配位子として好ましくは、下記一般式 (L - 1) 表される二座のモノアニオン配位子である。

【0100】

【化26】



20

【0101】

一般式 (L - 1) 中、 R^{L1} 及び R^{L2} はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。

30

R^{L3} は水素原子、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。

【0102】

$R^{L1} \sim R^{L3}$ で表されるアルキル基は置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよい。置換基を有する場合の置換基としては、下記置換基 Z' が挙げられ、好ましい置換基 Z' としては、フェニル基、ヘテロアリール基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基であり、フェニル基、フッ素原子、シアノ基がより好ましい。 $R^{L1} \sim R^{L3}$ で表されるアルキル基は、好ましくは炭素数 1 ~ 8 のアルキル基であり、より好ましくは炭素数 1 ~ 5 のアルキル基である。

【0103】

《置換基 Z' 》

アルキル基 (好ましくは炭素数 1 ~ 10、より好ましくは炭素数 1 ~ 6、更に好ましくは炭素数 1 ~ 4 であり、例えばメチル、エチル、イソプロピル、*n*-プロピル、*tert*-ブチル、イソブチル、*n*-ブチル、ネオペンチル、*n*-ペンチル、*n*-ヘキシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる)、アルケニル基 (好ましくは炭素数 2 ~ 8、より好ましくは炭素数 2 ~ 5 であり、例えばビニル等が挙げられる)、アリール基 (炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20 であり、例えばフェニル基、ナフチル基、アントラセニル基、テトラセニル基、ピレニル基、ペリレニル基、トリフェニレニル基、クリセニル基が挙げられる)、ヘテロアリール基 (好ましくは炭素数 4 ~ 30、より好ましくは炭素数 4 ~ 20 であり、例えばピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、チオフェン、フラン、オキサゾール、チアゾール、イミダ

40

50

ゾール、ピラゾール、トリアゾール、オキサジアゾール、チアジアゾール等が挙げられる)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~8、より好ましくは炭素数1~5であり、例えばメトキシ基、エトキシ基、n-プロピルオキシ基、iso-プロピルオキシ基等が挙げられる)、フェノキシ基、ハロゲン原子(好ましくはフッ素原子)、シリル基(好ましくは炭素数4~30、より好ましくは炭素数4~20であり、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリフェニルシリル基などが挙げられる)、アミノ基(好ましくは炭素数2~60、より好ましくは炭素数2~40であり、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基等が挙げられる)、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Z'は互いに結合してアリール環を形成しても良い。複数の置換基Z'が互いに結合して形成するアリール環としては、フェニル環、ピリジン環等が挙げられ、フェニル環が好ましい。

10

【0104】

$R^{L1} \sim R^{L3}$ で表されるアリール基は縮環していてもよく、置換基を有していてもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基Z'が挙げられ、置換基Z'としては、アルキル基又はアリール基が好ましく、アルキル基がより好ましい。 $R^{L1} \sim R^{L3}$ で表されるアリール基は、好ましくは炭素数6~30のアリール基であり、より好ましくは炭素数6~18のアリール基である。

【0105】

$R^{L1} \sim R^{L3}$ で表されるヘテロアリール基は、縮環していてもよく、置換基を有していてもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基Z'が挙げられ、置換基Z'としては、アルキル基又はアリール基が好ましく、アルキル基がより好ましい。 $R^{L1} \sim R^{L3}$ で表されるヘテロアリール基は、好ましくは炭素数4~12のヘテロアリール基であり、より好ましくは炭素数4~10のヘテロアリール基である。

20

【0106】

R^{L1} 及び R^{L2} として好ましくは、アルキル基又はアリール基であり、より好ましくはアルキル基又はフェニル基であり、特に好ましくはアルキル基である。

R^{L1} 及び R^{L2} で表されるアルキル基として、好ましくは総炭素原子数1~8のアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数1~5のアルキル基であり、例えばメチル基、エチル基、n-プロピル基、iso-プロピル基、iso-ブチル基、t-ブチル基、n-ブチル基、シクロヘキシル基等が挙げられ、メチル基、エチル基、iso-ブチル基、又はt-ブチル基が好ましく、メチル基が特に好ましい。

30

【0107】

R^{L3} として好ましくは、水素原子、アルキル基、又はアリール基であり、より好ましくは水素原子又はアルキル基であり、特に好ましくは水素原子である。

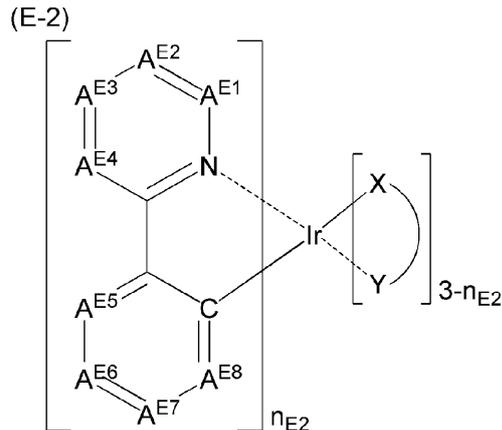
【0108】

前記一般式(E-1)で表されるイリジウム(Ir)錯体の好ましい態様は、下記一般式(E-2)で表されるイリジウム(Ir)錯体材料である。

次に一般式(E-2)について説明する。

【0109】

【化 2 7】



10

【 0 1 1 0 】

一般式 (E - 2) 中、 $A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子又はC - R^Eを表す。

R^Eは水素原子又は置換基を表す。

(X - Y) はモノアニオン性の二座配位子を表す。

n_{E2} は 1 ~ 3 の整数を表す。

【 0 1 1 1 】

$A^{E1} \sim A^{E8}$ はそれぞれ独立に、窒素原子又はC - R^Eを表す。R^Eは水素原子又は置換基を表し、R^E同士が互いに連結して環を形成していてもよい。形成される環としては、前述の一般式 (E - 1) において述べた縮合環と同様のものが挙げられる。R^Eで表される置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用できる。

20

$A^{E1} \sim A^{E4}$ として好ましくはC - R^Eであり、 $A^{E1} \sim A^{E4}$ がC - R^Eである場合に、 A^{E3} のR^Eとして好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、又はシアノ基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、又はフッ素原子であり、特に好ましく水素原子、又はフッ素原子であり、 A^{E1} 、 A^{E2} 及び A^{E4} のR^Eとして好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、又はシアノ基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、又はフッ素原子であり、特に好ましく水素原子である。

30

【 0 1 1 2 】

$A^{E5} \sim A^{E8}$ として好ましくはC - R^Eであり、 $A^{E5} \sim A^{E8}$ がC - R^Eである場合に、R^Eとして好ましくは水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルキルオキシ基、シアノ基、又はフッ素原子であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、ジアルキルアミノ基、シアノ基、又はフッ素原子であり、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロメチル基、又はフッ素原子である。また可能な場合は置換基同士が連結して縮環構造を形成してもよい。発光波長を短波長側にシフトさせる場合、 A^{E6} が窒素原子であることが好ましい。

40

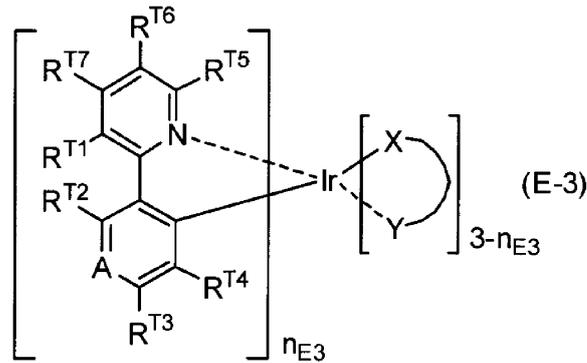
(X - Y)、及び n_{E2} は一般式 (E - 1) における(X - Y)、及び n_{E1} と同義であり好ましい範囲も同様である。

【 0 1 1 3 】

前記一般式 (E - 2) で表される化合物のより好ましい形態は、下記一般式 (E - 3) で表される化合物である。

【 0 1 1 4 】

【化 2 8】



10

【0115】

一般式 (E-3) 中、 R^{T1} 、 R^{T2} 、 R^{T3} 、 R^{T4} 、 R^{T5} 、 R^{T6} 及び R^{T7} は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、 $-CN$ 、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリーール基又はヘテロアリーール基を表し、更に置換基 Z を有していてもよい。R はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリーール基又はヘテロアリーール基を表す。

20

A は CR' 又は窒素原子を表し、 R' は水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、 $-CN$ 、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリーール基又はヘテロアリーール基を表し、更に置換基 Z を有していてもよい。R はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリーール基又はヘテロアリーール基を表す。

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' は、任意の 2 つが互いに結合して縮合 4 ~ 7 員環を形成してもよく、該縮合 4 ~ 7 員環は、シクロアルキル、アリーール又はヘテロアリーールであり、該縮合 4 ~ 7 員環は更に置換基 Z を有していてもよい。これらのうち、 R^{T1} と R^{T7} 、又は R^{T5} と R^{T6} で縮環してベンゼン環を形成する場合は好ましく、 R^{T5} と R^{T6} で縮環してベンゼン環を形成する場合は特に好ましい。

30

Z はそれぞれ独立に、ハロゲン原子、 $-R''$ 、 $-OR''$ 、 $-N(R'')_2$ 、 $-SR''$ 、 $-C(O)R''$ 、 $-C(O)OR''$ 、 $-C(O)N(R'')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-SO_2$ 、 $-SOR''$ 、 $-SO_2R''$ 、又は $-SO_3R''$ を表し、 R'' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリーール基又はヘテロアリーール基を表す。

(X-Y) は、モノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E3} は 1 ~ 3 の整数を表す。

【0116】

アルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよく、置換してもよい基としては、前述の置換基 Z を挙げることができる。 $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で表されるアルキル基として、好ましくは総炭素原子数 1 ~ 8 のアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数 1 ~ 6 のアルキル基であり、例えばメチル基、エチル基、*i*-プロピル基、シクロヘキシル基、*t*-ブチル基等が挙げられる。

40

シクロアルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよく、置換してもよい基としては、前述の置換基 Z を挙げることができる。 $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で表されるシクロアルキル基として、好ましくは環員数 4 ~ 7 のシクロアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数 5 ~ 6 のシクロアルキル基であり、例えばシクロペンチル基、シクロヘキシル基等が挙げられる。

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で表されるアルケニル基としては好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばビニル、ア

50

リル、1 - プロペニル、1 - イソプロペニル、1 - ブテニル、2 - ブテニル、3 - ペンテニルなどが挙げられる。

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で表されるアルキニル基としては、好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばエチニル、プロパルギル、1 - プロピニル、3 - ペンチニルなどが挙げられる。

【0117】

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で表されるペルフルオロアルキル基は、前述のアルキル基の全ての水素原子がフッ素原子に置き換えられたものが挙げられる。

【0118】

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で表されるアリール基としては、好ましくは、炭素数 6 から 30 の置換若しくは無置換のアリール基、例えば、フェニル基、トリル基、ナフチル基等が挙げられる。

10

【0119】

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で表されるヘテロアリール基としては、好ましくは、炭素数 5 ~ 8 のヘテロアリール基であり、より好ましくは、5 又は 6 員の置換若しくは無置換のヘテロアリール基であり、例えば、ピリジル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、キナゾリニル基、シンノリニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、ピロリル基、インドリル基、フリル基、ベンゾフリル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ベンズイミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、ベンズオキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾチアゾリル基、イソチアゾリル基、ベンズイソチアゾリル基、チアジアゾリル基、イソオキサゾリル基、ベンズイソオキサゾリル基、ピロリジニル基、ピペリジニル基、ピペラジニル基、イミダゾリジニル基、チアゾリニル基、スルホラニル基、カルバゾリル基、ジベンゾフリル基、ジベンゾチエニル基、7ピリドインドリル基などが挙げられる。好ましい例としては、ピリジル基、ピリミジニル基、イミダゾリル基、チエニル基であり、より好ましくは、ピリジル基、ピリミジニル基である。

20

【0120】

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' として好ましくは、水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、ペルフルオロアルキル基、ジアルキルアミノ基、フルオロ基、アリール基、ヘテロアリール基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、フルオロ基、アリール基であり、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基である。置換基 Z としては、アルキル基、アルコキシ基、フルオロ基、シアノ基、ジアルキルアミノ基が好ましく、水素原子がより好ましい。

30

【0121】

$R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' は任意の 2 つが互いに結合して縮合 4 ~ 7 員環を形成してもよく、該縮合 4 ~ 7 員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合 4 ~ 7 員環は更に置換基 Z を有していてもよい。形成されるシクロアルキル、アリール、ヘテロアリールの定義及び好ましい範囲は $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' で定義したシクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基と同じである。

また A が $C R'$ を表すと共に、 $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' のうち、0 ~ 2 つがアルキル基又はフェニル基で、残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、及び R' のうち、0 ~ 2 つがアルキル基で、残りが全て水素原子である場合が特に好ましい。

40

【0122】

n_{E3} は 2 又は 3 であることが好ましい。 n_{E3} は 2 又は 3 のとき、複数の配位子は同一でも異なってもよい。錯体中の配位子の種類は 1 ~ 2 種類から構成されることが好ましい。

(X - Y) は、一般式 (E - 1) における (X - Y) と同義であり好ましい範囲も同様である。

【0123】

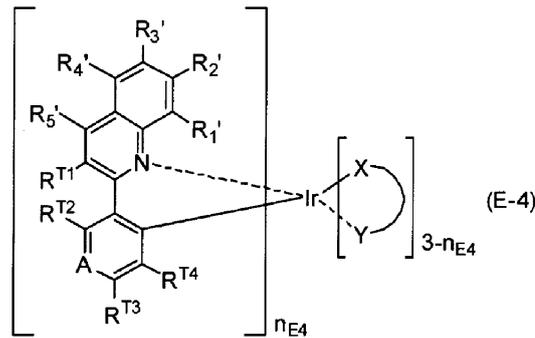
前記一般式 (E - 3) で表される化合物の好ましい形態の一つは、下記一般式 (E - 4

50

)で表される化合物である。

【0124】

【化29】



10

【0125】

一般式(E-4)における $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、A、(X-Y)及び n_{E4} は、一般式(E-3)における $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、A、(X-Y)及び n_{E3} と同義であり、好ましい範囲も同様である。 $R_{1'} \sim R_{5'}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、-CN、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、-CO₂R、-C(O)R、-NR₂、-NO₂、-OR、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。Rはそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

20

$R_{1'} \sim R_{5'}$ は、任意の2つが互いに結合して縮合4~7員環を形成してもよく、該縮合4~7員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合4~7員環は更に置換基Zを有していてもよい。

Zはそれぞれ独立に、ハロゲン原子、-R"、-OR"、-N(R")₂、-SR"、-C(O)R"、-C(O)OR"、-C(O)N(R")₂、-CN、-NO₂、-SO₂、-SOR"、-SO₂R"、又は-SO₃R"を表し、R"はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

