

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4541152号
(P4541152)

(45) 発行日 平成22年9月8日 (2010.9.8)

(24) 登録日 平成22年7月2日 (2010.7.2)

(51) Int. Cl.

F I

C O 9 K 11/06 (2006.01)
H O 1 L 51/50 (2006.01)
C O 7 D 471/04 (2006.01)
C O 7 D 519/00 (2006.01)

C O 9 K 11/06 6 5 0
C O 9 K 11/06 6 6 0
C O 9 K 11/06 6 9 0
H O 5 B 33/14 B
H O 5 B 33/22 B

請求項の数 15 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-558476 (P2004-558476)
(86) (22) 出願日 平成15年12月11日 (2003.12.11)
(86) 国際出願番号 PCT/JP2003/015874
(87) 国際公開番号 W02004/053019
(87) 国際公開日 平成16年6月24日 (2004.6.24)
審査請求日 平成18年6月15日 (2006.6.15)
(31) 優先権主張番号 特願2002-360134 (P2002-360134)
(32) 優先日 平成14年12月12日 (2002.12.12)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000183646
出光興産株式会社
東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(74) 代理人 100078732
弁理士 大谷 保
(74) 代理人 100081765
弁理士 東平 正道
(72) 発明者 岩隈 俊裕
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
(72) 発明者 富田 誠司
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
(72) 発明者 荒金 崇士
千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地

審査官 天野 宏樹

最終頁に続く

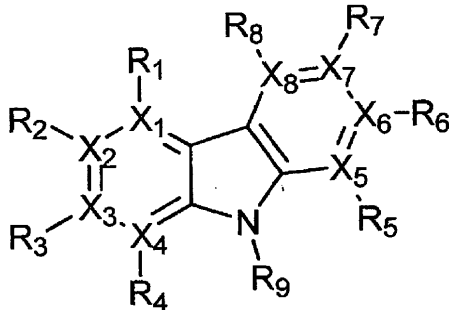
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子用材料及びそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式 (1) で表される化合物からなる有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【化 1】



(1)

10

(式中、 $X_1 \sim X_3$ および $X_6 \sim X_8$ は、それぞれ炭素原子又は窒素原子を表し、少なくとも 1 つは窒素原子である。 X_4 および X_5 はそれぞれ炭素原子を表す。

$X_1 \sim X_3$ および $X_6 \sim X_8$ のいずれかが炭素原子である場合、その炭素原子に結合している $R_1 \sim R_3$ および $R_6 \sim R_8$ は、それぞれ - L を表す。 R_4 および R_5 は、それぞれ、- L を表す。 $R_1 \sim R_8$ がそれぞれ - L で表される場合、隣り合った $R_1 \sim R_8$ は、互いに結合して環を形成してもよい。

20

$X_1 \sim X_3$ および $X_6 \sim X_8$ のいずれかが窒素原子である場合、その窒素原子に結合している $R_1 \sim R_3$ および $R_6 \sim R_8$ は、それぞれ非共有電子対を表す。 R_9 は $-L$ 又は $-L-Y$ を表す。

$R_1 \sim R_8$ において、

L は、水素原子、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 の直鎖又は分岐のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のシクロアルキル基、ハロゲン原子を表し、

R_9 において、

L は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のシクロアルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリーレン基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の2価の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のシクロアルキレン基を表し、

Y は、水素原子、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 40 のシクロアルキル基を表す。

$R_1 \sim R_9$ における L または Y で表される基の水素原子を置換する基は、ハロゲン原子、シアノ基、シリル基、アリール基、複素環基、アルキル基及びシクロアルキル基から選ばれる基である。)

【請求項 2】

前記一般式 (1) において、 X_1 および X_8 が炭素原子である請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項 3】

$X_1 \sim X_8$ のうち、 X_3 及び / 又は X_6 が窒素原子であり、残りが炭素原子である請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項 4】

$R_1 \sim R_8$ の少なくとも 1 つが、 $-$ カルボリニル基である請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項 5】

L 及び / 又は Y が、カルボリニル基である請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項 6】

3 重項のエネルギーギャップが 2.5 ~ 3.3 eV である請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項 7】

1 重項のエネルギーギャップが 2.8 ~ 3.8 eV である請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項 8】

陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも 1 層が、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 9】

陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光層が、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 10】

陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、電子輸送層及び / 又は電子注入層が、請求項 1 ~ 7 のいずれ

10

20

30

40

50

かに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 1】

陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、正孔輸送層及び／又は正孔注入層が、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 2】

前記有機エレクトロルミネッセンス素子用材料が、有機ホスト材料である請求項 8 ～ 1 1 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【請求項 1 3】

少なくとも一方の電極と前記有機薄膜層との間に無機化合物層を有する請求項 8 ～ 1 1 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 4】

前記有機薄膜層が燐光発光性化合物を含有する請求項 8 ～ 1 1 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 5】

青色系発光する請求項 8 ～ 1 1 のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子用材料及びそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子（有機 EL 素子）に関し、特に、燐光性の発光を利用し、発光効率が高い有機 EL 素子用材料及び有機 EL 素子に関するものである。

【背景技術】

有機 EL 素子は、電界を印加することより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。イーストマン・コダック社の C. W. Tang らによる積層型素子による低電圧駆動有機 EL 素子の報告（C. W. Tang, S. A. Vanslyke, アプライドフィジックスレターズ（Applied Physics Letters）, 51 巻、913 頁、1987 年等）がなされて以来、有機材料を構成材料とする有機 EL 素子に関する研究が盛んに行われている。Tang らは、トリス（8 - ヒドロキシキノリノールアルミニウム）を発光層に、トリフェニルジアミン誘導体を正孔輸送層に用いている。積層構造の利点としては、発光層への正孔の注入効率を高めること、陰極より注入された電子をブロックして再結合により生成する励起子の生成効率を高めること、発光層内で生成した励起子を閉じ込めること等が挙げられる。この例のように有機 EL 素子の素子構造としては、正孔輸送（注入）層、電子輸送発光層の 2 層型、又は正孔輸送（注入）層、発光層、電子輸送（注入）層の 3 層型等がよく知られている。こうした積層型構造素子では注入された正孔と電子の再結合効率を高めるため、素子構造や形成方法の工夫がなされている。

30

有機 EL 素子の発光材料としてはトリス（8 - キノリノラート）アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ビススチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらからは青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている（例えば、特開平 8 - 239655 号公報、特開平 7 - 138561 号公報、特開平 3 - 200289 号公報等参照）。

40

また、近年、有機 EL 素子の発光層に、発光材料の他に有機燐光材料を利用することも提案されている（例えば、D. F. O'Brien and M. A. Baldo et al "Improved energy transfer in electrophosphorescent devices" Applied Physics letters Vol. 74 No. 3, pp442 - 444, January 18, 1999、M. A. Baldo et al "Very high-efficiency g

50

reen organic light-emitting devices based on electrophosphorescence" Applied Physics letters Vol. 75 No. 1, pp 4-6, July 5, 1999 参照)。

このように有機EL素子の発光層において、有機燐光材料の励起状態の1重項状態と3重項状態とを利用することにより、高い発光効率が達成されている。有機EL素子内で電子と正孔が再結合する際にはスピン多重度の違いから1重項励起子と3重項励起子とが3:1の割合で生成すると考えられているので、燐光性の発光材料を用いれば蛍光のみを使った素子の3~4倍の発光効率の達成が考えられる。

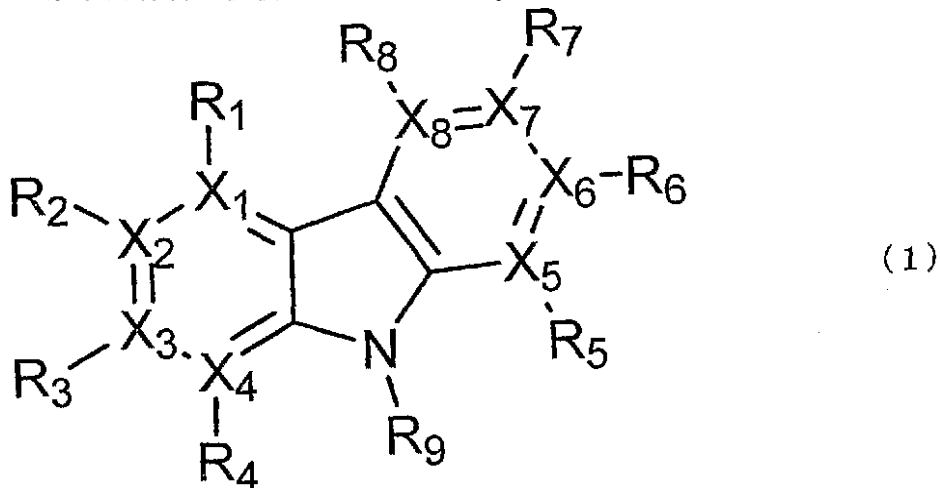
このような燐光性の発光を利用した有機EL素子は研究途上であり、高発光効率を有し、長寿命な有機EL素子についても研究されている。その1つとして、例えば、特開2002-100476号公報には、発光層に燐光発光性化合物を含有し、外部量子効率が10%の水色発光素子が開示されている。しかしながら、特開2002-100476号公報では、その素子の発光効率や輝度等まで言及されておらず、実用性能を有しているかどうかは不明であり、実用レベルの発光効率や寿命を有する燐光性の発光を利用した有機EL素子が求められていた。

【発明の開示】

本発明は、前記の課題を解決するためになされたもので、燐光性の発光を利用し、発光効率が高い有機EL素子用材料及びそれを用いた有機EL素子を提供することを目的とする。

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定構造の含窒素縮合環構造を有する化合物を有機EL素子用材料として用いることにより、燐光性の発光を利用し、発光効率が高い有機EL素子が得られることを見出し本発明を解決するに至った。

すなわち、本発明は、下記一般式(1)で表される化合物からなる有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を提供するものである。

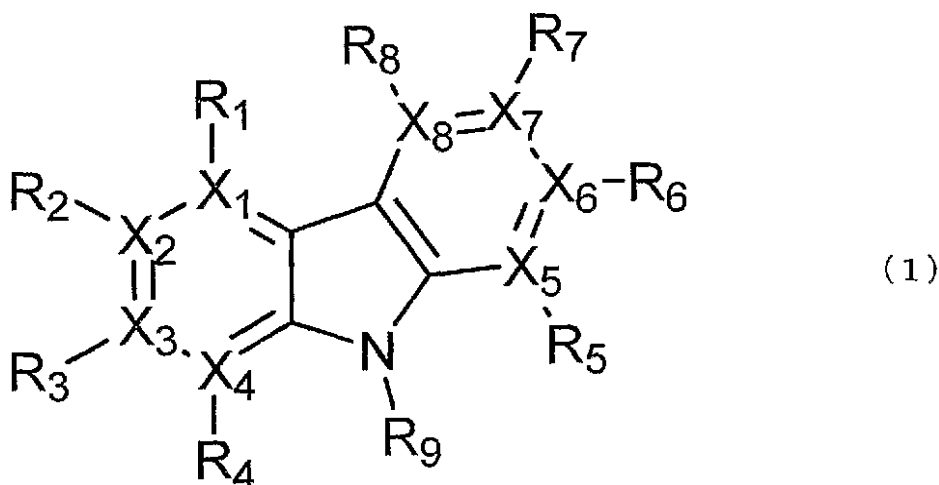


(式中、 $X_1 \sim X_8$ は、それぞれ炭素原子又は窒素原子を表し、少なくとも1つは窒素原子である。 $X_1 \sim X_8$ のいずれかが炭素原子である場合、その炭素原子に結合している $R_1 \sim R_8$ は、それぞれ置換基を表す。その場合、隣り合った $R_1 \sim R_8$ は、互いに結合して環を形成してもよい。 $X_1 \sim X_8$ のいずれかが窒素原子である場合、その窒素原子に結合している $R_1 \sim R_8$ は、それぞれ非共有電子対を表す。 R_9 は置換基を表す。)

また、本発明は、陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記有機EL素子用材料を含有する有機EL素子を提供するものである。前期有機薄膜層のうち、発光層、電子輸送層及び/又は電子注入層、もしくは正孔輸送層及び/又は正孔注入層が前記有機EL素子用材料を含有しているとよい。

【発明を実施するための最良の形態】

本発明の有機EL素子用材料は、下記一般式(1)で表される化合物からなる。



10

$X_1 \sim X_8$ は、それぞれ炭素原子又は窒素原子を表し、少なくとも1つは窒素原子である。 $X_1 \sim X_8$ のいずれかが炭素原子である場合、その炭素原子に結合している $R_1 \sim R_8$ は、それぞれ置換基を表す。その場合、隣り合った $R_1 \sim R_8$ は、互いに結合して環を形成してもよい。 $X_1 \sim X_8$ のいずれかが窒素原子である場合、その窒素原子に結合している $R_1 \sim R_8$ は、それぞれ非共有電子対を表す。 R_9 は置換基を表す。

$R_1 \sim R_9$ で表される置換基は、それぞれ、 $-L$ 又は $-L-Y$ で表すことができ、 L は、 $X_1 \sim X_8$ ($R_1 \sim R_9$ の場合) のいずれか、又は N (R_9 の場合) に直接結合する。

20

L は、水素原子、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数2～40の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1～20の直鎖又は分岐のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数2～40のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数1～40の直鎖又は分岐のアルコキシ基、ハロゲン原子、ニトロ基、又は置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリーレン基、置換もしくは無置換の炭素数2～40の2価の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1～20の直鎖又は分岐のアルキレン基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のシクロアルキレン基である。

Y は、水素原子、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数2～40の複素環基、置換もしくは無置換の炭素数1～20の直鎖又は分岐のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数2～40のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数1～40の直鎖又は分岐のアルコキシ基、ハロゲン原子又はニトロ基である。

30

前記 L のアリール基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ピフェニルイル基、3-ピフェニルイル基、4-ピフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルピフェニルイル基、4''-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、フルオレニル基、パーフルオロアリール基等が挙げられる。

40

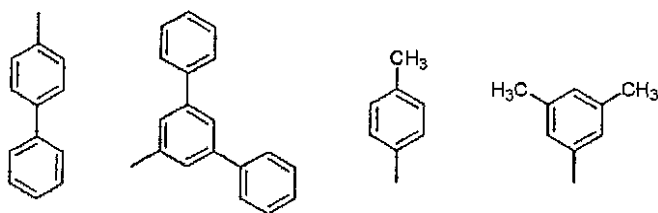
前記 L の複素環基の例としては、ピロール、ピリジン、ピリミジン、ピラジン、アジリジン、アザインドリジン、インドリジン、イミダゾール、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、プテリジン、 β -カルボリン等が挙げられる。

