I662036

(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 I662036 B

(45)公告日： 中華民國 108 (2019) 年 06 月 11 日

(21)申請案號：104112301 (22)申請日： 中華民國 104 (2015) 年 04 月 17 日

(51)Int. Cl.： *C07D471/14 (2006.01)* *C09K11/06 (2006.01)*
H01L51/50 (2006.01) *H05B33/14 (2006.01)*
H05B33/22 (2006.01)

(30)優先權：2014/04/18 日本 2014-086315

(71)申請人：日商保土谷化學工業股份有限公司 (日本) HODOGAYA CHEMICAL CO., LTD. (JP)
日本
日商九州有機光材股份有限公司 (日本) KYULUX, INC. (JP)
日本

(72)發明人：安達千波矢 ADACHI, CHIHAYA (JP)；安田琢麿 YASUDA, TAKUMA (JP)；志津功將 SHIZU, KATSUYUKI (JP)；高橋岳洋 TAKAHASHI, TAKEHIRO (JP)

(74)代理人：周良謀；周良吉

(56)參考文獻：

JP 2005-330219A JP 2014-9224A
US 7282586B1 US 2012/0193619A1

審查人員：陳依微

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 134 頁

(54)名稱

具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、發光材料及有機電致發光元件

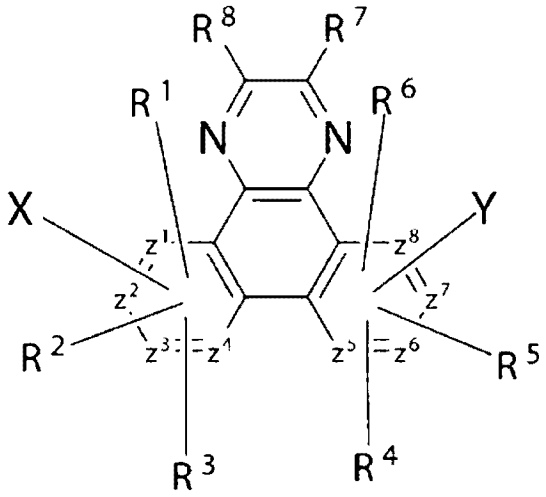
COMPOUND HAVING TETRAAZATRIPHENYLENE RING STRUCTURE, LIGHT-EMITTING MATERIAL AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

(57)摘要

本發明提供作為高效率之有機電致發光元件用材料之發射螢光及延遲螢光之化合物，並使用此化合物提供有機光致發光元件、或高效率、高亮度之有機電致發光元件。

本發明提供通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，及有機電致發光元件，該有機電致發光元件具有一對電極及夾持於此對電極之間的至少一層有機層，其特徵為該化合物至少作為1層有機層之構成材料使用。

【化1】

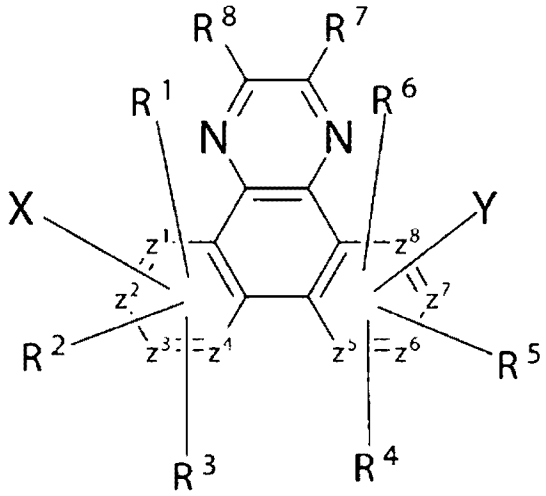


(1)

A compound which emits fluorescence and delayed fluorescence is provided as a material for an organic electroluminescent device of high efficiency, and an organic photoluminescent device and the organic electroluminescent device of high efficiency and high luminance are provided using this compound.

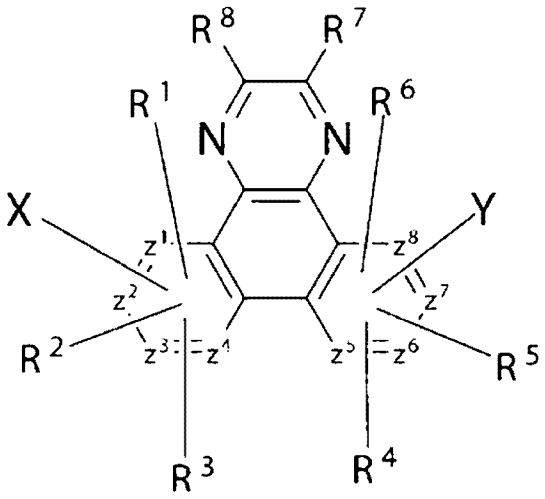
The compound of a general formula (1) having a tetraazatriphenylene ring structure is used as a constituent material of at least one organic layer in the organic electroluminescent device that includes a pair of electrodes and one or more organic layers sandwiched between the pair of electrodes.

【Chemical Formula 1】



(1)

特徵化學式：



(1)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、發光材料及有機電致發光元件

【英文發明名稱】

COMPOUND HAVING TETRAAZATRIPHENYLENE RING STRUCTURE, LIGHT-EMITTING MATERIAL AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

【技術領域】

【0001】

本發明係關於適於各種顯示裝置之係自發光元件的有機電致發光元件的化合物及該元件，詳言之，係關於具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、由該化合物構成的發光材料，及使用該化合物之有機電致發光元件。

【先前技術】

【0002】

有機電致發光元件由於係自發光性元件，故比起液晶元件，較明亮且可見性優異，可為鮮明的顯示，已受人積極研究。

【0003】

近年來作為提高元件之發光效率的嘗試，已開發出使用磷光發光體產生磷光，亦即利用來自三線態激發狀態之發光的元件。依激發狀態之理論，當使用

磷光發光時，能期待以往的螢光發光的約4倍的發光效率這樣的顯著發光效率的提升。

1993年普林斯頓大學的M.A.Baldo等人，利用使用銥錯合物的磷光發光元件達成8%的外部量子效率。

並且，也已開發出利用熱活化延遲螢光(TADF)之發光的元件。2011年，九州大學的安達等人已利用使用了熱活化延遲螢光材料的元件達成5.3%的外部量子效率(例如參照非專利文獻1)。

【0004】

有機電致發光元件中(以下簡稱有機EL元件)，由正負之兩電極對於發光物質注入載子並生成激發狀態之發光物質，使其發光。通常載子注入型有機電致發光元件的情形，據說:所生成之激子當中被激發成激發單線態狀態的有25%，其餘的75%被激發成激發三線態狀態。因此可認為利用來自激發三線態狀態之發光磷光的能量利用效率較高。但是磷光由於激發三線態狀態之壽命長，會由於與激發狀態之飽和或激發三線態狀態之激子間的交互作用而造成能量失活，故一般常會有量子產率不高的情形。

而有人考慮利用呈現延遲螢光之材料的有機電致發光元件。某種螢光物質，當由於系間跨越(intersystem crossing)等而使能量遷移到激發三線態狀態後，由於三線態-三線態消滅或熱能量的吸收，會出現反系間交叉到激發單線態狀態並發射螢光。有機電致發光元件中，後者之熱活化型之呈現延遲螢光之材料被認為特別有用。在此，於有機電致發光元件係利用延遲螢光材料的情形，激發單線態狀態之激子會依通常一樣地發射螢光。另一方面，激發三線態狀態之激子，則會吸收裝置發出的熱而出現系間跨越到激發單線態並發射螢光。於此情

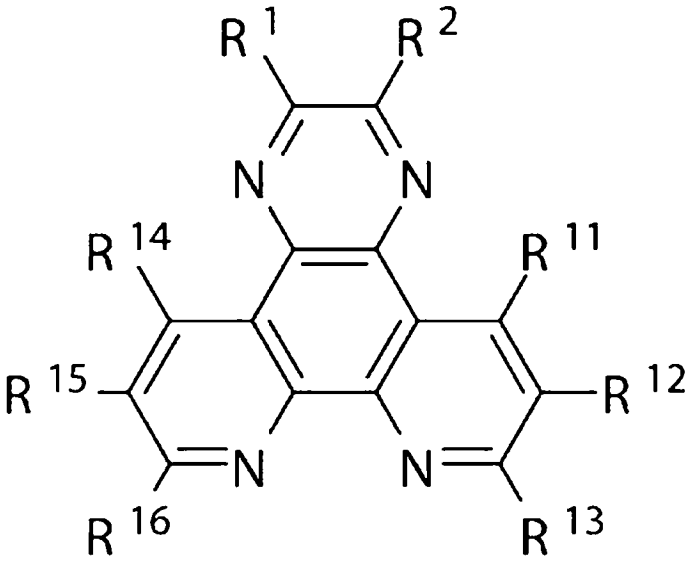
形，由於係來自激發單線態之發光，會是與螢光為同波長之發光，而且由於從激發三線態狀態向激發單線態狀態之反系間跨越，而使生成之光之壽命亦即發光壽命比起通常之螢光或磷光更長，藉此也會觀察到延遲的螢光。其可定義為延遲螢光。若使用如此的熱活化型激子移動機制，亦即，利用於載子注入後經過熱能量之吸收，可能將通常僅生成25%的激發單線態狀態之化合物之比例提高到25%以上。若使用在不到100℃的低溫度也能發出強螢光及延遲螢光的化合物，能以裝置的熱充分地產生由激發三線態狀態向激發單線態狀態之系間跨越並發射延遲螢光，故發光效率飛躍地提高(例如參照專利文獻1及專利文獻2)。

【0005】

作為電子輸送材，已有人提案下列通式(X)表示之具有四氮雜聯伸三苯結構之化合物 (例如: 參照專利文獻3)。

【0006】

【化1】



(X)

【0007】

但是未揭示使該等化合物本身發光之發光材料，針對帶來延持螢光也無揭

示亦無啟示。

【0008】

【先前技術文獻】

【專利文獻】

【專利文獻1】 日本特開2004-241374號公報

【專利文獻2】 日本特開2006-024830號公報

【專利文獻3】 日本特開2005-281136號公報

【非專利文獻】

【0009】

【非專利文獻1】Appl.Phys.Let. , 98, 083302(2011)

【非專利文獻2】Synth.Commun. , 11,513(1981)

【非專利文獻3】Appl.Phys.Let. , 101,093306(2012)

【非專利文獻4】Chem.Commun. , 48, 11392(2012)

【非專利文獻5】NATURE 492,235(2012)

【非專利文獻6】有機EL討論會第1次例會論文集、19(2005)

【發明內容】

【發明欲解決之課題】

【0010】

本發明之目的在於提供作為高效率之有機EL元件用材料的發射螢光及延遲螢光的化合物，並提供使用此化合物的有機光致發光(以下簡稱PL)元件或高效率、高亮度之有機電致發光元件。

【解決課題之方式】

【0011】

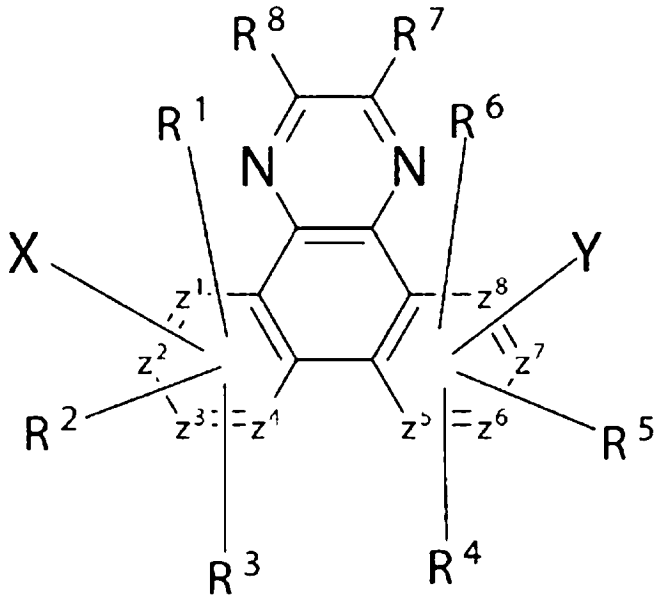
本案發明人等為了達成上述目的，著眼在於四氮雜聯伸三苯環結構上具有咔唑環、啡噁吡環、吖啶滿環等雜環結構、及/或二苯胺基等二芳胺基結構之化合物，以依理論計算獲得之激發三線態能量與激發單線態能量之差(ΔE_{ST})及振動子強度(f)作為指標設計化合物並化學合成，並實際測定發光(PL)光譜，發現了發射延遲螢光之新穎的具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物。並且使用該化合物試作各種有機電致發光元件，並努力實施元件之特性評價，結果完成本發明。

【0012】

1)亦即本發明係下列通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物。

【0013】

【化2】



(1)

【0014】

(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香

族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，R^1~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。Z^1~Z^8為碳原子或氮原子，Z^1~Z^4中之至少一者為氮原子且Z^5~Z^8中之至少一者為氮原子，此時之氮原子使R^1~R^6成為沒有氫原子或取代基。)

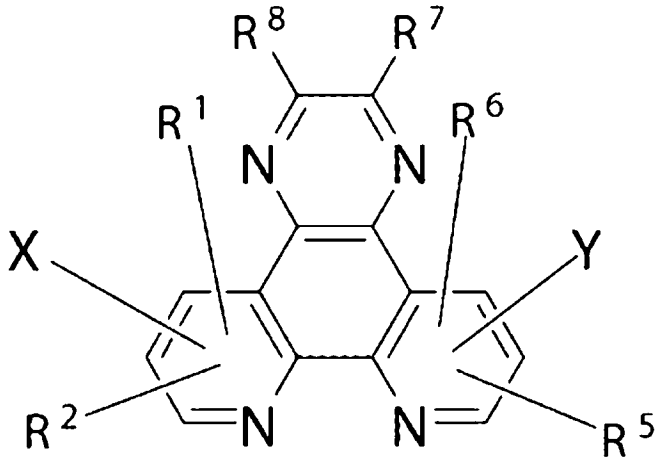
【0015】

2)又，本發明係如上述1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通

式(1a)表示。

【0016】

【化3】



(1a)

【0017】

(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代

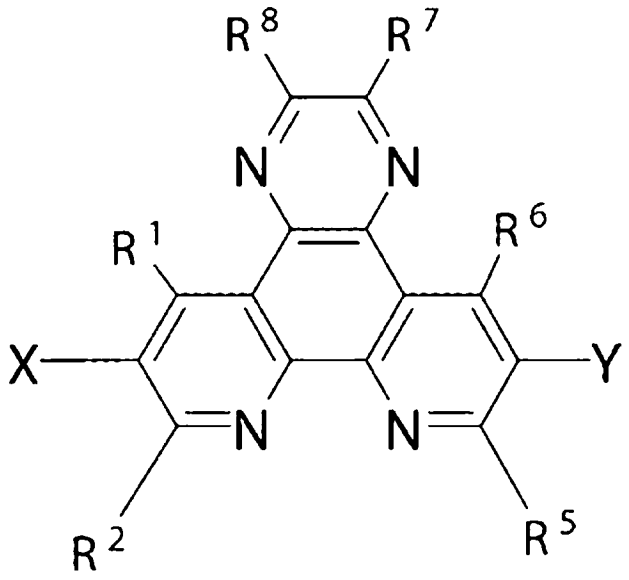
基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。)

【0018】

3)又，本發明係如上述1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-1)表示。

【0019】

【化4】



(1a-1)

【0020】

(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、

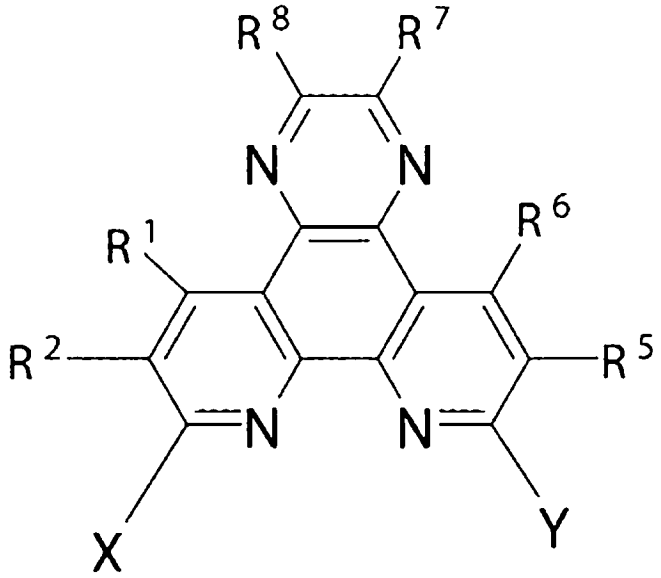
芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。)

【0021】

4)又，本發明係如上述1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-2)表示。

【0022】

【化5】



(1a-2)

【0023】

(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可

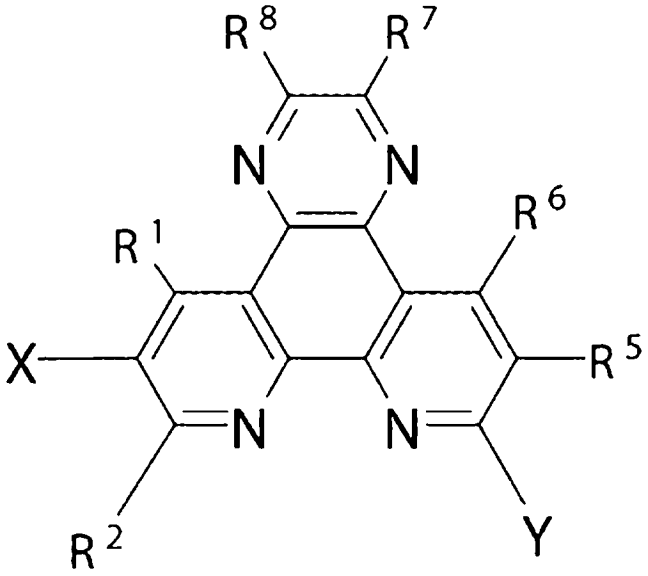
具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。)

【0024】

5)又，本發明係如上述1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-3)表示。

【0025】

【化6】



(1a-3)

【0026】

(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈

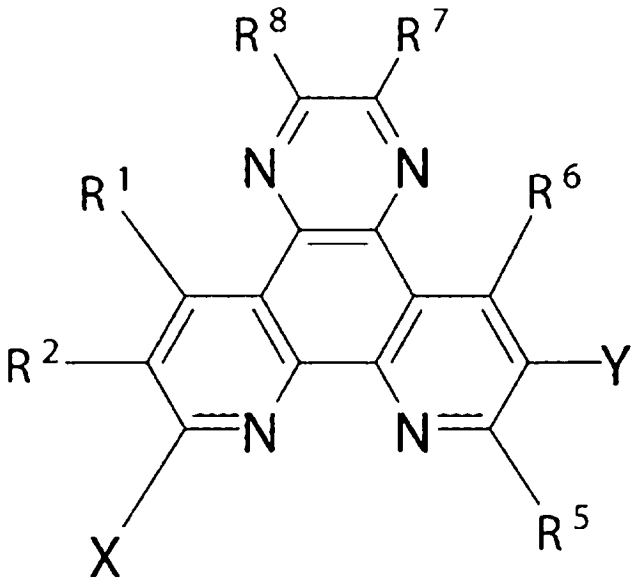
狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。)

【0027】

6)又，本發明係如上述1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-4)表示。

【0028】

【化7】



(1a-4)

【0029】

(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支

狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。)

【0030】

7)又，本發明係如上述1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，其中，前述通式(1)中，X、Y彼此可相同也可不同，表示選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁呲基(phenoxazinyl)、啡噻呲基(phenothiazinyl)、吖啶基(acridinyl)基、啡呲基(phenazinyl)、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基中之基。

【0031】

8)又，本發明係一種發光材料，由如上述1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物構成。

【0032】

9) 又，本發明係如上述8)之發光材料，其發射熱活化延遲螢光。

【0033】

10) 又，本發明係一種有機電致發光元件，具有一對電極以及夾持於其之間的至少一層有機層，其特徵為如上述(1)之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物係作為至少1層有機層之構成材料使用。

【0034】

11) 又，本發明係如10)之有機電致發光元件，其中，前述有機層為發光層。

【0035】

12) 又，本發明係如上述11)之有機電致發光元件，其發射延遲螢光。

【0036】

13) 又，本發明係如上述10)之有機電致發光元件，其中，前述有機層為電洞輸送層。

【0037】

14) 又，本發明係如上述10)之有機電致發光元件，其中，前述有機層為電子阻擋層。

【0038】

作為通式(1)中之X表示之「經取代或未經取代之芳香族烴基」、「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」中之「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」，具體而言可列舉:苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、芴基、丙二烯合茀基(Fluoranthenyl)、聯伸三苯基(triphenylenyl)、吡啶基、嘧啶基、三吡基、呋喃基、吡咯基、噻吩基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并氮呼基(dibenzoazepinyl)、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、吡啶基、啡啉基(phenanthrolinyl)、吖啶基、啡吡基、啡噁吡基、啡硒吡基(phenoselenazinyl)、啡噻吡基、啡碲吡基(phenotellurazinyl)、啡磷吡基(phenophosphinazinyl)及咔啉基等。

【0039】

作為通式(1)中之X表示之「取代芳香族烴基」、「取代芳香族雜環基」或「取代縮合多環芳香族基」之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵素原子；甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、異戊基、新戊基、正己基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基；甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、芴基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吡基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吡基、啡噻吡基、咔啉基、吖啶基、啡吡基等芳香族雜環基；苯乙烯基、萘基乙烯基等芳基乙烯基；乙醯基、苯甲醯基等醯基；二甲胺基、二乙胺基等二烷胺基；二苯胺基、二萘胺基等經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基；二苄胺基、二苯乙胺基等二芳烷胺基；二吡啶基胺基、二噻吩基胺基等經芳香族雜環基取代之二取代胺基；二烯丙胺基等二烯胺基；經選自於烷基、芳香族烴基、縮合多環芳香族基、芳烷基、芳香族雜環基或烯基之取代基取代之二取代胺基之類之基，該等取代基也可以進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0040】

通式(1)中之X表示之「經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香

族基中之基取代之二取代胺基」中之「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」，可列舉和在上述通式(1)中之X表示之「經取代或未經取代之芳香族烴基」、「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」中就「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」例示者為同樣之之基。又，該等基也可以有取代基，取代基可列舉和就上述通式(1)中之X表示之「取代芳香族烴基」、「取代芳香族雜環基」或「取代縮合多環芳香族基」之「取代基」例示者為同樣者，可以採取的態樣也可列舉同樣者。

【0041】

通式(1)中之X宜為「經取代或未經取代之芳香族雜環基」、「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」或「經選自於芳香族烴基、或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基」較佳，「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經芳香族烴基取代之二取代胺基」更佳，尤其咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、二苯胺基較佳。在此，吖啶基、啡吲基宜為9,9-二甲基-9,10-二氫吖啶基、10-苯基啡吲基為較佳。

又，該等基擁有之取代基宜為咔唑基、經芳香族烴基取代之二取代胺基較佳，咔唑基、二苯胺基更理想。

【0042】

作為通式(1)中之Y表示之「也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基」、「也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基」或「也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基」中之「碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基」、「碳原子數5至10之環烷基」或「碳原子數2至6之直鏈狀或分

支狀之烯基」，具體而言可列舉甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、異戊基、新戊基、正己基、環戊基、環己基、1-金剛烷基、2-金剛烷基、乙烯基、烯丙基、異丙烯基、2-丁烯基等。又，該等基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0043】

作為通式(1)中之Y表示之「具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基」、「具有取代基之碳原子數5至10之環烷基」或「具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基」中之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵素原子；甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、苝基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吡基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吡基、啡噻吡基、咔啉基、吖啶基(acridinyl)基、啡吡基等芳香族雜環基之類之基，該等取代基也可以進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0044】

作為通式(1)中之Y表示之「也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支

狀之烷氧基」或「也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基」中之「碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基」或「碳原子數5至10之環烷氧基」，具體而言可列舉甲氧基、乙氧基、正丙氧基、異丙氧基、正丁氧基、第三丁氧基、正戊氧基、正己氧基、環戊氧基、環己氧基、環庚氧基、環辛氧基、1-金剛烷氧基、2-金剛烷氧基等。又，該等基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0045】

作為通式(1)中之Y表示之「具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基」或「具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基」中之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵素原子；甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、苝基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吡基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吡基、啡噻吡基、咔啉基、吖啶基、啡吡基等芳香族雜環基之類之基，該等取代基也可以進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0046】

作為通式(1)中之Y表示之「經取代或未經取代之芳香族烴基」、「經取代或

未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」中之「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」，可列舉和上述通式(1)中之X表示之「經取代或未經取代之芳香族烴基」、「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」中就「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」所例示者為同樣者。又，該等基也可以有取代基，取代基可列舉和就上述通式(1)中之X表示之「取代芳香族烴基」、「取代芳香族雜環基」或「取代縮合多環芳香族基」之「取代基」例示者為同樣者，可以採取的態樣也可列舉同樣者。

【0047】

作為通式(1)中之Y表示之「經取代或未經取代之芳氧基」中之「芳氧基」，具體而言可列舉苯氧基、聯苯氧基、聯三苯氧基、萘氧基、蒽氧基、菲氧基、茀氧基、茚氧基、芘氧基、苝氧基等。

【0048】

作為通式(1)中之Y表示之「取代芳氧基」中之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、三氟甲基、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵素原子；甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、異戊基、新戊基、正己基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基；甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苄基、萘基甲基、苯乙基等芳烷基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、苝基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吡基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、

異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吲基、啡噻吲基、咔啉基、吖啶基、啡吲基等芳香族雜環基；苯乙烯基、萘基乙烯基等芳基乙烯基；乙醯基、苯甲醯基等醯基；二甲胺基、二乙胺基等二烷胺基；二苯胺基、二萘胺基等經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基；二苄胺基、二苯乙胺基等二芳烷胺基；二吡啶基胺基、二噻吩基胺基等經芳香族雜環基取代之二取代胺基；二烯丙胺基等二烯胺基；經選自烷基、芳香族烴基、縮合多環芳香族基、芳烷基、芳香族雜環基或烯基中之取代基取代之二取代胺基之類的基。該等取代基也可進一步有前述例示之取代基取代。又，該等取代基亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0049】

作為通式(1)中之Y表示之「經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基」中之「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」，可列舉和上述通式(1)中之X表示之「經取代或未經取代之芳香族烴基」、「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」中就「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」例示者為同樣之基。又，該等基也可以有取代基，取代基可列舉和就上述通式(1)中之X表示之「取代芳香族烴基」、「取代芳香族雜環基」或「取代縮合多環芳香族基」之「取代基」列舉者為同樣者，可以採取的態樣也可列舉同樣者。

【0050】

通式(1)中之Y宜為「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」較佳，「經取代或未經取代之芳香族雜環基」更佳，尤其啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或具有經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基作為取代基之咔唑基較佳。在此，吖啶基、啡吲基宜為9,9-二甲基-9,10-二氫吖啶基、10-苯基啡吲基為較佳。

又，該等基擁有之取代基宜為咔唑基、經芳香族烴基取代之二取代胺基較佳，咔唑基、二苯胺基更理想。

【0051】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基」、「也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基」或「也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基」中之「碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基」、「碳原子數5至10之環烷基」或「碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基」，具體而言可列舉甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、異戊基、新戊基、正己基、環戊基、環己基、1-金剛烷基、2-金剛烷基、乙烯基、烯丙基、異丙烯基、2-丁烯基等。又，該等基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0052】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基」、「具有取代基之碳原子數5至10之環烷基」或「具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基」中之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵素原子；甲氧基、乙氧基、

丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、苝基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吡基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吡基、啡噻吡基、咔啉基、吖啶基、啡吡基等芳香族雜環基之類之基，該等取代基也可以進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0053】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基」或「也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基」中之「碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基」或「碳原子數5至10之環烷氧基」，具體而言可列舉甲氧基、乙氧基、正丙氧基、異丙氧基、正丁氧基、第三丁氧基、正戊氧基、正己氧基、環戊氧基、環己氧基、環庚氧基、環辛氧基、1-金剛烷氧基、2-金剛烷氧基等。又，該等基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0054】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基」或「具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基」中之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵

素原子；甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、苝基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吲基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吲基、啡噻吲基、咔啉基、吖啶基、啡吲基等芳香族雜環基之類之基，該等取代基也可以進一步經前述例示之取代基取代。又，該等取代基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0055】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「經取代或未經取代之芳香族烴基」、「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」中之「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」，具體而言可列舉苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、苝基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基、吡啶基、呋喃基、吡咯基、噻吩基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吲基、啡噻吲基、及咔啉基等。又，該等基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0056】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「取代芳香族烴基」、「取代芳香族雜環基」

或「取代縮合多環芳香族基」中之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、三氟甲基、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵素原子；甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、異戊基、新戊基、正己基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基；甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苄基、萘基甲基、苯乙基等芳烷基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、苊基、芴基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吡基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吡基、啡噻吡基、咔啉基、吖啶基、啡吡基等芳香族雜環基；苯乙烯基、萘基乙烯基等芳基乙烯基；乙醯基、苯甲醯基等醯基；二甲胺基、二乙胺基等二烷胺基；二苯胺基、二萘胺基等經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基；二苄胺基、二苯乙胺基等二芳烷胺基；二吡啶基胺基、二噻吩基胺基等經芳香族雜環基取代之二取代胺基；二烯丙胺基等二烯胺基；經選自烷基、芳香族烴基、縮合多環芳香族基、芳烷基、芳香族雜環基或烯基中之取代基取代之二取代胺基之類之基，該等取代基也可進一步有前述例示之取代基取代。又，該等取代基亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0057】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「經取代或未經取代之芳氧基」中之「芳氧基」，具體而言可以列舉苯氧基、聯苯氧基、聯三苯氧基、萘氧基、蒽氧基、

菲氧基、茀氧基、茚氧基、芘氧基、芷氧基等。又，該等基彼此也可以介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環。

【0058】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「取代芳氧基」中之「取代基」，具體而言可列舉氘原子、三氟甲基、氰基、硝基；氟原子、氯原子、溴原子、碘原子等鹵素原子；甲基、乙基、正丙基、異丙基、正丁基、異丁基、第三丁基、正戊基、異戊基、新戊基、正己基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基；甲氧基、乙氧基、丙氧基等碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基；乙烯基、烯丙基等烯基；苄基、萘基甲基、苯乙基等芳烷基；苯氧基、甲苯氧基等芳氧基；苄氧基、苯乙氧基等芳基烷氧基；苯基、聯苯基、聯三苯基、萘基、蒽基、菲基、茀基、茚基、芘基、芷基、丙二烯合茀基、聯伸三苯基等芳香族烴基或縮合多環芳香族基；吡啶基、嘧啶基、三吡基、噻吩基、呋喃基、吡咯基、喹啉基、異喹啉基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、吲哚基、咔唑基、苯并噁唑基、苯并噻唑基、喹噁啉基、苯并咪唑基、吡唑基、二苯并呋喃基、二苯并噻吩基、啡噁吡基、啡噻吡基、咔啉基、吖啶基、啡吡基等芳香族雜環基；苯乙烯基、萘基乙烯基等芳基乙烯基；乙醯基、苯甲醯基等醯基；二甲胺基、二乙胺基等二烷胺基；二苯胺基、二萘胺基等經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基；二苄胺基、二苯乙胺基等二芳烷胺基；二吡啶基胺基、二噻吩基胺基等經芳香族雜環基取代之二取代胺基；二烯丙胺基等二烯胺基；經選自烷基、芳香族烴基、縮合多環芳香族基、芳烷基、芳香族雜環基或烯基中之取代基取代之二取代胺基之類之基，該等取代基也可進一步有前述例示之取代基取代。又，該等取代基亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼

此鍵結形成環。

【0059】

作為通式(1)中之R^1~R^8表示之「經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基」中之「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」，可列舉和上述通式(1)中之X表示之「經取代或未經取代之芳香族烴基」、「經取代或未經取代之芳香族雜環基」或「經取代或未經取代之縮合多環芳香族基」中就「芳香族烴基」、「芳香族雜環基」或「縮合多環芳香族基」所例示者為同樣之基。又，該等基也可以有取代基，取代基可列舉和就上述通式(1)中之X表示之「取代芳香族烴基」、「取代芳香族雜環基」或「取代縮合多環芳香族基」之「取代基」所例示者為同樣者，可以採取的態樣也可列舉同樣者。

【0060】

本發明之通式(1)中，Z^1~Z^8代表碳原子或氮原子。

在此，Z^1~Z^4中之任1~3個為氮原子，又，Z^5~Z^8中之任1~4個為氮原子。

於此情形，Z^1~Z^4中之任一者為氮原子時，代表R^3之氫原子或取代基不存在，Z^1~Z^4之任二者為氮原子時，代表R^2、R^3之氫原子或取代基不存在，Z^1~Z^4之任三者為氮原子時，代表R^1、R^2、R^3之氫原子或取代基不存在。

同樣，Z^5~Z^8中之任一者為氮原子時，代表R^4之氫原子或取代基不存在，Z^5~Z^8中之任二者為氮原子時，代表R^4、R^5之氫原子或取代基不存在，Z^5~Z^8中之任三者為氮原子時，代表R^4、R^5、R^6之氫原子或取代基不存在，Z^5~Z^8中之任四者為氮原子時，代表R^4、R^5、R^6及Y之氫原子或取代基不存在。

本發明之通式(1)中，Z^1~Z^4中之任一者為氮原子且Z^5~Z^8中之任一者為氮原

子較佳，Z^4及Z^5為氮原子更理想。

【0061】

本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，依理論計算獲得之激發三線態能量與激發單線態能量的差(ΔE_{ST})小，且振動子強度(f)較大，所以發光效率高，能發射延遲螢光，且薄膜狀態安定。

【0062】

本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，可作為有機EL元件之發光層之構成材料使用。藉由使用發射延遲螢光之本發明之化合物，具有發光效率大幅提高的作用。

【0063】

本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，可作為有機EL元件之電子輸送層之構成材料使用。藉由使用和以往的材料相較，電子注入・移動速度較高的材料，電子輸送層向發光層之電子輸送效率提高，發光效率提高，而且有驅動電壓降低，有機EL元件之耐久性提高的作用。

【0064】

本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，也可以作為有機EL元件之電洞阻擋層之構成材料使用。藉由使用有優良的電洞阻擋能力，且比起習知材料，電子輸送性更優異且薄膜狀態之安定性高的材料，具有以下作用:發光效率高，且驅動電壓降低，電流耐性有所改善，有機EL元件之最大發光亮度提高。

【發明之效果】

【0065】

本發明之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物作為有機EL元件之發光層之發光材料(摻雜物化合物)或電子輸送層或電洞阻擋層之構成材料有用，能發射延遲螢光，薄膜狀態安定且耐熱性優異。藉由使用該化合物製作有機EL元件，能獲得高效率、高亮度、低驅動電壓之有機EL元件。

【圖式簡單說明】

【0066】

圖1顯示本發明實施例1之化合物(化合物1)之^{1}H-NMR圖表。

圖2顯示本發明實施例2之化合物(化合物35)之^{1}H-NMR圖表。

圖3顯示本發明實施例3之化合物(化合物4)之^{1}H-NMR圖表。

圖4顯示本發明實施例4之化合物(化合物3)之^{1}H-NMR圖表。

圖5顯示實施例12、比較例1之EL元件構成。

【實施方式】

【0067】

本發明之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物例如可依以下方式合成。首先利用溴、N-溴琥珀酸醯亞胺等將1,10-啡啉進行溴化以導入溴基後，使其和溴化鉀與硫酸-硝酸混合液反應以合成有溴基之1,10-啡啉-5,6-二酮，然後使其與乙二胺反應，可合成有溴基之四氮雜聯伸三苯衍生物。將此具有溴基之四氮雜聯伸三苯衍生物和含氮雜環等胺類實施Buchwald-Hartwig反應等縮合反應、或和從相應之鹵芳烷合成之硼酸酯化體的Suzuki偶聯等交叉偶聯反應(例如參照非專利文獻2)，可合成本發明之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物。