30

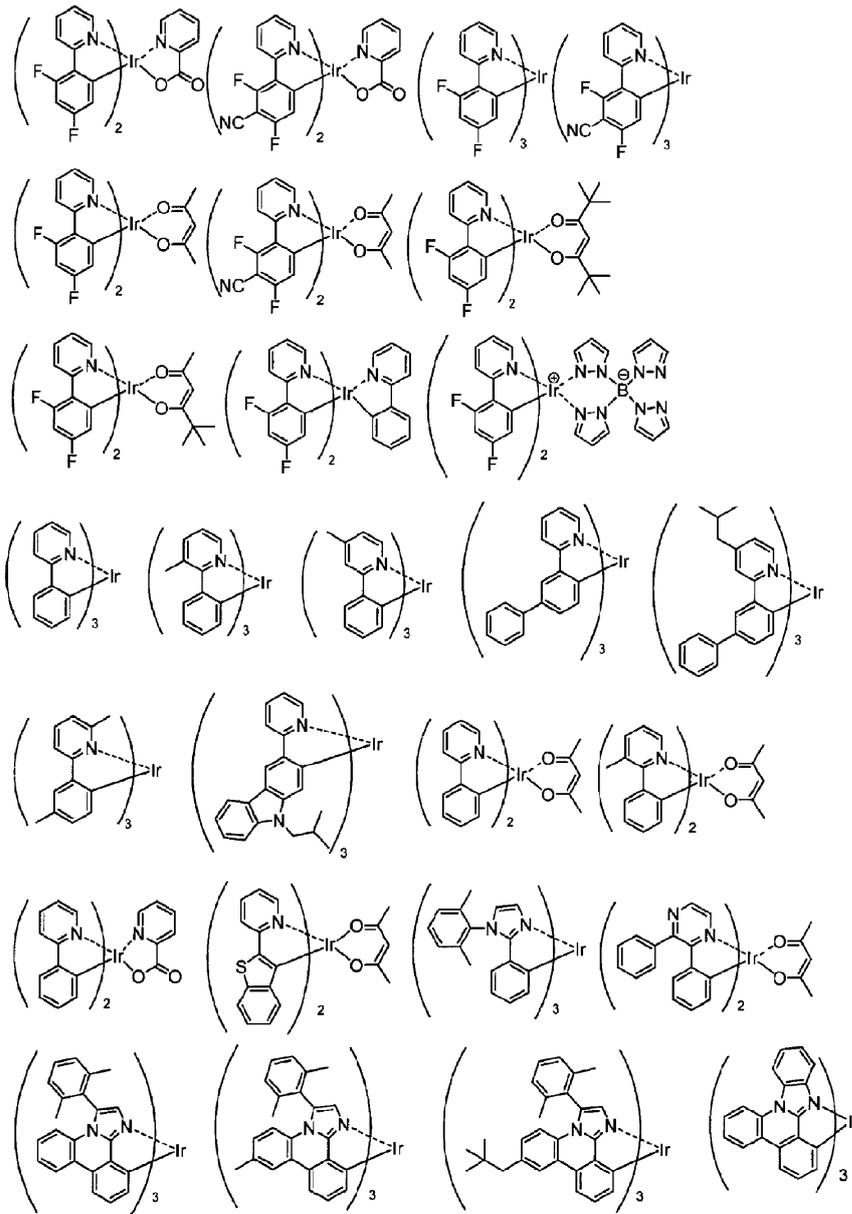
また、 $R_{1'} \sim R_{5'}$ における好ましい範囲は、一般式(E-3)における $R^{T1} \sim R^{T7}$ 、R'と同様である。またAがCR'を表すと共に、 $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、R'、及び $R_{1'} \sim R_{5'}$ のうち、0~2つがアルキル基又はフェニル基で残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R^{T1} \sim R^{T4}$ 、R'、及び $R_{1'} \sim R_{5'}$ のうち、0~2つがアルキル基で残りが全て水素原子である場合が更に好ましい。

【0126】

前記一般式(E-1)で表される化合物の好ましい具体例を以下に列挙するが、以下に限定されるものではない。

【0127】

【化 3 0】



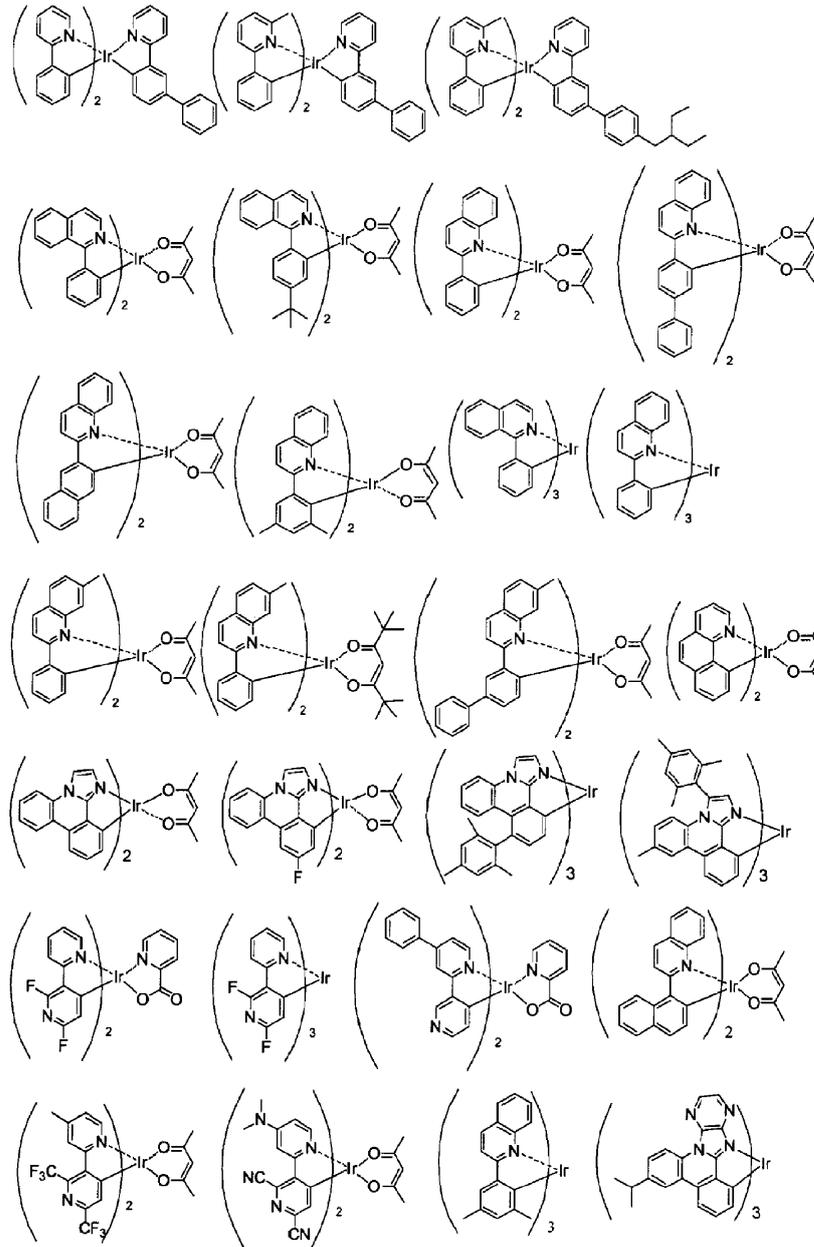
10

20

30

【 0 1 2 8】

【化 3 1】



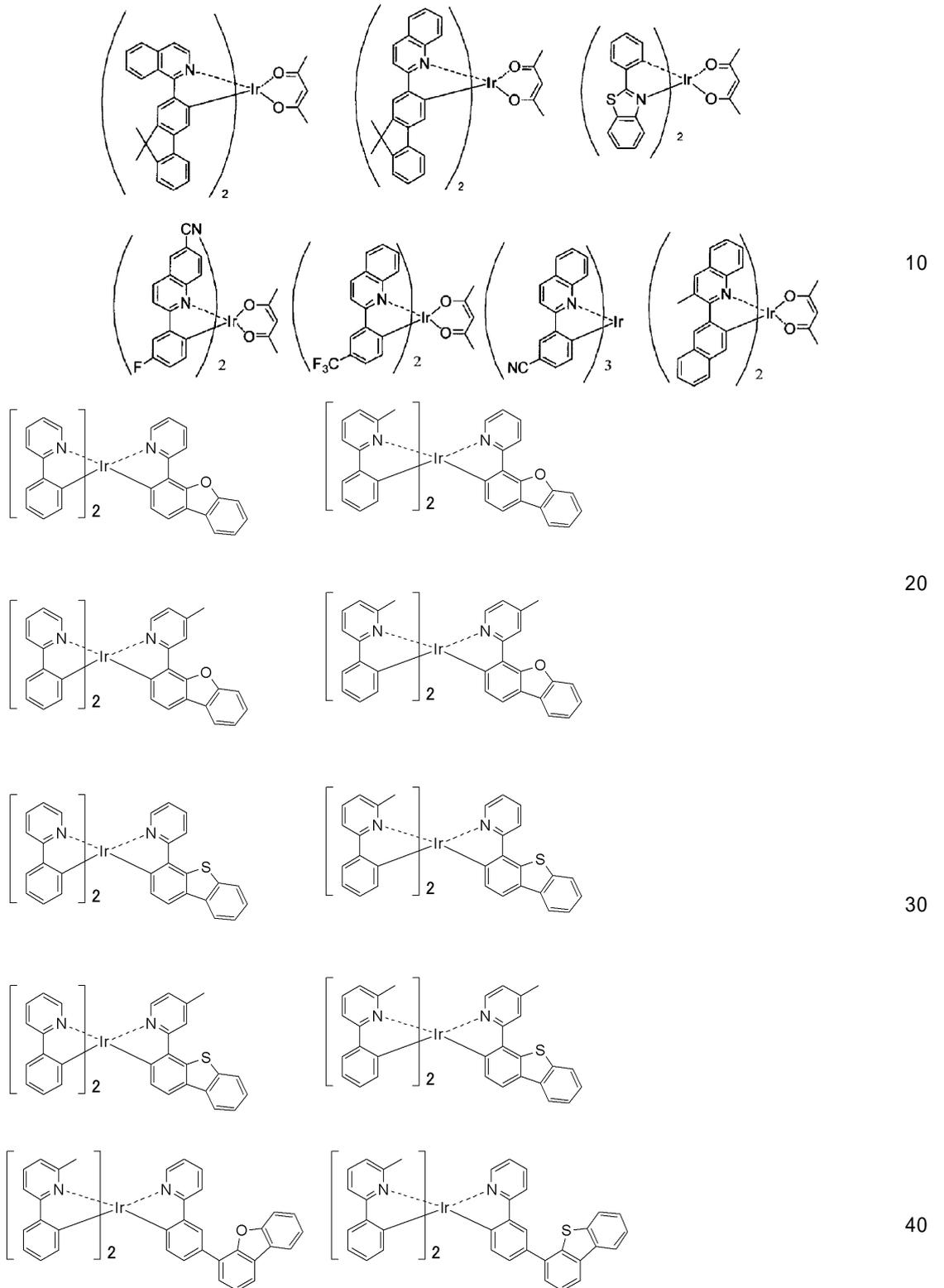
10

20

30

【 0 1 2 9 】

【化 3 2】



【0130】

前記一般式(E-1)で表される化合物として例示した化合物は、特開2009-99783号公報に記載の方法や、米国特許7279232号等に記載の種々の方法で合成できる。合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶等による精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により、有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒等を効果的に取り除くことができる。

【0131】

前記燐光発光材料は、発光層に含有されることが好ましいが、その用途が限定されるこ

10

20

30

40

50

とはなく、更に有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。

【0132】

前記発光層中の前記燐光発光材料は、前記発光層中に、一般的に発光層を形成する全化合物質量に対して、0.1質量%～50質量%含有されることが好ましく、耐久性、外部量子効率の観点から1質量%～50質量%含有されることがより好ましく、2質量%～40質量%含有されることが特に好ましい。

【0133】

一般式(1)～(7)のいずれかで表される化合物と、一般式(E-1)～(E-4)のいずれかで表される化合物を発光層中で組み合わせて使用することが、本発明では特に好ましい。

【0134】

(3) その他のホスト材料

前記一般式(1)で表される化合物以外のその他の前記発光層に用いることのできるホスト材料としては、例えば、以下の構造を部分構造に持つ化合物を挙げることができる。

芳香族炭化水素、ピロール、インドール、カルバゾール、アザインドール、アザカルバゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ピラゾール、イミダゾール、チオフェン、ポリアリールアルカン、ピラゾリン、ピラゾロン、フェニレンジアミン、アリアルアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、ポルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー、有機シラン、カーボン膜、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、イミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、アントラキノジメタン、アントロン、ジフェニルキノン、チオピランジオキシド、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン、ジスチリルピラジン、フッ素置換芳香族化合物、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン、8-キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体及びそれらの誘導体(置換基や縮環を有していてもよい)等を挙げることができる。

【0135】

(その他の層)

本発明の有機電界発光素子は、前記発光層以外のその他の層を有していてもよい。

前記有機層が有していてもよい前記発光層以外のその他の有機層として、正孔注入層、正孔輸送層、ブロック層(正孔ブロック層、励起子ブロック層など)、電子輸送層などが挙げられる。前記具体的な層構成として、下記が挙げられるが本発明はこれらの構成に限定されるものではない。

- ・陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極、
- ・陽極/正孔輸送層/発光層/ブロック層/電子輸送層/陰極、
- ・陽極/正孔輸送層/発光層/ブロック層/電子輸送層/電子注入層/陰極、
- ・陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/ブロック層/電子輸送層/陰極、
- ・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、
- ・陽極/正孔注入層/正孔輸送層/発光層/ブロック層/電子輸送層/電子注入層/陰極、
- ・陽極/正孔注入層/正孔輸送層/ブロック層/発光層/ブロック層/電子輸送層/電子注入層/陰極。

本発明の有機電界発光素子は、(A)前記陽極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層を少なくとも一層含むことが好ましい。前記(A)前記陽極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層としては、陽極側から正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層を挙げることができる。

本発明の有機電界発光素子は、(B)前記陰極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層を少なくとも一層含むことが好ましい。前記(B)前記陰極と前記発光層との間に

10

20

30

40

50

好ましく配置される有機層としては、陰極側から電子注入層、電子輸送層、正孔ブロック層を挙げることができる。

具体的には、本発明の有機電界発光素子の好ましい態様の一例は、図1に記載される態様であり、前記有機層として、陽極側3から正孔注入層4、正孔輸送層5、発光層6、正孔ブロック層7及び電子輸送層8がこの順に積層されている態様である。

以下、これら本発明の有機電界発光素子が有していてもよい前記発光層以外のその他の層について、説明する。

【0136】

(A)陽極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層

まず、(A)前記陽極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層について説明する。

10

【0137】

(A-1)正孔注入層、正孔輸送層

正孔注入層、正孔輸送層は、陽極又は陽極側から正孔を受け取り陰極側に輸送する機能を有する層である。

正孔注入層、正孔輸送層については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0165〕～〔0167〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0138】

正孔注入層には電子受容性ドーパントを含有することが好ましい。正孔注入層に電子受容性ドーパントを含有することにより、正孔注入性が向上し、駆動電圧が低下する、効率が向上するなどの効果がある。電子受容性ドーパントとは、ドーパされる材料から電子を引き抜き、ラジカルカチオンを発生させることが可能な材料であれば有機材料、無機材料のうちいかなるものでもよいが、例えば、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、テトラフルオロテトラシアノキノジメタン(F₄-TCNQ)、酸化モリブデンなどが挙げられる。

20

【0139】

正孔注入層中の電子受容性ドーパントは、正孔注入層を形成する全化合物質量に対して、0.01質量%～50質量%含有されることが好ましく、0.1質量%～40質量%含有されることがより好ましく、0.2質量%～30質量%含有されることがより好ましい。

30

【0140】

(A-2)電子ブロック層

電子ブロック層は、陰極側から発光層に輸送された電子が、陽極側に通りぬけることを防止する機能を有する層である。本発明において、発光層と陽極側で隣接する有機層として、電子ブロック層を設けることができる。

電子ブロック層を構成する有機化合物の膜状態でのT₁エネルギーは、発光層で生成する励起子のエネルギー移動を防止し、発光効率を低下させないために、発光材料のT₁エネルギーよりも高いことが好ましい。

電子ブロック層を構成する有機化合物の例としては、例えば前述の正孔輸送材料として挙げたものが適用できる。

40

電子ブロック層の厚さとしては、1nm～500nmであるのが好ましく、5nm～200nmであるのがより好ましく、10nm～100nmであるのが更に好ましい。

電子ブロック層は、上述した材料の一種又は二種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【0141】

(A-3)陽極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層に特に好ましく用いられる材料

〔一般式(M-1)で表される化合物〕

本発明の有機電界発光素子は、前記(A)陽極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層に特に好ましく用いられる材料として、少なくとも一種の下記一般式(M-1)

50

で表される化合物を挙げることができる。

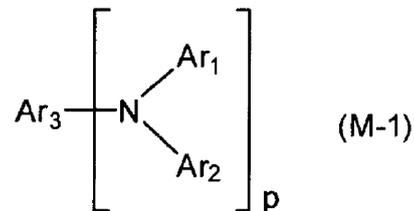
【0142】

前記一般式(M-1)で表される化合物は発光層と陽極の間の発光層に隣接する有機層に含有されることがより好ましいが、その用途が限定されることはなく、有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。前記一般式(M-1)で表される化合物の導入層としては、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷ブロック層のいずれか、若しくは複数に含有することができる。

前記一般式(M-1)で表される化合物が含有される、発光層と陽極の間の発光層に隣接する有機層は、電子ブロック層又は正孔輸送層であることがより好ましい。

【0143】

【化33】



【0144】

前記一般式(M-1)中、Ar₁及びAr₂はそれぞれ独立してアルキル、アリール、ヘテロアリール、アリールアミノ、アルキルアミノ、モルホリノ、チオモルホリノ、N、O、及びSから選択される1以上のヘテロ原子を含有する5若しくは6員ヘテロシクロアルキル又はシクロアルキルを表し、更に置換基Zを有していてもよい。またAr₁及びAr₂は、単結合、アルキレン、若しくはアルケニレン(縮合環の有無を問わない)により互いに結合して、縮合5~9員環を形成してもよい。

