I553093

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 **(11)證書號數：TW I553093 B**

(45)公告日： 中華民國 105 (2016) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：101122478 (22)申請日： 中華民國 101 (2012) 年 06 月 22 日

(51)Int. Cl.： *C09K11/06 (2006.01)* *H01L51/50 (2006.01)*

(30)優先權：2011/06/24 日本 2011-141258

(71)申請人：出光興產股份有限公司 (日本) IDEMITSU KOSAN CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：西村和樹 NISHIMURA, KAZUKI (JP) ；荻原俊成 OGIWARA, TOSHINARI (JP) ；荒金崇士 ARAKANE, TAKASHI (JP) ；日比野莖子 HIBINO, KUMIKO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

KR 2010-0131745A

審查人員：謝欣秀

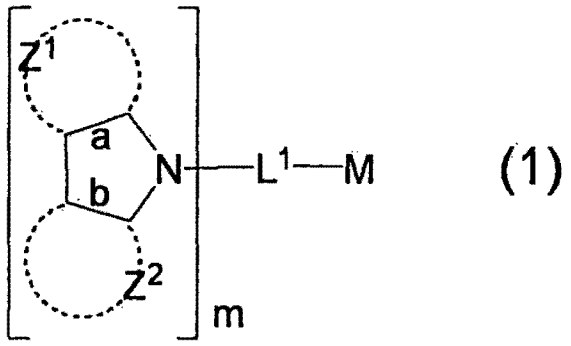
申請專利範圍項數：7 項 圖式數：3 共 94 頁

(54)名稱

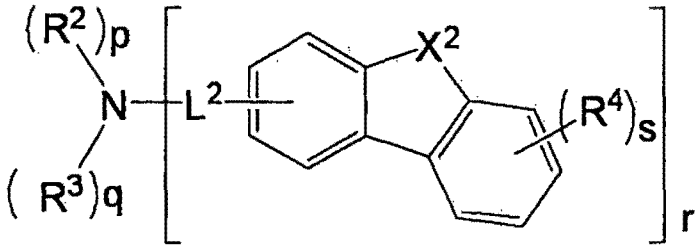
有機電致發光元件

(57)摘要

本發明係關於一種有機電致發光元件，其特徵為其係存在有陽極及陰極、及在陽極與陰極之間至少存在發光層之有機電致發光元件，其中前述發光層包含作為主成分之第一主體材料、第二主體材料、及磷光發光性摻雜劑材料，且前述第一主體材料為以下述通式(1)表示之化合物，前述第二主體材料為以下述通式(2)表示之化合物。



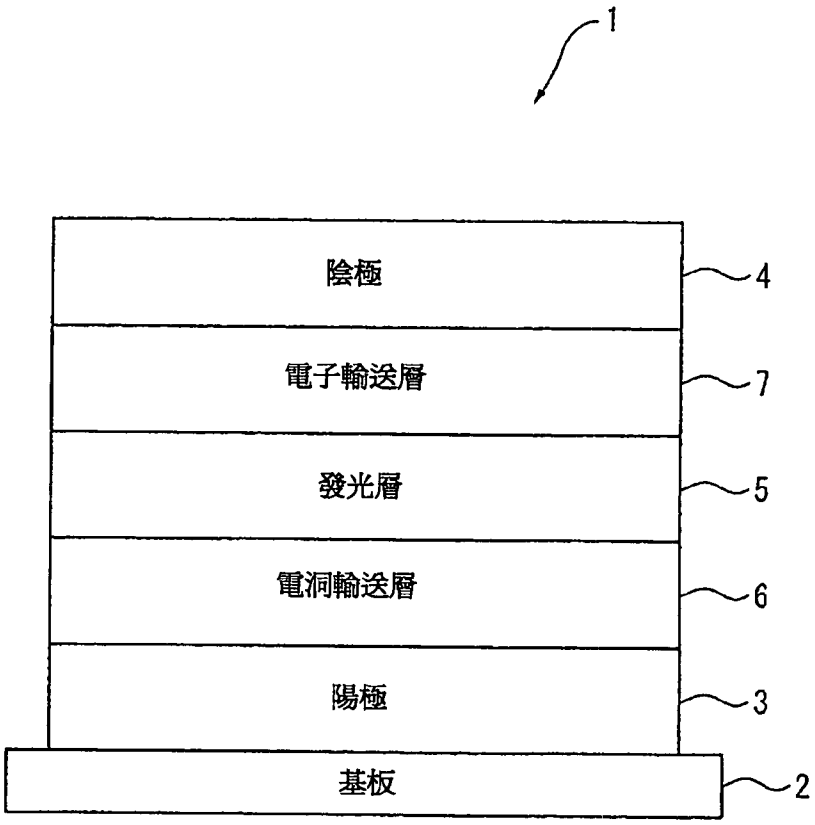
(1)



(2)

指定代表圖：

圖1



符號簡單說明：

1・・・有機 EL 元件

2・・・基板

3・・・陽極

4・・・陰極

5・・・發光層

6・・・電洞輸送層

7・・・電子輸送層

公告本

發明專利說明書

（本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：101122478

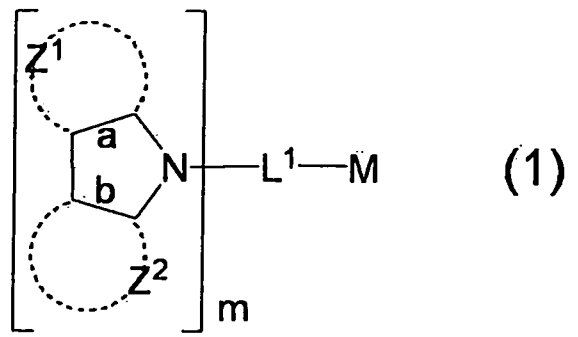
※申請日：101 年 06 月 22 日　　※IPC 分類：C09K 11/06 (2006.01)　H01L 51/50 (2006.01)

一、發明名稱：（中文／英文）

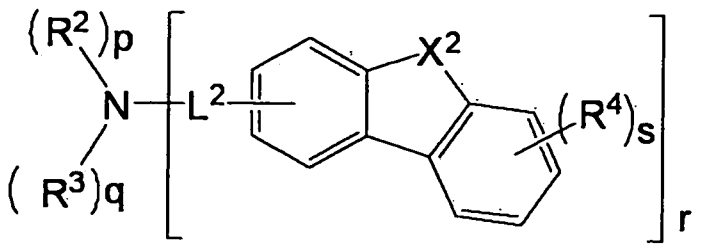
有機電致發光元件

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種有機電致發光元件，其特徵爲其係存在有陽極及陰極、及在陽極與陰極之間至少存在發光層之有機電致發光元件，其中前述發光層包含作爲主成分之第一主體材料、第二主體材料、及磷光發光性摻雜劑材料，且前述第一主體材料爲以下述通式(1)表示之化合物，前述第二主體材料爲以下述通式(2)表示之化合物。



(1)



(2)

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

（一）本案指定代表圖為：第（1）圖。

（二）本代表圖之元件符號簡單說明：

1：有機 EL 元件

2：基板

3：陽極

4：陰極

5：發光層

6：電洞輸送層

7：電子輸送層

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於有機電致發光元件。

【先前技術】

在陽極與陰極之間具備含發光層之發光單元，且由利用注入於發光層之電洞與電子之再結合產生之激子(exciton)能量獲得發光之有機電致發光元件(以下稱爲有機 EL 元件)爲已知。

有機 EL 元件已知有利用磷光發光性摻雜劑材料作爲發光材料之磷光型有機 EL 元件。磷光型有機 EL 元件可藉由利用磷光發光性摻雜劑材料之激發狀態之單態狀態與三重態狀態，達成高的發光效率。其理由係認爲電洞與電子在發光層內再結合時由於旋轉多重度之差異使單態激子與三重態激子以 1：3 之比例生成，故相較於僅使用螢光發光材料時，認爲可達成 3~4 倍之發光效率。

專利文獻 1(國際公開第 2003/080760 號)中記載可較好作爲可與磷光發光性摻雜劑材料組合使用之磷光主體材料之於芳基咔唑基或咔唑基伸烷基中鍵結有含氮雜環基之化合物。而且，藉由在發光層中使用磷光發光性摻雜劑材料與該化合物，可獲得以低電壓驅動，且色純度高之有機 EL 元件。

然而，專利文獻 1 中所記載之磷光主體材料之 HOMO 較大，使電洞難以注入到發光層。因此，專利文獻 1 中記

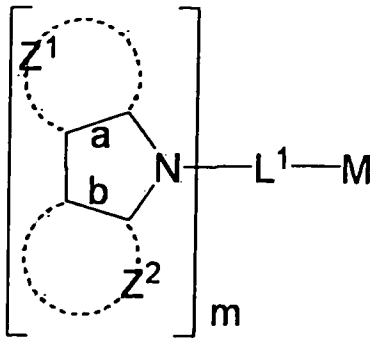
載之有機 EL 元件係使用磷光發光性摻雜劑材料之 HOMO 進行朝發光層之電洞注入，磷光發光性摻雜劑材料之濃度將左右有機 EL 元件之性能。因此，磷光發光性摻雜劑材料之濃度低時，電洞難以注入到發光層中，使電洞與電子之再結合不足而降低初期特性，同時由於成爲在電洞輸送層界面發光，故有壽命下降之問題。然而，提高磷光發光性摻雜劑材料之濃度時，有因濃度消光造成發光效率下降之問題。

【發明內容】

本發明之目的係提供一種即使磷光發光性摻雜劑材料爲低濃度，發光效率亦高且長壽命之有機電致發光元件。

本發明人等爲達成上述目的而重複積極研究之結果，發現在發光層中，藉由於作爲主成分之特定第一主體材料中組合含有特定之第二主體材料，可減小發光層與鄰接層之能量障壁，一方面可抑制磷光發光性摻雜劑材料之含量，一方面可提高電洞對發光層之注入效率。本發明係基於該見解而完成者。

本發明之有機電致發光元件之特徵爲其係存在有陽極及陰極、及於前述陽極與前述陰極之間至少存在發光層之有機電致發光元件，其中前述發光層包含作爲主成分之第一主體材料、第二主體材料、及磷光發光性摻雜劑材料，前述第一主體材料爲以下述通式(1)表示之化合物，前述第二主體材料爲以下述通式(2)表示之化合物，



(1)

[通式(1)中，Z^1表示於a處縮合之以下述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，Z^2表示於b處縮合之以下述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，但，Z^1或Z^2之至少任一者係以下述通式(1-1)表示，

M為環形成碳數2~40之經取代或未經取代之含氮雜芳香族環，

L^1為

單鍵或連結基，至於連結基係表示

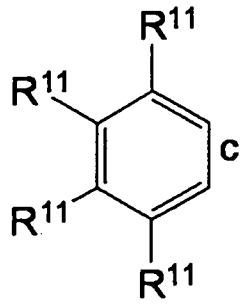
環形成碳數6~30之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數2~30之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

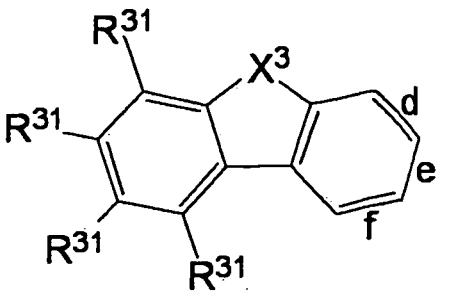
環形成碳數5~30之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

m為1或2]，



(1－1)



(1－2)

[通式(1-1)及(1-2)中，c、d、e、f分別表示於前述通式(1)之a或b處縮合，

R^{11}及R^{31}各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數1~20之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數1~20之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數1~10之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數6~30之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

環形成碳數6~30之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

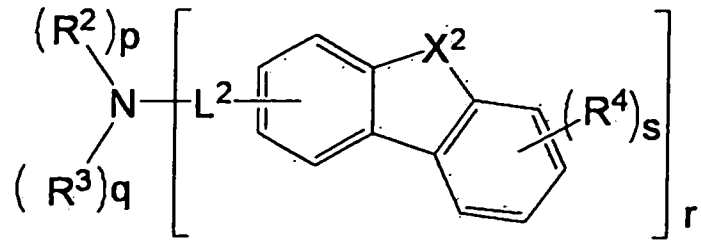
環形成碳數2~30之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

但，複數個R^{11}可彼此相同亦可不同，

複數個R^{31}可彼此相同亦可不同，

X^3為硫原子、氧原子、或N-R^{32}，

R^{32}係與上述R^{11}及R^{31}同義]，



(2)

[通式(2)中，X^2為硫原子、氧原子或 N-R^5，

L^2為單鍵或連結基，且與前述通式(1)中之 L^1 同義，

R^2~R^3各獨立表示

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

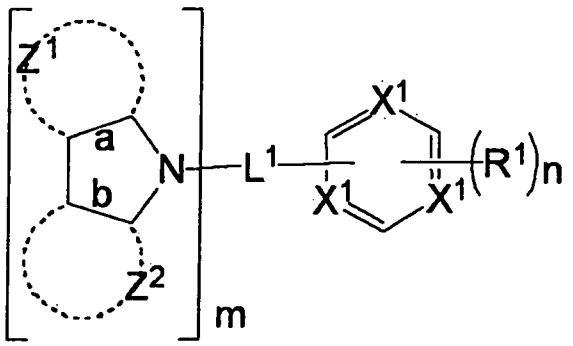
R^4~R^5分別與前述通式(1-1)及(1-2)中之 R^{11} 及 R^{31} 同義，

p、q 分別表示 0~2，r 表示 1~3 之整數，p+q+r=3，

s 表示 1~4 之整數，s 為 2~4 之整數時，複數個 R^4 可分別相同亦可不同]。

此處，所謂「主成分」意指發光層中，第一主體材料含有 50 質量%以上之意。

另外，本發明之有機電致發光元件中，前述第一主體材料較好以下述通式(3)表示，



(3)

[通式(3)中，Z^1表示於a處縮合之以前述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，Z^2表示於b處縮合之以前述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，但，Z^1或Z^2之至少任一者係以前述通式(1-1)表示，

L^1為

單鍵或連結基，至於連結基係表示

環形成碳數6~30之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數2~30之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

環形成碳數5~30之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

X^1為氮原子或C-R^{10}，複數個X^1中之至少一個為氮原子，

R^1及R^{10}各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數1~20之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數 1~10 之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

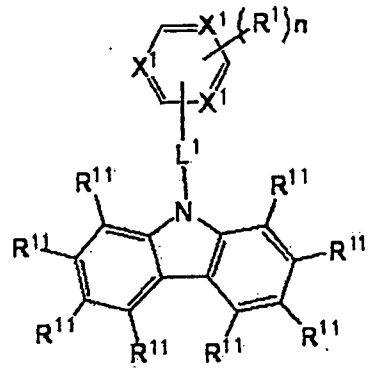
環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

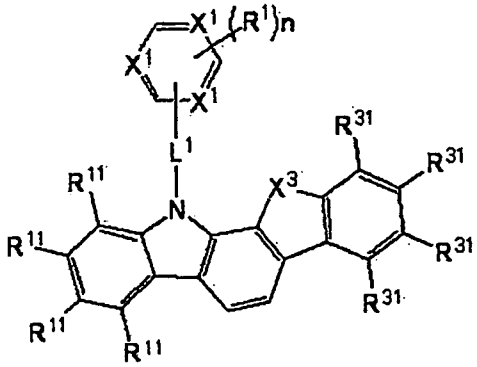
環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

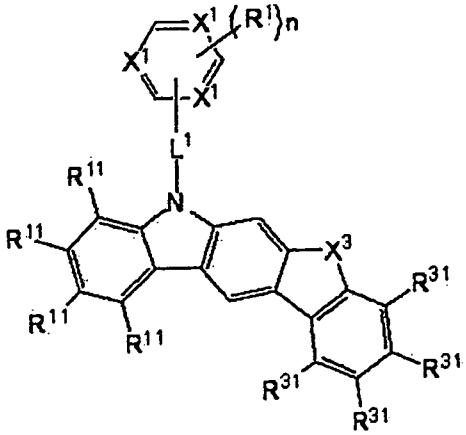
m 及 n 各獨立表示 1~2 之整數，

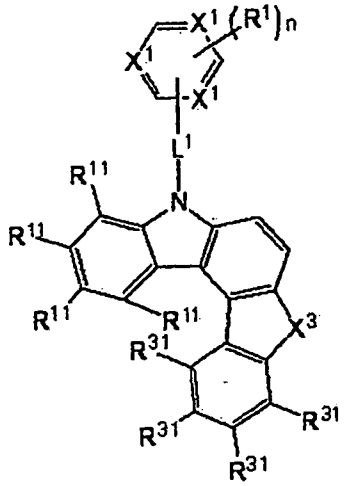
前述通式(1-1)及(1-2)中，c、d、e、f 分別表示於前述通式(3)之 a 或 b 處縮合]。

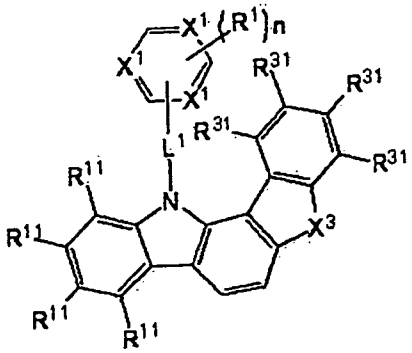
此處，於上述通式(3)中之 a、b 處，縮合上述通式(1-1)及(1-2)之化合物列舉爲以下述通式表示者。

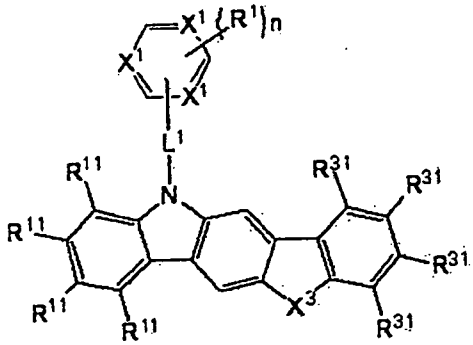


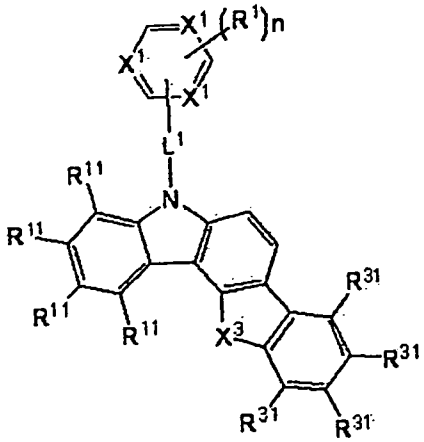




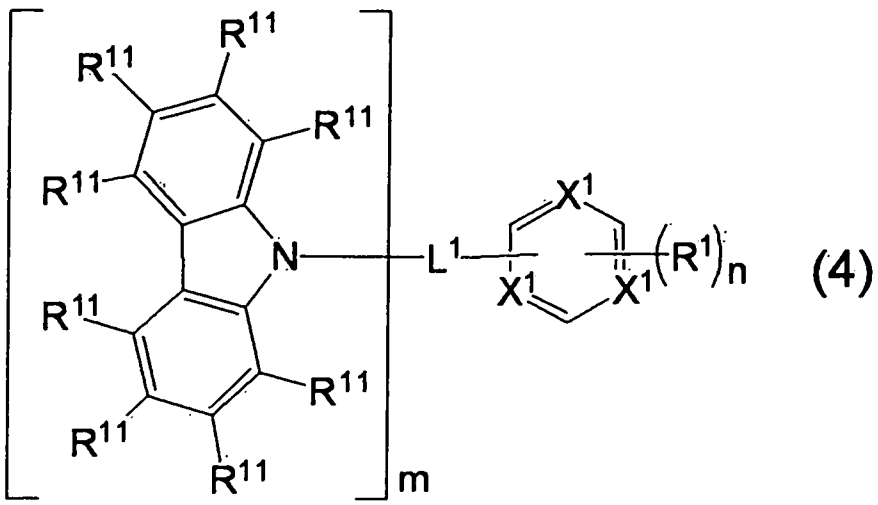








而且，本發明之有機電致發光元件中，前述第一主體材料更好以下述通式(4)表示，



(4)

[通式(4)中，L^1為

單鍵或連結基，至於連結基係表示

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

環形成碳數 5~30 之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

X^1為氮原子或 C-R^{10}，複數個 X^1 中之至少一個為氮原子，

R^1、R^{10}及 R^{11}各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數 1~10 之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

m 及 n 各獨立表示 1~2 之整數]。

又，本發明之有機電致發光元件中，前述第一主體材料之離子化電位 Ip(h1)、前述第二主體材料之離子化電位 Ip(h2)及前述磷光發光性摻雜劑材料之離子化電位 Ip(d)較好滿足下述關係。

Ip(h1) > Ip(h2) > Ip(d)。

再者，本發明之有機電致發光元件中，前述磷光發光性摻雜劑材料之發光峰波長爲 510nm 以上 570nm 以下。

依據本發明，可提供一種即使磷光發光性摻雜劑材料爲低濃度，發光效率亦高且長壽命之有機電致發光元件。

【實施方式】

[第一實施形態]

(有機 EL 元件之構成)

以下針對本發明之有機電致發光元件(以下稱爲有機

EL元件)之元件構成加以說明。

有機EL元件之代表元件構成可列舉爲下列等之構造。

(1) 陽極/發光層/陰極

(2) 陽極/電洞注入層/發光層/陰極

(3) 陽極/發光層/電子注入・輸送層/陰極

(4) 陽極/電洞注入層/發光層/電子注入・輸送層/陰極

(5) 陽極/電洞注入・輸送層/發光層/電子注入・輸送層/陰極。

上述中較好使用(5)之元件構成，但並不限於該等。

又，上述所謂「發光層」一般爲採用摻雜系統之包含主體材料與摻雜劑材料之有機層。主體材料一般爲促進電子與電洞之再結合，將藉由再結合產生之激發能量傳達到摻雜劑材料。至於摻雜劑材料較好爲量子收率高之化合物，接收來自主體材料之激發能量之摻雜劑材料顯示高的發光性能。