前記 L のアルキル基の例としては、メチル基、トリフルオロメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、

50

n - ペンチル基、n - ヘキシル基、n - ヘプチル基、n - オクチル基、ヒドロキシメチル基、1 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシイソブチル基、1, 2 - ジヒドロキシエチル基、1, 3 - ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3 - ジヒドロキシ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1 - クロロエチル基、2 - クロロエチル基、2 - クロロイソブチル基、1, 2 - ジクロロエチル基、1, 3 - ジクロロイソプロピル基、2, 3 - ジクロロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1 - ブromoエチル基、2 - ブromoエチル基、2 - ブromoイソブチル基、1, 2 - ジブromoエチル基、1, 3 - ジブromoイソプロピル基、2, 3 - ジブromo - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1 - ヨードエチル基、2 - ヨードエチル基、2 - ヨードイソブチル基、1, 2 - ジヨードエチル基、1, 3 - ジヨードイソプロピル基、2, 3 - ジヨード - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1 - アミノエチル基、2 - アミノエチル基、2 - アミノイソブチル基、1, 2 - ジアミノエチル基、1, 3 - ジアミノイソプロピル基、2, 3 - ジアミノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1 - シアノエチル基、2 - シアノエチル基、2 - シアノイソブチル基、1, 2 - ジシアノエチル基、1, 3 - ジシアノイソプロピル基、2, 3 - ジシアノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1 - ニトロエチル基、2 - ニトロエチル基、2 - ニトロイソブチル基、1, 2 - ジニトロエチル基、1, 3 - ジニトロイソプロピル基、2, 3 - ジニトロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリニトロプロピル基等が挙げられる。

また、置換アリール基として、例えば、炭素数 6 のフェニル基がフェニル基、メチル基の置換基で置換されていた場合、以下のような構造が挙げられる。



前記 L のシクロアルキル基の例としては、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4 - メチルシクロヘキシル、アダマンチル基、ノルボルニル基等が挙げられる。

前記 L のアミノ基の例としては、ジメチルアミノ基、メチルエチルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジイソプロピルアミノ基、ビス - ジフェニルアミノ基、カルバゾイル基、ジエチルアミノ基、ジトリルアミノ基、インドリル基、ピペリジニル基、ピロリジニル基等が挙げられる。

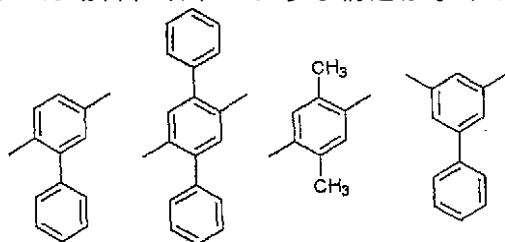
前記 L のアルコキシ基は、 $-OY^1$ で表される基であり、 Y^1 の例としては、メチル基、トリフルオロメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n - ブチル基、s - ブチル基、イソブチル基、t - ブチル基、n - ペンチル基、n - ヘキシル基、n - ヘプチル基、n - オクチル基、ヒドロキシメチル基、1 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシイソブチル基、1, 2 - ジヒドロキシエチル基、1, 3 - ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3 - ジヒドロキシ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1 - クロロエチル基、2 - クロロエチル基、2 - クロロイソブチル基、1, 2 - ジクロロエチル基、1, 3 - ジクロロイソプロピル基、2, 3 - ジクロロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリクロロプロピル基、ブromoメチル基、1 - ブromoエチル基、2 - ブromoエチル基、2 - ブromoイソブチル基、1, 2 - ジブromoエチル基、1, 3 - ジブromoイソプロピル基、2, 3 - ジブromo - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリブromoプロピル基、ヨードメチル基、1 - ヨードエチル基、2 - ヨードエチル基、2 - ヨードイソブチル基、1, 2 - ジヨードエチル基、1, 3 - ジヨードイソプロピル基、2, 3 - ジヨード - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1 - アミノエチル基、2 - アミノエチル基、2 - アミノイソブチル基、1, 2 - ジアミノエチル基、1, 3 - ジアミノイソプロピル基、2, 3 - ジアミノ - t - ブチル基、

1, 2, 3 - トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1 - シアノエチル基、2 - シアノエチル基、2 - シアノイソブチル基、1, 2 - ジシアノエチル基、1, 3 - ジシアノイソプロピル基、2, 3 - ジシアノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1 - ニトロエチル基、2 - ニトロエチル基、2 - ニトロイソブチル基、1, 2 - ジニトロエチル基、1, 3 - ジニトロイソプロピル基、2, 3 - ジニトロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリニトロプロピル基等が挙げられる。

前記 L のハロゲン原子の例としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。

前記 L のアリーレン基の例としては、前記アリール基の例を 2 価基にしたものが挙げられる。

また、置換アリール基として、例えば、炭素数 6 のフェニレン基がフェニル基、メチル基の置換基で置換されていた場合、以下のような構造が挙げられる。



前記 L の 2 価の置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 40 の複素環基としては、前記複素環基の例を 2 価の基にしたものが挙げられる。

前記 L のアルキレン基としては、前記アルキル基の例を 2 価基にしたものが挙げられる。

前記 L のシクロアルキレン基としては、前記シクロアルキル基の例を 2 価基にしたものが挙げられる。

Y の示すアリーレン基、複素環基、アルキル基、シクロアルキル基、アミノ基、アルコキシ基及びハロゲン原子の例としては、前記 L で挙げたものと同様のものが挙げられる。

前記一般式 (1) で表される化合物において、 $X_1 \sim X_8$ のうち 1 ~ 3 つが窒素原子であり、残りが炭素原子であるものが好ましく、 X_3 及び / 又は X_6 が窒素原子であり、残りが炭素原子であるとさらに好ましい。

また、前記 $R_1 \sim R_8$ の少なくとも 1 つが、 - カルボリニル基である、すなわち、前記 L 及び / 又は Y が、 - カルボリニル基であるとさらに好ましい。

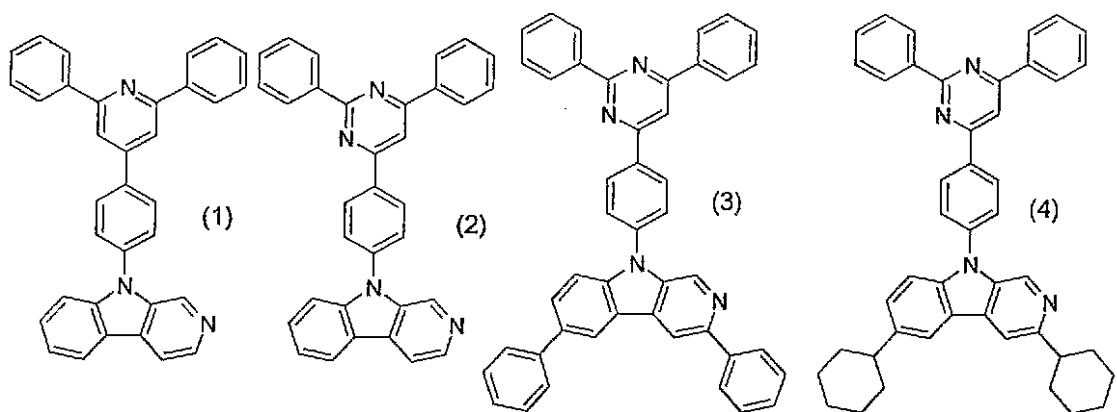
前記 $X_1 \sim X_8$ 及び $R_1 \sim R_9$ で表される置換基の水素原子を置換する基としては、それぞれ、ハロゲン原子 (フッ素、塩素、臭素等)、シアノ基、シリル基、アミノ基、アリーレン基、アリーレンオキシ基、複素環基、アルキル基、アルコキシ基、アラルキル基、又はシクロアルキル基等が挙げられる。

本発明の一般式 (1) で表される有機 EL 素子用材料の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