Ar₃はP個のアルキル、アリール、ヘテロアリール、アリールアミノを表し、更に置換基Zを有していてもよい。

Zはそれぞれ独立に、ハロゲン原子、-R"、-OR"、-N(R")₂、-SR"、-C(O)R"、-C(O)OR"、-C(O)N(R")₂、-CN、-NO₂、-SO₂、-SOR"、-SO₂R"、又は-SO₃R"を表し、R"はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

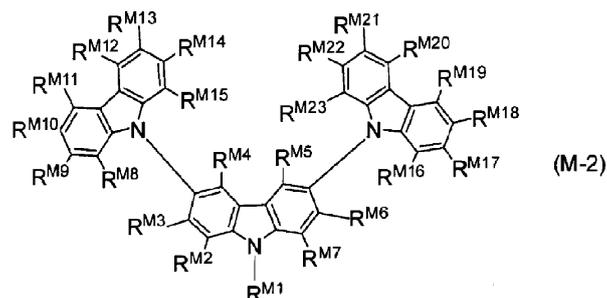
pは1~4の整数であり、pが2以上のときAr₁及びAr₂はそれぞれ同一でも異なってもよい。

【0145】

前記一般式(M-1)で表される化合物の好ましい別の形態は、下記一般式(M-2)で表される場合である。

【0146】

【化34】



【0147】

前記一般式(M-2)中、R^{M1}はアルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。

10

20

30

40

50

$R^{M2} \sim R^{M23}$ はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アミノ基、シリル基、シアノ基、ニトロ基、又はフッ素原子を表す。

【0148】

前記一般式(M-2)中、 R^{M1} はアルキル基(好ましくは炭素数1~8)、アリール基(好ましくは炭素数6~30)、又はヘテロアリール基(好ましくは炭素数4~12)を表し、これらは前述の置換基Zを有していても良い。 R^{M1} として好ましくは、アリール基、又はヘテロアリール基であり、より好ましくはアリール基である。 R^{M1} のアリール基が置換基を有する場合の好ましい置換基としては、アルキル基、ハロゲン原子、シアノ基、アリール基、アルコキシ基が挙げられ、アルキル基、ハロゲン原子、シアノ基、又はアリール基がより好ましく、アルキル基、シアノ基、又はアリール基が更に好ましい。 R^{M1} のアリール基は、好ましくは置換基Zを有していてもよいフェニル基であり、より好ましくはアルキル基又はシアノ基を有していてもよいフェニル基である。

【0149】

$R^{M2} \sim R^{M23}$ はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基(好ましくは炭素数1~8)、アリール基(好ましくは炭素数6~30)、ヘテロアリール基(好ましくは炭素数4~12)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~8)、アリールオキシ基(好ましくは炭素数6~30)、アミノ基(好ましくは炭素数0~24)、シリル基(好ましくは炭素数0~18)、シアノ基、ニトロ基、又はフッ素原子を表し、これらは前述の置換基Zを有していても良い。

【0150】

R^{M2} 、 R^{M7} 、 R^{M8} 、 R^{M15} 、 R^{M16} 及び R^{M23} として好ましくは、水素原子、又は置換基Zを有していても良いアルキル基若しくはアリール基であり、更に好ましくは水素原子である。

R^{M4} 、 R^{M5} 、 R^{M11} 、 R^{M12} 、 R^{M19} 及び R^{M20} として好ましくは、水素原子、置換基Zを有していても良いアルキル基若しくはアリール基、又はフッ素原子であり、更に好ましくは水素原子である。

R^{M3} 、 R^{M6} 、 R^{M9} 、 R^{M14} 、 R^{M17} 及び R^{M22} として好ましくは、水素原子、置換基Zを有していても良いアルキル基若しくはアリール基、フッ素原子、又はシアノ基であり、より好ましくは水素原子、又は置換基Zを有していても良いアルキル基であり、更に好ましくは水素原子である。

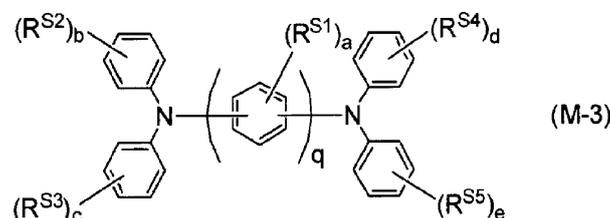
R^{M10} 、 R^{M13} 、 R^{M18} 及び R^{M21} として好ましくは、水素原子、置換基Zを有していても良いアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基若しくはアミノ基、ニトロ基、フッ素原子、又はシアノ基であり、より好ましくは水素原子、置換基Zを有していても良いアルキル基若しくはアリール基、ニトロ基、フッ素原子、又はシアノ基であり、更に好ましくは水素原子、又は置換基Zを有していても良いアルキル基である。アルキル基が置換基を有する場合の置換基としては、フッ素原子が好ましく、置換基Zを有していても良いアルキル基の炭素数は好ましくは1~6であり、より好ましくは1~4である。

【0151】

前記一般式(M-1)で表される化合物の好ましい別の形態は、下記一般式(M-3)で表される場合である。

【0152】

【化35】



【0153】

10

20

30

40

50

前記一般式 (M - 3) 中、 $R^{S1} \sim R^{S5}$ はそれぞれ独立にアルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、 $-CN$ 、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R$ 、 $-C(O)R$ 、 $-NR_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR$ 、ハロゲン原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基 Z を有していてもよい。R はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。複数の $R^{S1} \sim R^{S5}$ が存在するとき、それらは互いに結合して環を形成してもよく、更に置換基 Z を有していてもよい。

a は 0 ~ 4 の整数を表し、複数の R^{S1} が存在するとき、それらは同一でも異なってもよく、互いに結合して環を形成してもよい。b ~ e はそれぞれ独立に 0 ~ 5 の整数を表し、それぞれ複数の $R^{S2} \sim R^{S5}$ が存在するとき、それらは同一でも異なってもよく、任意の 2 つが結合し環を形成してもよい。

10

q は 1 ~ 5 の整数であり、q が 2 以上のとき複数の R^{S1} は同一でも異なってもよく、互いに結合して環を形成していてもよい。

【0154】

アルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよく、置換してもよい基としては、前述の置換基 Z を挙げるができる。 $R^{S1} \sim R^{S5}$ で表されるアルキル基として、好ましくは総炭素原子数 1 ~ 8 のアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数 1 ~ 6 のアルキル基であり、例えばメチル基、エチル基、i - プロピル基、シクロヘキシル基、t - ブチル基等が挙げられる。

シクロアルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよく、置換してもよい基としては、前述の置換基 Z を挙げるができる。 $R^{S1} \sim R^{S5}$ で表されるシクロアルキル基として、好ましくは環員数 4 ~ 7 のシクロアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数 5 ~ 6 のシクロアルキル基であり、例えばシクロペンチル基、シクロヘキシル基等が挙げられる。

20

$R^{S1} \sim R^{S5}$ で表されるアルケニル基としては好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばビニル、アリル、1 - プロペニル、1 - イソプロペニル、1 - ブテニル、2 - ブテニル、3 - ペンテニルなどが挙げられる。

$R^{S1} \sim R^{S5}$ で表されるアルキニル基としては、好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばエチニル、プロパルギル、1 - プロピニル、3 - ペンチニルなどが挙げられる。

30

【0155】

$R^{S1} \sim R^{S5}$ で表されるペルフルオロアルキル基は、前述のアルキル基の全ての水素原子がフッ素原子に置き換えられたものが挙げられる。

【0156】

$R^{S1} \sim R^{S5}$ で表されるアリール基としては、好ましくは、炭素数 6 から 30 の置換若しくは無置換のアリール基、例えば、フェニル基、トリル基、ピフェニル基、ターフェニル基等が挙げられる。

【0157】

$R^{S1} \sim R^{S5}$ で表されるヘテロアリール基としては、好ましくは、炭素数 5 ~ 8 のヘテロアリール基であり、より好ましくは、5 又は 6 員の置換若しくは無置換のヘテロアリール基であり、例えば、ピリジル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、キナゾリニル基、シンノリニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、ピロリル基、インドリル基、フリル基、ベンゾフリル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ベンズイミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、ベンズオキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾチアゾリル基、イソチアゾリル基、ベンズイソチアゾリル基、チアジアゾリル基、イソオキサゾリル基、ベンズイソオキサゾリル基、ピロリジニル基、ピペリジニル基、ピペラジニル基、イミダゾリジニル基、チアゾリニル基、スルホラニル基、カルバゾリル基、ジベンゾフリル基、ジベンゾチエニル基、ピリドインドリル基などが挙げられる。好ましい例と

40

50

しては、ピリジル基、ピリミジニル基、イミダゾリル基、チエニル基であり、より好ましくは、ピリジル基、ピリミジニル基である。

【0158】

$R^{S1} \sim R^{S5}$ として好ましくは、水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、ペルフルオロアルキル基、ジアルキルアミノ基、フルオロ基、アリール基、ヘテロアリール基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、フルオロ基、アリール基であり、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基である。置換基Zとしては、アルキル基、アルコキシ基、フルオロ基、シアノ基、ジアルキルアミノ基が好ましく、水素原子、アルキル基がより好ましい。

【0159】

$R^{S1} \sim R^{S5}$ は任意の2つが互いに結合して縮合4～7員環を形成してもよく、該縮合4～7員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合4～7員環は更に置換基Zを有していてもよい。形成されるシクロアルキル、アリール、ヘテロアリールの定義及び好ましい範囲は $R^{S1} \sim R^{S5}$ で定義したシクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基と同じである。

【0160】

前記一般式(M-1)で表される化合物を、正孔輸送層中で用いる場合は、前記一般式(M-1)で表される化合物は50～100質量%含まれることが好ましく、80～100質量%含まれることが好ましく、95～100質量%含まれることが特に好ましい。

また、前記一般式(M-1)で表される化合物を、複数の有機層に用いる場合はそれぞれの層において、上記の範囲で含有することが好ましい。

【0161】

前記一般式(M-1)で表される化合物は、いずれかの有機層に、一種類のみを含有していてもよく、複数の一般式(M-1)で表される化合物を任意の割合で組み合わせて含有していてもよい。

【0162】

前記一般式(M-1)で表される化合物を含む正孔輸送層の厚さとしては、1nm～500nmであるのが好ましく、3nm～200nmであるのがより好ましく、5nm～100nmであるのが更に好ましい。また、該正孔輸送層は発光層に接して設けられている事が好ましい。

【0163】

前記一般式(M-1)で表される化合物の膜状態での最低励起三重項(T_1)エネルギーは、1.77eV(40kcal/mol)以上3.51eV(81kcal/mol)以下であることが好ましく、2.39eV(55kcal/mol)以上3.25eV(75kcal/mol)以下であることがより好ましい。本発明の有機電界発光素子は、前述の燐光発光材料の T_1 エネルギーよりも、前記一般式(M-1)で表される化合物の T_1 エネルギーの方が高いことが発光効率の観点から好ましい。特に有機電界発光素子からの発光色が緑色(発光ピーク波長が490～580nm)である場合は発光効率の観点から、 T_1 エネルギーは、2.39eV(55kcal/mol)以上2.82eV(65kcal/mol)以下であることが更に好ましい。

【0164】

前記一般式(M-1)を構成する水素原子は、水素の同位体(重水素原子等)も含む。この場合化合物中の全ての水素原子が水素同位体に置き換わっていてもよく、また一部が水素同位体を含む化合物である混合物でもよい。

【0165】

前記一般式(M-1)で表される化合物は、種々の公知の合成法を組み合わせることで合成することが可能である。最も一般的には、カルバゾール化合物に関してはアリールヒドラジンとシクロヘキサン誘導体との縮合体のアザーコップ転位反応の後、脱水素芳香族化による合成(L.F.Tieze, Th.Eicher著、高野、小笠原訳、精密有機合成、339頁(南江堂刊))が挙げられる。また、得られたカルバゾール化合物とハロゲン化

10

20

30

40

50

アリール化合物のパラジウム触媒を用いるカップリング反応に関してはテトラヘドロン・レターズ 39 巻 617 頁 (1998 年)、同 39 巻 2367 頁 (1998 年) 及び同 40 巻 6393 頁 (1999 年) 等に記載の方法が挙げられる。反応温度、反応時間については特に限定されることはなく、前記文献に記載の条件が適用できる。

【0166】

前記一般式 (M - 1) で表される化合物は、真空蒸着プロセスで薄層を形成することが好ましいが、溶液塗布などのウェットプロセスも好適に用いることが出来る。化合物の分子量は、蒸着適性や溶解性の観点から 2000 以下であることが好ましく、1200 以下であることがより好ましく、800 以下であることが特に好ましい。また蒸着適性の観点では、分子量が小さすぎると蒸気圧が小さくなり、気相から固相への変化がおきず、有機層を形成することが困難となるので、250 以上が好ましく、300 以上が特に好ましい。

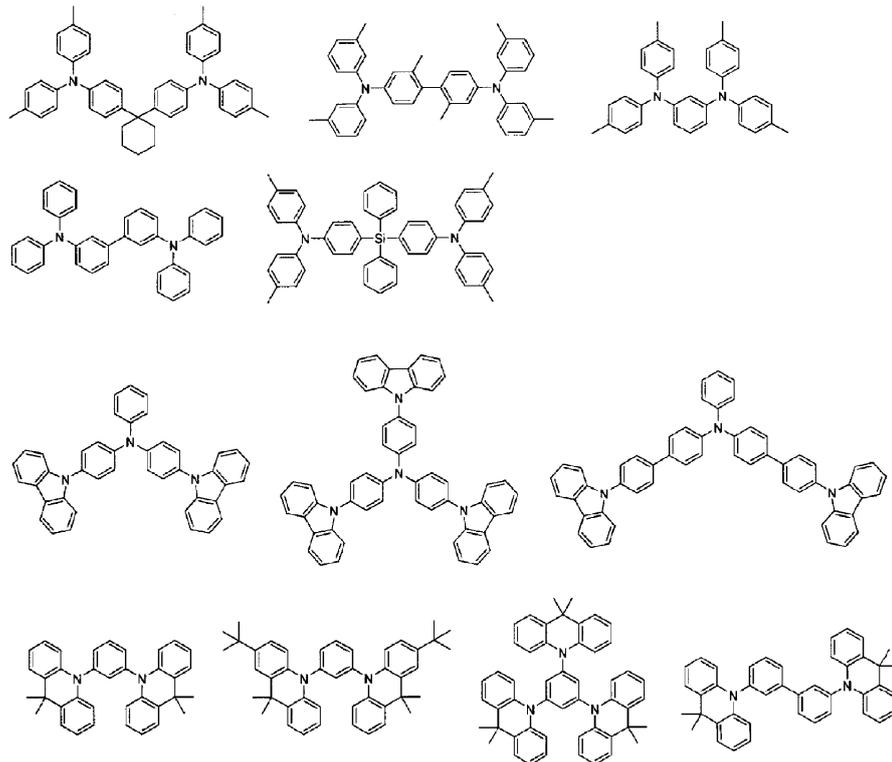
10

【0167】

以下に、前記一般式 (M - 1) で表される化合物の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されることはない。