【0068】

又，可藉由先使1,10-啡啉-5,6-二酮與乙二胺反應而合成四氮雜聯伸三苯後，實施利用N-溴琥珀酸醯亞胺等所為之溴化，合成具有溴基之四氮雜聯伸三苯衍生物，再和上述同樣實施Suzuki偶聯等交叉偶聯反應或Buchwald-Hartwig反應等縮合反應，合成本發明之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物。

又，也可藉由改變溴化試藥、條件而獲得取代位置不同的溴取代體。

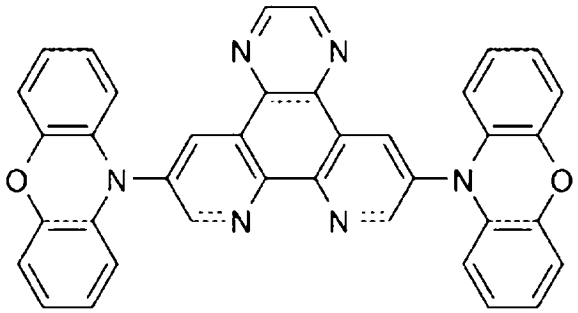
同樣，藉由將起始物質1,10-啡啉替換為1,10-啡啉之同族體、啡啉環上之氮之位置不同的異構物，可以合成四氮雜聯伸三苯環上之氮之位置不同的本發明之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物。

【0069】

通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物之中，理想的化合物的具體例如下所示，但本發明不限於該等化合物。

【0070】

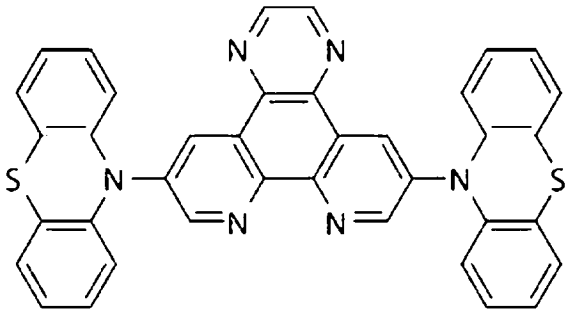
【化8】



(化合物1)

【0071】

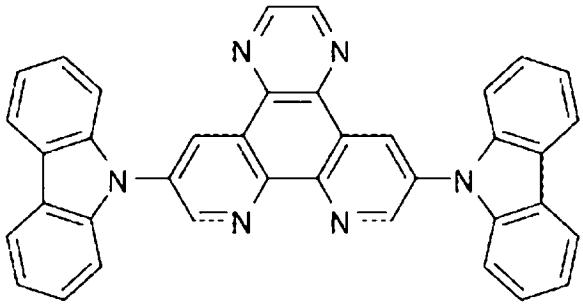
【化9】



(化合物2)

【0072】

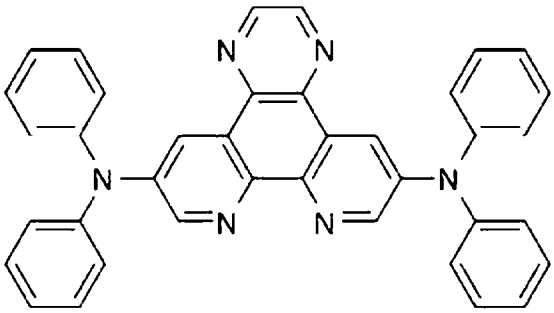
【化10】



(化合物3)

【0073】

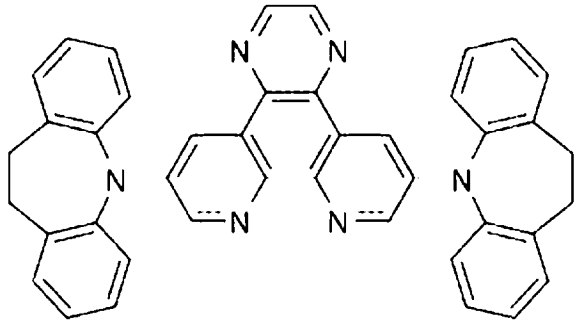
【化11】



(化合物4)

【0074】

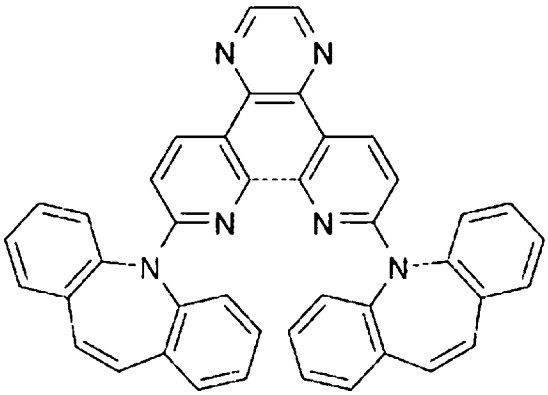
【化12】



(化合物5)

【0075】

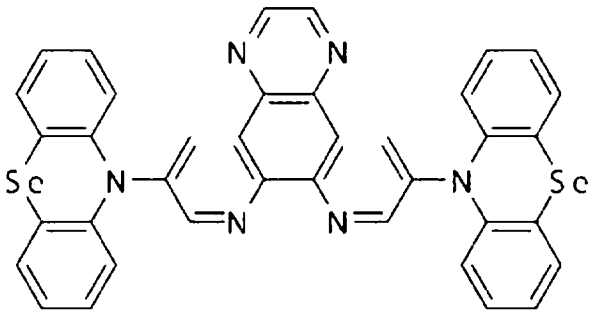
【化13】



(化合物6)

【0076】

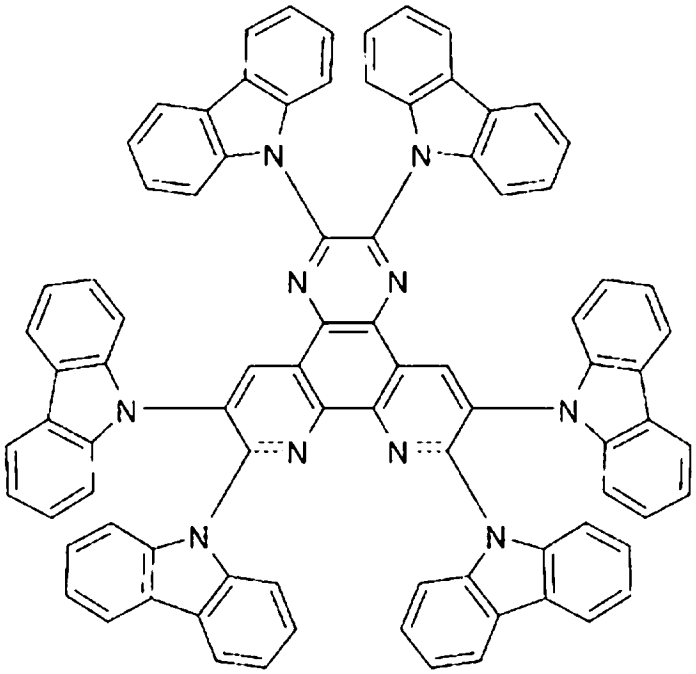
【化14】



(化合物7)

【0077】

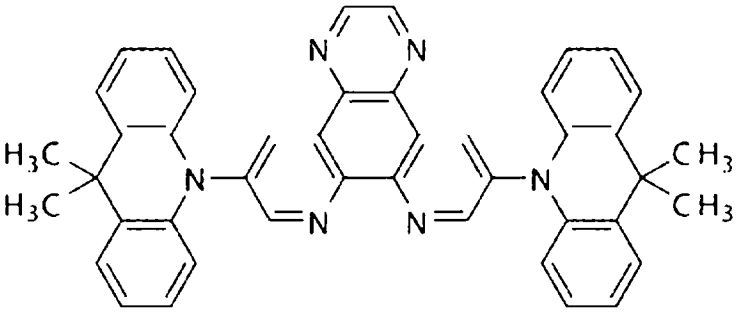
【化15】



(化合物8)

【0078】

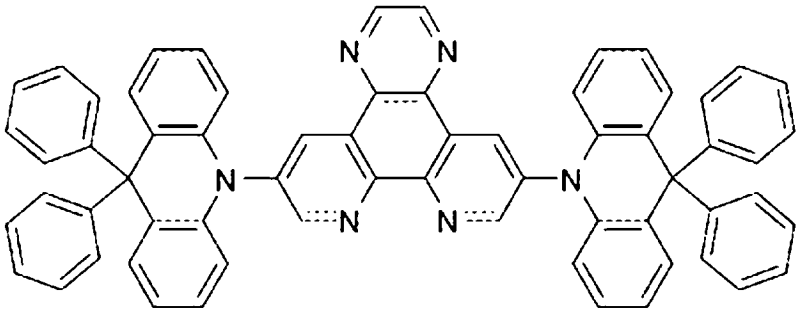
【化16】



(化合物9)

【0079】

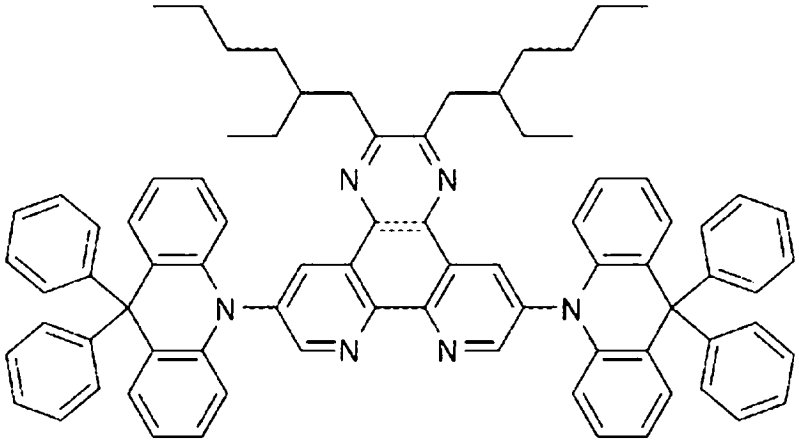
【化17】



(化合物10)

【0080】

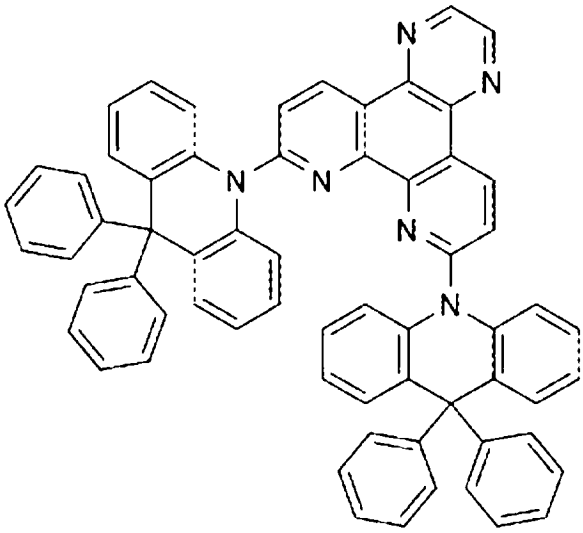
【化18】



(化合物11)

【0081】

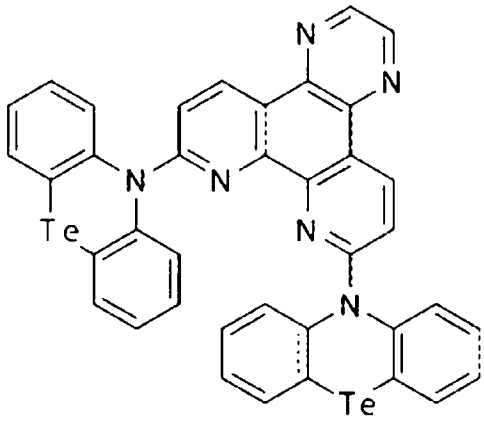
【化19】



(化合物12)

【0082】

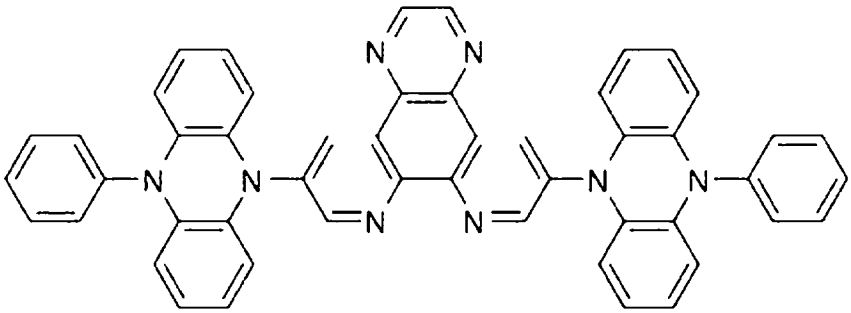
【化20】



(化合物13)

【0083】

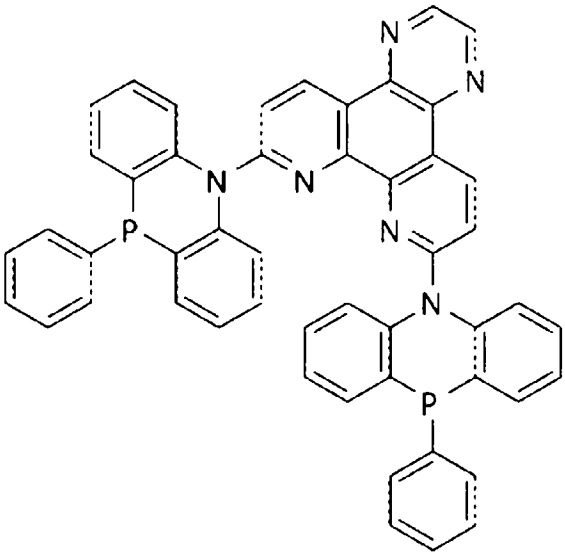
【化21】



(化合物14)

【0084】

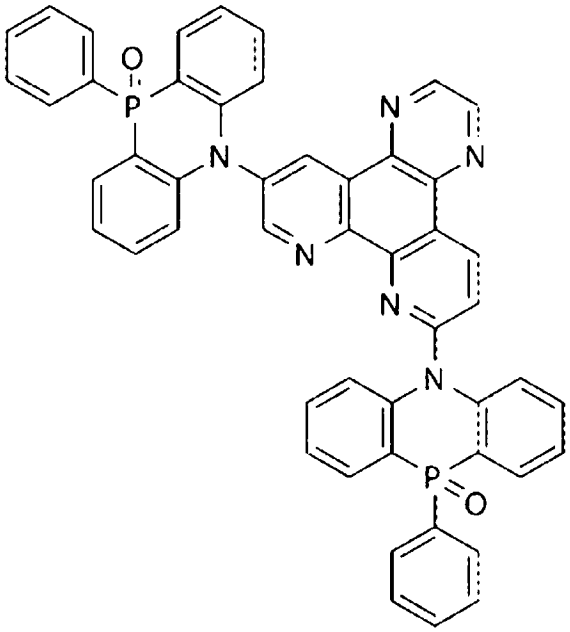
【化22】



(化合物15)

【0085】

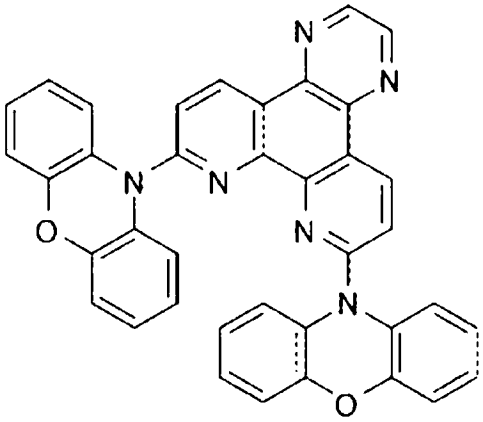
【化23】



(化合物16)

【0086】

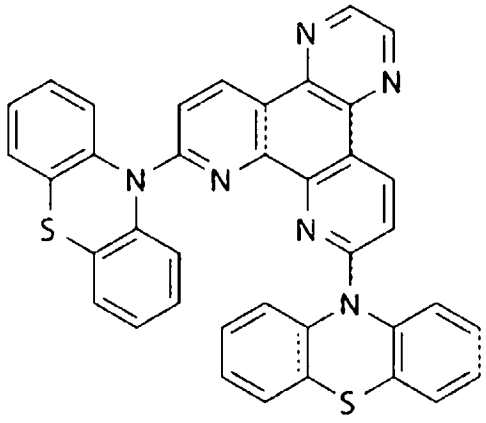
【化24】



(化合物17)

【0087】

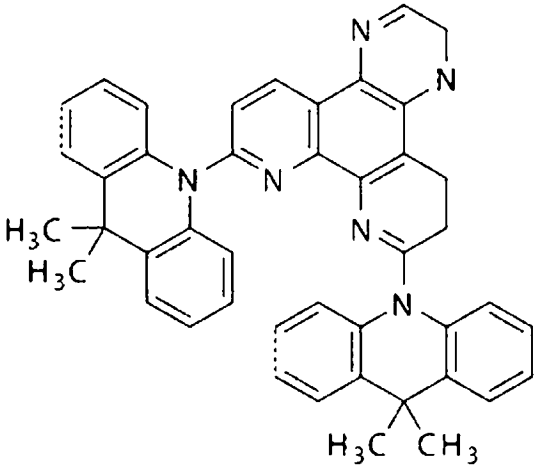
【化25】



(化合物18)

【0088】

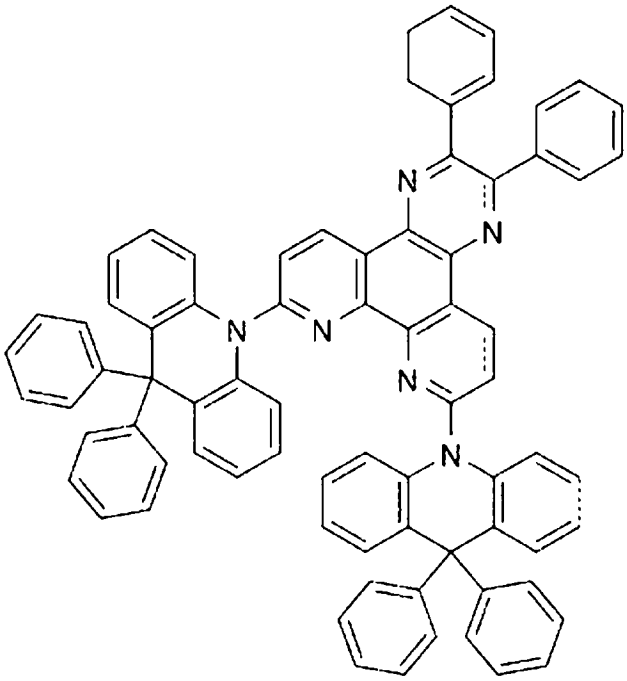
【化26】



(化合物19)

【0089】

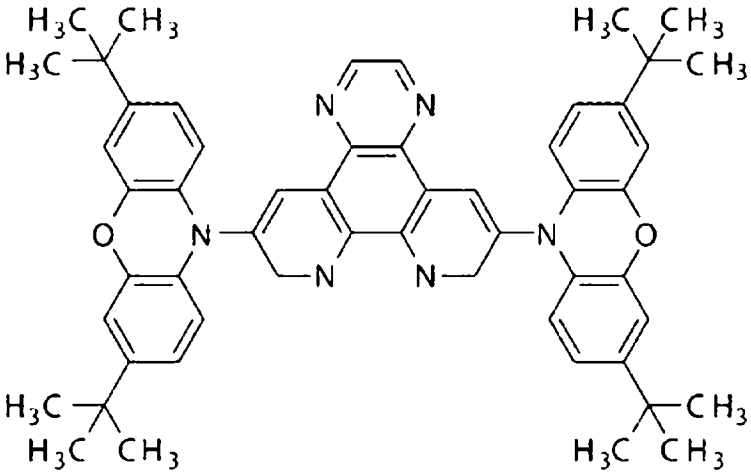
【化27】



(化合物20)

【0090】

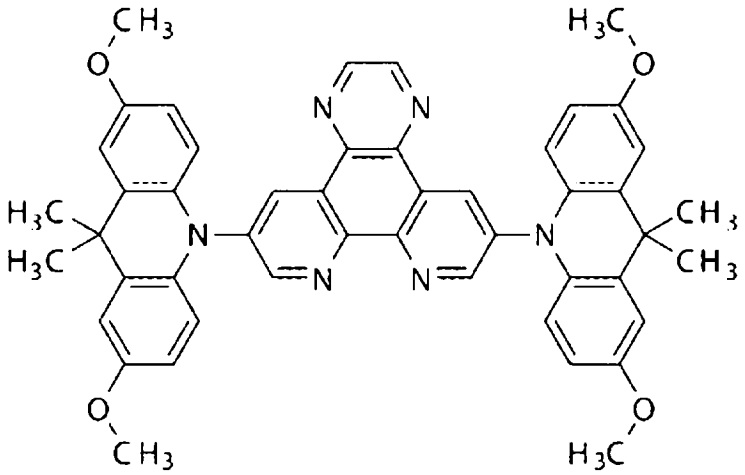
【化28】



(化合物21)

【0091】

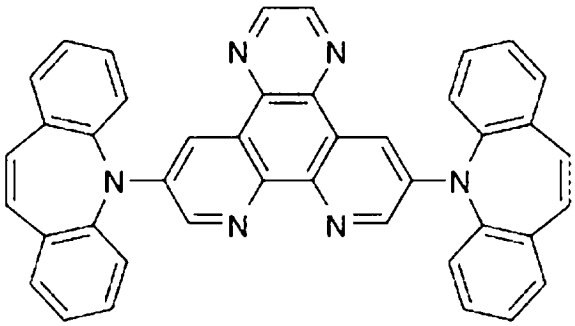
【化29】



(化合物22)

【0092】

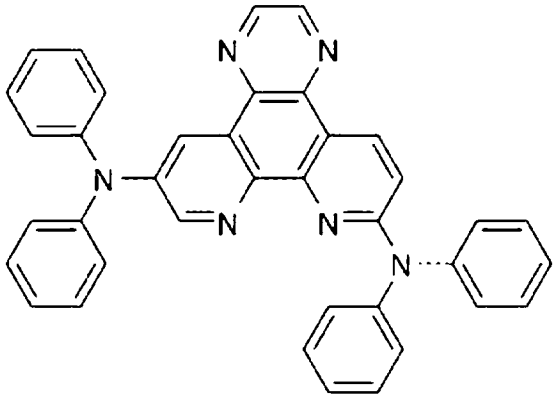
【化30】



(化合物23)

【0093】

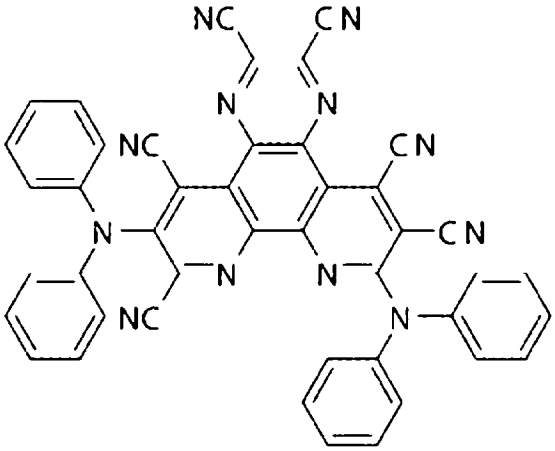
【化31】



(化合物24)

【0094】

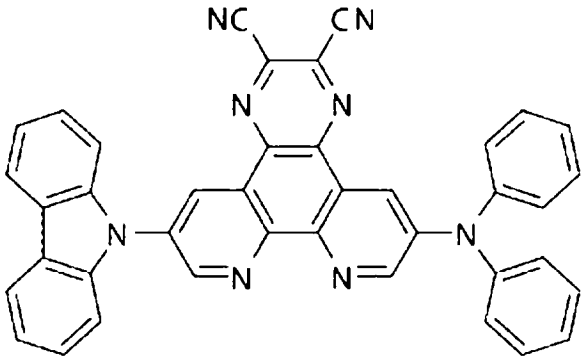
【化32】



(化合物25)

【0095】

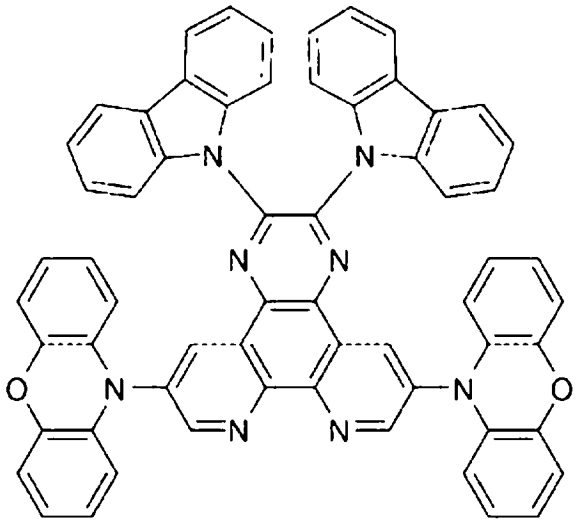
【化33】



(化合物26)

【0096】

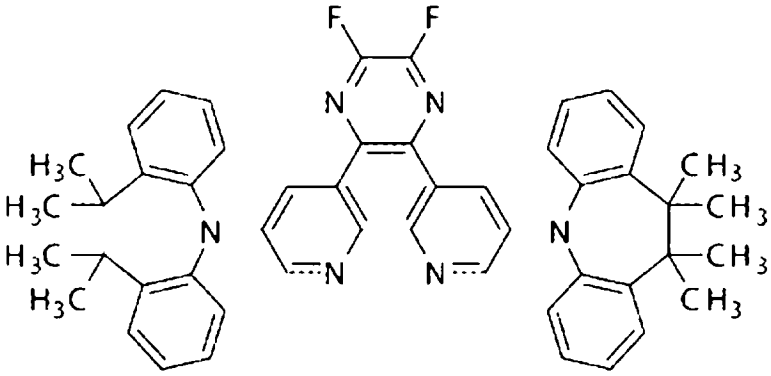
【化34】



(化合物27)

【0097】

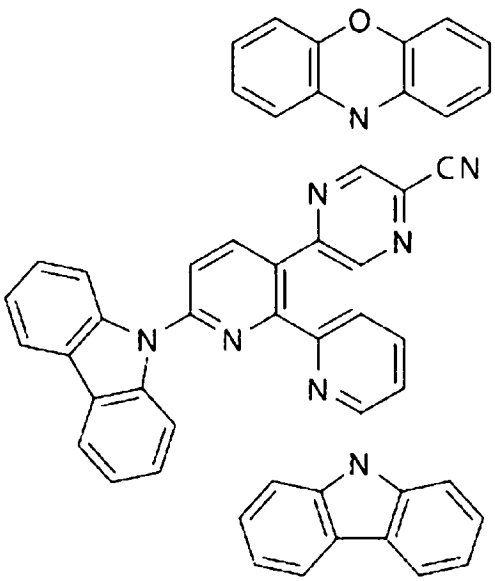
【化35】



(化合物28)

【0098】

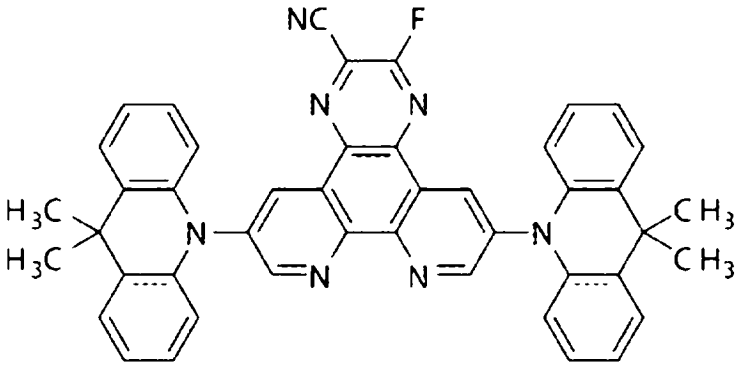
【化36】



(化合物29)

【0099】

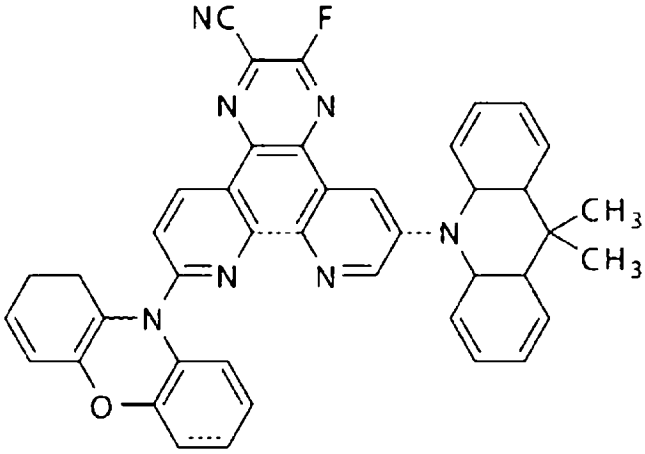
【化37】



(化合物30)

【0100】

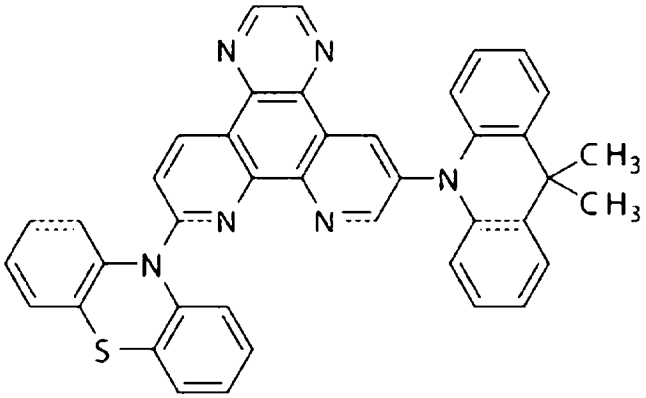
【化38】



(化合物31)

【0101】

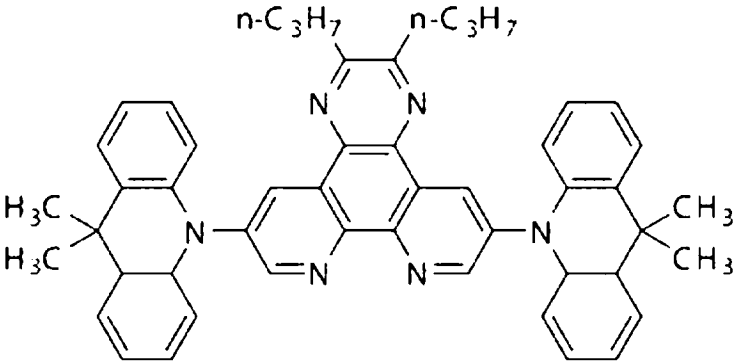
【化39】



(化合物32)

【0102】

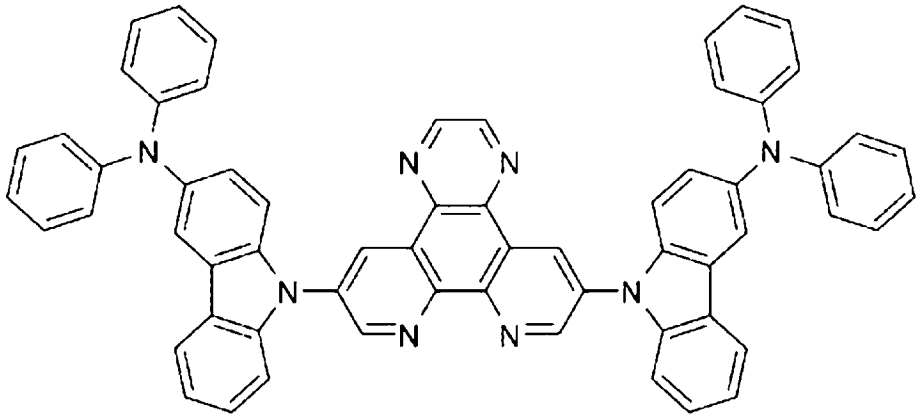
【化40】



(化合物33)

【0103】

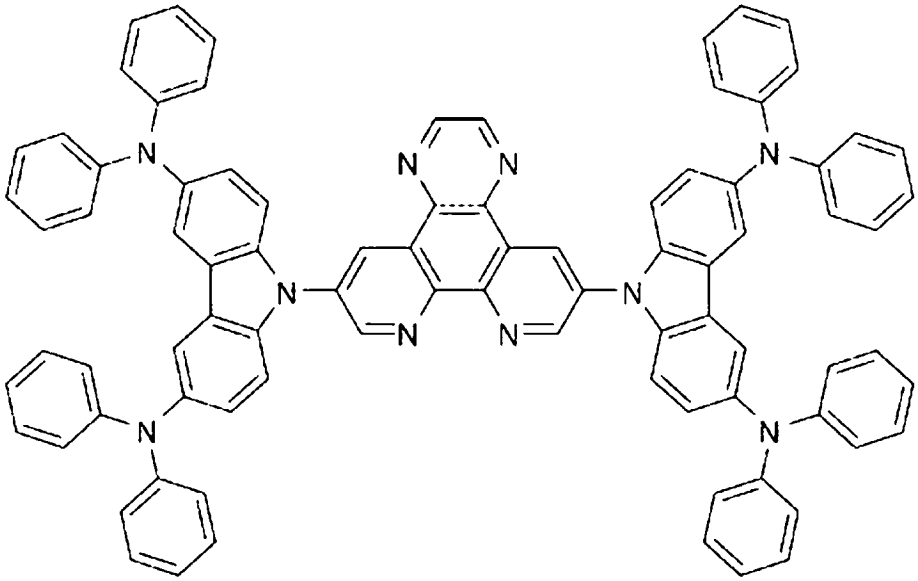
【化41】



(化合物34)

【0104】

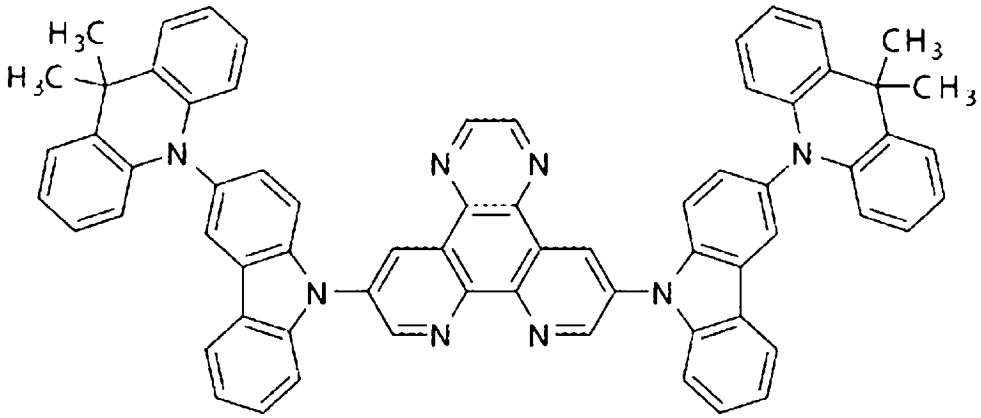
【化42】



(化合物35)

【0105】

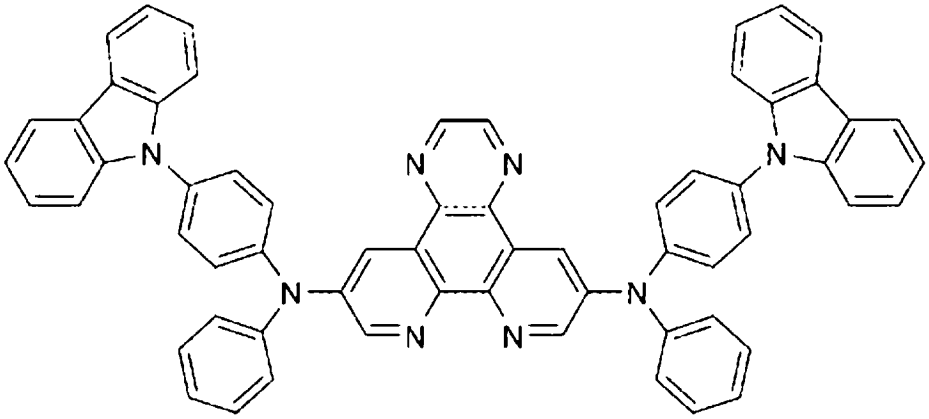
【化43】



(化合物36)