上述「電洞注入・輸送層」意指「電洞注入層及電洞輸送層中之至少任一種」，「電子注入層・輸送層」意指「電子注入層及電子輸送層中之至少任一種」。此處，於具有電洞注入層及電洞輸送層時，較好在陽極側設置電洞注入層。又，於具有電子注入層及電子輸送層時，較好在陰極側設置電子注入層。

接著，於圖1中顯示第一實施形態之有機EL元件

1。

有機 EL 元件 1 具備透明基板 2、陽極 3、陰極 4、電洞輸送層 6、發光層 5、及電子輸送層 7。

而且，自陽極 3 側依序層合電洞輸送層 6、發光層 5、電子輸送層 7 及陰極 4。

[發光層]

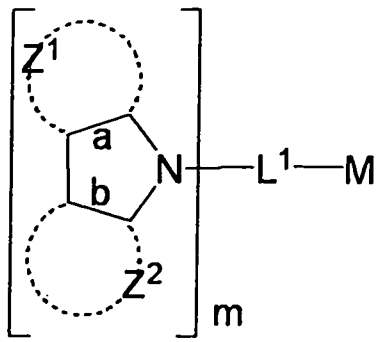
發光層 5 含有作爲主成分之第一主體材料、第二主體材料及磷光發光性摻雜劑材料。

此處，發光層中，第一主體材料較好爲 50 質量%以上 90 質量%以下，第二主體材料較好爲 5 質量%以上未達 50 質量%，磷光發光性摻雜劑材料較好爲 0.1 質量%以上 30 質量%以下。此處，發光層中第一主體材料、第二主體材料、及磷光發光性摻雜劑之總量較好爲 100 質量%。

該發光層 5 係提供電子與電洞再結合之場所，具有將其連接至發光之功能。

(第一主體材料)

本發明之有機 EL 元件所用之第一主體材料可使用以下述通式(1)表示之化合物。



(1)

[通式(1)中，Z^1表示於a處縮合之以下述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，Z^2表示於b處縮合之以下述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，但，Z^1或Z^2之至少任一者係以下述通式(1-1)表示，

M為環形成碳數2~40之經取代或未經取代之含氮雜芳香族環，

L^1為

單鍵或連結基，至於連結基係表示

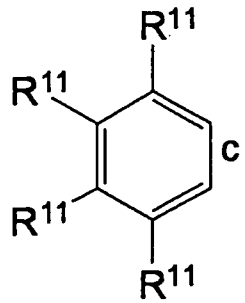
環形成碳數6~30之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數2~30之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

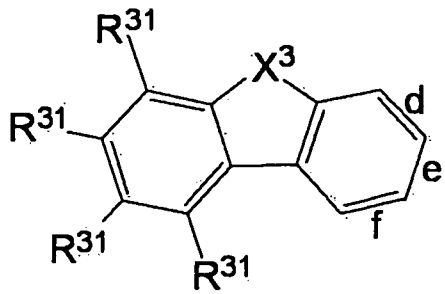
環形成碳數5~30之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

m為1或2]，



(1－1)



(1－2)

[通式(1-1)及(1-2)中，c、d、e、f分別表示於前述通式(1)之a或b處縮合，

R^{11}及R^{31}各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數1~20之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數1~20之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數1~10之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數6~30之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

環形成碳數6~30之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數2~30之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

但，複數個R^{11}可彼此相同亦可不同，

複數個R^{31}可彼此相同亦可不同，

X^3爲硫原子、氧原子、或N-R^{32}，

R^{32}係與上述R^{11}及R^{31}同義]。

前述通式(1-1)中，c表示於前述通式(1)之a或b處縮

合。

前述通式(1-2)中，d、e、f之任一者表示在前述通式(1)之a或b處縮合。

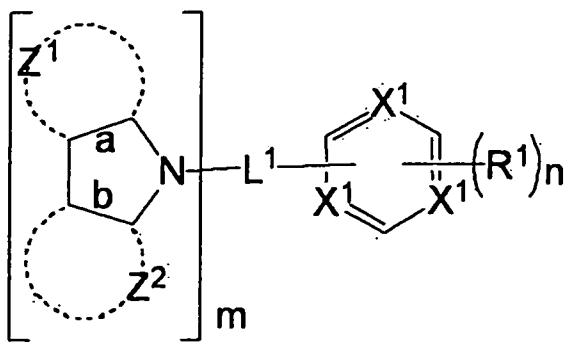
此處，所謂「主成分」意指發光層中，第一主體材料含有50質量%以上之意。

再者，「含氮雜芳香族環」包含嗪(azine)環。

本發明中，所謂氫原子包含中子數不同之同位素，亦即，氕(protium)、氘(deuterium)、氚(tritium)。

上述通式(1)中，以M表示之含氮雜芳香族環列舉爲吡啶、嘧啶、噠啶、三嗪、氮丙啶(aziridine)、氮雜吲哚嗪(azaindolizine)、吲哚嗪、咪唑、吲哚、異吲哚、吲唑、嘌呤、喋啶(pteridine)、β-咔啉、萘啶、喹喔啉(quinoxaline)、三聯吡啶、聯吡啶、吖啶、菲繞啉、菲啶、咪唑并吡啶等。

尤其，較好爲吡啶、嘧啶、三嗪，第一主體材料較好爲以下述通式(3)表示。



(3)

[通式(3)中，Z^1表示於a處縮合之以前述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，Z^2表示於b處縮合之以前述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，但，Z^1或Z^2之至少任一者係以前述

通式(1-1)表示，

L^1 爲

單鍵或連結基，至於連結基係表示

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

環形成碳數 5~30 之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

X^1 爲氮原子或 $C-R^{10}$，複數個 X^1 中之至少一個爲氮原子，

R^1 及 R^{10} 各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數 1~10 之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

m 及 n 各獨立表示 1~2 之整數，

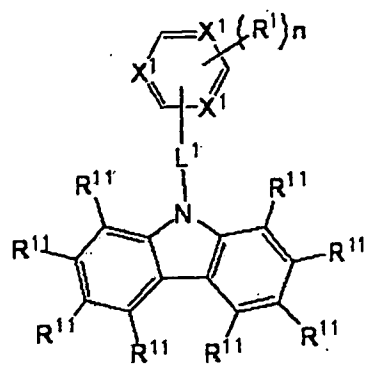
前述通式(1-1)及(1-2)中，c、d、e、f分別表示於前述通式(3)之a或b處縮合]。

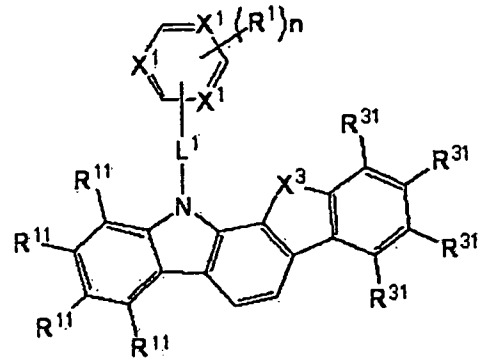
前述通式(3)之a、b係表示於c處縮合前述通式(1-1)，且於d、e、f之任一處縮合前述通式(1-2)。

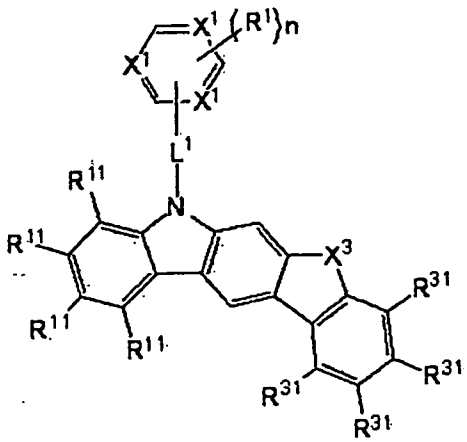
但，複數個X^1可相互相同亦可不同。

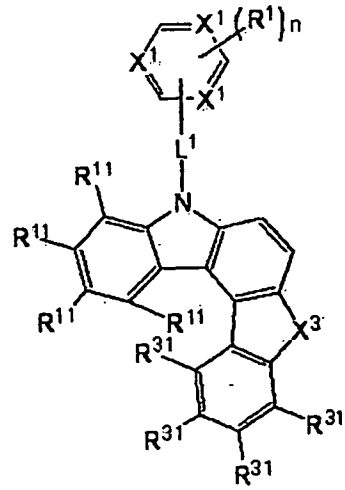
n為2時，複數個R^1可相互相同亦可不同。

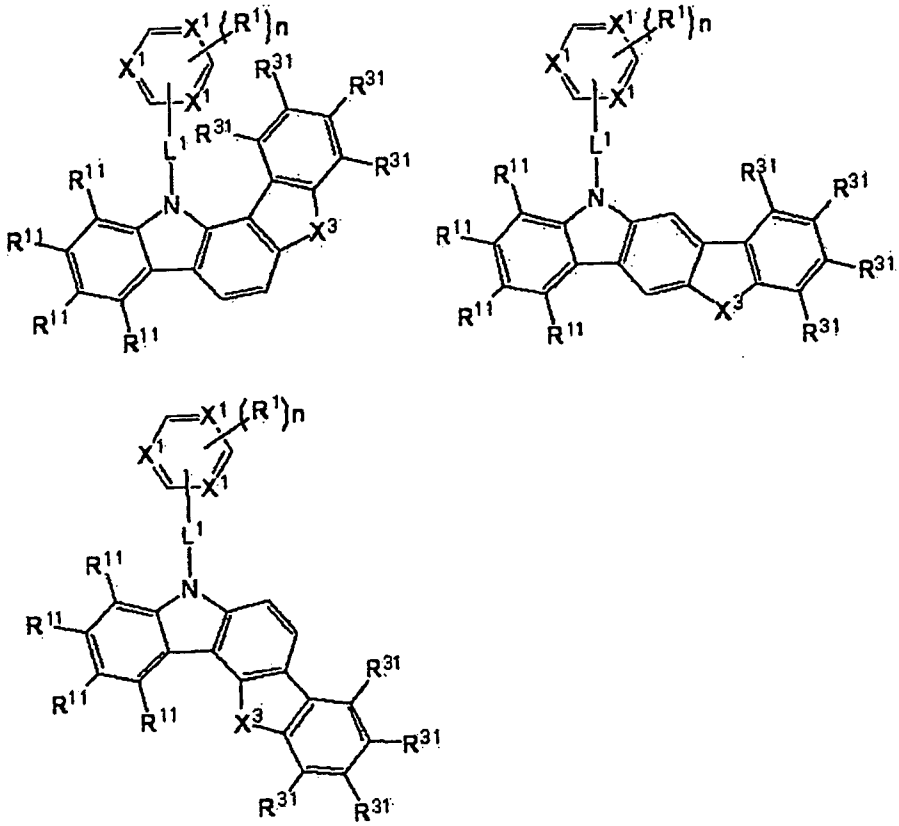
此處，於上述通式(3)中之a、b處，縮合上述通式(1-1)及(1-2)之化合物列舉為以下述通式表示者。



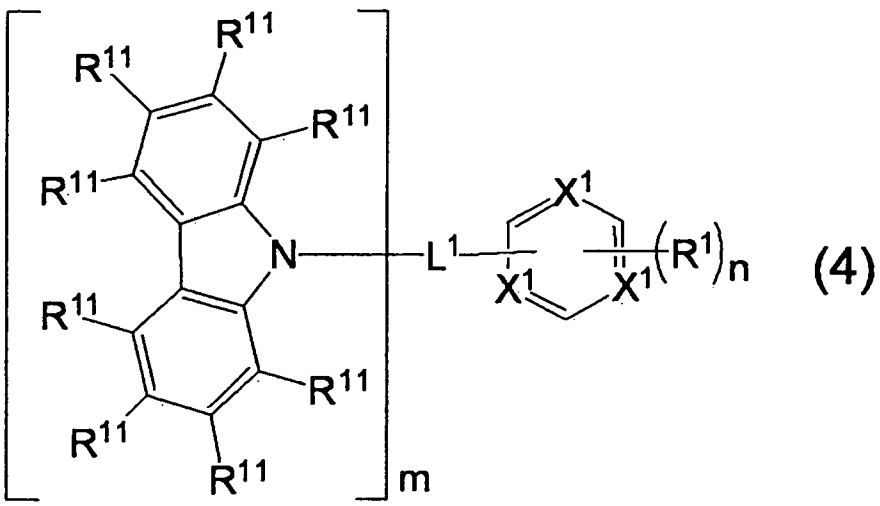








而且，第一主體材料更好爲以下述通式(4)表示者。



[通式(4)中，L^1爲

單鍵或連結基，至於連結基係表示

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環

基，

環形成碳數 5~30 之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

X^1 爲氮原子或 C-R^{10}，複數個 X^1 中之至少一個爲氮原子，

R^1、R^{10}及 R^{11}各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數 1~10 之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

m 及 n 各獨立表示 1~2 之整數]。

但，複數個 R^{11} 可彼此相同亦可不同，複數個 X^1 可彼此相同亦可不同，複數個 R^1 可彼此相同亦可不同。

又，n 爲 2 時，複數個 R^1 可彼此相同亦可不同。前述通式(1)、(3)~(4)、(1-1)及(1-2)中，以 R^1、R^{10}~R^{11} 及 R^{31}~R^{32} 表示烷基、烷氧基、鹵烷基、鹵烷氧基、烷基矽烷基可爲直鏈狀、分支鏈狀、環狀之任一者。

前述通式(1)、(3)~(4)、(1-1)及(1-2)中，前述碳數1~20之烷基列舉爲例如甲基、乙基、丙基、異丙基、正丁基、第二丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、正己基、正庚基、正辛基、正壬基、正癸基、正十一烷基、正十二烷基、正十三烷基、正十四烷基、正十五烷基、正十六烷基、正十七烷基、正十八烷基、新戊基、1-甲基戊基、2-甲基戊基、1-戊基己基、1-丁基戊基、1-庚基辛基、3-甲基戊基、環戊基、環己基、環辛基、3,5-四甲基環己基等。

前述碳數1~20之烷氧基較好爲碳數1~6之烷氧基，具體而言列舉爲甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基、戊氧基、己氧基等。

前述碳數1~20之鹵烷基列舉爲例如前述碳數1~20之烷基以1個以上之鹵基取代者。

前述碳數1~20之鹵烷氧基列舉爲例如前述碳數1~20之烷氧基以1個以上之鹵基取代者。

前述碳數1~10之烷基矽烷基列舉爲例如三甲基矽烷基、三乙基矽烷基、三丁基矽烷基、二甲基乙基矽烷基、二甲基異丙基矽烷基、二甲基丙基矽烷基、二甲基丁基矽烷基、二甲基第三丁基矽烷基、二乙基異丙基矽烷基等。

前述碳數6~30之芳基矽烷基列舉爲例如苯基二甲基矽烷基、二苯基甲基矽烷基、二苯基第三丁基矽烷基、三苯基矽烷基等。

前述環形成碳數2~30之芳香族雜環基(包含縮合芳香

族雜環基)列舉爲吡咯基、吡嗪基、吡啶基、吲哚基、異吲哚基、呋喃基、苯并呋喃基、異苯并呋喃基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、喹啉基、異喹啉基、喹喔啉基、咔唑基、菲啶基、吖啶基、菲繞啉基、噻吩基、及由吡啶環、吡嗪環、嘧啶環、嗒嗪環、三嗪環、吲哚環、喹啉環、吖啶環、吡咯啶環、二噁烷環、哌啶環、嗎啉環、哌嗪環、咔唑環、呋喃環、噻吩環、噁唑環、噁二唑環、苯并噁唑環、噻唑環、噻二唑環、苯并噻唑環、三唑環、咪唑環、苯并咪唑環、吡喃環、二苯并呋喃環形成之基。

前述環形成碳數 6~30 之芳香族烴基(包含縮合芳香族烴基)列舉爲苯基、萘基、菲基、聯苯基、三聯苯基、四聯苯基、熒蒽(fluoranthene)基、三伸苯基基、菲基、芴基。

前述通式(1)、(3)~(4)中之以 L^1 表示之環形成碳數 6~30 之芳香族烴基及環形成碳數 2~30 之芳香族雜環基列舉爲相當於上述基之二價之基。

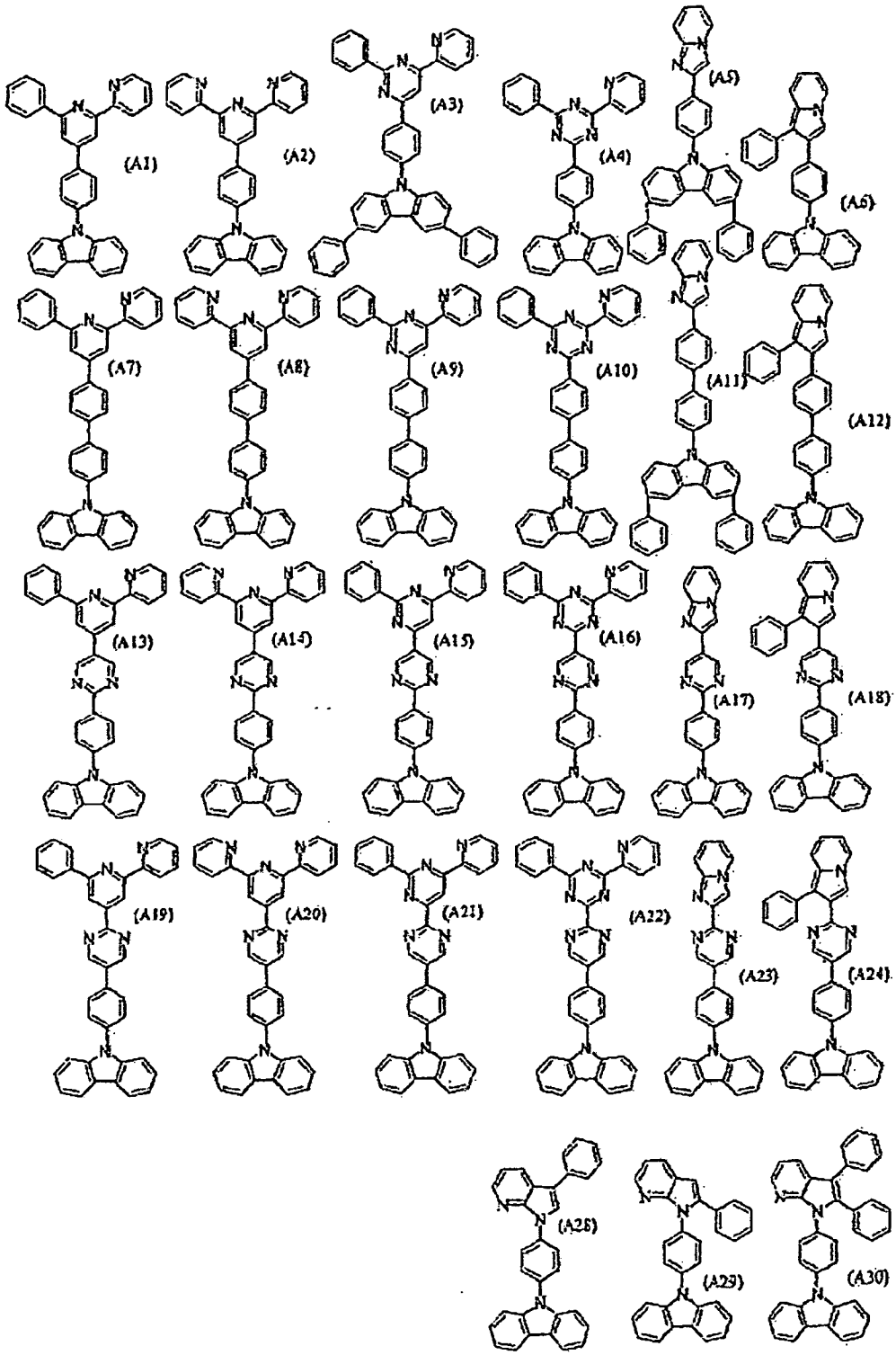
且，環形成碳數 5~30 之環狀烴基列舉爲例如伸環戊基、伸環己基、伸環庚基等。

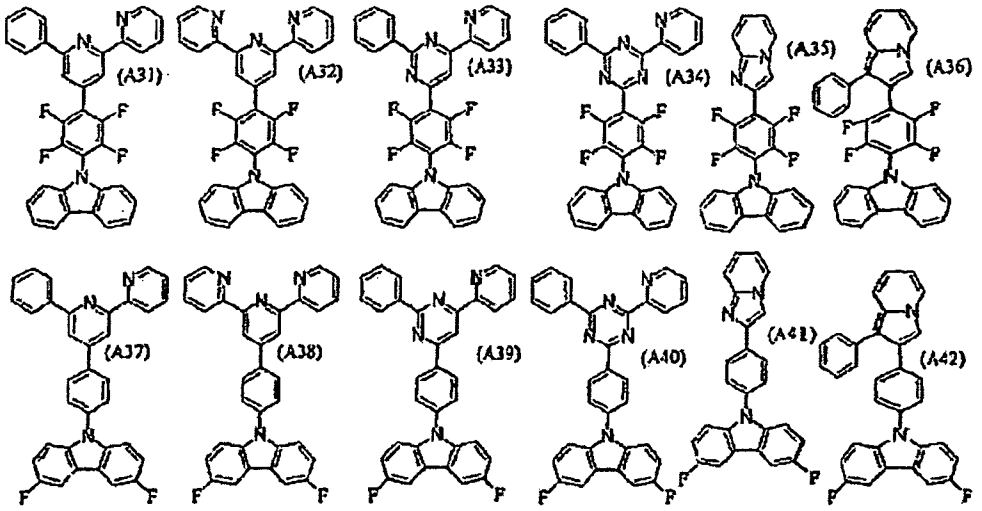
前述通式(1)、(3)~(4)、(1-1)及(1-2)中之 L^1、X^1~X^2、R^1、R^{10}~R^{11} 及 R^{31}~R^{32} 具有一個或複數個取代基時，前述取代基較好爲直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數 1~20 之烷基；直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數 1~20 之烷氧基；直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數 1~20 之鹵烷基；直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數 1~10 之烷基矽烷基；環形