【0168】

【化 36】

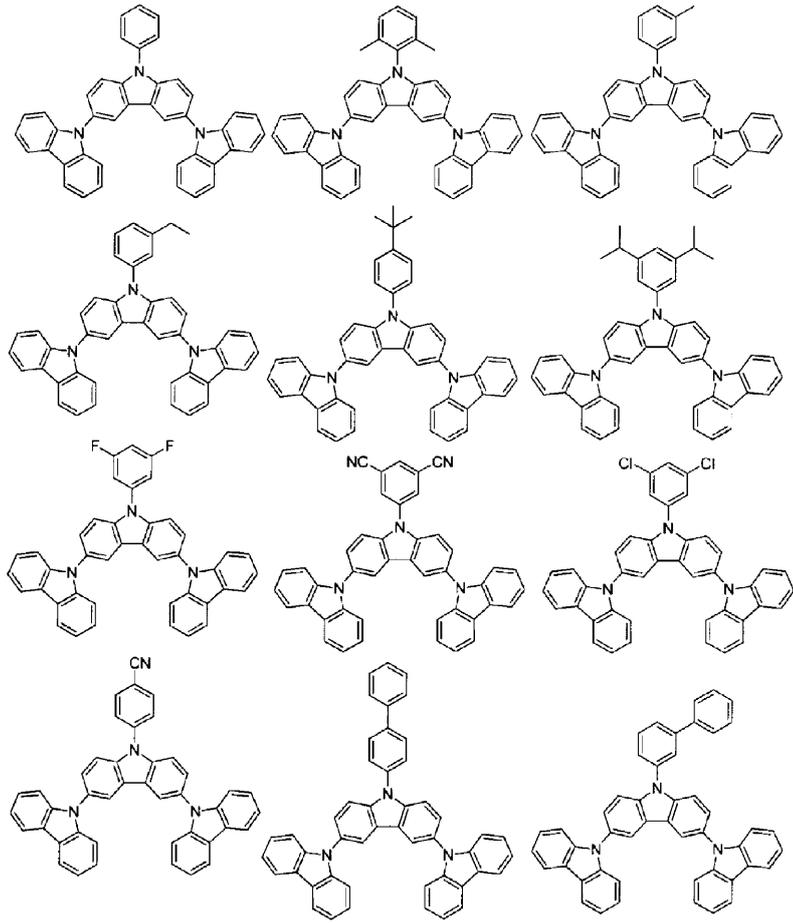


20

30

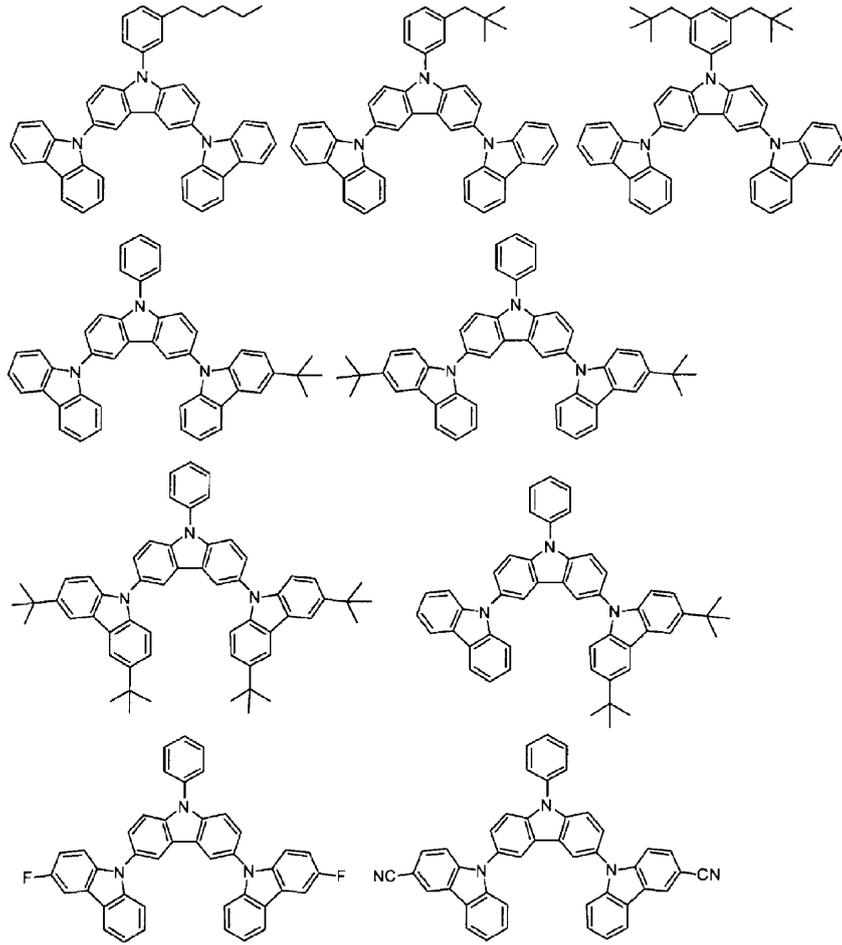
【0169】

【化 3 7】



【 0 1 7 0 】

【化 3 8】

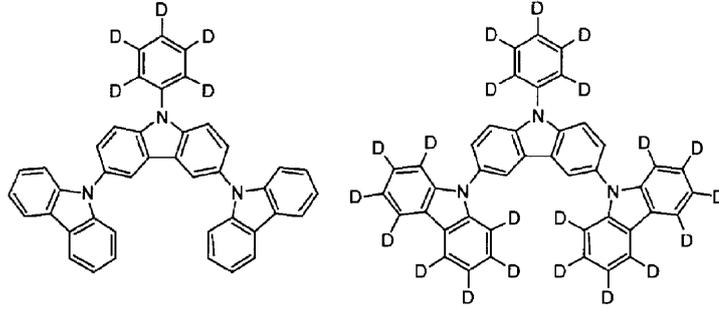
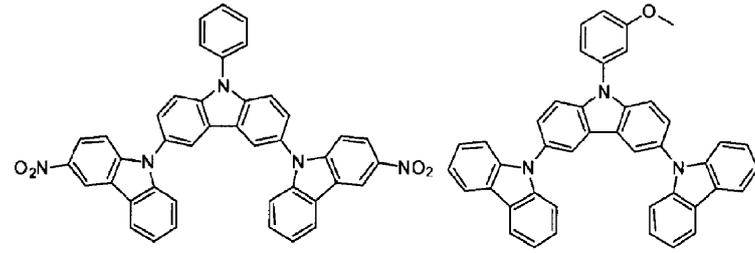


10

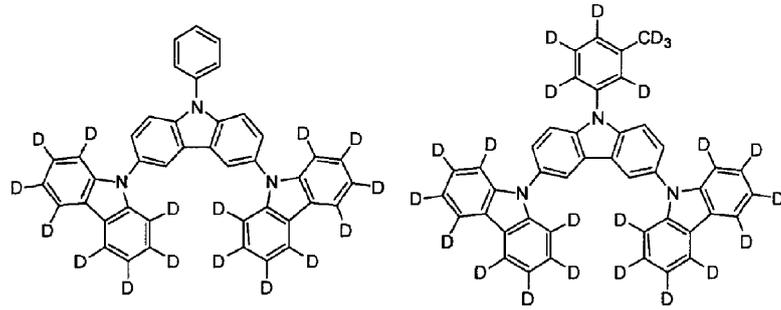
20

【 0 1 7 1】

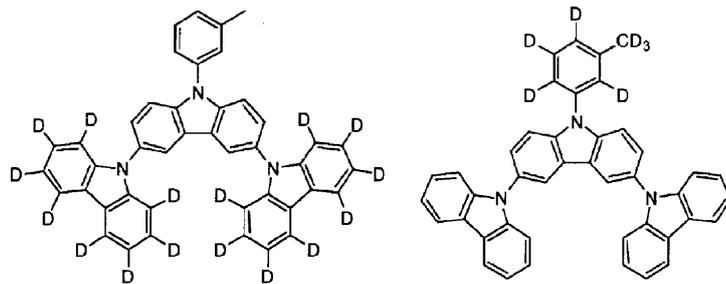
【化 3 9】



10



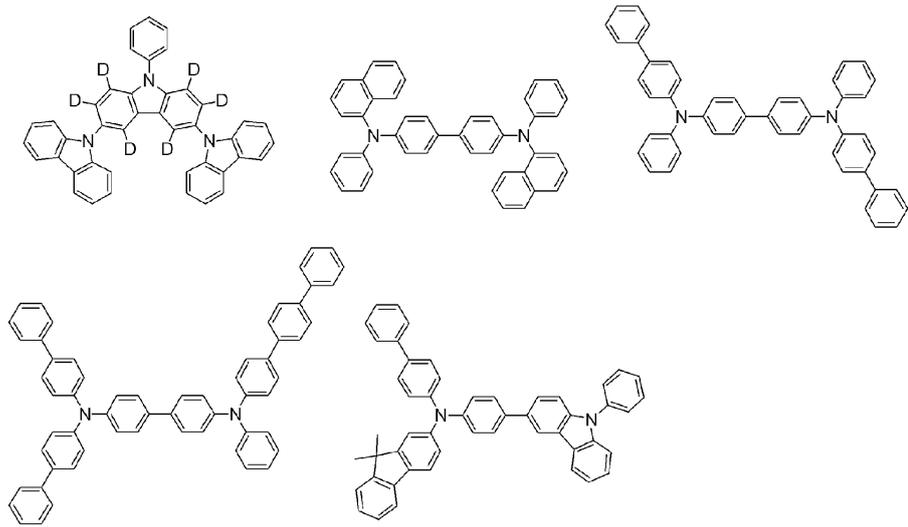
20



30

【 0 1 7 2 】

【化40】



10

【0173】

(B) 陰極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層

次に、前記(B)陰極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層について説明する。

20

【0174】

(B-1) 電子注入層、電子輸送層

電子注入層、電子輸送層は、陰極又は陰極側から電子を受け取り陽極側に輸送する機能を有する層である。これらの層に用いる電子注入材料、電子輸送材料は低分子化合物であっても高分子化合物であってもよい。

電子輸送材料としては、前記一般式(1)で表される化合物を用いることができる。その他の電子輸送材料としては、ピリジン誘導体、キノリン誘導体、ピリミジン誘導体、ピラジン誘導体、フタラジン誘導体、フェナントロリン誘導体、トリアジン誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、フルオレノン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジフェニルキノ

30

【0175】

電子注入層、電子輸送層の厚さは、駆動電圧を下げるという観点から、各々500nm以下であることが好ましい。

電子輸送層の厚さとしては、1nm~500nmであるのが好ましく、5nm~200nmであるのがより好ましく、10nm~100nmであるのが更に好ましい。また、電子注入層の厚さとしては、0.1nm~200nmであるのが好ましく、0.2nm~100nmであるのがより好ましく、0.5nm~50nmであるのが更に好ましい。

40

電子注入層、電子輸送層は、上述した材料の1種又は2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【0176】

電子注入層には電子供与性ドーパントを含有することが好ましい。電子注入層に電子供与性ドーパントを含有させることにより、電子注入性が向上し、駆動電圧が低下する、効率が向上するなどの効果がある。電子供与性ドーパントとは、ドーパされる材料に電子を与え、ラジカルアニオンを発生させることが可能な材料であれば有機材料、無機材料のう

50

ちいかなるものでもよいが、例えば、テトラチアフルバレン (T T F)、テトラチアナフタセン (T T T)、ビス - [1 , 3 ジエチル - 2 - メチル - 1 , 2 - ジヒドロベンズイミダゾリル] などのジヒドロイミダゾール化合物、リチウム、セシウムなどが挙げられる。

【 0 1 7 7 】

電子注入層中の電子供与性ドーパントは、電子注入層を形成する全化合物質量に対して、 0 . 0 1 質量 % ~ 5 0 質量 % 含有されることが好ましく、 0 . 1 質量 % ~ 4 0 質量 % 含有されることがより好ましく、 0 . 5 質量 % ~ 3 0 質量 % 含有されることがより好ましい。

【 0 1 7 8 】

(B - 2) 正孔ブロック層

10

正孔ブロック層は、陽極側から発光層に輸送された正孔が、陰極側に通りぬけることを防止する機能を有する層である。本発明において、発光層と陰極側で隣接する有機層として、正孔ブロック層を設けることができる。

正孔ブロック層を構成する有機化合物の膜状態での T_1 エネルギーは、発光層で生成する励起子のエネルギー移動を防止し、発光効率を低下させないために、発光材料の T_1 エネルギーよりも高いことが好ましい。

正孔ブロック層を構成する有機化合物の例としては、前記一般式 (1) で表される化合物を用いることができる。

前記一般式 (1) で表される化合物以外の、正孔ブロック層を構成するその他の有機化合物の例としては、アルミニウム (I I I) ビス (2 - メチル - 8 - キノリナト) 4 - フェニルフェノレート (A l u m i n u m (I I I) b i s (2 - m e t h y l - 8 - q u i n o l i n a t o) 4 - p h e n y l p h e n o l a t e (B a 1 q と略記する)) 等のアルミニウム錯体、トリアゾール誘導体、2 , 9 - ジメチル - 4 , 7 - ジフェニル - 1 , 1 0 - フェナントロリン (2 , 9 - D i m e t h y l - 4 , 7 - d i p h e n y l - 1 , 1 0 - p h e n a n t h r o l i n e (B C P と略記する)) 等のフェナントロリン誘導体、等が挙げられる。本発明において、正孔ブロック層は実際に正孔をブロックする機能に限定せず、発光層の励起子が電子輸送層に拡散させない、若しくはエネルギー移動消光をブロックする機能を有していてもよい。本発明の化合物は正孔ブロック層としても好ましく適用できる。

20

正孔ブロック層の厚さとしては、 1 n m ~ 5 0 0 n m であるのが好ましく、 5 n m ~ 2 0 0 n m であるのがより好ましく、 1 0 n m ~ 1 0 0 n m であるのが更に好ましい。

30

正孔ブロック層は、上述した材料の一種又は二種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【 0 1 7 9 】

(B - 3) 陰極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層に特に好ましく用いられる材料

本発明の有機電界発光素子は、前記 (B) 陰極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層の材料に特に好ましく用いられる材料として、前記一般式 (1) で表される化合物、芳香族炭化水素化合物 (特に、下記一般式 (T p - 1)) および下記一般式 (O - 1) で表される化合物を挙げることができる。

40

以下、前記芳香族炭化水素化合物と、前記一般式 (O - 1) で表される化合物について説明する。

【 0 1 8 0 】

[芳香族炭化水素化合物]

前記芳香族炭化水素化合物は、発光層と陰極の間の発光層に隣接する有機層に含有されることがより好ましいが、その用途が限定されることはなく、有機層内のいずれの層にも含有されてもよい。前記芳香族炭化水素化合物の導入層としては、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、励起子ブロック層、電荷ブロック層のいずれか、若しくは複数に含有することができる。

前記芳香族炭化水素化合物が含有される、発光層と陰極の間の発光層に隣接する有機層

50

は電荷ブロック層又は電子輸送層であることが好ましく、電子輸送層であることがより好ましい。

【0181】

前記芳香族炭化水素化合物は合成容易さの観点から炭素原子と水素原子のみからなることが好ましい。

前記芳香族炭化水素化合物を発光層以外の層に含有させる場合は、70～100質量%含まれることが好ましく、85～100質量%含まれることがより好ましい。芳香族炭化水素化合物を発光層に含有させる場合は、発光層の全質量に対して0.1～99質量%含ませることが好ましく、1～95質量%含ませることがより好ましく、10～95質量%含ませることがより好ましい。

前記芳香族炭化水素化合物としては、炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400～1200の範囲にあり、総炭素数13～22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物を用いることが好ましい。総炭素数13～22の縮合多環骨格としては、フルオレン、アントラセン、フェナントレン、テトラセン、クリセン、ペンタセン、ピレン、ペリレン、トリフェニレンのいずれかであることが好ましく、 T_1 の観点からフルオレン、トリフェニレン、フェナントレンがより好ましく、化合物の安定性、電荷注入・輸送性の観点からトリフェニレンが更に好ましく、下記一般式($T_p - 1$)で表される化合物であることが特に好ましい。

【0182】

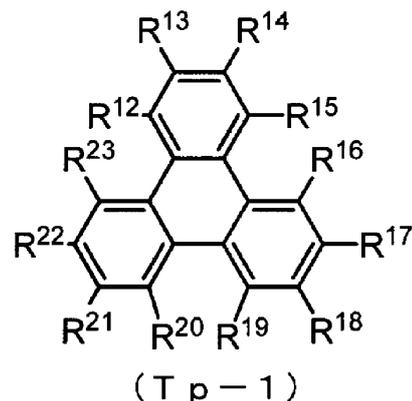
前記一般式($T_p - 1$)で表される炭化水素化合物は、分子量が400～1200の範囲であることが好ましく、より好ましくは400～1000であり、更に好ましくは400～800である。分子量が400以上であれば良質なアモルファス薄膜が形成でき、分子量が1200以下であると溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適正の面で好ましい。

【0183】

前記一般式($T_p - 1$)で表される炭化水素化合物はその用途が限定されることはなく、発光層に隣接する有機層だけでなく有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。

【0184】

【化41】



【0185】

前記一般式($T_p - 1$)において、 $R^{12} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基又はアルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、若しくはトリフェニレニル基で置換されていてもよいフェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、若しくはトリフェニレニル基を表す。ただし、 $R^{12} \sim R^{23}$ が全て水素原子になることはない。

【0186】

$R^{12} \sim R^{23}$ が表すアルキル基としては、置換基若しくは無置換の、例えば、メチル基、エチル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-オクチル基、*n*-デシル基、*n*-ヘキサデシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などが挙げられ、好ましくはメチル基、エチル基、イソプロピル基、*tert*-ブチル基、シクロヘキシル基であり、より好ましくはメチル基、エチル基、又は*tert*-ブチ

ル基である。

【 0 1 8 7 】

$R^{12} \sim R^{23}$ として好ましくは、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基又は炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、若しくはトリフェニレニル基（これらは更にアルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、若しくはトリフェニレニル基で置換されていてもよい）で置換されていてもよい、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、若しくはトリフェニレニル基であることが更に好ましい。

フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、若しくはトリフェニレニル基（これらは更にアルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、若しくはトリフェニレニル基で置換されていてもよい）で置換されていてもよい、ベンゼン環であることが特に好ましい。

10

【 0 1 8 8 】

前記一般式 (T p - 1) におけるアリール環の総数は 2 ~ 8 個であることが好ましく、3 ~ 5 個であることが好ましい。この範囲とすることで、良質なアモルファス薄膜が形成でき、溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適正が良好になる。

【 0 1 8 9 】

$R^{12} \sim R^{23}$ は、それぞれ独立に、総炭素数が 20 ~ 50 であることが好ましく、総炭素数が 20 ~ 36 であることがより好ましい。この範囲とすることで、良質なアモルファス薄膜が形成でき、溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適正が良好になる。

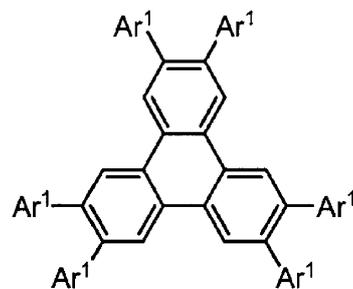
【 0 1 9 0 】

20

前記一般式 (T p - 1) で表される炭化水素化合物は下記一般式 (T p - 2) で表される炭化水素化合物であることが好ましい。

【 0 1 9 1 】

【 化 4 2 】



(T p - 2)

30

【 0 1 9 2 】

一般式 (T p - 2) 中、複数の $A r^1$ は同一であり、アルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、又はトリフェニレニル基で置換されていてもよいフェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、又はトリフェニレニル基を表す。

【 0 1 9 3 】

$A r^1$ が表すアルキル基及びアルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、又はトリフェニレニル基で置換されていてもよいフェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、又はトリフェニレニル基としては、 $R^{12} \sim R^{23}$ で挙げたものと同義であり、好ましいものも同様である。

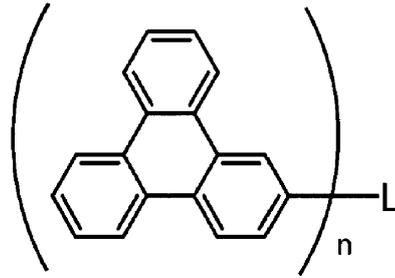
40

【 0 1 9 4 】

前記一般式 (T p - 1) で表される炭化水素化合物は、下記一般式 (T p - 3) で表される炭化水素化合物であることも好ましい。

【 0 1 9 5 】

【化43】



一般式 (Tp-3)

10

【0196】

一般式 (Tp-3) 中、L はアルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、又はトリフェニレニル基で置換されていてもよいフェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、トリフェニレニル基又はこれらを組み合わせて成る n 個の連結基を表す。n は 1 ~ 6 の整数を表す。

【0197】

L が表す n 個の連結基を形成するアルキル基、フェニル基、フルオレニル基、ナフチル基、又はトリフェニレニル基としては、 $R^{12} \sim R^{23}$ で挙げたものと同義である。

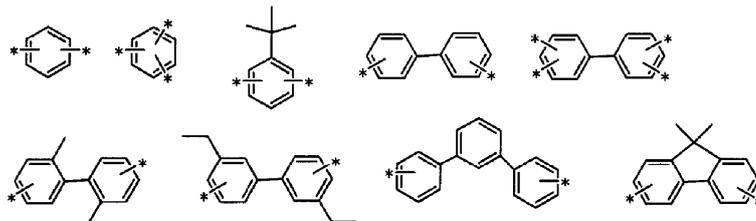
L として好ましくは、アルキル基又はベンゼン環で置換されていてもよいベンゼン環、フルオレン環、又はこれらを組み合わせて成る n 個の連結基である。

20

以下に L の好ましい具体例を挙げるがこれらに限定されるものではない。なお具体例中 * でトリフェニレン環と結合する。

【0198】

【化44】



30

【0199】

n は 1 ~ 5 であることが好ましく、1 ~ 4 であることがより好ましい。

【0200】

前記一般式 (Tp-1) で表される炭化水素化合物を有機電界発光素子の発光層のホスト材料や発光層に隣接する層の電荷輸送材料として使用する場合、発光材料より薄膜状態でのエネルギーギャップ (発光材料が燐光発光材料の場合には、薄膜状態での最低励起三重項 (T_1) エネルギー) が大きいと、発光がクエンチしてしまうことを防ぎ、効率向上に有利である。一方、化合物の化学的安定性の観点からは、エネルギーギャップ及び T_1 エネルギーは大き過ぎない方が好ましい。一般式 (Tp-1) で表される炭化水素化合物の膜状態での T_1 エネルギーは、 1.77 eV (40 kcal/mol) 以上 3.51 eV (81 kcal/mol) 以下であることが好ましく、 2.39 eV (55 kcal/mol) 以上 3.25 eV (75 kcal/mol) 以下であることがより好ましい。本発明の有機電界発光素子は、前述の燐光発光材料の T_1 エネルギーよりも、前記一般式 (Tp-1) で表される化合物の T_1 エネルギーの方が高いことが発光効率の観点から好ましい。特に有機電界発光素子からの発光色が緑色 (発光ピーク波長が $490 \sim 580 \text{ nm}$) である場合は発光効率の観点から、 T_1 エネルギーは、 2.39 eV (55 kcal/mol) 以上 2.82 eV (65 kcal/mol) 以下であることが更に好ましい。

40

【0201】

50

前記一般式 (Tp - 1)) で表される炭化水素化合物の T_1 エネルギーは、前述の一般式 (1) の説明における方法と同様の方法により求めることができる。

【0202】

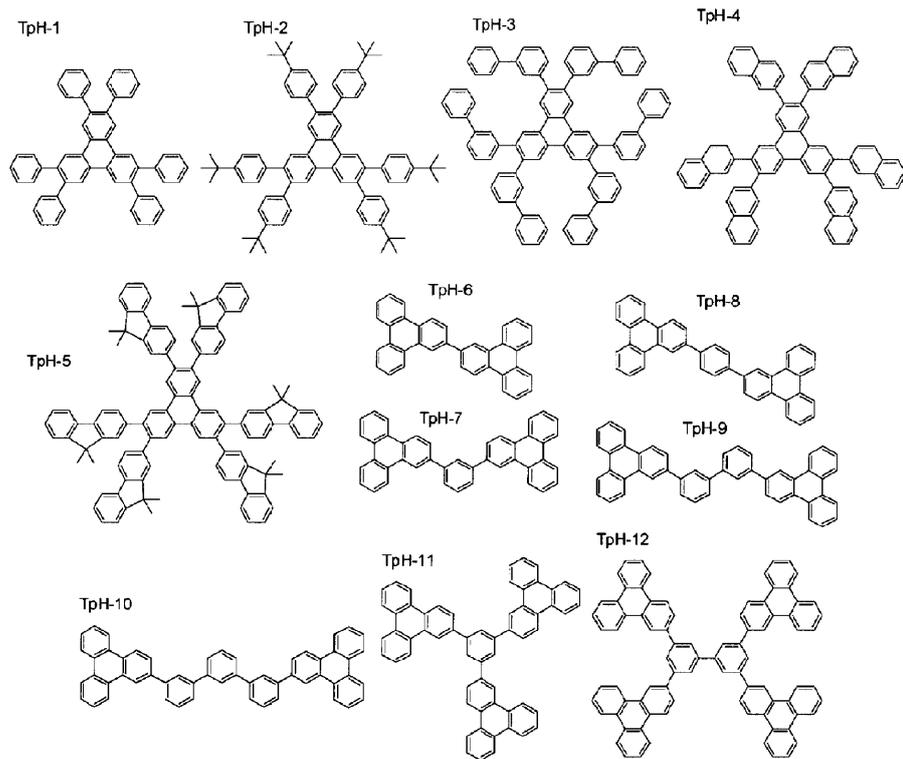
有機電界発光素子を高温駆動時や素子駆動中の発熱に対して安定して動作させる観点から、本発明にかかる炭化水素化合物のガラス転移温度 (Tg) は 80 以上 400 以下であることが好ましく、100 以上 400 以下であることがより好ましく、120 以上 400 以下であることが更に好ましい。

【0203】

以下に、前記一般式 (Tp - 1)) で表されることを特徴とする前記炭化水素化合物の具体例を例示するが、本発明に用いられる前記炭化水素化合物はこれらに限定されるものではない。

【0204】

【化45】



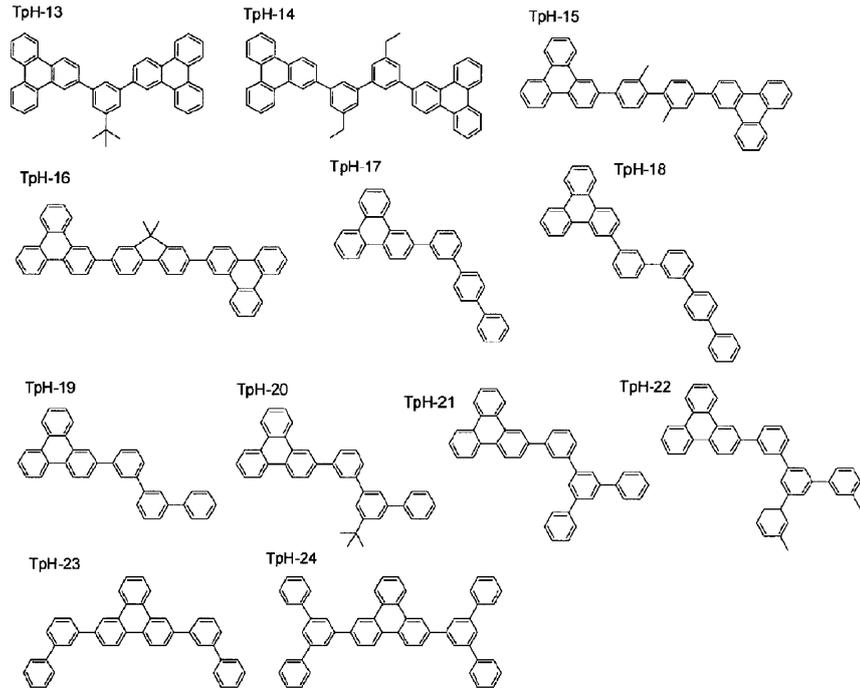
【0205】

10

20

30

【化46】



10

20

【0206】

前記一般式(Tp-1)で表される炭化水素化合物として例示した化合物は、国際公開第05/013388号パンフレット、国際公開第06/130598号パンフレット、国際公開第09/021107号パンフレット、US2009/0009065、国際公開第09/008311号パンフレット及び国際公開第04/018587号パンフレットに記載の方法で合成できる。

合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶等による精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により、有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒等を効果的に取り除くことができる。

【0207】

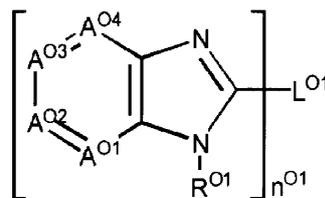
〔一般式(O-1)で表される化合物〕

前記(B)陰極と前記発光層との間に好ましく配置される有機層の材料に特に好ましく用いられる材料として、下記一般式(O-1)で表される化合物を用いることが、有機電界発光素子の効率や駆動電圧の観点から好ましい。以下に、一般式(O-1)について説明する。

【0208】

【化47】

(O-1)



40

【0209】

一般式(O-1)中、 R^{O1} は、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。 $A^{O1} \sim A^{O4}$ はそれぞれ独立に、C-R^A又は窒素原子を表す。R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表し、複数のR^Aは同じでも異なっていても良い。L^{O1}は、アリール環又はヘテロアリール環からなる二価～六価の連結基を表す。n^{O1}

50

は 2 ~ 6 の整数を表す。

【 0 2 1 0 】

R^{01} は、アルキル基（好ましくは炭素数 1 ~ 8）、アリール基（好ましくは炭素数 6 ~ 30）、又はヘテロアリール基（好ましくは炭素数 4 ~ 12）を表し、これらは前述の置換基群 A を有していても良い。 R^{01} として好ましくはアリール基、又はヘテロアリール基であり、より好ましくはアリール基である。 R^{01} のアリール基が置換基を有する場合の好ましい置換基としては、アルキル基、アリール基又はシアノ基が挙げられ、アルキル基又はアリール基がより好ましく、アリール基が更に好ましい。 R^{01} のアリール基が複数の置換基を有する場合、該複数の置換基は互いに結合して 5 又は 6 員環を形成していても良い。 R^{01} のアリール基は、好ましくは置換基 A を有していても良いフェニル基であり、より好ましくはアルキル基又はアリール基が置換していてもよいフェニル基であり、更に好ましくは無置換のフェニル基又は 2 - フェニルフェニル基である。

10

【 0 2 1 1 】

$A^{01} \sim A^{04}$ はそれぞれ独立に、C - R^A 又は窒素原子を表す。 $A^{01} \sim A^{04}$ のうち、0 ~ 2 つが窒素原子であるのが好ましく、0 又は 1 つが窒素原子であるのがより好ましい。 $A^{01} \sim A^{04}$ の全てが C - R^A であるか、又は A^{01} が窒素原子で、 $A^{02} \sim A^{04}$ が C - R^A であるのが好ましく、 A^{01} が窒素原子で、 $A^{02} \sim A^{04}$ が C - R^A であるのがより好ましく、 A^{01} が窒素原子で、 $A^{02} \sim A^{04}$ が C - R^A であり、 R^A が全て水素原子であるのが更に好ましい。

【 0 2 1 2 】

R^A は水素原子、アルキル基（好ましくは炭素数 1 ~ 8）、アリール基（好ましくは炭素数 6 ~ 30）、又はヘテロアリール基（好ましくは炭素数 4 ~ 12）を表し、これらは前述の置換基 Z' を有していても良い。また複数の R^A は同じでも異なっても良い。 R^A として好ましくは水素原子又はアルキル基であり、より好ましくは水素原子である。

20

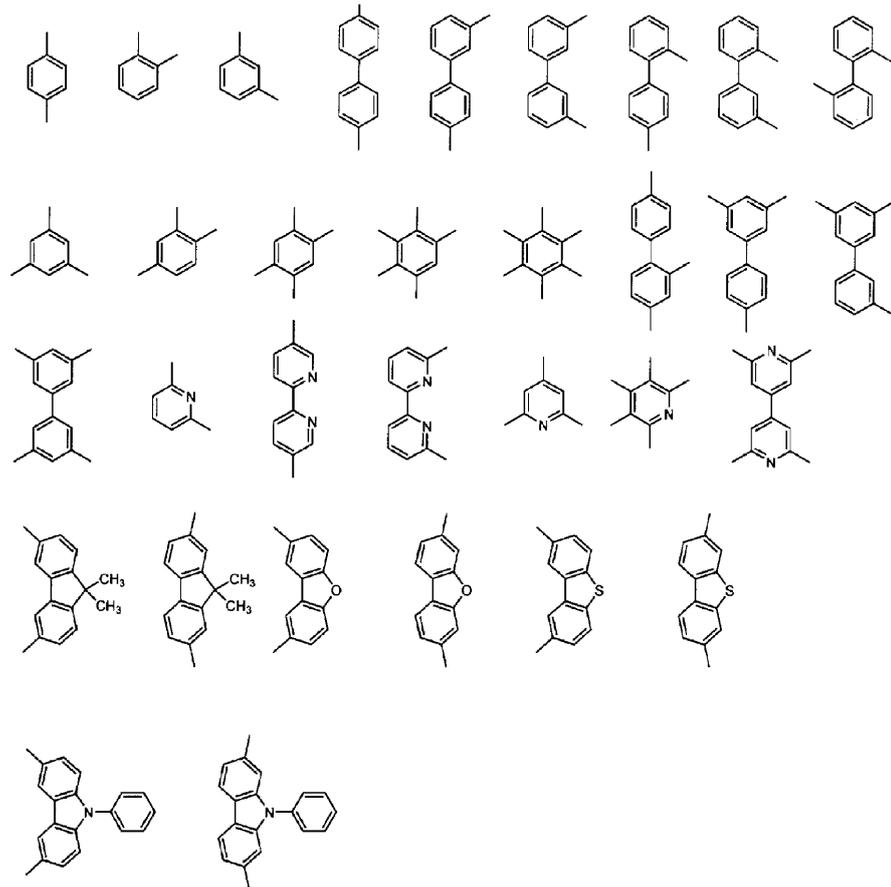
【 0 2 1 3 】

L^{01} は、アリール環（好ましくは炭素数 6 ~ 30）又はヘテロアリール環（好ましくは炭素数 4 ~ 12）からなる二価 ~ 六価の連結基を表す。 L^{01} として好ましくは、アリーレン基、ヘテロアリーレン基、アリールトリイル基、又はヘテロアリールトリイル基であり、より好ましくはフェニレン基、ピフェニレン基、又はベンゼントリイル基であり、更に好ましくはピフェニレン基、又はベンゼントリイル基である。 L^{01} は前述の置換基 Z' を有していても良く、置換基を有する場合の置換基としてはアルキル基、アリール基、又はシアノ基が好ましい。 L^{01} の具体例としては、以下のものが挙げられる。