【0106】

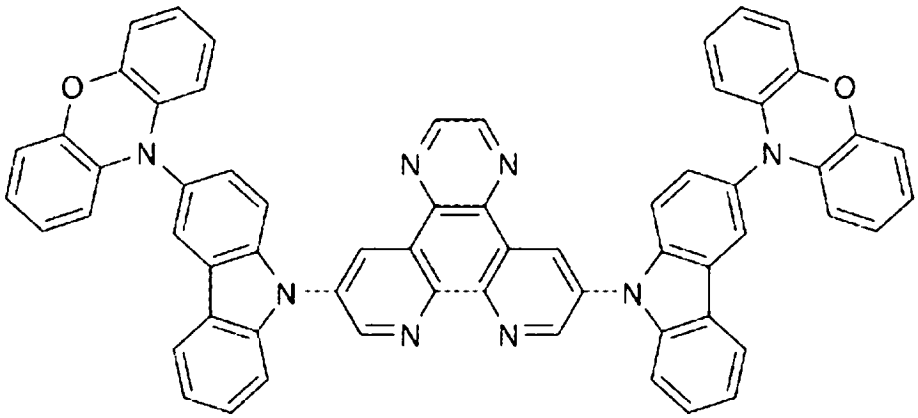
【化44】



(化合物37)

【0107】

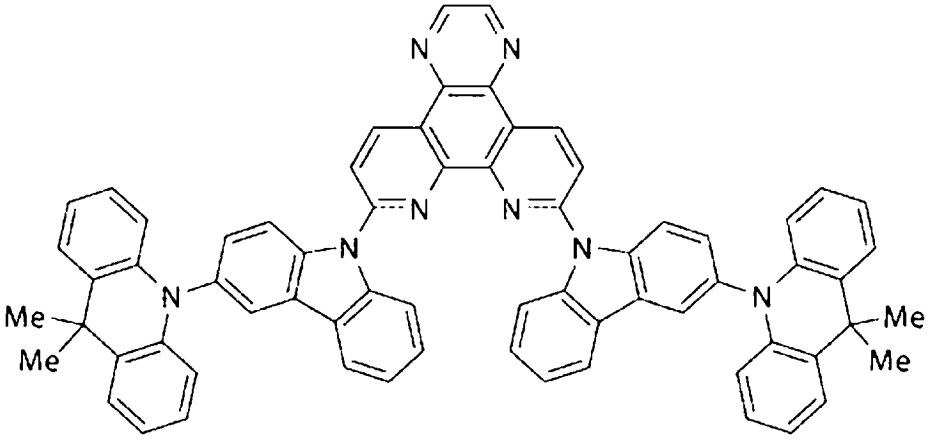
【化45】



(化合物38)

【0108】

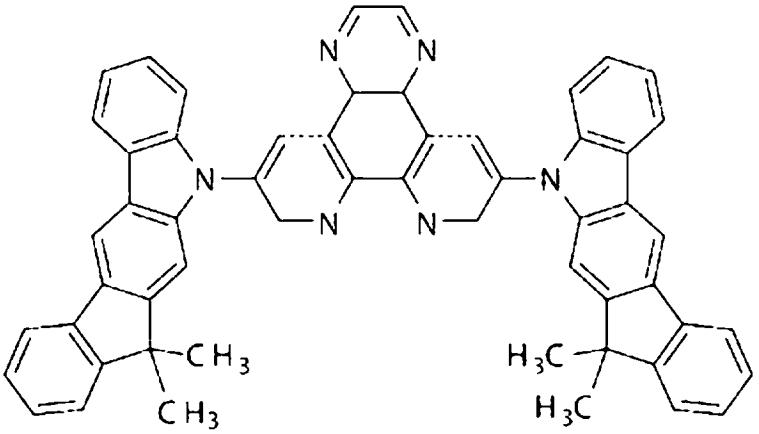
【化46】



(化合物39)

【0109】

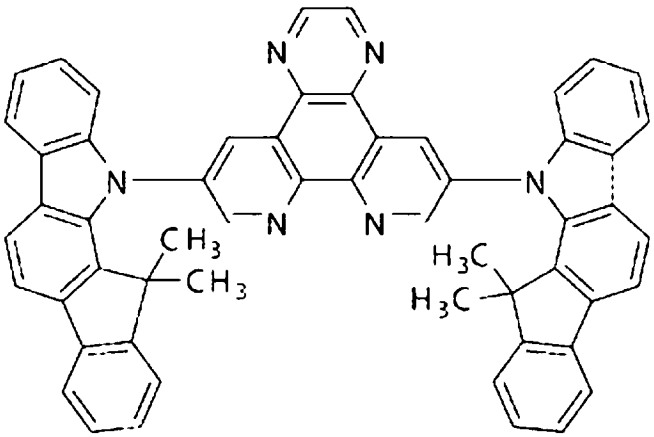
【化47】



(化合物40)

【0110】

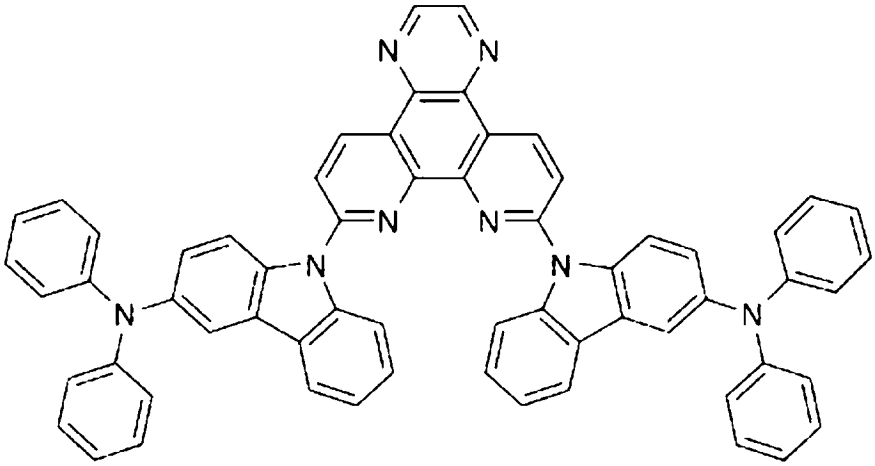
【化48】



(化合物41)

【0111】

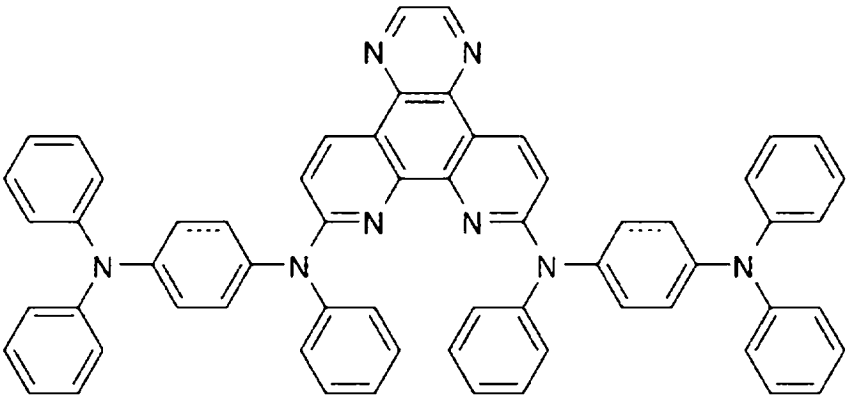
【化49】



(化合物42)

【0112】

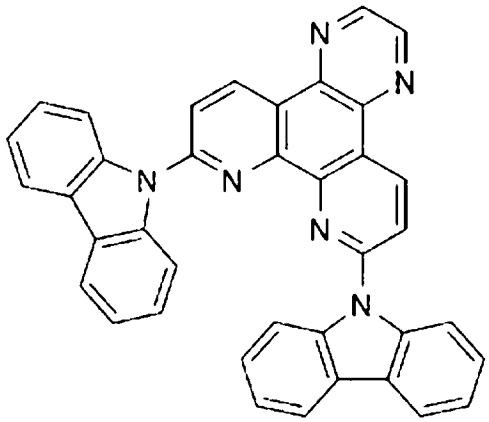
【化50】



(化合物43)

【0113】

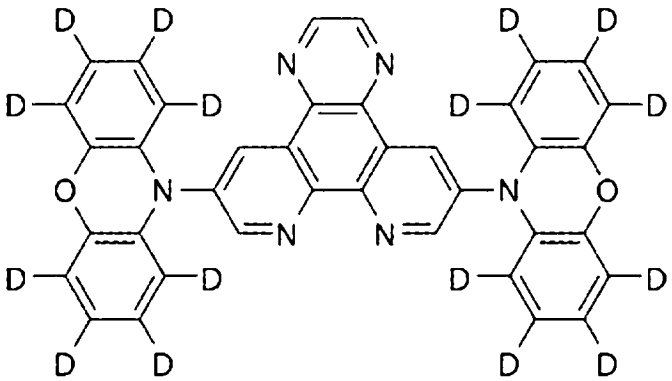
【化51】



(化合物44)

【0114】

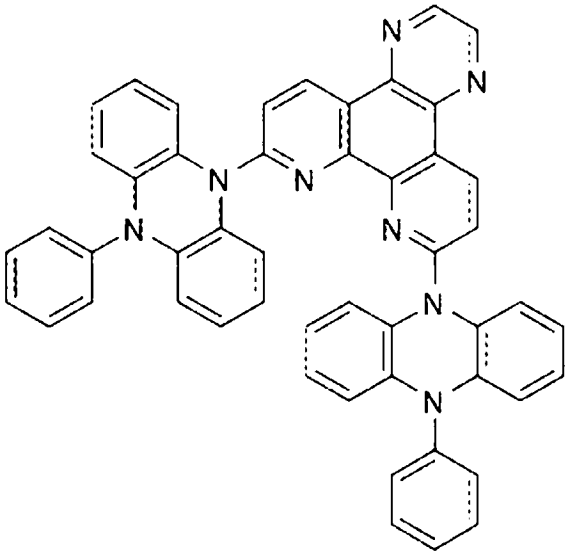
【化52】



(化合物45)

【0115】

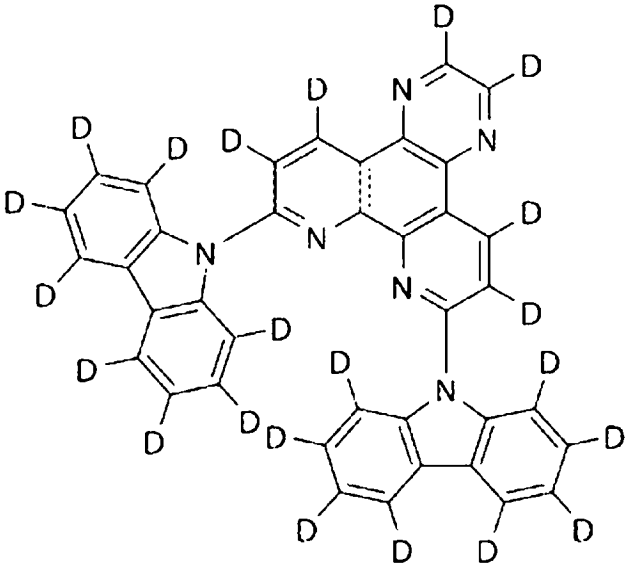
【化53】



(化合物46)

【0116】

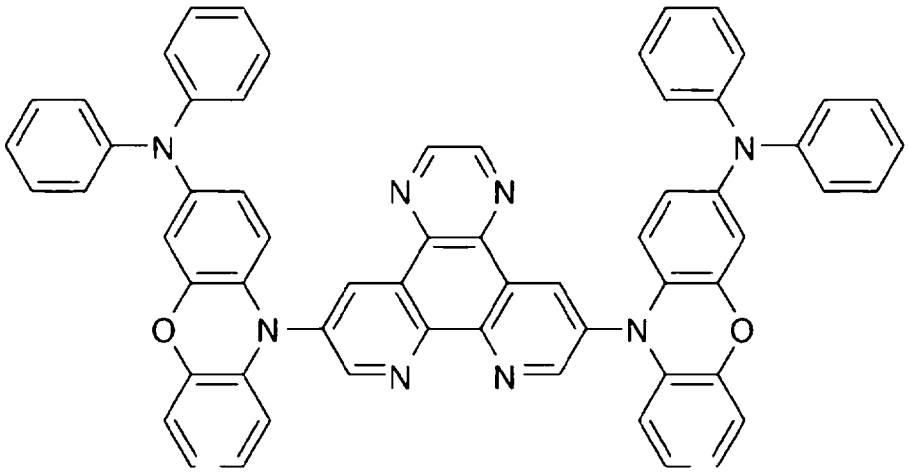
【化54】



(化合物47)

【0117】

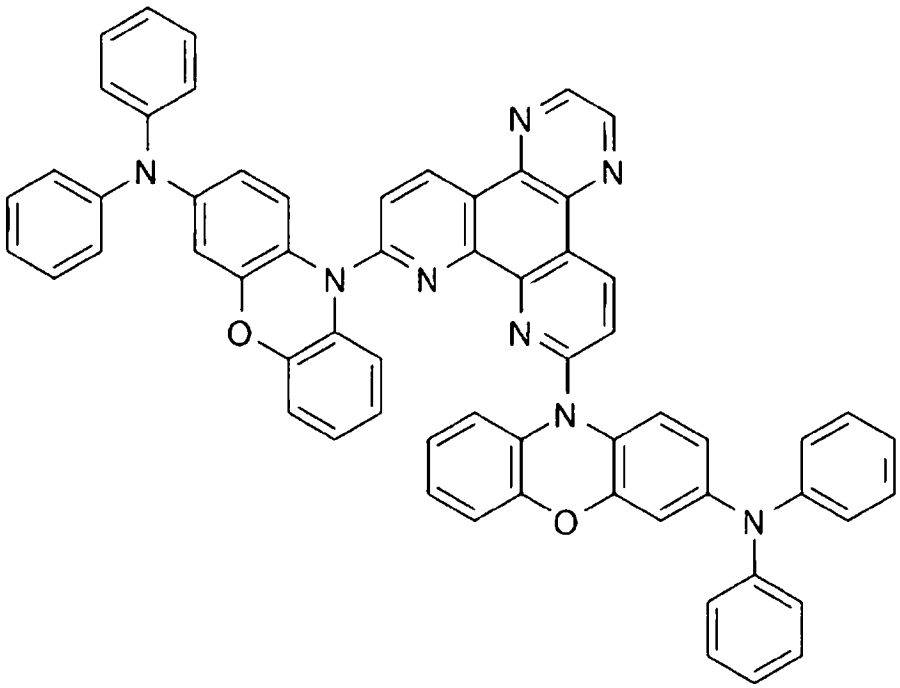
【化55】



(化合物48)

【0118】

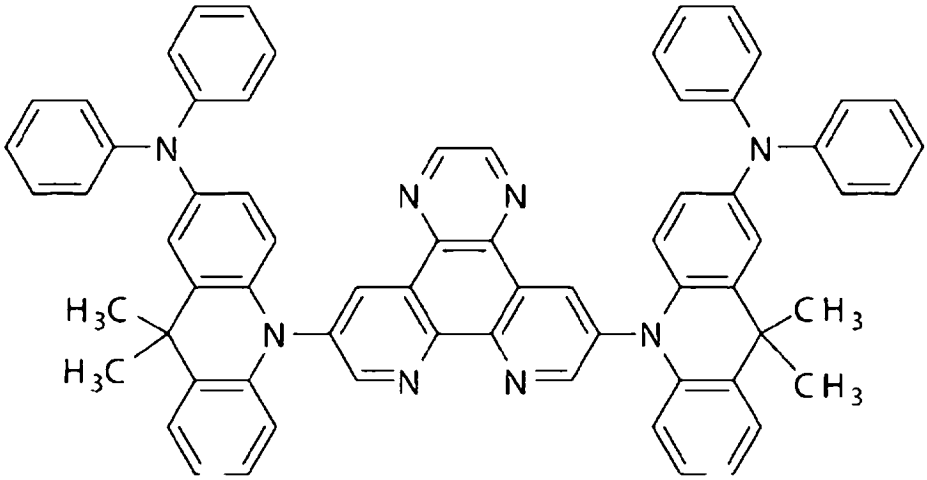
【化56】



(化合物49)

【0119】

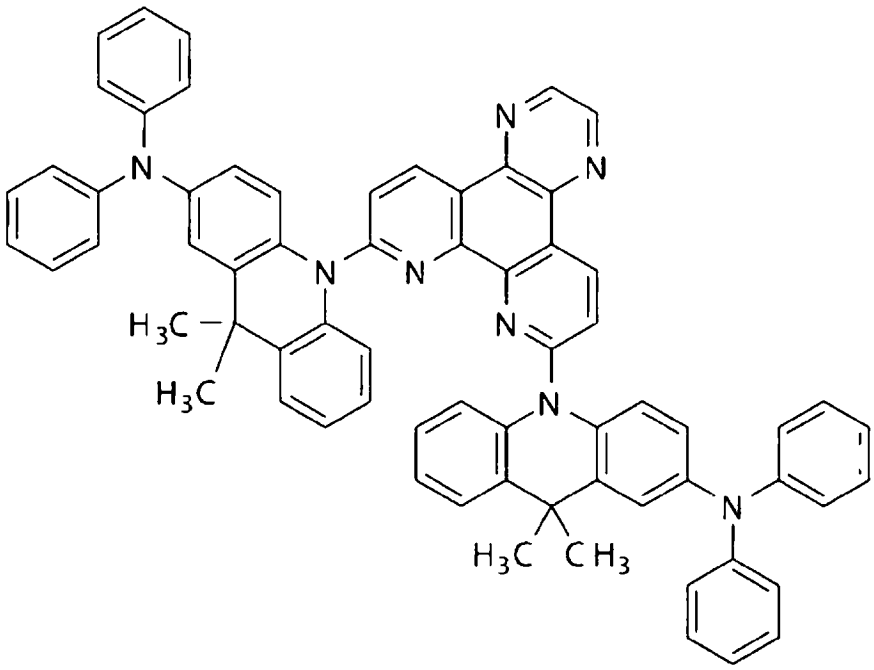
【化57】



(化合物50)

【0120】

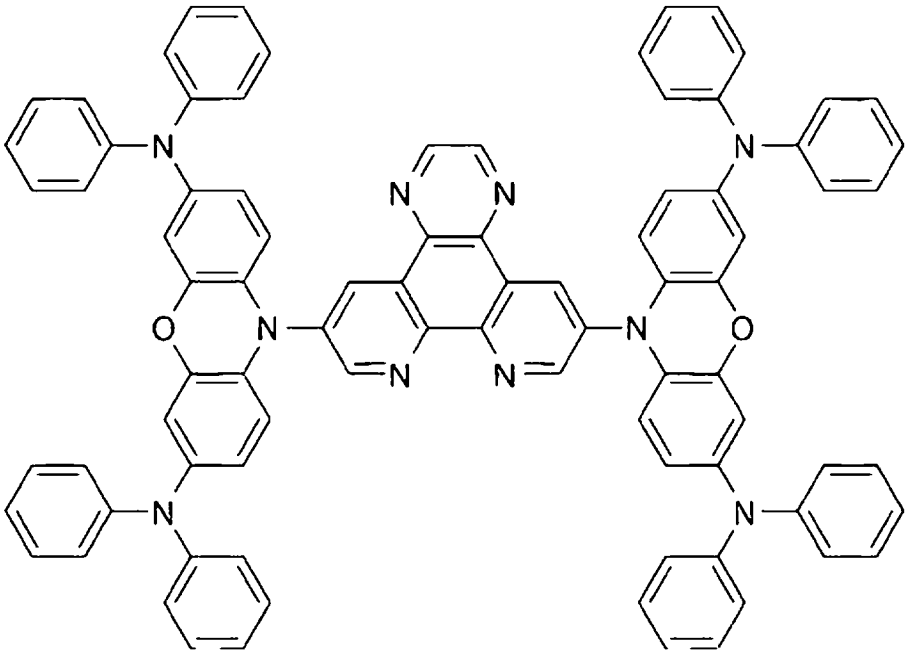
【化58】



(化合物51)

【0121】

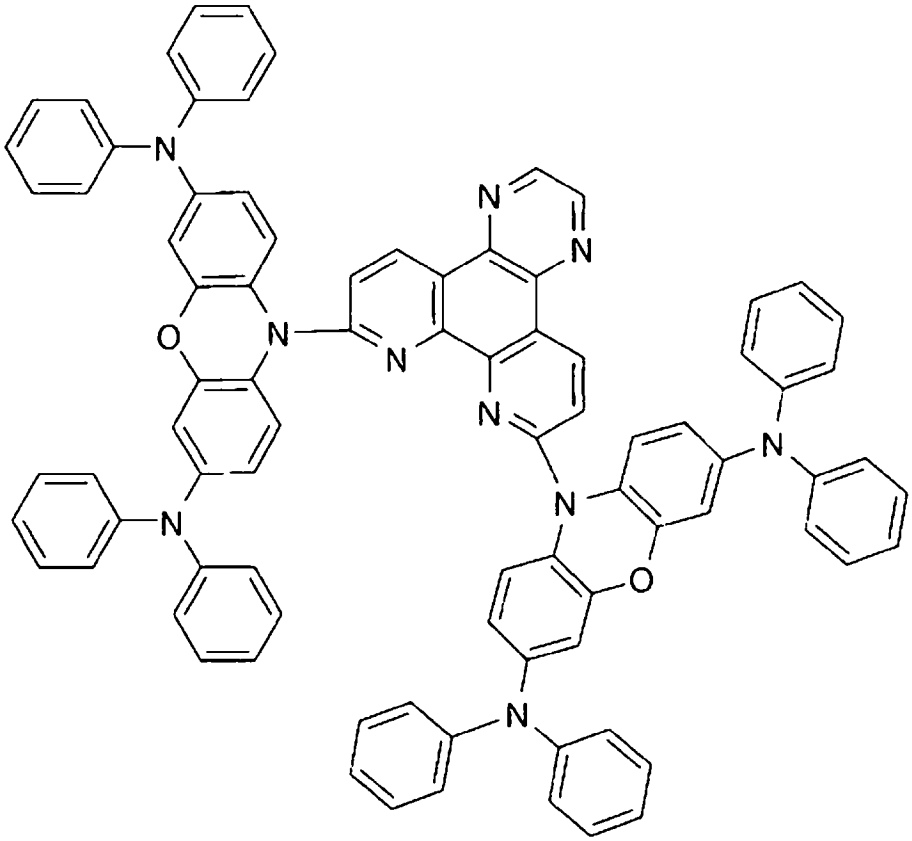
【化59】



(化合物52)

【0122】

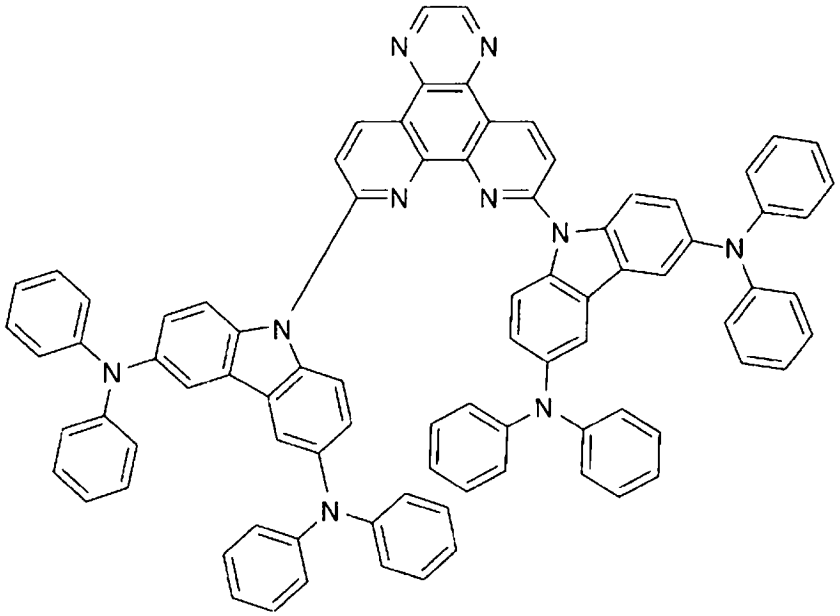
【化60】



(化合物53)

【0123】

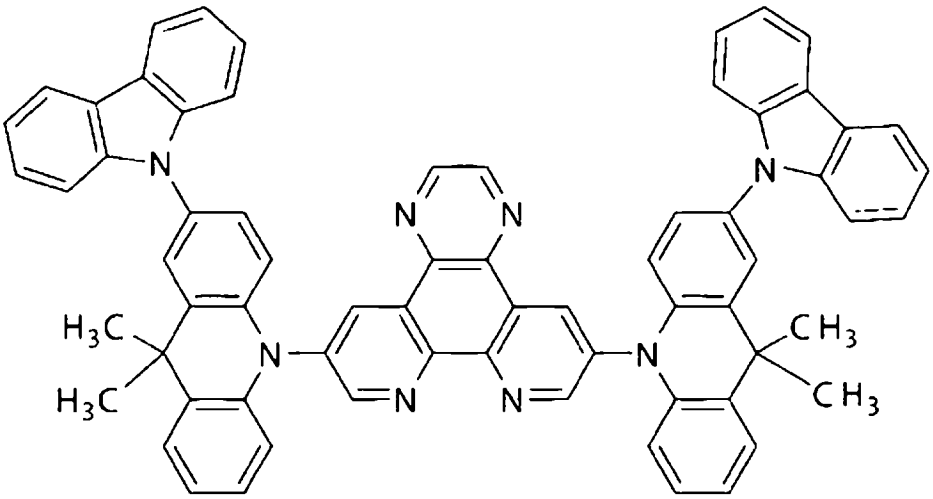
【化61】



(化合物54)

【0124】

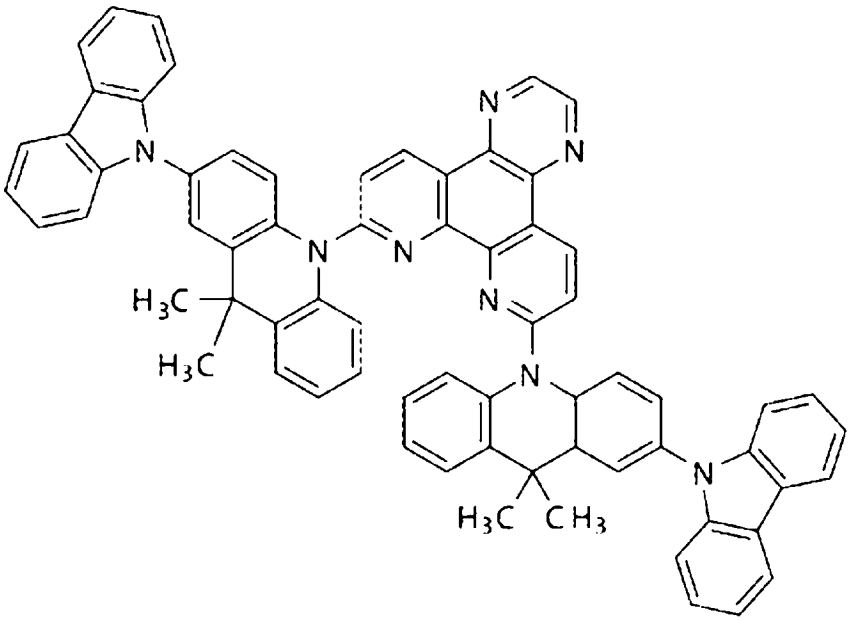
【化62】



(化合物55)

【0125】

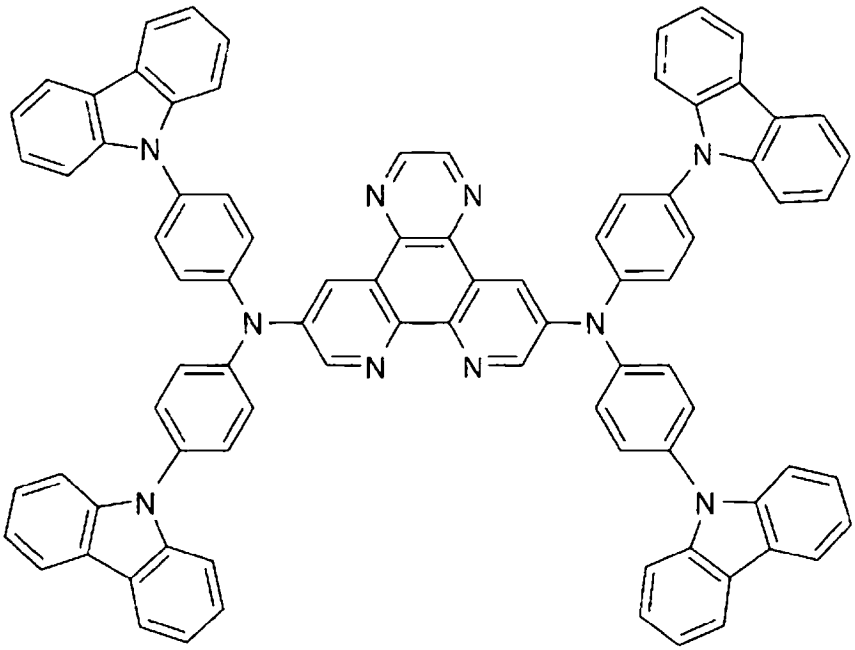
【化63】



(化合物56)

【0126】

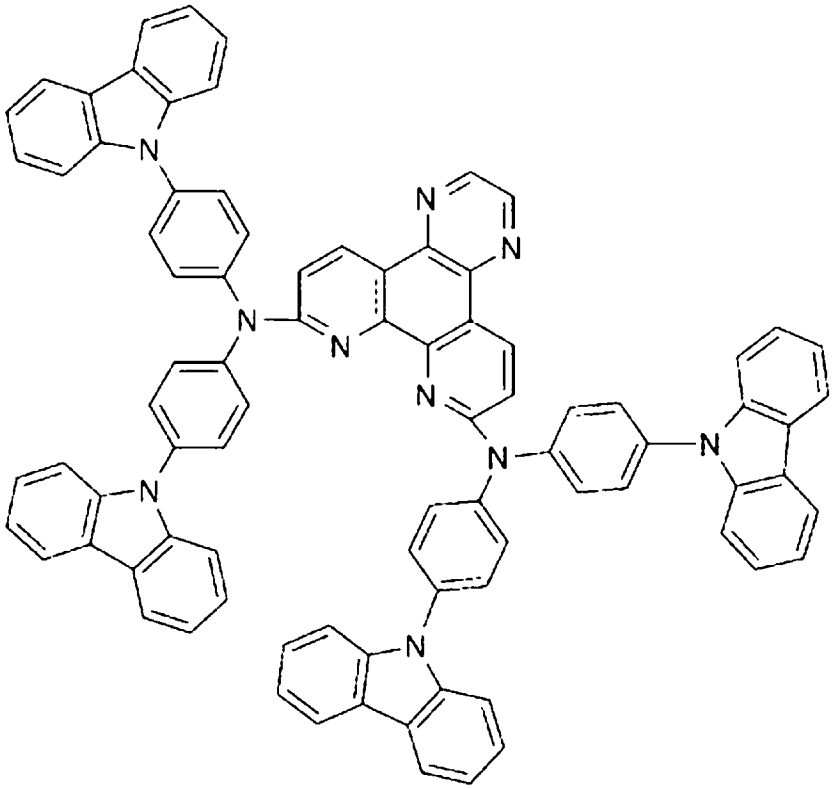
【化64】



(化合物57)

【0127】

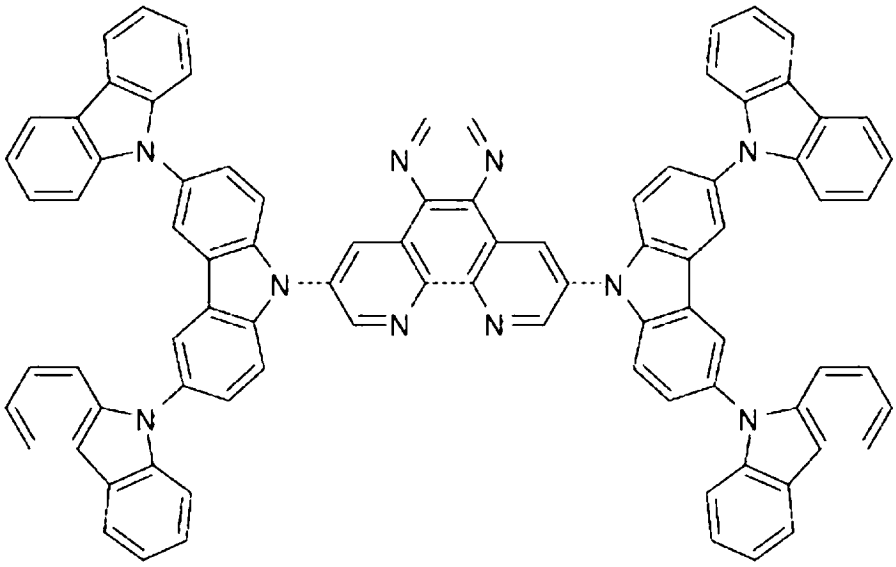
【化65】



(化合物58)

【0128】

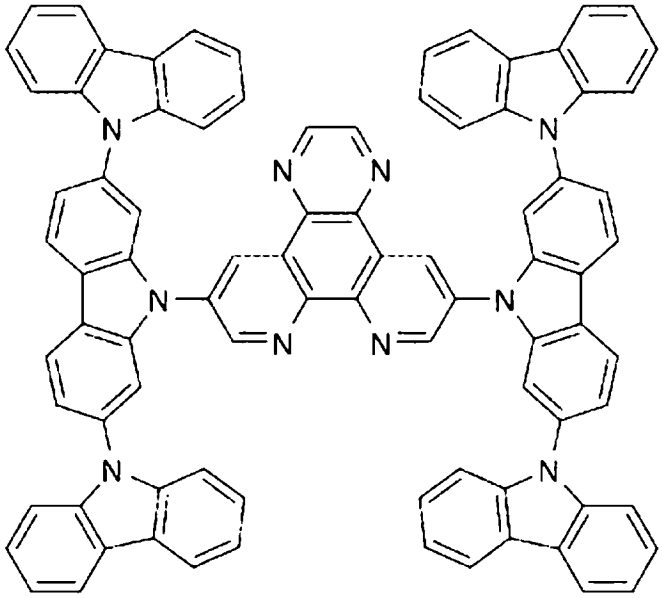
【化66】



(化合物59)

【0129】

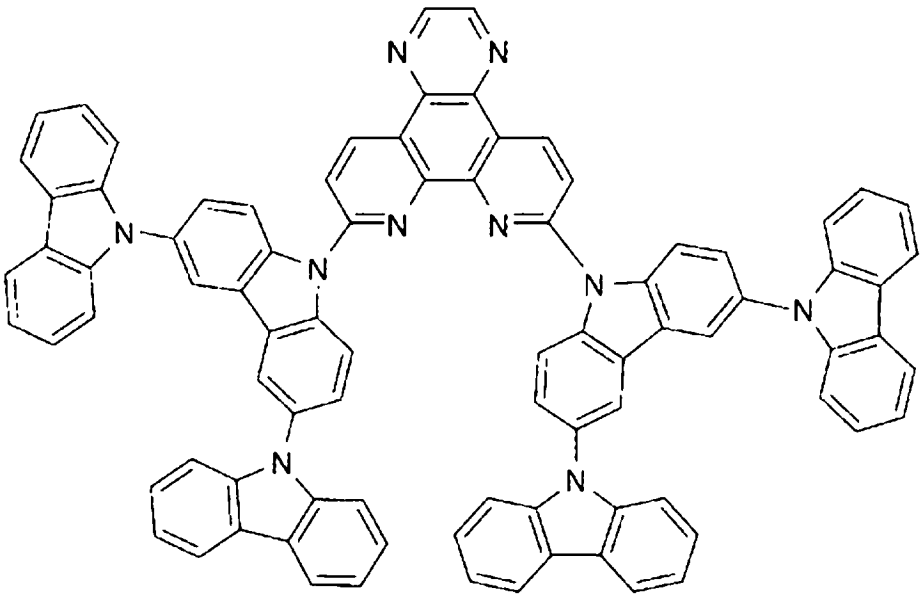
【化67】



(化合物60)