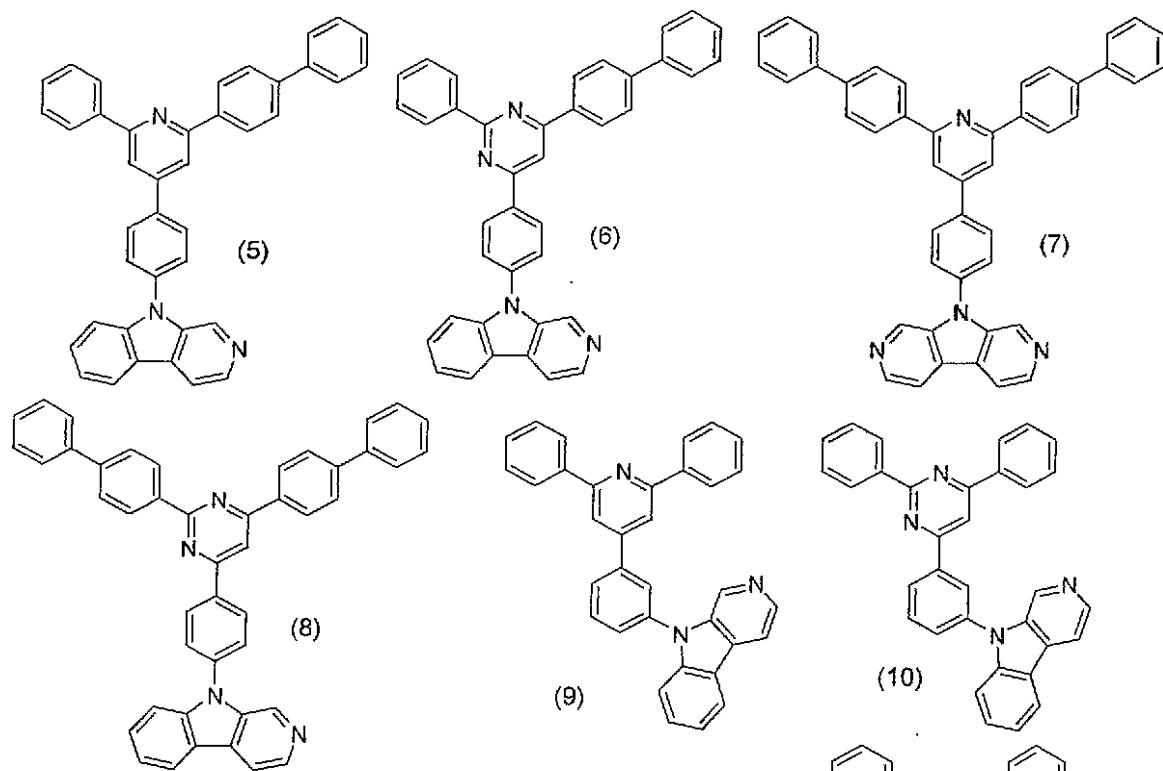
10

20

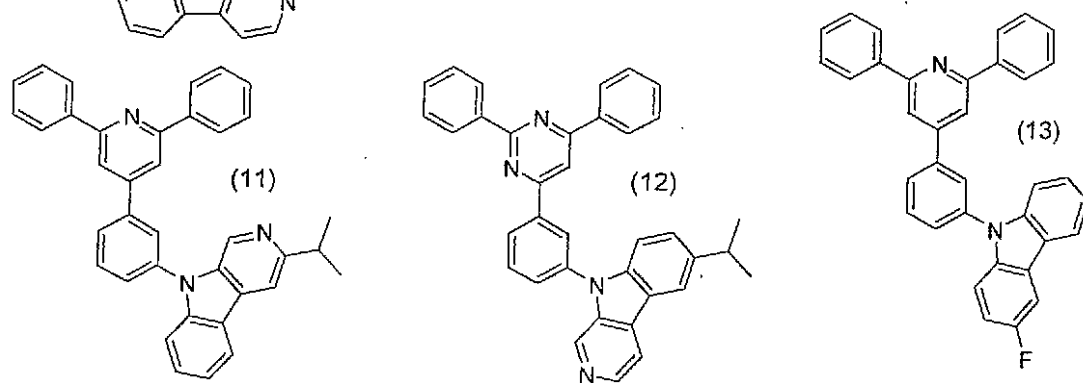
30



10

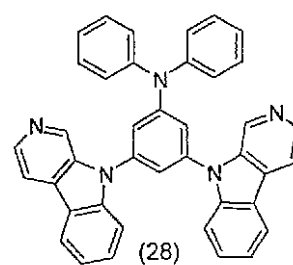
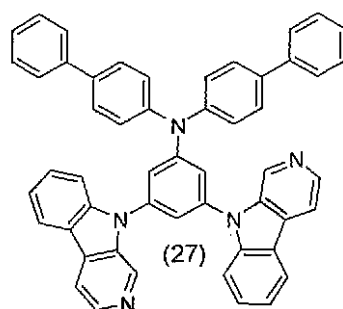
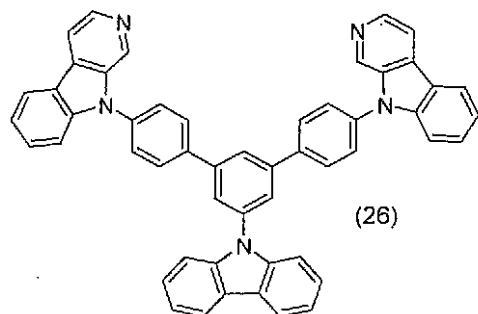
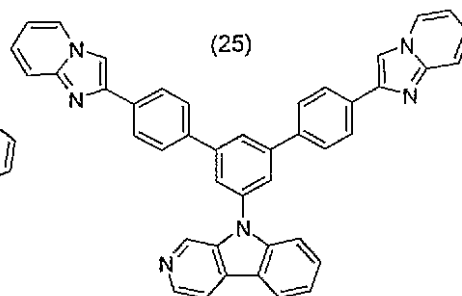
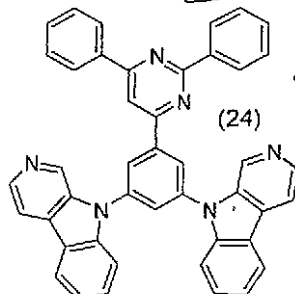
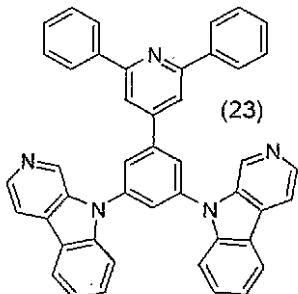
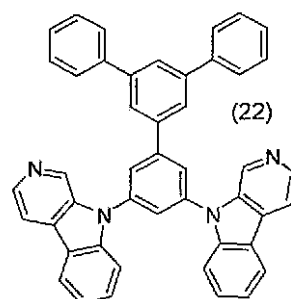
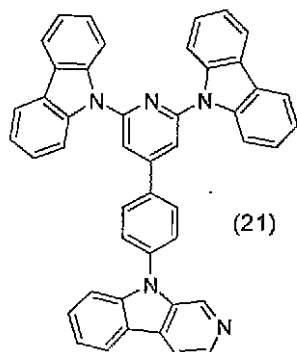
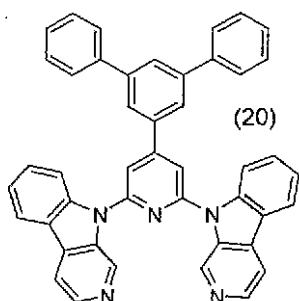
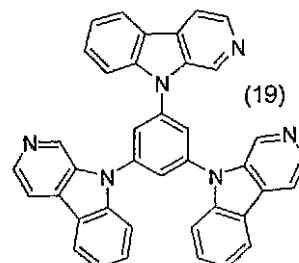
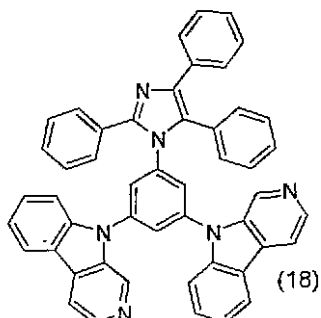
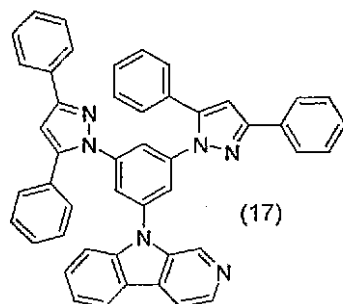
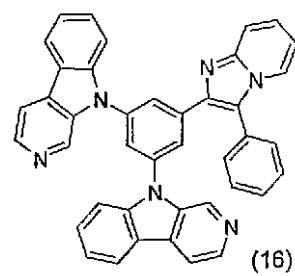
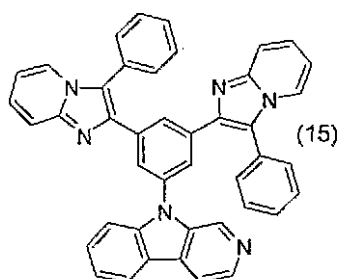
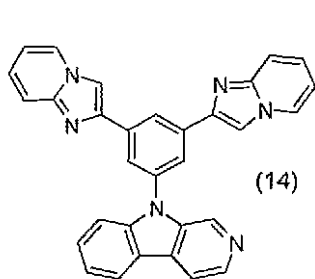


20



30

40

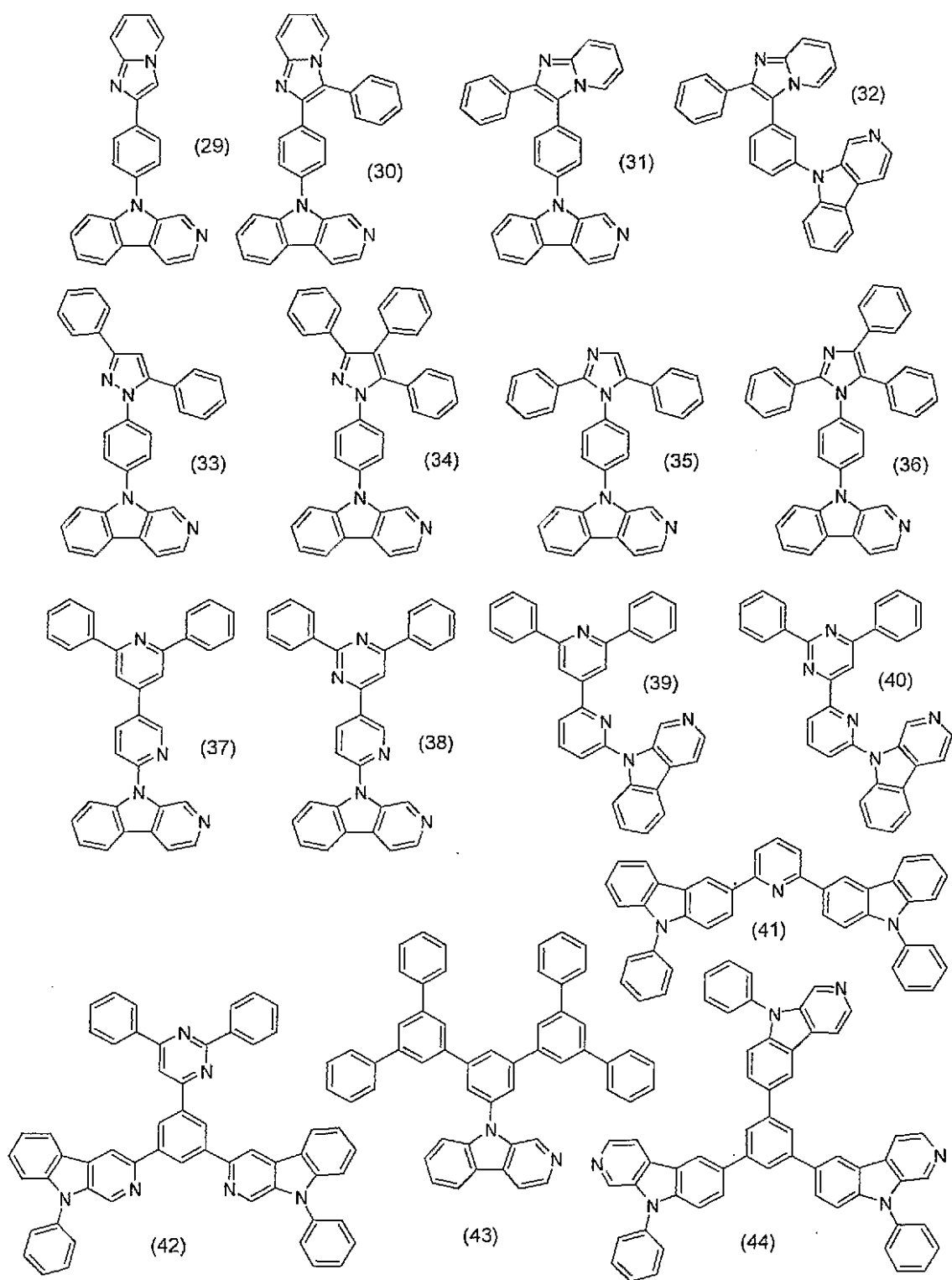


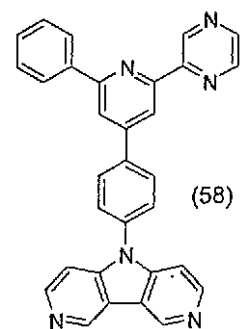
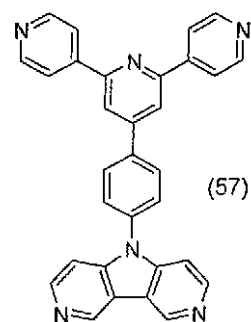
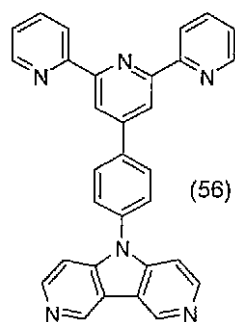
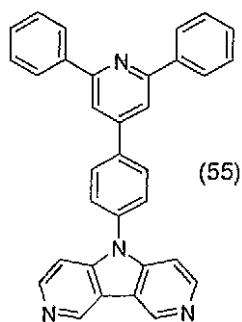
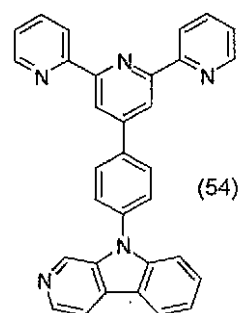
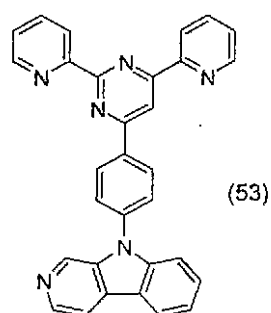
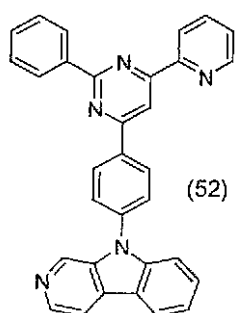
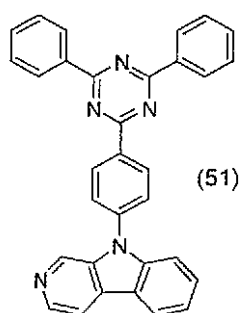
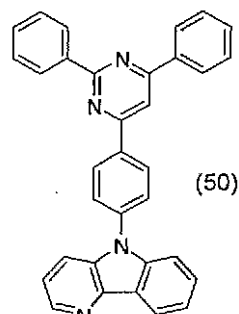
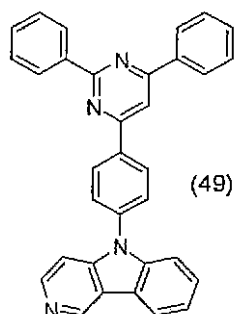
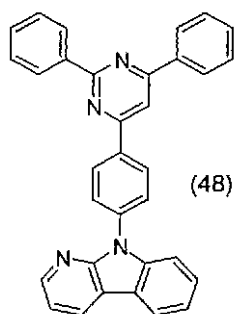
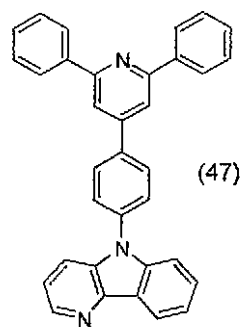
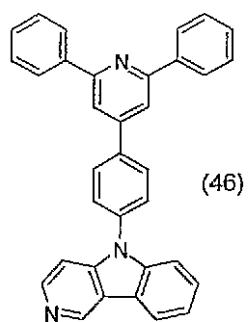
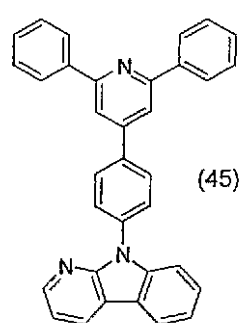
10

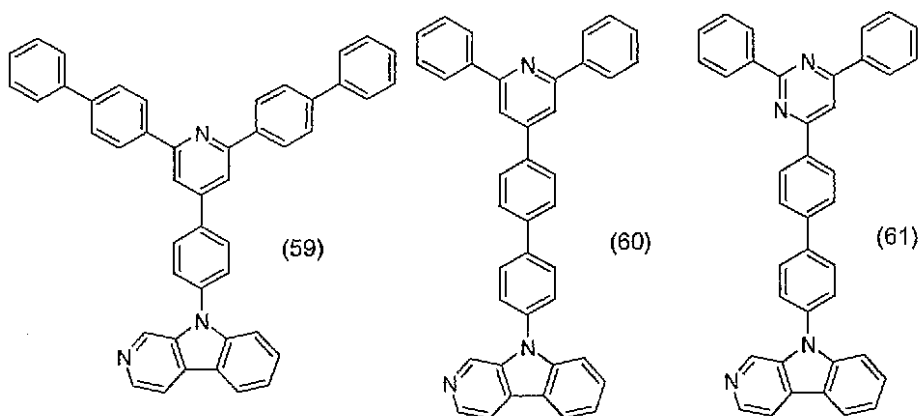
20

30

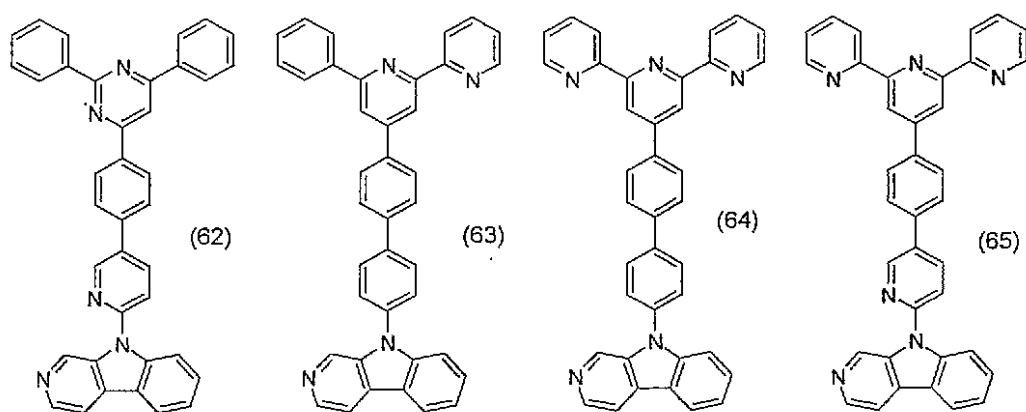
40



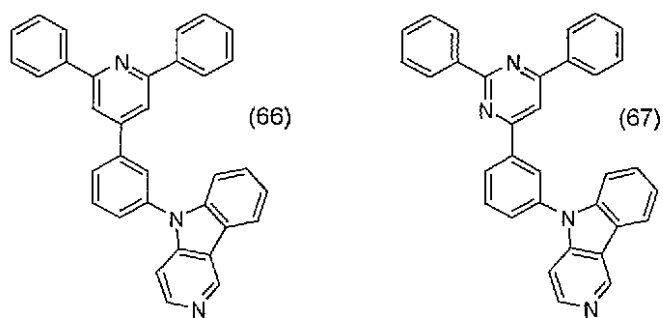




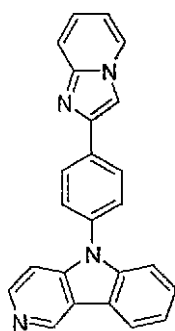
10



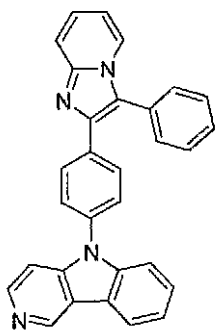
20



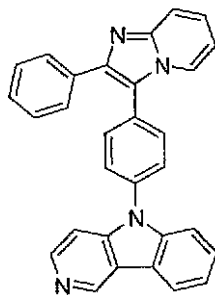
30



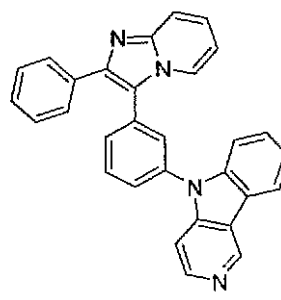
(68)



(69)