30

【 0 2 1 4 】

【化48】



10

20

【0215】

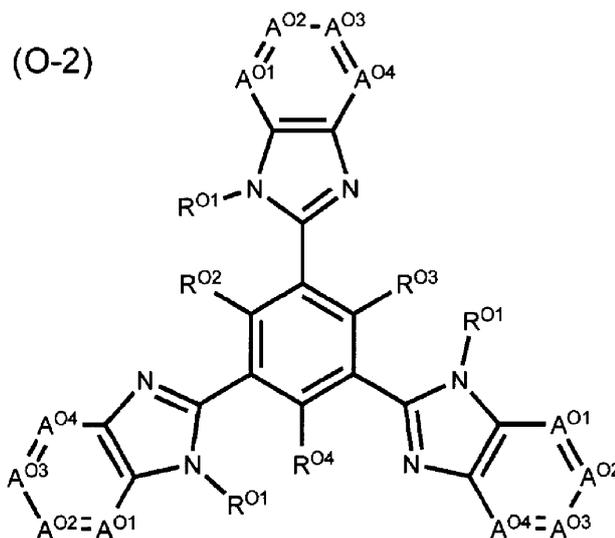
n^{01} は2～6の整数を表し、好ましくは2～4の整数であり、より好ましくは2又は3である。 n^{01} は、有機電界発光素子の効率の観点では最も好ましくは3であり、有機電界発光素子の耐久性の観点では最も好ましくは2である。

前記一般式(0-1)で表される化合物は、より好ましくは下記一般式(0-2)で表される化合物である。

30

【0216】

【化49】



40

【0217】

一般式(0-2)中、 R^{01} はそれぞれ独立にアルキル基、アール基、又はヘテロアリ

50

ール基を表す。R⁰² ~ R⁰⁴はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表す。A⁰¹ ~ A⁰⁴はそれぞれ独立に、C - R^A又は窒素原子を表す。R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表し、複数のR^Aは同じでも異なっていてもよい。

【0218】

R⁰¹及びA⁰¹ ~ A⁰⁴は、前記一般式(0-1)中のR⁰¹及びA⁰¹ ~ A⁰⁴と同義であり、またそれらの好ましい範囲も同様である。

R⁰² ~ R⁰⁴はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基(好ましくは炭素数1 ~ 8)、アリール基(好ましくは炭素数6 ~ 30)、又はヘテロアリール基(好ましくは炭素数4 ~ 12)を表し、これらは前述の置換基群Aを有していても良い。R⁰² ~ R⁰⁴として好ましくは水素原子、アルキル基、又はアリール基であり、より好ましくは水素原子、又はアリール基であり、最も好ましくは水素原子である。

10

【0219】

前記一般式(0-1)で表される化合物は、高温保存時の安定性、高温駆動時、駆動時の発熱に対して安定して動作させる観点から、ガラス転移温度(T_g)は100 ~ 400であることが好ましく、120 ~ 400であることがより好ましく、140 ~ 400であることが更に好ましい。

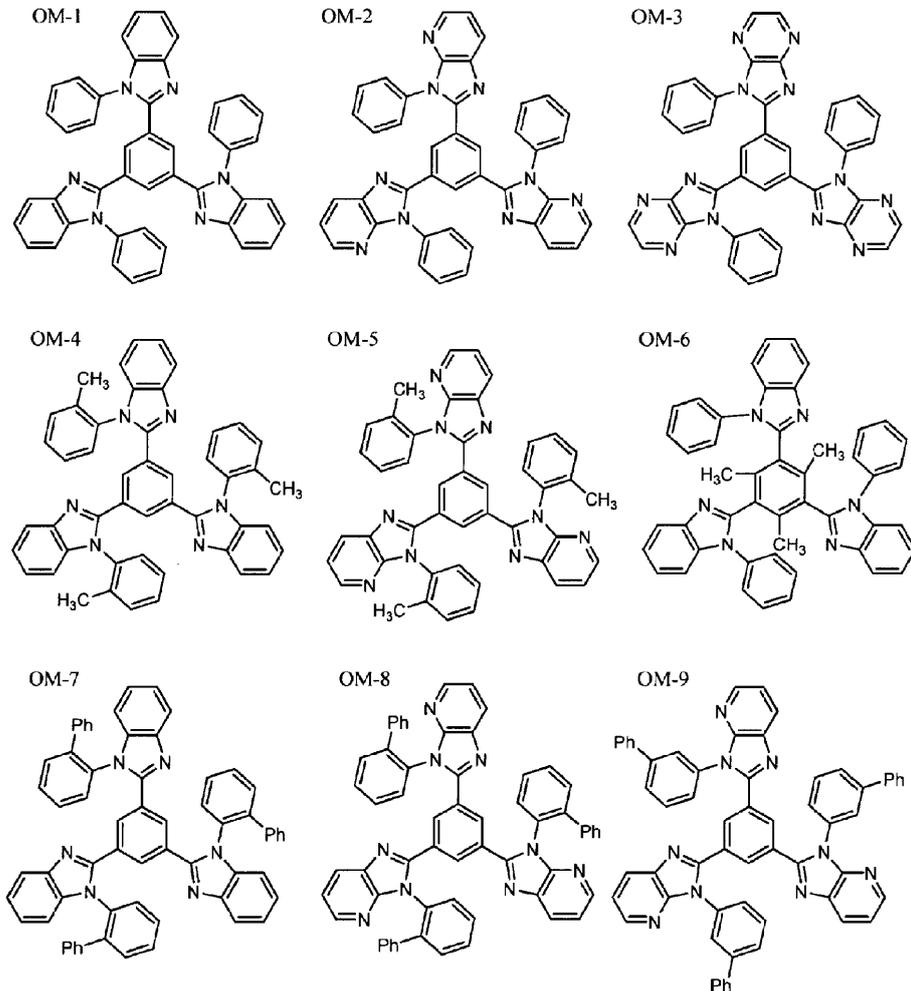
【0220】

前記一般式(0-1)で表される化合物の具体例を以下に示すが、本発明に用いられる化合物はこれらに限定されない。

20

【0221】

【化50】



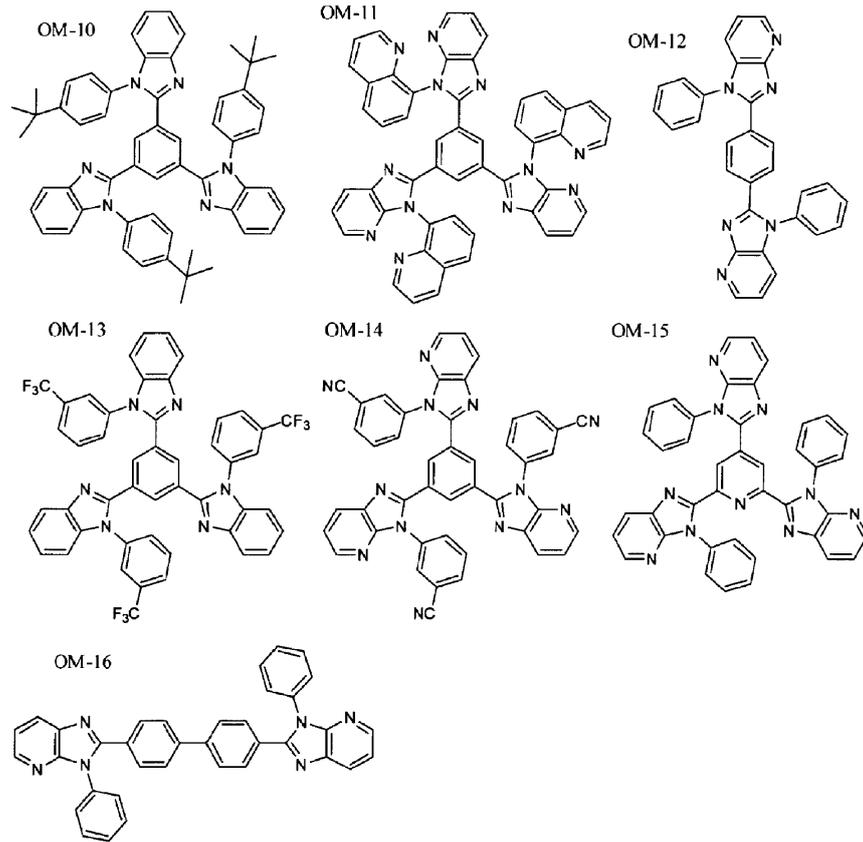
30

40

【0222】

50

【化51】



10

20

【0223】

前記一般式(0-1)で表される化合物は、特開2001-335776号に記載の方法で合成可能である。合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶、再沈殿などによる精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒、水分等を効果的に取り除くことが可能である。

30

【0224】

本発明の有機電界発光素子において、一般式(0-1)で表される化合物は発光層と陰極との間の有機層に含有されることが好ましいが、発光層に隣接する陰極側の層に含有されることがより好ましい。

【0225】

<保護層>

本発明において、有機電界発光素子全体は、保護層によって保護されていてもよい。

保護層については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0169〕～〔0170〕に記載の事項を本発明に適用することができる。なお、保護層の材料は無機物であっても、有機物であってもよい。

40

【0226】

<封止容器>

本発明の有機電界発光素子は、封止容器を用いて素子全体を封止してもよい。

封止容器については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0171〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0227】

<駆動方法>

本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に直流(必要に応じて交流成分を含んでもよい)電圧(通常2ボルト～15ボルト)、又は直流電流を印加することにより、発光を得ることができる。

50

本発明の有機電界発光素子の駆動方法については、特開平2-148687号、同6-301355号、同5-29080号、同7-134558号、同8-234685号、同8-241047号の各公報、特許第2784615号、米国特許5828429号、同6023308号の各明細書等に記載の駆動方法を適用することができる。

【0228】

本発明の有機電界発光素子の外部量子効率としては、7%以上が好ましく、10%以上がより好ましい。外部量子効率の数值は20で素子を駆動したときの外部量子効率の最大値、若しくは、20で素子を駆動したときの300~400cd/m²付近での外部量子効率の値を用いることができる。

【0229】

本発明の有機電界発光素子の内部量子効率は、30%以上であることが好ましく、50%以上が更に好ましく、70%以上が更に好ましい。素子の内部量子効率は、外部量子効率を光取り出し効率で除して算出される。通常の有機EL素子では光取り出し効率は約20%であるが、基板の形状、電極の形状、有機層の膜厚、無機層の膜厚、有機層の屈折率、無機層の屈折率等を工夫することにより、光取り出し効率を20%以上にすることが可能である。

【0230】

<発光波長>

本発明の有機電界発光素子は、その発光波長に制限はない。例えば、光の三原色のうち、赤色の発光に用いても、緑色の発光に用いても、青色の発光に用いてもよい。その中でも、本発明の有機電界発光素子は、発光ピーク波長が490~580nmであることが、前記一般式(1)で表される化合物の最低励起三重項(T₁)エネルギーを考慮した発光効率の観点から好ましい。

具体的には、本発明の有機電界発光素子において、前記一般式(1)で表される化合物を発光層のホスト材料、電子輸送層又は正孔ブロック層の電子輸送材料として用いる場合は、発光ピーク波長が490~580nmであることが好ましく、490~550nmであることがより好ましく、500~535nmであることが特に好ましい。

【0231】

<本発明の有機電界発光素子の用途>

本発明の有機電界発光素子は、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、又は光通信等に好適に利用できる。特に、発光装置、照明装置、表示装置等の発光輝度が高い領域で駆動されるデバイスに好ましく用いられる。

【0232】

[発光装置]

本発明の発光装置は、本発明の有機電界発光素子を含むことを特徴とする。

次に、図2を参照して本発明の発光装置について説明する。

図2は、本発明の発光装置の一例を概略的に示した断面図である。図2の発光装置20は、透明基板(支持基板)2、有機電界発光素子10、封止容器16等により構成されている。

【0233】

有機電界発光素子10は、基板2上に、陽極(第一電極)3、有機層11、陰極(第二電極)9が順次積層されて構成されている。また、陰極9上には、保護層12が積層されており、更に、保護層12上には接着層14を介して封止容器16が設けられている。なお、各電極3、9の一部、隔壁、絶縁層等は省略されている。

ここで、接着層14としては、エポキシ樹脂等の光硬化型接着剤や熱硬化型接着剤を用いることができ、例えば熱硬化性の接着シートを用いることもできる。

【0234】

本発明の発光装置の用途は特に制限されるものではなく、例えば、照明装置のほか、テレビ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、電子ペーパー等の表示装置とすることができる

10

20

30

40

50

【 0 2 3 5 】

[照明装置]

本発明の照明装置は、本発明の有機電界発光素子を含むことを特徴とする。

次に、図 3 を参照して本発明の照明装置について説明する。

図 3 は、本発明の照明装置の一例を概略的に示した断面図である。本発明の照明装置 40 は、図 3 に示すように、前述した有機 EL 素子 10 と、光散乱部材 30 とを備えている。より具体的には、照明装置 40 は、有機 EL 素子 10 の基板 2 と光散乱部材 30 とが接触するように構成されている。

光散乱部材 30 は、光を散乱できるものであれば特に制限されないが、図 3 においては、透明基板 31 に微粒子 32 が分散した部材とされている。透明基板 31 としては、例えば、ガラス基板を好適に挙げることができる。微粒子 32 としては、透明樹脂微粒子を好適に挙げることができる。ガラス基板及び透明樹脂微粒子としては、いずれも、公知のものを使用できる。このような照明装置 40 は、有機電界発光素子 10 からの発光が散乱部材 30 の光入射面 30A に入射されると、入射光を光散乱部材 30 により散乱させ、散乱光を光出射面 30B から照明光として出射するものである。

10

【 0 2 3 6 】

[表示装置]

本発明の表示装置は、本発明の有機電界発光素子を含むことを特徴とする。

本発明の表示装置としては、例えば、テレビ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、電子ペーパー等の表示装置とすることなどを挙げることができる。

20

【 実施例 】

【 0 2 3 7 】

以下に実施例を挙げて本発明を更に具体的に説明する。以下の実施例に示す材料、使用量、割合、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り、適宜、変更することができる。従って、本発明の範囲は以下に示す具体例に限定されるものではない。

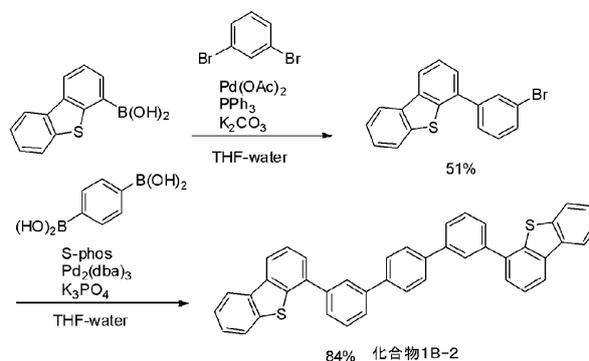
【 0 2 3 8 】

[実施例 1 ~ 6]

1. 前記一般式 (1) で表される化合物の合成 (化合物 1 B - 2 の合成)