【0130】

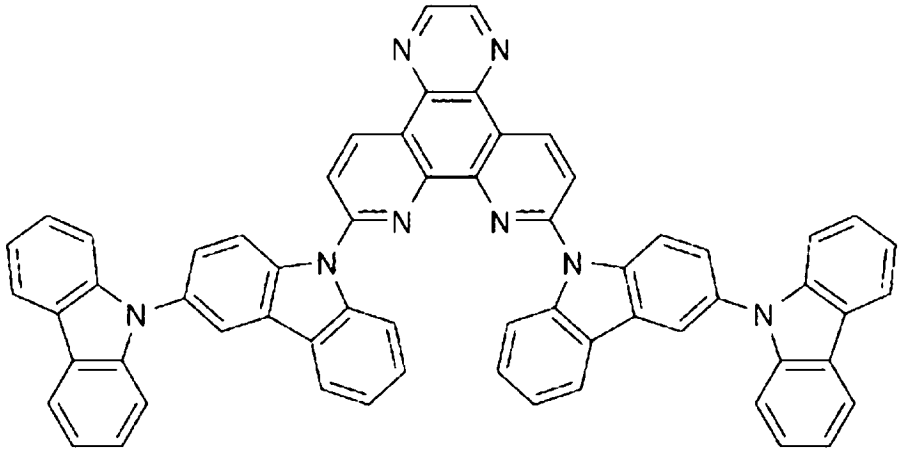
【化68】



(化合物61)

【0131】

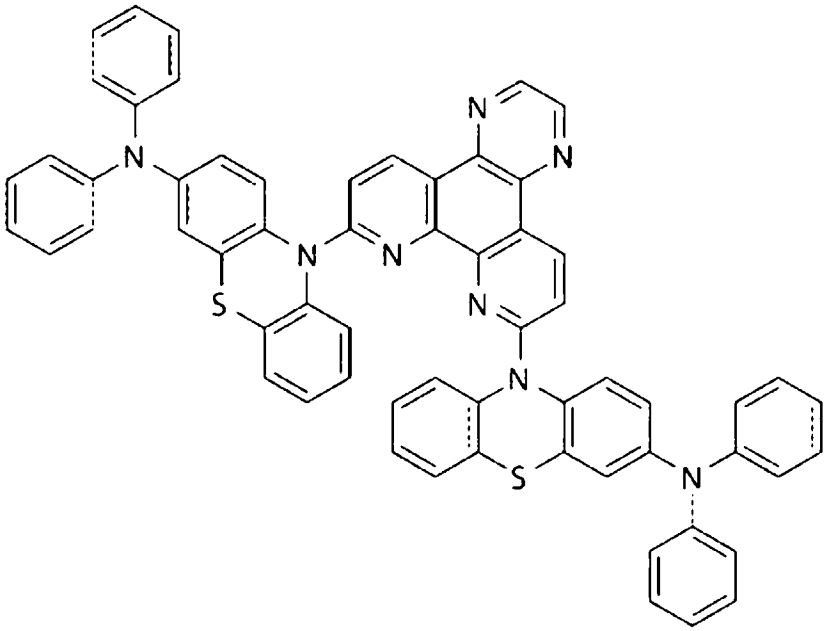
【化69】



(化合物62)

【0132】

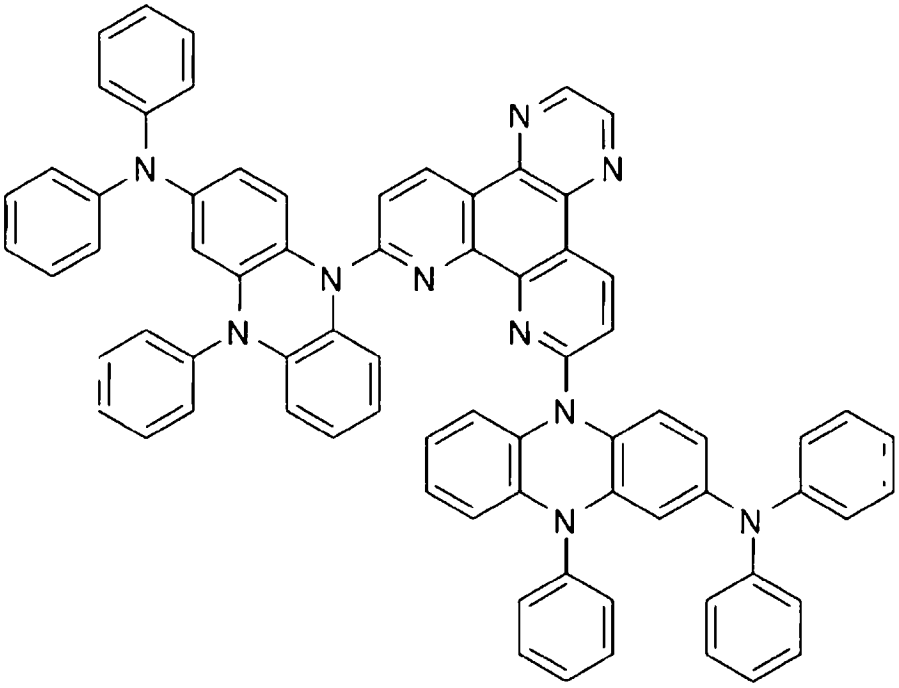
【化70】



(化合物63)

【0133】

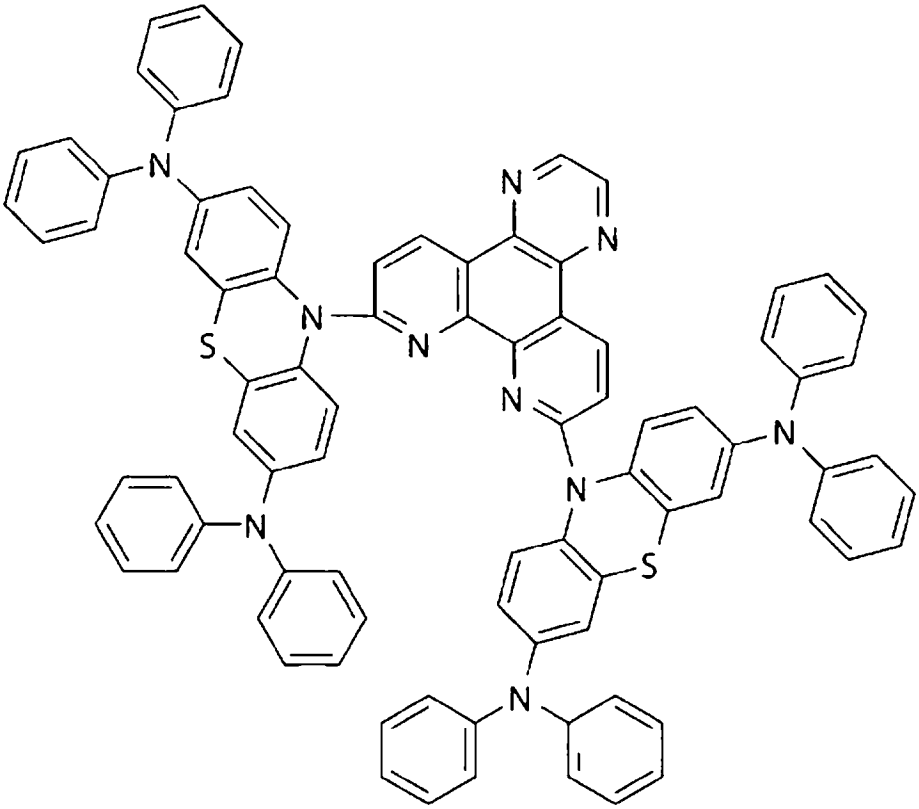
【化71】



(化合物64)

【0134】

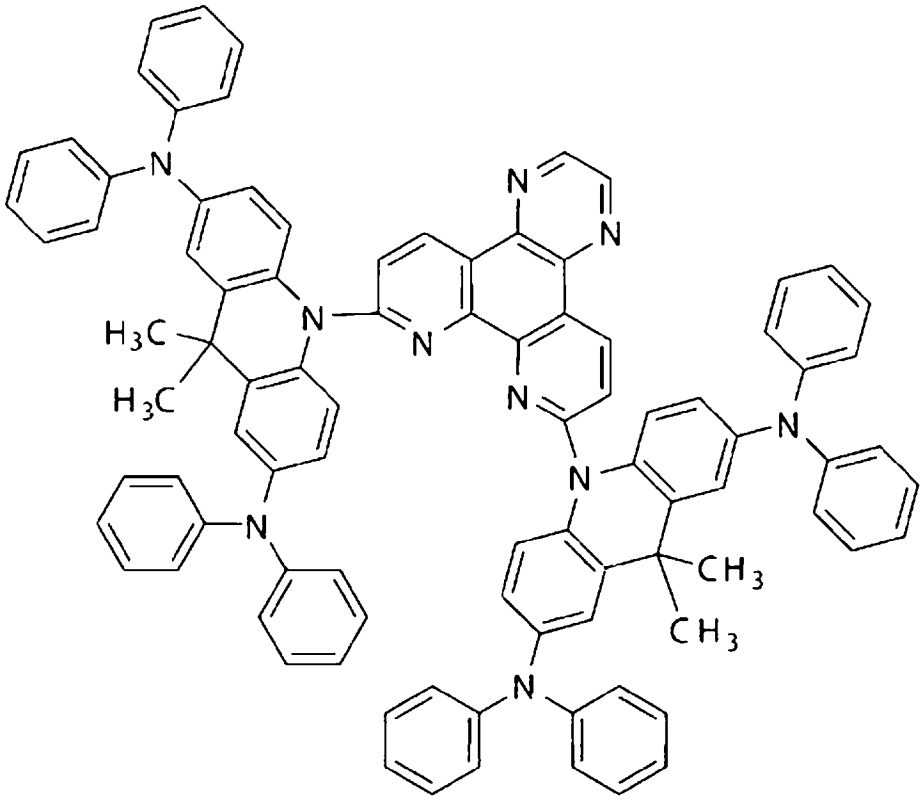
【化72】



(化合物65)

【0135】

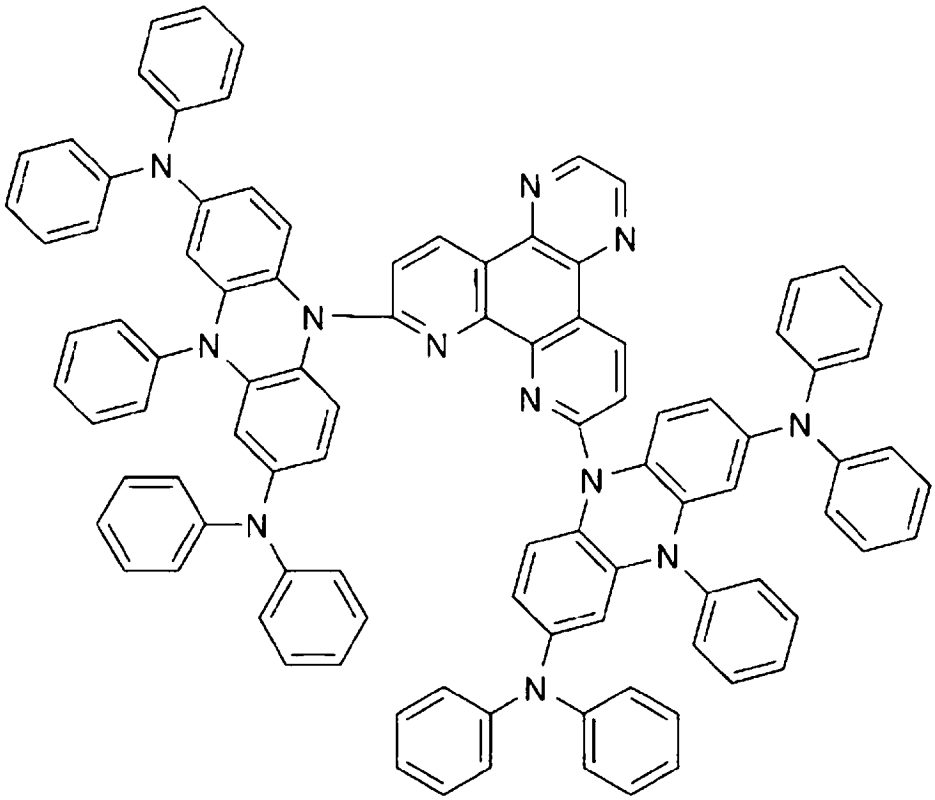
【化73】



(化合物66)

【0136】

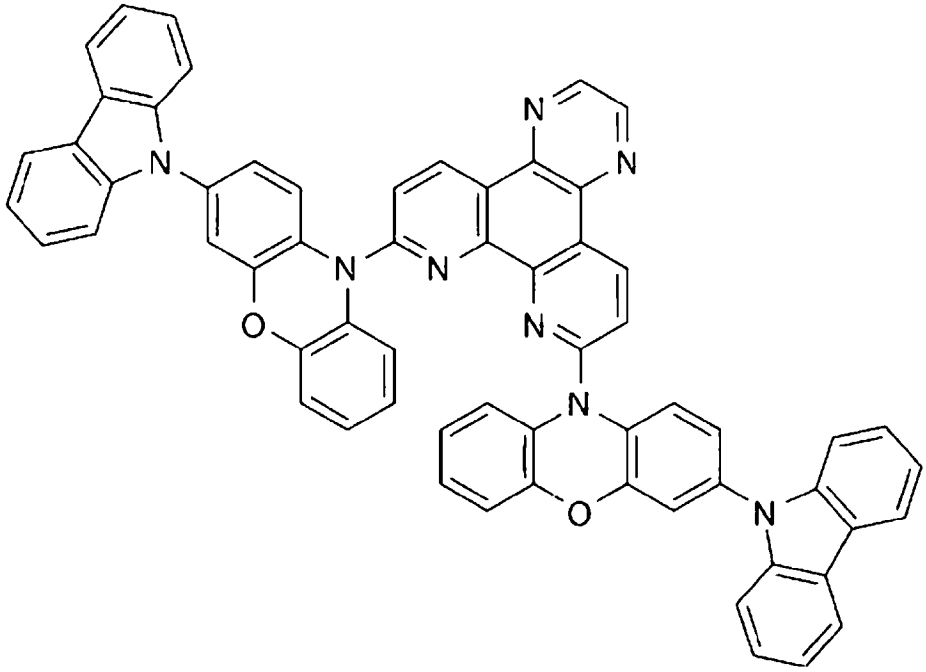
【化74】



(化合物67)

【0137】

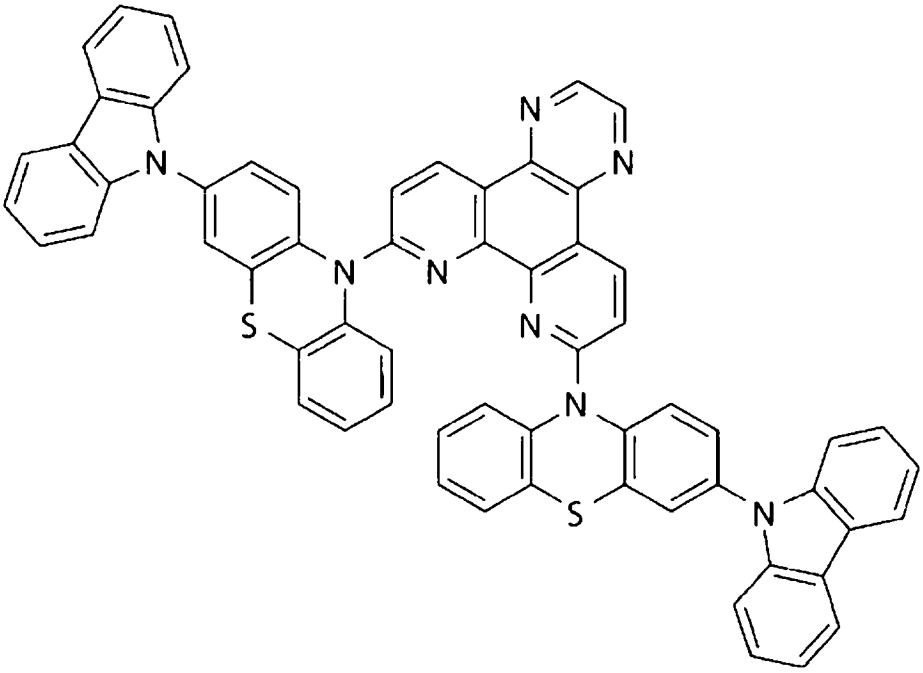
【化75】



(化合物68)

【0138】

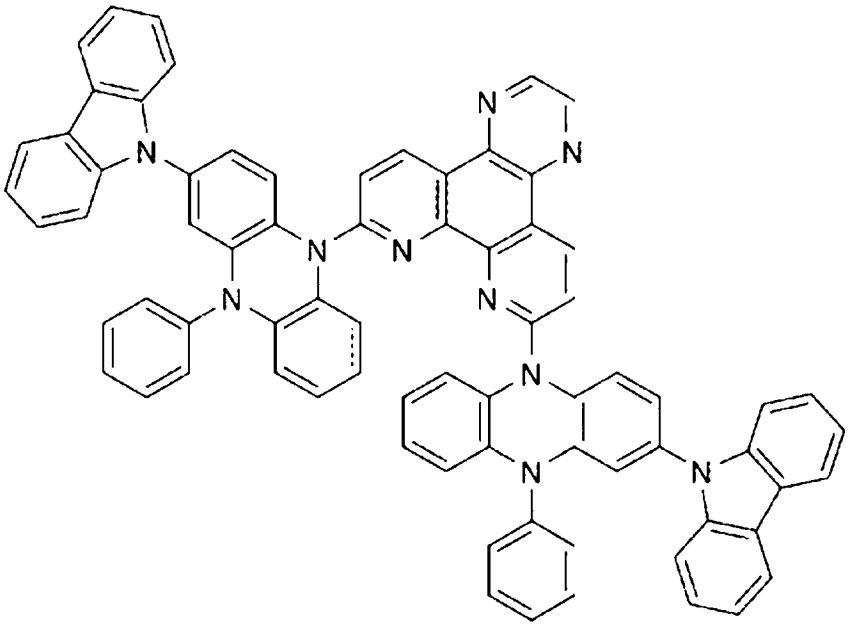
【化76】



(化合物69)

【0139】

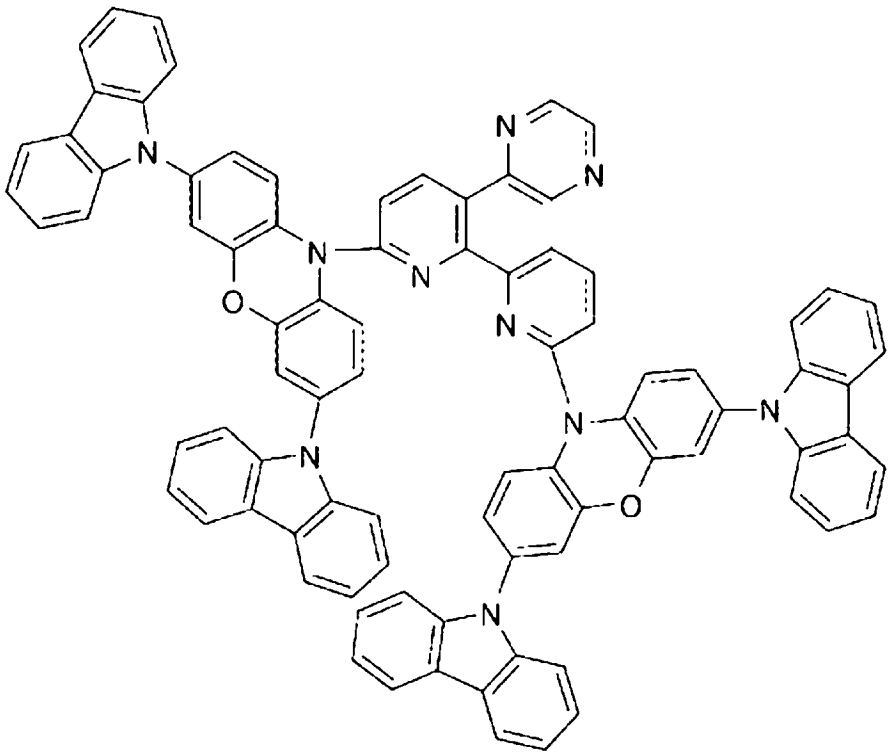
【化77】



(化合物70)

【0140】

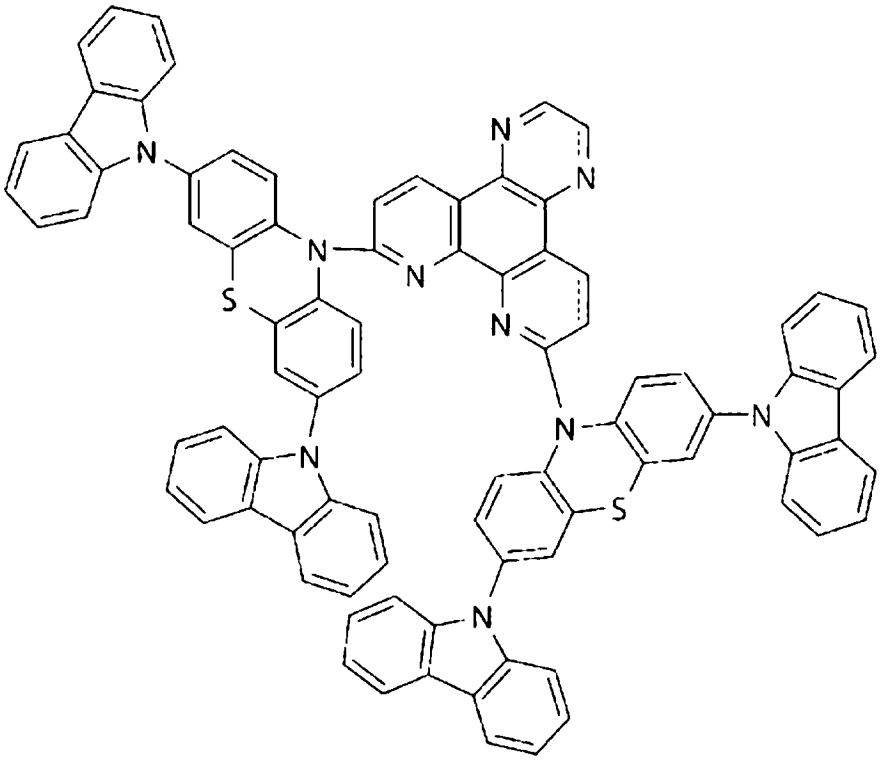
【化78】



(化合物71)

【0141】

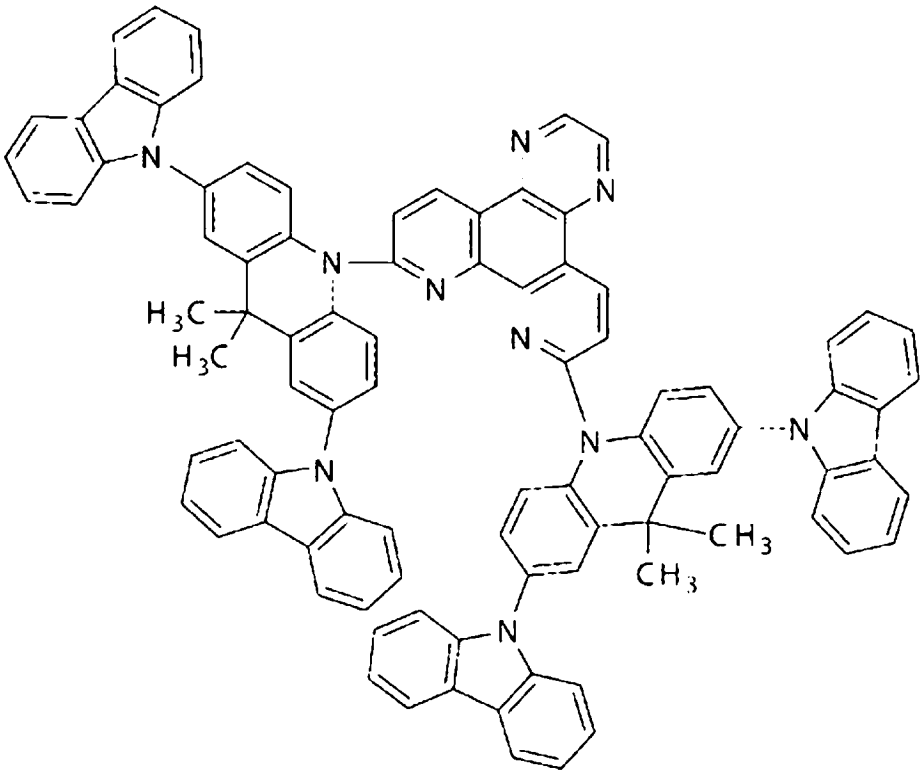
【化79】



(化合物72)

【0142】

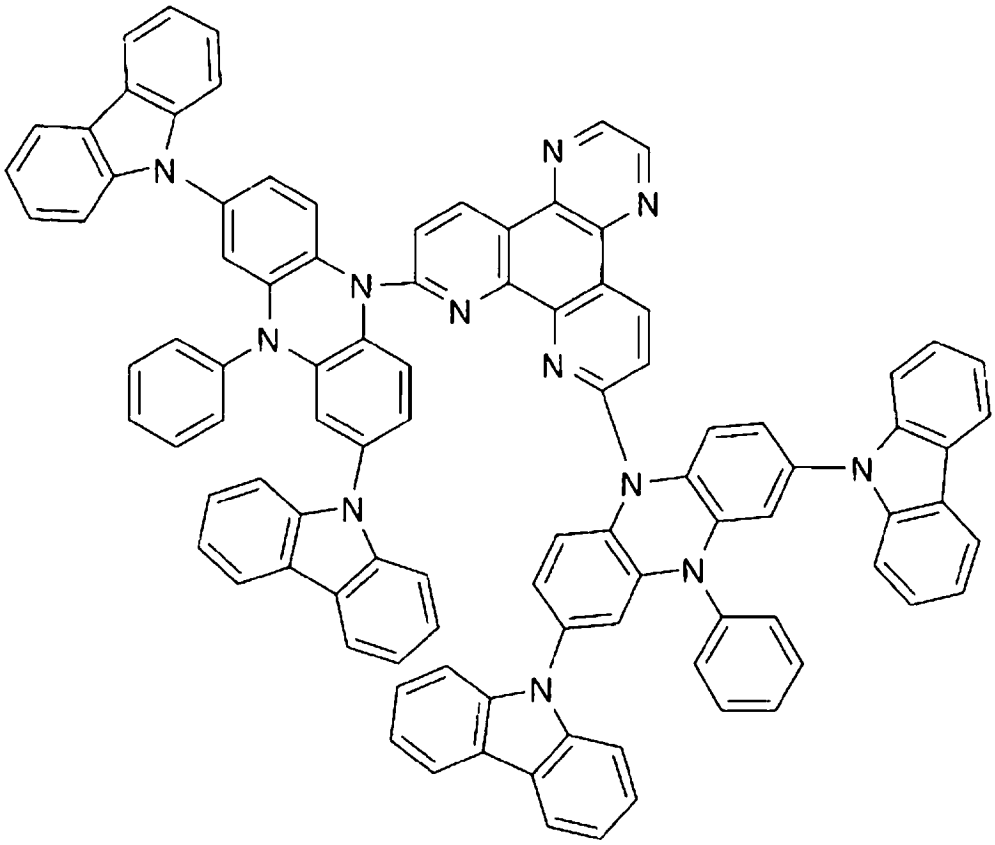
【化80】



(化合物73)

【0143】

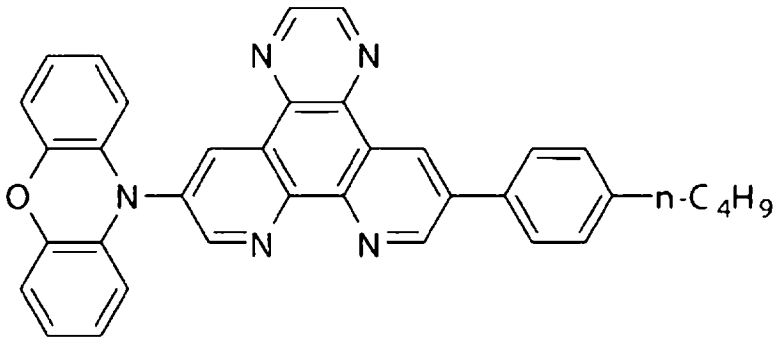
【化81】



(化合物74)

【0144】

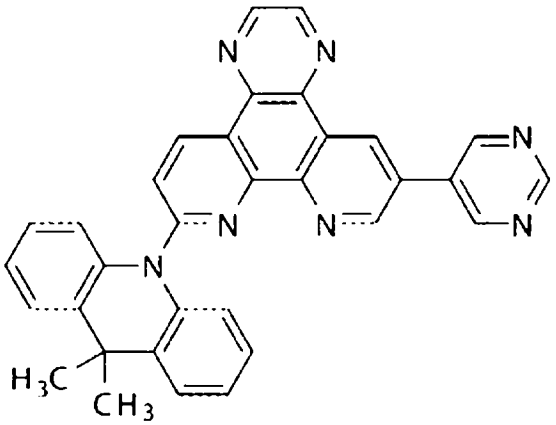
【化82】



(化合物75)

【0145】

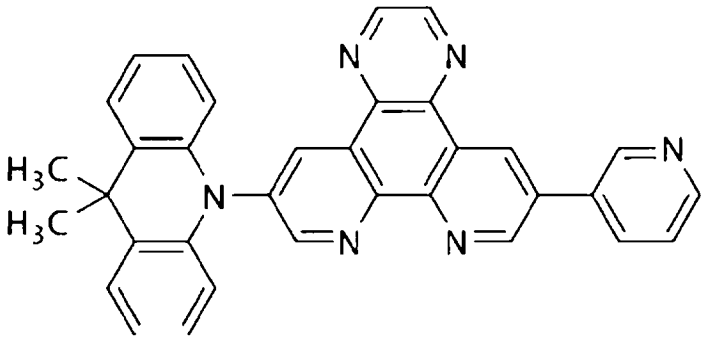
【化83】



(化合物76)

【0146】

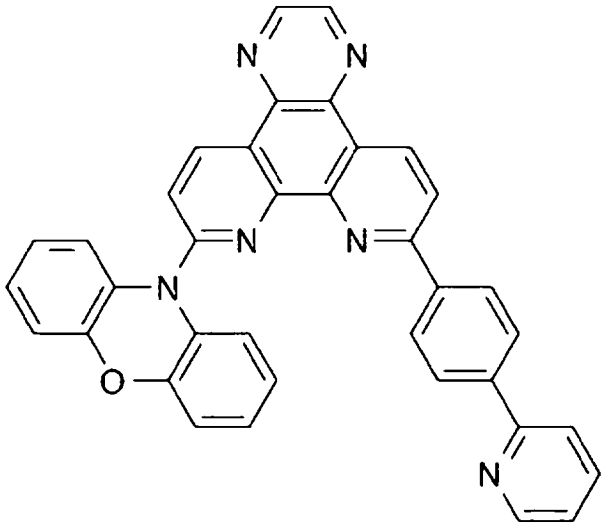
【化84】



(化合物77)

【0147】

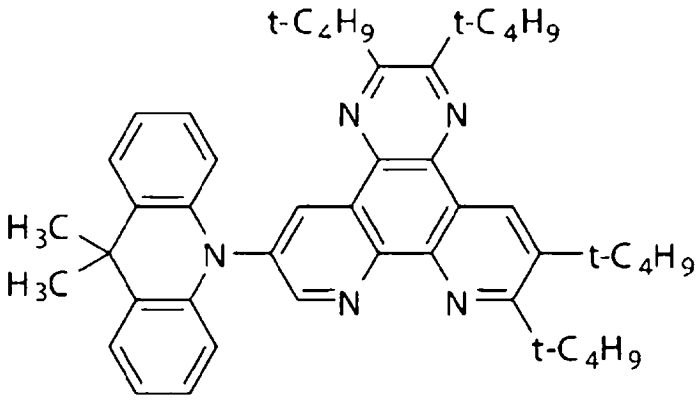
【化85】



(化合物78)

【0148】

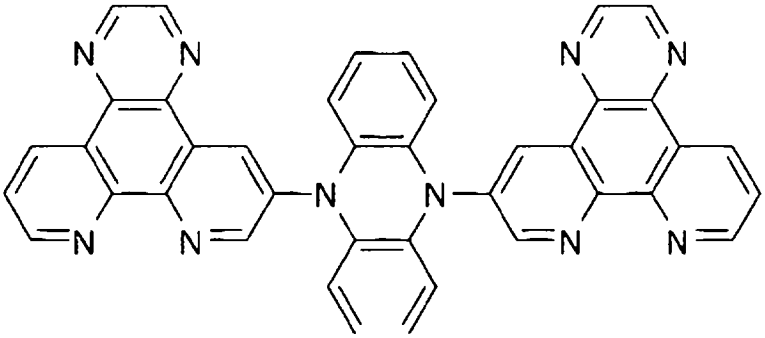
【化86】



(化合物79)

【0149】

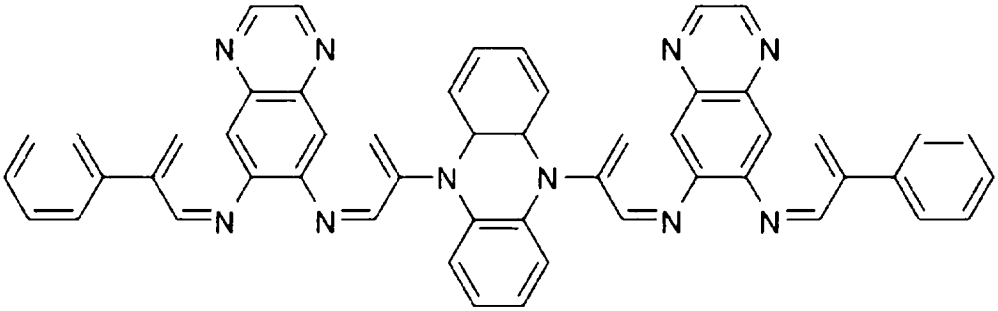
【化87】



(化合物80)

【0150】

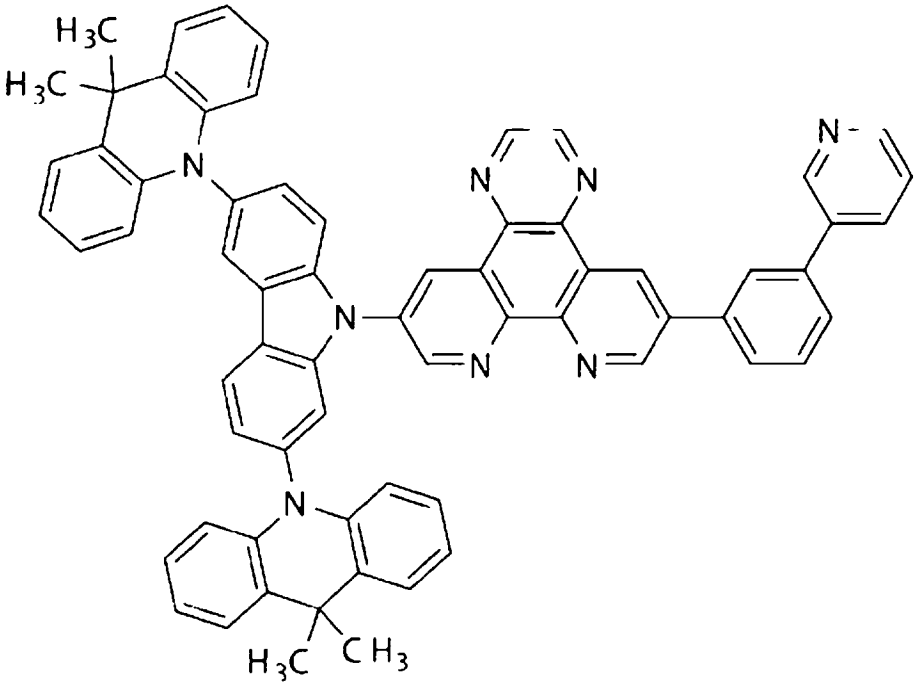
【化88】



(化合物81)