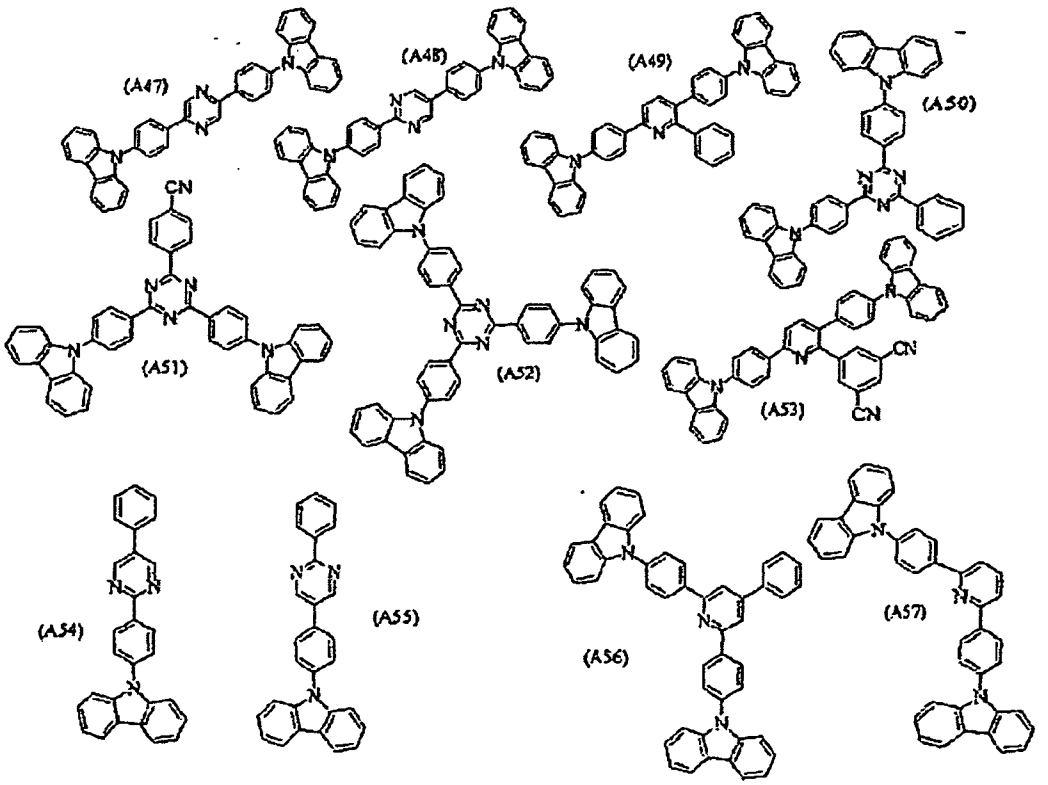
成碳數 6~30 之芳基矽烷基；氰基；鹵素原子；環形成碳數 6~30 之芳香族烴基或縮合芳香族烴基；或環形成碳數 2~30 之芳香族雜環基或縮合芳香族雜環基。

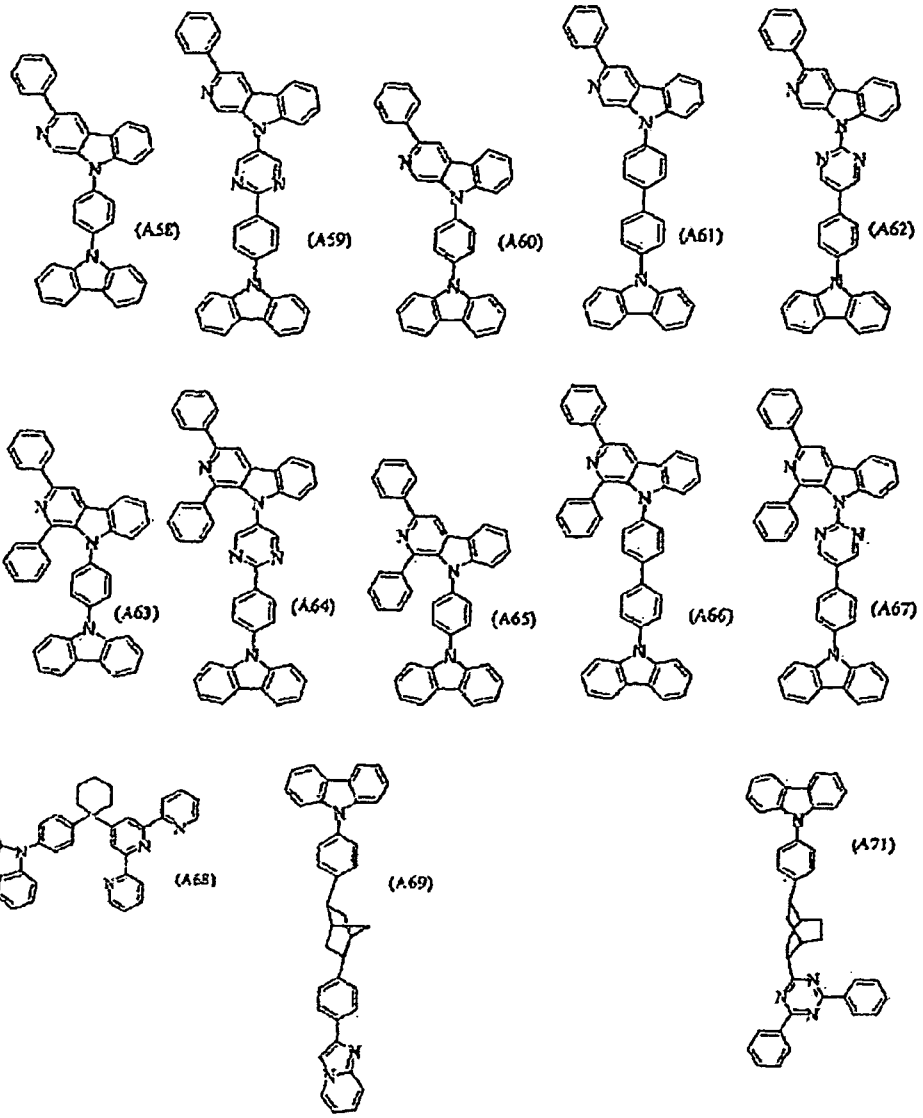
前述直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數 1~20 之烷基，前述直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數 1~20 之烷氧基，前述直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數 1~20 之鹵烷基，前述直鏈狀、分支鏈狀或環狀之碳數碳數 1~10 之烷基矽烷基，前述環形成碳數 6~30 之芳基矽烷基，前述環形成碳數 6~30 之芳香族烴基或縮合芳香族烴基、前述環形成碳數 2~30 之芳香族雜環基或縮合芳香族雜環基可列舉爲例如前述之基，至於鹵素原子列舉爲氟原子。

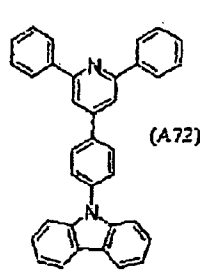
以上述通式(1)~(4)表示之化合物之例列舉如下。

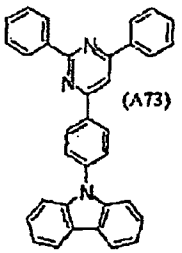

(A1)
(A2)
(A3)
(A4)
(A5)
(A6)
(A7)
(A8)
(A9)
(A10)
(A11)
(A12)
(A13)
(A14)
(A15)
(A16)
(A17)
(A18)
(A19)
(A20)
(A21)
(A22)
(A23)
(A24)
(A28)
(A29)
(A30)

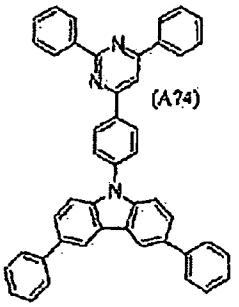

(A31)
(A32)
(A33)
(A34)
(A35)
(A36)
(A37)
(A38)
(A39)
(A40)
(A41)
(A42)

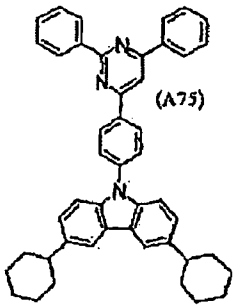

(A47)
(A48)
(A49)
(A50)
(A51)
(A52)
(A53)
(A54)
(A55)
(A56)
(A57)
CN

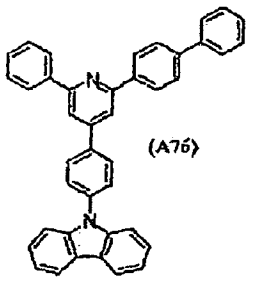

(A58)
(A59)
(A60)
(A61)
(A62)
(A63)
(A64)
(A65)
(A66)
(A67)
(A68)
(A69)
(A71)

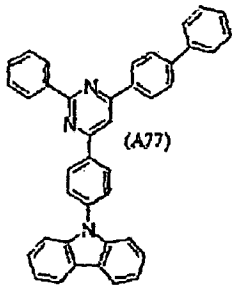

(A72)

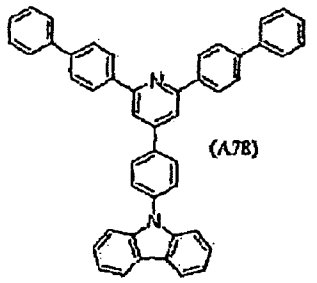

(A73)

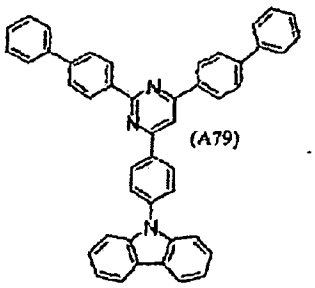

(A74)

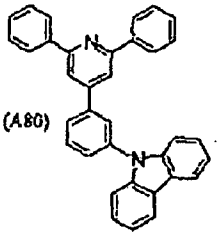

(A75)

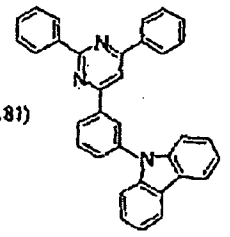

(A76)

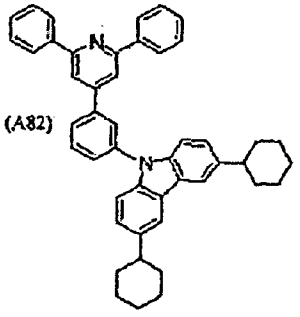

(A77)

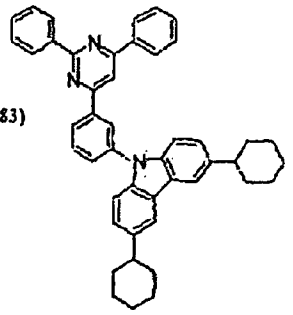

(A78)

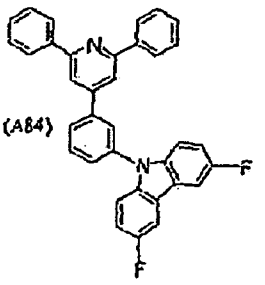

(A79)


(A80)

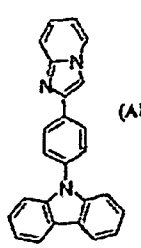

(A81)


(A82)

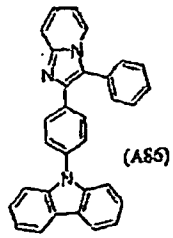

(A83)



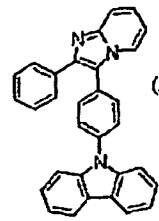
(A84)



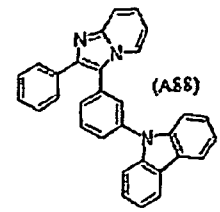
(A85)



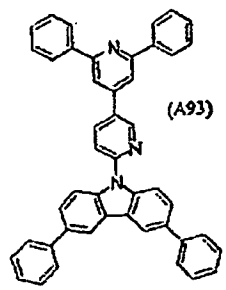
(A86)



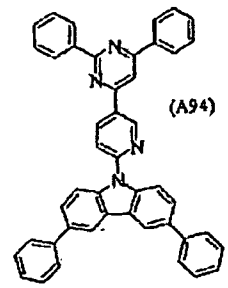
(A87)



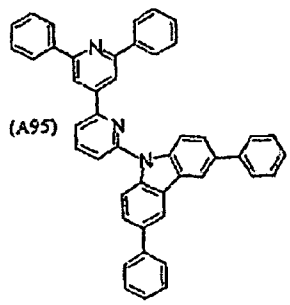
(A88)



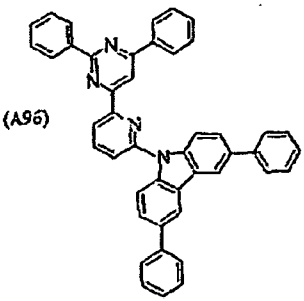
(A93)



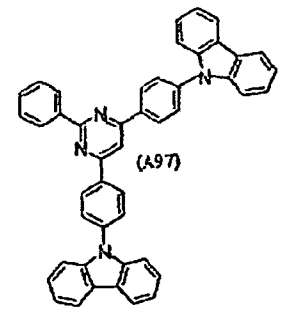
(A94)



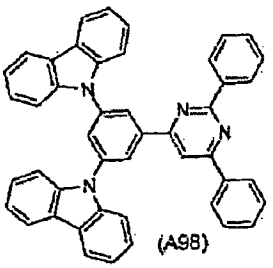
(A95)



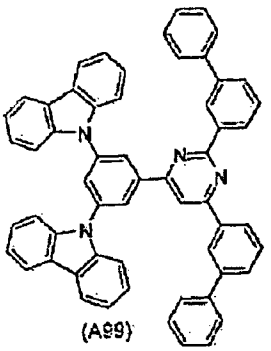
(A96)



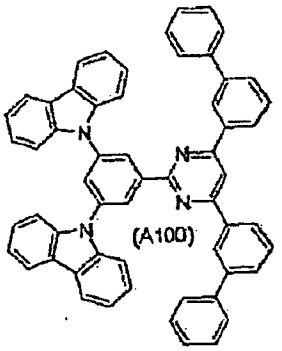
(A97)



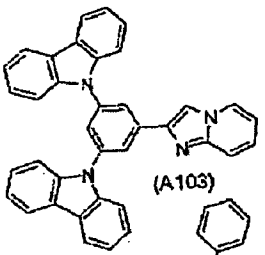
(A98)



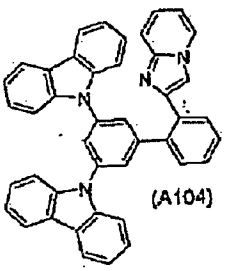
(A99)



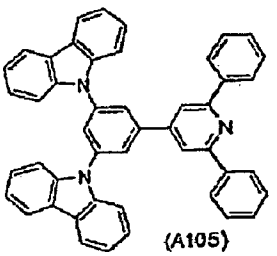
(A100)



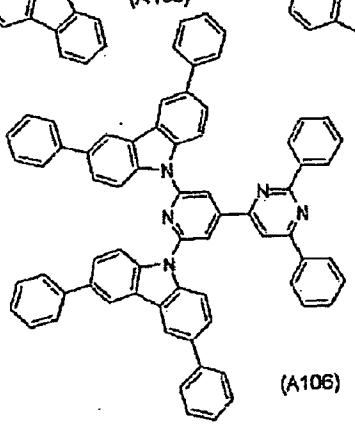
(A103)



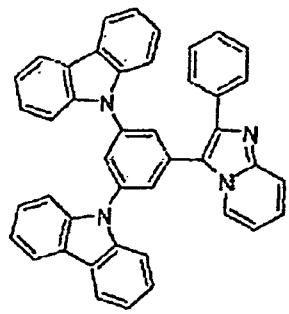
(A104)



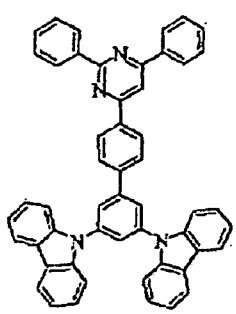
(A105)



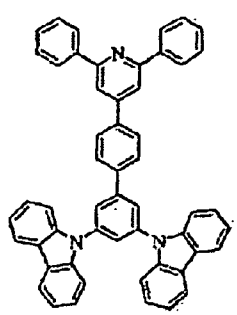
(A106)



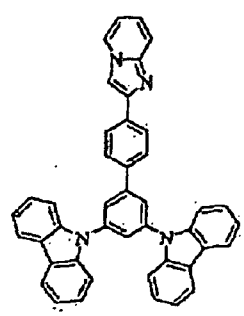
(A109)



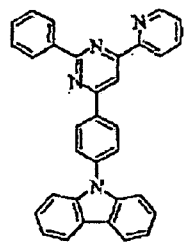
(A110)



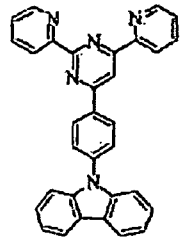
(A111)



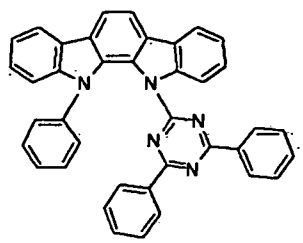
(A112)

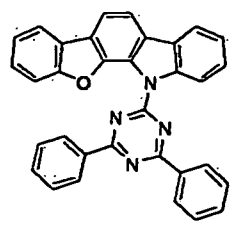


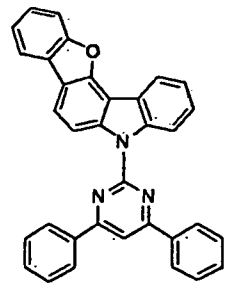
(A113)



(A114)



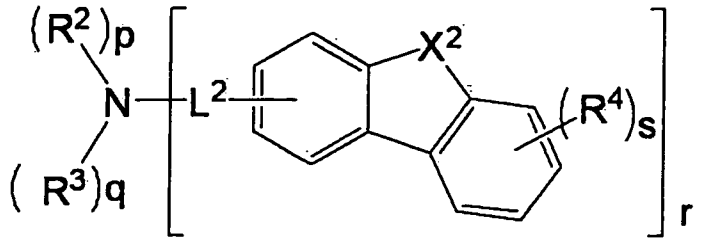




又，亦可爲電洞輸送材料、後述之第二主體材料及磷光發光性摻雜劑材料之組合，但作爲第一主體材料，其離子化電位 Ip(h1)較好爲 5.5eV 以上 6.2eV 以下，更好爲 5.7eV 以上 6.1eV 以下。

(第二主體材料)

本發明之有機 EL 元件中使用之第二主體材料較好使用以下述通式(2)表示之化合物。



(2)

[通式(2)中，X^2 爲硫原子、氧原子或 N-R^5，

L^2 爲單鍵或連結基，且與前述通式(1)中之 L^1 同義，

R^2~R^3 各獨立表示

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

R^4~R^5 分別與前述通式(1-1)及(1-2)中之 R^{11} 及 R^{31} 同義，

p、q 分別表示 0~2，r 表示 1~3 之整數，p+q+r=3，

s 表示 1~4 之整數，s 爲 2~4 之整數時，複數個 R^4 可分別相同亦可不同]。

r 爲 2~3 之整數時，複數個 X^2 可分別相同亦可不同，複數個 L^2 可分別相同亦可不同。

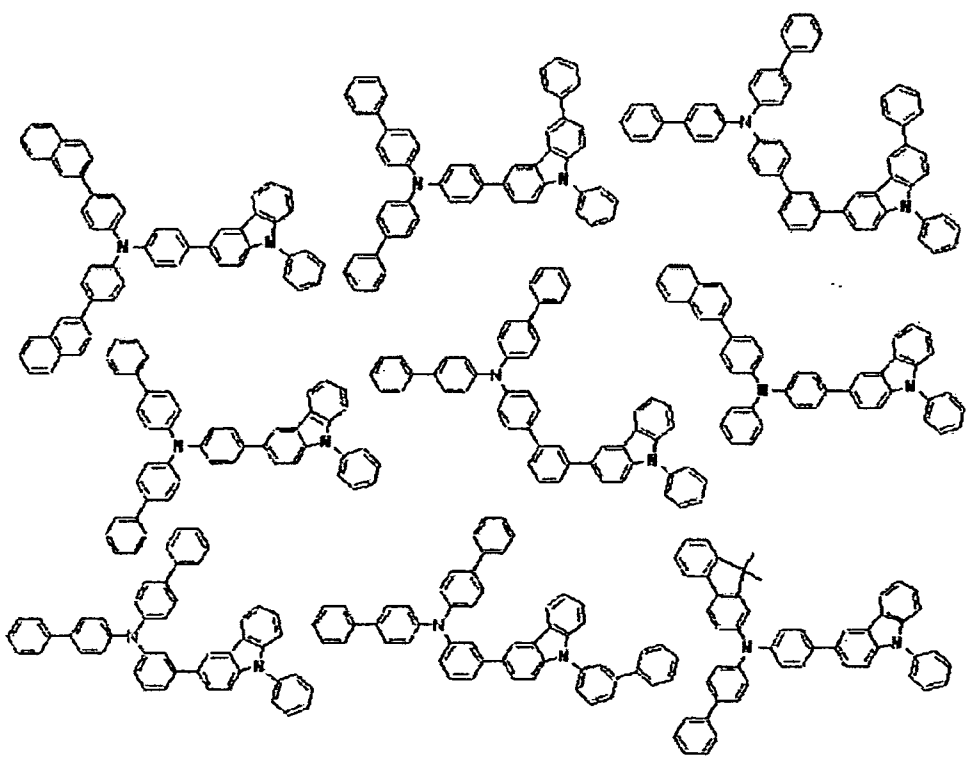
p 爲 2 時，複數個 R^2 可分別相同亦可不同。q 爲 2 時，複數個 R^3 可分別相同亦可不同。