【 0 2 3 9 】

【 化 5 2 】



40

【 0 2 4 0 】

上記スキームに従い、化合物 1 B - 2 を鈴木 - 宮浦カップリングを繰り返すことで合成した。

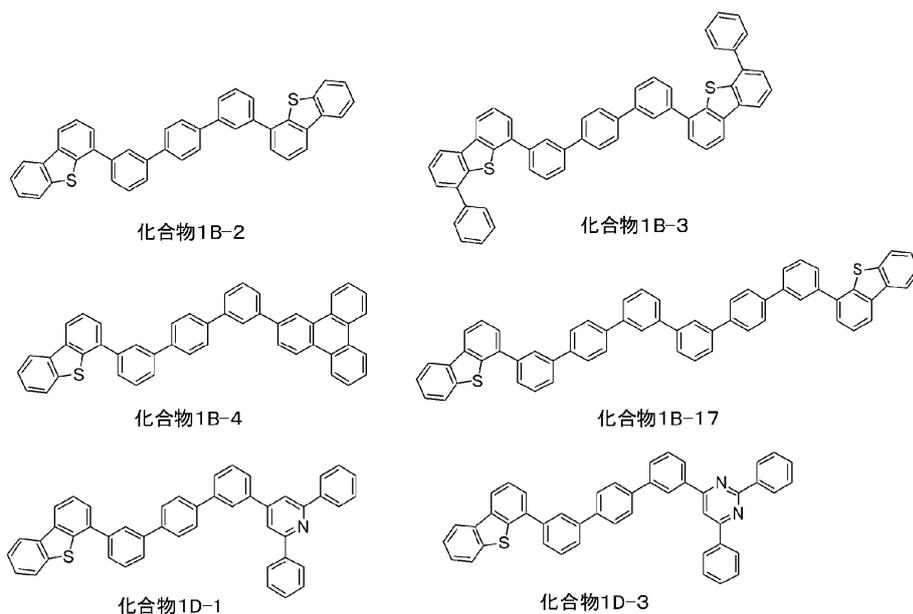
【 0 2 4 1 】

前記一般式 (1) で表される化合物である、化合物 1 B - 3、1 B - 4、1 B - 17、1 D - 1、1 D - 3 を、上記化合物 1 B - 2 の合成と同様の鈴木 - 宮浦カップリングにより、合成した。

実施例 1 ~ 6 で合成した下記化合物 1 B - 2、1 B - 3、1 B - 4、1 B - 17、1 D - 1、1 D - 3 の¹H-NMR データをそれぞれ図 4 ~ 図 9 に示した。

50

【化53】



10

【0242】

図4～図9から読み取られる化合物1B-2、1B-3、1B-4、1B-17、1D-1、1D-3の¹H-NMRデータの詳細を下記に示す。 20

【0243】

化合物1B-2

1H-NMR(溶媒):重DMSO、基準:テトラメチルシラン(ppm)
 7.53-7.58(4H,m)、7.67-7.73(6H,m)、7.78(2H,d)、7.88(2H,d)、7.94(4H,s)、8.02-8.06(2H,m)、8.13(2H,s)、8.44(4H,dd)

【0244】

化合物1B-3

1H-NMR(溶媒):重CDCl₃、基準:テトラメチルシラン(ppm) 30
 7.38-7.42(2H,m)、7.46-7.52(6H,m)、7.54-7.62(8H,m)、7.68-7.74(12H,m)、7.94(2H,s)、8.20-8.23(4H,m)

【0245】

化合物1B-4

1H-NMR(溶媒):重CDCl₃、基準:テトラメチルシラン(ppm)
 7.46-7.52(2H,m)、7.57-7.78(11H,m)、7.80-7.88(6H,m)、7.98(1H,dd)、8.08-8.09(2H,m)、8.19-8.23(2H,m)、8.68-8.72(3H,m)、8.75-8.79(2H,m)、8.93(1H,s) 40

【0246】

化合物1B-17

1H-NMR(溶媒):重CDCl₃、基準:テトラメチルシラン(ppm)
 7.44-7.52(4H,m)、7.56-7.69(12H,m)、7.73-7.76(4H,m)、7.78-7.83(8H,m)、7.84-7.87(2H,m)、7.94(2H,s)、8.07(2H,s)、8.18-8.23(4H,m)

【0247】

化合物1D-1

1H-NMR(溶媒):重CDCl₃、基準:テトラメチルシラン(ppm) 50
 7.44-7.66(12H,m)、7.74-7.87(9H,m)、7.96(2

H, s)、8.01 (1H, s)、8.08 (1H, s) 8.19 - 8.24 (6H, m)

【0248】

化合物1D-3

¹H-NMR (溶媒) : 重CDCl₃、基準 : テトラメチルシラン) (ppm)

7.46 - 7.69 (12H, m)、7.75 - 7.77 (2H, m)、7.83 - 7.88 (6H, m)、8.10 (2H, s)、8.19 - 8.23 (2H, m) 8.27 - 8.34 (3H, m)、8.56 (1H, s)、8.75 (2H, dd)

【0249】

その後、後述の有機電界発光素子の作製に用いた前記一般式(1)で表される化合物と、それらに一部の構造が類似する比較化合物1~4を、上記化合物1B-2と同様にして合成した。

10

【0250】

2. 有機電界発光素子の作製と評価

(2-A) 緑色燐光発光の有機電界発光素子の作製 - 1

有機電界発光素子作製に用いる材料について、事前に全て昇華精製を行った。

【0251】

[比較例1]

(陽極の作製)

厚み0.5mm、2.5cm角のITO膜を有するガラス基板(ジオマテック社製、表面抵抗10 /)を洗浄容器に入れ、2-プロパノール中で超音波洗浄した後、30分間UV-オゾン処理を行った。

20

これを陽極(ITO膜、透明陽極)として用いた。

【0252】

(有機層の積層)

上記の陽極上に、真空蒸着法にて以下の化合物を用いて、第一層~第五層の有機層を順次蒸着した。あわせて、各層に用いた化合物の構造を示した。

第一層 : LG101 : 膜厚10nm

第二層 : NPD : 膜厚30nm

第三層 : 比較化合物1(ホスト材料)及び緑色燐光発光材料GD-1(ゲスト材料)(質量比90:10) : 膜厚30nm

30

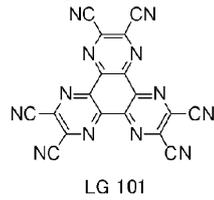
第四層 : TPB-17 : 膜厚10nm

第五層 : Alq : 膜厚40nm

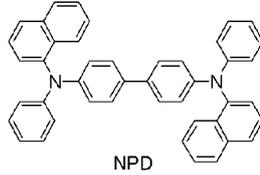
【0253】

【化 5 4】

第一層：

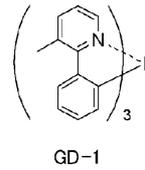


第二層：

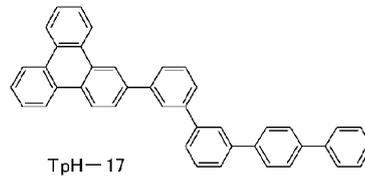


10

第三層：

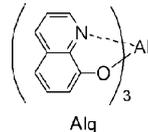


第四層：



20

第五層：



30

【 0 2 5 4】

(陰極の作製)

この上に、フッ化リチウム 0.1 nm 及び金属アルミニウム 200 nm をこの順に蒸着し、陰極とした。

【 0 2 5 5】

(有機電界発光の作製)

この陰極と陽極間に 5 層の有機層を有する積層体を、大気に触れさせることなく、窒素ガスで置換したグローブボックス内に入れ、ガラス製の封止缶及び紫外線硬化型の接着剤 (XNR5516HV、長瀬チバ(株)製) を用いて封止し、比較例 1 の有機電界発光素子を得た。

40

【 0 2 5 6】

(有機電界発光素子の評価)

(a) 耐久性

比較例 1 の有機電界発光素子を、室温で輝度が 5000 cd/m^2 になるように直流電圧を印加して発光させ続け、輝度が 4000 cd/m^2 になるまでに要した時間を測定した。この時間を、有機電界発光素子の耐久性の指標とした。

なお、後述の各実施例および比較例では、以下に記載する表 1 において、比較例 1 の有機電界発光素子を用いたときの耐久性を 100 とし、耐久性の相対値が 100 未満のものを \times 、100 以上 150 未満のものを \square 、150 以上のものを \circ とした。

ここで、耐久性は数字が大きいほど好ましい。

50

【0257】

(b) 高温保管後の色度ずれ

高温保管後(100℃にて48時間)と保管前の比較例1の有機電界発光素子について、輝度が1000cd/m²になるよう直流電圧を印加し、(株)島津製作所製の発光スペクトル測定システム(ELS1500)により発光スペクトルを測定し、色度(CIE色度)を算出した。

高温保管後(100℃にて48時間)の色度が、保管前とCIE(x,y)座標でx座標もしくはy座標のいずれかが0.01以上ずれているものをx、いずれも0.005以上0.01未満のものを、いずれも0.005未満のものをとした。

【0258】

(c) ガラス転移温度

有機層の第3層においてホスト材料として用いた比較化合物1のガラス転移温度を、示差走査熱量分析(DSC)により測定した。

その結果を、ガラス転移温度T_gが100℃未満のものをx、100℃以上120℃未満のものを、120℃以上のものをとして下記表1に示す。

【0259】

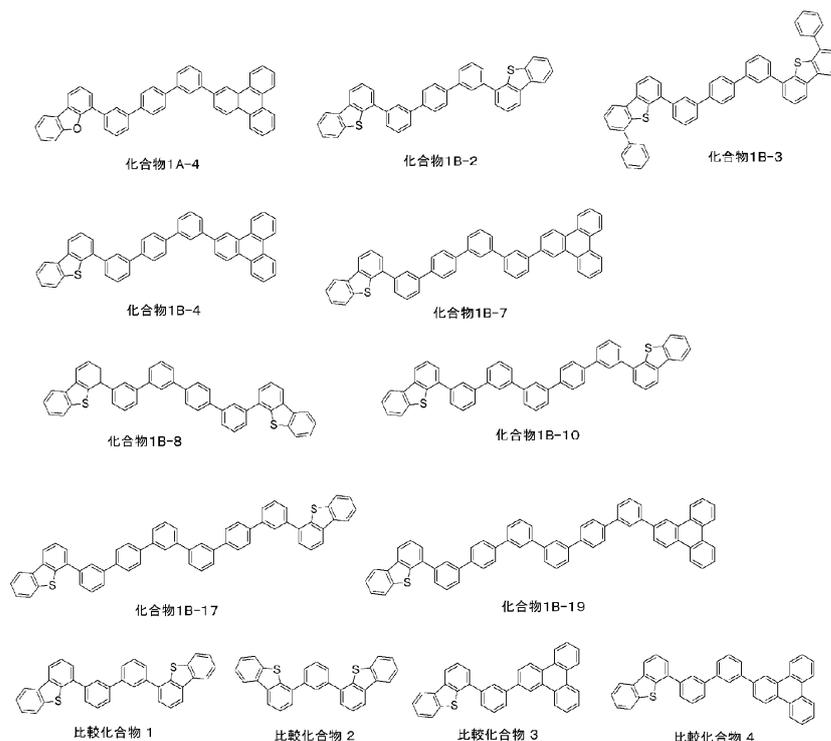
[実施例A1~A9及び比較例2~4]

比較例1における、有機層の第3層の材料として、比較化合物1の代わりに下記表1に示す前記一般式(1)で表される化合物又は比較化合物2~4を用いた以外は比較例1と同様にして、実施例A1~A9及び比較例2~4の有機電界発光素子を得た。

なお、比較化合物1は国際公開WO2009/073245号公報に記載の化合物compound 25であり、比較化合物3は国際公開WO2009/021126号公報に記載の化合物compound 25であり、比較化合物4は国際公開WO2009/021126号公報に記載の化合物compound 95である。

【0260】

【化55】



【0261】

これらの有機電界発光素子を上記比較化合物1と同様の方法で評価した。その結果を下記表1に示す。

【0262】

10

20

30

40

50

【表 1】

	有機層第三層 (発光層のホスト材料)		評価	
	種類	ガラス 転移温度	耐久性	高温保管後の 色度ずれ
比較例 1	比較化合物 1	×	—	×
比較例 2	比較化合物 2	×	×	×
比較例 3	比較化合物 3	×	○	×
比較例 4	比較化合物 4	○	×	○
実施例 A 1	1 A - 4	○	○	◎
実施例 A 2	1 B - 2	○	◎	○
実施例 A 3	1 B - 3	◎	○	○
実施例 A 4	1 B - 4	◎	◎	◎
実施例 A 5	1 B - 7	◎	◎	◎
実施例 A 6	1 B - 8	○	○	○
実施例 A 7	1 B - 1 0	◎	○	◎
実施例 A 8	1 B - 1 7	◎	◎	◎
実施例 A 9	1 B - 1 9	◎	◎	◎

10

【 0 2 6 3 】

20

上記表 1 より、発光層のホスト化合物として実施例 A 1 ~ A 9 の一般式 (1) で表される化合物を用いた各実施例の有機電界発光素子は、いずれも耐久性および高温保管後の色度ずれが良好であることがわかった。また、これらの実施例 A 1 ~ A 9 の一般式 (1) で表される化合物はガラス転移温度が高く、良好であった。

一方、比較例 1、2 および 4 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物 1、2 および 4 を用いたものであり、耐久性が悪いことがわかった。比較例 3 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物 3 を用いたものであり、高温保管後の色度ずれが悪いことがわかった。また、比較例 1 ~ 3 で用いた比較化合物 1 ~ 3 はガラス転移温度が低かった。

なお、実施例 A 1 ~ A 9 で作製した有機電界発光素子の発光ピーク波長は 5 1 5 ~ 5 3 5 n m であった。

30

【 0 2 6 4 】

(2 - B) 緑色燐光発光の有機電界発光素子の作製 - 2

[比較例 5]

比較例 1 の有機電界発光素子の有機層について、第二層に用いた N P D を H T L - 1 に代え、第三層に用いた G D - 1 を G D - 2 に代えた以外は比較例 1 と同様にして、比較例 5 の有機電界発光素子を得た。比較例 5 における有機層の構成を下記に示す。

第一層 : L G 1 0 1 : 膜厚 1 0 n m

第二層 : H T L - 1 : 膜厚 3 0 n m

第三層 : 比較化合物 1 (ホスト材料) 及び緑色燐光発光材料 G D - 2 (ゲスト材料) (質量比 9 0 : 1 0) : 膜厚 3 0 n m

40

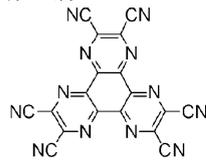
第四層 : T p H - 1 7 : 膜厚 1 0 n m

第五層 : A l q : 膜厚 4 0 n m

【 0 2 6 5 】

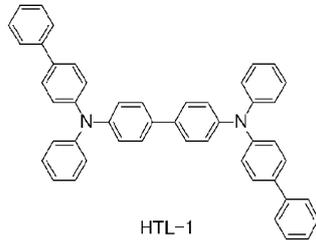
【化 5 6】

第一層：



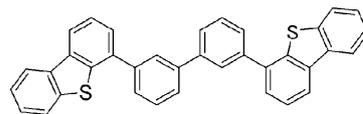
LG 101

第二層：

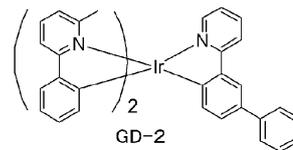


HTL-1

第三層：

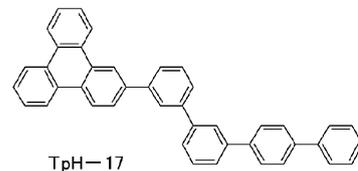


比較化合物 1



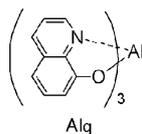
GD-2

第四層：



TpH-17

第五層：



Alq

10

20

30

【 0 2 6 6 】

[実施例 B 1 ~ B 4、比較例 6]

比較例 5 における、有機層の第三層の材料として、比較化合物 1 の代わりに、一般式 (1) で表される化合物および比較化合物 3 を用いた以外は比較例 5 と同様にして、実施例 B 1 ~ B 4 および比較例 6 の有機電界発光素子を得た。

これらの各実施例および比較例の有機電界発光素子を比較例 1 と同様の方法で評価した。なお、耐久性の評価基準として比較例 5 の有機電界発光素子を用いたときの耐久性を 100 とし、その他の各実施例および比較例の有機電界発光素子の耐久性の相対値が 100 未満のものを x、100 以上 150 未満のものを、150 以上のものをとして評価した。

40

その結果を下記表 2 に示す。

【 0 2 6 7 】

【表 2】

	有機層第三層 (発光層のホスト材料)		評価	
	種類	ガラス 転移温度	耐久性	高温保管後の 色度ずれ
比較例 5	比較化合物 1	×	-	×
比較例 6	比較化合物 3	×	○	×
実施例 B 1	1 A - 4	○	○	◎
実施例 B 2	1 B - 2	○	◎	○
実施例 B 3	1 B - 4	◎	◎	◎
実施例 B 4	1 B - 8	○	○	○
実施例 B 6	1 B - 1 7	◎	◎	◎

10

【0268】

上記表 2 より、発光層のホスト化合物として実施例 B 1 ~ B 6 の一般式 (1) で表される化合物を用いた各実施例の有機電界発光素子は、いずれも耐久性および高温保管後の色度ずれが良好であることがわかった。

一方、比較例 5 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物 1 を用いたものであり、耐久性が悪いことがわかった。比較例 6 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物 3 を用いたものであり、高温保管後の色度ずれが悪いことがわかった。