【0151】

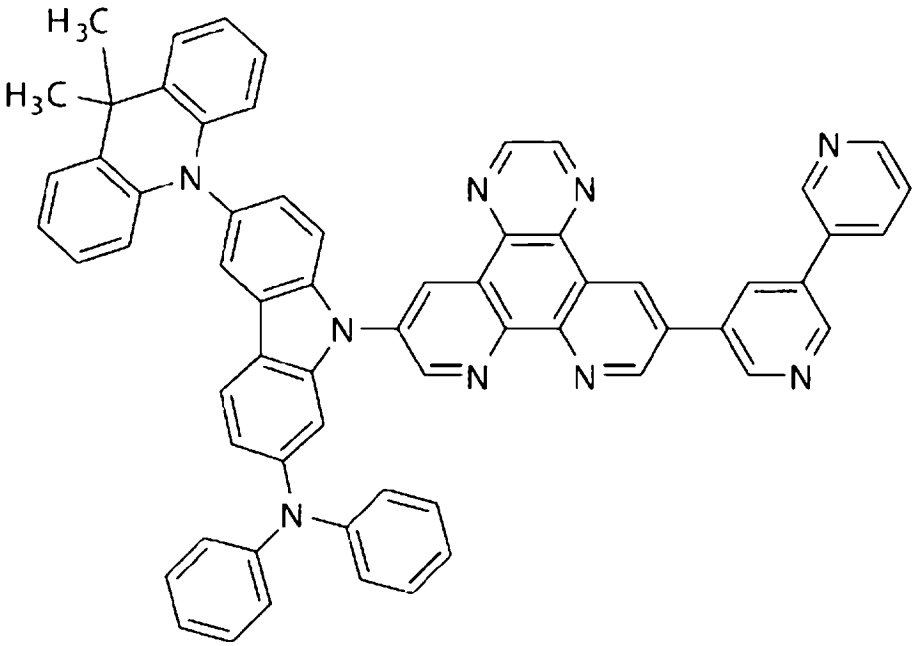
【化89】



(化合物82)

【0152】

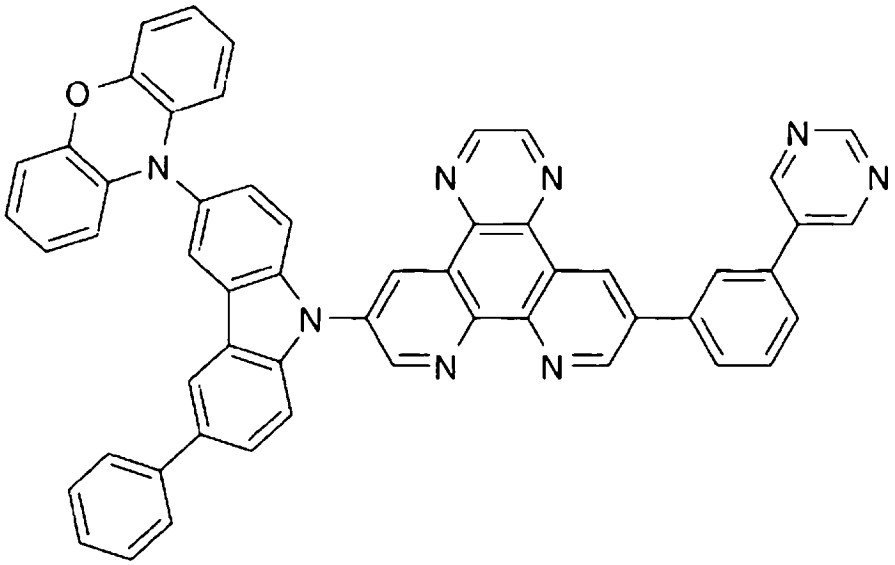
【化90】



(化合物83)

【0153】

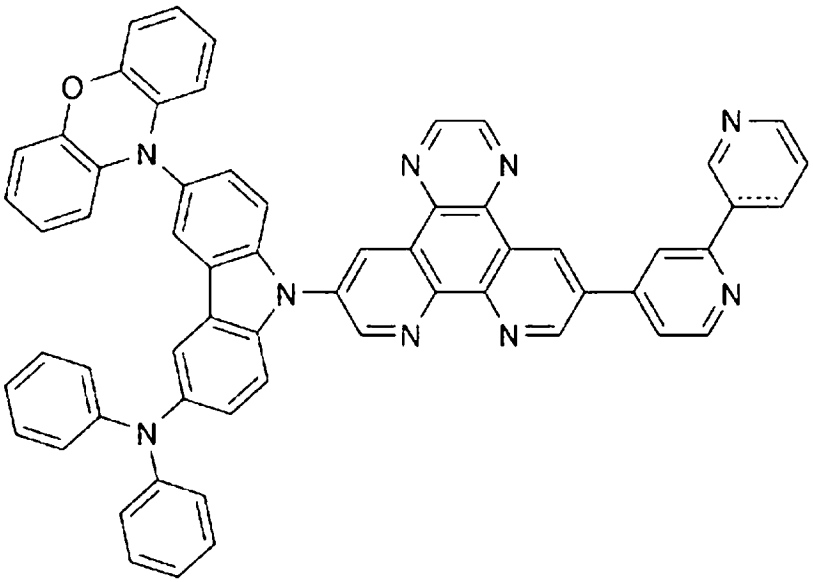
【化91】



(化合物84)

【0154】

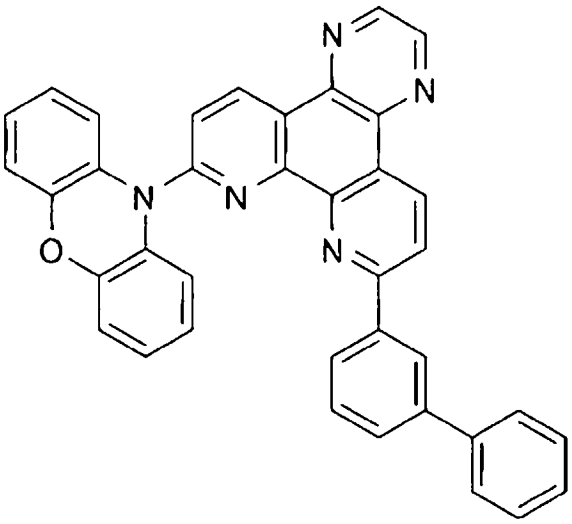
【化92】



(化合物85)

【0155】

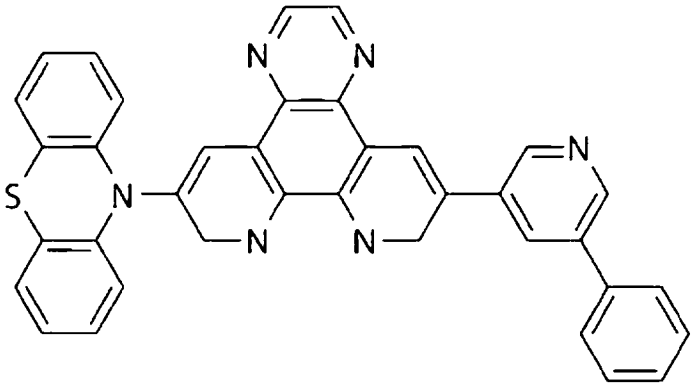
【化93】



(化合物86)

【0156】

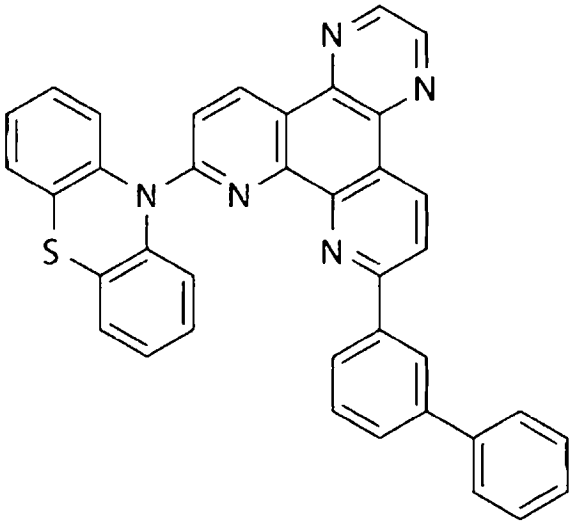
【化94】



(化合物87)

【0157】

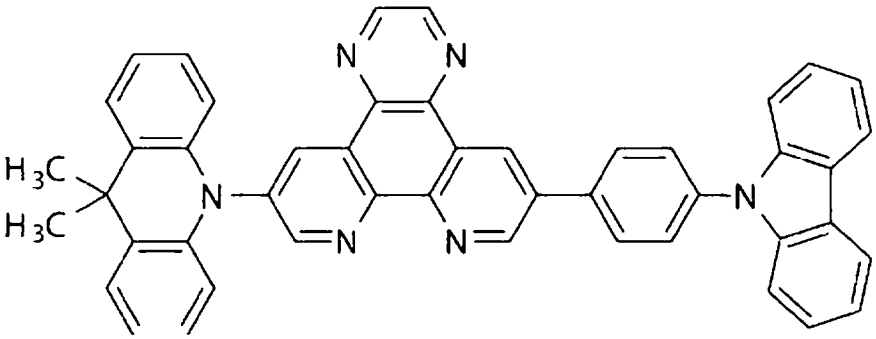
【化95】



(化合物88)

【0158】

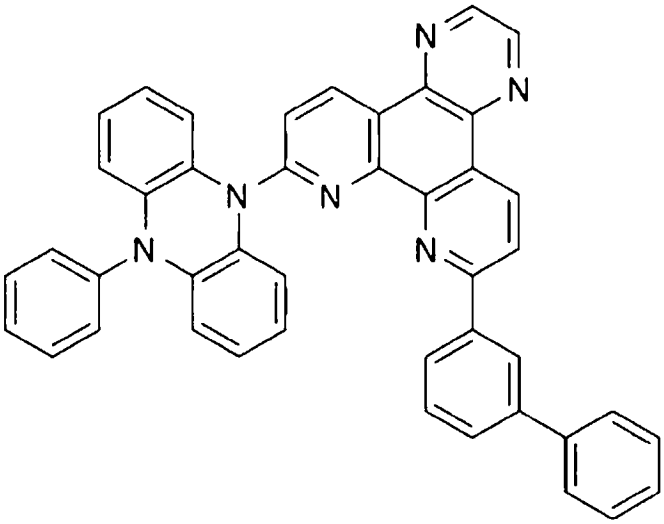
【化96】



(化合物89)

【0159】

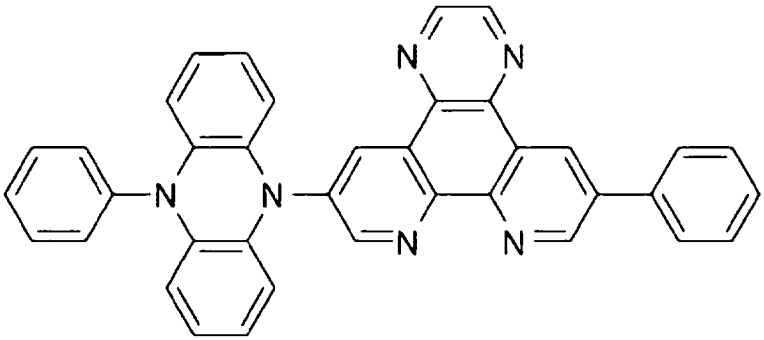
【化97】



(化合物90)

【0160】

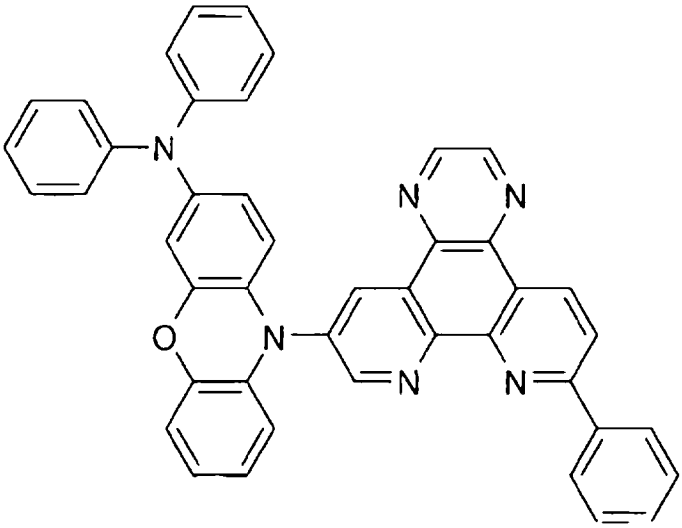
【化98】



(化合物91)

【0161】

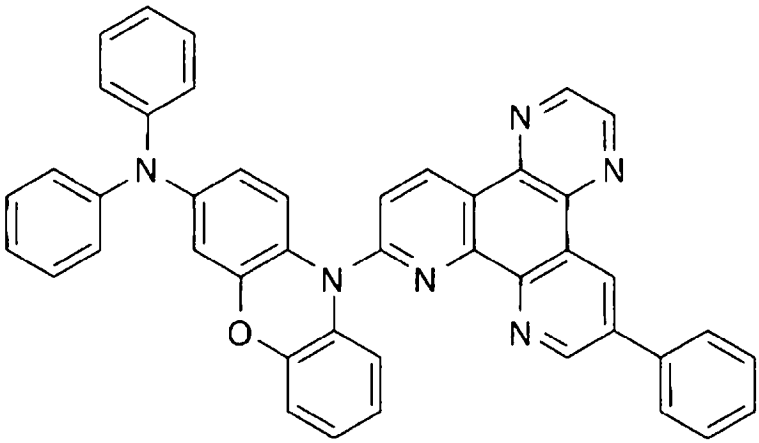
【化99】



(化合物92)

【0162】

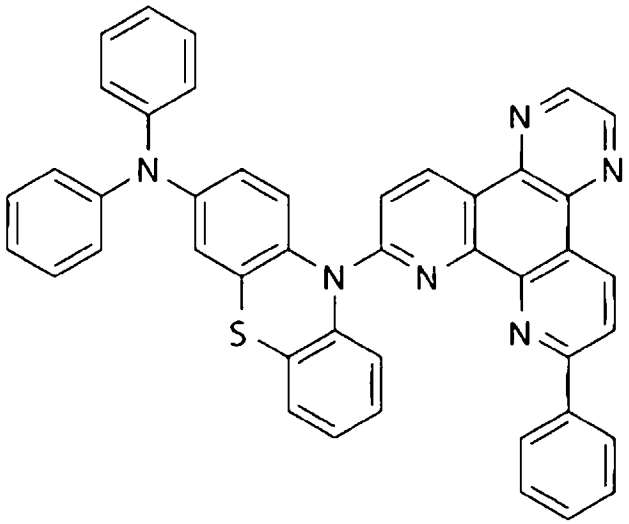
【化100】



(化合物93)

【0163】

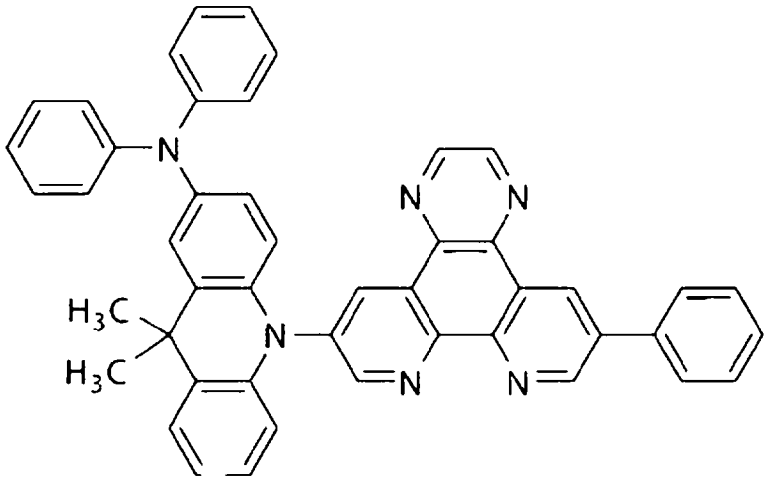
【化101】



(化合物94)

【0164】

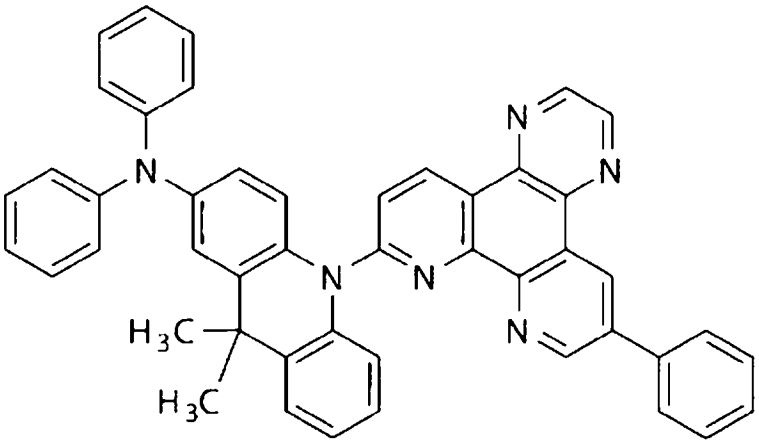
【化102】



(化合物95)

【0165】

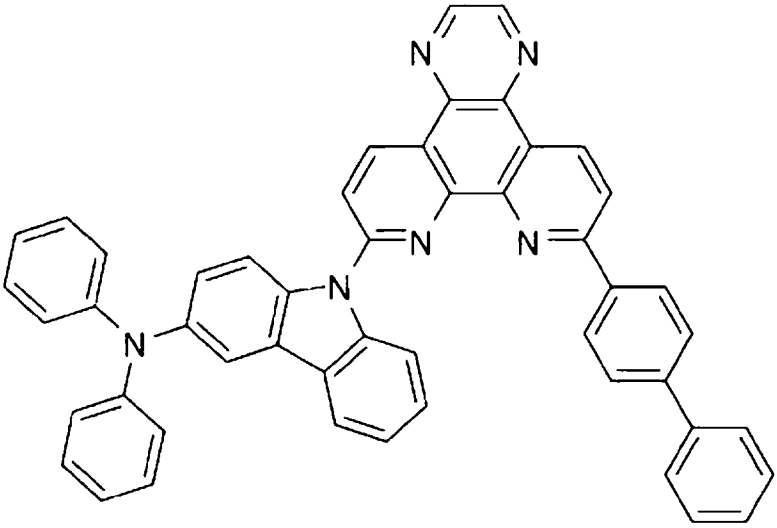
【化103】



(化合物96)

【0166】

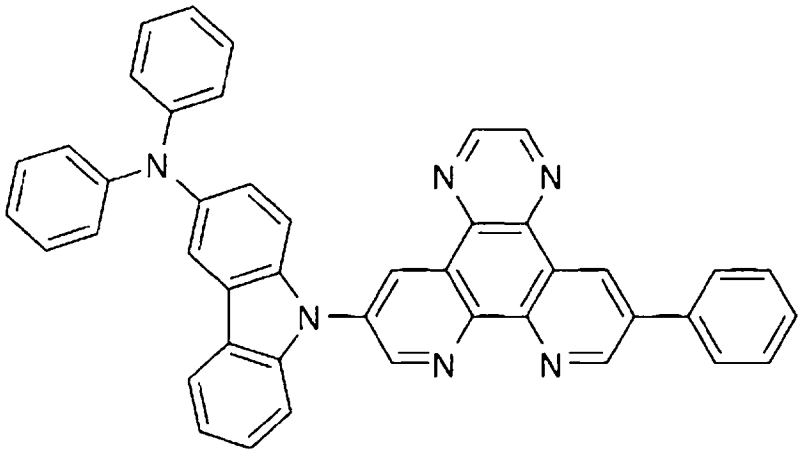
【化104】



(化合物97)

【0167】

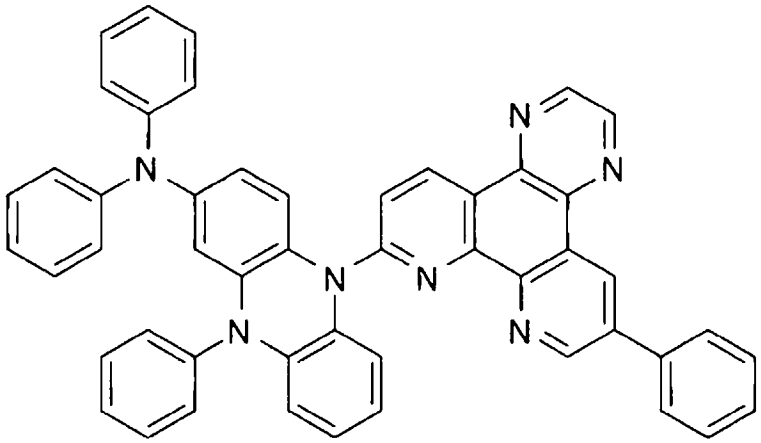
【化105】



(化合物98)

【0168】

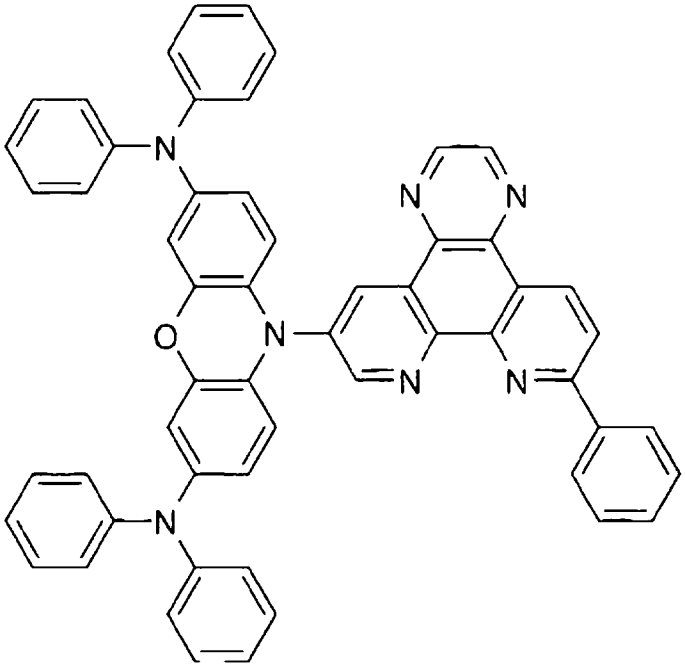
【化106】



(化合物99)

【0169】

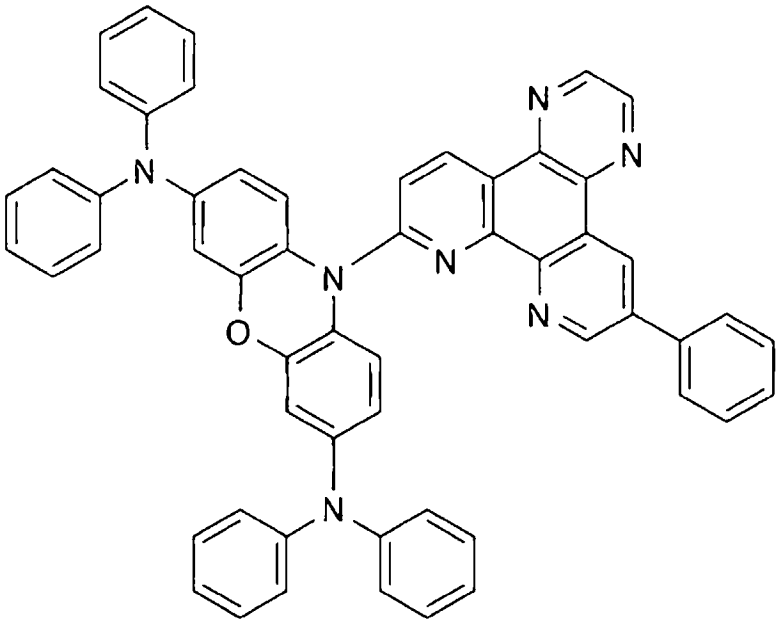
【化107】



(化合物100)

【0170】

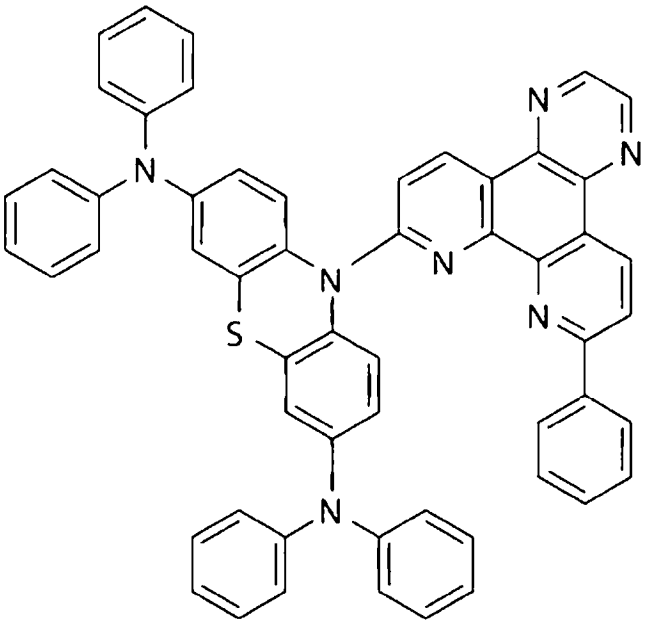
【化108】



(化合物101)

【0171】

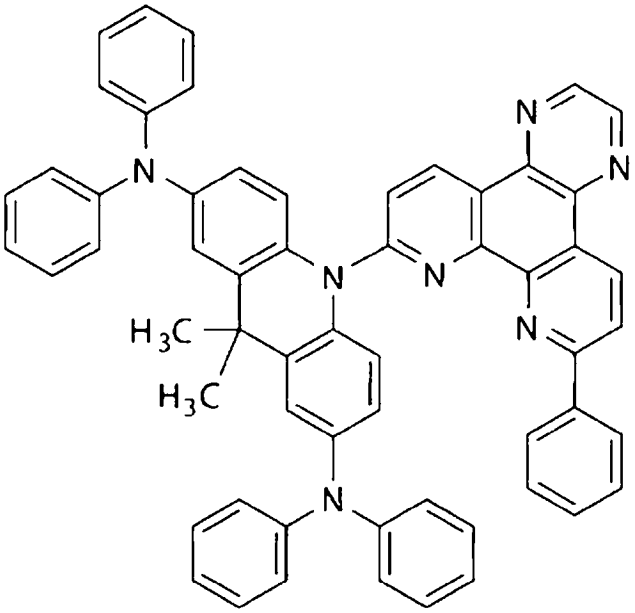
【化109】



(化合物102)

【0172】

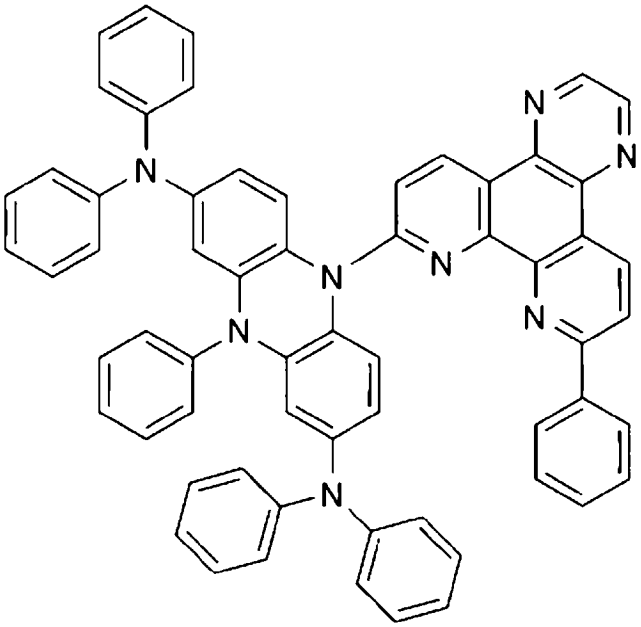
【化110】



(化合物103)

【0173】

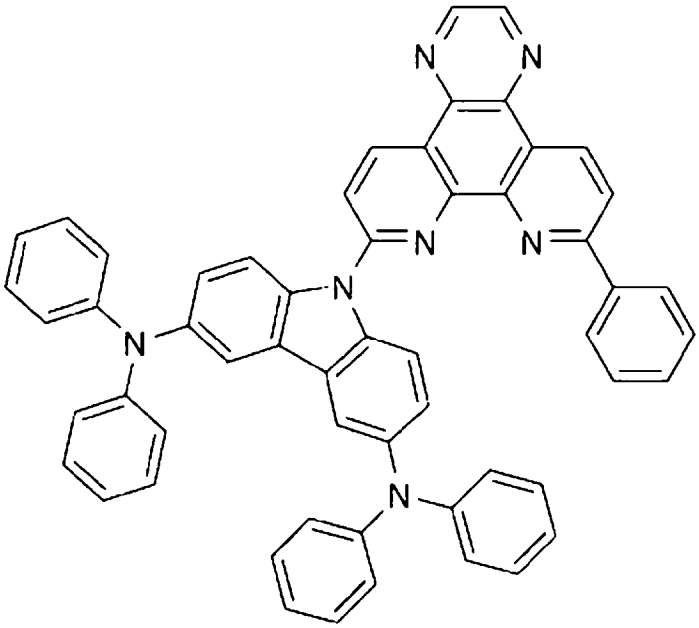
【化111】



(化合物104)

【0174】

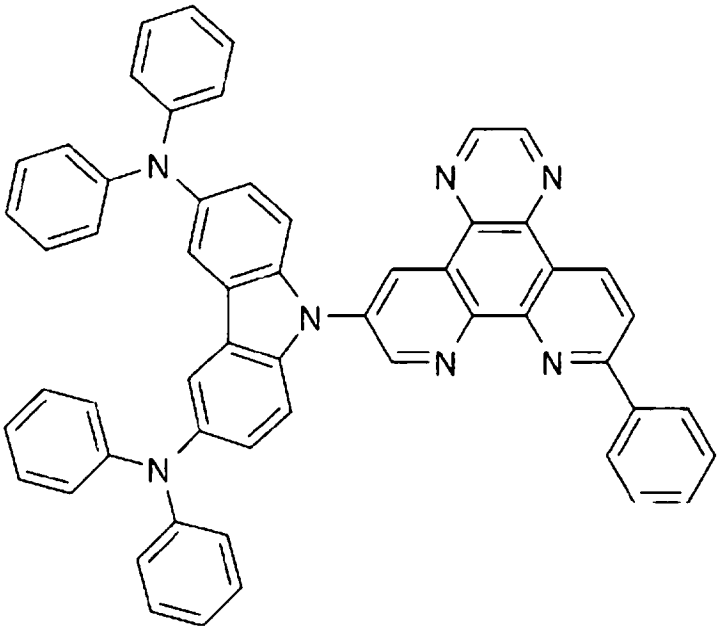
【化112】



(化合物105)

【0175】

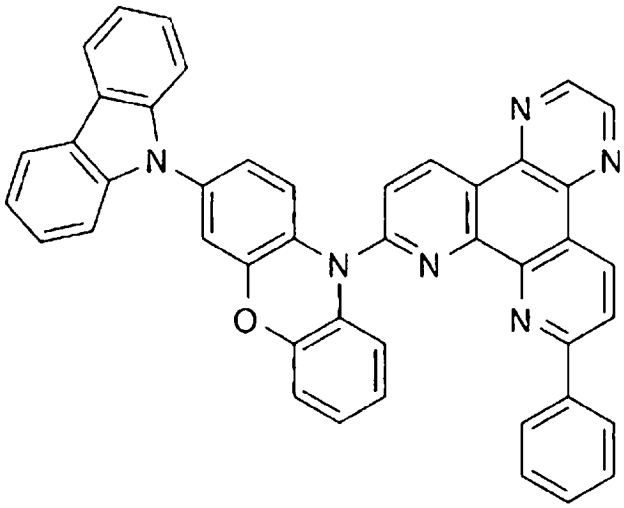
【化113】



(化合物106)

【0176】

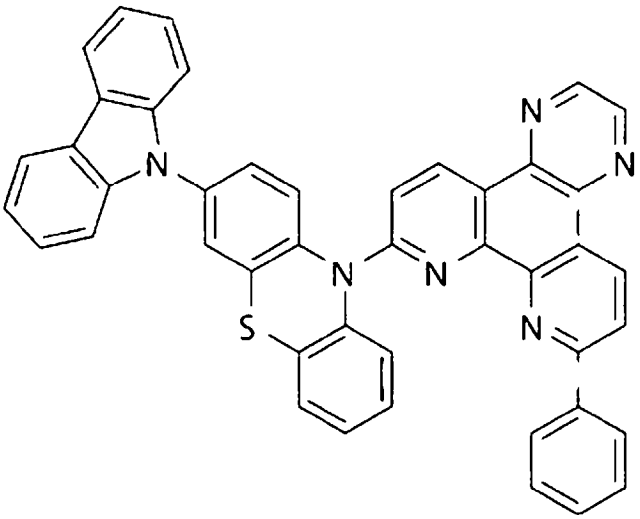
【化114】



(化合物107)

【0177】

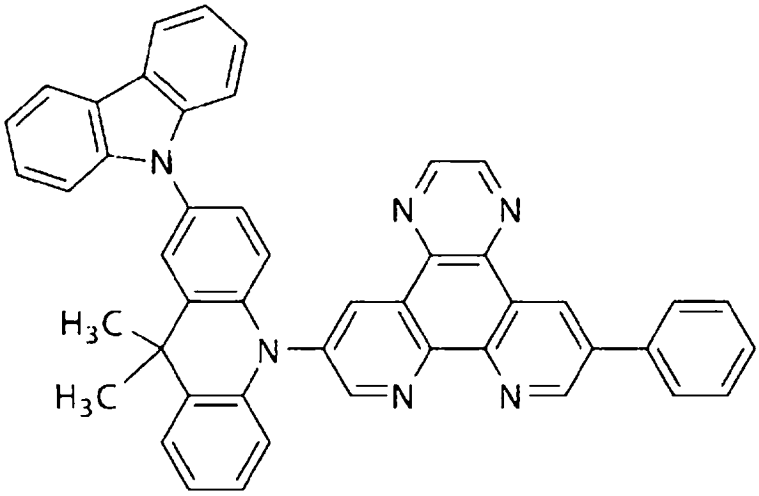
【化115】



(化合物108)

【0178】

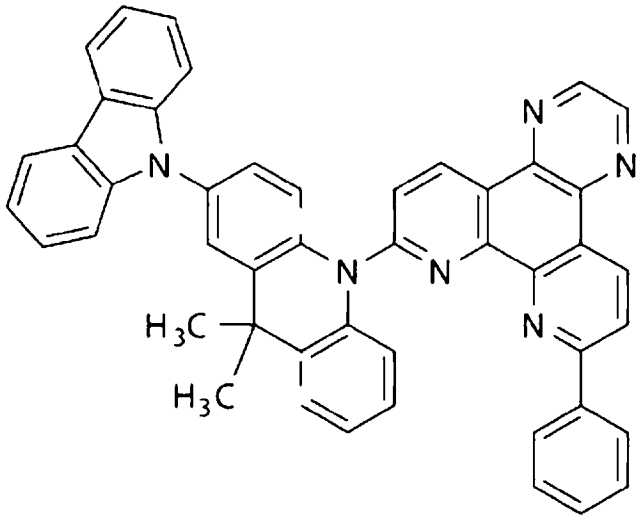
【化116】



(化合物109)

【0179】

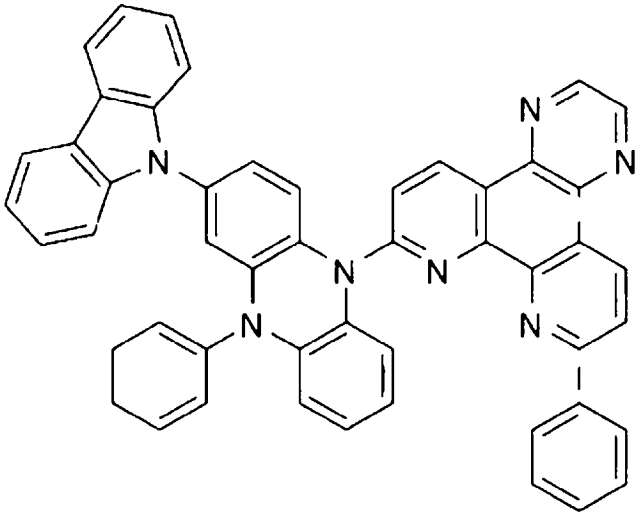
【化117】



(化合物110)