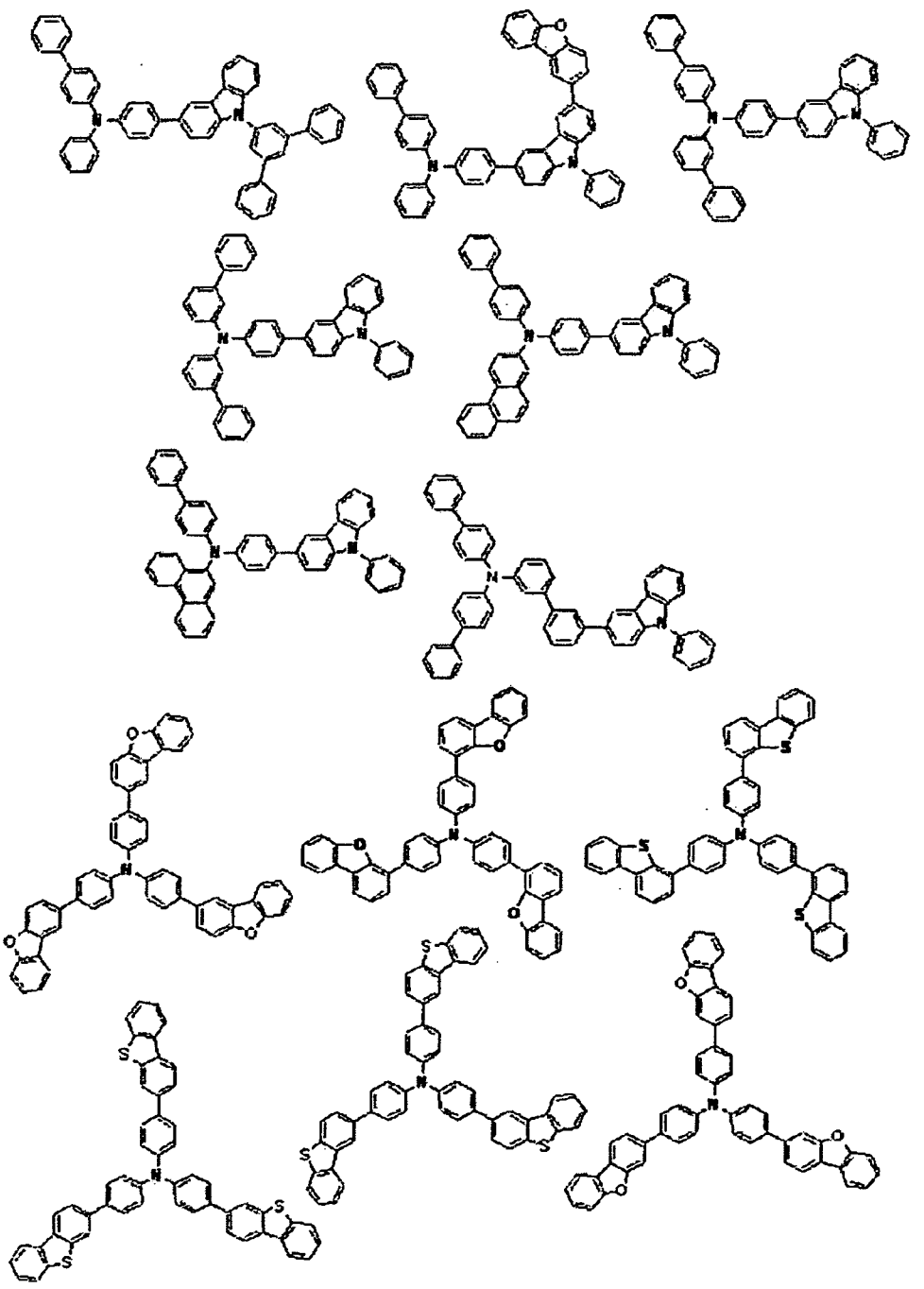
前述通式(2)中，以 R^2~R^5 表示之烷基、烷氧基、鹵烷基、鹵烷氧基、烷基矽烷基可為直鏈狀、分支鏈狀、環狀之任一者。

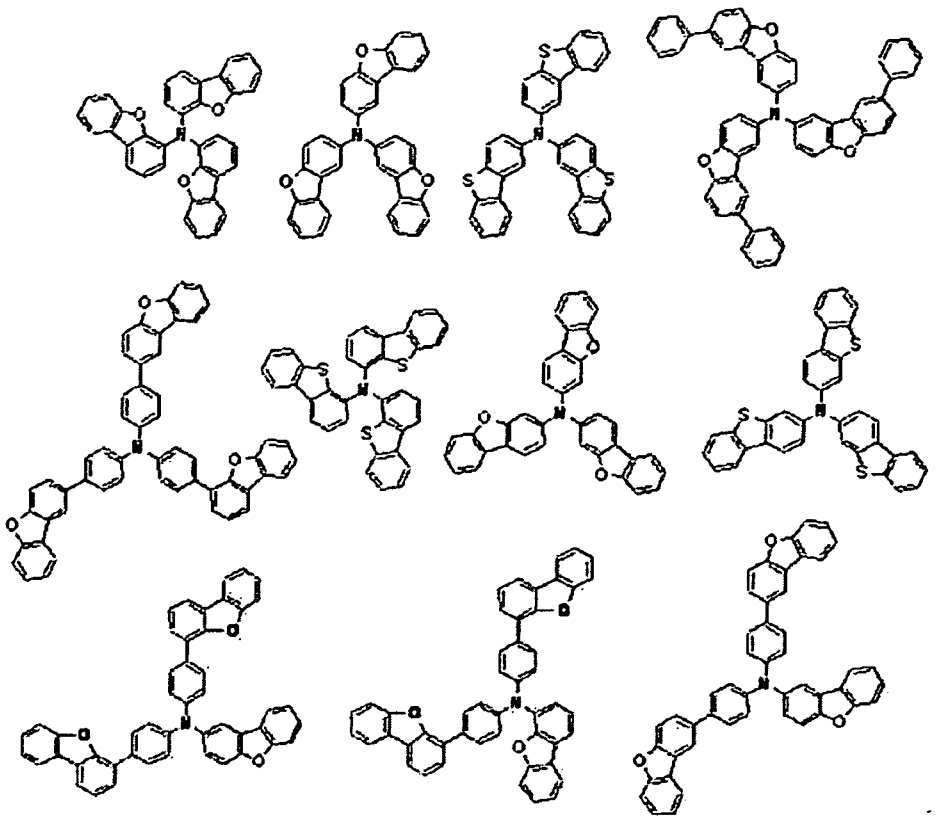
前述通式(2)中，碳數 1~20 之烷基、碳數 1~20 之烷氧基、碳數 1~20 之鹵烷基、碳數 1~20 之鹵烷氧基、碳數 1~10 之烷基矽烷基、碳數 6~30 之芳基矽烷基、環形成碳數 6~30 之芳香族烴基、環形成碳數 6~30 之縮合芳香族烴基、環形成碳數 2~30 之芳香族雜環基、及環形成碳數 2~30 之縮合芳香族雜環基係與前述通式(1)中相同。

另外，前述通式(2)中，L^2、X^2、R^2~R^5 具有一個或複數個取代基時，前述取代基係與前述通式(1)中相同。

以上述通式(2)表示之化合物之例列舉如下。







且，亦可爲電洞輸送材料、第一主體材料及後述之磷光發光性摻雜劑材料之組合，但作爲第二主體材料，其離子化電位 Ip(h2)較好爲 5.3eV 以上 5.7eV 以下，更好爲 5.4eV 以上 5.6eV 以下。

(磷光發光性摻雜劑材料)

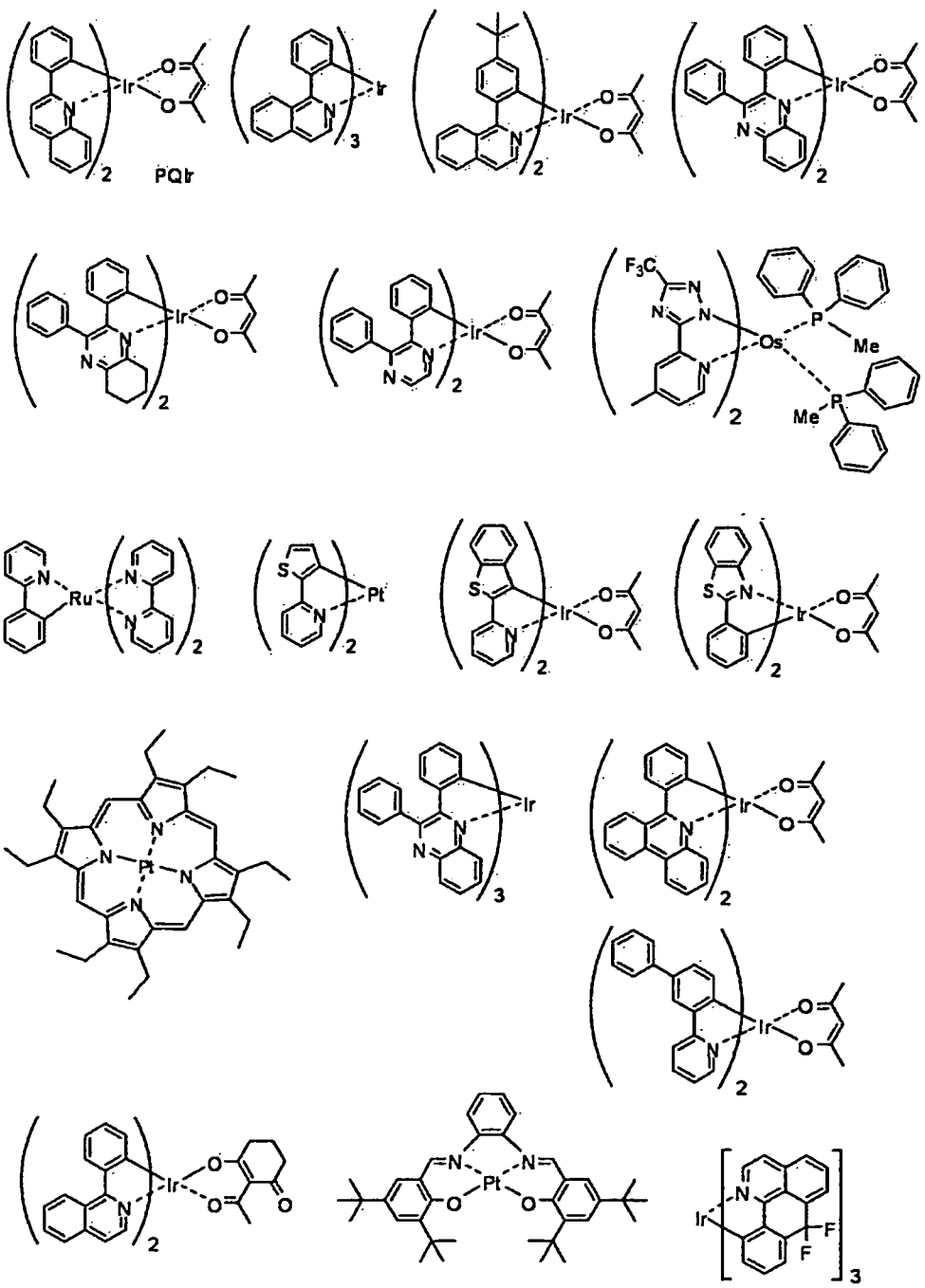
磷光發光性摻雜劑材料含有金屬錯合物，該金屬錯合物較好具有自 Ir(銥)、Pt(鉑)、Os(鋨)、Au(金)、Cu(銅)、Re(錸)及 Ru(釕)選出之金屬原子及配位子。

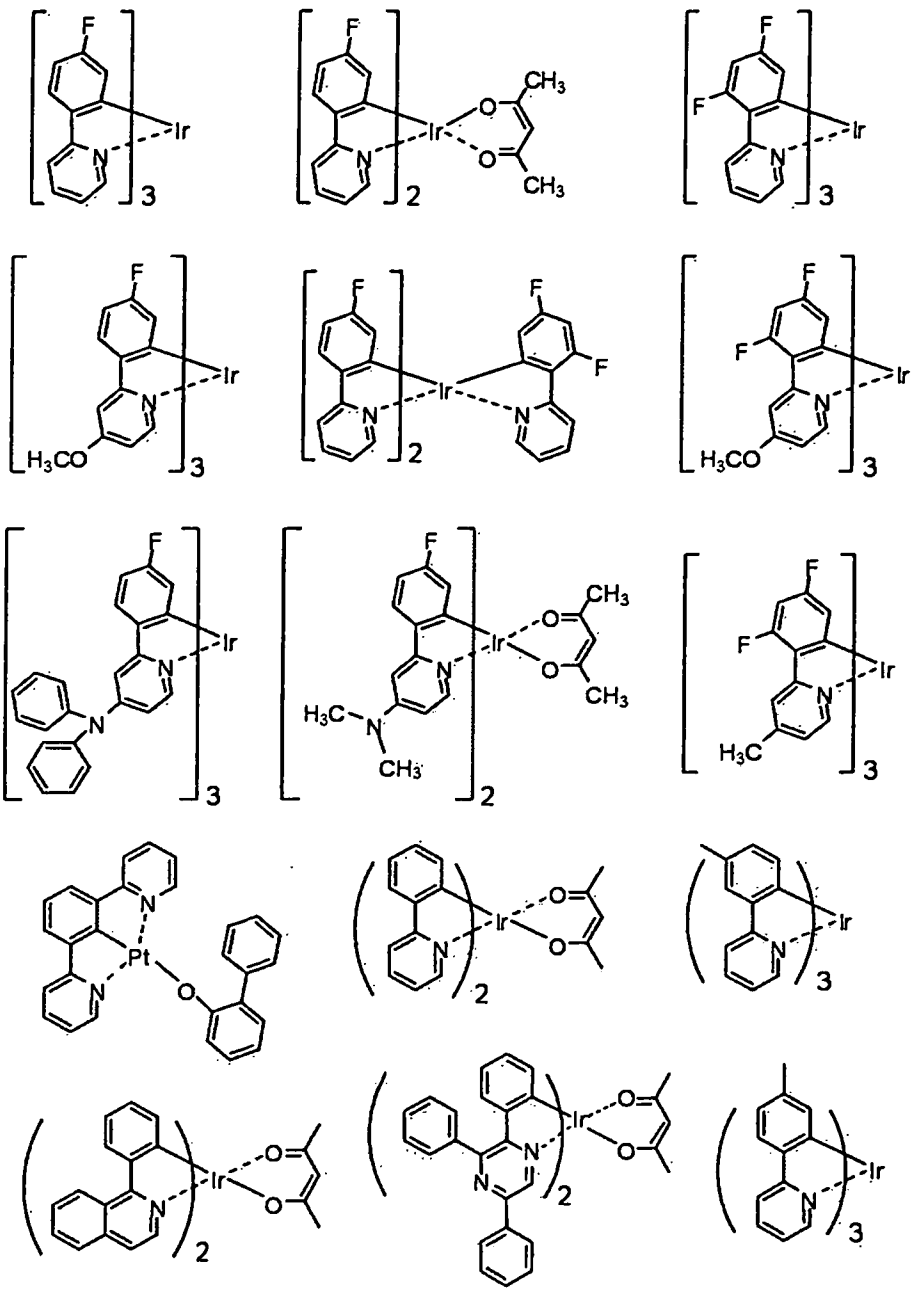
尤其，前述配位子較好具有鄰位金屬鍵。

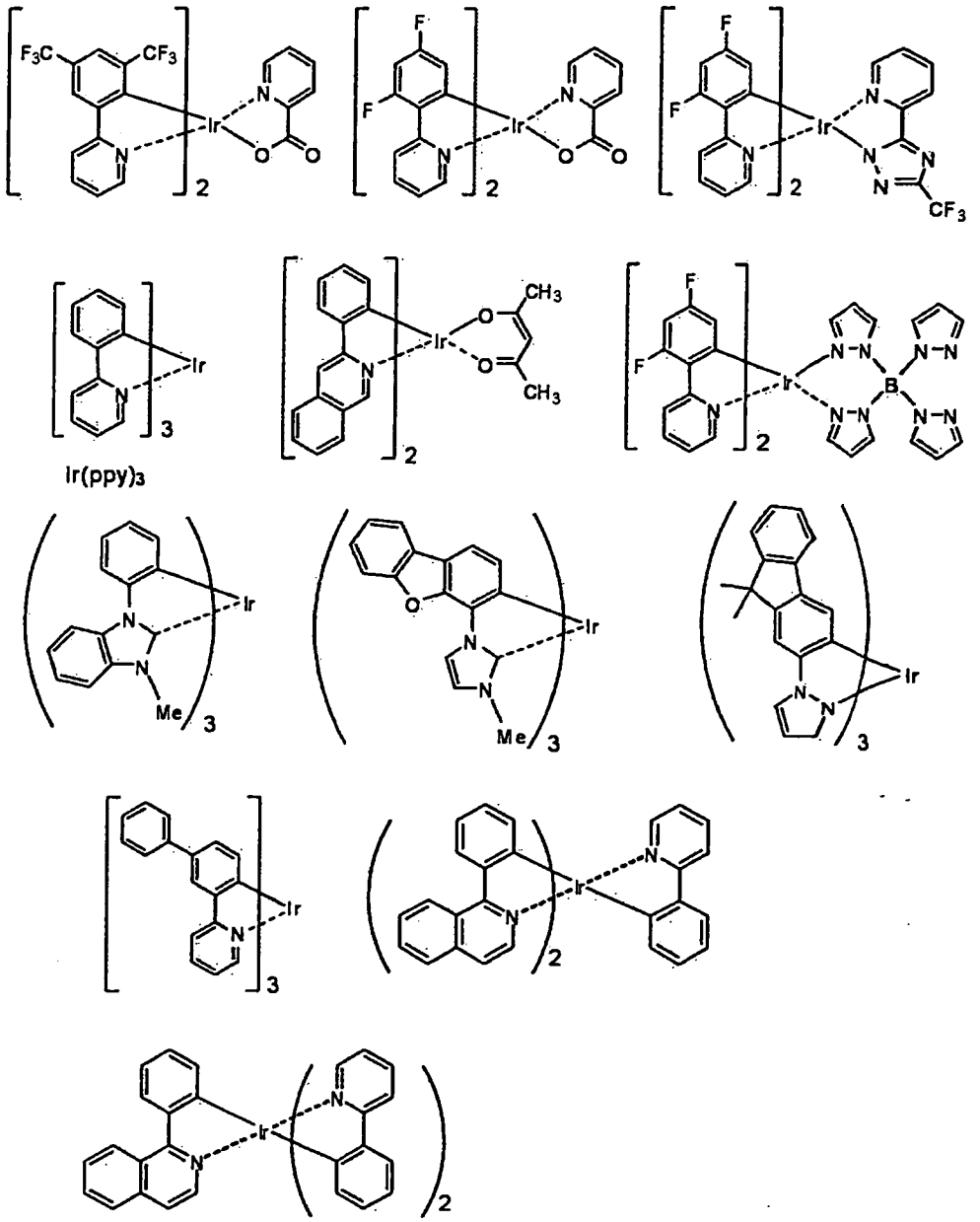
就磷光量子收率高、可進一步提高有機 EL 元件之外部量子效率之觀點而言，較好爲含有由 Ir、Os 及 Pt 選出之金屬原子之化合物，更好爲銥錯合物、鋨錯合物、鉑錯

合物等金屬錯合物，其中更好爲銥錯合物及鉑錯合物，最好爲鄰位金屬化銥錯合物。且，就發光效率等之觀點而言，較好爲由選自苯基喹啉、苯基異喹啉、苯基吡啶、苯基嘧啶、苯基哌嗪及苯基咪唑之配位子構成之有機金屬錯合物。

較佳之金屬錯合物之具體例示於下。







磷光發光性摻雜物材料可單獨使用，亦可併用兩種以上。

發光層 5 中所含前述磷光發光性摻雜劑材料中之至少一種較好爲發光波長之波峰爲 500nm 以上 650nm 以下，更好爲 510nm 以上 630nm 以下。本實施形態中之發光色較好爲綠色。一般顯示綠色之發光波長之波峰爲 495nm 以上 570nm，但本實施形態中，發光波長最好爲 510nm

以上 570nm 以下。

藉由於前述特定之第一、第二主體材料中摻雜該發光波長之磷光發光性摻雜劑材料而構成發光層 5，可成爲高效率之有機 EL 元件。

(發光層內之各材料之離子化電位之關係)

本發明中，第一主體材料之離子化電位 Ip(h1)、前述第二主體材料之離子化電位 Ip(h2)及前述磷光發光性摻雜劑材料之離子化電位 Ip(d)較好滿足下述關係。

$$Ip(h1) > Ip(h2) > Ip(d) \qquad (數式\ 1)$$

又，離子化電位(Ip)係以後述之測定方法測定。

通常，發光層 5 中，以前述通式(1)表示之第一主體材料之能量障壁(亦即，離子化電位 Ip(h1))較大時，不會直接引起電洞注入到第一主體材料之 HOMO，而是電洞注入到能量障壁較小之磷光發光性摻雜劑材料之 HOMO 中。然而，一起含有以前述通式(2)表示之離子化電位 Ip(h2)滿足上述(數式 1)之第二主體材料時，除磷光發光性摻雜劑材料以外，電洞亦注入第二主體材料之 HOMO 中。