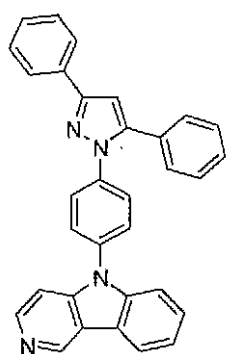


(70)

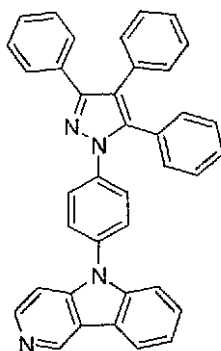


(71)

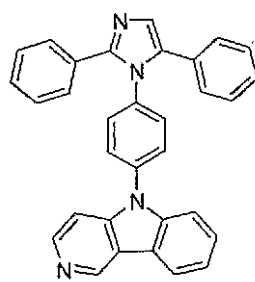
10



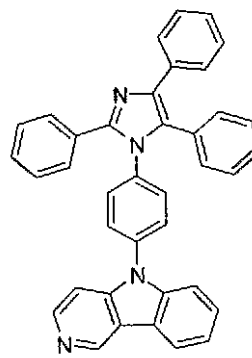
(72)



(73)

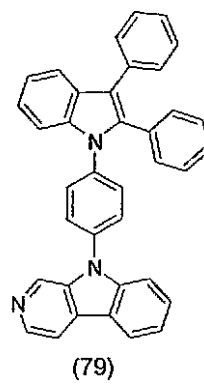
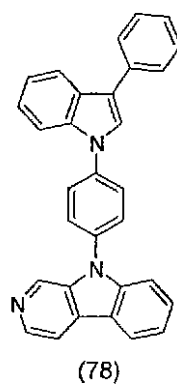
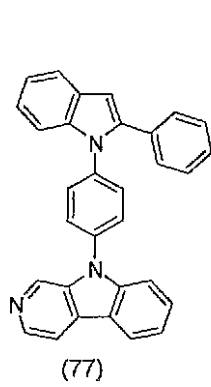
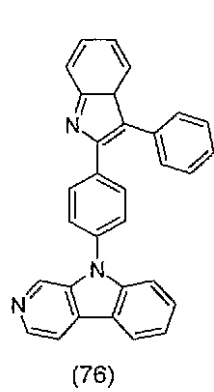


(74)

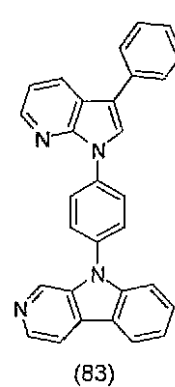
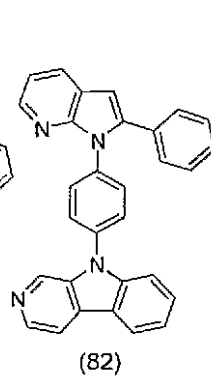
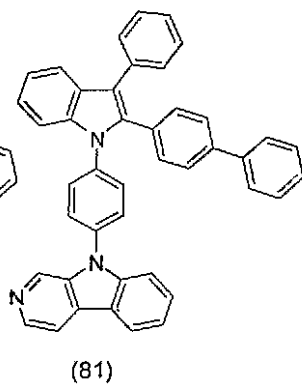
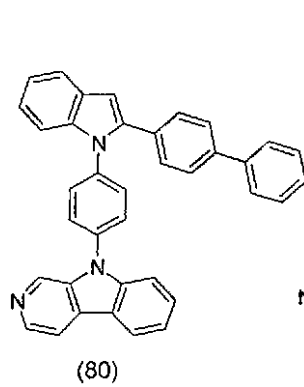


(75)

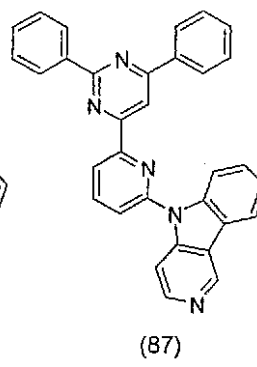
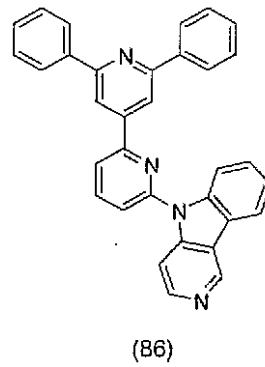
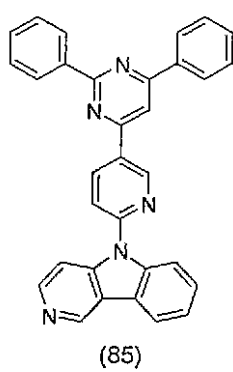
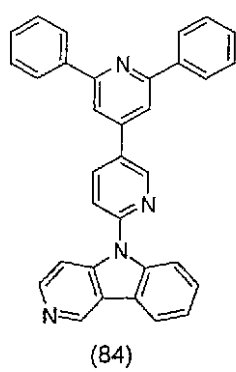
20



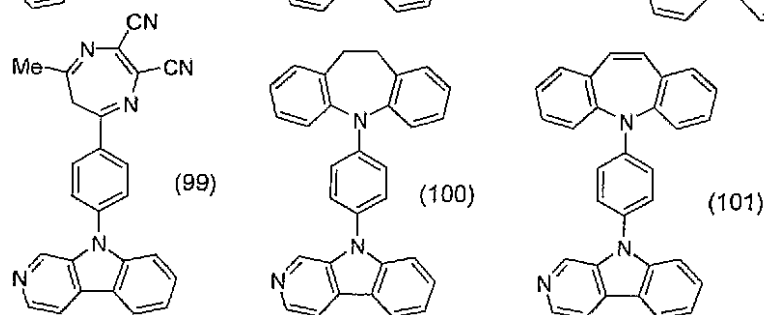
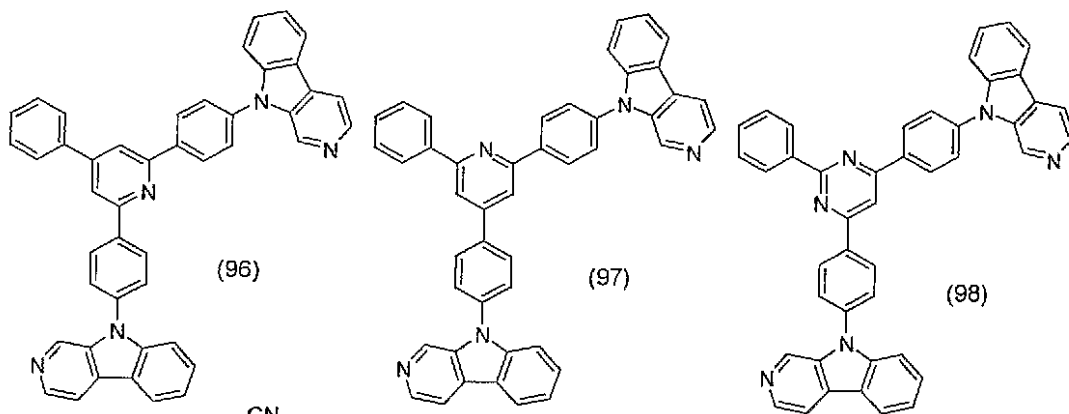
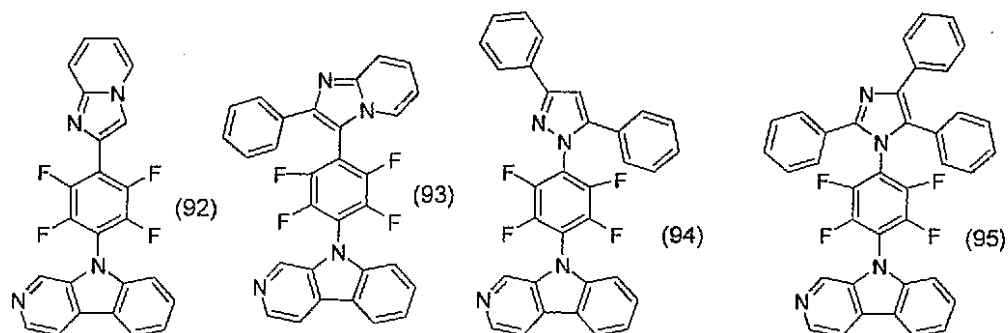
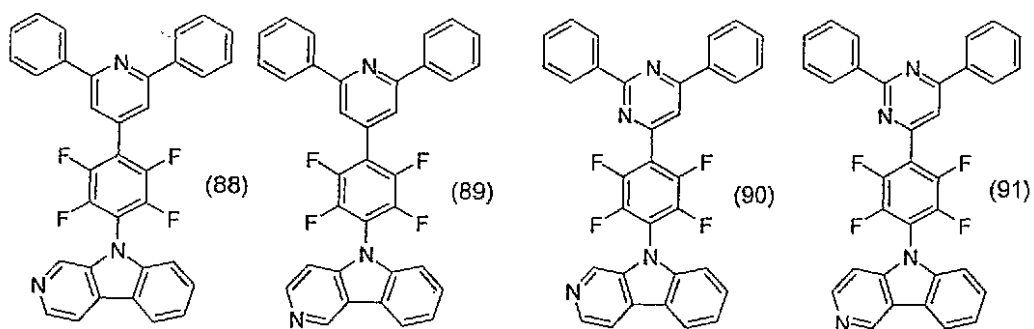
10



20



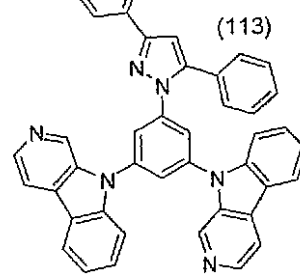
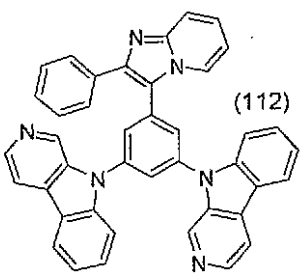
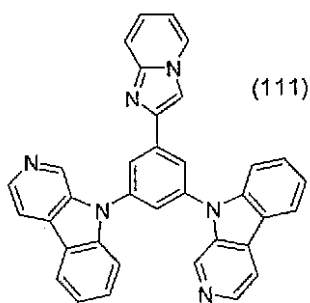
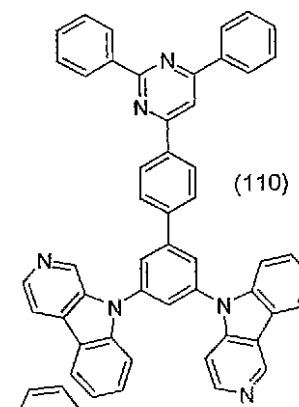
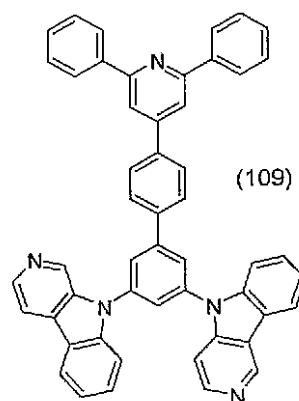
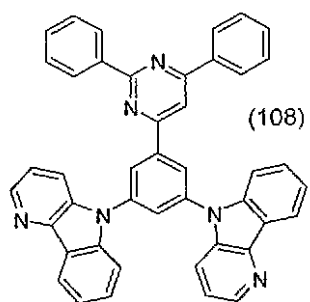
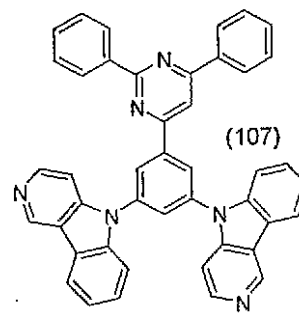
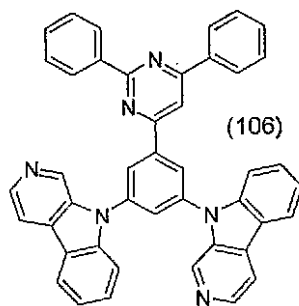
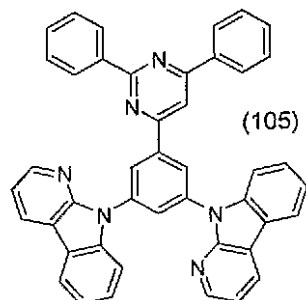
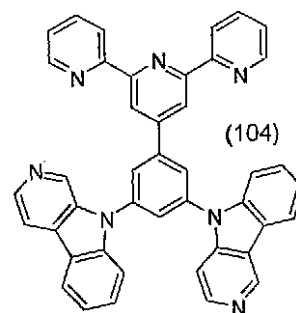
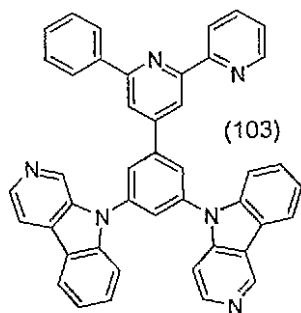
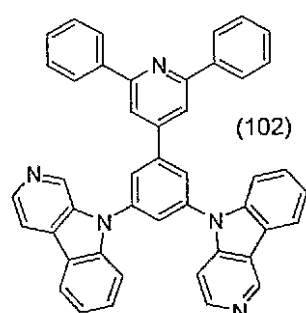
30