【0180】

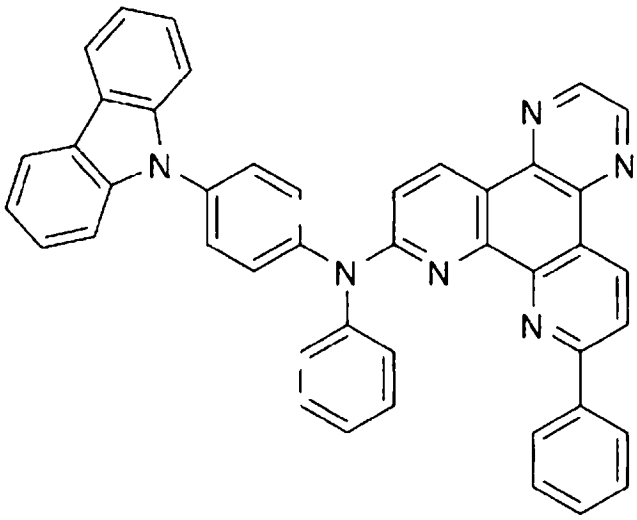
【化118】



(化合物111)

【0181】

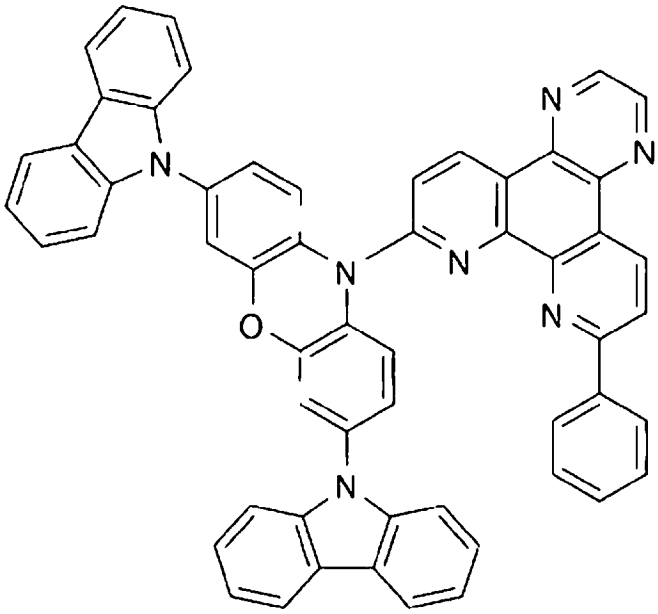
【化119】



(化合物112)

【0182】

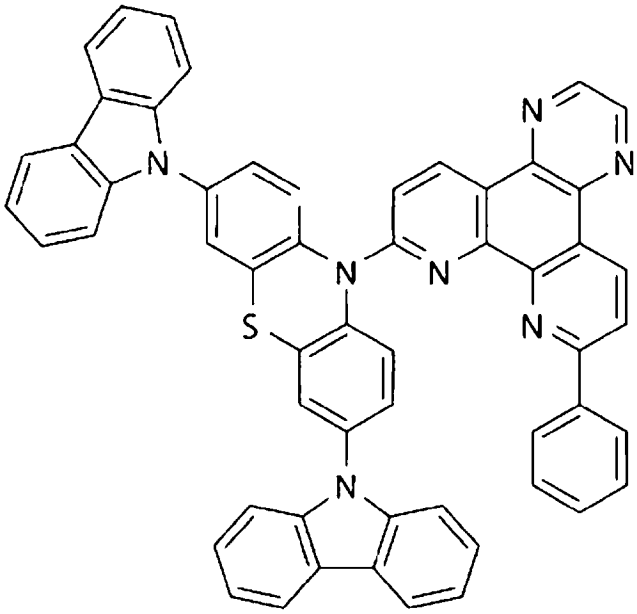
【化120】



(化合物113)

【0183】

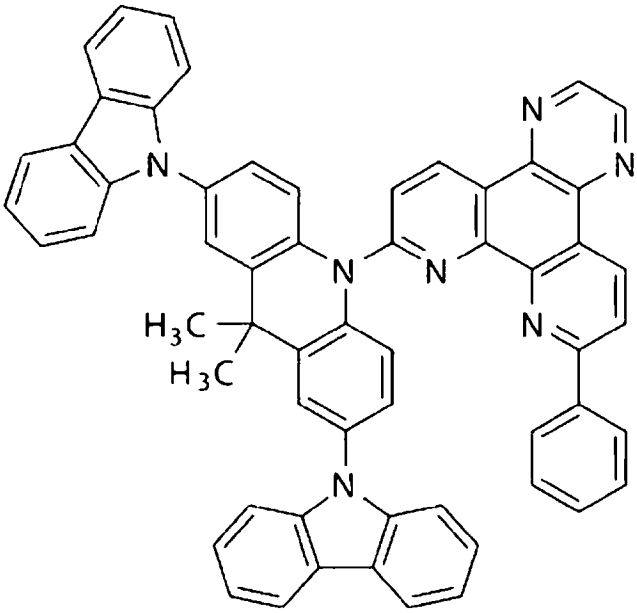
【化121】



(化合物114)

【0184】

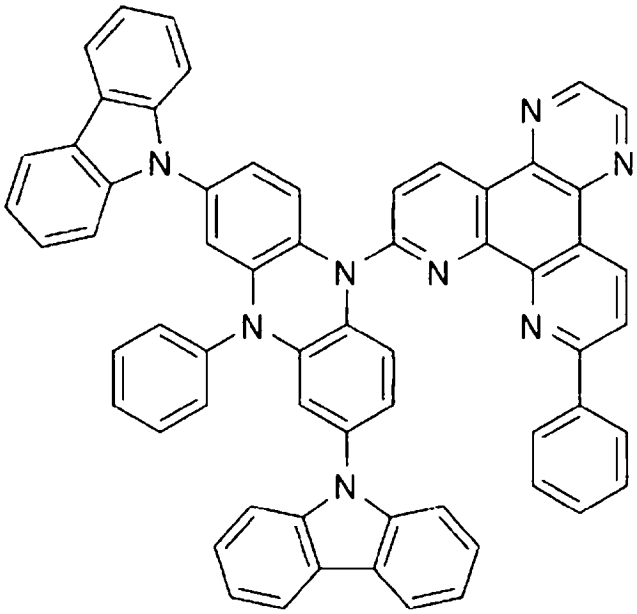
【化122】



(化合物115)

【0185】

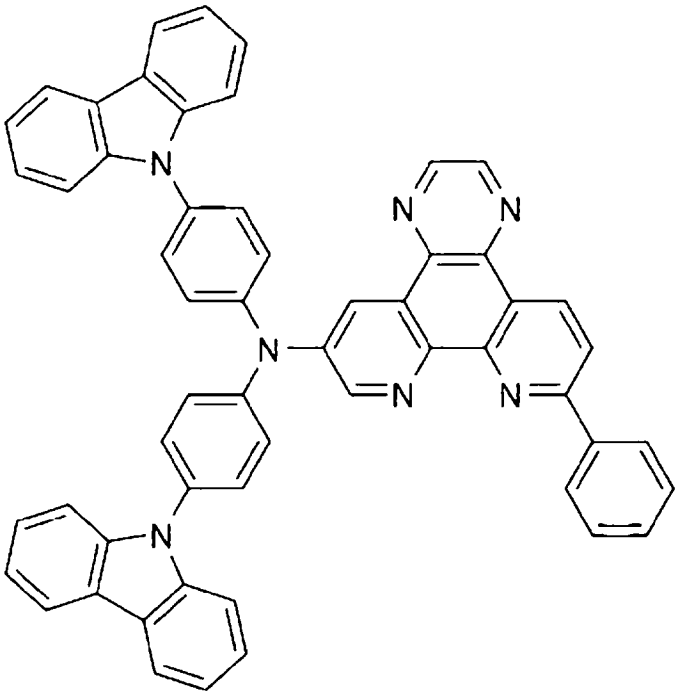
【化123】



(化合物116)

【0186】

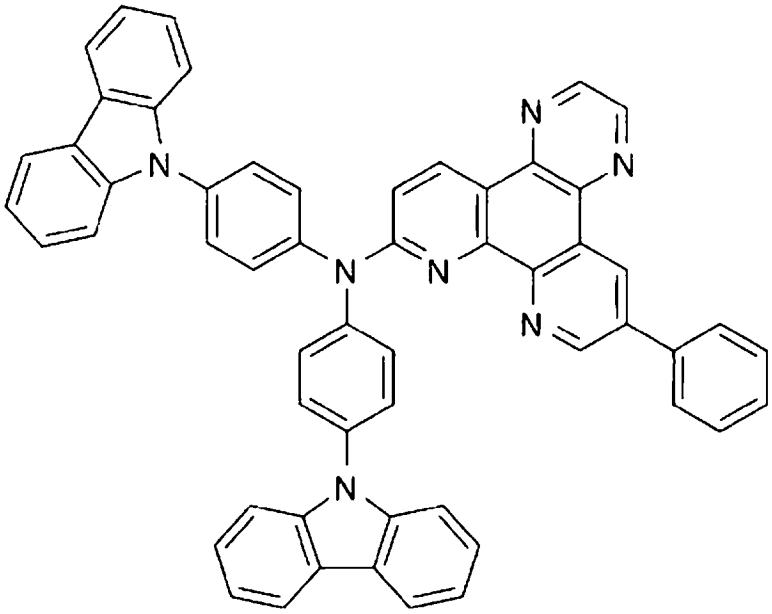
【化124】



(化合物117)

【0187】

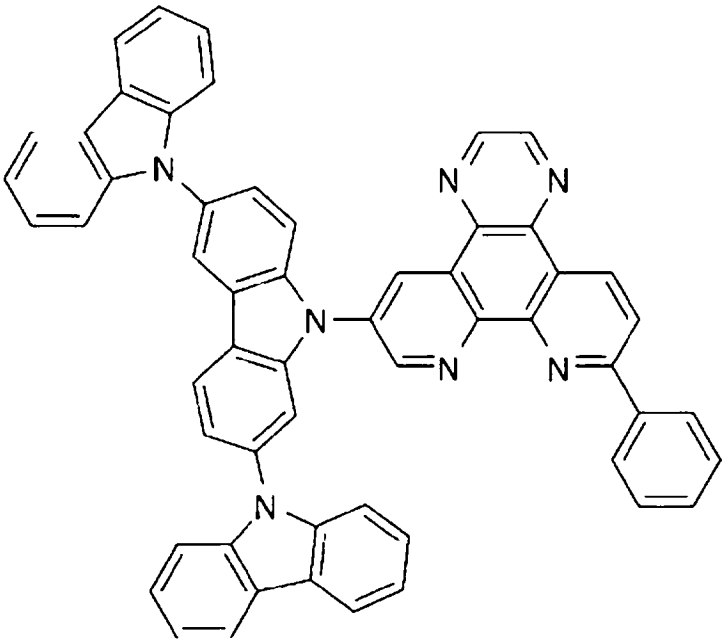
【化125】



(化合物118)

【0188】

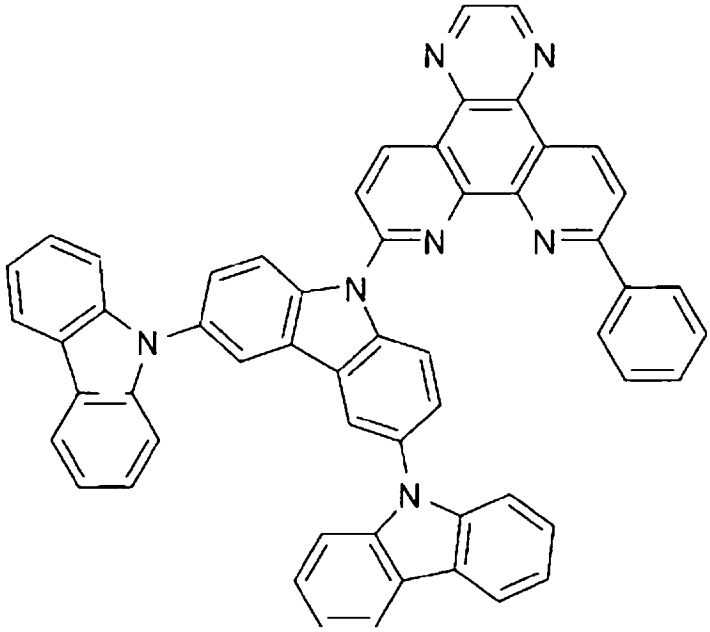
【化126】



(化合物119)

【0189】

【化127】



(化合物120)

【0190】

該等化合物之精製係藉由利用管柱層析進行之精製、利用矽膠、活性碳、活性白土等進行之吸附精製、利用溶劑進行之再結晶或晶析法、昇華精製法等以實施。化合物之鑑定利用NMR分析實施。就物性值而言，係測定功函數。功函數係成為作為發光層材料之能量準位之指標、或成為電洞阻擋能力之指標。

【0191】

功函數，係在ITO基板之上製作膜厚100nm之薄膜，並使用大氣中光電子分光裝置(理研計器製、AC-3型)測定。

【0192】

作為本發明之有機EL元件之結構，例如在基板上依序由陽極、電洞輸送層、發光層、電洞阻擋層、電子輸送層、陰極構成，又，可列舉在陽極與電洞輸送層之間具有電子注入層者、在發光層與電洞輸送層之間具有電子阻擋層者。該等多層結構中可省略幾層有機層，例如也可為在基板上依序具有陽極、電洞輸

送層、發光層、電子輸送層、陰極之構成。

【0193】

前述發光層、前述電洞輸送層、前述電子輸送層，也可分別為2層以上疊層而得的結構。

【0194】

本發明之有機EL元件之陽極可使用如ITO或金之類之功函數大的電極材料。本發明之有機EL元件之電洞注入層，除了使用以銅酞花青為代表之聚卟啉化合物以外，也可使用萘二胺衍生物、光芒(starburst)型之三苯胺衍生物、分子中有3個以上之三苯胺結構、具有以單鍵或不含雜原子之2價基連結之結構之芳胺化合物等三苯胺3聚物及4聚物、如六氰基氮雜聯三伸苯化合物之類的受體性雜環化合物或塗佈型高分子材料。該等材料除了蒸鍍法以外，也可使用旋塗法或噴墨法等公知方法形成薄膜。

【0195】

作為本發明之有機EL元件之電洞輸送層，除了可使用含有間咔唑基苯基之化合物，也可使用N,N’-二苯基-N,N’-二(間甲苯基)-聯苯胺(TPD)或N,N’-二苯基-N,N’-二(α-萘基)-聯苯胺(NPD)、N,N,N’,N’-四聯苯基聯苯胺等聯苯胺衍生物、1,1-雙[(二-4-甲苯胺基)苯基]環己烷(TAPC)、各種三苯胺3聚物及4聚物或咔唑衍生物等。此等可以單獨成膜，但也可以與其他材料一起混合並成膜為單層之形式，也可為單獨成膜之層彼此之疊層結構、混合成膜之層彼此之疊層結構、或與單獨成膜之層混合而成膜之層之疊層結構。又，作為電洞之注入・輸送層，可使用聚(3,4-乙烯二氧噻吩)(PEDOT)/聚(苯乙烯磺酸酯)(PSS)等塗佈型之高分子材料。該等材料，除了使用蒸鍍法以外，也可使用旋塗法或噴墨法等公知之

方法形成薄膜。

【0196】

又，電洞注入層或電洞輸送層中，可使用對於該層通常使用之材料進一步P型摻雜三溴苯胺六氯銻、軸烯(radialene)衍生物(例如參照國際公開第2014/009310號)等者，或於其次結構具有TPD等聯苯胺衍生物結構之高分子化合物等。

【0197】

本發明之有機EL元件之電子阻擋層可使用4,4’,4’’-三(N-咔唑基)三苯胺(TCTA)、9,9-雙[4-(咔唑-9-基)苯基]茀、1,3-雙(咔唑-9-基)苯(mCP)、2,2-雙(4-咔唑-9-基苯基)金剛烷(Ad-Cz)等咔唑衍生物、9-[4-(咔唑-9-基)苯基]-9-[4-(三苯基矽基)苯基]-9H-茀為代表的具有三苯基矽基與三芳胺結構之化合物等有電子阻擋作用的化合物。此等可以單獨成膜，但也可以與其他材料一起混合並成膜為單層之形式，也可為單獨成膜之層彼此之疊層結構、混合成膜之層彼此之疊層結構、或與單獨成膜之層混合而成膜之層之疊層結構。該等材料除了使用蒸鍍法以外，也可利用旋塗法或噴墨法等公知方法形成薄膜。

【0198】

作為本發明之有機EL元件之發光層，可使用本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、PIC-TRZ(例如參照非專利文獻1)、CC2TA(例如參照非專利文獻3)、PXZ-TRZ(例如參照非專利文獻4)、4CzIPN等CDCB衍生物(例如參照非專利文獻5)等發射延遲螢光之材料、參(8-羥基喹啉)鋁(以後下簡稱Alq_3)等之喹啉酚衍生物之金屬錯合物等各種金屬錯合物、蒽衍生物、雙苯乙烯基苯衍生物、芘衍生物、噁唑衍生物、聚對伸苯基伸乙烯基衍生物等。又，發光層

也可由主體材料與摻雜物材料構成，於此情形，主體材料可使用本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、mCP、噻唑衍生物、苯并咪唑衍生物、聚二烷基茀衍生物等。又，摻雜物材料可使用本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、PIC-TRZ、CC2TA、PXZ-TRZ、4CzIPN等CDCB衍生物等發射延遲螢光之材料、喹吖啶酮、香豆素、紅螢烯、蒽、芘及此等之衍生物、苯并吡喃衍生物、若丹明(rhodamine)衍生物、胺基苯乙烯基衍生物等。此等可以單獨成膜，但也可以與其他材料一起混合並成膜為單層之形式，也可為單獨成膜之層彼此之疊層結構、混合成膜之層彼此之疊層結構、或與單獨成膜之層混合而成膜之層之疊層結構。

【0199】

又，作為發光材料也可使用磷光性之發光材料。磷光性之發光體，可使用銥或鉑等金屬錯合物之磷光發光體。可使用$Ir(ppy)_3$等綠色的磷光發光體、FIrpic、FIr6等藍色的磷光發光體、$Btp_2Ir(acac)$、$Ir(piq)_3$等紅色的磷光發光體等，此時的主體材料，就電洞注入・輸送性之主體材料而言，可使用4,4’-二(N-咔唑基)聯苯(CBP)或TCTA、mCP等咔唑衍生物等。作為電子輸送性之主體材料，可使用對雙(三苯基矽基)苯(UGH2)，或2,2’,2’’-(1,3,5-伸苯基)-參(1-苯基-1H-苯并咪唑)(TPBI)等。此等可以單獨成膜，但也可以與其他材料一起混合並成膜為單層之形式，也可為單獨成膜之層彼此之疊層結構、混合成膜之層彼此之疊層結構、或與單獨成膜之層混合而成膜之層之疊層結構。

【0200】

磷光性之發光材料對於主體材料的摻雜，為避免濃度消光，宜於對於發光層全體為1~30重量%之範圍，以共蒸鍍進行摻雜較佳。

【0201】

該等材料除了蒸鍍法以外，也可以利用旋塗法或噴墨法等公知方法形成薄膜。

【0202】

又，可製作於對於使用本發明之化合物製作之發光層，使將功函數不同之化合物當作主體材料製作之發光層相鄰疊層而得之結構之元件(例如參照非專利文獻6)。

【0203】

作為本發明之有機EL元件之電洞阻擋層，可使用本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、浴銅靈(Bathocuproin)(BCP)等啡啉衍生物或雙(2-甲基-8-喹啉酸)-4-苯基苯酚鋁(III)(aluminum (III) bis(2-methyl-8-quinolinate)-4-phenylphenolate(BAlq))等喹啉酚衍生物之金屬錯合物、2,8-雙(二苯基磷酸基)二苯并[b,d]噻吩(以下簡稱PPT)等二苯并噻吩衍生物，此外可使用各種稀土類錯合物、噁唑衍生物、三唑衍生物、三吡衍生物等具有電洞阻擋作用之化合物。該等材料也可兼做為電子輸送層之材料。此等可以單獨成膜，但也可以與其他材料一起混合並成膜為單層之形式，也可為單獨成膜之層彼此之疊層結構、混合成膜之層彼此之疊層結構、或與單獨成膜之層混合而成膜之層之疊層結構。該等材料除了蒸鍍法以外，也可採用旋塗法或噴墨法等公知方法形成薄膜。

【0204】

作為本發明之有機EL元件之電子輸送層，可使用本發明之通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、Alq_3、BAlq等的喹啉酚衍生物的金屬錯合

物，此外，可使用各種金屬錯合物、三唑衍生物、三咔衍生物、噁二唑衍生物、噻二唑衍生物、碳二亞胺衍生物、喹噁啉衍生物、啡啉衍生物、矽羅(silole)衍生物、TPBI等苯并咪唑衍生物等。此等可以單獨成膜，但也可以與其他材料一起混合並成膜為單層之形式，也可為單獨成膜之層彼此之疊層結構、混合成膜之層彼此之疊層結構、或與單獨成膜之層混合而成膜之層之疊層結構。此等材料除了蒸鍍法以外，也可使用旋塗法或噴墨法等公知的方法進行薄膜形成。

【0205】

作為本發明之有機EL元件之電子注入層，可使用氟化鋰、氟化銫等鹼金屬鹽、氟化鎂等鹼土類金屬鹽、氧化鋁等金屬氧化物等，但於電子輸送層與陰極之理想選擇，也可將其省略。

【0206】

再者，於電子注入層或電子輸送層，可使用對於該層通常使用之材料進一步將銫等金屬、三芳基氧化膦衍生物(例如參照國際公開第2014/195482號)予以N摻雜而得者。

【0207】

作為本發明之有機EL元件之陰極，可使用如鋁之功函數低之電極材料、或如鎂銀合金、鎂銦合金、鋁鎂合金之功函數更低之合金當作電極材料。

【0208】

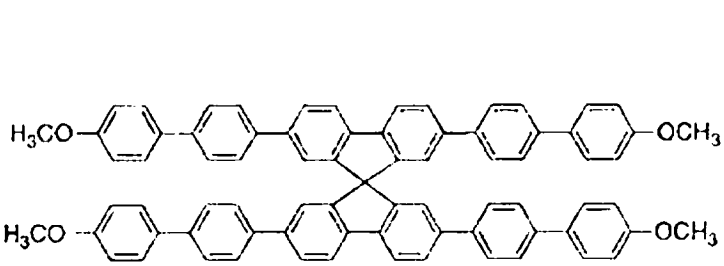
以下將能用於本發明之有機EL元件之理想材料具體例示。惟，本發明能使用之材料不受以下例示化合物限定性地解釋。又，即使是列舉作為有特定機能之材料的化合物，也可能轉用於作為具其他機能之材料。又，以下例示化合物之結構式中之R、R_2~R_7，各自獨立地表示氫原子或取代基。n表示3~5之整數。

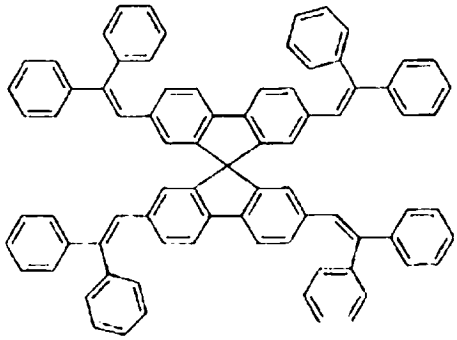
【0209】

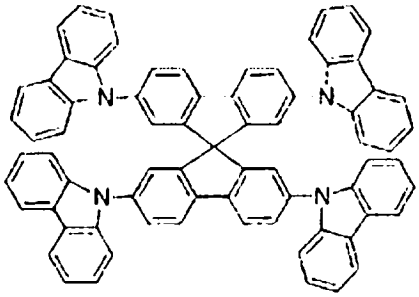
首先列舉作為發光層之主體材料也可使用的理想化合物例。

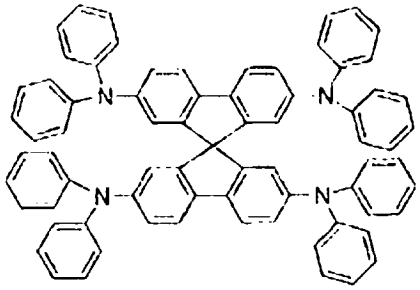
【0210】

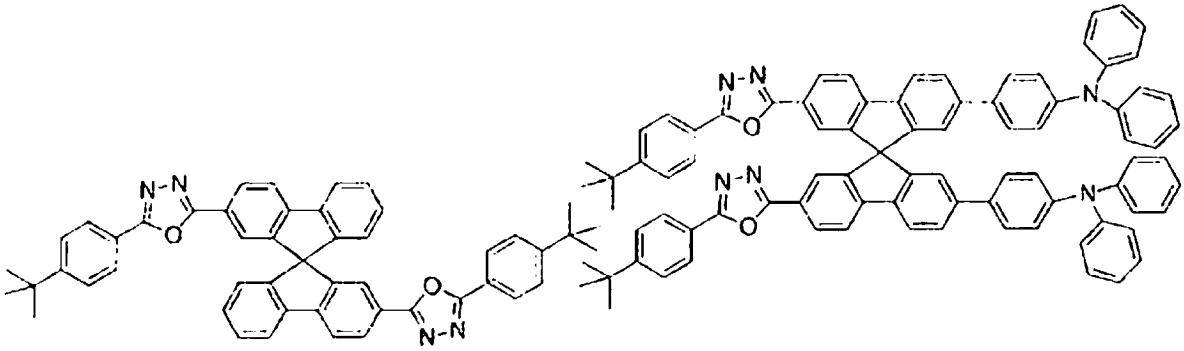
【化128】

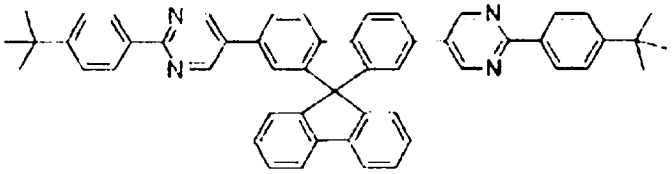






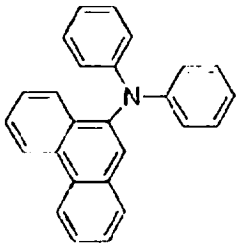
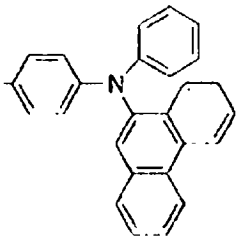
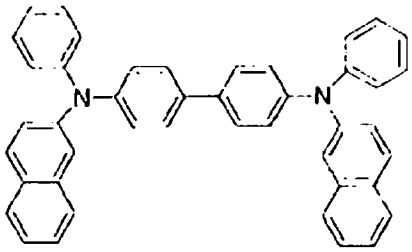
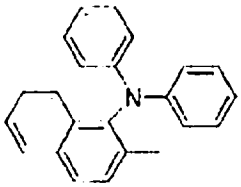
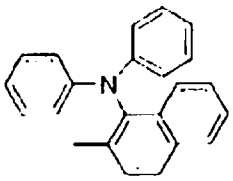
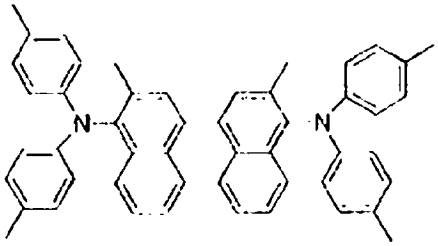
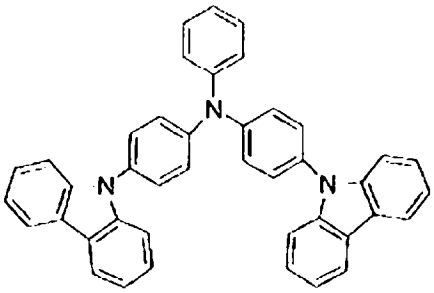
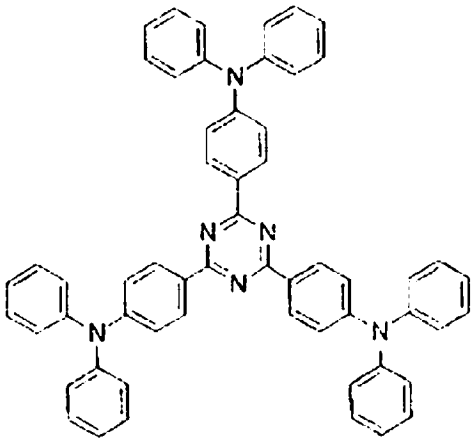


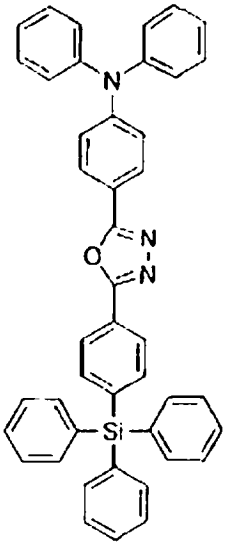


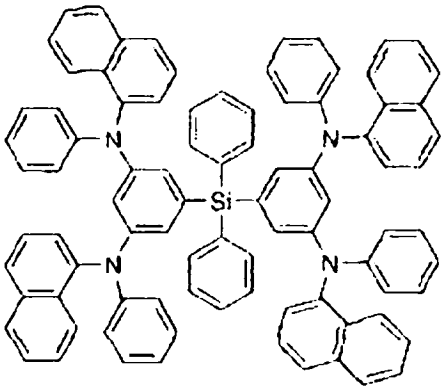


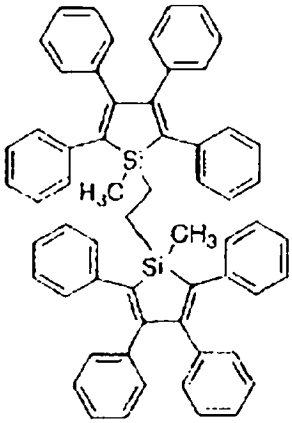
【0211】

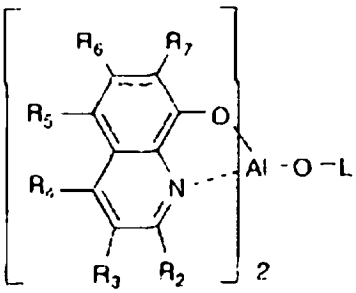
【化129】

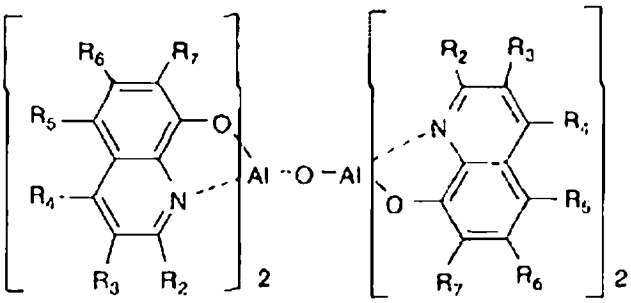













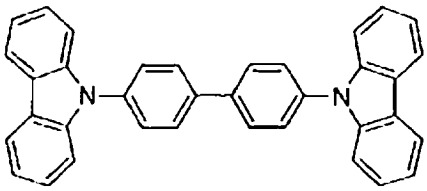
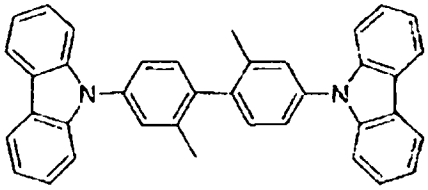
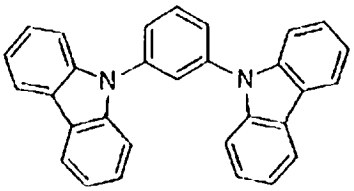
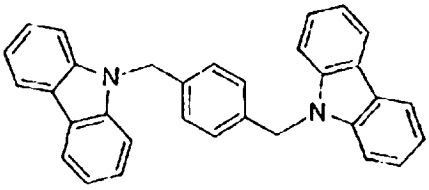
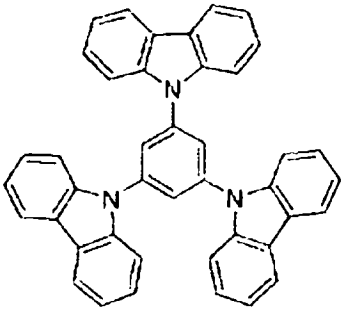
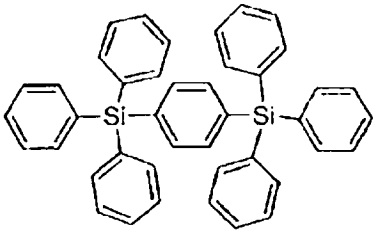
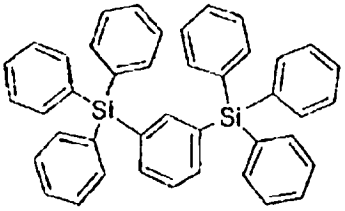
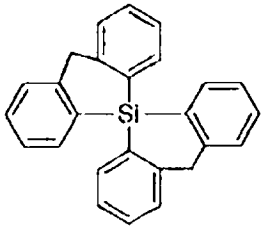
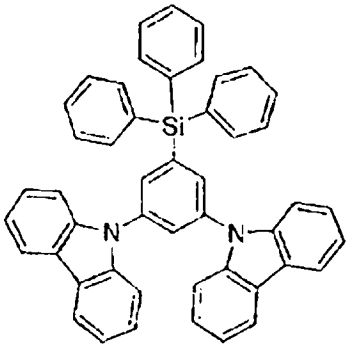