此處，爲提高電洞對第一主體材料之注入效率，雖思考提高磷光發光性摻雜劑材料濃度，但提高磷光發光性摻雜劑材料之濃度時，就因濃度消光造成發光效率下降方面

而言，一般需要更多昂貴之磷光發光性摻雜劑材料，而使成本增加。且，減少磷光發光性摻雜劑材料之濃度時，發光層內之電洞不足，電洞與電子之再結合局部化於鄰接之電洞輸送層界面處而造成壽命縮短。

然而，依據本發明，由於添加以前述通式(2)表示之第二主體材料，故減少磷光發光性摻雜劑材料之濃度，一方面可抑制成本，一方面可維持電洞對發光層 5 之注入效率。

另外，由於可將磷光發光性摻雜劑材料抑制在低濃度，故可抑制濃度消光之產生。另外，由於可提高發光層內之載體平衡，故可使電洞與電子之再結合遍及發光層 5 之整體。據此，有機 EL 元件 1 中，可維持驅動電壓等之初期特性，同時提高發光效率及壽命。

[基板]

有機 EL 元件 1 係將陽極 3、發光層 5、陰極 4 等層合於透光性基板 2 上而成之構成。基板 2 爲支撐該等陽極 3 之基板，較好爲在 400nm~700nm 之可見光區域之光透過率爲 50%以上之平滑基板。

透光性基板列舉爲玻璃板、聚合物板等。

玻璃板特別列舉爲使用鈉鈣玻璃(soda-lime glass)、含有鋇・鍶之玻璃、鉛玻璃、鋁矽酸玻璃、硼矽酸玻璃、鋇硼矽酸玻璃、石英等作爲原料者。

又，作爲聚合物板，可列舉爲使用聚碳酸酯、丙烯酸

系、聚對苯二甲酸乙二酯、聚醚硫醚、聚碸系等作爲原料使用者。

(陽極及陰極)

有機 EL 元件 1 之陽極 3 爲擔任將電洞注入於電洞注入層、電洞輸送層 6 或發光層 5 之角色者，且對具有 4.5eV 以上之功函數係有效。

陽極材料之具體例列舉爲氧化銦錫合金(ITO)、氧化錫(NESA)、氧化銦鋅氧化物、金、銀、白金、銅等。

陽極 3 可藉由以蒸鍍法或濺鍍法等方法等，使該等陽極材料於基板 2 上形成薄膜而製作。

自陽極 3 側取出來自發光層 5 之發光時，陽極 3 之可見光區域之光之透過率較好大於 10%。又，陽極 3 之薄片電阻(sheet resistance)較好爲數百 Ω/□以下。陽極 3 之膜厚雖依據材料而定，但通常在 10nm~1μm 之範圍選擇，較好在 10~200nm 之範圍選擇。

至於陰極，就將電子注入發光層之目的而言，較好爲功函數較小之材料。

陰極材料並無特別限制，但具體而言可使用銦、鋁、鎂、鎂-銦合金、鎂-鋁合金、鋁-鋰合金、鋁-鈧-鋰合金、鎂-銀合金等。

陰極 4 亦與陽極 3 同樣，可藉由以蒸鍍法或濺鍍法等方法，例如於電子輸送層 7 上形成薄膜而製作。又，亦可採用自陰極 4 側取出來自發光層 5 之發光之樣態。自陰極

4 側取出來自發光層 5 之發光時，陰極 4 之可見光區域之光之透過率較好大於 10%。

陰極之薄片電阻較好爲數百 Ω/□以下。

陰極之膜厚雖依據材料而定，但通常在 10nm~1μm，較好在 50~200nm 之範圍選擇。

[其他層]

另外爲提高電流(或發光)效率，亦可視需要設置電洞注入層、電洞輸送層、電子注入層等。於有機 EL 元件 1，設置電洞輸送層 6 及電子輸送層 7。

另外，就提高電洞對發光層之注入性之觀點而言，鄰接於發光層 5 之陽極側設置之鄰接層(電洞注入層或電洞輸送層等)之離子化電位 Ip(HT)，與發光層 5 之離子化電位 Ip(EML)之差 ΔIp(EML-HT)較好滿足下式之關係，ΔIp(EML-HT)愈小愈好。

$$0.1eV \leqq \Delta Ip(EML-HT) \leqq 0.5eV$$

此處，Ip(HT)與包含第一主體材料及磷光發光性摻雜劑材料、不含第二主體材料之發光層之離子化電位之 IP(EML2)之差爲 ΔIp(EML2-HT)。該 ΔIp(EML2-HT)與 ΔIp(EML-HT)之差，與 ΔIp(EML-HT)之比滿足下述(數式 2)之關係時爲更好。

$$\{\Delta Ip(EML2\text{-}HT)-\Delta Ip(EML\text{-}HT)\}\times 100/\Delta Ip(EML\text{-}HT)\geqq 10$$

...(數式 2)

又，發光層 5 之離子化電位 Ip(EML)係由第一主體材料之離子化電位 Ip(h1)、第二主體材料之離子化電位 Ip(h2)、磷光發光性摻雜劑材料之離子化電位 Ip(d)與各材料之發光層中之濃度(質量%)，以下述(數式 3)求得。

$$Ip(EML)=Ip(h1)\times Q(h1)/100+Ip(H2)\times Q(h2)/100+Ip(d)\times Q(d)/100$$

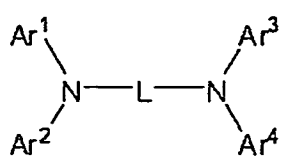
...(數式 3)

上述式中，Q(h1)表示第一主體材料之濃度(質量%)、Q(h2)表示第二主體材料之濃度(質量%)，Q(d)表示磷光發光性摻雜劑材料之濃度(質量%)。

(電洞輸送層)

電洞輸送層 6 爲有助於電洞注入到發光層中，使電洞輸送到發光區域之層，電洞移動度大，則離子化電位小。

至於形成電洞輸送層 6 之電洞輸送材料較好爲在更低電場強度將電洞輸送到發光層 5 之材料，可使用本發明之以前述通式(2)表示之第二主體材料。此外，較好使用例如以下述通式(A1)表示之芳香族胺衍生物。



...(A1)

前述通式(A1)中，Ar^1至Ar^4係表示

環形成碳數6以上50以下之芳香族烴基，

環形成碳數6以上50以下之縮合芳香族烴基，

環形成碳數2以上40以下之芳香族雜環基，

環形成碳數2以上40以下之縮合芳香族雜環基，

鍵結該等芳香族烴基與該等芳香族雜環基而成之基，

鍵結該等芳香族烴基與該等縮合芳香族雜環基而成之基，

鍵結該等縮合芳香族烴基與該等芳香族雜環基而成之基，或

鍵結該等縮合芳香族烴基與該等縮合芳香族雜環基而成之基。

但，此處列舉之芳香族烴基、縮合芳香族烴基、芳香族雜環基、及縮合芳香族雜環基亦可具有取代基。

前述通式(A1)中，L爲連結基。

環形成碳數6以上50以下之二價芳香族烴基，

環形成碳數6以上50以下之二價縮合芳香族烴基，

環形成碳數5以上50以下之二價芳香族雜環基，

環形成碳數5以上50以下之二價縮合芳香族雜環基，

以下述基鍵結兩個以上之芳香族烴基或芳香族雜環基而得之二價基：

單鍵、

醚鍵、

硫醚鍵、

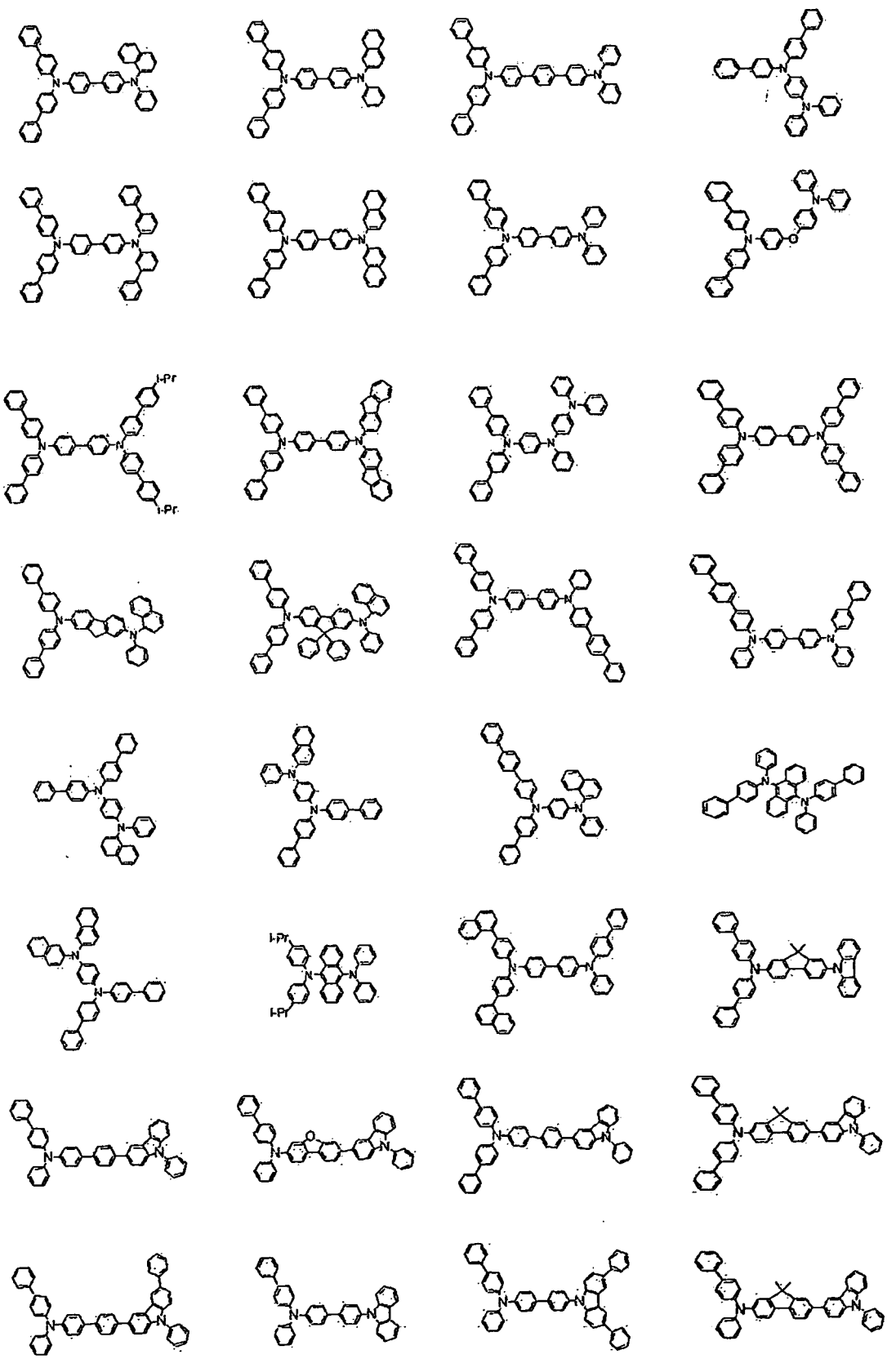
碳數1以上20以下之伸烷基、

碳數2以上20以下之伸烯基、或

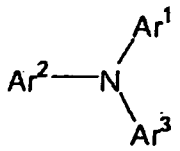
胺基。

但，此處列舉之二價芳香族烴基、二價縮合芳香族烴基、二價芳香族雜環基、及二價縮合芳香族雜環基亦可具有取代基。

下列敘述前述通式(A1)化合物之具體例，但並不限於該等。

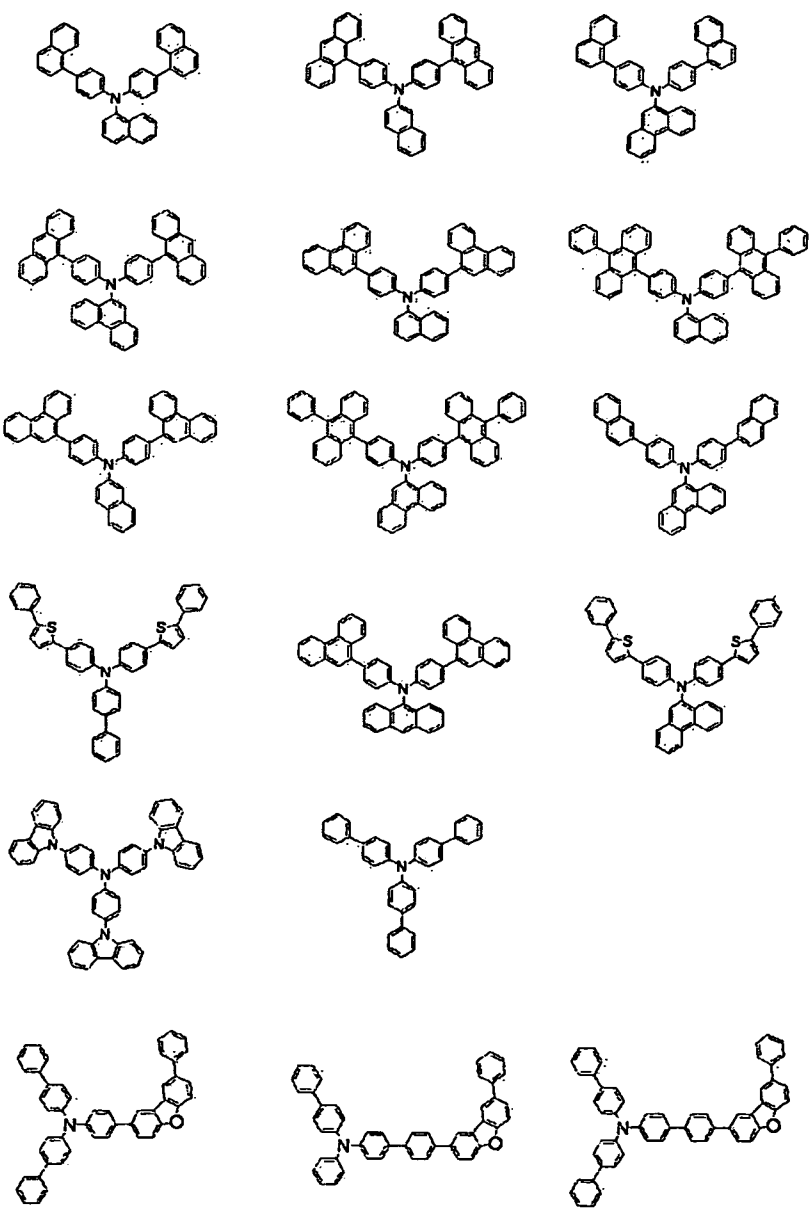


又，下述通式(A2)之芳香族胺亦可較好地使用於電洞輸送層之形成。



…(A2)

前述通式(A2)中，Ar^1 至 Ar^3 之定義係與前述通式(A1)之 Ar^1 至 Ar^4 之定義相同。以下敘述通式(A2)之化合物之具體例但並不限於該等。



發光層 5 中較好爲第一主體材料、第二主體材料及磷光發光性摻雜劑材料之組合，但作爲電洞輸送材料，其離子化電位 Ip(HT)較好爲 5.3eV 以上 5.7eV 以下。

(電子輸送層)

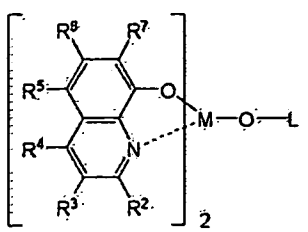
電子輸送層 7 爲有助於電子對發光層 5 注入之層，電子移動度大。

本實施形態爲在發光層 5 與陰極間具有電子輸送層 7，且電子輸送層 7 亦較好含有含氮環衍生物作爲主成分。此處，電子注入層亦可爲作爲電子輸送層之功能之層。

又，所謂「作爲主成分」意指電子輸送層 7 含有 50 質量%以上之含氮環衍生物。

電子輸送層 7 中所用之電子輸送性材料，較好使用分子內含有一個以上雜原子之芳香族雜環化合物，最好爲含氮環衍生物。又，含氮環衍生物較好爲具有含氮六員環或五員環骨架之芳香族環，或具有含氮六員環或五員環骨架之縮合芳香族環化合物。

該含氮環衍生物較好爲例如以下述通式(B1)表示之含氮環金屬螯合劑錯合物。



···(B1)

通式(B1)中之 R^2 至 R^7 獨立爲：

氫原子、

鹵素原子、

氧基、

胺基、

碳數 1 以上 40 以下之烴基、

烷氧基、

芳氧基、

烷氧基羰基、或

芳香族雜環基。

該等亦可具有取代基。

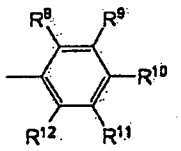
至於鹵素原子列舉爲氟、氯、溴、碘等。又，可經取代之胺基之例列舉爲烷基胺基、芳基胺基、芳烷基胺基。

烷氧基羰基表示爲-COOY'，Y'之例列舉爲與前述烷基相同者。烷基胺基及芳烷基胺基表示爲$-NQ^1Q^2$。Q^1及Q^2之具體例獨立列舉爲與於前述烷基、前述芳烷基(烷基之氫原子經芳基取代之基)說明者相同者，較佳之例亦相同。Q^1及Q^2之一者亦可爲氫原子。又，芳烷基爲前述烷基之氫原子經前述芳基取代之基。

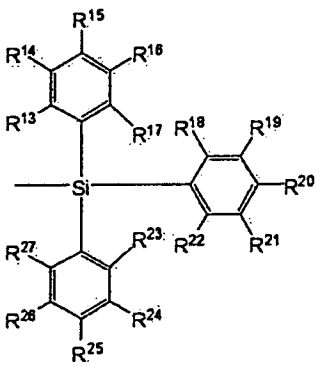
芳基胺基表示爲$-NAr^1Ar^2$，Ar^1及Ar^2之具體例各獨立與前述非縮合芳香族烴基及縮合芳香族烴基中說明之基相同。Ar^1及Ar^2之一亦可爲氫原子。

M 爲鋁(Al)、鎵(Ga)或銦(In)，較好爲 In。

上述通式(B1)之 L 爲以下述通式(B2)或(B3)表示之基。



···(B2)



···(B3)

前述通式(B2)中，R^8至R^{12}獨立爲

氫原子、或碳數1以上40以下之烴基，且相互鄰接之基亦可形成環構造。該烴基亦可具有取代基。

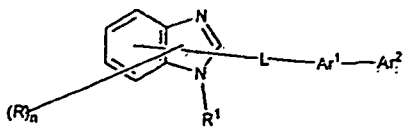
又，前述通式(B3)中，R^{13}至R^{27}獨立爲

氫原子或碳數1以上40以下之烴基，且相互鄰接之基亦可形成環狀構造。該烴基亦可具有取代基。

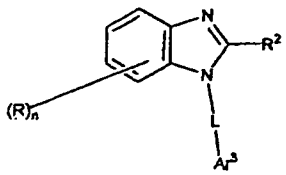
前述通式(B2)及通式(B3)之R^8至R^{12}，及R^{13}至R^{27}所示之碳數1以上40以下之烴基列舉爲與前述通式(B1)中之R^2至R^7所示之具體例相同者。

另外，R^8至R^{12}，及R^{13}至R^{27}之相互鄰接之基形成環構造時之二價基，列舉爲四亞甲基、五亞甲基、六亞甲基、二苯基甲烷-2,2'-二基、二苯基乙烷-3,3'-二基、二苯基丙烷-4,4'-二基等。

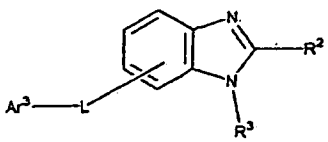
又，電子輸送層較好含有以下述通式(B4)至(B6)表示之含氮雜環衍生物之至少任一種。



···(B4)



···(B5)



···(B6)

前述通式(B4)至(B6)之式中，R為

氫原子、

環形成碳數6以上60以下之芳香族烴基、

環形成碳數6以上60以下之縮合芳香族烴基、

吡啶基、

喹啉基、

碳數1以上20以下之烷基、或

碳數1以上20以下之烷氧基。

n為0以上4以下之整數。

前述通式(B4)至(B6)之式中，R^1為

環形成碳數6以上60以下之芳香族烴基、

環形成碳數6以上60以下之縮合芳香族烴基、

吡啶基、

喹啉基、

碳數1以上20以下之烷基、或

碳數1以上20以下之烷氧基。

前述通式(B4)至(B6)之式中，R^2及R^3獨立爲

氫原子、

環形成碳數6以上60以下之芳香族烴基、

環形成碳數6以上60以下之縮合芳香族烴基、

吡啶基、

喹啉基、

碳數1以上20以下之烷基、或

碳數1以上20以下之烷氧基。

前述通式(B4)至(B6)之式中，L爲

環形成碳數6以上60以下之芳香族烴基、

環形成碳數6以上60以下之縮合芳香族烴基、

伸吡啶基、

伸喹啉基、或

伸芴基。

前述通式(B4)至(B6)之式中，Ar^1爲

環形成碳數6以上60以下之芳香族烴基、

環形成碳數6以上60以下之縮合芳香族烴基、

伸吡啶基、

伸喹啉基。

前述通式(B4)至(B6)之式中，Ar^2爲

環形成碳數6以上60以下之芳香族烴基、

環形成碳數6以上60以下之縮合芳香族烴基、

吡啶基、

喹啉基、

碳數 1 以上 20 以下之烷基、或

碳數 1 以上 20 以下之烷氧基。

前述通式(B4)至(B6)之式中，Ar^3 爲

環形成碳數 6 以上 60 以下之芳香族烴基、

環形成碳數 6 以上 60 以下之縮合芳香族烴基、

吡啶基、

喹啉基、

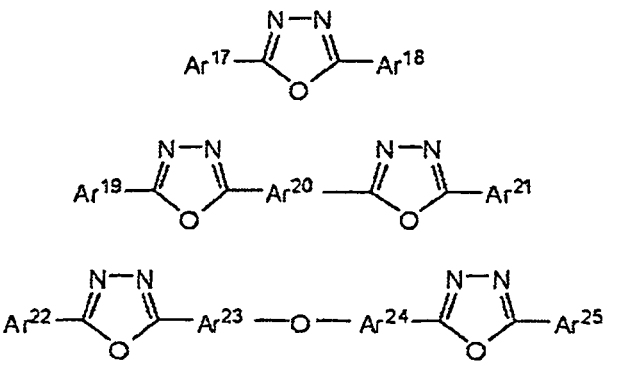
碳數 1 以上 20 以下之烷基、

碳數 1 以上 20 以下之烷氧基、或

以「$-Ar^1-Ar^2$」表示之基(Ar^1 及 Ar^2 分別與前述相同)。

另外，前述通式(B4)至(B6)之式中之 R、R^1、R^2、R^3、L、Ar^1、Ar^2 及 Ar^3 之說明中列舉之縮合芳香族烴基、縮合芳香族烴基、吡啶基、喹啉基、烷基、烷氧基、伸吡啶基、伸喹啉基、伸芴基亦可具有取代基。