10

20

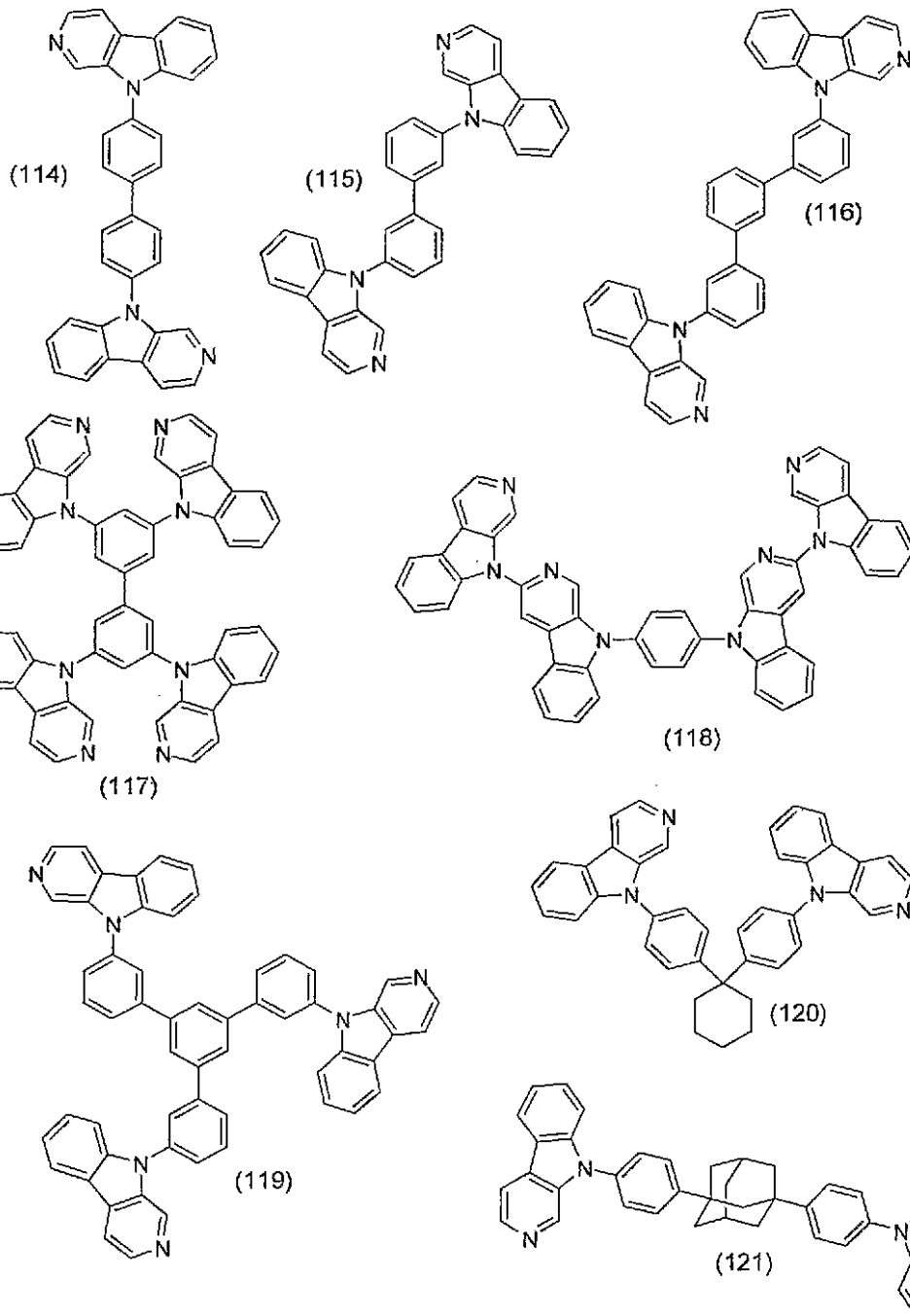
30



10

20

30



10

20

30

本発明における一般式(1)で表される化合物からなる有機EL素子用材料は、3重項のエネルギーギャップが2.5~3.3 eVであり、2.6~3.2 eVであると好ましい。

本発明における一般式(1)で表される化合物からなる有機EL素子用材料は、1重項のエネルギーギャップが2.8~3.8 eVであり、2.9~3.6 eVであると好ましい。

40

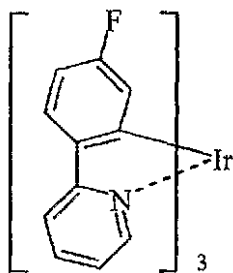
本発明の有機EL素子は、陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記一般式(1)の化合物からなる有機EL素子用材料を含有する。

また、本発明の有機EL素子は、発光層、電子輸送層及び/又は電子注入層、もしくは正孔輸送層及び/又は正孔注入層に、前記一般式(1)の化合物からなる有機EL素子用材料を含有すると好ましい。

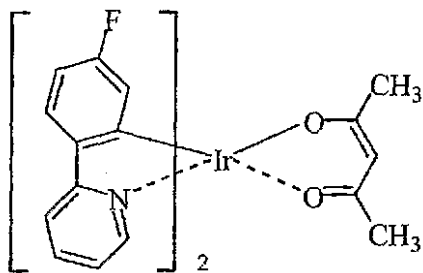
本発明の有機EL素子は、前記有機薄膜層が燐光発光性化合物を含有すると好ましく、燐光発光性化合物としては3重項励起又はそれ以上の多重項励起により発光する金属錯体等が好ましく、例えば、以下のような例が挙げられる。

50

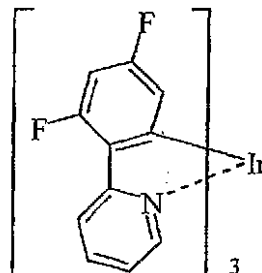
(K-1)



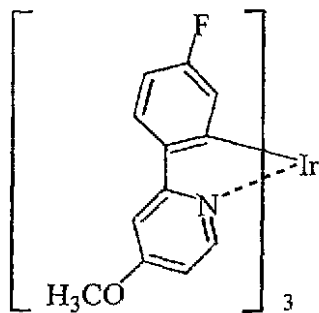
(K-2)



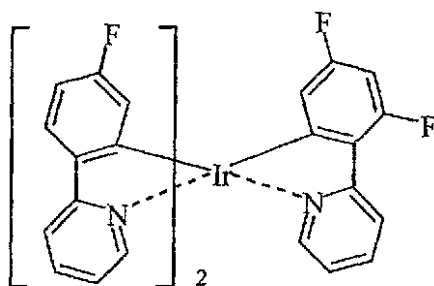
(K-3)



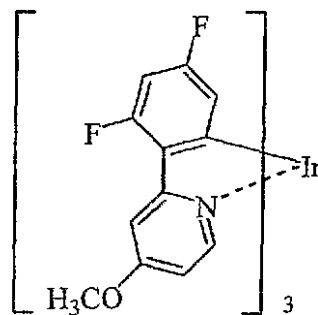
(K-4)



(K-5)



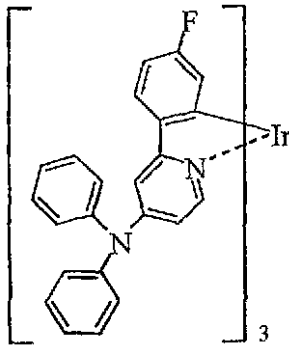
(K-6)



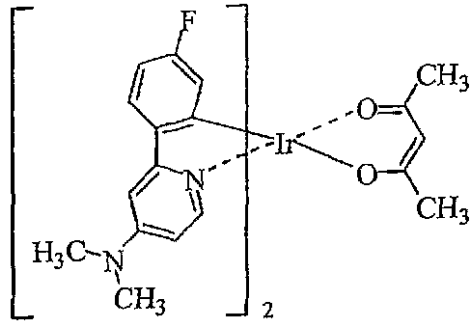
10

20

(K-7)

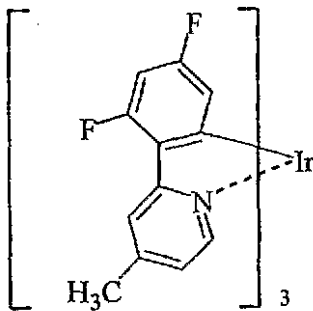


(K-8)



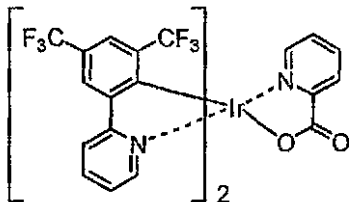
10

(K-9)

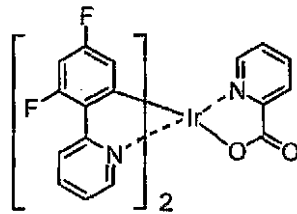


20

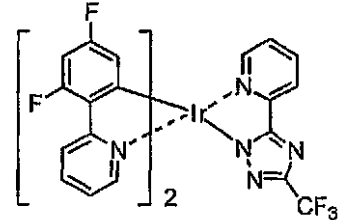
(K-10)



(K-11)

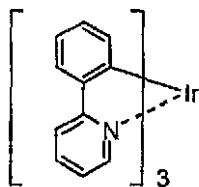


(K-12)

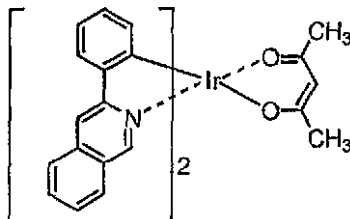


30

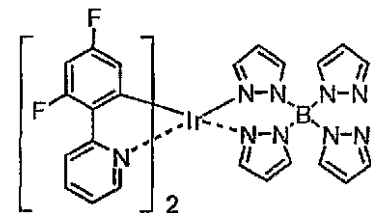
(K-13)



(K-14)



(K-15)



40

本発明の有機EL素子用材料は、有機EL素子のホスト材料であると好ましい。このホスト材料とは、正孔と電子の注入が可能であって、正孔と電子が輸送され、再結合して蛍光を発する機能を有するものである。

また、本発明における一般式(1)の化合物は、1重項のエネルギーギャップが2.8~3.8 eVと高く、3重項のエネルギーギャップも2.5~3.3 eVと高いため、蛍光素子用の有機ホスト材料としても有用である。

ここで、蛍光素子とは、3重項準位のエネルギー状態から基底1重項準位の状態への遷移に基づく発光の強度が他の物質に比べて高い物質、例えば、周期律表7~11族から選ばれる少なくとも1つの金属を含む有機金属錯体などの蛍光物質を含む、いわゆる蛍光を

50

利用した有機電界発光素子のことである。

有機EL素子の発光層において、生成される分子励起子には、1重項励起子と3重項励起子とが混合していて、1重項励起子及び3重項励起子は、一般的には1:3の割合で、3重項励起子の方が多く生成されていると言われている。また、通常の蛍光を使った有機EL素子では、発光に寄与する励起子は1重項励起子であって、3重項励起子は非発光性である。このため、3重項励起子は最終的には熱として消費されてしまい、生成率の低い1重項励起子から発光が生じている。したがって、有機EL素子においては、正孔と電子との再結合によって発生するエネルギーのうち、3重項励起子の方へ移動したエネルギーは大きい損失となっている。

このため、本発明の化合物を燐光素子に利用することにより、3重項励起子のエネルギーを発光に使用できるので、蛍光を使った素子の3倍の発光効率が得られると考えられる。また、本発明の化合物は、燐光素子の発光層に用いると、該層に含まれる7~11族から選ばれる金属を含有する燐光性有機金属錯体の励起3重項準位より高いエネルギー状態の励起3重項準位を有し、さらに安定な薄膜形状を与え、高いガラス転移温度(T_g: 80~160)を有し、正孔及び/又は電子を効率よく輸送することができ、電気化学的かつ化学的に安定であり、トラップとなったり発光を消光したりする不純物が製造時や使用時に発生しにくいと考えられる。

本発明の有機EL素子は、前記したように陽極と陰極間に一層もしくは多層の有機薄膜層を形成した素子である。一層型の場合、陽極と陰極との間に発光層を設けている。発光層は、発光材料を含有し、それに加えて陽極から注入した正孔、もしくは陰極から注入した電子を発光材料まで輸送させるために、正孔注入材料もしくは電子注入材料を含有してもよい。また、発光材料は、極めて高い蛍光量子効率、高い正孔輸送能力及び電子輸送能力を併せ持ち、均一な薄膜を形成することが好ましい。多層型の有機EL素子としては、(陽極/正孔輸送層/発光層/陰極)、(陽極/発光層/電子輸送層/陰極)、(陽極/正孔輸送層/発光層/電子輸送層/陰極)等の多層構成で積層したものがある。

発光層には、必要に応じて、本発明の一般式(1)の化合物に加えてさらなる公知のホスト材料、発光材料、ドーピング材料、正孔輸送材料や電子輸送材料を使用し、組み合わせて使用することもできる。有機EL素子は、多層構造にすることにより、クエンチングによる輝度や寿命の低下を防ぐことができ、他のドーピング材料により、発光輝度や発光効率を向上させたり、燐光発光に寄与する他のドーピング材料と組み合わせて用いることにより、従来の発光輝度や発光効率を向上させることができる。

また、本発明の有機EL素子における正孔輸送層、発光層、電子輸送層は、それぞれ二層以上の層構成により形成されてもよい。その際、正孔輸送層の場合、電極から正孔を注入する層を正孔注入層、正孔注入層から正孔を受け取り発光層まで正孔を輸送する層を正孔輸送層と言う。同様に、電子輸送層の場合、電極から電子を注入する層を電子注入層、電子輸送層から電子を受け取り発光層まで電子を輸送する層を電子輸送層と言う。これらの各層は、材料のエネルギー準位、耐熱性、有機薄膜層もしくは金属電極との密着性等の各要因により選択されて使用される。

本発明の有機EL素子は、電子輸送層や正孔輸送層が、一般式(1)の化合物からなる本発明の有機EL素子用材料を含有してもよく、さらに、正孔注入層、電子注入層、正孔障壁層が本発明の有機EL素子用材料を含有してもよく、燐光発光性化合物と本発明の有機EL素子用材料とを混合して用いてもよい。

本発明の一般式(1)の化合物と共に有機薄膜層に使用できる発光材料又はホスト材料としては、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、テトラセン、コロネン、クリセン、フルオレセイン、ペリレン、フタロペリレン、ナフタロペリレン、ペリノン、フタロペリノン、ナフタロペリノン、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、クマリン、オキサジアゾール、アルダジン、ビスベンゾキサゾリン、ビススチリル、ピラジン、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、アミノキノリン金属錯体、ベンゾキノリン金属錯体、イミン、ジフェニルエチレン、ビニルアントラセン、ジアミノアントラセン、ジアミノカルバゾール、ピラン、チオピラン、ポリメチン、メロシアニン、イミダ

ゾールキレート化オキシノイド化合物、キナクリドン、ルブレン、スチルベン系誘導体及び蛍光色素等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

正孔注入材料としては、正孔を輸送する能力を持ち、陽極からの正孔注入効果、発光層又は発光材料に対して優れた正孔注入効果を有し、発光層で生成した励起子の電子注入層又は電子注入材料への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物が好ましい。具体的には、フタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、イミダゾロン、イミダゾールチオン、ピラゾリン、ピラゾロン、テトラヒドロイミダゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ヒドラゾン、アシルヒドラゾン、ポリアリーールアルカン、スチルベン、ブタジエン、ベンジジン型トリフェニルアミン、スチリルアミン型トリフェニルアミン、ジアミン型トリフェニルアミン等と、それらの誘導体、及びポリビニルカルバゾール、ポリシラン、導電性高分子等の高分子材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