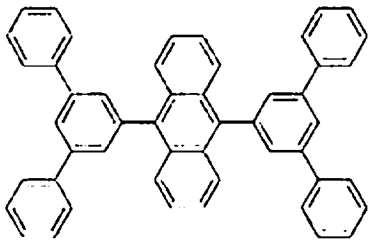
【0212】

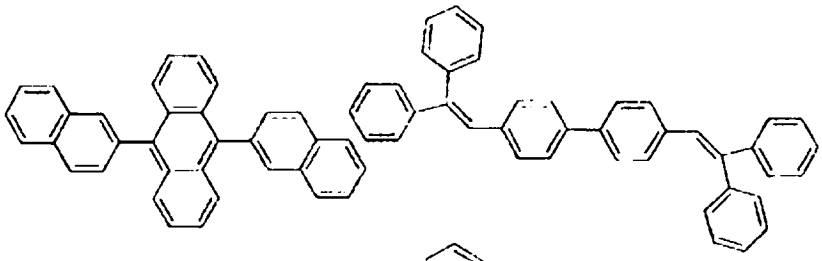
【化130】

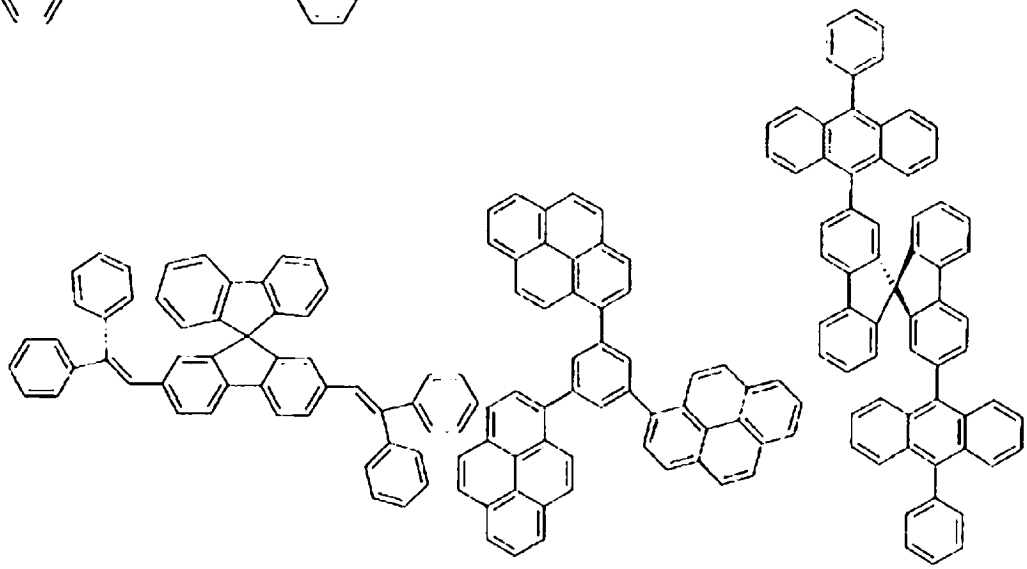










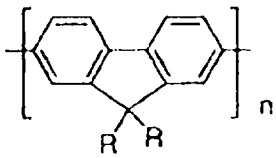
【0213】

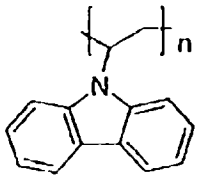
【化131】

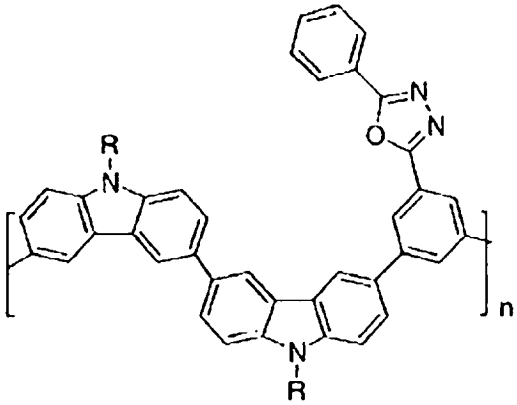






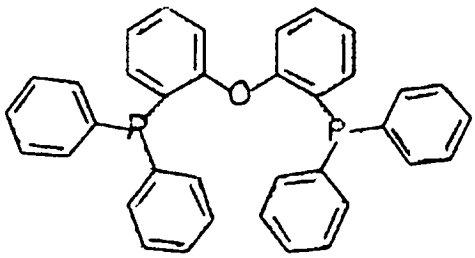


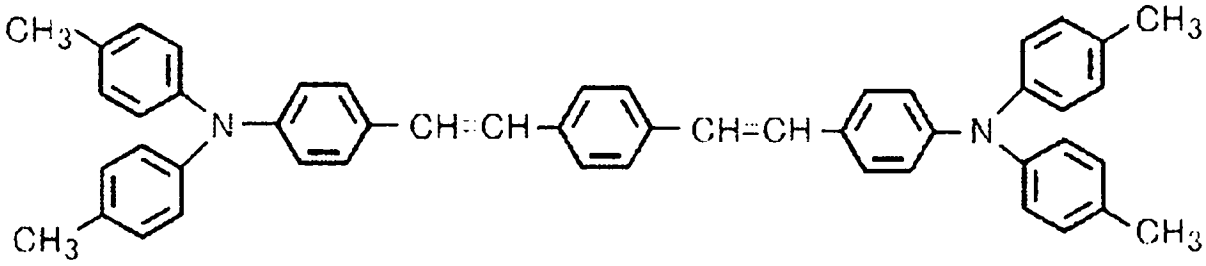


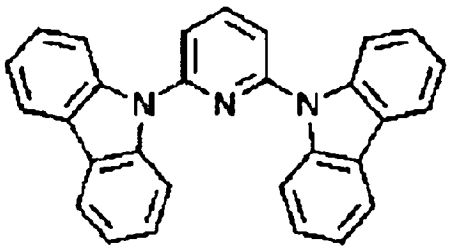


【0214】

【化132】





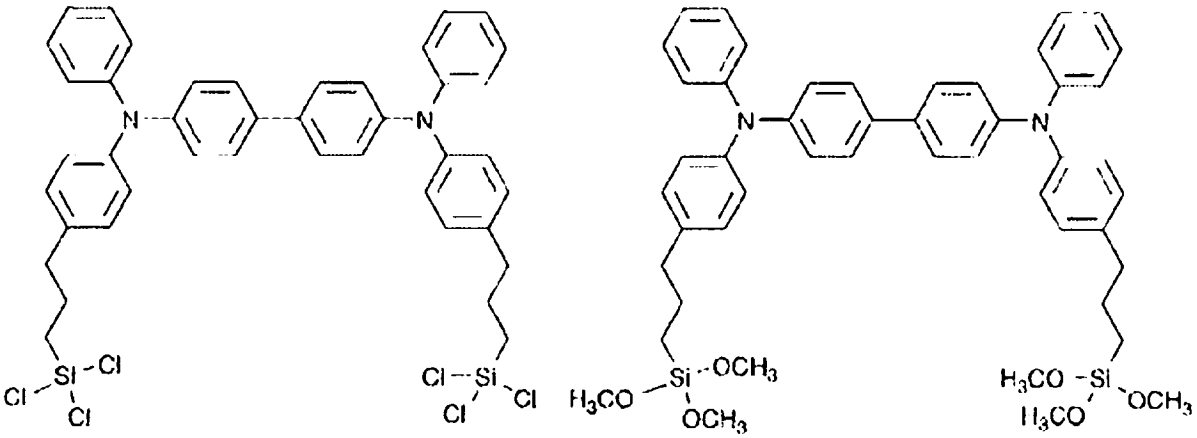


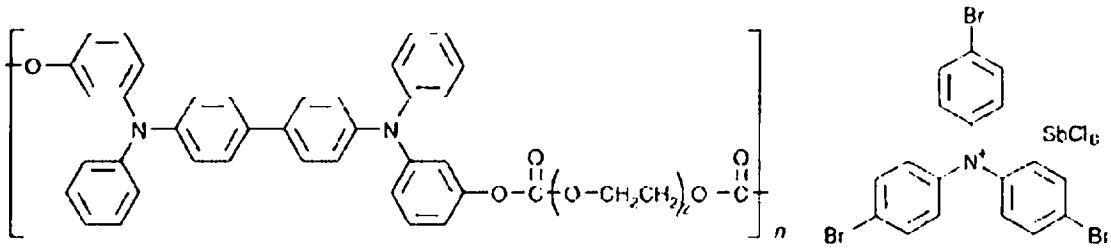
【0215】

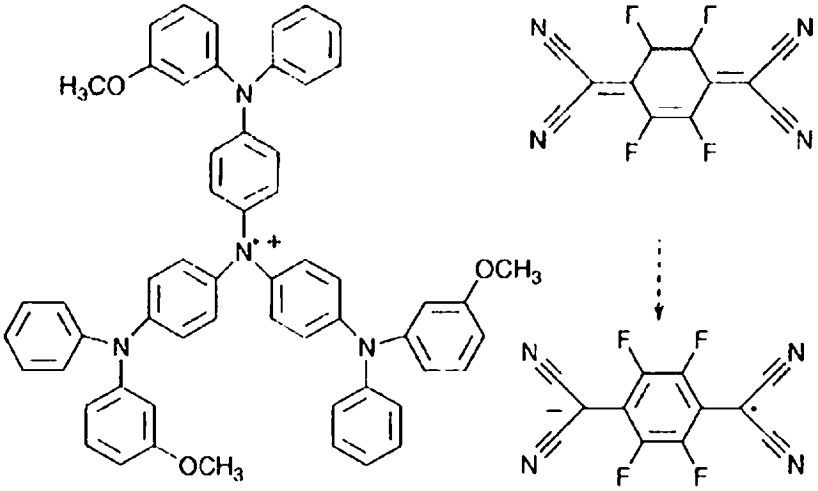
其次列舉也可作為電洞注入層之材料的理想化合物例。

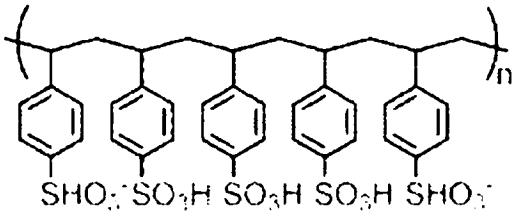
【0216】

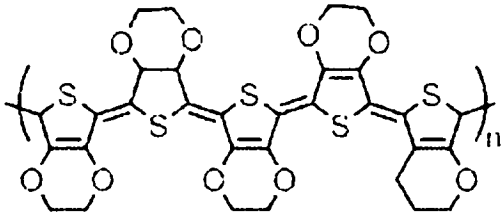
【化133】









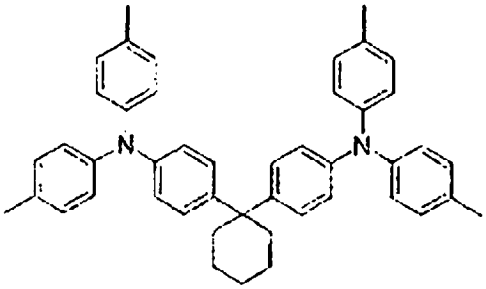


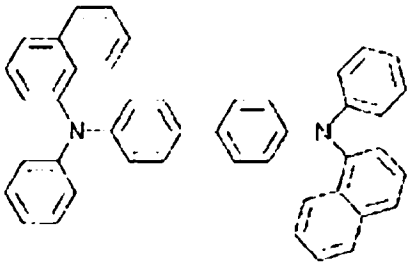
【0217】

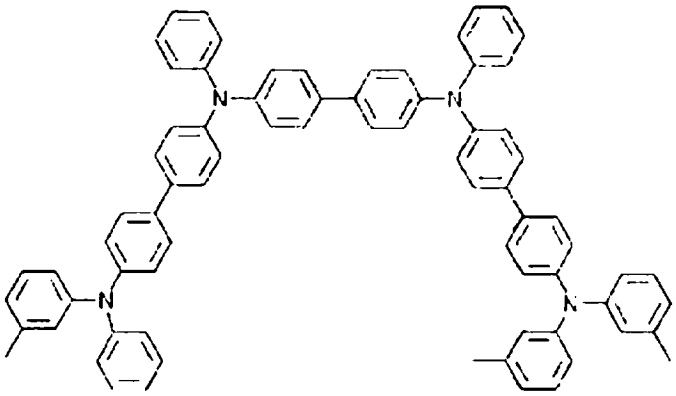
其次列舉也可作為電洞輸送層之材料的理想化合物例。

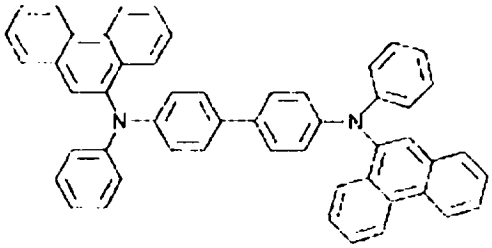
【0218】

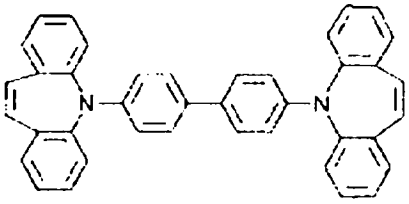
【化134】





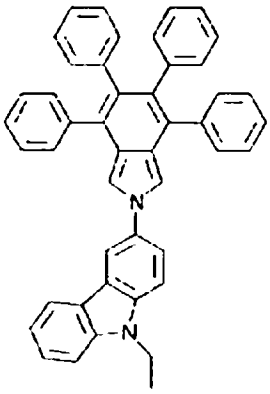


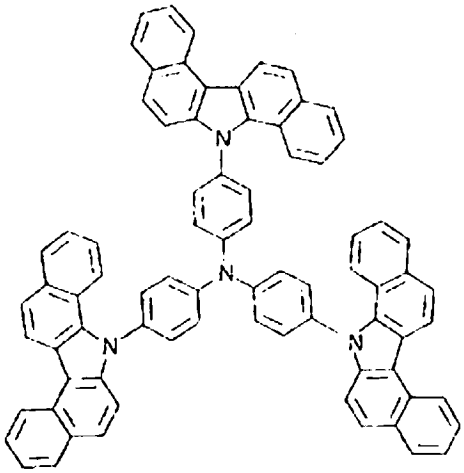


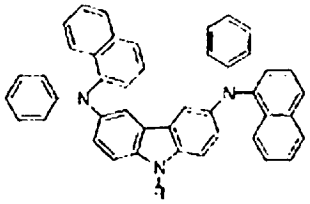


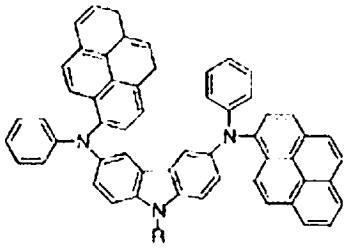
【0219】

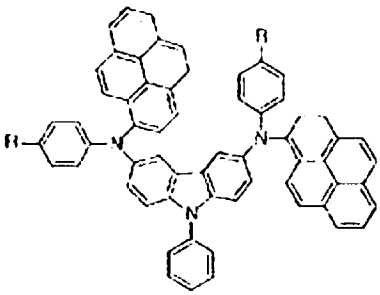
【化135】

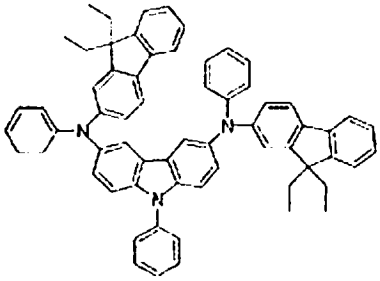


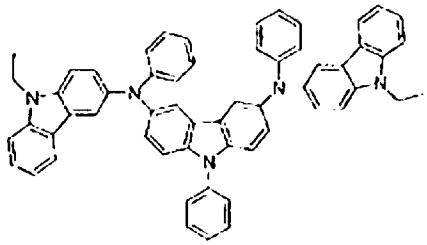


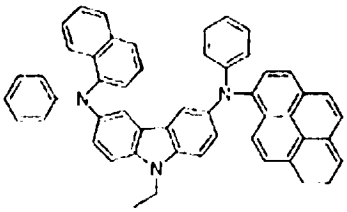






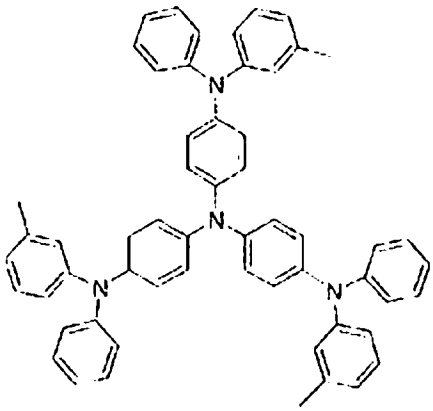


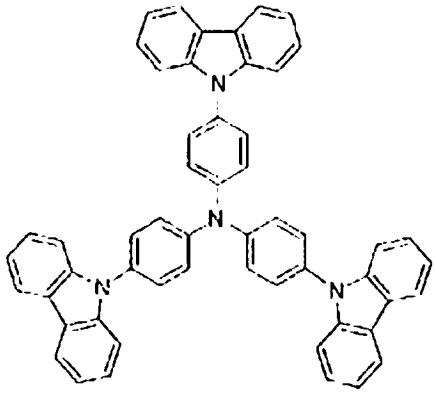


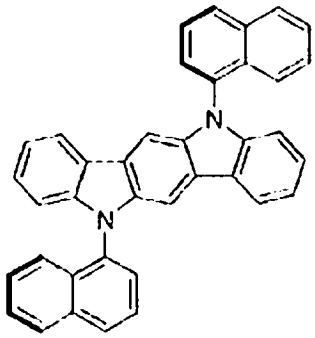


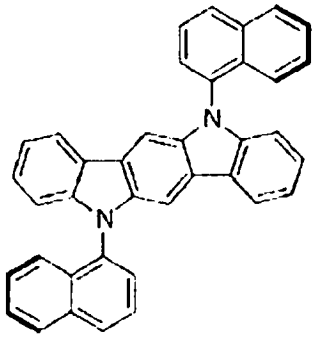
【0220】

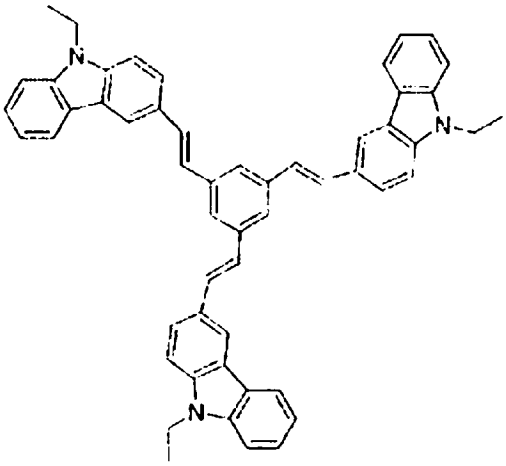
【化136】

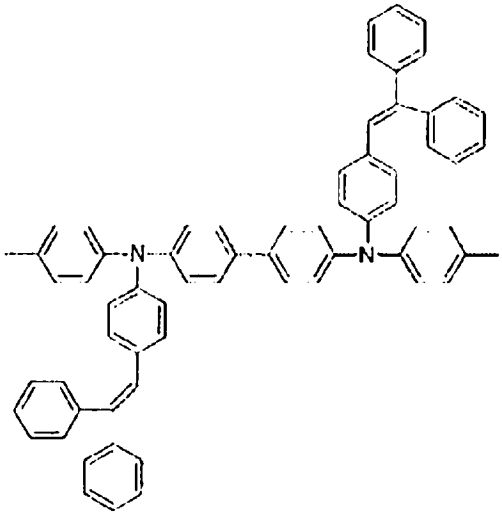






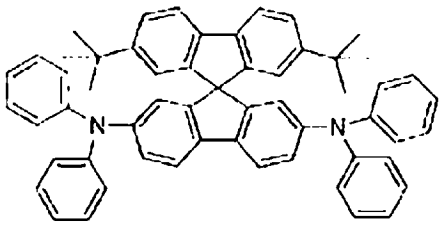


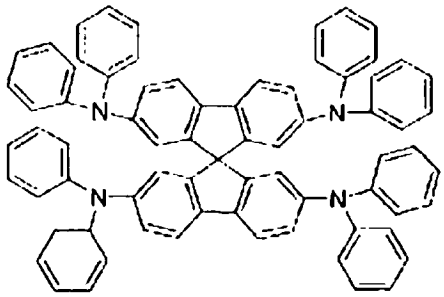


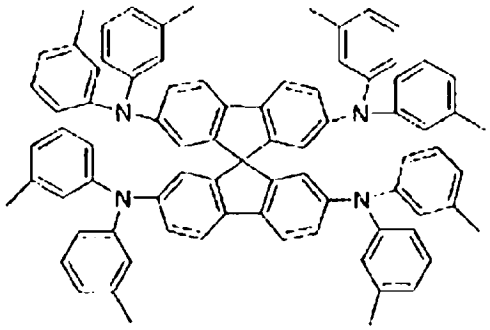


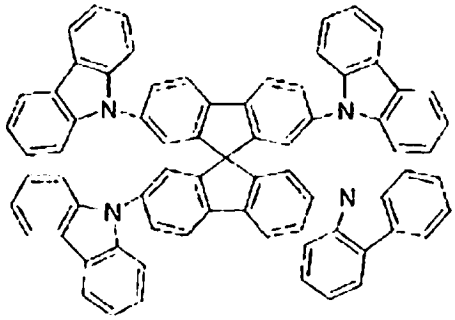
【0221】

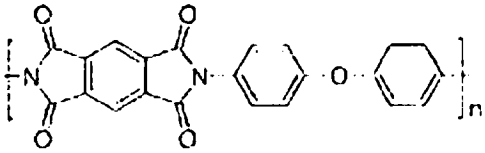
【化137】

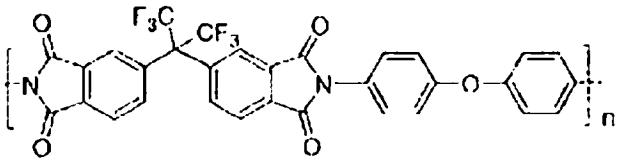


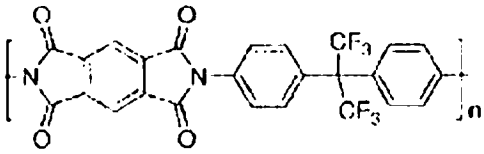


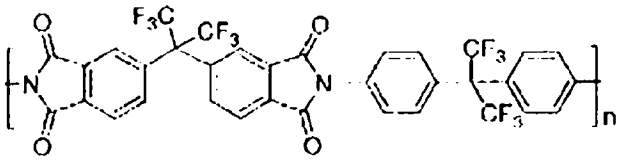






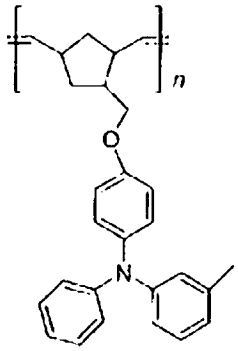


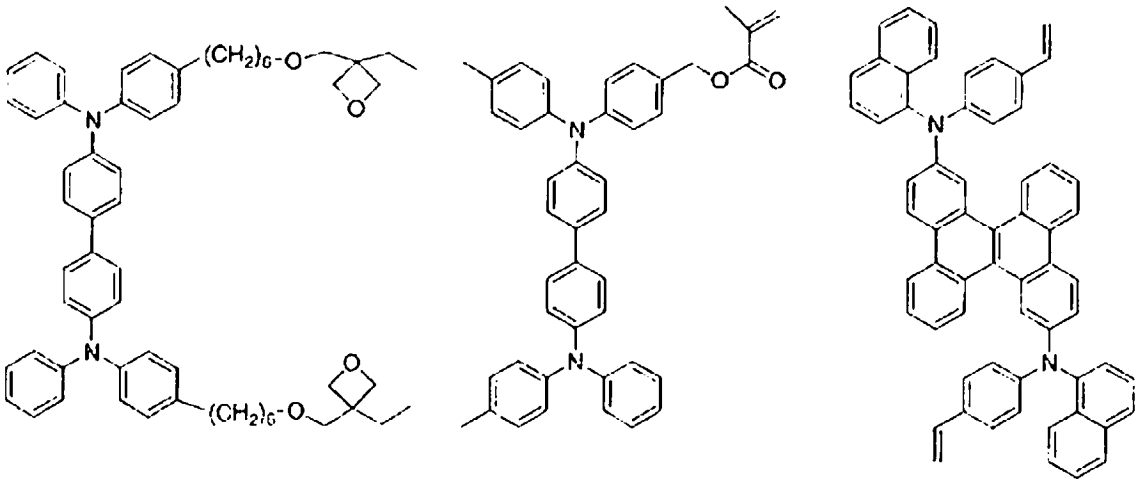


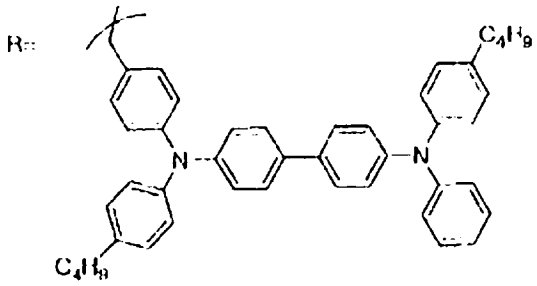


【0222】

【化138】

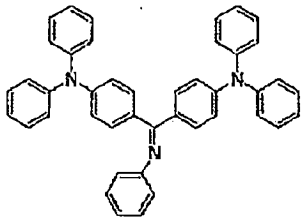


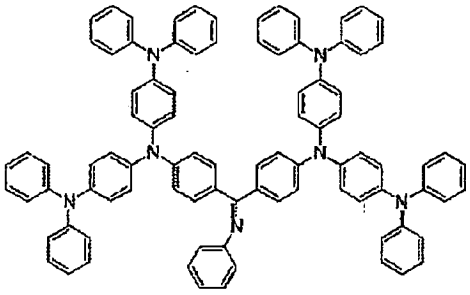


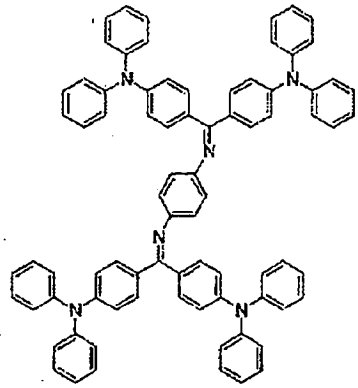


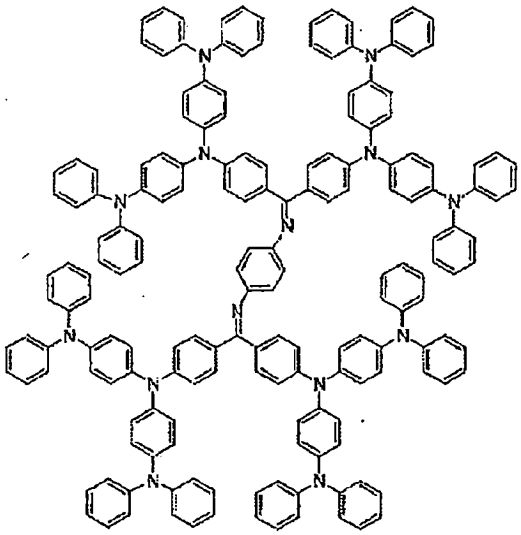
【0223】

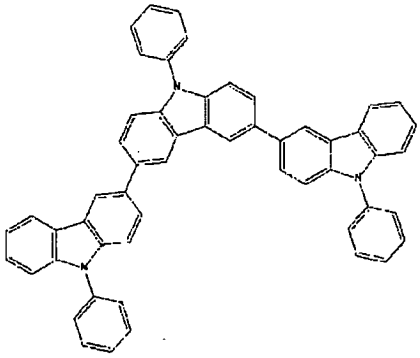
【化139】









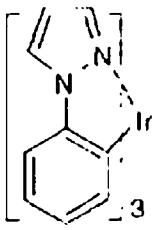


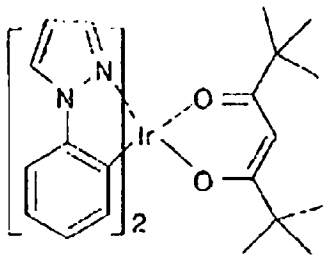
【0224】

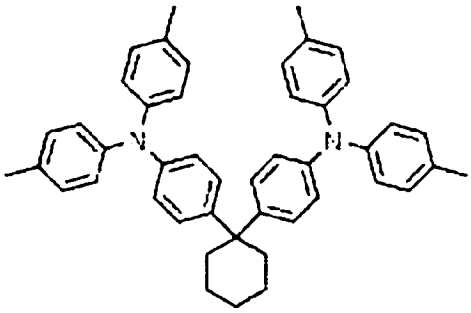
其次列舉也可作為電子阻擋層之材料使用之理想化合物例。

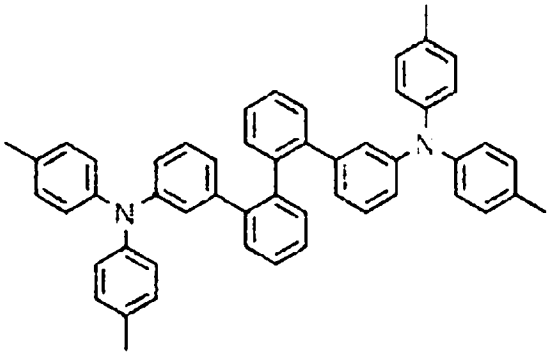
【0225】

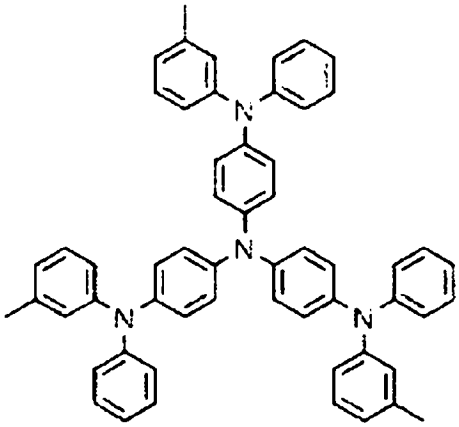
【化140】

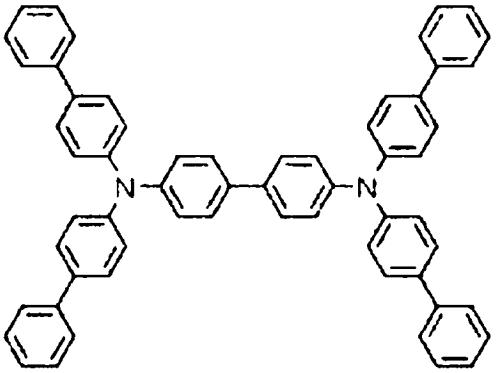










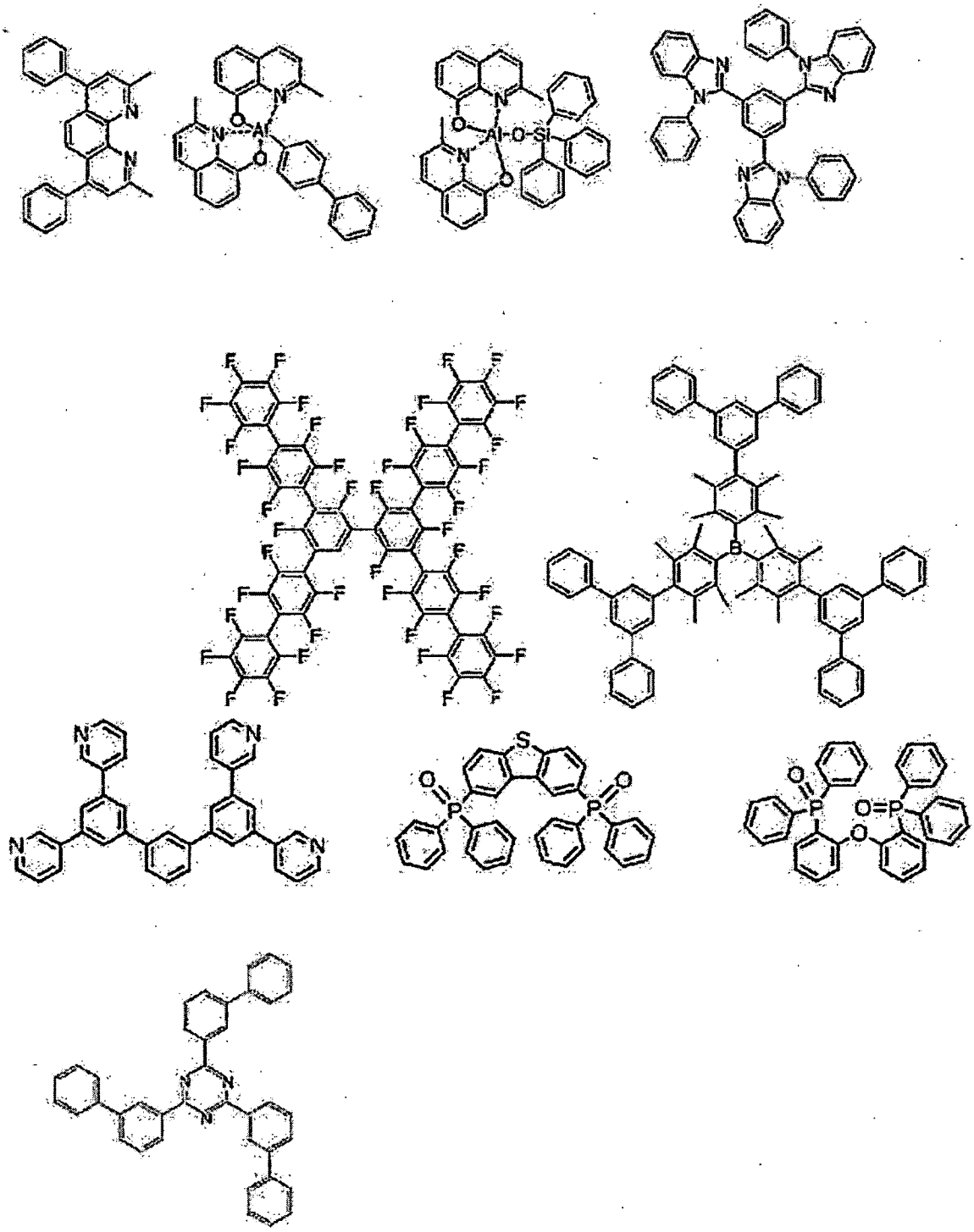


【0226】

其次列舉也可作為電洞阻擋層之材料使用的理想化合物例。

【0227】

【化141】

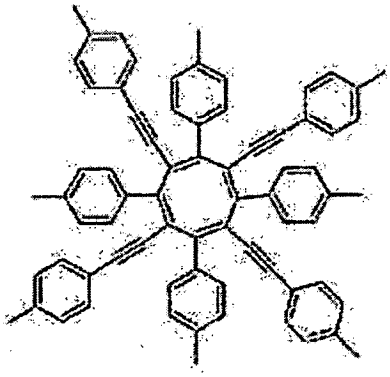


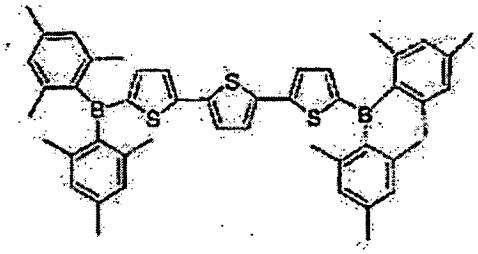
【0228】

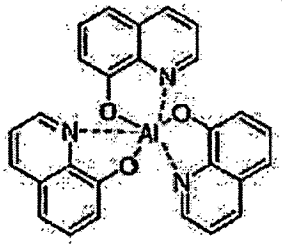
以下列舉也可作為電子輸送層之材料使用之理想化合物例。

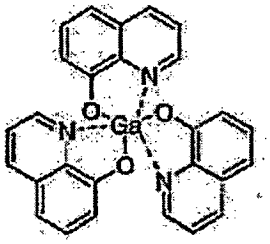
【0229】

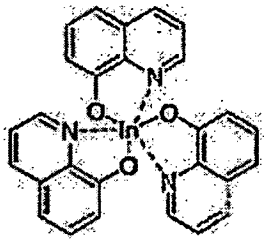
【化142】

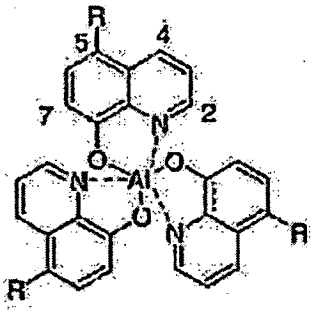


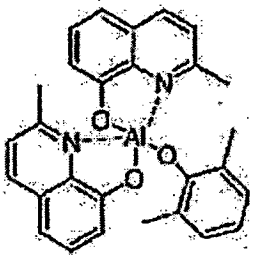


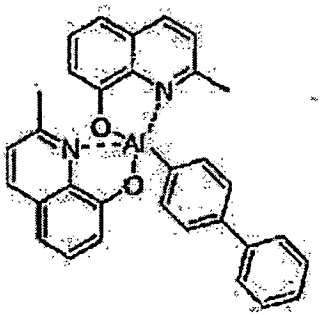


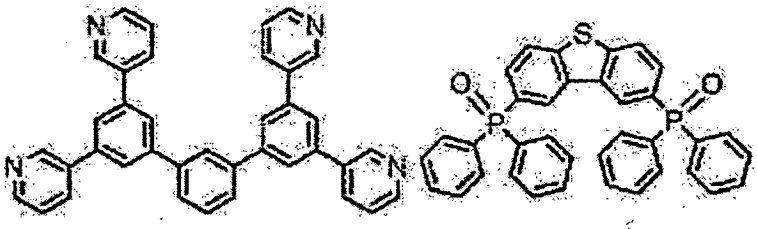


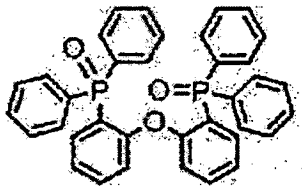






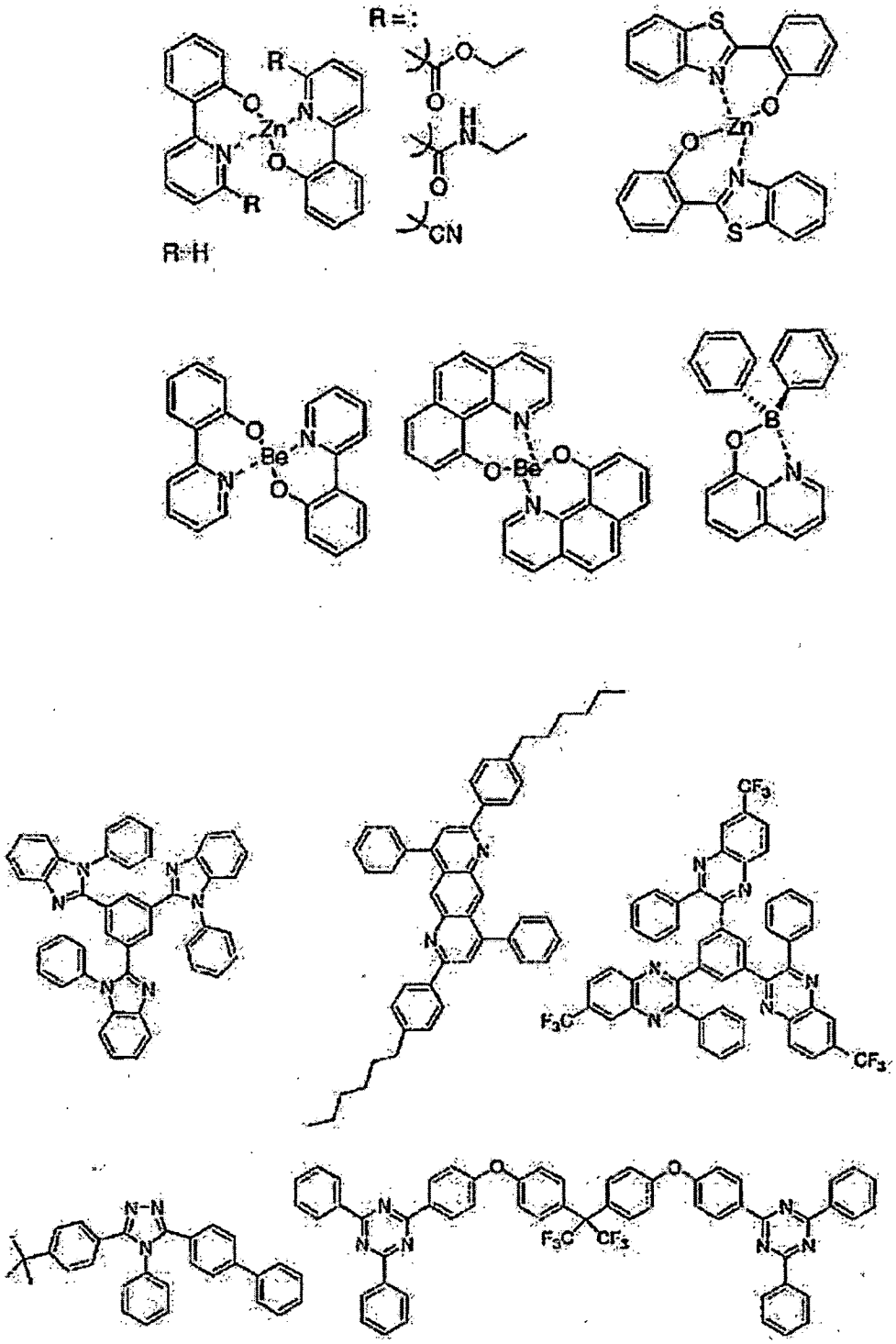






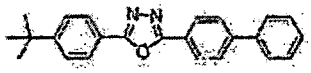
【0230】

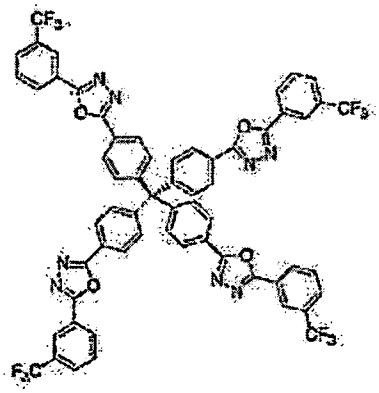
【化143】

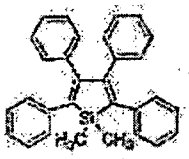


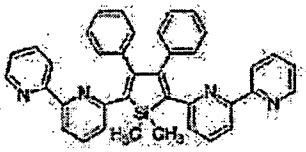
【0231】

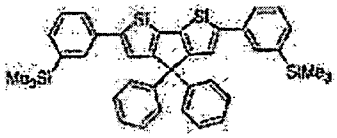
【化144】

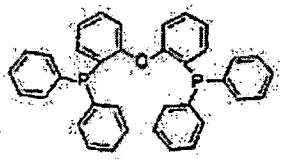


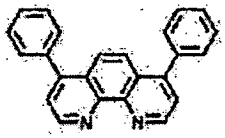


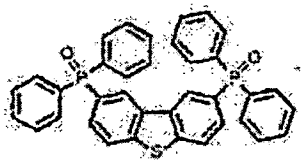










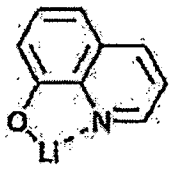


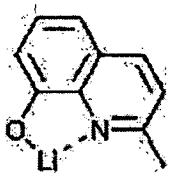
【0232】

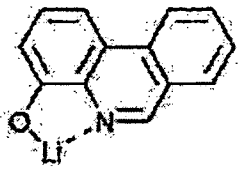
其次列舉也可作為電子注入層之材料的理想化合物例。

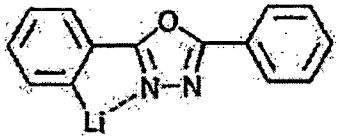
【0233】

【化145】







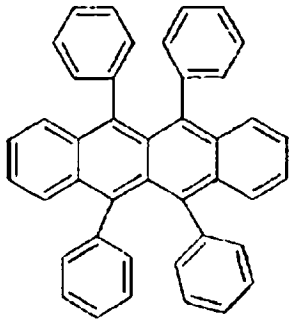


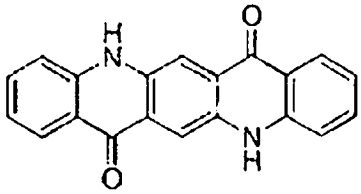
【0234】

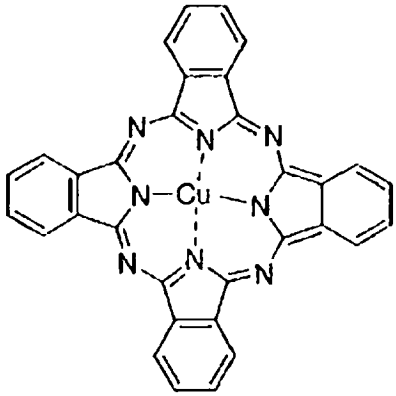
列舉作為可更添加之材料之理想化合物例。例如可作為安定化材料添加等。

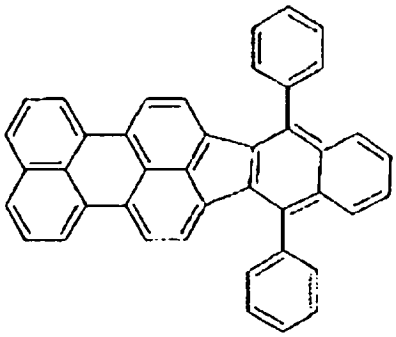
【0235】

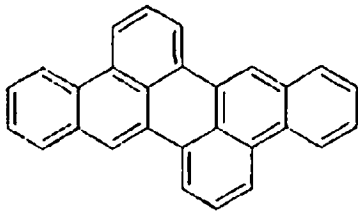
【化146】











【0236】

以下針對本發明之實施形態，以實施例具體說明，但本發明不限於以下實施例。

【實施例1】

【0237】

〈6,11-雙(啡噚吡-10-基)-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物1)之合成〉

於經氮氣取代之反應容器中加入1,10-啡啉・一水合物(22g)、二氯化二硫(49g)、吡啶(30mL)、1-氯丁烷(300mL)，邊攪拌邊滴加溴(57g)。然後邊攪拌邊加熱，進行6小時加熱回流。冷卻至室溫後，加入18M的氫氧化鈉水溶液(300mL)、氯仿(400mL)，於室溫攪拌1小時後、將矽藻土作為助劑進行過濾。實施萃取操作，收集氯仿層，使用飽和食鹽水洗滌後將溶劑餾去。將殘渣實施利用管柱層析所為之精製，獲得3,8-二溴-1,10-啡啉(產率50%)。

【0238】

將獲得之3,8-二溴-1,10-啡啉(10g)、溴化鉀(5g)加到經氮氣取代之反應容器中，費時30分鐘滴加硫酸-硝酸混合液。然後邊攪拌邊加熱，進行1小時加熱回流。冷卻至室溫後，將反應液加注到冰水中，小心地加入氫氧化鈉水溶液直到溶液之pH成為5。使用氯仿實施萃取操作，以無水硫酸鎂使其乾燥後將溶劑餾去。將獲得之殘渣以乙醇洗滌，獲得3,8-二溴-1,10-啡啉-5,6-二酮(產率98%)。

【0239】

將獲得之3,8-二溴-1,10-啡啉-5,6-二酮(5g)、THF(50mL)添加到經氮氣取代的反應容器中，然後加入乙二胺(10mL)。於室溫攪拌1小時後將反應液之溶劑餾去，將獲得之殘渣以甲醇洗滌。加入氯仿(100mL)、矽膠(10g)並加熱，於攪拌狀態實施18小時加熱回流。冷卻至室溫，將不溶物以過濾除去後將溶劑餾去，將獲得之粗製物以甲醇洗滌，獲得6,11-二溴-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(產率35%)。

【0240】

將獲得之6,11-二溴-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(1.0g)、啡喔啉(1.5g)、第三丁醇鈉 (0.6g)、三第三丁基膦(0.1g)、甲苯(80mL)添加到經氮氣取代的反應容器中，邊攪拌邊將反應液脫氣後，加入參(二亞苄基丙酮)鈀・氯仿內含體(inclusion body)(0.07g)並加熱，於攪拌狀態進行10小時加熱回流。放冷後加入甲醇，以過濾收集析出之粗製物，實施利用矽膠管柱層析所為之精製，獲得6,11-雙(啡喔啉-10-基)-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物1)之黃色粉末(產率30%)。

【0241】

針對得到之黃色粉末使用NMR鑑別結構。^{1}H-NMR測定結果示於圖1。

【0242】

^{1}H-NMR(DMSO-d_6)檢測到以下22個氫的信號。δ(ppm)＝9.63(2H)、9.32(2H)、9.03(2H)、6.66-6.57(12H)、6.07(4H)。

【實施例2】

【0243】

〈6,11-雙｛3-(二苯胺基)咔唑-9-基｝-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物35)之合成〉

將實施例1合成之6,11-二溴-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(1.0g)、3-(二苯胺基)咔唑(2.0g)、第三丁醇鈉(0.6g)、三第三丁基膦(0.1g)、二甲苯(60mL)添加到經氮氣取代的反應容器中，邊攪拌邊將反應液脫氣後，加入參(二亞苄基丙酮)鈀・氯仿內含體(0.07g)並加熱，於攪拌狀態實施5小時加熱回流。放冷後加入甲醇，以過濾收集析出之粗製物、實施利用矽膠管柱層析所為之精製，獲得6,11-雙｛3-(二苯胺基)咔唑-9-基｝-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物35)之黃白色粉末(產率10%)。

【0244】

針對獲得之黃白色粉末使用NMR鑑別結構。^{1}H-NMR測定結果示於圖2。

【0245】

^{1}H-NMR(DMSO-d_6)檢測到以下40個氫的信號。δ(ppm)＝9.79(2H)、9.63(2H)、9.05(2H)、8.07(2H)、8.00(2H)、7.62(2H)、7.57(2H)、7.49(2H)、7.39-7.13(20H)、7.00(4H)。

【實施例3】

【0246】

〈6,11-雙(二苯胺基)-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物4)之合成〉

將實施例1合成之6,11-二溴-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(1.0g)、二將苯胺(1.2g)、

第三丁醇鈉(0.6g)、三第三丁基膦(0.1g)、二甲苯(60mL)添加到經氮氣取代的反應容器中，邊攪拌邊將反應液脫氣後，加入參(二亞苄基丙酮)鈀‧氯仿內含體(0.07g)並加熱，於攪拌狀態進行5小時加熱回流。放冷後加入甲醇，以過濾收集析出之粗製物，實施利用矽膠管柱層析所為之精製，獲得6,11-雙(二苯胺基)-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物4)之白色粉末(產率40%)。

【0247】

針對獲得之白色粉末使用NMR鑑別結構。^{1}H-NMR測定結果示於圖3。

【0248】

^{1}H-NMR(DMSO-d_6)檢測到以下26個氫的信號。δ(ppm) = 8.97(2H)、8.94(2H)、8.79(2H)、7.34(8H)、7.23(8H)、7.14(4H)。

【實施例4】

【0249】

〈6,11-雙(咔唑-9-基)-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物3)之合成〉

將實施例1合成之6,11-二溴-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(1.0g)、咔唑(1.2g)、第三丁醇鈉(0.6g)、三第三丁基膦(0.1g)、二甲苯(60mL)添加到經氮氣取代的反應容器中，邊攪拌邊將反應液脫氣後，加入參(二亞苄基丙酮)鈀‧氯仿內含體(0.07g)並加熱，於攪拌狀態進行5小時加熱回流。放冷後加入甲醇，以過濾收集析出之粗製物，實施利用矽膠管柱層析所為之精製，獲得6,11-雙(咔唑-9-基)-1,4,8,9-四氮雜聯伸三苯(化合物3)之黃白色粉末(產率36%)。

【0250】

針對獲得之黃白色粉末使用NMR鑑別結構。^{1}H-NMR測定結果示於圖4。

【0251】

^{1}H-NMR(DMSO-d_6)檢測到以下22個氫的信號。δ(ppm) = 9.81(2H)、9.63(2H)、9.05(2H)、8.23(4H)、7.65(4H)、7.52(4H)、7.41(4H)。

【實施例5】

【0252】

使用本發明實施例1及3之化合物(化合物1、4)，在ITO基板上製作膜厚100nm之蒸鍍膜，以大氣中光電子分光裝置(理研計器製、AC-3型)測定功函數。

	功函數
本發明實施例1之化合物	5.70eV
本發明實施例3之化合物	5.60eV

【0253】

如上，本發明實施例1及3之化合物(化合物1、4)比起NPD、TPD等一般的電洞輸送材料帶有的功函數5.4eV有更深的值，電洞阻擋能力大。