電子注入層或電子輸送層中使用之電子傳達性化合物較好爲 8-羥基喹啉或其衍生物之金屬錯合物、噁二唑衍生物、含氮雜環衍生物。上述 8-羥基喹啉或其衍生物之金屬錯合物之具體例可使用包含羥基喹啉(oxine)(一般爲 8-羥喹啉基或 8-羥基喹啉)之螯合物之金屬螯合物類羥基喹啉(oxinoid)化合物，例如參(8-羥喹啉基)鋁。而且，噁二唑衍生物可列舉爲下述者。



該等噁二唑衍生物之各通式中，Ar^{17}、Ar^{18}、Ar^{19}、Ar^{21}、Ar^{22}及Ar^{25}爲

環形成碳數6以上40以下之芳香族烴基，或

環形成碳數6以上40以下之縮合芳香族烴基。

但，此處列舉之芳香族烴基及縮合芳香族烴基亦可具有取代基。又，Ar^{17}與Ar^{18}、Ar^{19}與Ar^{21}、Ar^{22}與Ar^{25}可彼此相同亦可不同。

此處列舉之芳香族烴基或縮合芳香族烴基列舉爲苯基、萘基、聯苯基、蒽基、芘基、芴基等。而且，對該等之取代基列舉爲碳數1以上10以下之烷基、碳數1以上10以下之烷氧基或氰基等。

噁二唑衍生物之各通式中，Ar^{20}、Ar^{23}及Ar^{24}爲

環形成碳數6以上40以下之二價芳香族烴基，或

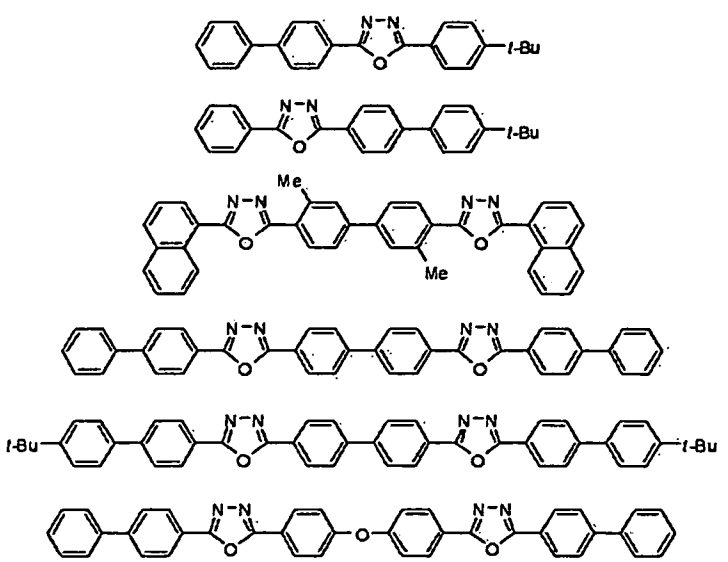
環形成碳數6以上40以下之二價縮合芳香族烴基。

但，此處列舉之芳香族烴基及縮合芳香族烴基亦可具有取代基。

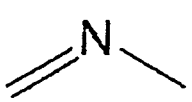
另外，Ar^{23}及Ar^{24}可彼此相同亦可不同。

此處列舉爲之二價芳香族烴基或二價縮合芳香族烴基列舉爲伸苯基、伸萘基、伸聯苯基、伸蒽基、伸芘基、伸芴基等。而且，對該等之取代基列舉爲碳數 1 以上 10 以下之烷基、碳數 1 以上 10 以下之烷氧基或氰基等。

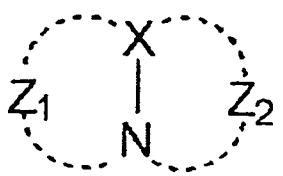
該等電子傳達性化合物較好使用薄膜形成性良好者。而且，該等電子傳達性化合物之具體例可列舉爲下述者。



作爲電子傳達性化合物之含氮雜環衍生物爲由具有以下通式之有機化合物所組成之含氮雜環衍生物，非金屬錯合物之含氮化合物。列舉爲例如含有以下述通式(B7)所示之骨架之五員環或六員環，或以下述通式(B8)表示之構造者。



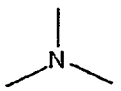
···(B7)



···(B8)

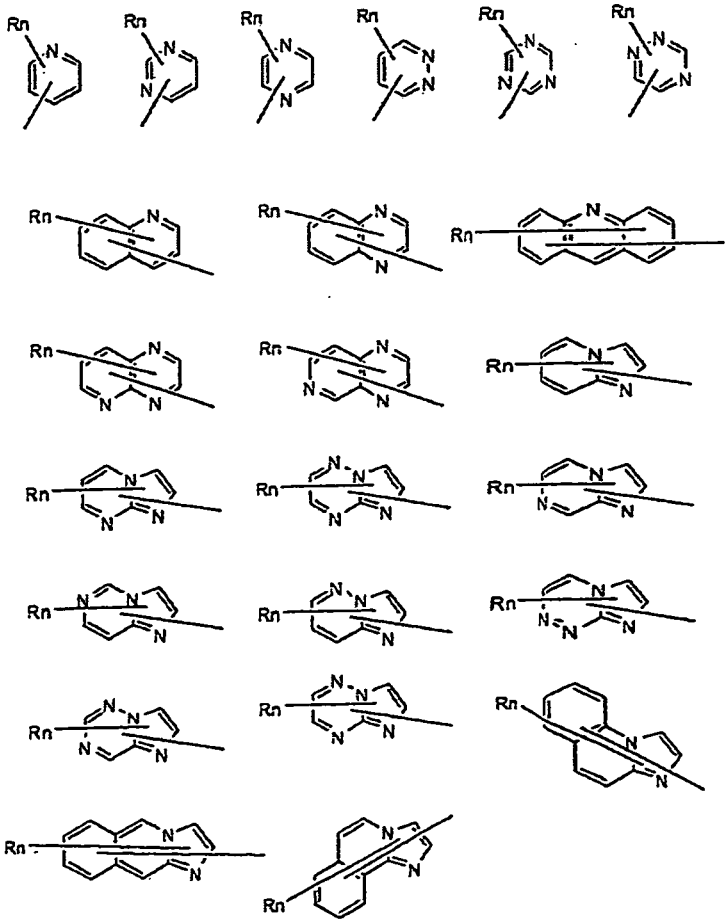
前述通式(B8)中，X表示碳原子或氮原子。Z_1及Z_2各獨立表示可形成含氮雜環之原子群。

含氮雜環衍生物更好爲具有由五員環或六員環組成之含氮芳香多環族之有機化合物。進而，具有該複數個氮原子之含氮芳香多環族時，較好爲具有組合上述通式(B7)與(B8)或上述通式(B7)與下述通式(B9)之骨架之含氮芳香多環有機化合物。



···(B9)

前述含氮芳香多環有機化合物之含氮基係選自例如以下述通式表示之含氮雜環基。



該等含氮雜環基之各通式中，R爲

環形成碳數 6 以上 40 以下之芳香族烴基，

環形成碳數 6 以上 40 以下之縮合芳香族烴基，

環形成碳數 2 以上 40 以下之芳香族雜環基，

環形成碳數 2 以上 40 以下之縮合芳香族雜環基，

碳數 1 以上 20 以下之烷基，或

碳數 1 以上 20 以下之烷氧基。

該等含氮雜環基之各通式中，n 爲 0 以上 5 以下之整數，n 爲 2 以上之整數時，複數個 R 可彼此相同亦可不同。

另外，較佳之具體化合物列舉爲以下述通式(B10)表示之含氮雜環衍生物。

$HAr-L^1-Ar^1-Ar^2$ ・・・(B10)

前述通式(B10)中，HAr 爲

環形成碳數 1 以上 40 以下之含氮雜環基。

前述通式(B10)中，L^1 爲

單鍵、

環形成碳數 6 以上 40 以下之芳香族烴基，

環形成碳數 6 以上 40 以下之縮合芳香族烴基，

環形成碳數 2 以上 40 以下之芳香族雜環基，或

環形成碳數 2 以上 40 以下之縮合芳香族雜環基。

前述通式(B10)中，Ar^1 爲

環形成碳數 6 以上 40 以下之二價芳香族烴基。

前述通式(B10)中，Ar^2為

環形成碳數6以上40以下之芳香族烴基，

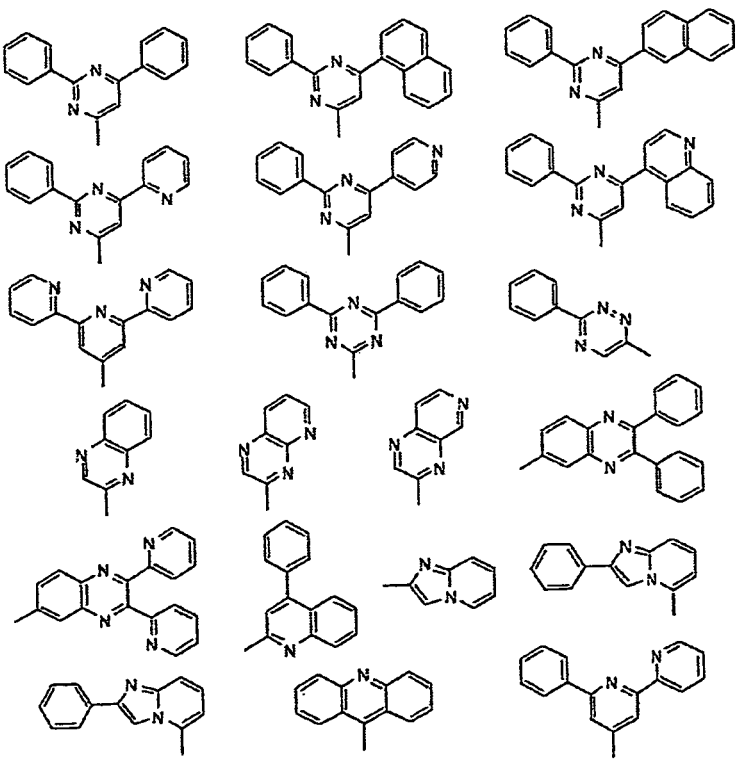
環形成碳數6以上40以下之縮合芳香族烴基，

環形成碳數2以上40以下之芳香族雜環基，或

環形成碳數2以上40以下之縮合芳香族雜環基。

又，前述通式(B10)之式中之HAr、L^1、Ar^1及Ar^2之說明中列舉之含氮雜環基、芳香族烴基、縮合芳香族烴基、芳香族雜環基及縮合芳香族雜環基亦可具有取代基。

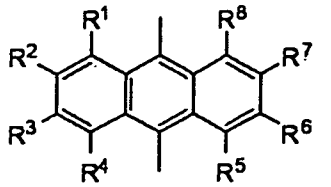
前述通式(B10)之式中之HAr為選自例如下述之群組。

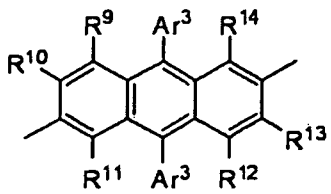


前述通式(B10)之式中之L^1為例如選自下述之群組。



前述通式(B10)之式中之 Ar^1 爲例如選自下述之芳基蒽基。





前述芳基蒽基之通式中，R^1 至 R^{14} 獨立爲

氫原子、

鹵素原子、

碳數 1 以上 20 以下之烷基、

碳數 1 以上 20 以下之烷氧基、

環形成碳數 6 以上 40 以下之芳氧基、

環形成碳數 6 以上 40 以下之芳香族烴基，

環形成碳數 6 以上 40 以下之縮合芳香族烴基，

環形成碳數 2 以上 40 以下之芳香族雜環基，或

環形成碳數 2 以上 40 以下之縮合芳香族雜環基。

前述芳基蒽基之通式中，Ar^3 爲

環形成碳數 6 以上 40 以下之芳香族烴基，

環形成碳數 6 以上 40 以下之縮合芳香族烴基，

環形成碳數 2 以上 40 以下之芳香族雜環基，或

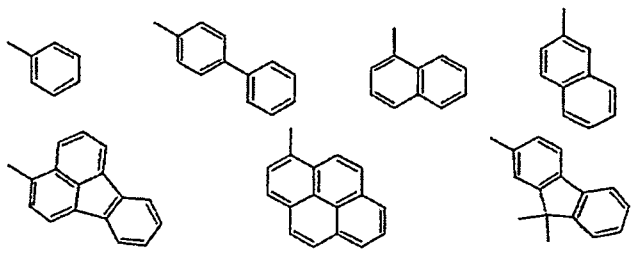
環形成碳數 2 以上 40 以下之縮合芳香族雜環

基。

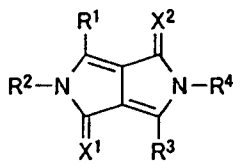
但，前述芳基蒽基之通式中之 R^1 至 R^{14}、及 Ar^3 之說明中列舉之芳香族烴基、縮合芳香族烴基、芳香族雜環基、及縮合芳香族雜環基亦可具有取代基。

另外，亦可爲 R^1 至 R^8 均爲氫原子之含氮雜環衍生物。

前述芳基蒽基之通式中，Ar^2 爲例如選自下述之群組。



作爲電子傳達性化合物之含氮芳香多環有機化合物另外亦可較好地使用下述之化合物(參照日本特開平 9-3448 號公報)。



該含氮芳香多環有機化合物之通式中，R^1 至 R^4 獨立表示

氫原子、

脂肪族基、

脂肪族式環基、

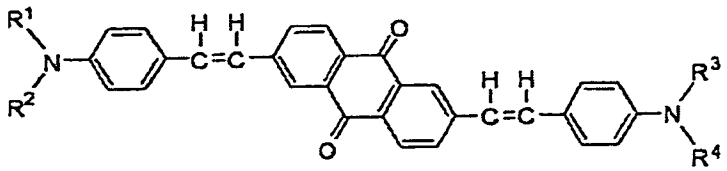
碳環式芳香族環基、或

雜環基。

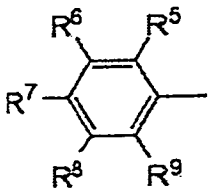
但，此處列舉之脂肪族基、脂肪族式環基、碳環式芳香族環基及雜環基亦可具有取代基。

該含氮芳香多環有機化合物之通式中，X^1、X^2 獨立表示氧原子、硫原子或二胺基亞甲基。

又，電子傳達性化合物亦可較好地使用下述之化合物(參照日本特開 2000-173774 號公報)。



前述通式中，R^1、R^2、R^3 及 R^4 爲彼此相同或不同之基，且爲以下述通式表示之芳香族烴基或縮合芳香族烴基。



前述通式中，R^5、R^6、R^7、R^8 及 R^9 爲彼此相同或不同之基，爲氫原子、或該等之至少一個爲飽和或不飽和之烷氧基、烷基、胺基、或烷基胺基。

再者，電子傳達性化合物亦可爲含該含氮雜環基或含氮雜環衍生物之高分子化合物。

又，電子注入層之構成成分，除含氮環衍生物以外，作爲無機化合物較好使用絕緣體或半導體。電子注入層若以絕緣體或半導體構成，則可有效地防止電流洩漏，提高電子注入性。

再者，本發明之電子注入層亦較好含有還原性摻雜

劑。

[膜厚]

本發明之有機 EL 元件中，設於陽極與陰極之間之各層之膜厚除前述中特別規定者以外，並無特別限制，但一般膜厚愈薄愈容易產生針孔等缺陷，相反地太厚時需要高的施加電壓而使效率變差，故通常較好爲數 nm 至 1μm 之範圍。

[有機 EL 元件之製造法]

本發明之有機 EL 元件之製造法並無特別限制，可使用過去之有機 EL 元件所使用之製造方法製造。具體而言，可藉由真空蒸鍍法、澆鑄法、塗佈法、旋轉塗佈法等形成各層。且，除使用分散有各層之有機材料之溶液之澆鑄法、塗佈法、旋轉塗佈法以外，亦可藉由同時蒸鍍有機材料與透明聚合物等而形成於聚碳酸酯、聚胺基甲酸酯、聚苯乙烯、聚芳酸酯、聚酯等透明聚合物上。

[物性之測定方法]

有機 EL 元件中使用之材料之物性係以下述所示方法測定。

· 離子化電位(Ip)

以單色分光儀(monochromator)將分光之氘燈之光(激發光)照射至材料，以電子計測定釋出之光電子釋出，以

外插法由所得光電子釋出之照射光子能量曲線求得光電子釋出之閾值而測定。至於測定機器係使用大氣中紫外線光電子分析裝置 AC-3(理研計器股份有限公司製造)。

[第二實施形態]

接著，針對第二實施形態加以說明。

第二實施形態之說明中與第一實施形態相同之構成要素附加同一符號或名稱等並省略說明而簡化。且，第二實施形態中，可使用與第一實施形態說明者相同之材料或化合物。

第二實施形態之有機 EL 元件 1A 就設置發光單元 5A、第三發光層 53，且在發光單元 5A 與第三發光層 53 之間設置隔離層 8 之方面與第一實施形態不同。且，如圖 2 所示，於基板 2 上依序層合陽極 3、電洞輸送層 6、發光單元 5A、隔離層 8、第三發光層 53、電子輸送層 7、及陰極 4。

發光單元 5A 具備連接於電洞輸送層 6 而形成之第一發光層 51、連接於第一發光層 51 及隔離層 8 之間而形成之第二發光層 52。

第一發光層 51 含有第一主體材料及第一發光材料。至於第一主體材料較好爲單胺化合物、二胺化合物、三胺化合物、四胺化合物、以咔唑基取代之胺化合物等之胺衍生物。又，第一主體材料亦可使用與以前述通式(1)表示之第一主體材料及以通式(2)表示之第二主體材料相同之

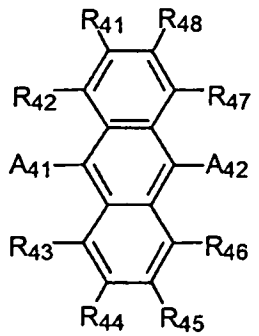
材料。至於第一發光材料較好顯示 570nm 以上之發光峰。此處，顯示 570nm 以上之發光峰之發光色爲例如紅色。

第二發光層 52 爲本發明之發光層，亦即與第一實施形態之發光層 5 相同。

所謂隔離層 8 係在鄰接之第二發光層 52 及第三發光層 53 之間設置 HOMO 位階、LUMO 位階之能量障壁，藉此調整朝第二發光層 52 及第三發光層 53 之電荷(電洞或電子)注入，且爲用以調整注入於第二發光層 52 及第三發光層 53 之電荷平衡之層。且，藉由設置三重態能量之障壁，而防止在第二發光層 52 產生之三重態能量擴散到第三發光層 53，爲用以有效地在第二發光層 52 內發光之層。

第三發光層 53 爲例如顯示藍色螢光發光之層，峰波長爲 450nm 以上 500nm 以下。第三發光層 53A 含有第三主體材料與第三發光材料。

第三主體材料列舉爲例如含有具有蒽中心骨架之下述式(41)所示之構造之化合物。



(41)

式(41)中，A_{41} 及 A_{42} 爲由可分別具有取代基之核碳

數 6~20 之芳香族環衍生之基。

R_{41}~R_{48} 分別爲氫原子、可具有取代基之核碳數 6~50 之芳基、可具有取代基之核原子數 5~50 之雜芳基、可具有取代基之碳數 1~50 之烷基、可具有取代基之碳數 3~50 之環烷基、可具有取代基之碳數 1~50 之烷氧基、可具有取代基之碳數 6~50 之芳烷基、可具有取代基之核原子數 5~50 之芳氧基、可具有取代基之核原子數 5~50 之芳硫基、可具有取代基之碳數 1~50 之烷氧基羰基、可具有取代基之矽烷基、羧基、鹵素原子、氰基、硝基及羥基中之任一種。

A_{41} 及 A_{42} 之芳香族環中取代之取代基爲可具有取代基之核碳數 6~50 之芳基、可具有取代基之碳數 1~50 之烷基、可具有取代基之碳數 3~50 之環烷基、可具有取代基之碳數 1~50 之烷氧基、可具有取代基之碳數 6~50 之芳烷基、可具有取代基之碳數 5~50 之芳氧基、可具有取代基之核原子數 5~50 之芳硫基、可具有取代基之碳數 1~50 之烷氧基羰基、可具有取代基之矽烷基、羧基、鹵素原子、氰基、硝基及羥基中之任一種。

第三發光材料列舉爲芳基胺化合物、苯乙烯基胺化合物、蒽、萘、菲、芘、并四苯、暈苯、苯并菲、螢光烯、苝、酞醯苝(phthaloperylene)、萘醯苝(naphthaloperylene)、紫環酮(perinone)、酞醯紫環酮(phthaloperinone)、萘醯紫環酮(naphthaloperinone)、二苯基丁二烯、四苯基丁二烯、香豆素、噁二唑、醛嗪