これらの正孔注入材料の中で、さらに効果的な正孔注入材料は、芳香族三級アミン誘導体又はフタロシアニン誘導体である。芳香族三級アミン誘導体の具体例としては、トリフェニルアミン、トリトリルアミン、トリルジフェニルアミン、N, N' - ジフェニル - N, N' - (3 - メチルフェニル) - 1, 1' - ビフェニル - 4, 4' - ジアミン、N, N, N', N' - (4 - メチルフェニル) - 1, 1' - フェニル - 4, 4' - ジアミン、N, N, N', N' - (4 - メチルフェニル) - 1, 1' - ビフェニル - 4, 4' - ジアミン、N, N' - ジフェニル - N, N' - ジナフチル - 1, 1' - ビフェニル - 4, 4' - ジアミン、N, N' - (メチルフェニル) - N, N' - (4 - n - ブチルフェニル) - フェナントレン - 9, 10 - ジアミン、N, N - ビス(4 - ジ - 4 - トリルアミノフェニル) - 4 - フェニル - シクロヘキサン等、又はこれらの芳香族三級アミン骨格を有したオリゴマーもしくはポリマーであるが、これらに限定されるものではない。フタロシアニン(Pc)誘導体の具体例は、H₂Pc、CuPc、CoPc、NiPc、ZnPc、PdPc、FePc、MnPc、ClAlPc、ClGaPc、ClInPc、ClSnPc、Cl₂SiPc、(HO)AlPc、(HO)GaPc、VO₂Pc、TiOPc、MoOPc、GaPc - O - GaPc等のフタロシアニン誘導体及びナフタロシアニン誘導体であるが、これらに限定されるものではない。

電子注入材料としては、電子を輸送する能力を持ち、陰極からの電子注入効果、発光層又は発光材料に対して優れた電子注入効果を有し、発光層で生成した励起子の正孔注入層への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物が好ましい。具体的には、フルオレノン、アントラキノジメタン、ジフェノキノン、チオピランジオキシド、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、ペリレンテトラカルボン酸、キノキサリン、フレオレニリデンメタン、アントラキノジメタン、アントロン等とそれらの誘導体が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

これらの電子注入材料の中で、さらに効果的な電子注入材料は、金属錯体化合物又は含窒素五員環誘導体である。金属錯体化合物の具体例は、8 - ヒドロキシキノリナートリチウム、ビス(8 - ヒドロキシキノリナート)亜鉛、ビス(8 - ヒドロキシキノリナート)銅、ビス(8 - ヒドロキシキノリナート)マンガン、トリス(8 - ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、トリス(2 - メチル - 8 - ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、トリス(8 - ヒドロキシキノリナート)ガリウム、ビス(10 - ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)ペリリウム、ビス(10 - ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)亜鉛、ビス(2 - メチル - 8 - キノリナート)クロロガリウム、ビス(2 - メチル - 8 - キノリナート)(o - クレゾラート)ガリウム、ビス(2 - メチル - 8 - キノリナート)(1 - ナフトラート)アルミニウム、ビス(2 - メチル - 8 - キノリナート)(2 - ナフトラート)ガリウム等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

また、含窒素五員誘導体は、オキサゾール、チアゾール、オキサジアゾール、チアジアゾールもしくはトリアゾール誘導体が好ましい。具体的には、2, 5 - ビス(1 - フェニル) - 1, 3, 4 - オキサゾール、ジメチルPOPPOP、2, 5 - ビス(1 - フェニル) - 1, 3, 4 - チアゾール、2, 5 - ビス(1 - フェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾ

10

20

30

40

50

ール、2 - (4' - tert - ブチルフェニル) - 5 - (4" - ビフェニル) 1, 3, 4 - オキサジアゾール、2, 5 - ビス(1 - ナフチル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール、1, 4 - ビス[2 - (5 - フェニルオキサジアゾリル)]ベンゼン、1, 4 - ビス[2 - (5 - フェニルオキサジアゾリル) - 4 - tert - ブチルベンゼン]、2 - (4' - tert - ブチルフェニル) - 5 - (4" - ビフェニル) - 1, 3, 4 - チアジアゾール、2, 5 - ビス(1 - ナフチル) - 1, 3, 4 - チアジアゾール、1, 4 - ビス[2 - (5 - フェニルチアジアゾリル)]ベンゼン、2 - (4' - tert - ブチルフェニル) - 5 - (4" - ビフェニル) - 1, 3, 4 - トリアゾール、2, 5 - ビス(1 - ナフチル) - 1, 3, 4 - トリアゾール、1, 4 - ビス[2 - (5 - フェニルトリアゾリル)]ベンゼン等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

また、正孔注入材料に電子受容物質を、電子注入材料に電子供与性物質を添加することにより電荷注入性を向上させることもできる。

本発明の有機EL素子の陽極に使用される導電性材料としては、4 eVより大きな仕事関数を持つものが適しており、炭素、アルミニウム、バナジウム、鉄、コバルト、ニッケル、タングステン、銀、金、白金、パラジウム等及びそれらの合金、ITO基板、NE S A基板に使用される酸化スズ、酸化インジウム等の酸化金属、さらにはポリチオフェンやポリピロール等の有機導電性樹脂が用いられる。陰極に使用される導電性物質としては、4 eVより小さな仕事関数を持つものが適しており、マグネシウム、カルシウム、錫、鉛、チタニウム、イットリウム、リチウム、ルテニウム、マンガン、アルミニウム等及びそれらの合金が用いられるが、これらに限定されるものではない。合金としては、マグネシウム/銀、マグネシウム/インジウム、リチウム/アルミニウム等が代表例として挙げられるが、これらに限定されるものではない。合金の比率は、蒸着源の温度、雰囲気、真空度等により制御され、適切な比率に選択される。陽極及び陰極は、必要があれば二層以上の層構成により形成されていてもよい。

20

本発明の有機EL素子は、少なくとも一方の電極と前記有機薄膜層との間に無機化合物層を有していてもよい。無機化合物層に使用される好ましい無機化合物としては、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類酸化物、希土類酸化物、アルカリ金属ハロゲン化物、アルカリ土類ハロゲン化物、希土類ハロゲン化物、 SiO_x 、 AlO_x 、 SiN_x 、 SiON 、 AlON 、 GeO_x 、 LiO_x 、 LiON 、 TiO_x 、 TiON 、 TaO_x 、 TaON 、 TaN_x 、Cなど各種酸化物、窒化物、酸化窒化物である。特に陽極に接する層の成分としては、 SiO_x 、 AlO_x 、 SiN_x 、 SiON 、 AlON 、 GeO_x 、Cが安定な注入界面層を形成して好ましい。また、特に陰極に接する層の成分としては、 LiF 、 MgF_2 、 CaF_2 、 MgF_2 、 NaF が好ましい。

30

本発明の有機EL素子は、効率良く発光させるために、少なくとも一方の面は素子の発光波長領域において充分透明にすることが望ましい。また、基板も透明であることが望ましい。

透明電極は、上記の導電性材料を使用して、蒸着やスパッタリング等の方法で所定の透光性が確保するように設定する。発光面の電極は、光透過率を10%以上にすることが望ましい。基板は、機械的、熱的強度を有し、透明性を有するものであれば限定されるものではないが、ガラス基板及び透明性樹脂フィルムが挙げられる。透明性樹脂フィルムとしては、ポリエチレン、エチレン - 酢酸ビニル共重合体、エチレン - ビニルアルコール共重合体、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリメチルメタアクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、テトラフルオロエチレン - パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、ポリビニルフルオライド、テトラフルオロエチレン - エチレン共重合体、テトラフルオロエチレン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリビニリデンフルオライド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリプロピレン等が挙げられる。

40

本発明の有機EL素子は、温度、湿度、雰囲気等に対する安定性の向上のために、素子

50

の表面に保護層を設けたり、シリコンオイル、樹脂等により素子全体を保護することも可能である。

本発明の有機EL素子の各層の形成は、真空蒸着、スパッタリング、プラズマ、イオンプレーティング等の乾式成膜法やスピンコーティング、ディッピング、フローコーティング等の湿式成膜法のいずれの方法を適用することができる。各層の膜厚は特に限定されるものではないが、適切な膜厚に設定する必要がある。膜厚が厚すぎると、一定の光出力を得るために大きな印加電圧が必要になり発光効率が悪くなる。膜厚が薄すぎるとピンホール等が発生して、電界を印加しても十分な発光輝度が得られない。通常の膜厚は5 nm ~ 10 μmの範囲が適しているが、10 nm ~ 0.2 μmの範囲がさらに好ましい。

湿式成膜法の場合、各層を形成する材料を、エタノール、クロロホルム、テトラヒドロフラン、ジオキサン等の適切な溶媒に溶解又は分散させて薄膜を形成するが、その溶媒はいずれであってもよい。また、いずれの層においても、成膜性向上、膜のピンホール防止等のため適切な樹脂や添加剤を使用してもよい。使用の可能な樹脂としては、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル、ポリアミド、ポリウレタン、ポリスルホン、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート、セルロース等の絶縁性樹脂及びそれらの共重合体、ポリ-N-ビニルカルバゾール、ポリシラン等の光導電性樹脂、ポリチオフェン、ポリピロール等の導電性樹脂が挙げられる。また、添加剤としては、酸化防止剤、紫外線吸収剤、可塑剤等が挙げられる。

以上のように、有機EL素子の有機薄膜層に本発明の一般式(1)の化合物からなる有機EL素子用材料を用いることにより、色純度が高く、青色系に発光する有機EL素子を得ることができ、この有機EL素子は、例えば、電子写真感光体、壁掛けテレビ用フラットパネルディスプレイ等の平面発光体、複写機、プリンター、液晶ディスプレイのバックライト又は計器類等の光源、表示板、標識灯、アクセサリ等に好適に用いられる。

次に、実施例を用いて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

なお、化合物の3重項エネルギー及び1重項エネルギーは、以下のようにして測定した。

(1) 3重項エネルギーの測定

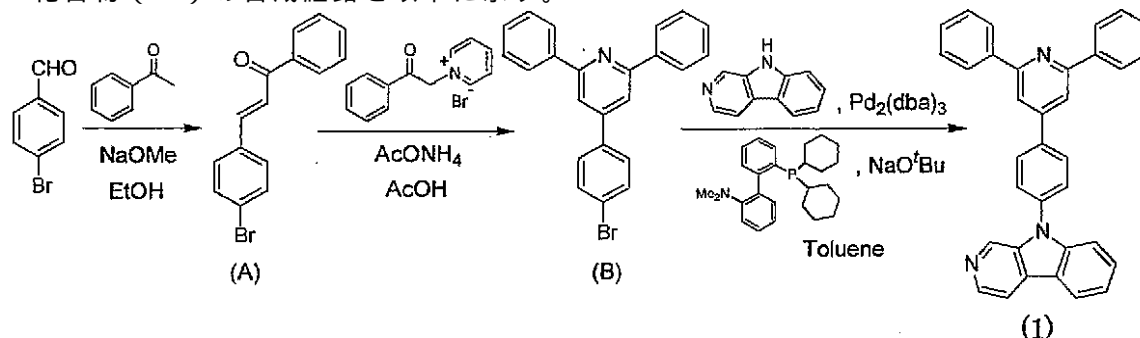
最低励起3重項エネルギー準位T₁を測定した。すなわち、試料の隣光スペクトルを測定し(10 μmol / リットル EPA (ジエチルエーテル : イソペンタン : エタノール = 5 : 5 : 2 容積比) 溶液、77 K、石英セル、SPEX社FLUOROLOG II)、隣光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き横軸との交点である波長(発光端)を求めた。この波長をエネルギー値に換算した。

(2) 1重項エネルギー(エネルギーギャップ)の測定

励起1重項エネルギーの値を測定した。すなわち、試料のトルエン溶液(10⁻⁵ モル / リットル)を用い日立社製紫外可視吸光計を用い吸収スペクトルを測定した。スペクトルの長波長側の立ち上りに対し接線を引き横軸との交点である波長(吸収端)を求めた。この波長をエネルギー値に換算した。

合成例1(化合物(1)の合成)

化合物(1)の合成経路を以下に示す。



(1) 合成中間体(A)の合成

4 - ブロモベンズアルデヒド 15.0 g (81 mmol)、アセトフェノン 9.7 g (81 mmol) をエタノール 300 ml に溶解し、28% ナトリウムメトキシドメタノール溶液 16.6 ml (81 mmol) を加え、室温で 9 時間攪拌した。反応終了後、析出した結晶を濾過してエタノールで洗浄し、合成中間体 (A) 19.6 g (収率 84%) を得た。

(2) 合成中間体 (B) の合成

合成中間体 (A) 9.0 g (31 mmol)、1 - フェナシルピリジニウムブロミド 8.7 g (31 mmol)、酢酸アンモニウム 19.3 g (250 mmol) を酢酸 27 ml に懸濁し、12 時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、トルエン、水を加え、二層分離した後、有機層を 10% 水酸化ナトリウム水溶液、飽和食塩水で順次洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、エタノール 27 ml を加え、析出した結晶を濾過し、エタノールで洗浄し、合成中間体 (B) 10.6 g (収率 88%) を得た。

10

(3) 化合物 (1) の合成

合成中間体 (B) 3.0 g (8 mmol)、 α -カルボリン 1.4 g (8 mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム 0.18 g (0.2 mmol)、2 - ジシクロヘキシルホスフィノ - 2' - (N, N - ジメチルアミノ) ピフェニル 0.23 g (0.6 mmol)、ナトリウム *tert* - ブトキシド 1.0 g (11 mmol) をトルエン 15 ml に懸濁し、アルゴン雰囲気下、20 時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、結晶 1.7 g (収率 46%) を得た。

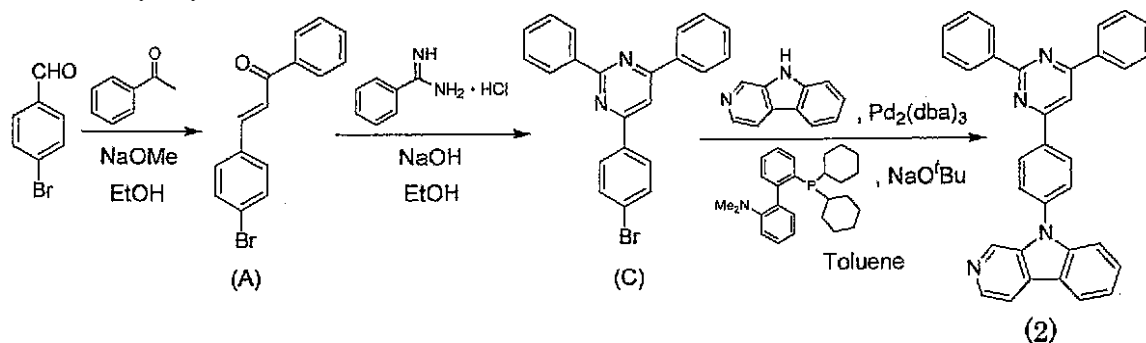
20

得られた結晶は、 $90\text{ MHz }^1\text{H-NMR}$ 及び FD-MS (フィールドディソープションマスマスペクトル) により目的物であることを確認した。また、 FD-MS の測定結果を以下に示す。