なお、実施例 B 1 ~ B 6 で作製した有機電界発光素子の発光波長は 5 1 0 ~ 5 2 5 n m

20

【0269】

(2 - C) 赤色燐光発光の有機電界発光素子の作製

[比較例 7]

比較例 1 の有機電界発光素子の有機層について、第一層に用いた L G 1 0 1 を G D - 1 に代え、第三層に用いた G D - 1 を赤色燐光発光材料 R D - 1 に代え、第四層に用いた T p H - 1 7 を A l q にかえた以外は比較例 1 と同様にして、比較例 7 の有機電界発光素子を作製した。比較例 7 における有機層の構成を下記に示す。

第一層：G D - 1 : 膜厚 1 0 n m

第二層：N P D : 膜厚 3 0 n m

第三層：比較化合物 1 (ホスト材料) 及び赤色燐光発光材料 R D - 1 (ゲスト材料) (質量比 9 0 : 1 0) : 膜厚 3 0 n m

第四層：A l q : 膜厚 1 0 n m

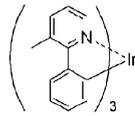
第五層：A l q : 膜厚 4 0 n m

30

【0270】

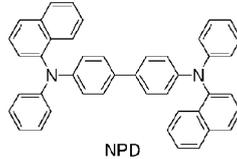
【化57】

第一層：



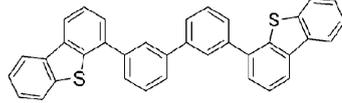
GD-1

第二層：

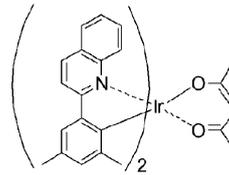


NPD

第三層：

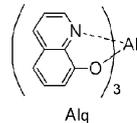


比較化合物 1



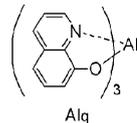
RD-1

第四層：



Alq

第五層：



Alq

10

20

【0271】

[実施例C1～C3、比較例8]

比較例7における、有機層の第三層の材料として比較化合物1の代わりに、一般式(1)で表される化合物および比較化合物3を用いた以外は、比較例7と同様にして、実施例C1～C6および比較例8の有機電界発光素子を得た。

30

これらの各実施例および比較例の有機電界発光素子を比較例1と同様の方法で評価した。なお、耐久性の評価基準として比較例7の有機電界発光素子を用いたときの耐久性を100とし、その他の各実施例および比較例の有機電界発光素子の耐久性の相対値が100未満のものを×、100以上150未満のものを○、150以上のものを◎として評価した。

その結果を下記表3に示す。

【0272】

【表3】

40

	有機層第三層 (発光層のホスト材料)		評価	
	種類	ガラス 転移温度	耐久性	高温保管後の 色度ずれ
比較例7	比較化合物1	×	—	×
比較例8	比較化合物3	×	○	×
実施例C1	1B-2	○	◎	○
実施例C2	1B-4	◎	◎	◎
実施例C3	1B-10	◎	◎	◎

【0273】

上記表3より、発光層のホスト化合物として実施例C1～C3の一般式(1)で表され

50

る化合物を用いた各実施例の有機電界発光素子は、いずれも耐久性および高温保管後の色度ずれが良好であることがわかった。

一方、比較例7の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物1を用いたものであり、耐久性が悪いことがわかった。比較例8の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物3を用いたものであり、高温保管後の色度ずれが悪いことがわかった。

なお、実施例C1～C3で作製した有機電界発光素子の発光波長は615～630nmであった。

【0274】

(2-D) 緑色燐光発光の有機電界発光素子の作製 - 3

10

[比較例9]

比較例5の素子の第四層に用いたTpH-17をOM-8、第五層に用いたAlqをOM-8にかえた以外は比較例5と同様にして、比較例9の素子を作製した。比較例9における有機層の構成を下記に示す。

第一層：LG101 : 膜厚10nm

第二層：HTL-1 : 膜厚30nm

第三層：比較化合物1(ホスト材料)及び緑色燐光発光材料GD-2(ゲスト材料)(質量比90:10) : 膜厚30nm

第四層：OM-8 : 膜厚10nm

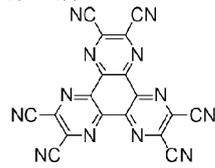
第五層：OM-8 : 膜厚40nm

20

【0275】

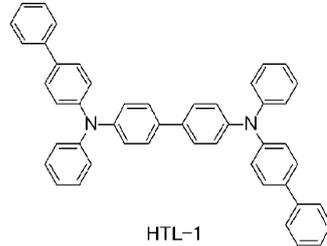
【化 5 8】

第一層：



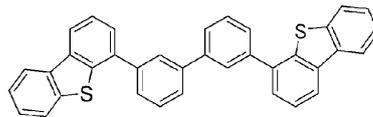
LG 101

第二層：

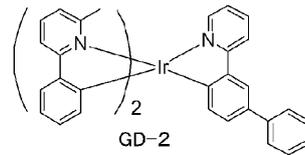


HTL-1

第三層：

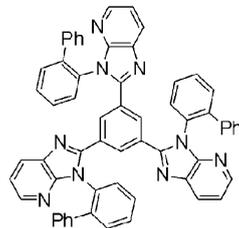


比較化合物 1



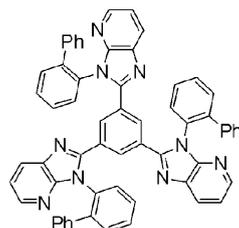
GD-2

第四層：



OM-8

第五層：



OM-8

10

20

30

【 0 2 7 6 】

[実施例 D 1 ~ D 5、比較例 1 0]

比較例 9 における、有機層の第三層の材料として比較化合物 1 の代わりに、一般式 (1) で表される化合物および比較化合物 3 を用いた以外は、比較例 9 と同様にして、実施例 D 1 ~ D 5 および比較例 1 0 の有機電界発光素子を得た。

40

これらの素子を比較例 1 と同様の方法で評価した

これらの各実施例および比較例の有機電界発光素子を比較例 1 と同様の方法で評価した。なお、耐久性の評価基準として比較例 9 の有機電界発光素子を用いたときの耐久性を 1 0 0 とし、その他の各実施例および比較例の有機電界発光素子の耐久性の相対値が 1 0 0 未満のものを x、1 0 0 以上 1 5 0 未満のものを、1 5 0 以上のものをとして評価した。

その結果を下記表 4 に示す。

【 0 2 7 7 】

【表 4】

	有機層第三層 (発光層のホスト材料)		評価	
	種類	ガラス 転移温度	耐久性	高温保管後の 色度ずれ
比較例 9	比較化合物 1	×	-	×
比較例 10	比較化合物 3	×	○	×
実施例 D 1	1B-2	○	◎	○
実施例 D 2	1B-4	◎	◎	◎
実施例 D 3	1B-7	◎	◎	◎
実施例 D 4	1B-10	◎	○	◎
実施例 D 5	1B-19	◎	◎	◎

10

【0278】

上記表 4 より、発光層のホスト化合物として実施例 D 1 ~ D 5 の一般式 (1) で表される化合物を用いた各実施例の有機電界発光素子は、いずれも耐久性および高温保管後の色度ずれが良好であることがわかった。

一方、比較例 9 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物 1 を用いたものであり、耐久性が悪いことがわかった。比較例 10 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物として比較化合物 3 を用いたものであり、高温保管後の色度ずれが悪いことがわかった。

なお、実施例 D 1 ~ D 5 で作製した有機電界発光素子の発光波長は 510 ~ 525 nm であった。

20

【0279】

(2-E) 緑色燐光発光の有機電界発光素子の作製 - 4

(比較例 11)

比較例 5 の素子の第四層に用いた TpH-17 を比較化合物 1、第五層に用いた Alq を OM-8 にかえた以外は比較例 4 と同様にして、比較例 11 の素子を作製した。比較例 11 における有機層の構成を下記に示す。

第一層：LG101 : 膜厚 10 nm

第二層：HTL-1 : 膜厚 30 nm

第三層：比較化合物 1 (ホスト材料) 及び緑色燐光発光材料 GD-2 (ゲスト材料) (質量比 90 : 10) : 膜厚 30 nm

30

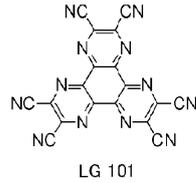
第四層：比較化合物 1 : 膜厚 10 nm

第五層：OM-8 : 膜厚 40 nm

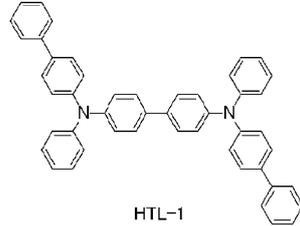
【0280】

【化 5 9】

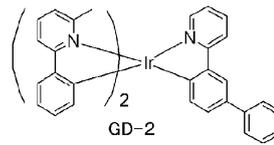
第一層：



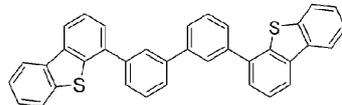
第二層：



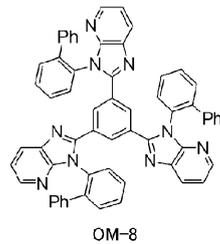
第三層：



第四層：



第五層：



10

20

30

【 0 2 8 1】

[実施例 E 1 ~ E 3、比較例 1 2]

比較例 1 1 における、有機層の第三層の材料として比較化合物 1 の代わりに一般式 (1) で表される化合物又は比較化合物 3 を用い、更に有機層の第四層の材料として比較化合物 1 の代わりに一般式 (1) で表される化合物又は比較化合物 3 を用いた以外は、比較例 1 1 と同様にして、実施例 E 1 ~ E 3 および比較例 1 2 の有機電界発光素子を得た。

これらの各実施例および比較例の有機電界発光素子を比較例 1 と同様の方法で評価した。なお、耐久性の評価基準として比較例 1 1 の有機電界発光素子を用いたときの耐久性を 1 0 0 とし、その他の各実施例および比較例の有機電界発光素子の耐久性の相対値が 1 0 0 未満のものを x、1 0 0 以上 1 5 0 未満のものを、1 5 0 以上のものをとして評価した。

40

その結果を下記表 5 に示す。

【 0 2 8 2】

【表 5】

	有機層第三層 (発光層のホスト材料) および有機層第四層		評価	
	種類	ガラス 転移温度	耐久性	高温保管後の 色度ずれ
比較例 1 1	比較化合物 1	×	—	×
比較例 1 2	比較化合物 3	×	○	×
実施例 E 1	1 B-2	○	◎	○
実施例 E 2	1 B-4	◎	◎	◎
実施例 E 3	1 B-17	◎	○	◎

10

【0283】

上記表 5 より、発光層のホスト化合物および有機層第 4 層として実施例 E 1 ~ E 3 の一般式 (1) で表される化合物を用いた各実施例の有機電界発光素子は、いずれも耐久性および高温保管後の色度ずれが良好であることがわかった。

一方、比較例 1 1 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物および有機層第 4 層として比較化合物 1 を用いたものであり、耐久性が悪いことがわかった。比較例 1 2 の有機電界発光素子は、発光層のホスト化合物および有機層第 4 層として比較化合物 3 を用いたものであり、高温保管後の色度ずれが悪いことがわかった。

なお、実施例 E 1 ~ E 3 で作製した有機電界発光素子の発光波長は 510 ~ 525 nm

20

【符号の説明】

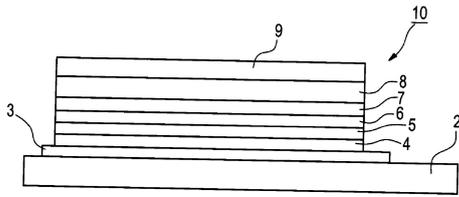
【0284】

- 2・・・基板
- 3・・・陽極
- 4・・・正孔注入層
- 5・・・正孔輸送層
- 6・・・発光層
- 7・・・正孔ブロック層
- 8・・・電子輸送層
- 9・・・陰極
- 10・・・有機電界発光素子(有機 EL 素子)
- 11・・・有機層
- 12・・・保護層
- 14・・・接着層
- 16・・・封止容器
- 20・・・発光装置
- 30・・・光散乱部材
- 30A・・・光入射面
- 30B・・・光出射面
- 31・・・透明基板
- 32・・・微粒子
- 40・・・照明装置

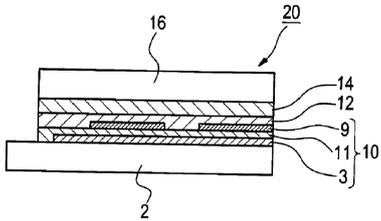
30

40

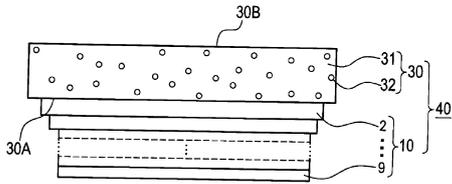
【図1】



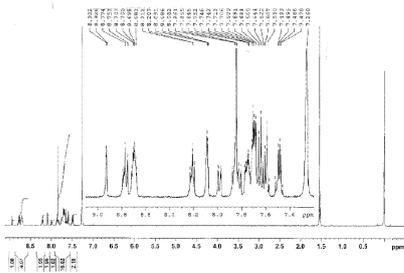
【図2】



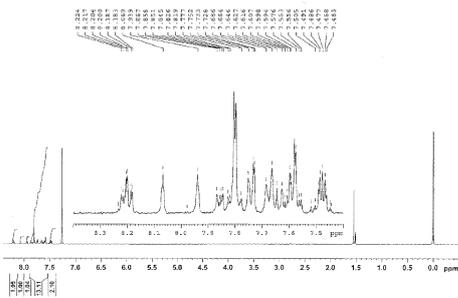
【図3】



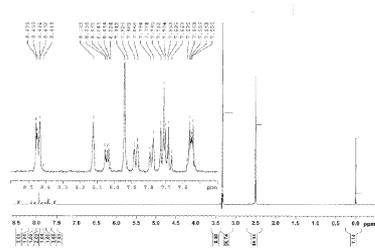
【図6】



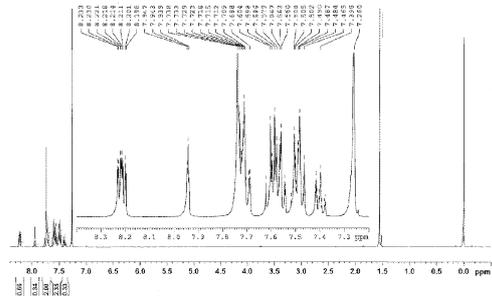
【図7】



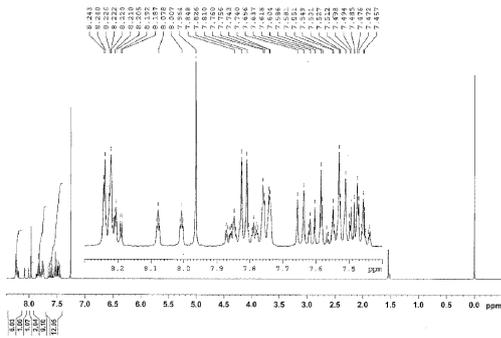
【図4】



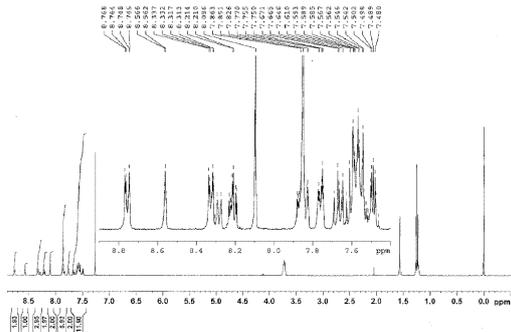
【図5】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 0 7 D 409/10
C 0 7 D 307/91

(72)発明者 外山 弥
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内
(72)発明者 伊勢 俊大
神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内

審査官 池田 博一

(56)参考文献 国際公開第2012/014752(WO,A1)
国際公開第2009/021126(WO,A2)
国際公開第2009/85344(WO,A2)
国際公開第2007/69569(WO,A1)
特開2011-82238(JP,A)
国際公開第2012/015017(WO,A1)
国際公開第2012/033063(WO,A1)
国際公開第2012/005361(WO,A1)
国際公開第2012/033062(WO,A1)
特表2008-545729(JP,A)
特開2009-249378(JP,A)
特開2007-238500(JP,A)
特開2012-107004(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0
C 0 7 D 3 0 7 / 9 1
C 0 7 D 3 3 3 / 7 6
C 0 7 D 4 0 9 / 1 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)