(aldazine)、雙苯并噁唑啉、雙苯乙烯、吡嗪、環戊二烯、喹啉金屬錯合物、胺基喹啉金屬錯合物、苯并喹啉金屬錯合物、亞胺、二苯基乙烯、乙烯基蒽、二胺基咔唑、吡喃、硫吡喃、聚甲醛、部花菁(merocyanine)、咪唑螯合化類羥喹啉化合物、喹吖啶酮(quinacridone)、紅螢烯(rubrene)及螢光色素等。

第三發光層 53 爲例如顯示藍色螢光發光之層，峰波長爲 450~500nm。

有機 EL 元件 1A 中由於具備紅色發光之第一發光層 51、綠色發光之第二發光層 52、及藍色發光之第三發光層 53，故元件整體可成爲白色發光。

據此，有機 EL 元件 1A 可較好地利用作爲照明或背光板等之面光源。

[第三實施形態]

接著，針對第三實施形態加以說明。

第三實施形態之說明中與第一實施形態相同之構成要素附加同一符號或名稱等並省略說明而簡化。且，第三實施形態中，可使用與第一實施形態中說明者相同之材料或化合物。

第三實施形態之有機 EL 元件爲具備電荷發生層與兩個以上之發光單元之所謂的串聯(tandem)型之元件。除自一對電極注入之電荷以外，由於自電荷發生層供給之電荷注入於發光單元內，故藉由設置電荷發生層，而提高對於

注入電流之發光效率(電流效率)。

如圖 3 所示，第三實施形態之有機 EL 元件 1B 係於基板 2 上依序層合陽極 3、電洞輸送層 6、第一發光單元 5A、電子輸送層 7、電荷發生層 9、第二電洞輸送層 6B、第二發光單元 5B、第二電子輸送層 7B、及陰極 4。

第一發光單元 5A 係與第二實施形態之第一發光單元相同，構成該第一發光單元 5A 之第二發光層 52 爲本發明之發光層，亦即與第一實施形態之發光層 5 及第二實施形態之第二發光層相同。

第二發光單元 5B 具備連接於第二電洞輸送層 6B 而形成之第三發光層 53，及連接於第三發光層 53 與第二電子輸送層 7B 之間而形成之第四發光層 54。

第三發光層 53 係與第二實施形態之第三發光層相同。

第四發光層 54B 爲綠色發光之螢光發光層，峰波長爲 500nm 以上 570nm 以下。第四發光層 54 含有第四主體材料及第四發光材料。

電荷發生層 9 爲在將電場施加於有機 EL 元件 1B 時，發生電荷之層，將電子注入於電子輸送層 7，且將電洞注入於第二電洞輸送層 6B。

電荷發生層 9 之材料可使用習知材料，或例如 US 7,358,661 中所記載之材料。具體而言，列舉爲 In、Sn、Zn、Ti、Zr、Hf、V、Mo、Cu、Ga、Sr、La、Ru 等之金屬氧化物、氮化物、碘化物、硼化物等。另外，第三發光

層 53 由於容易接受來自電荷發生層 9 之電子，故較好在電子輸送層 7 之電荷發生層界面附近摻雜以鹼金屬爲代表之供體(donor)。至於供體可選擇供體性金屬、供體性金屬化合物及供體性金屬錯合物中之至少一種。該種供體性金屬、供體性金屬化合物及供體性金屬錯合物中可使用之化合物之具體例列舉爲日本專利申請號 PCT/JP2010/003434 之公報中記載之化合物。

又，第二電洞輸送層 6B 及第二電子輸送層 7B 係與第一實施形態之電洞輸送層及電子輸送層相同。

有機 EL 元件 1B 由於爲所謂串聯型元件，故可實現驅動電流之降低，亦可實現耐久性之提高。

[實施形態之變形例]

又，本發明並不限於上述之說明，在不脫離本發明精神範圍內之改變均包含於本發明中。

第一實施形態、第二實施形態顯示連接於陽極而形成電洞輸送層之構成，但亦可進而在陽極及電洞輸送層間形成電洞注入層。

該種電洞注入層之材料較好使用卟啉(porphyrin)化合物、芳香族三級胺化合物或苯乙烯胺化合物，尤其以使用六氰基六氮雜三苯(HAT)等芳香族三級胺化合物較佳。

又，第一實施形態~第三實施形態中顯示連接於陰極形成電子輸送層之構成，但亦可在陰極及電子輸送層之間進一步形成電子注入層。

另外，第三實施形態中顯示形成兩個發光單元之構成，但亦可形成三個以上之發光單元。

[實施例]

以下列舉實施例及比較例更具體說明本發明。又，本發明並不受實施例等之內容之任何限制。

(實施例 1)

實施例 1 之有機 EL 元件係如下述般製作。

使 25mm×75mm×1.1mm 厚之貼附 ITO 透明電極(陽極)之玻璃基板(GEOMATIC (股)製造)在異丙醇中進行超音波洗淨 5 分鐘後，進行 UV 臭氧洗淨 30 分鐘。

將洗淨後之貼附透明電極線之玻璃基板安裝在真空蒸鍍裝置之基板載具上，首先於形成有透明電極線側之面上以被覆前述透明電極之方式，蒸鍍化合物 HA-1，成膜膜厚 5nm 之 HA-1 膜。該 HA-1 膜係作爲電洞注入層之功能。

於該 HA-1 膜上蒸鍍化合物 HT-1，成膜膜厚 55nm 之 HT-1 膜。該 HT-1 膜係作爲第一電洞輸送層之功能。

接著，於 HT-1 膜上蒸鍍化合物 GH1-1，成膜膜厚 10nm 之 GH1-1 膜。該 GH1-1 膜係作爲第二電洞輸送層之功能。

於該第二電洞輸送層上共蒸鍍作爲第一主體材料之化合物 GH2-1、作爲第二主體材料之化合物 GH1-1、及作爲

磷光發光性摻雜劑材料之 $Ir(Phppy)_3$。藉此，形成顯示綠色發光之厚度 35nm 之發光層。又，將第二主體材料之濃度及磷光發光性摻雜劑材料之濃度設爲 10 質量%，其餘爲第一主體材料。

接著，於該發光層上蒸鍍化合物 GH2-1，形成膜厚 5nm 之電洞阻止層。

接著，於該電洞阻止層上蒸鍍化合物 ET-1，形成膜厚 30nm 之電子輸送層。

進而，於電子輸送層上，以速率 1 埃/分鐘蒸鍍 LiF，形成厚度 1nm 之電子注入層。進而，於電子注入性陰極上蒸鍍金屬 Al，形成厚度 80nm 之陰極。

(比較例 1)

實施例 1 中，除未使用第二主體材料之化合物 GH1-1 以外，餘與實施例 1 同樣製作有機 EL 元件。

表 1 中顯示實施例 1 及比較例 1 之元件構成。又，表 1 中之括號( )內之數字沒有單位者表示各層之厚度(單位：nm)。又，%表示者顯示該化合物之質量%濃度。發光層中顯示第二主體材料及磷光發光性摻雜劑材料之質量%濃度，且省略第一主體材料之濃度之記載。

(有機 EL 元件之評價)

針對所製作之有機 EL 元件之驅動電壓、電流效率 L/J、電力效率 η、外部量子效率 EQE、及壽命進行評

價。針對各評價項目，電流密度設爲 10.00mA/cm^2。結果示於表 2。

· 驅動電壓

以使電流密度成爲 10.00mA/cm^2 之方式，量測在 ITO 與 Al 之間通電時之電壓(單位:V)。

· 電流效率 L/J 及電力效率 η

以分光放射亮度計(GS-1000：Konica Minolta 公司製造)量測對元件以使電流密度成爲 10.00mA/cm^2 之方式施加電壓時之分光放射亮度光譜，由所得之分光放射亮度光譜算出電流效率(單位：cd/A)及電力效率 η(單位：1m/W)。

· 外部量子效率 EQE

由所得上述分光放射亮度光譜，算出假定進行朗伯(Lambertian)放射時之外部量子效率 EQE(單位：%)。

· 壽命

由初期亮度 25,000nit(cd/m^2)求得亮度減少至 80%之時間(LT80)。

(實施例 2~9 及比較例 2~6)

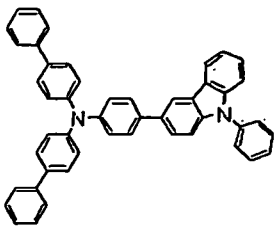
實施例 2~9 及比較例 2~6 除如表 1 所示般改變實施例 1 之各材料、各層厚度及各材料之濃度以外，餘與實施例 1 同樣製作有機 EL 元件。

以下顯示實施例 1~9 及比較例 1~6 中使用之化合物。又，實施例 1~9 中，發光層中所含 GH2-1、GH2-2、GH2-

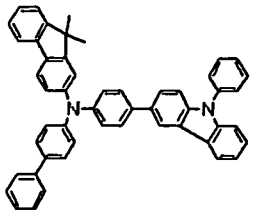
4 爲本發明中之第一主體材料，GH1-1、GH1-2、GH1-3 爲本發明中之第二主體材料。

又，表 2 顯示與實施例 1 同樣評價該等有機 EL 元件之結果。

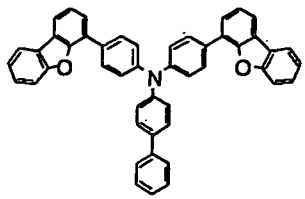
又，表 1 及表 2 中，A~C 中所示之元件系統係顯示第一主體材料之化合物、第二主體材料之化合物及該等之添加濃度以外之元件構成之差異。例如，元件系統 A 使用 $Ir(Phppy)_3$ 作爲摻雜劑材料，相對地，元件系統 B 使用 $Ir(ppy)_3$。且，元件系統 C 於第一、第二電洞輸送層之膜厚、未設置電洞阻止層方面，及電子輸送層中使用之化合物爲 ET-2 方面，與元件系統 B 不同。



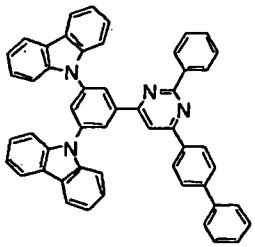
GH1－1



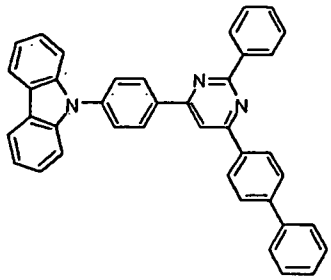
GH1－2



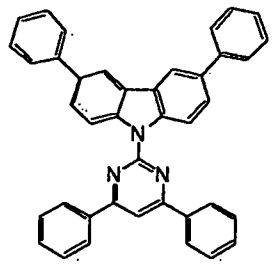
GH1－3



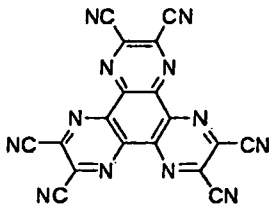
GH2－1



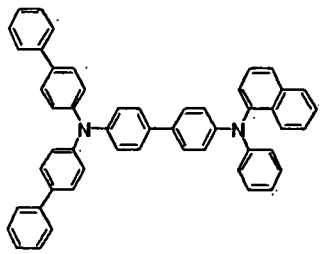
GH2－2



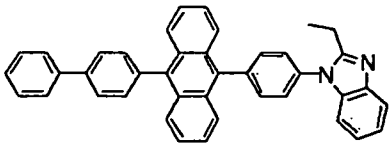
GH2－4



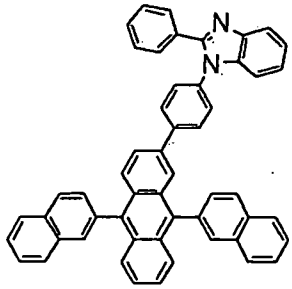
HA-1



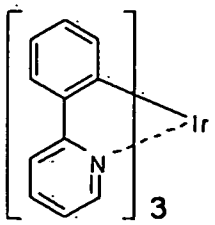
HT-1



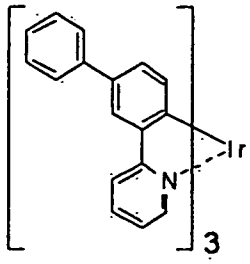
ET-1



ET-2



$Ir(ppy)_3$



$Ir(Phppy)_3$

［表１］

	元件系統	元件構成
實施例1	A	ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-1:GH1-1:Ir(Phppy)$_3$(35, 10%:10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
比較例1		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-1:Ir(Phppy)$_3$ (35, 10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例2		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-1:GH1-2:Ir(Phppy)$_3$ (35, 10%:10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例3	B	ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-2:GH1-1:Ir(ppy)$_3$(35, 10%:10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
比較例2		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-2:Ir(ppy)$_3$(35, 10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例4		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-1:GH1-1:Ir(ppy)$_3$(35, 10%:10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
比較例3		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-1:Ir(ppy)$_3$(35, 10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例5		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-4:GH1-1:Ir(ppy)$_3$(35, 10%:10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
比較例4		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(55)/GH1-1(10)/GH2-4:Ir(ppy)$_3$(35, 10%)/GH2-1(5)/ET-1(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例6	C	ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:GH1-1:Ir(ppy)$_3$(40, 10%:5%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例7		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:GH1-1:Ir(ppy)$_3$(40, 10%:10%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例8		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:GH1-3:Ir(ppy)$_3$(40, 10%:5%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)
實施例9		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:GH1-3:Ir(ppy)$_3$(40, 10%:10%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)
比較例5		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:Ir(ppy)$_3$(40, 5%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)
比較例6		ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:Ir(ppy)$_3$(40, 10%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)

[表 2]

	元件系統	電流密度 (mA/cm²)	驅動電壓 (V)	L/J (cd/A)	η (lm/W)	EQE (%)	LT80 @25000nit (hrs)
實施例 1	A	10	3.43	79.1	72.4	21.0	100
比較例 1		10	3.55	75.9	67.2	20.2	70
實施例 2		10	3.40	79.2	73.2	21.1	150
實施例 3	B	10	3.17	71.3	70.6	19.3	90
比較例 2		10	3.15	63.1	63.0	17.1	40
實施例 4		10	3.21	68.2	66.7	18.5	100
比較例 3		10	3.04	61.1	63.2	16.6	50
實施例 5		10	4.31	74.6	54.4	20.2	80
比較例 4		10	4.70	71.9	48.0	19.5	40
實施例 6	C	10	3.69	53.6	45.7	15.0	35
實施例 7		10	4.06	59.2	45.9	16.5	45
實施例 8		10	4.01	45.4	35.6	12.6	30
實施例 9		10	4.22	57.9	43.1	15.9	50
比較例 5		10	4.03	38.1	29.7	10.4	20
比較例 6		10	3.92	50.7	40.7	14.1	30

又，測定各第一主體材料、第二主體材料、電洞輸送材料之離子化電位之結果示於表 3。測定係如前述在大氣壓下使用光電子分光裝置(理研計器(股)製造:AC-3)進行。具體而言，係藉由對材料照光，測定此時因電荷分離產生之電子量而測定。

[表 3]

化合物	Ip(eV)
GH1-1	5.50
GH1-2	5.48
GH1-3	5.61
GH2-1	6.13
GH2-2	6.11
GH2-4	5.71
$Ir(ppy)_3$	5.1
$Ir(Phppy)_3$	4.8

如表 3 所示，上述實施例 1~9 中使用之第一主體材料之離子化電位 Ip(h1)、第二主體材料 Ip(h2)、及磷光發光性摻雜劑材料之離子化電位 Ip(d)滿足下列關係：

$$Ip(h1) > Ip(h2) > Ip(d)$$

且，由上述各化合物之離子化電位，基於上述(數式 3)算出各實施例之發光層之離子化電位 Ip(EML)，各實施例中，確認上述(數式 2)之關係成立。算出結果示於表 4。

［表４］

層	第2電洞輸送層	發光層						Ip（EML）	Ip(EML2)	⊿Ip(EML-HT)	⊿Ip(EML2-HT)	⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)	{⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)}×100／⊿Ip(EML-HT)
化合物	GH1－1	第一主體材料 GH2－1		第二主體材料 GH1－1		磷光發光性摻雜劑材料 Ir(Phppy)3							
Ip	Ip(HT)	Ip(h1)	質量%	Ip(h2)	質量%	Ip(d)	質量%						
比較例1	5.5 eV	6.1 eV	90		0	4.8 eV	10		5.997		0.497		
實施例1	5.5 eV	6.1 eV	80	5.5 eV	10	4.8 eV	10	5.934		0.434		0.063	14.51612903

層	第2電洞輸送層	發光層						Ip（EML）	Ip(EML2)	⊿Ip(EML-HT)	⊿Ip(EML2-HT)	⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)	{⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)}×100／⊿Ip(EML-HT)
化合物	GH1－1	第一主體材料 GH2－2		第二主體材料 GH1－1		磷光發光性摻雜劑材料 Ir(ppy)3							
Ip	Ip(HT)	Ip(h1)	質量%	Ip(h2)	質量%	Ip(d)	質量%						
比較例2	5.5 eV	6.1 eV	90		0	5.1 eV	10		6.009		0.509		
實施例3	5.5 eV	6.1 eV	80	5.5 eV	10	5.1 eV	10	5.948		0.448		0.061	13.61607143

層	第2電洞輸送層	發光層						Ip（EML）	Ip(EML2)	⊿Ip(EML-HT)	⊿Ip(EML2-HT)	⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)	{⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)}×100／⊿Ip(EML-HT)
化合物	GH1－1	第一主體材料 GH2－4		第二主體材料 GH1－1		磷光發光性摻雜劑材料 Ir(ppy)3							
Ip	Ip(HT)	Ip(h1)	質量%	Ip(h2)	質量%	Ip(d)	質量%						
比較例4	5.5 eV	5.7 eV	90		0	5.1 eV	10		5.649		0.149		
實施例5	5.5 eV	5.7 eV	80	5.5 eV	10	5.1 eV	10	5.628		0.128		0.021	16.40625

層	第2電洞輸送層	發光層						Ip（EML）	Ip(EML2)	⊿Ip(EML-HT)	⊿Ip(EML2-HT)	⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)	{⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)}×100／⊿Ip(EML-HT)
化合物	GH1－1	第一主體材料 GH2－1		第二主體材料 GH1－1		磷光發光性摻雜劑材料 Ir(ppy)3							
	Ip(HT)	Ip(h1)	質量%	Ip(h2)	質量%	Ip(d)	質量%						
比較例5	5.5 eV	6.1 eV	95		0	5.1 eV	5		6.0785		0.5785		
實施例6	5.5 eV	6.1 eV	85	5.5 eV	10	5.1 eV	5	6.0155		0.5155		0.063	12.22114452

層	第2電洞輸送層	發光層						Ip（EML）	Ip(EML2)	⊿Ip(EML-HT)	⊿Ip(EML2-HT)	⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)	{⊿Ip(EML2-HT)－⊿Ip(EML-HT)}×100／⊿Ip(EML-HT)
化合物	GH1－1	第一主體材料 GH2－1		第二主體材料 GH1－1		磷光發光性摻雜劑材料 Ir(ppy)3							
	Ip(HT)	Ip(h1)	質量%	Ip(h2)	質量%	Ip(d)	質量%						
比較例6	5.5 eV	6.1 eV	90		0	5.1 eV	10		6.027		0.527		
實施例7	5.5 eV	6.1 eV	80	5.5 eV	10	5.1 eV	10	5.964		0.464		0.063	13.57758621

而且，表 1 中，以元件系統別比較實施例及比較例之有機 EL 元件時，可知包含與實施例之第一主體材料相同之化合物作爲主體材料，磷光發光性摻雜劑濃度與實施例相同之情況下，實施例之有機 EL 元件相較於比較例之有機 EL 元件均爲高效率且長壽命。

例如，實施例 1 之有機 EL 元件藉由添加 10 質量%之 GH1-1 作爲第二主體材料，與未添加第二主體材料之比較例 1 相比，均看到驅動電壓、電流效率、電壓效率、外部量子效率 EQE、壽命提高。

又，相對於比較例 6 之有機 EL 元件含有 10 質量%之磷光發光性摻雜劑材料 $Ir(ppy)_3$，比較例 5 之有機 EL 元件爲 5 質量%。參照表 2 時，可知磷光發光性摻雜劑材料較少之比較例 5，相較於比較例 6，在上述所有評價項目上性能較差。然而，含有 GH1-1 作爲第二主體材料之實施例 6 之有機 EL 元件，即使磷光發光性摻雜劑材料之含量與比較例 5 同樣爲 5 質量%，仍確認與比較例 5 且與比較例 6 相較，當然性能獲得提高。亦即，實施例 6 中，藉由添加第二主體材料，可抑制磷光發光性摻雜劑材料之含量，同時可提高有機 EL 元件之性能，尤其是效率及壽命。

(實施例 10)

實施例 10 之有機 EL 元件除實施例 1 之各材料、各層厚度及各材料濃度變更爲如表 5 所示，且於發光層上設

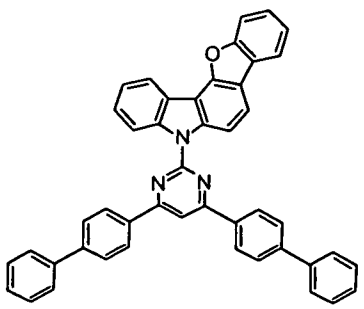
置電子輸送層以外，餘與實施例 1 同樣製作。亦即，實施例 10 之有機 EL 元件未設置電洞阻止層。又，與實施例 10 比較，上述比較例 6 之元件構成等一併記載於下。

[表 5]

	元件構成
實施例10	ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-5:GH1-1:Ir(ppy)$_3$ (40, 10%:10%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)
比較例6	ITO(75)/HA-1(5)/HT-1(150)/GH1-1(20)/GH2-1:Ir(ppy)$_3$ (40, 10%)/ET-2(30)/LiF(1)/Al(80)