FD-MS , calcd for $\text{C}_{34}\text{H}_{23}\text{N}_3 = 473$, found, $m/z = 473$ (M^+ , 100)

合成例 2 (化合物 (2) の合成)

化合物 (2) の合成経路を以下に示す。



30

(1) 合成中間体 (C) の合成

合成中間体 (A) 10.0 g (35 mmol)、ベンズアミジン塩酸塩 5.5 g (35 mmol) をエタノール 75 ml に懸濁し、水酸化ナトリウム 2.8 g (70 mmol) を加え、18 時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、水 50 ml を加え、1 時間攪拌した後、析出した結晶を濾過してエタノールで洗浄し、合成中間体 (C) 8.2 g (収率 61%) を得た。

40

(2) 化合物 (2) の合成

化合物 (2) は、合成中間体 (B) の代わりに合成中間体 (C) を用いた以外は、上記合成例 1 と同様の操作を行うことにより結晶 1.8 g (収率 45%) を得た。

得られた結晶は、 $90\text{ MHz }^1\text{H-NMR}$ 及び FD-MS により目的物であることを確認した。また、 FD-MS の測定結果を以下に示す。

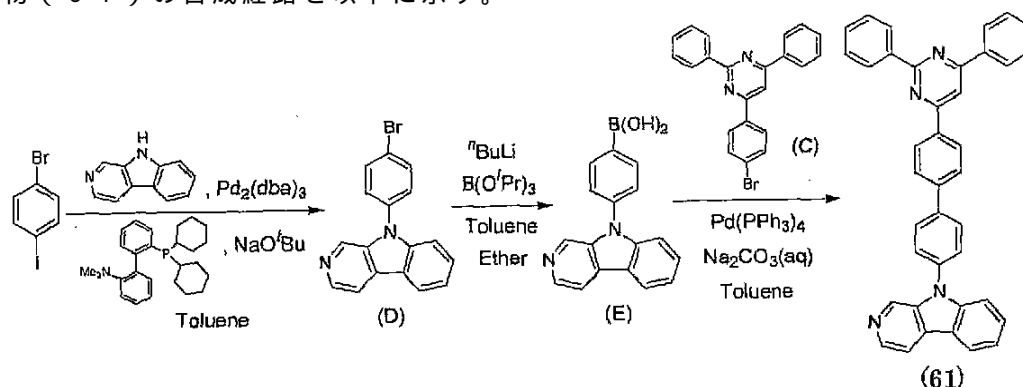
FD-MS , calcd for $\text{C}_{33}\text{H}_{22}\text{N}_4 = 474$, found, $m/z = 4$

50

74 (M^+ , 100)

合成例3 (化合物(61)の合成)

化合物(61)の合成経路を以下に示す。



10

(1) 合成中間体(D)の合成

4-ブロモヨードベンゼン25.4g(90mmol)、 $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ 10.1g(60mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム0.55g(0.6mmol)、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2'-(N,N-ジメチルアミノ)ピフェニル0.71g(1.8mmol)、ナトリウムtert-ブトキシド8.1g(84mmol)をトルエン60mlに懸濁し、アルゴン雰囲気下、20時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、結晶11.4g(収率59%)を得た。

20

(2) 合成中間体(E)の合成

合成中間体(D)8.1g(25mmol)をトルエン50ml、エーテル50mlに溶解し、アルゴン雰囲気下-40℃でノルマルブチルリチウムヘキサン溶液(1.6M)21ml(32mmol)を加え、-40℃から0℃で1時間撹拌した。次に反応溶液を-70℃まで冷却し、ホウ酸トリイソプロピル17ml(74mmol)をエーテル25mlに希釈した溶液を滴下し、-70℃で1時間撹拌した後、室温まで昇温して6時間撹拌した。更に反応溶液に5%塩酸70mlを滴下した後、室温で45分間撹拌した。反応溶液を二層分離した後、有機層を飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を5分の1程度まで減圧留去後、析出した結晶を濾過し、トルエン-ノルマルヘキサン混合溶媒、ノルマルヘキサンで順次洗浄し、合成中間体(E)3.2g(収率45%)を得た。

30

(3) 化合物(61)の合成

合成中間体(C)2.7g(6.9mmol)、合成中間体(E)2.0g(6.9mmol)、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム0.16g(0.14mmol)を1,2-ジメトキシエタン21mlに懸濁し、炭酸ナトリウム2.2g(21mmol)を水11mlに溶解した溶液を加え、9時間加熱環流した。反応溶液を二層分離した後、有機層を飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、酢酸エチル12mlを加え、析出した結晶を濾過し、酢酸エチルで洗浄し、結晶2.7g(収率72%)を得た。

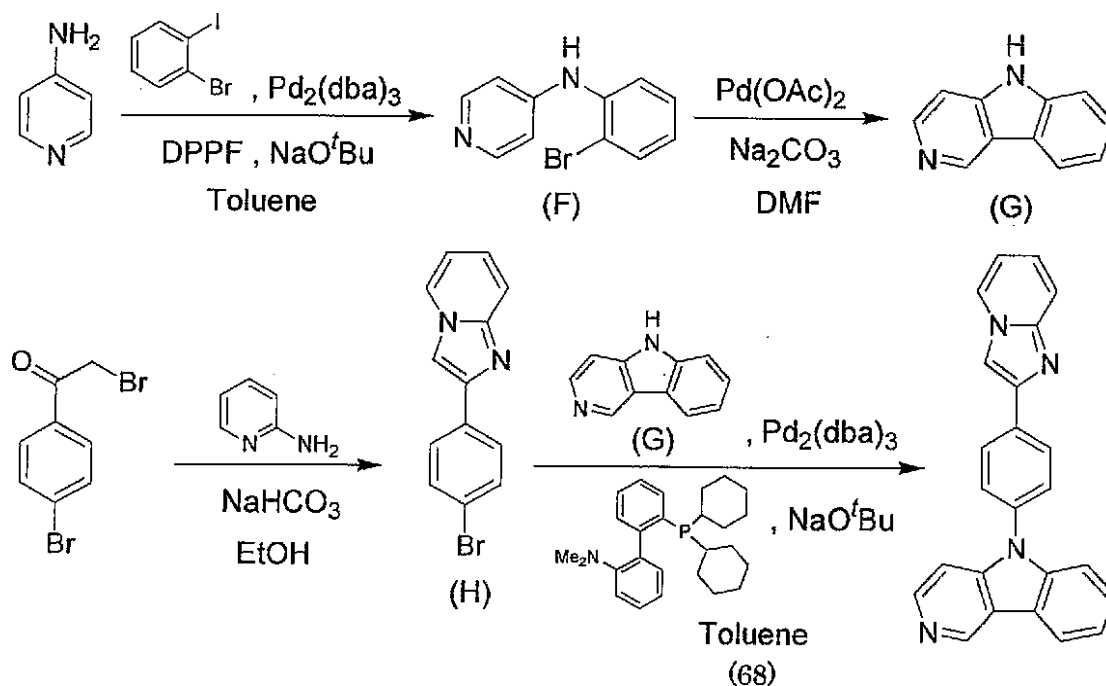
40

得られた結晶は、 $90\text{MHz}^1\text{H-NMR}$ 及びFD-MSにより目的物であることを確認した。また、FD-MSの測定結果を以下に示す。

FD-MS, calcd for $\text{C}_{39}\text{H}_{26}\text{N}_4 = 550$, found, $m/z = 550$ (M^+ , 100)

合成例4 (化合物(68)の合成)

化合物(68)の合成経路を以下に示す。



10

(1) 合成中間体 (F) の合成

4 - アミノピリジン 7.9 g (84 mmol)、2 - ブロモヨードベンゼン 25.0 g (88 mmol)、トリス (ジベンジリデンアセトン) ジパラジウム 1.5 g (1.6 mmol)、1, 1' - ビス (ジフェニルホスフィノ) フェロセン 1.8 g (3.2 mmol)、ナトリウム *tert* - ブトキシド 11.3 g (118 mmol) をトルエン 210 ml に懸濁し、アルゴン雰囲気下、19 時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、エタノール 50 ml を加え、析出した結晶を濾過し、エタノールで洗浄し、合成中間体 (F) 20.5 g (収率 98%) を得た。

20

(2) 合成中間体 (G) の合成

合成中間体 (F) 10.0 g (40 mmol)、酢酸パラジウム 0.90 g (4.0 mmol)、炭酸ナトリウム 5.9 g (56 mmol) を N, N - ジメチルホルムアミド 80 ml に懸濁し、アルゴン雰囲気下、18 時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、酢酸エチル、水を加え、二層分離した後、水、飽和食塩水で順次洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、トルエンから再結晶して析出した結晶を濾過し、トルエンで洗浄し、合成中間体 (G) 4.4 g (収率 66%) を得た。

30

(3) 合成中間体 (H) の合成

2, 4' - ジプロモアセトフェノン 15.0 g (54 mmol)、2 - アミノピリジン 5.2 g (55 mmol) をエタノール 100 ml に懸濁し、炭酸水素ナトリウム 7.0 g (83 mmol) を加え、9 時間加熱還流した。反応溶液を室温まで冷却し、析出した結晶を濾過し、水、エタノールで順次洗浄し、合成中間体 (H) を 12.5 g (収率 85%) を得た。

40

(4) 化合物 (68) の合成

化合物 (68) は、合成中間体 (B) の代わりに合成中間体 (H)、 π - カルボリンの代わりに合成中間体 (G) を用いた以外は、上記合成例 1 の (3) と同様の操作を行うことにより、結晶 1.8 g (収率 49%) を得た。

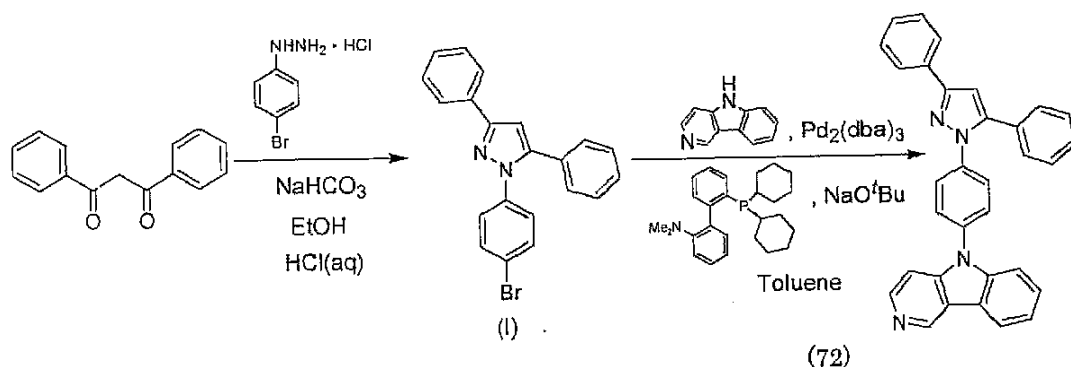
得られた結晶は、90 MHz ^1H - NMR 及び FD - MS により目的物であることを確認した。また、FD - MS の測定結果を以下に示す。

FD - MS, calculated for $\text{C}_{24}\text{H}_{16}\text{N}_4 = 360$, found, $m/z = 360$ (M^+ , 100)

合成例 5 (化合物 (72) の合成)

化合物 (72) の合成経路を以下に示す。

50



10

(1) 合成中間体 (I) の合成

4 - プロモフェニルヒドラジン塩酸塩 5.0 g (22 mmol)、炭酸水素ナトリウム 1.9 g (22 mmol) をエタノール 100 ml に懸濁し、1 時間攪拌した後、ジベンゾイルメタン 5.0 g (22 mmol) を加え、8 時間加熱還流した。次に濃塩酸 2 ml (23 mmol) を加え、12 時間加熱還流した。反応溶液を室温まで冷却し、30% 水酸化ナトリウム水溶液 2.3 ml (23 mmol)、水 50 ml を加え、1 時間攪拌して析出した結晶を濾過し、エタノールで洗浄し、合成中間体 (I) を 7.6 g (収率 定量的) を得た。

(2) 化合物 (72) の合成

化合物 (72) は、合成中間体 (B) の代わりに合成中間体 (I) を用いた以外は、上記合成例 1 の (3) と同様の操作を行うことにより、結晶 1.8 g (収率 46%) を得た。

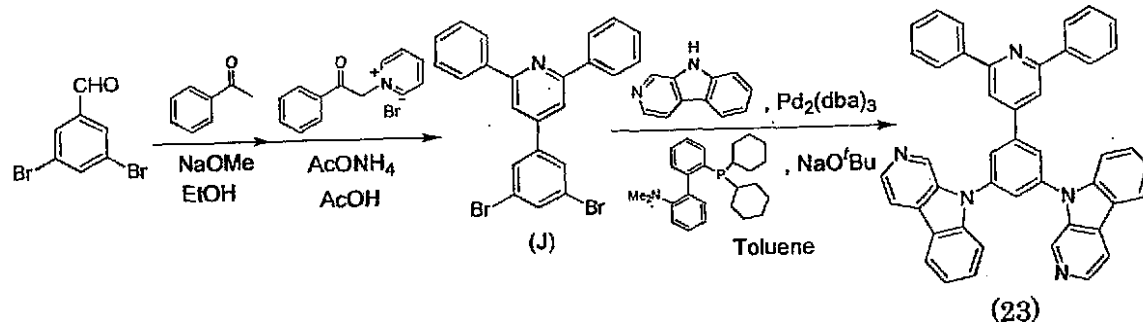
20

得られた結晶は、 $90\text{ MHz } ^1\text{H-NMR}$ 及び FD-MS により目的物であることを確認した。また、 FD-MS の測定結果を以下に示す。

FD-MS , $\text{calcd for } \text{C}_{32}\text{H}_{22}\text{N}_4 = 462$, $\text{found}, m/z = 462 (\text{M}^+, 100)$

合成例 6 (化合物 (23) の合成)

化合物 (23) の合成経路を以下に示す。



30

上記合成例 1 の (1) で、4 - プロモベンズアルデヒドの代わりに、3,5 - ジプロモベンズアルデヒドを用いた以外は合成例 (1)、(2) と同様にして合成した合成中間体 (J) 2.5 g (5 mmol)、 $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$ 1.0 g (6 mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム 0.18 g (0.2 mmol)、2 - ジシクロヘキシルホスフィノ - 2' - (N,N - ジメチルアミノ) ピフェニル 0.23 g (0.6 mmol)、ナトリウム *tert* - ブトキシド 1.0 g (11 mmol) をトルエン 15 ml に懸濁し、アルゴン雰囲気下、20 時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、蒸留残滓をトルエン 15 ml に懸濁し、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム 0.18 g (0.2 mmol)、2 - ジシクロヘキシルホスフィノ - 2' - (N,N - ジメチルアミノ) ピフェニル 0.23 g (0.6 mmol)、ナトリウム *tert* - ブトキシド 1.0 g (11 mmol) を加え、アルゴン雰囲気下、20 時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、