【實施例6】

【0254】

針對本發明實施例1之化合物(化合物1)製備10^{-5}mol/L的甲苯溶液。針對此甲苯溶液邊通入氮氣邊以300K照射紫外光，結果觀測到峰部波長為587nm的螢光。

又，針對此甲苯溶液，使用小型螢光壽命測定裝置(Hamamatsu Photonics(股)製Quantaurus-tau)測定氮氣通氣前後之時間分解光譜，結果觀測到發光壽命0.02μs的螢光，並觀測到發光壽命1.08μs之延遲螢光。

又，針對此甲苯溶液，使用絕對PL量子產率測定裝置(Hamamatsu Photonics(股)製Quantaurus-QY)於300K測定氮氣通氣前後之光致發光(以下簡稱為PL)量子效率，結果氮氣通氣前為2.9%、氮氣通氣後為9.1%。

【實施例7】

【0255】

製備將實施例6中之本發明實施例1之化合物(化合物1)替換為本發明實施例2之化合物(化合物35)之10^{-5}mol/L之甲苯溶液，以同樣的操作實施特性評價。其結果，觀測到峰部波長584nm的螢光，並觀測到發光壽命4.82ns之螢光，及發光壽命0.02μs及1.29μs的延遲螢光。

又，PL量子效率，於氮氣通氣前為5.3%、氮氣通氣後為10.6%。

【實施例8】

【0256】

實施例6中，將本發明實施例1之化合物(化合物1)替換為本發明實施例3之化合物(化合物4)，製備成10^{-5}mol/L之甲苯溶液，以同樣操作實施特性評價。其結果觀測到峰部波長532nm的螢光。

又，PL量子效率於氮氣通氣前為13.3%、氮氣通氣後為19.2%。

【實施例9】

【0257】

製備將實施例6中之本發明實施例1之化合物(化合物1)替換為本發明實施例4之化合物(化合物3)之10^{-5}mol/L之甲苯溶液，以同樣操作實施特性評價。其結果觀測到峰部波長584nm之螢光，並觀測到發光壽命為7ns之螢光與發光壽命為0.2μs之延遲螢光。

又，PL量子效率於氮氣通氣前為14.8%、氮氣通氣後為17.4%。

【實施例10】

【0258】

在玻璃基板上將mCP與本發明實施例1之化合物(化合物1)以蒸鍍速度比成為mCP：本發明實施例1之化合物(化合物1)＝94：6的蒸鍍速度進行二元蒸鍍，製成膜厚100nm的薄膜，作為有機PL元件。利用絕對PL量子產率測定裝置(Hamamatsu Photonics(股)製、Quantaurus-QY型)於氮氣流下於300K測定，結果PL量子效率為39.1%。然後，利用超高速攝影機 (Hamamatsu Photonics(股)製、C4334型)實施當對於製成的有機PL元件以N_2雷射照射337nm之光時之時間分解光譜之評價。將發光壽命為115μs以下之成分判斷為螢光、發光壽命比115μs還長的成分判斷為延遲螢光。其結果，元件發光之中，螢光成分佔40%、延遲螢光成分佔60%。

【實施例11】

【0259】

將實施例6中之mCP與本發明實施例1之化合物(化合物1)替換成mCP與本發明實施例3之化合物(化合物4)，以同樣條件製作有機PL元件。針對製作的有機PL元件以同樣操作實施特性評價。其結果，PL量子效率為52.6%。又，元件發光之中，螢光成分佔19%、延遲螢光成分佔81%。

【實施例12】

【0260】

有機EL元件，係如圖5，於在玻璃基板1上預先形成作為透明陽極2之ITO電極之上，按順序蒸鍍電洞輸送層3、發光層4、電洞阻擋層5、電子輸送層6、電子注入層7、陰極(鋁電極)8而製成。

【0261】

具體而言，將已形成膜厚100nm之ITO膜的玻璃基板1以有機溶劑洗滌後，

以UV臭氧處理洗滌表面。之後將此附有ITO電極之玻璃基板安裝到真空蒸鍍機內，減壓至0.001Pa以下。

然後，以覆蓋透明陽極2的方式，將NPD以蒸鍍速度2.0埃/sec蒸鍍成膜厚35nm而作為電洞輸送層3。在此電洞輸送層3之上， mCP與本發明實施例1之化合物(化合物1)以蒸鍍速度比成為mCP：本發明實施例1之化合物(化合物1)＝95：5之蒸鍍速度進行二元蒸鍍成膜厚15nm以作為發光層4。在此發光層4之上，將前述PPT以蒸鍍速度2.0埃/sec蒸鍍成膜厚10nm以作為電洞阻擋層5。在此電洞阻擋層5之上將前述TPBI以蒸鍍速度2.0埃/sec蒸鍍成膜厚55nm以作為電子輸送層6。在此電子輸送層6之上，將氟化鋰以蒸鍍速度0.1埃/sec蒸鍍成膜厚0.8nm以作為電子注入層7。最後將鋁蒸鍍成膜厚70nm以作為陰極8。針對製作之有機EL元件，於大氣常溫實施特性測定。

【0262】

對於使用本發明之實施例1之化合物(化合物1)製作之有機EL元件施加直流電壓時之發光特性之測定結果彙整於表1。

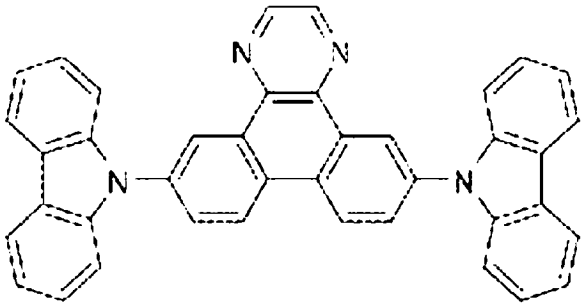
【0263】

【比較例1】

為了比較，將實施例12中之發光層4之材料從mCP與本發明實施例1之化合物(化合物1)替換成mCP與日本特開2010-505241號公報記載之下列結構式之化合物(比較化合物A)，以同樣條件製成有機EL元件。針對製作之有機EL元件，在大氣常溫實施特性測定。針對製成的有機EL元件施加直流電壓時之發光特性之測定結果彙整於表1。

【0264】

【化147】



(比較化合物A)

【0265】

【表1】

	化合物	電壓[V] (@10mA/cm^2)	亮度[cd/m^2] (@10mA/cm^2)	發光效率[cd/A] (@10mA/cm^2)	電力效率[lm/W] (@10mA/cm^2)
實施例12	化合物1	7.8	2396	22.1	8.9
比較例1	比較化合物A	8.4	82	0.9	0.4

【0266】

如表1，關於流過電流密度10mA/cm^{2}之電流時之亮度，使用比較化合物A之比較例1之有機EL元件為82cd/m^2，相對於此，實施例12之有機EL元件為2396cd/m^2，有大幅提高。又，關於發光效率，使用比較化合物A之比較例1之有機EL元件為0.9cd/A，相對於此，實施例12之有機EL元件為22.1cd/A，有大幅提高。又，關於電力效率，使用比較化合物A之比較例1之有機EL元件為0.4lm/W，相對於此，實施例12之有機EL元件為8.9lm/W，有大幅提高。

【0267】

如以上可知:使用本發明之化合物之有機EL元件相較於使用比較化合物A之有機EL元件，能達成發光效率之大幅提高。

【產業利用性】

【0268】

本發明之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物能發射延遲螢光，薄膜安定性也良好，故為優良的發光層材料，尤其是優良的發光層的摻雜物材料。又，藉由使用該化合物製作有機EL元件，能分外地改良習知有機EL元件之亮度與發光效率。

【符號說明】

【0269】

1 玻璃基板

2 透明陽極

3 電洞輸送層

4 發光層

5 電洞阻擋層

6 電子輸送層

7 電子注入層

8 陰極

專利案號：104112301

108年02月23日 所提修正

申請日：

IPC 分類：

I662036

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】

具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物、發光材料及有機電致發光元件

【英文發明名稱】

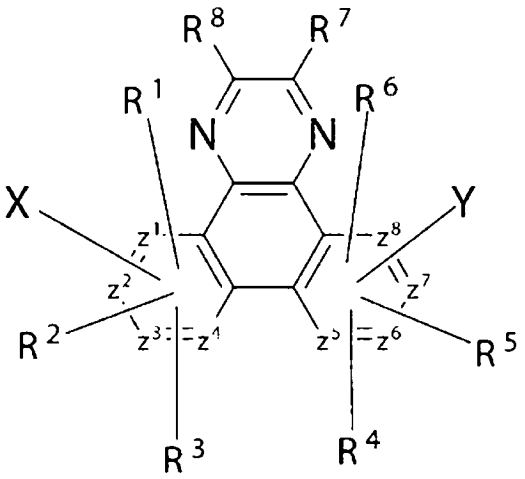
COMPOUND HAVING TETRAAZATRIPHENYLENE RING STRUCTURE, LIGHT-EMITTING MATERIAL AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

【中文】

本發明提供作為高效率之有機電致發光元件用材料之發射螢光及延遲螢光之化合物，並使用此化合物提供有機光致發光元件、或高效率、高亮度之有機電致發光元件。

本發明提供通式(1)表示之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，及有機電致發光元件，該有機電致發光元件具有一對電極及夾持於此對電極之間的至少一層有機層，其特徵為該化合物至少作為1層有機層之構成材料使用。

【化1】



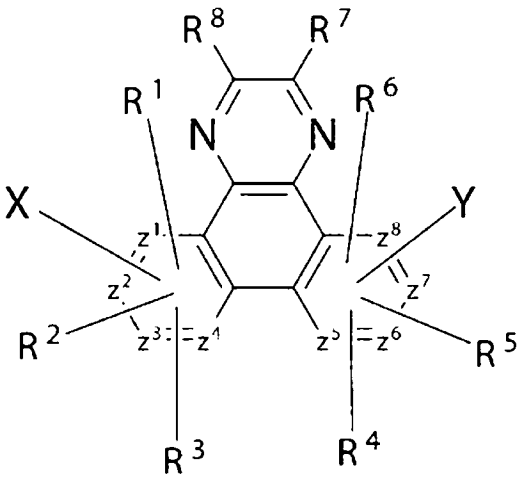
(1)

【英文】

A compound which emits fluorescence and delayed fluorescence is provided as a material for an organic electroluminescent device of high efficiency, and an organic photoluminescent device and the organic electroluminescent device of high efficiency and high luminance are provided using this compound.

The compound of a general formula (1) having a tetraazatriphenylene ring structure is used as a constituent material of at least one organic layer in the organic electroluminescent device that includes a pair of electrodes and one or more organic layers sandwiched between the pair of electrodes.

【Chemical Formula 1】

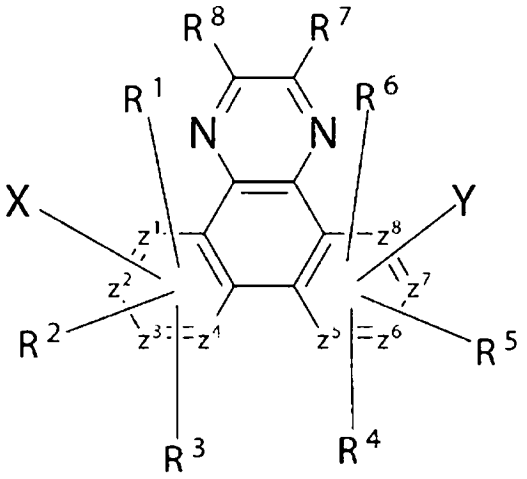


(1)

【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】 無

【特徵化學式】



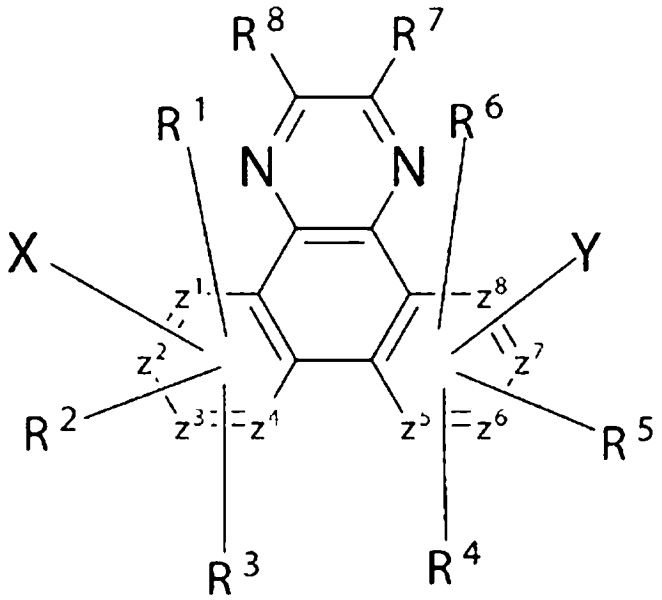
(1)

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1)表示;

【化1】



(1)

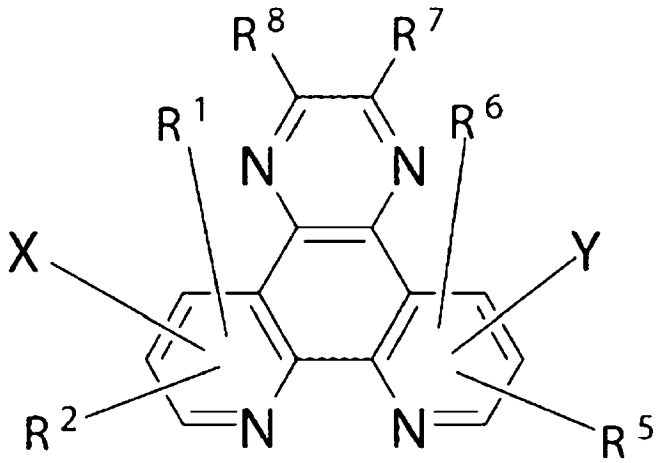
(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;X與Y中的至

少一者選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基;R^1~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環;Z^1~Z^8為碳原子或氮原子且Z^1~Z^4中之至少一者為氮原子且Z^5~Z^8中之至少一者為氮原子，此時之氮原子使R^1~R^6成為沒有氫原子或取代基)。

【第2項】

如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a)表示;

【化2】



(1a)

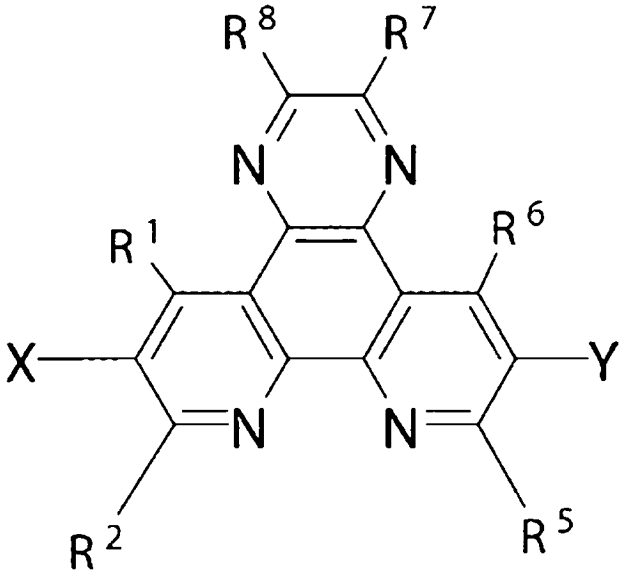
(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;X與Y中的至少一者選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取

代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環)。

【第3項】

如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-1)表示;

【化3】



(1a-1)

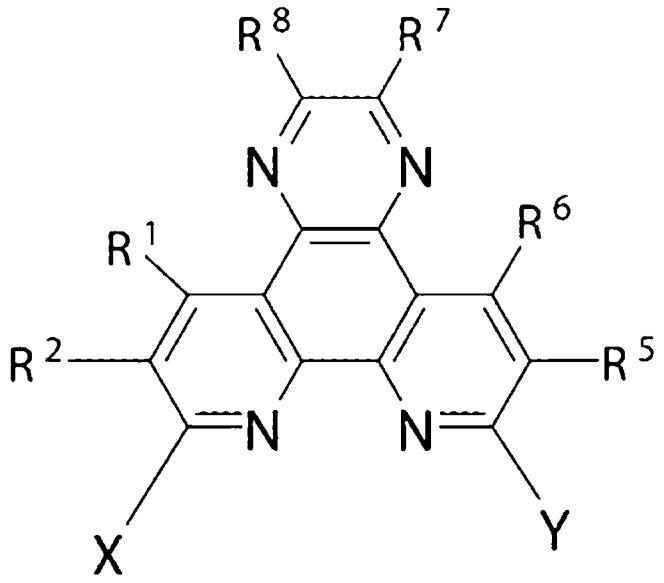
(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之

直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;X與Y中的至少一者選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環)。

【第4項】

如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-2)表示;

【化4】



(1a-2)

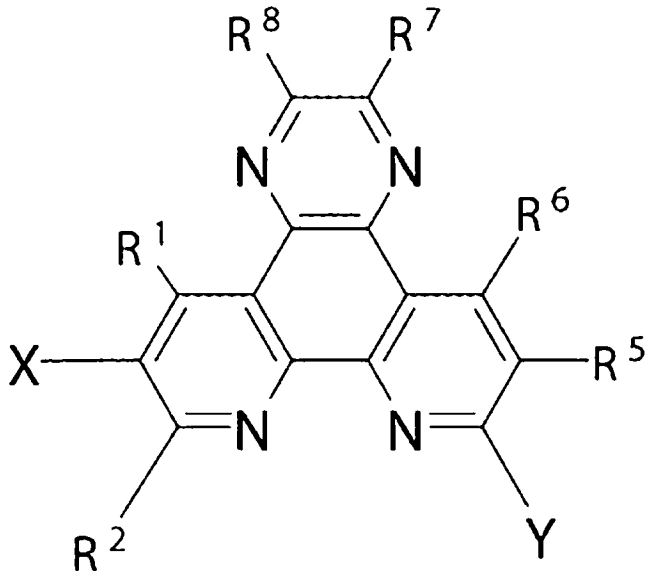
(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;X與Y中的至少一者選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳

原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環)。

【第5項】

如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-3)表示;

【化5】



(1a-3)

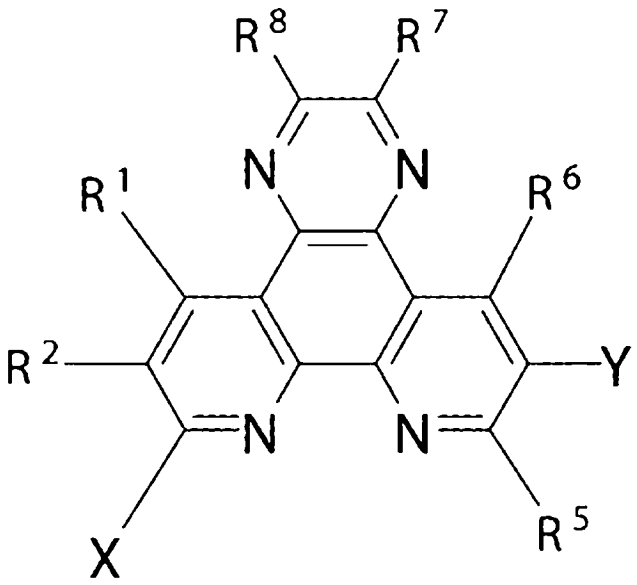
(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀

或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;X與Y中的至少一者選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環)。

【第6項】

如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，以下列通式(1a-4)表示;

【化6】



(1a-4)

(式中，X表示經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;Y表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基;X與Y中的至少一者選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基;R^1~R^2、R^5~R^8彼此可相同也可不同，表示氫原子、氘原子、氟原子、氯原子、氰基、硝基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷基、也可具有取代基之碳

原子數5至10之環烷基、也可具有取代基之碳原子數2至6之直鏈狀或分支狀之烯基、也可具有取代基之碳原子數1至6之直鏈狀或分支狀之烷氧基、也可具有取代基之碳原子數5至10之環烷氧基、經取代或未經取代之芳香族烴基、經取代或未經取代之芳香族雜環基、經取代或未經取代之縮合多環芳香族基、經取代或未經取代之芳氧基、或經選自於芳香族烴基、芳香族雜環基或縮合多環芳香族基中之基取代之二取代胺基，且亦可介隔單鍵、經取代或未經取代之亞甲基、氧原子或硫原子而彼此鍵結形成環)。

【第7項】

如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物，其中，該通式(1)中，X、Y彼此可相同也可不同，選自於經取代或未經取代之咔唑基、啡噁吲基、啡噻吲基、吖啶基、啡吲基、或經芳香族烴基或縮合多環芳香族基取代之二取代胺基。

【第8項】

一種發光材料，係由如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物構成。

【第9項】

如申請專利範圍第8項之發光材料，其發射延遲螢光。

【第10項】

一種有機電致發光元件，具有一對電極以及夾持於其之間的至少一層有機層，其特徵為如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物係作為至少1層有機層之構成材料使用。

【第11項】

如申請專利範圍第10項之有機電致發光元件，其中，該有使用如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物作為構成材料的有機層為發光層。

【第12項】

如申請專利範圍第11項之有機電致發光元件，其中，該有使用如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物作為構成材料的有機層發射延遲螢光。

【第13項】

如申請專利範圍第10項之有機電致發光元件，其中，該有使用如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物作為構成材料的有機層為電子輸送層。

【第14項】

如申請專利範圍第10項之有機電致發光元件，其中，該有使用如申請專利範圍第1項之具有四氮雜聯伸三苯環結構之化合物作為構成材料的有機層為電洞阻擋層。