以下，顯示實施例 10 中使用之化合物 GH2-5。其他材料均與上述同樣。

又，實施例 10 中，發光層中所含之 GH2-5 爲本發明之第一主體材料，GH1-1 爲本發明中之第二主體材料。化合物 GH2-5 之離子化電位爲 5.9eV。離子化電位之測定係與上述同樣進行。



GH2-5

(有機 EL 元件之評價)

針對製作之有機 EL 元件之驅動電壓、電流效率 L/J、電力效率 η、外部量子效率 EQE 及壽命(LT80)，如上述進行評價。針對各評價項目，電流密度設爲 10.00mA/cm^2。結果示於表 6。

[表 6]

	驅動電壓 (V)	L/J (cd/A)	η (lm/W)	EQE (%)	LT80 @25000nit (hrs)
實施例10	4.41	55.6	39.6	15.3	44
比較例6	3.92	50.7	40.7	14.1	30

如表 6 所示，實施例 10 之有機 EL 元件之發光效率高，與比較例 6 之有機 EL 元件相比，元件壽命約爲 1.5 倍。

又，基於上述(數式 3)，由上述各化合物之離子化電位算出實施例 10 之發光層之離子化電位 Ip(EML)，確認實施例 10 中，上述(數式 2)之關係成立。算出結果示於表 7。又，Ip(EML2)之值係以包含第一主體材料(化合物 GH2-5)與磷光發光性摻雜劑材料($Ir(ppy)_3$)，不含第二主體材料(化合物 GH1-1)之發光層算出。此時，發光層中各材料之濃度在實施例 10 中，第一主體材料爲 90 質量%，磷光發光性摻雜劑材料爲 10 質量%。亦即，將不含第二主體材料之質量之分量作爲第一主體材料予以增量。

[表７]

層	第二電洞輸送層	發光層						Ip(EML) [eV]	Ip(EML2) [eV]	ΔIp(EML-HT)	ΔIp(EML2-HT)	ΔIp(EML2-HT) -ΔIp(EML-HT)	{ΔIp(EML2-HT) -ΔIp(EML-HT)}×100 /ΔIp(EML-HT)
化合物	GH1－1	第一主體材料 GH2－5		第二主體材料 GH1－1		磷光發光性摻雜材料 $Ir(ppy)_3$							
Ip及濃度	Ip(HT) [eV]	Ip(h1) [eV]	濃度 [質量%]	Ip(h2) [eV]	濃度 [質量%]	Ip(d) [eV]	濃度 [質量%]						
實施例10	5.5	5.9	80	5.5	10	5.1	10	5.78	5.82	0.280	0.320	0.040	14.286

【圖式簡單說明】

圖 1 爲顯示本發明第一實施形態之有機 EL 元件之一例之概略構成之圖。

圖 2 爲顯示本發明第二實施形態之有機 EL 元件之一例之概略構成之圖。

圖 3 爲顯示本發明第三實施形態之有機 EL 元件之一例之概略構成之圖。

【主要元件符號說明】

1,1A,1B：有機 EL 元件

2：基板

3：陽極

4：陰極

5：發光層

5A,5B：發光單元

51：第一發光層

52：第二發光層

53：第三發光層

54：第四發光層

6：電洞輸送層

6B：第二電洞輸送層

7：電子輸送層

7B：第二電子輸送層

8：隔離層

9：電荷發生層

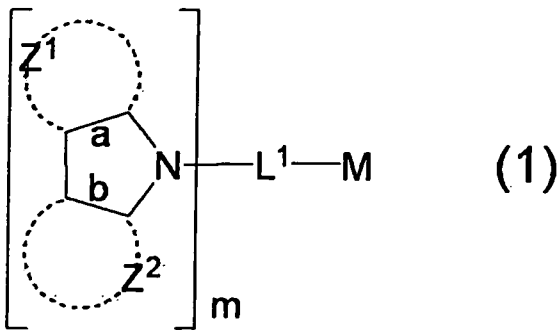
七、申請專利範圍

1. 一種有機電致發光元件，其特徵爲存在有陽極及陰極、及於前述陽極與前述陰極之間至少存在發光層之有機電致發光元件，其中

前述發光層包含作爲主成分之第一主體材料、第二主體材料、及磷光發光性摻雜劑材料，

前述第一主體材料爲以下述通式(1)表示之化合物，

前述第二主體材料爲以下述通式(2)表示之化合物，



(1)

[通式(1)中，Z^1表示於a處縮合之以下述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，Z^2表示於b處縮合之以下述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，但，Z^1或Z^2之至少任一者係以下述通式(1-1)表示，

M爲環形成碳數2~40之經取代或未經取代之含氮雜芳香族環，

L^1爲

單鍵或連結基，至於連結基係表示

環形成碳數6~30之經取代或未經取代之芳香族烴基，

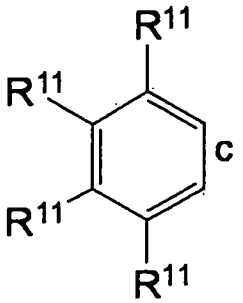
環形成碳數2~30之經取代或未經取代之芳香族

雜環基，

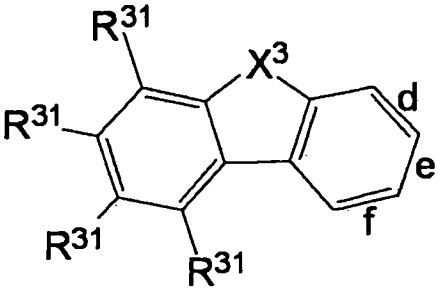
環形成碳數 5~30 之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

m 爲 1 或 2]，



(1－1)



(1－2)

[上述通式(1-1)及(1-2)中，c、d、e、f分別表示於前述通式(1)之 a 或 b 處縮合，

R^{11} 及 R^{31} 各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數 1~10 之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

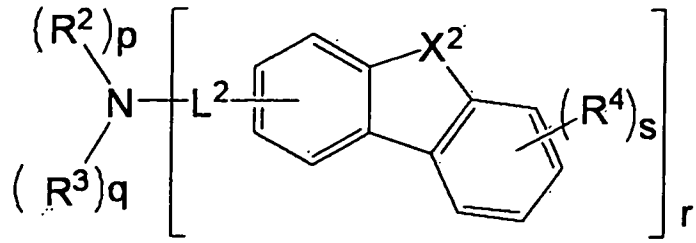
環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

但，複數個 R^{11} 可彼此相同亦可不同，

複數個 R^{31} 可彼此相同亦可不同，

X^3 爲硫原子、氧原子、或 $N-R^{32}$，

R^{32} 係與上述 R^{11} 及 R^{31} 同義]，



(2)

[通式(2)中，X^2 爲硫原子、氧原子或 $N-R^5$，L^2 爲單鍵或連結基，且與前述通式(1)中之 L^1 同義，R^2~R^3 各獨立表示

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

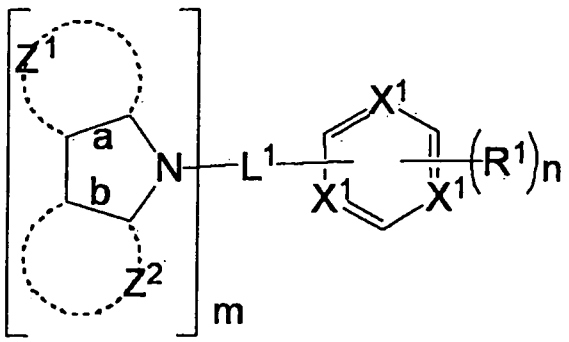
環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

R^4~R^5 分別與前述通式(1-1)及(1-2)中之 R^{11} 及 R^{31} 同義，

p、q 分別表示 0~2，r 表示 1~3 之整數，p+q+r=3，

s 表示 1~4 之整數，s 爲 2~4 之整數時，複數個 R^4 可分別相同亦可不同]。

2. 如申請專利範圍第 1 項之有機電致發光元件，其中前述第一主體材料係以下述通式(3)表示，



(3)

[通式(3)中，Z^1表示於a處縮合之以前述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，Z^2表示於b處縮合之以前述通式(1-1)或(1-2)表示之環構造，但，Z^1或Z^2之至少任一者係以前述通式(1-1)表示，

L^1為

單鍵或連結基，至於連結基係表示

環形成碳數6~30之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數2~30之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

環形成碳數5~30之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

X^1為氮原子或C-R^{10}，複數個X^1中之至少一個為氮原子，

R^1及R^{10}各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷基，

碳數1~20之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數1~20之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數 1~10 之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

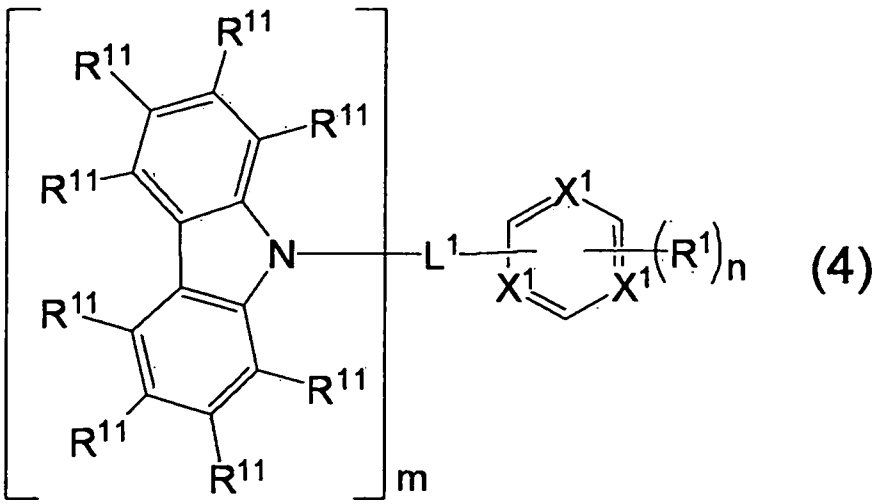
環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

m 及 n 各自獨立表示 1~2 之整數，

前述通式(1-1)及(1-2)中，c、d、e、f 分別表示於前述通式(3)之 a 或 b 處縮合]。

3. 如申請專利範圍第 1 項之有機電致發光元件，其中前述第一主體材料係以下述通式(4)表示，



(4)

[通式(4)中，L^1 爲

單鍵或連結基，至於連結基係表示

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族

雜環基，

環形成碳數 5~30 之環狀烴基，或

該等相互鍵結而成之基，

X^1 爲氮原子或 C-R^{10}，複數個 X^1 中之至少一個爲氮原子，

R^1、R^{10} 及 R^{11} 各獨立表示

氫原子、氟原子、氰基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之烷氧基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷基，

碳數 1~20 之經取代或未經取代之鹵烷氧基，

碳數 1~10 之經取代或未經取代之烷基矽烷基，

碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳基矽烷基，

環形成碳數 6~30 之經取代或未經取代之芳香族烴基，或

環形成碳數 2~30 之經取代或未經取代之芳香族雜環基，

m 及 n 各表示 1~2 之整數]。

4. 如申請專利範圍第 1 項之有機電致發光元件，其中

前述第一主體材料之離子化電位 Ip(h1)、前述第二主體材料之離子化電位 Ip(h2)及前述磷光發光性摻雜劑材料之離子化電位 Ip(d)滿足下述關係，

Ip(h1) > Ip(h2) > Ip(d)。

5. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之有機電致發光元件，其中前述磷光發光性摻雜劑材料之發光峰波長爲 510nm 以上 570nm 以下。

6. 如申請專利範圍第 2 或 3 項之有機電致發光元件，其中

前述第一主體材料之離子化電位 Ip(h1)、前述第二主體材料之離子化電位 Ip(h2)及前述磷光發光性摻雜劑材料之離子化電位 Ip(d)滿足下述關係，

Ip(h1) > Ip(h2) > Ip(d)。

7. 如申請專利範圍第 6 項之有機電致發光元件，其中前述磷光發光性摻雜劑材料之發光峰波長爲 510nm 以上 570nm 以下。

圖1

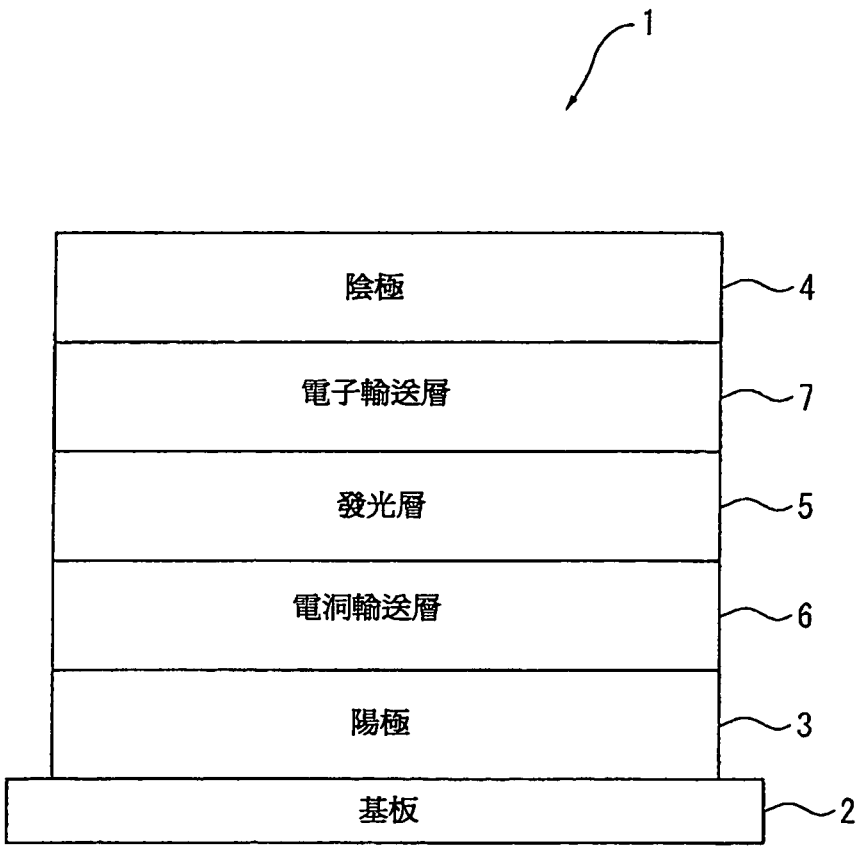


圖2

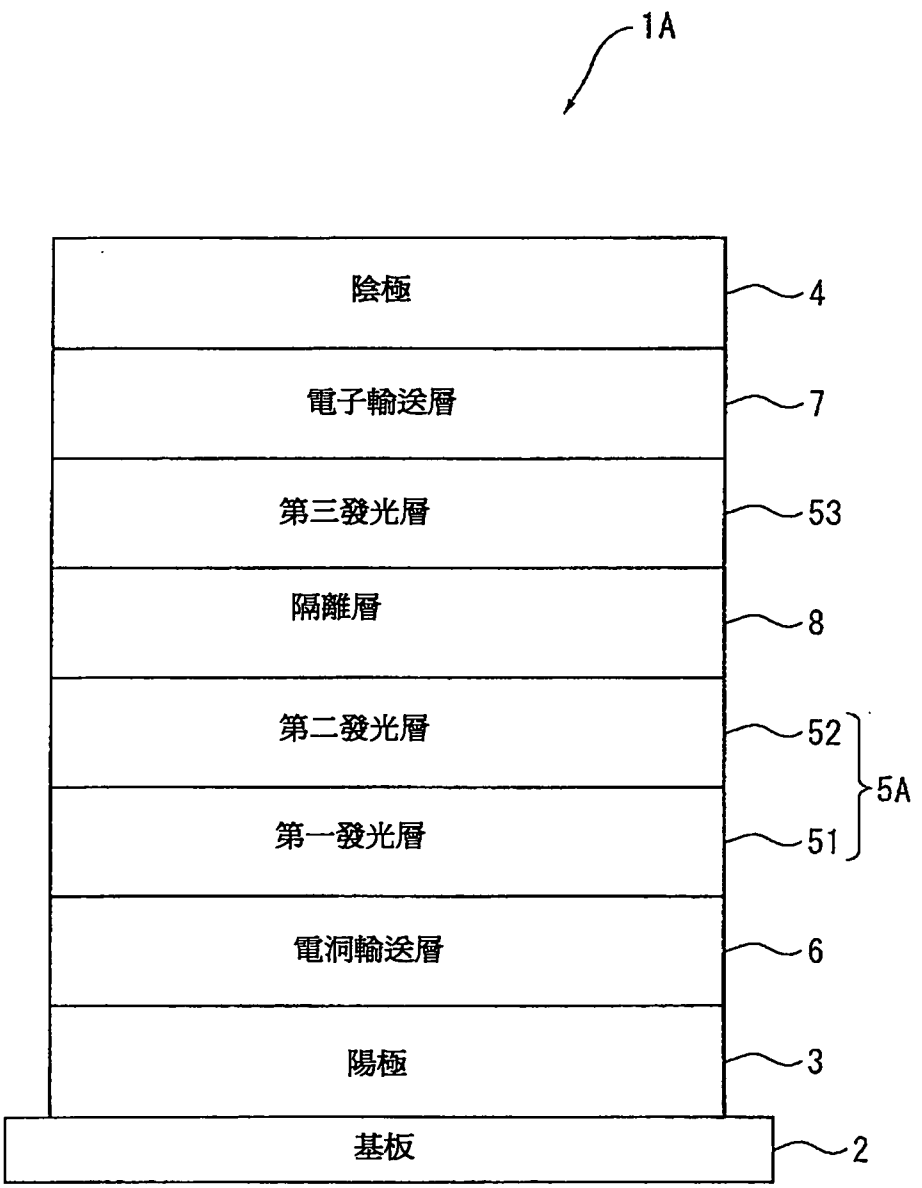
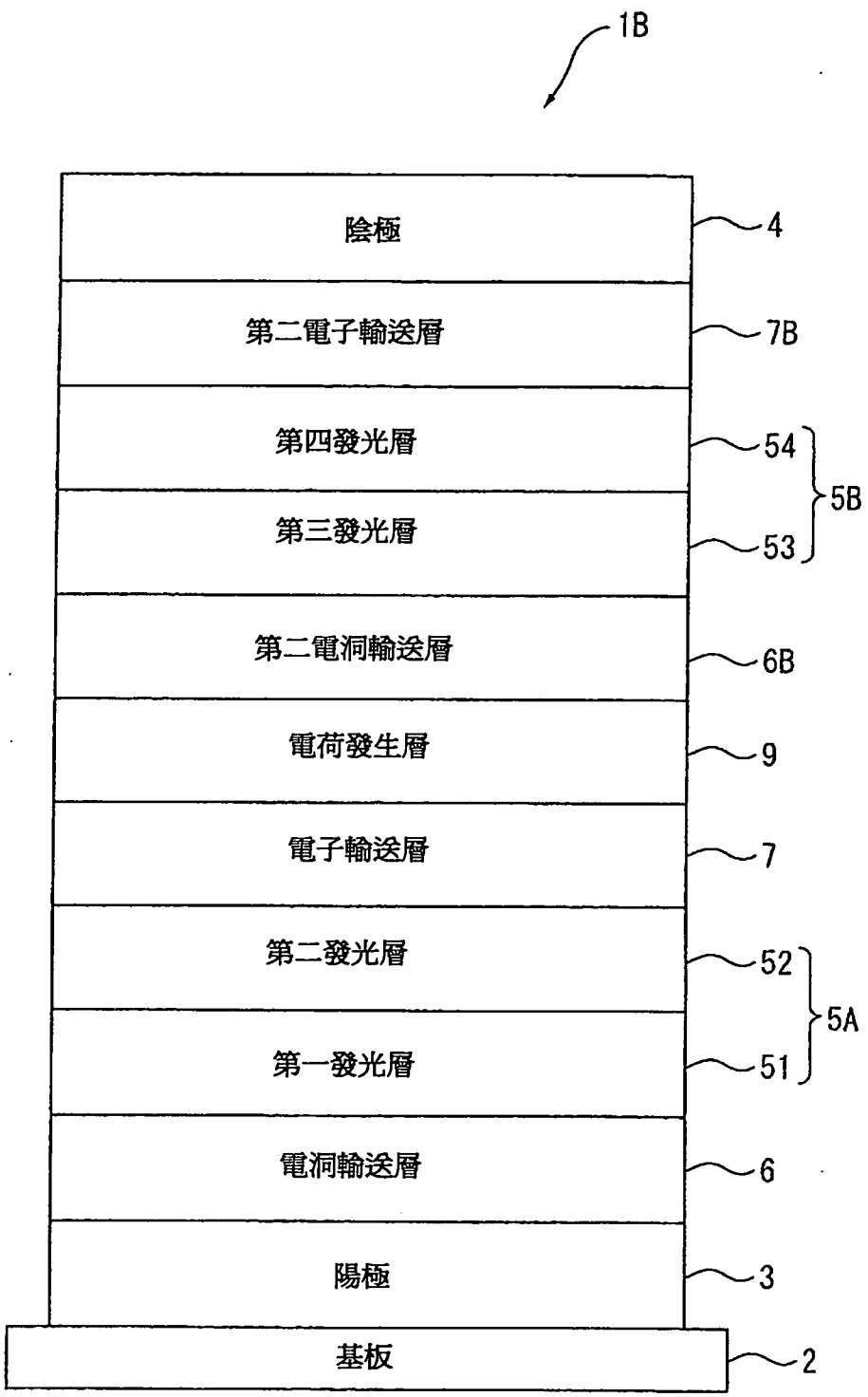

1A
陰極
4
電子輸送層
7
第三發光層
53
隔離層
8
第二發光層
52
5A
第一發光層
51
電洞輸送層
6
陽極
3
基板
2

圖3


1B
陰極
4
第二電子輸送層
7B
第四發光層
54
5B
第三發光層
53
第二電洞輸送層
6B
電荷發生層
9
電子輸送層
7
第二發光層
52
5A
第一發光層
51
電洞輸送層
6
陽極
3
基板
2