40

50

水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、結晶 1.7 g (収率 53%) を得た。

得られた結晶は、 $90\text{ MHz } ^1\text{H-NMR}$ 及び FD-MS により目的物であることを確認した。また、 FD-MS の測定結果を以下に示す。

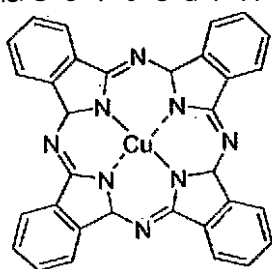
$\text{FD-MS, calcd for } \text{C}_{45}\text{H}_{29}\text{N}_5 = 639, \text{ found, } m/z = 639 (\text{M}^+, 100)$

実施例 1 (有機 EL 素子の製造)

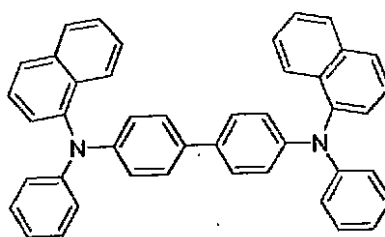
25 mm × 75 mm × 0.7 mm 厚の ITO 透明電極付きガラス基板 (ジオマテック社製) をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を 5 分間行なった後、UV オゾン洗浄を 30 分間行なった。洗浄後の透明電極付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず、透明電極が形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚 10 nm の下記銅フタロシアニン膜 (以下「CuPc 膜」と略記する。) を成膜した。この CuPc 膜は、正孔注入層として機能する。この CuPc 膜上に膜厚 30 nm の下記 4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル膜 (以下「 α -NPD 膜」と略記する。) を成膜した。この α -NPD 膜は正孔輸送層として機能する。さらに、 α -NPD 膜上に膜厚 30 nm の上記化合物 (1) をホスト材料として蒸着し発光層を成膜した。同時に燐光発光性の Ir 金属錯体ドーパントとして下記トリス (2-フェニルピリジン) Ir (以下「Ir(ppy)₃」と略記する。) を添加した。発光層中における Ir(ppy)₃ の濃度は 5 重量% とした。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚 10 nm の下記 (1, 1'-ビスフェニル)-4-オラート) ビス (2-メチル-8-キノリノラート) アルミニウム (以下、「BALq 膜」と略記する。) を成膜した。この BALq 膜は正孔障壁層として機能する。さらにこの膜上に膜厚 40 nm の下記 8-ヒドロキシキノリンのアルミニウム錯体 (以下、「Alq 膜」と略記する。) を成膜した。この Alq 膜は電子注入層として機能する。この後、ハロゲン化アルカリ金属である LiF を 0.2 nm の厚さに蒸着し、次いでアルミニウムを 150 nm の厚さに蒸着した。この Al/LiF は陰極として働く。このようにして有機 EL 素子を作製した。

発光層で使用したホスト材料の 3 重項エネルギー及び 1 重項エネルギーを上記 (1) 及び (2) の測定方法により測定した結果を表 1 に示す。

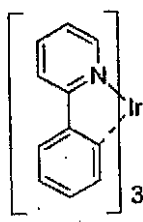
この素子について、通電試験を行なったところ、電圧 5.2 V、電流密度 0.26 mA/cm² にて、99 cd/m² の緑色発光が得られ、色度座標は (0.32, 0.62)、効率は 38.6 cd/A であった。これらの結果を表 1 に示す。



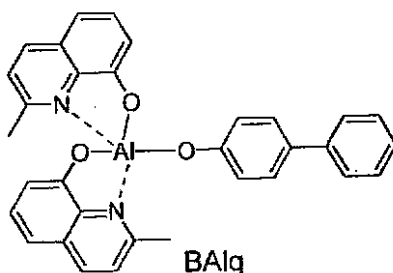
CuPc



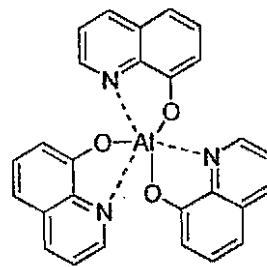
α -NPD



Ir(ppy)₃



BALq



Alq

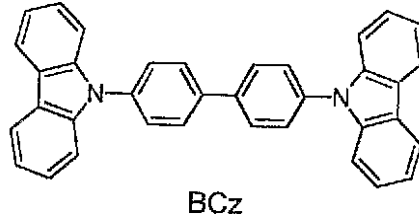
実施例 2 及び 3

実施例 1 において、化合物 (1) の代わりに表 1 に記載の化合物を用いた以外は同様に

して有機ＥＬ素子を作製し、同様に３重項エネルギー及び１重項エネルギー、電圧、電流密度、輝度、発光効率、色度を測定した結果を表１に示す。

比較例 1

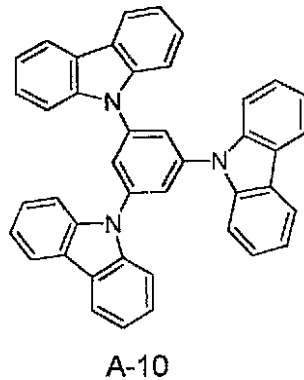
実施例１において、化合物（１）の代わりに下記化合物（ＢＣｚ）を用いた以外は同様にして有機ＥＬ素子を作製し、同様に３重項エネルギー及び１重項エネルギー、電圧、電流密度、輝度、発光効率、色度を測定した結果を表１に示す。



10

比較例 2

実施例１において、化合物（１）の代わりに、米国特許公開公報２００２－２８３２９号明細書に記載の下記化合物（Ａ－１０）を用いた以外は同様にして有機ＥＬ素子を作製し、実施例１と同様にして特性を評価した。それらの結果を表１に示す。



20

表 1

	発光層 のホスト 材料	3重項エ ネルギー (eV)	1重項エ ネルギー (eV)	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	発光輝度 (cd/m ²)	発光効率 (cd/A)	色度座標 (x,y)	発光色
実施例1	(1)	2.8	3.4	5.2	0.26	99	38.6	(0.32,0.62)	緑
実施例2	(61)	2.6	3.3	5.5	0.24	102	42.8	(0.32,0.61)	緑
実施例3	(68)	2.7	3.5	5.6	0.27	100	37.2	(0.32,0.61)	緑
比較例1	(BCz)	2.8	3.6	5.4	0.31	101	32.6	(0.32,0.61)	緑
比較例2	(A-10)	3.1	3.7	5.9	0.32	100	31.8	(0.32,0.61)	緑

30

表１に示したように、比較例１，２の従来公知の化合物（ＢＣｚ，Ａ－１０）に対して、本発明の有機ＥＬ素子用材料を用いた有機ＥＬ素子は、高効率の緑色発光が得られる。また、本発明の有機ＥＬ素子用材料は、エネルギーギャップが広いので、エネルギーギャップの広い発光性分子を発光層に混合し発光させることができる。

【実施例 4】

25mm×75mm×0.7mm厚のITO透明電極付きガラス基板（ジオマティック社製）をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を5分間行なった後、UVオゾン洗浄を30分間行なった。洗浄後の透明電極付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず、透明電極が形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚10nmのCuPc膜を成膜した。このCuPc膜は、正孔注入層として機能する。次に、CuPc膜上に膜厚30nmの下記1，1'-ビス[4-N，N-ジ（パラトリル）アミノフェニル]シクロヘキサン膜（以下「TPAC膜」と略記する。）を成膜した。このTPAC膜は正孔輸送層として機能する。さらに、TPAC膜上に膜厚30nmの上記化合物（１）を蒸着し発光層を成膜した。同時に燐光発光性のIr金属錯体としてIrビス[（4，6-ジフルオロフェニル）-ピリジナート-N，C²']ピコリナート（以下「FIrpic」と略記する。）を添加した。発光層中におけるFIrpicの濃度は7重量

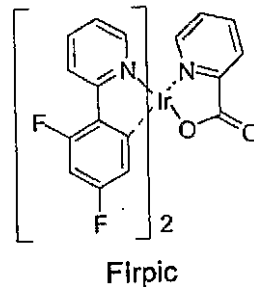
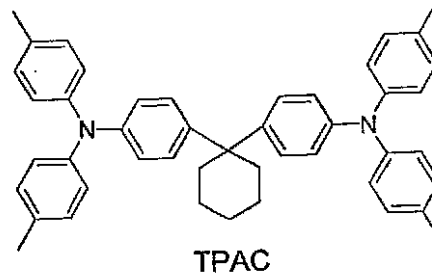
40

50

%とした。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚 30 nm の Alq 膜を成膜した。この Alq 膜は電子注入層として機能する。この後、ハロゲン化アルカリ金属である LiF を 0.2 nm の厚さに蒸着し、次いでアルミニウムを 150 nm の厚さに蒸着した。この Al / LiF は陰極として働く。このようにして有機 EL 素子を作製した。

発光層で使用したホスト材料の 3 重項エネルギー及び 1 重項エネルギーを上記 (1) 及び (2) の測定方法により測定した結果を表 1 に示す。

この素子について、通電試験を行なったところ、電圧 6.4 V、電流密度 0.65 mA / cm² にて、101 cd / m² の青色発光が得られ、色度座標は (0.17, 0.39)、効率は 15.6 cd / A であった。



実施例 5 及び 6

実施例 4 において、化合物 (1) の代わりに表 2 に記載の化合物を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に 3 重項エネルギー及び 1 重項エネルギー、電圧、電流密度、輝度、発光効率、色度を測定した結果を表 2 に示す。

比較例 3

実施例 4 において、化合物 (1) の代わりに上記化合物 (BCz) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に 3 重項エネルギー及び 1 重項エネルギー、電圧、電流密度、輝度、発光効率、色度を測定した結果を表 2 に示す。

比較例 4

比較例 3 において、正孔輸送層の化合物 (TPAC) に代えて、上記化合物 (-NPD) を使用し、さらに電子注入層の化合物 (Alq) に代えて、上記化合物 (BA1q) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に 3 重項エネルギー及び 1 重項エネルギー、電圧、電流密度、輝度、発光効率、色度を測定した結果を表 2 に示した。

表 2

	発光層 のホスト 材料	3重項エ ネルギー (eV)	1重項エ ネルギー (eV)	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	発光輝度 (cd/m ²)	発光効率 (cd/A)	色度座標 (x,y)	発光色
実施例4	(1)	2.8	3.4	6.4	0.65	101	15.6	(0.17,0.39)	青
実施例5	(2)	2.8	3.4	6.8	0.57	103	18.2	(0.18,0.39)	青
実施例6	(3)	2.7	3.2	6.9	0.73	97	13.3	(0.18,0.39)	青
比較例3	(BCz)	2.8	3.6	7.8	1.70	98	5.8	(0.16,0.37)	青
比較例4	(BCz)	2.8	3.6	7.6	1.09	99	9.2	(0.17,0.37)	青

表 2 に示したように、比較例 3、4 の従来公知の化合物 (BCz) に対して、本発明の有機 EL 素子用材料を用いた有機 EL 素子は、低電圧駆動であり、かつ高効率の青色発光が得られる。また、本発明の有機 EL 素子用材料は、エネルギーギャップが広いので、エ

エネルギーギャップの広い発光性分子を発光層に混合し発光させることができる。

【産業上の利用可能性】

以上詳細に説明したように、本発明の一般式(1)で表される化合物からなる有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を利用すると、燐光性の発光を利用し、低電圧で、発光効率が高い有機エレクトロルミネッセンス素子が得られる。このため、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、各種電子機器の光源等として極めて有用である。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	
	H 0 5 B 33/22	D
	C 0 7 D 471/04	1 0 3 H
	C 0 7 D 471/04	1 0 3 S
	C 0 7 D 519/00	3 1 1

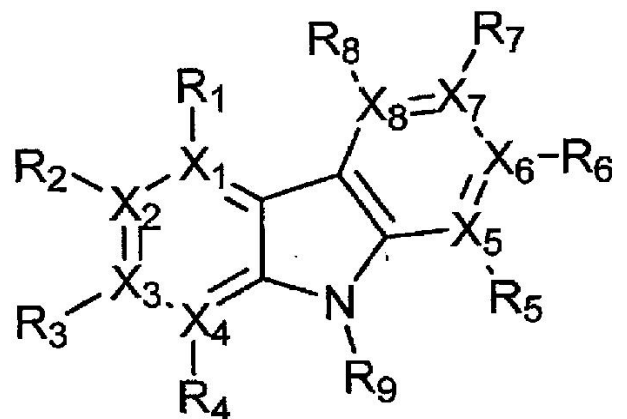
(56)参考文献 特開2001-160488(JP,A)
特開2002-203685(JP,A)
国際公開第02/043448(WO,A1)
国際公開第01/072927(WO,A1)
特開昭54-011736(JP,A)
特開昭63-293550(JP,A)
特開平02-108058(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C09K11/06

专利名称(译)	用于有机电致发光器件的材料和使用其的有机电致发光器件		
公开(公告)号	JP4541152B2	公开(公告)日	2010-09-08
申请号	JP2004558476	申请日	2003-12-11
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	岩隈俊裕 富田誠司 荒金崇士		
发明人	岩隈 俊裕 富田 誠司 荒金 崇士		
IPC分类号	C09K11/06 H01L51/50 C07D471/04 C07D519/00 H01L51/00 H01L51/30 H05B33/14		
CPC分类号	H05B33/14 C07D209/86 C07D471/04 C07D471/14 C07D519/00 C09K11/06 C09K2211/1029 C09K2211/1044 C09K2211/185 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0067 H01L51/0071 H01L51/0078 H01L51/0081 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L51/5048		
FI分类号	C09K11/06.650 C09K11/06.660 C09K11/06.690 H05B33/14.B H05B33/22.B H05B33/22.D C07D471/04.103.H C07D471/04.103.S C07D519/00.311		
优先权	2002360134 2002-12-12 JP		
其他公开文献	JPWO2004053019A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种用于有机电致发光 (EL) 元件的材料，包括具有含氮稠环结构的化合物，所述化合物具有特定结构，和有机EL元件，其中包含一层或多层的有机薄膜层夹在阴极和阳极之间。至少一层有机薄膜层是包含有机EL元件材料的有机EL元件。本发明公开了一种能够通过利用磷光提供具有高发光效率和长寿命的有机EL器件的有机EL器件的材料，以及使用该材料的有机EL器件。



X₃ および X₆ ~ X₈ は、それぞれ